

Low Tech – High Effect! Eine Übersicht über nachhaltige Low Tech Gebäude

E. Haselsteiner,
et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

20/2017

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Low Tech – High Effect!

Eine Übersicht über nachhaltige Low Tech Gebäude

DI Dr. Edeltraud Haselsteiner

Dr. Andrea Bodvay
FH Campus Wien Forschungs- und Entwicklungs GmbH

DI Susanne Gosztanyi
Energy and Building Design Architecture and
Built Environment, Lund University

Msc., Anita Preisler, DI Michael Berger, Msc., Bernhard Gasser
teamgmi Ingenieure für Energieeffizienz und Komfort

Wien, August 2016

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm Stadt der Zukunft des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm Haus der Zukunft auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des bmvit publiziert und elektronisch über die Plattform www.HAUSderZukunft.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	10
ABSTRACT	13
EINLEITUNG	16
I. LOW TECH IM KONTEXT NACHHALTIGEN BAUENS	18
I.1 LOW TECH - HIGH TECH?	18
I.2 LOW TECH & NACHHALTIGES BAUEN IM LEBENSZYKLUS.....	19
I.2.1 Planungskriterien für das „Nachhaltige Low Tech Gebäude“	21
I.2.2 Technikanteil nach Lebenszyklusphasen	22
I.3 PRÄZISIERUNG DER DEFINITION VON LOW TECH.....	24
I.3.1 Low Tech Gebäude im Lebenszyklus.....	24
I.3.2 Definition: „Nachhaltiges“ Low Tech Gebäude	25
I.3.3 Low Tech Matrix.....	27
II. LOW TECH ANSÄTZE, KONZEPTE UND REALISIERTE BEISPIELE	32
II.1 LOW TECH STRATEGIE „FUNKTION“	33
II.1.1 „KLIMA ALS ENTWURFSFAKTOR“	33
II.1.1.1 Klima- und standortoptimierte Gebäudeformen.....	36
STONE Terrace.....	37
Kultur- u. Tourismuszentrum Terrasson	38
Bioklimatisches Gebäude Teneriffa	39
e-science Lab ETH Zürich	40
Firmensitz Datagroup Pliezhausen	41
II.1.1.2 Grundriss- und Temperaturzonierungen	42
Alpine Landwirtschaftsgebäude, Beispiel Hofstatt Zehnderhütte, Kinzigtäler Haus u. a.....	43
Interior Gulf Stream / Evaporated Rooms / Domestic Astronomy u. a.....	44
Klimazwiebel / Wall House.....	46
Haus LISI	47
II.1.1.3 Low Tech Bauen in extremen Klimazonen.....	48
Neu-Baris / Neu-Qurna	49
Druk White Lotus School	50
Schulbausteine Burkina Faso.....	51
METI-Handmade School	52
Olpererhütte.....	53
II.1.2 ENERGIEPOTENZIALE DER UMWELT NUTZEN	54
II.1.2.1 Sonnen-Häuser	55
Biosolarhaus P. R. Sabady.....	58
Maschinenfabrik Micafil AG	59
Solare Direktgewinn- Nullenergiehäuser Trin	60
Solarhaus Schantl.....	61
MFH Bern-Liebenfeld.....	62
Patchwork – Haus	63
II.1.2.2 Bauen mit dem Wind / Natürliche Belüftung und Kühlung.....	65
Windtürme und Windfänger	66
La maison coloniale / tropicale	67
Wichita Dymaxion House.....	68
National Assembly for Wales	69
Umweltbundesamt Dessau	70
Bürogebäude RWS Terneuzen.....	71
ASO4 Karlhofschule	72
Windkraft Simonsfeld, Ernstbrunn, Niederösterreich	73
Netto-Plus-Energie-Haus.....	74
Ventilative Kühlung (IEA-EBC Annex 62)	75
II.1.2.3 Klimafassaden und natürliche Lüftung von Hochhäusern	76
Polyvalente Wand.....	77

Plusenergiehaus Schmallenberg.....	78
Karmeliterhof Graz	79
GSW-Hauptsitz, Neu- und Erweiterungsbau	80
Wohnblock Square Mozart.....	81
Menara Mesiniaga / IBM Tower	82
Firmensitz AVAX.....	83
II.1.2.4 Tageslicht	84
Tageslichtfabriken: Packard Motor Car Company/ Chrysler Truck Plant u. a.....	86
60L The Green Building	87
EXPO 2000, Messehalle 26	88
Universität Sheffield, Jessop West Department Building.....	89
Verwaltungsgebäude iGuzzini	90
"Lichtfänger" (Machbarkeitsstudie)	91
II.1.2.5 Vegetation / Luftfeuchtigkeit / Kühlung.....	92
Institut für Forst und Naturforschung	92
ENERGYbase	94
Boutiquehotel Stadthalle Wien.....	95
II.2 LOW TECH STRATEGIE „MATERIAL“	96
II.2.1 BAUEN MIT „NATURBAUSTOFFEN“ ODER „EXPERIMENTELLEN MATERIALIEN“	97
II.2.1.1 Holz.....	97
Büro- und Wohnhaus, Solares Direktgewinnhaus N11	98
II.2.1.2 Lehm.....	99
Lehmhaus Rauch.....	99
Ricola AG, Kräuterzentrum.....	101
Ökosiedlungen Kassel.....	102
Kulturkraftwerk oh456.....	103
II.2.1.3 Stroh.....	104
Strohhaus Dornbirn, Lasttragende Strohballenbauweise	105
Strohballenbauhaus mit ECOCOCON-Paneelen	106
Strohhaus Eschenz	107
S-House	108
II.2.1.4 „Experimentelle Materialien“.....	109
Paper Log Houses.....	110
Modern Seaweed House	111
Haus Trattner/Scharfetter	112
II.2.2 „SECOND HAND“ BAUTEN	114
POLLI-Brick / EcoARK	118
VinziRast-mittendrin	119
Palettenhaus.....	120
Earthship Biotecture	121
Lager- und Ateliergebäude Hagi, Japan.....	122
Hofburg Reaktivierung Luftbrunnen	123
II.2.3 BAUEN MIT MASSE.....	124
Bürohaus 2226	125
Schulanlage Vella GR.....	127
Arbeitswelt Josef Göbel	129
II.2.4 „SELBSTWACHSENDE“ BIOMATERIALEN	130
„Selbsteilender“ Bio-Beton	130
Pilz statt Plastik	132
II.3 LOW TECH STRATEGIE „SYSTEM“	133
II.3.1 EINFACH BAUEN	133
Pfadfinderheim St. Martin	134
BaxBox Seekirchen	135
Casa Minima, Gerra.....	136
Walter Segal Selbstbau Co-op.....	137
Quinta Monroy, 93 Incremental Houses Complex	138
53 habitations HLM, SURPLUS Revitalisierung Geschloßwohnungsbau.....	139
Grundbau und Siedler	140
WikiHouse 4.0	141

Ubuild Holz-Fertigteilsystem	142
Wiener Loftsiedlung	143
Make your city smart – Wien Aspern (Forschungsprojekt)	144
II.3.2 (KOSTEN) EFFIZIENT BAUEN / BAUOPTIMIERUNG	145
Wohnanlage Kiefernweg	147
LOT Betriebsgebäude Zimmerei	148
Werkstattgebäude Wolfratshausen	149
Schreinerei bei Freising	150
Plus-Energie-Bürohochhaus TU Wien	151
Fakultät für Technische Wissenschaften Uni Innsbruck	152
II.3.3 „LOW COST“ LÜFTEN	153
Low_vent.com / ‚low-tech‘-Komfortlüftung (Forschungsprojekt)	153
KliNaWo: „Klimagerechter, Nachhaltiger Wohnbau“	154
SaLüH - Sanierung von MFH mit kleinen Wohnungen	154
Kostengünstige technische Lösungsansätze für Lüftung, Heizung und Warmwasser	154
Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene	155
II.3.4 MOBILE BAUTEN	157
Jugendcamp „Holzbox“	158
System3, Fertigteil Modulsystem	159
II.3.5 KREISLAUF- UND WANDLUNGSFÄHIG BAUEN	160
II.3.5.1 <i>Wandlungsfähig Bauen</i>	164
ASZ-BAV Grieskirchen	165
Mexico – Passivwohnhaus mit Taucheranzug	166
Alliander-Hauptverwaltung	167
Hauptverwaltung des niederländischen WWF	168
Centre Pompidou	169
II.3.5.2 <i>Bauliche Dichte / Synergiepotenziale / Systemkreisläufe</i>	170
Siedlung BedZED Beddington Zero Energy Emission	170
Eiermuseum Bertoni	172
Ölmühle Fandler	173
Autobahnwerkhof CeRN	174
III. AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN / FORSCHUNGSBEDARF	175
IV. VERZEICHNISSE	181
IV. 1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	181
IV. 2 TABELLENVERZEICHNIS	184
IV. 3 LITERATURVERZEICHNIS	185

ANNEX I: ÖKONOMISCHE UND ENERGETISCHE BEWERTUNG

ANNEX II: BIONISCHE POTENZIALE FÜR LOW-TECH GEBÄUDE

ANNEX III: LOW TECH – SUFFIZIENZ IN DER HAUSTECHNIK

Kurzfassung

In dieser Studie werden Ansätze von Low Tech Gebäuden näher betrachtet und besonders innovativ und repräsentativ erscheinende Konzepte detailliert dokumentiert. Ziel ist es, den derzeitigen Stand der Technik und das vorhandene Know-how und Wissen anhand realisierter Beispiele aufzuarbeiten sowie Potenziale zur Weiterentwicklung aufzuzeigen.

Ausgangssituation/Motivation

In den vergangenen Jahren entwickelte sich die Gebäudetechnologie innerhalb kurzer Zeit vom Niedrigenergie- zum aktiven Gebäudekonzept. Zahlreiche technische Innovationen und Konzepte im Bereich Energieumwandlung (Solar, PV, Erdwärme, ...), Speicherung, Steuerung und Regelung ermöglichen inzwischen Baukonzepte und Gebäude, die, über die Jahresbilanz gesehen, mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Diese rasante Entwicklung verlief in Teilaspekten isoliert und fast nur innerhalb rein technologisch ausgerichteter Sektoren. Dass einige Bereiche diesen raschen Fortschritt nicht mitvollziehen konnten, führte zu einer fehlenden Balance zwischen Energieeinsparung Kosten und Nutzungskomfort. Zielführend erscheint es daher, auch Ansätze von weniger hochkomplexen auf Automatisierung und Technisierung ausgerichteten Gebäudekonzepten näher zu betrachten und daraus eine Wissensbasis zu nachhaltigen Low-Tech Gebäuden aufzubereiten.

Inhalte und Zielsetzungen

Die Studie Low Tech – High Effekt! betrachtet und dokumentiert verschiedene Low Tech Ansätze und - Potenziale von realisierten Bauten. Im ersten Abschnitt wird in einem wissenschaftlich technischen Diskurs der Begriff des „**NACHHALTIGEN LOW TECH GEBÄUDES**“ näher eingegrenzt. Am Ende dieses Kapitels sind kennzeichnende Aspekte in einer umfassenden **LOW TECH MATRIX** zusammengefasst, welche Überlegungen einer ökonomischen und energetischen Bewertung von verschiedenen Ansätzen mit einbezieht.

Im zweiten Abschnitt, dem Hauptteil der Studie, werden Low Tech Ansätze am Beispiel von realisierten Bauten betrachtet, dokumentiert und auf ihre Potenziale für nachhaltige Gebäudekonzepte hin beforscht. Die dokumentierten Low Tech Beispiele folgen der übergeordneten Gliederung nach: Funktion, Material und System. Selbst wenn die Übergänge fließend und in allen Projekten sämtliche Ebenen in mehr oder weniger ausgeprägter Form zu finden sind, so gibt es unterschiedliche Schwerpunktsetzungen hinsichtlich deren Bereichen ein möglichst geringer Technikeinsatz angestrebt wird. So versammelt die Ebene „**FUNKTION**“ Projekte mit der vorrangigen Zielsetzung, die „Funktionalität“, d.h. grundlegende Funktionen wie Heizen, Kühlen, Lüften und Belichten mit möglichst geringem Technikeinsatz und einem hohen Anteil vorhandener Umweltressourcen zu bewerkstelligen. In der Kategorie „**MATERIAL**“ liegt der Schwerpunkt auf dem Einsatz natürlich vorkommender Baumaterialien und Baustoffe, die einerseits einen minimalen Verbrauch an ‚grauer Energie‘ und ein Maximum an Up-/Recyclingfähigkeit aufweisen, andererseits einen bewussten und ökonomischen Umgang mit „Material“ an sich anstreben und spezifische Materialeigenschaften zur Technikvermeidung nutzen. Die Ebene „**SYSTEM**“ fokussiert auf Konzepte, deren Zielsetzung einen suffizienten Umgang im Gesamtsystem bezweckt. Kosteneffizienz, besondere Baustandards oder eine lange Nutzungsdauer sind dazu Beispiele, in denen ein suffizienter Umgang mit vorhandenen Ressourcen demonstriert wird.

Im dritten Teil (Annex I) stehen eine vertiefende Dokumentation und die qualitative Bewertung hinsichtlich ökonomischer und energetischer Potenziale von Low Tech Ansätzen im Mittelpunkt

(Annex I). In einem Workshop mit ExpertInnen aus Planung, Technik und Forschung wurden Low Tech Ansätze diskutiert, bewertet und eine repräsentative Palette, die **10 INNOVATIVSTEN BEST-PRACTICE BEISPIELE** aus den Kategorien Büro-/Dienstleistungsgebäude, Betriebsgebäude und Wohnen, zur vertiefenden Dokumentation und Bearbeitung ausgewählt. Diese sind im Anhang zur Studie anhand der LOW TECH MATRIX dokumentiert und hinsichtlich ökonomischen und energetischen Potenzialen qualitativ bewertet.

Darüber hinaus beschreiben zwei Fachexpertisen „**BIONISCHE POTENZIALE FÜR LOW-TECH GEBÄUDE**“ (Annex II) sowie Potenzial von Low Tech durch „**SUFFIZIENZ IN DER HAUSTECHNIK**“ (Annex III).

Methodische Vorgehensweise

Die Studie Low Tech – High Effekt! bezieht sich in der Definition des „Nachhaltigen Low Tech Gebäudes“ auf die drei grundlegenden Dimensionen der Nachhaltigkeit: ÖKOLOGIE – ÖKONOMIE – SOZIALES. Dieses Drei-Säulen-Modell wird um die im wissenschaftlich-politischen Diskurs als „kulturelle“ oder „politisch-prozessual“ bezeichnete Komponente der "Institutionen" bzw. "PARTIZIPATION" erweitert. Die Erweiterung erscheint in Bezug auf Low Tech wichtig, da vielfach regionale Bautraditionen einerseits sowie mehr Eigenverantwortlichkeit und Selbsttätigkeit andererseits grundlegende Komponenten von auf Low Tech beruhenden Gebäudekonzepten darstellen. Basierend darauf wurden folgende Punkte festgelegt, welche eine als nachhaltig zu betrachtende Low Tech Bauweise charakterisieren:

ÖKOLOGIE = Klima- und ressourcenschonende Bauweise, die weitgehend vorhandene Umweltressourcen (Klima, Standort und Herkunft) für den Betrieb nützt

ÖKONOMIE = Suffiziente, robuste und kosteneffiziente Bauweise, die einen reduzierten Technikanteil über den gesamten Lebenszyklus (Herstellung – Betrieb – Rückbau) anstrebt

SOZIAL = Bedürfnisangepasste, Komfortstandards gewährleistende und gerechte Bauweise, die eine ausreichende Versorgung und Entsorgung sicherstellt sowie Gefährdungspotenziale und Nahrungsmittelkonkurrenz ausschließt

PARTIZIPATION / KULTUR = Einfache, verständliche und auf Eigenverantwortlichkeit basierende Bauweise, welche Selbstbau, selbsttätige Wartung und Pflege und die regionale Baukultur stärkt

Dabei soll betont werden, dass Nachhaltigkeit nur erreicht werden kann, wenn alle vier Aspekte im ausreichenden und ausgewogenen Verhältnis zueinander berücksichtigt sind. Die Erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien sollte zudem über den gesamten **LEBENSZYKLUS** hinweg betrachtet und entsprechend bewertet werden. Demzufolge gilt auch für „Nachhaltige Low Tech Gebäude“ die grundlegende Zielsetzung eines geringen Einsatzes von Technologie über den gesamten Lebenszeitraum. Dazu zählt der Technikeinsatz in der Planungs- und Bauphase ebenso wie jener in der Betriebs- oder Erneuerungsphase oder der Rückbauphase.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Anhand des breit gestreuten Spektrums an Ideen und realisierten Beispielen wird deutlich, auf wie vielen unterschiedlichen Ebenen ein „Low Tech“ Ansatz gedacht werden kann. Die Auswahl ist aber nicht als vollständige Sammlung zu verstehen. Vielmehr sind die Objekte beispielhaft für unterschiedliche Überlegungen gewählt, wie Gebäude mit einem ressourcen-schonenden und technikinimierten Ansatz optimiert werden können. Gemeinsam ist allen Projekten, dass sie eine oder mehrere innovative Low Tech Komponenten, fernab von „gesicherten“ Standards, erproben. Es

zeigt sich auch, dass innovative Ideen ihren Ausgang häufig im kleinen Einzelgebäude haben, dort erprobt werden, bevor sie in großvolumigen Bauten oder Gebäudekomplexen Eingang finden.

Low Tech Gebäude im (naturräumlichen) Kontext zu ermöglichen beginnt bereits bei der Baulandwidmung und ist so gesehen vorab als Auftrag an die (Energie)raumplanung zu verstehen. Darüber hinaus werden wesentliche Grundlagen für die Basis von Low Tech Gebäuden in der Planung gelegt. Unter anderem sind diese: Bedarfshinterfragung, Schonung von Naturräumen durch flächensparendes Bauen, Verbrauchsminimierung hinsichtlich Energie und Betriebsmittel, lange Nutzung von Gebäudeteilen und Gesamtgebäuden, kurze Transportwege bei Bau und Betrieb und schließlich der Einsatz wiederverwendbarer beziehungsweise rezyklierter Bauprodukte und guter Rückbaufähigkeit.

Ausblick

Die Dokumentation soll anregen, weiter zu forschen und Gebäude, die für die Umsetzung interessant erscheinen, detaillierter zu studieren. Für eine erfolgreiche Weiterentwicklung in Richtung Low Tech Bauweise sollte die integrale und transdisziplinäre Planung aus Wissenschaft und Technologie einen vorrangigen Stellenwert einnehmen. Dabei könnten Fragestellungen oder Forschungsthemen zu „experimentellen (Low Tech) Bauten“, mit möglichst geringen Vorgaben hinsichtlich Umsetzung und technischer Standards, kreative Ideen zutage befördern.

Abstract

In this study approaches of low-tech buildings are examined and particularly innovative and representative concepts are documented in detail. The aim is to elaborate the current state of the art and the existing know-how and knowledge on the basis of realized examples as well as to show potential for further development.

Starting point / motivation:

In recent years, building technologies developed fast from the low-energy building concept towards active building concepts. Numerous technical innovations and concepts in the field of energy conversion (solar thermal, photovoltaic, geothermal, etc.), energy storage and intelligent controls allow buildings to produce annually more energy than they consume. In some aspects, the rapid developments occurred isolated from a holistic approach and almost entirely took place in the technologically oriented sectors. The residue of some related fields, which could not follow this rapid progress, resulted in a lack of balance between energy savings, cost efficiency and user comfort. Hence, it seems beneficial to have a closer look on concepts of less complexity, automation needs and/or highly engineered solutions and to develop a knowledge base for sustainable low-tech buildings.

Content and goals:

The study Low Tech – High Effect! investigates and documents various approaches and potentials of low-tech buildings. In the first section, the concept of "SUSTAINABLE LOW TECH BUILDING" is defined in a scientific-technical discourse. At the end of this chapter, significant aspects are summarized in a comprehensive LOW TECH MATRIX, which includes considerations of an economic and energetic assessment of different approaches.

In the second section, the main part of the study, low-tech approaches are examined, documented and explored for their potential for sustainable building concepts. The documented low-tech examples follow the overarching structure: function, material and system. Even if the transitions are fluent and in all projects all levels can be found in more or less distinct form, there are different focuses with regard to which the least possible use of technology is sought. Thus, the "FUNCTION" level brings together projects with the primary objective of developing the "functionality", that is, to perform basic functions such as heating, cooling, ventilation and exposure with as little technology as possible and a high proportion of existing environmental resources. In the "MATERIAL" category, the focus is on the use of naturally occurring building materials. These should, on the one hand, have a minimum consumption of <gray energy> and a maximum of up / recyclability. On the other hand, they aim at a conscious and economical handling of "material" per se and use specific material properties for the avoidance of technology. The "SYSTEM" level focuses on concepts whose goal is to ensure adequate management in the overall system. Cost-efficiency, special building standards or a long useful life are examples in which a sufficient use of available resources is demonstrated.

In the third part (Annex) a deepening documentation and the qualitative assessment with regard to the economic and energetic potentials of low-tech approaches (Annex I) are in focus. In a workshop with experts from planning, technology and research, low-tech approaches were discussed, evaluated and a representative number, the 10 INNOVATIVE BEST PRACTICE EXAMPLES from the categories office / service building, business buildings and housing, were selected for deepening documentation and editing. These are documented in the appendix to the study using the LOW TECH MATRIX and qualitatively evaluated for economic and energetic potentials.

In addition, two technical examinations "BIONIC POTENTIALS FOR LOW TECH BUILDING" (Annex II) as well as low-tech potentials are described by "SUFFICIENCY IN BUILDING SERVICES" (Annex III).

Methods:

The Study Low Tech - High Effect! refers to the three fundamental dimensions of sustainability: ECOLOGY - ECONOMY - SOCIAL. This three-pillar model is extended by the component of the "institutions" or "PARTIZIPATION", which is in academic-political discourse designated as "cultural" or "political-processual". The expansion appears to be important, since many regional building traditions as well as more self-responsibility and self-activity on the other hand are fundamental components of low-tech building concepts. Based on this, the following points were defined, which characterize a low-tech construction that is considered to be sustainable:

ECOLOGY = climate-friendly and resource-saving construction, which is largely based on existing environmental resources (climate, location and origin) for the operation

ECONOMY = sufficient, robust and cost-efficient construction, which aims at a reduced technology share over the entire life cycle (production - operation - dismantling)

SOCIAL = needs-oriented, comfortable standards that ensure adequate supply and disposal as well as avoid potential hazards and food competition

PARTIZIPATION / CULTURE = simple, comprehensible and self-responsible construction, which strengthens self-construction, self-sustained maintenance and the regional building culture

It should be emphasized that sustainability can only be achieved if all four aspects are taken into account in a sufficient and balanced relationship. The fulfillment of sustainability criteria should also be considered and evaluated across the entire life cycle. As a result, "Sustainable Low-Tech Buildings" is also the basic goal of a low use of technology over the entire life span. This includes the use of technology in the planning and construction phase, as well as in the operating or renewal phase or the reconstruction phase.

Results:

Based on the broad spectrum of ideas and realized examples, it becomes clear on how many different levels a "low-tech" approach can be considered. The selection is not to be understood as a complete collection. Rather, the objects are selected for different considerations as to how buildings can be optimized with a resource-conserving and technology-minimized approach. What is common to all projects is that they test one or several innovative low-tech components, aside from "safe" standards. It is also shown that innovative ideas often have their origin in a small individual building, where they are tested before they are used in large-volume buildings or building complexes.

Low-tech building in the (natural) context is already beginning with the course of zoning and is seen in this way as an order to (energy) spatial planning. In addition, essential foundations for low-tech buildings are laid in the planning. Among others, these are: demand-sourcing, conservation of natural spaces through space-saving construction, minimization of consumption in terms of energy and operating resources, long-term use of building parts and buildings, short transport distances during construction and operation, and finally the use of reusable or recycled construction products and dismantling.

Outlook:

The documentation is intended to stimulate further research and to study buildings in more detail, which appear interesting for implementation. For a successful development in the direction of low-tech

construction, the integral and transdisciplinary planning of science and technology should have priority. In this context, questions or research topics on "experimental (low-tech) buildings", with as few specifications as possible regarding implementation and technical standards, could bring to light creative ideas.

Einleitung

In den vergangenen Jahren entwickelte sich die Gebäudetechnologie innerhalb kurzer Zeit vom Niedrigenergie- zum aktiven Gebäudekonzept. Zahlreiche technische Innovationen und Konzepte im Bereich Energieumwandlung (Solar, PV, Erdwärme,...), Speicherung, Steuerung und Regelung ermöglichen inzwischen Baukonzepte und Gebäude, die über die Jahresbilanz gesehen mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Diese rasante Entwicklung verlief in Teilaspekten isoliert und fast nur innerhalb rein technologisch ausgerichteter Sektoren. Dass einige Bereiche diesen raschen Fortschritt nicht mitvollziehen konnten, führte zu einer fehlenden Balance zwischen Energieeinsparung – Kosten und Nutzungskomfort. So ist es nach wie vor schwierig, in der Phase der Errichtung die entsprechende Qualitätssicherung zu gewährleisten. Die Service-Infrastruktur für den Betrieb der Gebäude (Wartung) ist als Dienstleistungsangebot noch nicht ausreichend ausgebaut, um ökonomisch bewerkstelligt zu werden. Zudem ist das tatsächliche Nutzungsverhalten nicht mit Bestimmtheit im Voraus planbar. Einige der Kritikpunkte dazu im Detail:

- **Hohe Investitions- und Wartungskosten:** Während bei energieeffizienten Gebäuden deutliche Einsparungen bei Heizkosten und Warmwasser zu verzeichnen sind werden diese durch hohe Investitions- und Wartungskosten wieder kompensiert.
- **Lange Einregulierungsphasen:** Erfahrungswerte zeigen, dass vielfach eine ein- bis zweijährige Einregulierungsphase nötig ist um die Haustechnik entsprechend den Nutzungsbedürfnissen im Betrieb anzupassen. Wird dieser Einregulierung nicht genügend Zeit eingeräumt passiert es häufig, dass Effizienzpotenziale nicht genutzt werden oder Unzufriedenheit seitens der Nutzenden aufgrund einer nicht optimal auf den Betrieb abgestimmten Regelung von Heizung, Lüftung oder Verschattung entstehen.
- **Kürzere Lebensdauer elektronischer Bauteile:** Hinzu kommt eine im Vergleich zum Gebäude geringere Lebensdauer der Steuerungs- und Regelungstechnik (Sensoren, Elektronik, ...).
- **Komplexität, fehlende Qualitätssicherung in der Planung und Ausführung:** Baumängel oder eine eingeschränkte Funktionsfähigkeit im Vergleich zu den in der Planung prognostizierten Effizienzkriterien sind oftmals das Ergebnis einer fehlenden Qualitätssicherung am Bau oder von getroffenen Einsparmaßnahmen. Aufgrund der technologischen Komplexität kommt der Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Gewerken eine Schlüsselrolle zu. Um diese vielschichtige Aufgabe zu bewältigen bedarf es eines umfassenden Fachwissens. Diese Kompetenzen sind nur bei sehr spezialisierten Unternehmen vorhanden, aber bei herkömmlich ausgebildeten Bauleitungen nicht grundsätzlich gegeben.
- **Kosten- und Komponenteneinsparungen um Investitionskosten zu reduzieren:** Um Baukosten insgesamt zu reduzieren werden häufig Einsparmaßnahmen vorgenommen. Entweder noch in der Planung oder während der laufenden Bauphase wird entschieden, dass geplante und vorgesehene Komponenten nicht oder nur im reduzierten Umfang eingebaut werden. Ergebnisse abgeschlossener Monitoring Studien zeigen, dass diese Einsparungen zu Lasten eines funktionierenden Gesamtkonzepts gehen und im schlimmsten Fall zu einer völligen Verfehlung der ursprünglich festgelegten Planungsziele führen.
- **Einflussfaktor NutzerInnen:** Das NutzerInnenverhalten folgt sehr unterschiedlichen Interessens- und Motivlagen. Bereits in mehreren Studien wurde das NutzerInnenverhalten zum Thema gemacht und entsprechende Ergebnisse publiziert. Dennoch zeigt sich, dass das

NutzerInnenverhalten nicht ausreichend und im Vorhinein kalkuliert und festgeschrieben werden kann. Genau diese Festlegungen müssten für die Regelung eines gut funktionierenden Gebäudekonzepts aber häufig im Vorhinein getroffen werden. Im Wohnbau ist man daher vielfach zu dezentral, von den NutzerInnen selbst gesteuerten Anlagen übergegangen. Im Dienstleistungs- und Bürogebäudesektor hingegen ist eine zentrale Steuerung und Regelung im Gebrauch.

Zielführend erscheint es daher, auch Ansätze von weniger hochkomplexen auf Automatisierung und Technisierung ausgerichteten Gebäudekonzepten näher zu betrachten und daraus eine Wissensbasis zu nachhaltigen Low Tech Gebäuden aufzubereiten.

Die Studie Low Tech – High Effekt! betrachtet und dokumentiert verschiedene Low Tech Ansätze und Potenziale von realisierten Bauten. Im ersten Abschnitt wird in einem wissenschaftlich technischen Diskurs der Begriff des „Nachhaltigen Low Tech Gebäudes“ näher eingegrenzt. Dazu bezieht sich die gegenwärtige Studie auf die drei grundlegenden Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökologie – Ökonomie – Soziales. Dieses Drei-Säulen-Modell wird um die im wissenschaftlich-politischen Diskurs als „kulturelle“ oder „politisch-prozessual“ bezeichnete Komponente der "Institutionen" bzw. "Partizipation" erweitert. Die Erweiterung erscheint in Bezug auf Low Tech wichtig, da regionale Bautraditionen einerseits sowie mehr Eigenverantwortlichkeit und Selbsttätigkeit andererseits, vielfach grundlegende Komponenten von auf Low Tech beruhenden Gebäudekonzepten darstellen. Am Ende dieses Kapitels sind kennzeichnende Aspekte in einer umfassenden **LOW TECH MATRIX** zusammengefasst, welche Überlegungen einer ökonomischen und energetischen Bewertung von verschiedenen Ansätzen mit einbezieht.

Im zweiten Abschnitt, dem Hauptteil der Studie, werden Low Tech Ansätze am Beispiel von realisierten Bauten betrachtet, dokumentiert und auf ihre Potenziale für nachhaltige Gebäudekonzepte hin beforcht. Die dokumentierten Low Tech Beispiele folgen der übergeordneten Gliederung nach: Funktion, Material und System. So versammelt die Ebene „Funktion“ Projekte mit vorrangiger Zielsetzung die „Funktionalität“, d.h. grundlegende Funktionen wie Heizen, Kühlen, Lüften und Belichten mit möglichst geringem Technikeinsatz und einem hohen Anteil vorhandener Umweltressourcen zu bewerkstelligen. In der Kategorie „Material“ liegt der Scherpunkt auf dem Einsatz natürlich vorkommender Baumaterialien und Baustoffen, die einerseits einen minimalen Verbrauch an ‚grauer Energie‘ und ein Maximum an Up-/Recyclingfähigkeit aufweisen, andererseits einen bewussten und ökonomischen Umgang mit „Material“ an sich anstreben und spezifische Materialeigenschaften zur Technikvermeidung nutzen. Die Ebene „System“ fokussiert auf Konzepten dessen Zielsetzung auf einem suffizienten Umgang im Gesamtsystem abzielt. Kosteneffizienz, besondere Baustandards oder eine lange Nutzungsdauer sind dazu Beispiele in denen ein suffizienter Umgang mit vorhandenen Ressourcen demonstriert wird.

Im dritten Teil (Annex I) stehen eine vertiefende Dokumentation und die qualitative Bewertung hinsichtlich ökonomischen und energetischen Potenzialen von Low Tech Ansätzen im Mittelpunkt. Darüber hinaus beschreiben zwei Fachexpertisen „Bionische Potenziale für Low-Tech Gebäude“ (Annex II) sowie Potenzial von Low Tech durch „Suffizienz in der Haustechnik“ (Annex III).

I. Low Tech im Kontext nachhaltigen Bauens

I.1 Low Tech - High Tech?

Klaus Daniels Buch „Low-Tech Light-Tech High-Tech. Bauen in der Informationsgesellschaft“, erschienen 1998, ist im deutschsprachigen Raum eines der ersten umfassenden Werke, die den Einzug der Informationstechnologie im Bauwesen thematisieren. Darin nimmt er Bezug auf Konzepte nachhaltigen Bauens und existierenden Möglichkeiten der Gebäudeoptimierung, die im hohen Maße verknüpft sind mit Informations-, Kommunikations- und Gebäudeautomatisations-Systemen. In den drei Begrifflichkeiten „Low-Tech Light-Tech High-Tech“ definiert er jene Richtungen welche hinkünftig Planungsaufgaben formen werden: „‹Low Tech› steht dafür, Gebäude einfach zu gestalten und so weit wie möglich direkt mit den natürlichen Ressourcen des jeweiligen Außenraumes zu betreiben. ‹Light-Tech› weist darauf hin, daß es notwendig ist, nicht nur recyclingfähige Baustoffe einzusetzen, sondern vielmehr Bauten so zu entwickeln, daß sie möglichst ressourcensparend geplant sind. ‹High-Tech› symbolisiert, daß der Einfluß der künftigen Informations- und Kommunikationssysteme sich zunehmend auch im Bauen niederschlagen wird.“ (Daniels 1998, S. 7)

Darin formuliert Daniels bereits einige wesentliche Kriterien von Low Tech Gebäuden: „einfach zu gestalten und so weit wie möglich direkt mit den natürlichen Ressourcen des jeweiligen Außenraumes zu betreiben“. Darüber hinaus schafft er eine klare Abgrenzung zu High Tech über die Implementierung von Informations- und Kommunikationstechnologien.

Allgemein wird unter Low Tech Gebäuden ein Gebäudekonzept verstanden, dass in Abstimmung mit lokalen Umweltbedingungen konzeptioniert und geplant wird. Darüber hinaus sollen der Betrieb und die Herstellung innerer Komfortbedingungen mittels möglichst geringem Technikeinsatz und lokal vorhandenen Umweltressourcen erfolgen. Das wiederum setzt detaillierte Kenntnisse der lokalen klimatischen und Wetterbedingungen wie Wind, Feuchtigkeit, Sonne und Temperatur voraus, aber auch Wissen über die physikalischen Eigenschaften von Materialien und deren Wechselwirkungen. Wichtig für ein erfolgreiches Low Tech Gebäude ist, dass es im Einklang steht mit den heutigen Standards.

In den 1970er Jahren entstanden als Reaktion auf die damalige Ölkrise erste Reformbewegungen in Richtung einer „ökologisch“ ausgerichteten Low Tech Architektur. Dabei war man bestrebt der expansiven und zunehmend industriell ausgerichteten Bauindustrie eine ökologische Alternative entgegen zu stellen. Dieser Gegentrend äußerte sich vorwiegend in Form von Selbstbauinitiativen im Wohnungsbau, basierend auf ökologischer Bauweise mit natürlichen Materialien.

Seit den 1990er Jahren kehrte sich die Strömung im Zuge zunehmender Fortschritte in der Entwicklung von „Öko-Technologie“ neuerlich um. Im Bestreben maximaler „Energieeffizienz“ wurden Gebäudekonzepte erprobt die dank der verwendeten Technologie selbst eine positiven „Plusenergie“ Bilanzierung ermöglichen.

Nach einer Phase, in der Gebäudetechnik vorrangig auf die Abschottung gegen äußere Einflüsse hin konzipiert wurde, geht der gegenwärtige Trend wieder verstärkt in Richtung systemischer Konzepte, in Richtung Einbeziehung und Nutzbarmachung der klimatisch bedingten Umweltressourcen. Motive für einen Trend in Richtung Low Tech Architektur sind es, Gebäude weniger abhängig von der Nutzung von Technologien zu machen, da diese als störanfällig, mit schwer im Voraus kalkulierbaren Wartungskosten und höherem Verbrauch in Verbindung gebracht wird. Low Tech Architektur steht für intelligentes Design unter Berücksichtigung der lokalen Bedingungen. High Tech Gebäude hingegen

funktionieren auf Basis intelligenter Gebäudetechnologie, mit einem Maximum an Automatisierung und dem Ziel maximaler Effizienz.

Die Studie „Nachhaltiges Low Tech Gebäude“ (Ritter 2014) hat Autorentexte ausgewertet und unterschiedliche Assoziationen zu den beiden Begrifflichkeiten High Tech – Low Tech zusammengefasst. High Tech Gebäude werden eher mit einer aufwendigen, komplexen und kostenintensiven Bauweise und Gebäudetechnik assoziiert. Dadurch wird ein überdurchschnittlicher Gebäudestandard und umfassende Funktionalität ermöglicht. Allerdings werden in der Wartung und Reparatur aufwendige Prozesse und hohes Fachwissen erforderlich. Eine kürzere Lebenserwartung der Gebäudetechnik gilt als wahrscheinlich. Low Tech Gebäuden werden hingegen einfache, robuste und damit auch länger beständige Bauweisen und Gebäudetechniken zugeschrieben. Damit verbunden sind Annahmen über geringere Kosten, wenig fachspezifischer Aufwand hinsichtlich Herstellung, Betrieb und Wartung, dahingegen aber eine einfache und eingeschränkte Funktionalität sowie ein geringerer Qualitätsstandard hinsichtlich „Präzision“. Planungs- und Investitionskosten werden für beide Bauweisen „höher als Standard“ angenommen, für High Tech allerdings als „deutlich höher als Standard“.

Der Grenzlinie zwischen Low Tech und High Tech kann allerdings auch fließend gesehen werden. So arbeitet zum Beispiel Brian Cody, Professor der Technischen Universität Graz, an einer Methodologie, welche anhand des Umfangs und des Grads der technischen Ausgereiftheit der in einem Gebäude verwendeten Technologien eine grobe Klassifizierung von Gebäuden in den Kategorien High Tech, Low Tech bzw. allfällige Zwischenkategorien erlauben soll (Cody 2014). Dabei geht es maßgeblich um die Frage, welcher der Ansätze den besseren Weg zur Erreichung der Ziele hinsichtlich Energieeffizienz und Nachhaltigkeit darstellen.

I.2 Low Tech & Nachhaltiges Bauen im Lebenszyklus

„Nachhaltig Bauen“ bedeutet Gebäude über den gesamten Lebenszeitraum hinweg zu betrachten und entsprechend gezielt zu planen. Dazu zählt die Energieeffizienz im Betrieb genauso wie der Verbrauch an „grauer Energie“ oder die Recyclingfähigkeit der Materialien. Um Gebäude über den gesamten Lebenszeitraum nicht nur zu erhalten sondern auch adäquat nutzen zu können bedarf es intelligenter und vorausschauender Konzepte: „Intelligent geplante und betriebene Häuser, zum Teil fälschlich als ‚Intelligente Gebäude‘ bezeichnet, zeichnen sich nicht nur dadurch aus, daß sie ein hohes Maß an verknüpften Informations-, Kommunikations- und Gebäudeautomations-Systemen besitzen, sondern vor allem dadurch, daß sie in der Lage sind, Nutzeransprüche unter Umgehung des Einsatzes technischer Einrichtungen direkt aus der Umwelt zu bedienen. Natürliche Belichtung, natürliche Belüftung, veränderbare Wärmedurchgangskoeffizienten, veränderbare Gesamtenergiedurchlaßgrade, angepaßte Tagesbelichtungen usw. führen dazu, daß solche Gebäude im Betrieb ihren Eigenbedarf tatsächlich auf ca. 30-40 % gegenüber heutigen Gebäuden senken können.“ (Daniels 1998, S. 9) Grundsätze und Maßnahmen ökologischer Gebäudeplanung definiert Daniels dazu wie folgt:

Tabelle 1: Grundsätze und Maßnahmen ökologischer Gebäudeplanung (Daniels 1998, S. 105)

Grundsätze	Maßnahmen		
	Gebäude	Freiflächen	Ver- und Entsorgung
Anpassung an die natürlichen und gesellschaftlichen Standortfaktoren	Einbindung in das Öko-System nach Solar- und Windangebot Zonierung der Grundrisse Minimum des Flächenverbrauchs	Geringe Versiegelung Geringe Veränderung der Topographie Erhaltung der vorhandenen Grünelemente Kompaktheit der Gebäude	Nähe zu Wohnen, Dienstleistung, Kultur Reduzierung von Individualverkehr Anschluß an ÖPNV Anschluss an emissionsarme Energieträger
Energiesparen	Passive Sonnenenergienutzung Wärmebewahrung Wärmerückgewinnung Wintergärten und Solarenergienutzung	Nutzung der klimaregulierenden Wirkungen von Vegetations- und Wasserflächen	Bildung weitgehend geschlossener Kreisläufe Abfall – Rohstoff Regenwasser Brauch- und Kühlwasser
Schonung der Ressourcen und Rohstoffe	Nutzung ökologisch verträglicher Baustoffe Vermeidung von Toxizität Geringer Energieaufwand bei Herstellung und Verarbeitung	Schaffung eines Grünverbundes Integration von Stellplätzen in den Grünräumen	Substitution von Trinkwasser Abfallvermeidung Wärme-Kraft-Kopplung Minimierung der Emissionen
Schaffung eines qualitätsvollen und humanen Innen- und Außenraumes	Kleinklima-beeinflussung durch Gebäudeoberfläche Fassaden- und Dachbegrünung Sonnenschutz Innenraumgestaltung Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung	Anreicherung des Grünraums mit standortgerechten Pflanzen und Bäumen Einrichtung von ›Erholungsräumen‹ Lebendige Vielfaltigkeit	Nutzung der Oberflächenwässer (Regenwasser) Kompostierung von organischem Abfall zur Boden-verbesserung

Eine ökologische Gebäudeplanung sollte „die beste Lösung anbieten“. Diese beste Lösung beinhaltet nach Klaus Daniels Definition mindestens die folgenden Elemente (Daniels 1998, S. 174):

- nicht teurer als konventionell geplante Gebäude
- Verwendung ökologisch verantwortbarer Materialien und Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus
- Gebäude als Teil der Umgebung (Belüftung, Tageslicht, Sonnenenergie, Regenwasser, Grün)
- natürlicher Komfort zu allen Jahreszeiten
- tiefere Betriebskosten als bei konventioneller Planung
- kreative Architektur, jeweils einzigartige Lösung
- gutes Wohngefühl für die Nutzer

I.2.1 Planungskriterien für das „Nachhaltige Low Tech Gebäude“

Die von der Universität Lichtenstein erstellte Vorstudie „Nachhaltiges LowTech Gebäude“ (Ritter 2014) wird anhand von Autorinnen- und Autorentexten der Frage nachgegangen: „Wie viel Technik braucht das nachhaltige Haus“. Aus der Unterschiedlichkeit der Texte wird deutlich, dass „Low Tech“ oder „High Tech“ in Bezug auf Gebäude sehr unterschiedlich interpretiert, und nicht selbstverständlich über den gesamten Lebenszyklus gesehen wird. Entscheidend hervorgehoben werden die unterschiedlich zugrunde gelegten Systemgrenzen. So wird zum Teil nur die „im und am Gebäude verbaute Technik“ in Betracht gezogen, oder jene Technik die „alle Hausbewohner nutzen“.

Die Ergebnisse wurden in Form von Planungskriterien für nachhaltige Low Tech Gebäude zusammengefasst. Dabei wird „Technik“ nicht auf die Gebäudetechnik beschränkt sondern sinnvollerweise um die Ebenen der Materialherstellung, dem Rückbau und der Entsorgung erweitert: „Welche Technik bei einem LowTech Gebäude eingesetzt werden sollte, kann nur im Kontext des gesamten Gebäudes und des Umfelds beurteilt werden. Dabei sollten möglichst alle relevanten Komponenten in allen Lebensphasen erfasst werden. Erst dann kann beurteilt werden, ob eine gewisse Technik zu rechtfertigen ist und wie sie die Nachhaltigkeit eines Gebäudes als Ganzes beeinflusst. Hierzu lassen sich erste Richtlinien bei der Planung formulieren, die in weiteren Untersuchungen ausgearbeitet und überprüft werden müssen.“ (Ritter 2014, S. 22)

Die erarbeiteten Planungskriterien werden im Kontext nachhaltiger Energieversorgung, Nachhaltigkeit allgemein, Bedarf bei Low Tech Bauten, und speziellen Kriterien in Hinblick räumlicher und zeitlicher Lebensphasen erfasst. Als erste Annäherung einer Definition von Planungskriterien werden zusammenfassend dazu folgende Punkte vorgeschlagen (Ritter 2014, S. 22–30):

1. Planungskriterien in Bezug auf eine nachhaltige Energieversorgung, allgemein

- Nutzung erneuerbarer Ressourcen in der gesamten Prozesskette und im Lebenszyklus: z.B. Materialwahl nach Ökobilanz, Energieversorgung etc.
- Gebäudegesamtkonzept bereits in der Planung: optimale Abstimmung von aktiver Gebäudetechnik und passiven Gebäudekomponenten um den bestmöglichen gegenseitigen Nutzen zu lukrieren (z.B. solare Einstrahlung, natürliche Verschattung, etc.) und um Kosten und Technologie zur Nutzung von Umweltressourcen (Wind, Sonne, Wasser) zu minimieren (z.B. leistungsstarke Geräte, Speicher)
- „Denken in Netzen“ um den Primärenergiebedarf zu reduzieren: z.B. Nahenergienetze, Gebäudeverbund zur Nutzung gemeinsamer Infrastruktur, Ausgleich Heiz- und Kühlbedarf im Verbund, Mobilität, lokale Infrastruktur etc.)
- Gebäude im lokalen und gesellschaftlichen Kontext planen (z.B. Bauform, Ästhetik, Akzeptanz etc.)

2. Planungskriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit, allgemein

- Standort (z.B. effiziente Siedlungsdichte, Anschluss an bestehende Infrastruktur, etc.)
- Wohntypologie (z.B. verdichtete Wohnformen, Nutzungsdurchmischung)
- Planungsspezifische Kriterien: Kompaktheit und hohe Ausnützung – Orientierung (energetisch, ästhetisch, städtebaulich etc.) – Nutzungsflexibilität / -neutralität (Raumgrößen, -höhen, Fensteranordnung, Erschließung etc.)
- Finanzierung: z.B. unterschiedliche Interessen in Bezug auf Kosten (Bau-/Investitionskosten – Betriebskosten) wenn nicht von eigentlich Nutzenden selbst finanziert

3. Planungskriterien in Bezug auf Bedarf bei Low Tech Bauten

- Ausstattung: z.B. bedarfsgerecht, nutzungsadäquat, marktüblich etc.
- Flächenbedarf pro Person: z.B. Flächenminimierung, (langfristige) Nutzungsoptimierung (vgl. Gründerzeitbauten) etc.
- Durchschnittliche permanente Versorgung / Nutzungszonen: z.B. Wärme, Beleuchtung, Strom und Telekommunikation etc.
- (Aus-)Baustandard: z.B. sinnvolle und angemessene Ausstattung und technischer Aufwand beim Baustandard (Qualität bei stark beanspruchten Bauteilen)
- Qualität: z.B. bessere Detaillierung als Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer

4. Planungskriterien speziell in Bezug auf Low Tech

Einschränkend dazu wird formuliert: „Die Beurteilung, welchen Stellenwert ein bestimmtes Bauteil/eine Komponente bei einem nachhaltigen Gebäude in Bezug auf den technischen Aufwand hat, erfordert den Kontext (räumlich und zeitlich in den Lebensphasen) und die gesamte Technologieketten, die damit verbunden ist, zu analysieren.“ (Ritter 2014, S. 27) Genannt werden allerdings einige Thesen in Bezug auf Systemgrenzen bei Low Tech Gebäuden:

- **Nutzerverhalten:** z. B. Mehraufwand beim Betrieb (Heizen, Fensterlüftung etc.), Vermeidung v. Rebound (Standby Betrieb, „Sharing“ von Geräten mit geringer Nutzungshäufigkeit, motorisierte Geräte die mit „Handbetrieb“ substituiert werden können etc.)
- **Bauweise und Baustoffe:** z.B. hohe thermische Masse, (technischer) Herstellungsprozess der Baustoffe, Rezyklierbarkeit (trennbare Baustoffe / Komponenten), Transport und regionale Verfügbarkeit, (geringe) Komplexität bei Wand-, Decken und Bodenaufbauten, Oberflächen pflegen, erneuern oder altern lassen ohne technischen Aufwand etc.
- **Gebäudetechnik:** z.B. bedürfnisgerechte Abstimmung zwischen Anforderungen und technischer Aufwand (z.B. CO₂-Sensoren in Bürobauten als sinnvolle Gebäudetechnik und Ergänzung zu Low Tech Lüftung), Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus, Erweiterbarkeit und Möglichkeit zur Nachrüstung und Fortentwicklung, Leitungsführung (offen oder verdeckt), Wartung (Fachpersonal, Ersatz-Standardkomponenten etc.), Integration der Technik im Gesamtkonzept
- **Untergeschoss:** Vermeidung von Aushub
- **Baudetails:** Fenster (Material, Sonnenschutzgläser, Verschattungselemente etc.), Decken / Böden (Robustheit, Pflege etc.), Wärmebrücken / Anschlüsse an Hülle (energetische Effizienz versus bautechnischer Mehraufwand), Terrassen / Loggia / Vorsprünge (bautechnischer Aufwand), Knotenpunkte und Verbindungsdetails (Bautechnik und Details)

I.2.2 Technikanteil nach Lebenszyklusphasen

Um den Technikanteil – und damit den Grad an Low Tech - genauer differenzieren zu können, ist die Festlegung der Systemgrenzen eine Voraussetzung. Konkret stellt sich die Frage ob „Technik“ nur erfasst wird wenn sie direkt im Zusammenhang gebracht werden kann mit der Errichtung, dem Betrieb oder dem Rückbau des Gebäudes, oder ob auch jener Technikanteil einbezogen wird, der für den Herstellungsprozess der Baumaterialien und -komponenten anfällt. Dazu kann einerseits in der zeitlichen Dimension, entlang von Lebenszyklusphasen, oder räumlich nach Distanz zum Gebäude unterschieden werden.

Die Einteilung nach Lebenszyklusphasen unterscheidet drei Phasen: Planungs-/ Bauphase (Sanierungsphase), Betriebs- und Erneuerungsphase sowie Rückbauphase (Ritter 2014, S. 16):

Tabelle 2: Lebenszyklusphasen und Technikbezug (Ritter 2014, S. 16)

Planungsphase, Bauphase (Sanierungsphase)	Betriebs- und Erneuerungsphase	Rückbauphase
Prozesse während der Planungsphase (Planung, Marketing...)	Prozesse im Gebäudebetrieb (Heizen/Kühlen, Lüften...)	Prozesse des Rückbaus (Komponenten, Geräte...)
Prozesse während der Herstellung (Baustoffe, Komponenten...)	Prozesse der Wartung (Komponenten, Geräte...)	Prozesse der Verwertung (Reuse, Recycle...)
Prozesse während des Baus (Aushub, Einbau...)	Prozesse der Sanierung (Komponenten, Geräte...)	

Darüber hinaus kann der Technikanteil vereinfacht nach räumlicher Distanz zum Gebäude betrachtet werden (Ritter 2014, S. 17):

- Technik, direkt am/im Haus und Grundstück (Heiz-, Lüftungsanlage, Kollektor...)
- Anteil Technik im Quartier nötig für das Haus (Energieverteiler, Zu-, Abwasser...)
- Anteil Technik Gemeinde/Stadtebene nötig für das Haus (Energieversorgung, ARA...)
- Anteil Technik überregional, nötig für das Haus (Gewinnung Energieträger...)

Aufgrund räumlich definierter Erhebungskriterien ergibt sich zwar ein umfassendes Bild über sämtliche direkt und indirekt mit dem Gebäude in Bezug stehende Technologien, allerdings ist fraglich ob diese umfassende Betrachtung eine tatsächliche Entscheidungshilfe darstellt. Zielführende erscheint folglich die Betrachtung entlang von Lebenszyklusphasen, die im Folgenden detaillierter erörtert wird.

Die vorliegende Studie folgt insofern den Empfehlungen der Vorstudie „Nachhaltiges LowTech Gebäude“, als nur jener Technikanteil als relevant betrachtet wird, der anteilmäßig dem Gebäude zugeschrieben werden kann und entweder im Gebäude selbst oder im direkten Umfeld entsteht. Mit der zunehmenden Praxis der Lebenszykluskostenberechnung, als Nachhaltigkeitsaspekt und maßgeblicher Kostenfaktor, erscheint demnach auch die Betrachtung nach Lebenszyklusphasen am geeignetsten.

I.3 Präzisierung der Definition von Low Tech

I.3.1 Low Tech Gebäude im Lebenszyklus

Die Erfüllung von Kriterien einer nachhaltigen Bauweise sollte über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet und entsprechend bewertet werden. Demzufolge gilt auch für „nachhaltige“ Low Tech Gebäude die grundlegende Zielsetzung eines geringen Einsatzes von Technologie über den gesamten Lebenszeitraum. Dazu zählt der Technikeinsatz in der Planungs- und Bauphase ebenso wie jener in der Betriebs- oder Erneuerungsphase sowie der Rückbauphase.

1. Planungs- und Bauphase

Begrenzt man die zu erfassende Technik auf jenen Anteil der während der Erstellungsphase auf der Baustelle (Gebäude und Grundstück) nötig ist um das Objekt zu errichten, so kann der Technikanteil vergleichsweise klar erhoben werden. Vom Aushub bis zur Fertigstellung werden sämtliche Technologien und Baustellenfahrzeuge einbezogen, die nötig sind um die Errichtung des Gebäudes vorzubereiten, das Gebäude zu bauen, Komponenten zusammen zu fügen oder Bauteile einzubauen.

Darüber hinaus gibt es aber einen beachtlichen Technikanteil der je nach Bauweise und Vorfertigungsgrad der Bauteile in Prozessen abseits des eigentlichen Objekts anfällt und bis hin zur Gewinnung der Rohstoffe analysiert werden könnte.

Um diesen Aspekt in einem überschaubaren Rahmen zu belassen wird in dieser Studie die Systemgrenze eingeschränkt auf eine grobe Abschätzung jenes Technikanteils der direkt dem Herstellungsprozess der Baustoffe zuzuordnen ist (Baumaterial als Rohstoff oder technisch modifiziert angewendet), der Transporttechnologie zwischen Herstellungsort und Baustelle (lokale Baustoffe oder lange Transportwege) sowie der Technologie die nötig ist um die Errichtung des Gebäudes zu bewerkstelligen.

Ein nicht unbeachtlicher Technikanteil entsteht inzwischen allerdings schon in der Konzeption und Planungsphase. Aufgrund räumlich konstruktiver oder formbedingter Kriterien, als auch um Ziele zuvor festgelegter besonders ambitionierte (Energie)Effizienzkriterien zu erreichen, werden mittlerweile Planungsprozesse von umfassenden Gebäudesimulationen und -berechnungen begleitet. Dieser Aspekt sollte, soweit im Umfang bekannt, in die Betrachtung einbezogen werden.

2. Betriebs- und Erneuerungsphase

In der Betriebs- und Erneuerungsphase wird jene Gebäudetechnik als maßgeblich erachtet, die der „Versorgung (Entsorgung) mit Frischluft (Abluft), Frischwasser (Abwasser), dem Heizen / Kühlen, der Versorgung mit Licht und ggf. dem Transport innerhalb des Gebäudes mit Aufzügen“ (Ritter 2014, S. 17) dient. Dabei stellt sich neuerlich die Frage der Systemgrenzen, ob Technik nur soweit betrachtet wird, als sie direkt „im und am Gebäude“ oder am dazugehörigen „Grundstück“ verortet ist oder darüber hinaus? Die Einbindung in lokale oder überregionale Ver- und Entsorgungsnetze (Strom-, Nah- oder Fernwärmenetze, im Nachbarschaftsverbund gemeinschaftlich betriebene Anlagen etc.) zeigt, dass eine dahingehende scharfe Abgrenzung schwierig ist. Als praktikable Entscheidungshilfe wird auch hier eingrenzend angenommen, nur jene Technik einzubeziehen die im Umfeld erfassbar und dem Gebäude bzw. dem Grundstück anteilmäßig eindeutig zuordenbar ist.

3. Rückbauphase

In der letzten Lebensphase eines Gebäudes, der Phase des Rückbaus, ist man wesentlich auf Annahmen angewiesen. Eingrenzend kann auch hier festgelegt werden nur jenen Technikanteil zu betrachten der direkt mit dem Rückbau des Gebäudes am Grundstück selbst anfällt. Erweitert dazu kann auf der Basis der verwendeten Baustoffe und der Art der Verbindungen eine Annahme getroffen werden, wieweit eine technikaufwendige Entsorgung oder Wiederaufbereitung, beziehungsweise die Zuführung zu Re- oder Upcyclingprozessen anzunehmen ist.

I.3.2 Definition: „Nachhaltiges“ Low Tech Gebäude

Um den Begriff des „Nachhaltigen Low Tech Gebäudes“ näher zu präzisieren bezieht sich die gegenwärtige Studie auf die drei grundlegenden Dimensionen der Nachhaltigkeit: **Ökologie – Ökonomie – Soziales**. Dieses Drei-Säulen-Modell wird um die im wissenschaftlich-politischen Diskurs als „kulturelle“ oder „politisch-prozessual“ bezeichnete Komponente der "Institutionen" bzw. "**Partizipation**" erweitert (https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeitsdreieck_1395.htm, 07.09.2016). Die Erweiterung erscheint in Bezug auf Low Tech wichtig, da regionale Bautraditionen einerseits sowie mehr Eigenverantwortlichkeit und Selbsttätigkeit andererseits, vielfach grundlegende Komponenten von auf Low Tech beruhenden Gebäudekonzepten darstellen.

Die folgend dargestellten Low Tech Kriterien orientieren sich daher am erweiterten 4-Säulenmodell der Nachhaltigkeit. Dabei ist es wichtig zu erwähnen, dass Nachhaltigkeit nur erreicht werden kann wenn alle vier Aspekte im ausreichenden und ausgewogenen Verhältnis zueinander berücksichtigt sind. Darüber hinaus steht beim „nachhaltigen Low Tech Gebäude“ die Erreichung dieser Ziele mit **„einfachen, nicht technischen Mitteln“** im Zentrum.

Die wesentlichen Aspekte und dessen Zuordnung zu den Nachhaltigkeitsdimensionen im Überblick:

Ökologie = Klima / Standort / Herkunft (z. B. Klima- und Ressourcenschonend bauen, nachwachsende Rohstoffe, etc.)

Ökonomie = Suffizienz / Reduktion / Dauer (z. B. reduzierter Technikanteil (und Kosten) über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, Robustheit, Materialökonomie, etc.)

Sozial = Bedürfnisse / Standards / (Verteilungs-) Gerechtigkeit (z. B. Behaglichkeit & Komfort, gesicherte Ver- und Entsorgung, Gefährdungspotenziale und Nahrungsmittelkonkurrenz, etc.)

Partizipation / Kultur = Einfachheit / Baukultur / Eigenverantwortung (z. B. Selbstbau, Stärkung der regionalen Baukultur, intuitive Bedienung – Steuerung – Regelung, Wartung und Pflege etc.)

Diesen übergeordneten Nachhaltigkeitsdimensionen – Ökologie-Ökonomie-Sozial-Partizipation – sind Low Tech Potentiale zugeordnet welche eine detaillierte Betrachtung unterschiedlicher Low Tech Ansätze ermöglicht:

Tabelle 3: Nachhaltigkeitsdimensionen und Low Tech Potentiale

ÖKOLOGIE	Low Tech Potentiale: Klima / Standort / Herkunft
Klimafaktoren	Baustrukturen die klimatisch vorhandene Potentiale zur Heizung, Kühlung, Lüftung, Belichtung, Wasserversorgung, Steuerung und Regelung etc. nutzen
Standortfaktoren	Nutzung standortspezifischer Eigenschaften und mikroklimatischer Bedingungen: Gelände, Bodenoberfläche, Bepflanzung, Vegetation, Horizontüberhöhung, Luftströmung etc.
Form & Design	Low Tech optimierte Form, passive Design Strategien etc.
Energieversorgung	Energieversorgung basierend auf natürlichen, erneuerbaren und lokal verfügbaren Ressourcen
Systemkreisläufe	Standort-, Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe im Gebäude und mit der umgebenden Bebauung nützen
Material und Ressourcen	Nutzung lokal vorhandener Materialien und natürlicher Ressourcen, mit einem minimalen Verbrauch an 'grauer Energie', einem Maximum an Recyclingfähigkeit, ökonomischer Materialeinsatz etc.
ÖKONOMIE	Low Tech Potentiale: Suffizienz / Reduktion / Dauer (Kreislauffähigkeit)
Herstellung / Errichtung / Betrieb / Rückbau	Nutzung einfacher und lokal vorhandener Bautechniken und -konstruktionen, Vermeidung von Technik bei Herstellung, Errichtung, Betrieb und Rückbau etc.
Nutzung	Bedarfsangepasster Nutzungskomfort mit maximaler Flexibilität hinsichtlich Erweiterung, Rückbau und Nutzungsänderung etc.
Lebenszyklus / Lebenszeitraum / Nutzungszyklen	Qualitätsmaßnahmen zur Verlängerung der Lebens- oder Nutzungsdauer
SOZIAL	Low Tech Potentiale: Standards / Bedürfnisanpassung (Toleranz) / Diversität
Behaglichkeit	Thermische-, Hygienische- und Akustische Behaglichkeit
Gesundheit	Baubiologisch unbedenkliche Baustoffe und Materialien, Tageslicht etc.
Ver- und Entsorgung	Sicherstellung der ausreichenden Ver- und Entsorgung
Gefährdungspotenzial	(Verteilungs-) Gerechtigkeit und Vermeidung von: Nahrungsmittelkonkurrenz, Beeinträchtigung der Biodiversität und Landnutzung, etc.
PARTIZIPATION	Low Tech Potentiale: Baukultur / Einfachheit / Eigenverantwortung
Baukonstruktion / System	Selbstbau, einfache (selbst) zu wartende Baukonstruktionen und Systeme etc.

Steuerung und Regelung	Intuitive Bedienung und Handhabung, Steuerung und Regelung mittels „Umweltressourcen“ etc.
Baukomponenten	Standardkomponenten zum einfachen Austausch, einfache (ohne technische Hilfsmittel mögliche) Wartung und Pflege etc.
Baukultur	Einbeziehung / Berücksichtigung von Erfahrungen aus der regionalen / historischen Bautradition etc.

I.3.3 Low Tech Matrix

Darauf aufbauend ist eine umfassende **LOW TECH MATRIX** entstanden, die auch Überlegungen einer ökonomischen und energetischen Bewertung von verschiedenen Ansätzen einbezieht. Dazu sind die oben genannten Aspekte weiter detailliert und an das gängige ÖGNB/TQB Bewertungsschema angenähert. Die Low Tech (Nachhaltigkeits-) Aspekte sind der TQB-Grundstruktur zugeordnet und entsprechend, mit spezifizierenden Unterpunkten, strukturiert. Dabei ist nochmals darauf hinzuweisen, dass beim „nachhaltigen Low Tech Gebäude“ die Erreichung dieser Ziele mit „einfachen, nicht technischen Mitteln“ im Zentrum steht.

Tabelle 4: LOW TECH MATRIX / TQB Struktur

A – Standort und Klima

Klimatische / topografische / geographische / ökologische Lage und Standort

Nutzung standortspezifischer Gegebenheiten und mikroklimatischer Bedingungen zur ressourcenschonenden Bauweise

- 1 Nutzung topografische, geographische und (mikro)klimatische Faktoren (Vegetations- und Wasserflächen, Luftströmung, Vegetation, Gelände, Bodenoberfläche etc.)
- 2 Nutzung geologische Faktoren (Bodenbeschaffenheit etc.)
- 3 Nutzung ökologischer Faktoren und bestehender Infrastruktur (bauliche Dichte, Anbindung und Nutzung bestehender Infrastruktur, Vermeidung von Infrastrukturkosten etc.)
- 4 Sonstige

B - Wirtschaft und technische Qualität

Emissionen & Baustellenabwicklung

Vermeidung von Emissionen bei der Errichtung

- 1 Minimierung / Vermeidung von Aushub, Veränderung der Topographie und der vorhandenen Vegetation (z.B. technischer Aufwand für Keller und Untergeschosse) etc.
- 2 Maßnahmen zur Minimierung zusätzlicher Versiegelung
- 3 Baufahrzeuge und -geräte und Transport: kurze regionale Transportwege, Baustellenlogistik zur Verringerung oder Vermeidung von Emissionen oder technischem Mehraufwandes etc.
- 4 Sonstige

Kosten: Errichtungs- / Investitions- / Betriebs- und Lebenszykluskosten

Kostenoptimierung im Vergleich zur konventionellen Bauweise

- 1 Investitions- / Errichtungskosten (Investitions-, Baukosten gesamt, Baukonstruktion je m²; Baukosten Technische Anlage je m², etc.)
- 2 Betriebs- und Wartungskosten (monatlich / jährlich)
- 3 Lebenszykluskosten
- 4 Sonstige

Baustandard / Baudetails

Qualitätssichernde Maßnahmen zur Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer ohne technischen Mehraufwand (z. B. Robustheit)

- 1 Hochwertiger ökologischer / ökonomischer Baustandard: z. B. Detaillierung Feuchteschutz, UV-Strahlung etc.; Einplanen von „Altern“ und „Pflege“ der Oberflächen etc.
- 2 Einfache Bautechniken und -konstruktionen: Vermeidung technisch aufwendiger Baudetails, geringe Komplexität bei Wand-, Decken- und Bodenaufbauten, Möglichkeiten zum Selbstbau und Vorfertigung, Einsatz passiver / konstruktiver Gebäudekomponenten (z.B. konstruktive Verschattung) etc.
- 3 Herstellung und Wartung der Baukonstruktion und Bauteile ohne „Hightech“ Einsatz
- 4 Sonstige

Größe und Ausstattung

Nutzungsoptimierte, ressourcenschonende Größe und Ausstattung (Fläche, Raumvolumen, Innenausbau, Haustechnik, Geräte)

- 1 Ökonomische / bedarfs- u. nutzungsangepasste Fläche / Raumhöhe / Ausstattungsgrad (z.B. permanente / temporäre Versorgung) etc.
- 2 Nutzungsoptimierte Ausstattung: Mehrfachnutzung / Nutzer -/ Nutzungsdurchmischung etc.
- 3 Haustechnik: integriert aufeinander abgestimmtes (einfaches und robustes) Gebäudekonzept, Standardkomponenten und -geräten, einfacher Austausch und Wartung einzelner Komponenten ohne zusätzlichem „Fachpersonal“, geringe Komplexität der Gebäudetechnik, Leitungsführung / Einbau ohne bautechnischen Aufwand (z.B. offene Leitungsführung) etc.
- 4 Sonstige

Nutzungsneutralität / Nachrüstung / Erweiterbarkeit / Rückbau

Bedarfsangepasster Nutzungskomfort mit maximaler Flexibilität hinsichtlich Nutzungsänderung, Erweiterung und Rückbau, Optimierung der Lebens- / Nutzungsdauer und Möglichkeiten zur ressourcenschonenden / einfachen Nutzungsveränderung ohne hohem technischen Aufwand

- 1 Nutzungsänderung und Adaptierung durch einfache (nicht)bauliche Maßnahmen
- 2 Erweiterung und Nachrüstung eingeplant und mit geringem technischen Aufwand zu bewerkstelligen
- 3 Rückbau eingeplant und Möglichkeiten dafür vorgesehen
- 4 Sonstige

C - Energie und Versorgung

Energieeffizienz / Energiebedarf: (Primärenergie- / Heizwärmebedarf)

Optimierte Konstruktion und Baustandard zur effizienten Nutzung von Energie, energieeffiziente Bauweise, geringer Technikeinsatz und geringer Rohstoffverbrauch, Minimierung ‹graue Energie› und Vermeidung von CO₂-Emissionen

- 1 Optimierte energetische Kenndaten (Planung + Betrieb)
Heizwärmebedarf [kWh/m²a]
Gebäudeheizlast [W/m²]
Primärenergiekennzahl [kWh/m²a]
- 2 Nutzung vorhandener natürlichen Material- und Rohstoffeigenschaften zur (Wärme-) Speicherung, Klimatisierung etc.
- 3 Natürliche Beschattung, Klimatisierung, Lüftung etc. durch vorhandene Umweltressourcen
- 4 Sonstige

Energieaufbringung / Energieversorgung

Minimierung von Technikeinsatz und Ressourcenverbrauch für den Betrieb (Heizung, Kühlung und Lüftung) durch Nutzung lokal vorhandener Energie (Umwelt-)potenziale; Energieversorgung basierend auf natürlichen, erneuerbaren und lokal verfügbaren Ressourcen, Baustrukturen die klimatisch vorhandene Potentiale zur Heizung, Kühlung und Lüftung nutzen

- 1 Energiepotenziale passiv: solaren Einstrahlung, innere Wärmequellen etc.
- 2 Energiepotenziale aktiv: Sonne, Erdreich, Grundwasser, Wind, etc.
- 3 Energiepotenziale Temperatur: Jahreszeiten-/Tag-Nachtrhythmus (Erwärmung-Kühlung)
- 4 Sonstige

Systemkreisläufe Gebäude / Standort: Versorgung - Entsorgung

Bildung / Nutzung möglicher Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe im Gebäude, mit der umgebenden Bebauung und dem Standort

- 1 Wärme: Abwärme – Heizung / Kühlung, Kraft- Wärme Kopplung etc.
- 2 Recycling / Upcycling: Abfall – Rohstoff (z. B. vorhandene Bausubstanz / -materialien)
- 3 Wasser: Regen-/ Abwasser – Brauchwasser
- 4 Sonstige

Orientierung / Gestalt / Gebäudeform / Fassade

Optimierte, kompakte, mikroklima- und standortangepasste Form und Gebäudeoberfläche

- 1 Orientierung / Mikroklimaanpassung der Form / Oberfläche / Fassaden (Anteil Verglasung, Speichermasse etc.)
- 2 Kompaktheit: Minimierung des Flächenverbrauchs, optimiertes A/V-Verhältnis
- 3 Grundriss: Zonierung der Grundrisse (Klima- / Temperaturzonen) etc.
- 4 Sonstige

D - Gesundheit und Komfort (Materialien, Innenraumklima, Bedienung)

Innenraumklima und Gesundheit

Nutzung von Klima- / Standortfaktoren zur natürlichen Belichtung und für die thermische-, hygienische- und akustische Behaglichkeit; gesundes Innenraumklima und natürliches Tageslicht etc.

- 1 Behaglichkeit: Thermische-, Hygienische- und Akustische Behaglichkeit
- 2 Tageslicht: Natürliche Belichtung, Tageslichtnutzung, Nutzung schwankender Lichtintensität etc.
- 3 Luftfeuchtigkeit: Natürliche Luftfeuchte (z. B. behagliches Raumklima)
- 4 Sonstige

Bedienung / Steuerung / Regelung

Einfache, material- und ressourcenschonende Steuerung und Regelung; Steuerung / Regelung mittels vorhandener Ressourcen und Vermeidung von „Technik“

- 1 Einfache, intuitive Bedienung und Handhabung (Benutzerfreundlich)
- 2 Steuerung und Regelung mit geringem Technikeinsatz (Material- und Ressourcenschonend)
- 3 (Automatisierte) Steuerung und Regelung durch Umweltfaktoren (z. B. Wind, Temperaturschwankungen, Lichtintensität, Luftfeuchte ...)
- 4 Sonstige

E – Ressourceneffizienz (Regionalität, Rückbau & Entsorgung, Rezyklierbarkeit, etc.)

Rohstoffe & Materialien

Nutzung lokal vorhandener, ökologischer und erneuerbarer Baustoffe, Materialien und Ressourcen, mit einem minimalen Verbrauch an ‚grauer Energie‘ und einem Maximum an Recyclingfähigkeit; robuste Materialien die einfach gepflegt und saniert werden können

- 1 Lokal vorhandene nachwachsende Rohstoffe und Materialien, Recyclingmaterial, etc.
- 2 Auswahl und Einsatz der Baustoffe und Materialien nach Materialeigenschaften (z. B. speicherfähige Materialien, einfache Rezyklierbarkeit etc.) und Dauerhaftigkeit
- 3 Emissionsarme Bau- und Werkstoffe: Minimierung ‚graue Energie‘ und Vermeidung von CO₂-Emissionen, minimierter technischer Aufwand im Herstellungsprozess etc.
- 4 Sonstige

Materialvielfalt /-ökonomie

Materialökonomie, reduzierte Komplexität in der Materialauswahl und Suffizienz

- 1 Reduzierte Materialvielfalt, Materialhomogenität
- 2 Minimierung an Materialaufwand und -einsatz, Suffizienz
- 3 Verwendung von Alt- / Recyclingmaterial
- 4 Sonstige

Konstruktion und Verbindungen

Baukonstruktionen und Verbindungen die einen einfachen Austausch einzelner Baukomponenten und die getrennte Verwertung, Rückbau und Recycling / Upcycling von Materialien ermöglichen

- 1 Baukomponenten und Materialien getrennt ausbaufähige
- 2 Verbindungsdetails zwischen Baustoffen und Materialien trennbar
- 3 Materialdokumentation (BIM)
- 4 Sonstige

Im Annex I ist die mögliche Anwendung dieser LOW TECH MATRIX am Beispiel von zehn ausgewählten Objekten demonstriert. Dazu wurden im Rahmen eines ExpertInnenworkshops 24 vorausgewählte Beispiele diskutiert, in den Kriterien Low Tech – Innovation – Multiplizierbarkeit nach Punkten bewertet und gereiht. Jene zehn Objekte die in den drei Kategorien Büro- und Dienstleistungsgebäude, Betriebs- und Sondernutzungen sowie Wohngebäude und Einfamilienhäuser insgesamt mit den höchsten Punkten bewertet wurden sind im Anhang detailliert dokumentiert und damit die Grundlagen für eine qualitative Bewertung erfasst. Nachdem im Rahmen dieser Studie allerdings keine Daten eines umfangreichen Monitoring Prozesses verfügbar waren, beschränkt sich die Darstellung auf vorwiegend qualitativ beschreibbare Low Tech Aspekte, auf Basis einer allgemeinen Recherche.

Denkbar ist aber auch eine Indikatoren-basierte Bewertung die den einzelnen Aspekten ein Punktesystem zugrunde legt. Für eine aussagekräftige ökonomische und ökologische Bewertung wird aber eine umfassende **Lebenszykluskostenanalyse** vorausgesetzt.

Zusammenfassend nochmals die wichtigsten Punkte, welche eine als nachhaltig zu betrachtende Low Tech Bauweise charakterisieren:

Ökologie = Klima- und ressourcenschonende Bauweise, die weitgehend vorhandene Umweltressourcen (Klima, Standort und Herkunft) für den Betrieb nützt

Ökonomie = Suffiziente, robuste und kosteneffiziente Bauweise, die einen reduzierten Technikanteil über den gesamten Lebenszyklus (Herstellung – Betrieb – Rückbau) anstrebt

Sozial = Bedürfnisangepasste, Komfortstandards gewährleistende und gerechte Bauweise, die eine ausreichende Versorgung und Entsorgung sicherstellt sowie Gefährdungspotenziale und Nahrungsmittelkonkurrenz ausschließt

Partizipation / Kultur = Einfache, verständliche und auf Eigenverantwortlichkeit basierende Bauweise, welche Selbstbau, selbsttätige Wartung und Pflege und die regionalen Baukultur stärkt

Dabei soll nochmals betont werden, dass Nachhaltigkeit nur erreicht werden kann, wenn alle **vier Aspekte im ausreichenden und ausgewogenen Verhältnis zueinander berücksichtigt** sind.

II. Low Tech Ansätze, Konzepte und realisierte Beispiele

Betrachtet man die verschiedenen Low Tech Ansätze aus baulich-konstruktiver Perspektive und ihren Zielsetzungen, so eignet sich dazu die übergeordnete Gliederung nach: Funktion, Material und System. Selbst wenn die Übergänge fließend und in allen Projekten sämtliche Ebenen in mehr oder weniger ausgeprägter Form zu finden sind, so gibt es unterschiedliche Schwerpunktsetzungen, hinsichtlich welcher Aspekte ein möglichst geringer Technikeinsatz angestrebt wird.

Die folgende Darstellung unterschiedlicher Low Tech Ansätze folgt daher dieser Gliederung. So versammelt die Ebene „**Funktion**“ Projekte mit vorrangiger Zielsetzung die „Funktionalität“, d.h. grundlegende Funktionen wie **Heizen, Kühlen, Lüften und Belichten** mit möglichst geringem Technikeinsatz und einem hohen Anteil vorhandener Umweltressourcen zu bewerkstelligen. In der Kategorie „**Material**“ liegt der Scherpunkt auf dem Einsatz **natürlich vorkommender Baumaterialien** und Baustoffen die einerseits einen minimalen Verbrauch an **grauer Energie** und ein Maximum an **Up-/ Recyclingfähigkeit** aufweisen, andererseits einen bewussten und ökonomischen Umgang mit „Material“ an sich anstreben und spezifische **Materialeigenschaften** zur Technikvermeidung nutzen. Die Ebene „**System**“ fokussiert auf Konzepten dessen Zielsetzung auf einen **suffizienten Umgang im Gesamtsystem** abzielt. **Kosteneffizienz**, besondere **Baustandards** oder eine lange **Nutzungsdauer** sind dazu Beispiele in denen ein suffizienter Umgang mit vorhandenen Ressourcen demonstriert wird.

Die ausgewählten Beispiele sind das Ergebnis einer umfangreichen Literatur- und Internet-Recherche. Das insgesamt breite Spektrum an dokumentierten Objekten zeigt eine Vielfalt an Ideen und Konzepten. Die Auswahl ist aber nicht als vollständige Sammlung zu verstehen. Vielmehr sind die Objekte beispielhaft für unterschiedliche Überlegungen gewählt, wie Gebäude mit einem ressourcenschonenden und technikminimierten Ansatz optimiert werden können. Gemeinsam ist allen Projekten, dass sie eine oder mehrere innovative Low Tech Komponenten, fernab von „gesicherten“ Standards, erproben. Es zeigt sich, dass innovative Ideen ihren Ausgang häufig im kleinen Einzelgebäude haben, dort erprobt werden, bevor diese in großvolumigen Bauten oder Gebäudekomplexen Eingang finden.




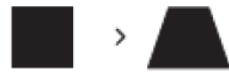


Die Dokumentation soll anregen weiter zu forschen und Gebäude, die für die eigene Umsetzung interessant erscheinen, detaillierter zu studieren. Zu allen Projekten sind grundlegende Gebäudedaten und Abbildungen dokumentiert. Die Low Tech Aspekte werden nochmals gesondert in einem eigenen Punkt hervorgehoben. Ein kurzer Erläuterungstext aus der Literatur verdeutlicht jene Punkte, die zur Auswahl in dieser Dokumentation geführt haben. Internet-Links und weiterführende Literatur verweisen auf Quellen für vertiefende Informationen.




II.1 Low Tech Strategie „Funktion“ Mit Umweltressourcen Heizen, Kühlen, Lüften und Belichten

II. 1.1 „Klima als Entwurfsfaktor“

Im „klimagerechten Bauen“ wird die Wechselwirkung zwischen Klima, Gebäudeform, Gebäudetechnik und Energiekonzept zum entscheidenden Planungsprinzip. In der von der Hochschule Luzern herausgegebenen Publikation mit dem Titel „Klima als Entwurfsfaktor“ beschreiben Christian Hönger und Roman Brunner räumliche und architektonische Strategien um Anforderungen an Klima-, Ressourcen und Energieaspekten – abseits von „hoch entwickelter Gebäudetechnik“ - gerecht zu werden. Ihre vorgeschlagenen Strategien sind als „Spar-, Gewinn- und Ausweichverfahren“ anhand von realisierten Beispielen dargestellt. Je nach klimatischen Bedingungen sind diese drei Verfahren unterschiedlich anwendbar:

Tabelle 5: „Klima als Entwurfsfaktor“, Architektur- und Planungsprinzipien, Quelle: (Hönger ; Brunner 2013)

Architektur-Prinzip	Strategie	Schema	Realisiert Beispiele
Spar- verfahren	Verdicken: Volumen dicker machen und Oberfläche verkleinern		<i>Boba Fett</i> , Wettbewerbsbeitrag Siedlung Werdwies, Zürich 2002; Bosch, Kittinger, Karamuk, Richter, Primas
	Schrumpfen: Winterhaus, Nutzfläche im Winter zusammenziehen		Hofstatt <i>Zehnderhütte</i> , Wohngebäude und Stallscheune, um 1650, Luzern
	Eingraben: Ins Terrain eingraben, mit Erde zudecken		<i>Turner Residence</i> , Aspen/Colorado, USA, 1982, John Lautner
Gewinn- verfahren	Aussetzen: sonnengeformte Gestalt, Volumenbegrenzungsflächen zur Sonneinstrahlung ausrichten		<i>Schule Ladakh</i> Indien, 2001, Arup Associates
	Blähen: das Sommerhaus, mittels Sonne erwärmte Räume mit Zwischenklima für Übergangszeiten		<i>Casa Latapie Floirac</i> bei Bordeaux, 1993, Lacaton & Vassal
	Umhüllen: raumhaltige Hülle, aussenseitige, umhüllende Schicht		<i>Das wachsende Haus</i> , Berlin, 1932, Martin Wagner

Ausweich- verfahren	Einschliessen: raumhaltige Hülle, Nutzräume innen und äußere Hülle als baulicher Sonnenschutz		(Traditionelles) <i>Kirtilia House</i> , Kairo, Ägypten
	Durchlüften: Querlüftung durch tiefe Volumen, vornehmlich mittels Wind und Windrichtung		<i>Wohnblock Semiramis</i> , Habitations Collectives Casablanca, Marokko, 1953; Candilis Josic
	Wandern: nutzungsneutrale Räume werden je nach Tages-/Jahreszeit wechselnd bewohnt		<i>Parekh House</i> , Ahmedabad, Indien, 1968, Charles Correa
Misch- verfahren	Kombinationen aus Spar-, Gewinn- und/oder Ausweichverfahren		<i>Solar-Haus</i> , div. Standorte D, 1979, Oswald M. Ungers

Low Tech Gebäudekonzepte verfolgen einen optimierten Ansatz hinsichtlich klimatischer Anforderungen. Damit die Herausforderungen und Potenziale des Standorts sichtbar, und die Relevanz der einzelnen Klimaelemente Solarstrahlung, Temperatur, Feuchte und Wind für das Planen deutlich werden steht am Beginn eine umfassende Klimaanalyse, als Schlüsselfaktor für eine klimagerechte Architektur (Hausladen ; Liedl ; Saldanha 2012, S. 8).

Eine umfassenden „Klimaanalyse“ beinhaltet aber auch die Auseinandersetzung mit der traditionellen Architektur vor Ort. Sie gibt wichtige Hinweise auf mögliche architektonische Begegnungen mit klimatischen Verhältnissen am Standort. „Traditionelles Bauen“, vielfach auch als Wissen der „Baumeister der Vergangenheit“ bezeichnet, beruht darauf das regionale Umweltangebote und die Ressourcen vor Ort zur Heizung, Kühlung, Lüftung, Belichtung und Wasserversorgung zu nutzen (Daniels 2000, S. 44). Entsprechend der gemäßigt kontinentalen Klimaeinflüsse Österreichs sind Gebäude traditionell gut wärmeisolierend ausgeführt. Dazu wurde herkömmlich Holz als natürlicher Baustoff verwendet, gegebenenfalls mit gemauerten Steinen oder aus Lehm bestehenden Ziegelementen ergänzt. In alpinen Regionen war Holz als Baumaterial vor Ort vorhanden und erforderte keine langen Transportwege. Darüber hinaus war es als „wärmeisolierendes“ Baumaterial durch die Eigenschaft eines hohen Wärmedurchgangswiderstand und niedriger Wärmekapazität begünstigt.

Mikro- bis makroklimatischen Einflüsse als Potenzial für nachhaltige Gebäudekonzepte zu sehen bedeutet den jeweiligen Standort genau zu kennen. Das heißt „Klima“ wird als maßgebender Entwurfaktor definiert und damit zum Ausgangspunkt des planerischen Prozesses gemacht. Umgekehrt gilt: „Was nicht von Anfang an einbezogen wird, lässt sich nicht nachträglich implementieren. Wenn also das Klima nicht Teil der frühen Entwurfsphase ist, bestimmt es dominant Faktoren wie Form und Typologie nicht mit und muss nachträglich mit technischen Mitteln im oder am Gebäude kompensiert werden.“ (Hönger et al. 2013, S. 9) Damit begründet sich, dass Standort und Klima maßgebliche Einflussfaktoren für ein Nachhaltiges Low Tech Gebäude darstellen. Mögliche Strategien sind im wesentlichen nach der Gestaltung der äußeren Form und der inneren Raumentwicklung zu unterscheiden, das heißt:

- eine klima- und standortoptimierte Gebäudeform und -oberfläche und / oder

- die Schaffung unterschiedlich nutzbarer Klima- und Temperaturzonen im Gebäudeinneren, z.B. durch Zonierung der Grundrisse.

Diese beiden grundlegenden Strategien werden in den beiden nachfolgenden Kapiteln anhand von Beispielen erläutert.

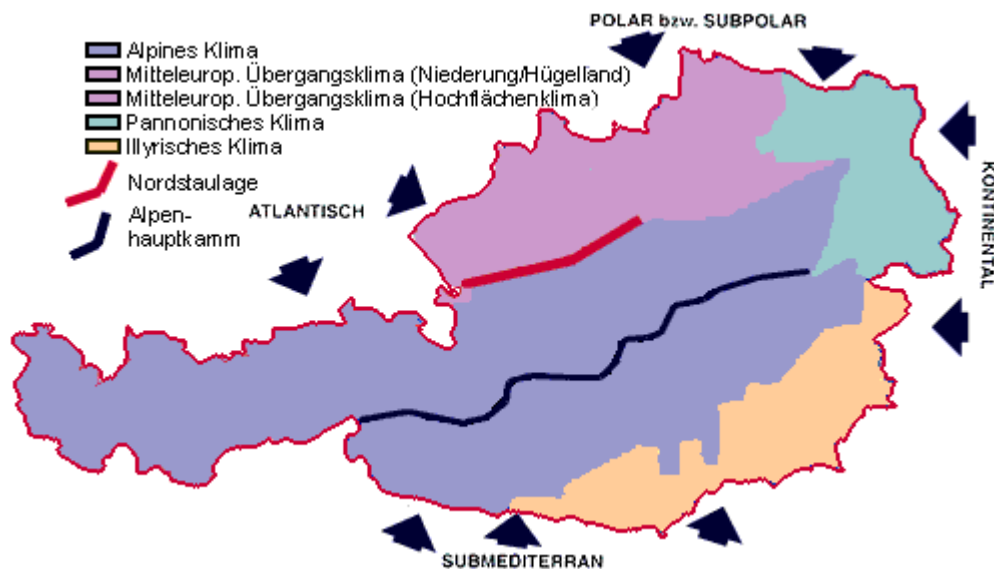
Klimafaktoren für Österreich

Österreich liegt innerhalb Mitteleuropas in der gemäßigten Klimazone, im Übergangsbereich zwischen ozeanischen zu kontinentalen Klimaeinflüssen. Meteorologisch werden nach geographischer Lage, Oberflächenform und Höhenlage vier Klimaprovinzen unterschieden:

- Alpines Klima
- Pannonisches Klima
- Illyrisches Klima
- Mitteleuropäisches Klima

FOTO

Abb. 1: Klimazonen Österreich. Quelle: <http://www.wiednergymnasium.at/comenius2/gwk/geografie.html>



Das **alpine Klima** ist gekennzeichnet durch relativ kühle Sommer, lange schneereiche Winter, Kälterückfällen im Frühjahr (Eisheilige) und warmes Schönwetter im Herbst (Altweibersommer). Reichliche Niederschläge werden zu allen Jahreszeiten verzeichnet.

Pannonisches Klima herrscht vor im Weinviertel, im Nordburgenland und im Wiener Becken. Charakterisiert wird es durch heiße trockene Sommer, kalte Winter und geringen Niederschlägen. Im Jahresverlauf verzeichnet es von Österreich die höchsten Temperaturschwankungen.

Illyrisches Klima kennzeichnet den Südostrand der Alpen, die Grazerbucht und das Klagenfurter Becken. Eine Besonderheit sind hohe Luftfeuchtigkeit und Starkregen im Spätsommer und Herbst.

Das **mitteleuropäische Klima** ist gekennzeichnet durch relativ kühle Sommer, lange Schönwetterperioden im Herbst und kalte Winter. Geographisch findet sich diese Klimazone im Alpenvorland und auf der Böhmisches Masse.

Innerhalb der gemäßigten Klimazone Österreichs, mit Temperaturen zwischen -15°C im Winter und $+32^{\circ}\text{C}$ im Sommer, müssen Gebäude gut wärmeisolierend ausgeführt sein. Gefordert sind „Baustrukturen, die sowohl der großer Wärme als auch den sehr tiefen Außentemperaturen entgegenwirken, d.h. Wandstrukturen mit gut isolierender Wirkung, teilweise Wärme absorbierend“ (Daniels 2000, S. 47). Neben Lufttemperaturen sind solare Einstrahlung, Windsituation und Feuchteverhältnisse maßgebliche klimatische Aspekte.

II.1.1.1 Klima- und standortoptimierte Gebäudeformen

Entscheidenden Parameter des energetischen Verhaltens eines Gebäudes im Betriebe werden bereits mit dem Entwurf festgelegt. Dabei ist besonders die morphologische Gestalt eine bestimmende Größe. Im Planungsprozess werden grundlegende Entscheidungen hinsichtlich Gestalt und Typologie getroffen, welche wirksame Faktoren bezüglich Ressourcen und Energieoptimierung wie Gebäudeform, Orientierung, Grundrisstypologie und Öffnungsverhalten festlegt. Dem zuwider sind im Planungsablauf die Arbeitsschritte der Gebäudetechnik dem architektonischen Entwurf nachgereiht. Diese können folglich nur reaktiv auf den Entwurf jenen gebäudetechnisch entsprechend optimieren, nicht aber im Sinne eines integralen Gesamtkonzepts planen. Erfolgreiche Low Tech Strategien benötigen folglich einen interdisziplinären und integralen Planungsansatz bereits in der frühesten Entwurfsphase.

Die folgenden Beispiele zeigen gelungene Strategien einer klima- und standortoptimierten Gebäudeform. Je nach Anforderungen reichen die Lösungsansätze von einer optimierten, mikroklimatisch- und standortangepassten Form bis hin zu Überlegungen Funktionen und Nutzungen im Gebäude entsprechend den außen vorherrschenden Temperaturen unterschiedlich anzuordnen. Die standortangepassten Form variiert wiederum je nach Konzept oder Umgebungsparametern zwischen einerseits kompakten, hinsichtlich Öffnungsverhalten optimierten Baukörpern oder andererseits in das Terrain eingegrabenen Bauformen. Die Strategie der „exponierten kompakten Gebäudeform“ betrachtet den Baukörper als „Energiespeicher“ der mikroklimatisch verfügbare „Umweltenergien“ – in der Regel solare Energie – aufnimmt, in der Baumasse zwischenspeichert und bei Bedarf wieder abgibt. Gebäudekonzepte bei denen der gesamt Baukörper oder auch nur Teile in die Erde eingegrabenen sind fokussieren auf eine „Verlustminimierung“ indem nur ein geringer Anteil der Gebäudeoberfläche mit der Außenluft in Verbindung steht. In tropischen Klimazonen hat umgekehrt die natürliche Durchlüftung mittels poröser Materialien oder vom Boden abgehobener Baukörper eine gängige Bautradition. Diese dritte Strategie des „exponierten durchlässige Baukörpers“, basiert auf der Maximierung der natürlichen Luftzirkulation, entweder aufgrund von Wind oder über thermischen Auftrieb.

BEISPIELE

STONE Terrace

Standort: Hiroshima, Japan

Bauherr: Privat

Planung: Kazuhide Doi Architects

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2008

Bruttogrundfläche: 122 m²

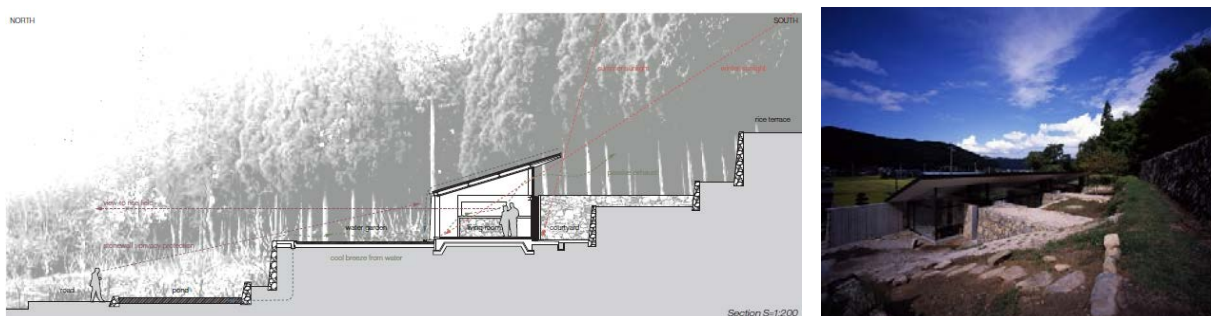
Baukosten: k. A.

Low Tech: Klima-/Standortangepasste Architektur, Einsatz von vorhandenem Material (Steinmauerwerk) und traditioneller Bautechnik, natürliche Lüftung / Kühlung / Erwärmung

„Rice terraces are machines used to provide and distribute water from the forest to a series of horizontal surfaces. The material and form of this landscape is defined by the artificial system that maximizes the benefits of light, water and wind for agricultural products. The aim of this project is to convert this system for agriculture to new a system for human life. The architects inserted the main volume of the residence in between the rice terraces, taking care to maintain the continuity of the stonewall shapes. A very simple rectangular, flat interior creates various views according to it's relation in shape to the surrounding landscape. Rain is allowed to drip along the roof and north wall in the expectation that this will create beautiful moss on the stone walls. In summer, cool air is taken in from the bottom of the north window and warm air in the interior rises along with the slope of the ceiling, where it is exhausted from the top of the south window. A tilted roof casts a shadow into the interior during summer and maximizes sunlight in winter. In this way, Stone Terrace becomes part of a natural circulatory system of water, air and light.”
(<http://www.worldarchitecturenews.com/project/2008/10693/kazuhide-doi-architects/stone-terrace-in-hiroshima.html>; 03.08.2016)

FOTOS

Abb. 1 -2: Stein-Terrassenhaus in Japan mit natürlicher Durchlüftung und Erwärmung. Quellen: <http://www.worldarchitecturenews.com/project-images/2008/10693/kazuhide-doi-architects/stone-terrace-in-hiroshima.html?img=1>; <http://www.doi-architects.net>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Minguet, Josep Maria (2010): Low Tech Architecture. Monsa.

Kazuhide Doi Architects: www.doi-architects.net

Kultur- u. Tourismuszentrum TerrassonStandort: Terrasson, FrankreichBauherr: Gemeinde Terrasson-la-VilledieuPlanung: Ian Ritchie Architects, LondonFunktion: SonderbautenErrichtung / Fertigstellung: 1994Bruttogrundfläche: 400 m²Baukosten: 634.188 € (Stand 1994)Low Tech: Hohe Wärmespeichermasse, optimierte Solargewinne, natürliche Belüftung, Kühlen mittels Wasserverdunstung

„Vorbildlich an seinen Standort inmitten eines Themenparks angepasst, nutzt diese Kultureinrichtung die bioklimatischen Prinzipien, insbesondere für den Sonnenschutz und die natürliche Belüftung während der warmen Jahreszeit, sehr effektiv – eine Aufgabe, die gerade bei einem Wintergarten eine große Herausforderung darstellt. ... Energie und Komfort. Die direkte Umgebung des Wintergartens ist wie ein überdachter Raum gestaltet, der vor dem Wind und den saisonbedingten klimatischen Einflüssen geschützt wird. Im Winter erwärmt die direkte Sonneneinstrahlung die Innenseite der Natursteinwand und einen Teil der Bodenplatte, wodurch sich die Innentemperatur um 8° C gegenüber der Außentemperatur erwärmt. Die Öffnung zwischen den Wänden und dem Glasdach fördert eine natürliche Belüftung und reduziert so das Kondensationsrisiko. Im Sommer ermöglichen dieser Luftzwischenraum und die seitlichen Türen dank des in dieser Region permanenten Windes eine natürliche Querlüftung. Die Masse des Betons und der Natursteinwand, die während der Nacht abkühlt, verstärkt die thermische Trägheit des Gebäudes. Wasser von der Natursteinwand und den Bäumen verdunstet und bringt damit eine Abkühlung. Diese Einrichtung ist nur im Frühling, Sommer und Herbst, wenn das System optimal funktioniert. Dank beweglicher, in die Bedachung integrierter Jalousien liegt die Innentemperatur an heißen Sommertagen etwa im Bereich der Außentemperatur.“ (Gauzin-Müller 2002, S. 208ff)

FOTOS

Abb. 3 -4: Kultur- u. Tourismuszentrum Terrasson, Quelle:

<http://www.ianritchiearchitects.co.uk/projects/terrasson/> © ian ritchie architectsPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Gauzin-Müller, Dominique (2002): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.

Ian Ritchie Architects: <http://www.ianritchiearchitects.co.uk/>

Bioklimatisches Gebäude Teneriffa

Standort: Teneriffa, Spanien

Bauherrschaft: Cabildo Insular

Planung: Ruiz Larrea and Associates

Funktion: Sonderbauten (Ferienhaus)

Errichtung / Fertigstellung: 2003

Bruttogrundfläche: 290 m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Mikroklimatisch standortoptimierte Gebäudeform und -oberfläche, Einsatz regionaler Baumaterialien und Aushub

„Hinter diesem bioklimatischen Haus von Ruiz Larrea and Associates befindet sich der Windpark von Granadilla de Abona, der zugleich Teil vom Instituto Tecnológico y de Energías Renovables ist. Dieses Research Center beherbergt gleich 25 bioklimatische Häuser. Aufgrund der starken Winde auf Teneriffa werden diese Bauten durch hohe vulkanische Tosca Steinmauern geschützt. Diese sind so angeordnet, dass die Luftzirkulation natürlich gesteuert ist und somit keine Klimatisierung oder Dämmung nötig sind. Auch die Bepflanzungen gedeihen dadurch wunderbar. Die begrünten Flachdächer fangen die Feuchtigkeit auf und geben ebenfalls Kühle ab. Grosse Zisternen sammeln das Regenwasser auf, das für den täglichen Gebrauch verwendet wird. Zudem besteht das Baumaterial aus dem Aushub oder wurde aus der Region gewonnen.“
(<https://volcania.wordpress.com/tag/windpark/>, 19.10.2016)

FOTOS

Abb. 5 -6: Bioclimatic House, Teneriffa, Canary Island, Quelle: <http://www.archdaily.com/office/ruiz-larrea-y-asociados>, © Ruiz Larrea y Asociados



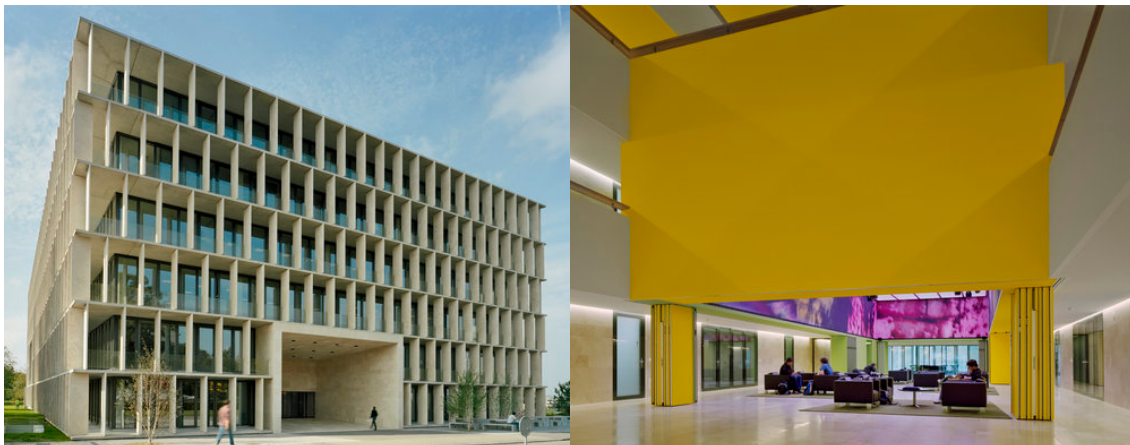
PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Ruiz Larrea and Associates: <http://ruizlarrea.com/>; <http://www.archdaily.com/office/ruiz-larrea-y-asociados>

e-science Lab ETH ZürichStandort: Wolfgang-Pauli-Strasse 27, 8093 Zürich, SchweizBauherrschaft: ETH ZürichPlanung: Baumschlager Eberle ArchitektenFunktion: Bildungs- und DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2008Bruttogrundfläche: 17.793 m²Baukosten: k. A.

Low Tech: Kompakte, standortoptimierte Gebäudeform und -oberfläche; konstruktiv bauliche Verschattung: Beschattung durch Natursteinblenden aus Travertin; maximale Flexibilität in der Nutzung und Nutzungsänderungen (Raster, Mikroklima)

„Die Arbeitsräume sind im Raster von 1,20 Meter modular aufgebaut und können nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden. Das Besondere dabei ist, dass jede Raumeinheit ihr eigenes Mikroklima hat. Heizung, Kühlung und Lüftung erfolgen über Quellluft- Induktionsgeräte, die vor den Fenstern im Doppelboden versenkt sind. ... Schatten nach Maß: ... Die Lösung – eine Beschattung durch Natursteinblenden aus Travertin – ist nachhaltig und gibt dem HIT sein markantes Erscheinungsbild. Die Architekten simulierten dafür die Sonneneinstrahlung für das gesamte Gebäude über das ganze Jahr und berechneten für jede Himmelsrichtung die passenden Elementmaße. Zur Durchbrechung des dabei entstehenden Gitters gibt es an drei Seiten Einschnitte für den Eingangsbereich und zwei große Fenster. ... Nachhaltigkeit wird aber nicht nur in Bezug auf den Energieverbrauch gesehen. So sorgen beispielsweise Oberflächen aus Glas, Travertin und geöltem Stahl für reduzierten Pflege- und Sanierungsaufwand, die Verlegung der Leitungen in Schächten und im Zwischenboden für leichte Zugänglichkeit.“ (Text: Sonja Bettel, www.nextroom.at/building.php?id=32065, 19.07.2016)

FOTOSAbb. 7 - 8: e-science Lab ETH Zürich, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32065, © Eduard HueberPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Hochparterre (2009): Zeitschrift für Architektur und Design. Zürich: Hochparterre AG (= Hochparterre).

Bauwelt 11 (2009): Der Campus wächst. Berlin: Baurverlag BV GmbH (= Bauwelt).

Baumeister 03 (2009): Kunst, Kultur und Kraftfahrzeuge. München: Callwey Verlag (= Baumeister).

Baumschlager Eberle: <http://www.baumschlager-eberle.com/>

Firmensitz Datagroup PliezhausenStandort: 72124 Pliezhausen, DeutschlandBauherr: Grundstücksgesellschaft Gniebel, / SchaberPlanung: Kauffmann TheiligFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 1995Bruttogrundfläche: 7.500 m²Baukosten: 8,692 Mio. €

Low Tech: Kompaktes Volumen, optimierte Gebäudeform um ein Atrium angeordnet, passive Nutzung der Solarenergie, Nutzung der Wärmespeicherfähigkeit der Betonwände und -böden, luftdurchströmte Decken, natürliche Luftbefeuchtung durch Rieselwasser, konstruktive Maßnahmen zur indirekten Nutzung des Tageslichts.

„Transparent und innovativ, gleich der Firmenphilosophie dieses Unternehmens aus der Informatikbranche, das sich in voller Expansion befindet, bietet dieses Bürogebäude dank konstruktiver Maßnahmen 250 Arbeitsplätze mit optimalem thermischem und visuellem Komfort bei reduzierten Betriebskosten. ... Energie und Komfort. Um einen Lichtkomfort zu gewährleisten, der für die Arbeit am Computer geeignet ist, gibt es in den Büros zwei indirekte natürliche Lichtquellen: zum einen das Tageslicht, das durch das Glasdach des Atriums und die verglasten Zwischenwände der Galerien dringt; zum anderen das Tageslicht, das durch die Glasfassaden hineinströmt, wobei ihre Ausrichtung sowie das überstehende Dach und die ausladenden Balkone eine direkte Sonneneinstrahlung verhindern. Im Winter machen die kompakte Gebäudeform, die verstärkte Wärmedämmung der Wände wie auch die von zahlreichen Computern abgegebene Wärme, die Abwärme der elektrischen Beleuchtung und der Personen während der Nutzungszeiten eine Beheizung fast überflüssig. Der Energiebedarf betrifft hauptsächlich die Klimatisierung während der warmen Jahreszeit. Im Sommer wird am frühen Morgen die im Erdwärmetauscher abgekühlte Luft zur Temperaturabsenkung der Betonelemente eingeblasen. Die verbrauchte Luft wird unter den Geschoßdecken gesammelt. Im Winter passiert sie einen Luft-/Luft-Wärmetauscher, in dem sie die frische Zuluft erwärmt, bevor die Abluft durch das Dach entweicht. Im Atrium trägt frisches Wasser, das an einer Betonwand herunterrieselt, durch eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit zum Raumkomfort bei. Verbunden mit einer hohen Wärmedämmung, begrenzen diese im wesentlichen passiven, kostengünstigen und in der Anwendung einfachen Maßnahmen den jährlichen Energiebedarf für Heizung und Luftkühlung auf 35 kWh/m².“ (Gauzin-Müller 2002, S. 212ff)

FOTOS

Abb. 9, 10, 11: Firmensitz Datagroup Pliezhausen, Quelle: <http://www.kauffmanntheiligpartner.de/> © Kauffmann Theilig & Partner



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Gauzin-Müller, Dominique (2002): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.

Kauffmann Theilig: <http://www.kauffmanntheiligpartner.de/>

II.1.1.2 Grundriss- und Temperaturzonierungen

Eine Möglichkeit, ohne maßgeblichen Technikeinsatz Räume für unterschiedliche Nutzungen und angepasst an saisonal unterschiedlichen klimatischen Bedingungen zu gebrauchen, ist die Zonierung entsprechend unterschiedlicher Klima- oder Temperaturniveaus. Hegger (2007a) beschreibt drei Möglichkeiten einer Grundrisszonierung:

- **„konzentrische Zonierung:** Die konzentrische Zonierung ermöglicht hohe Gebäudetiefen und integriert die klimatisch zu schützenden, thermisch stabil zu haltenden Nutzungen in den Gebäudekern.
- **lineare Zonierung:** Eine lineare Zonierung basiert auf der Orientierung zur Sonne. Die Räume mit dem größten Licht- und Wärmebedarf sind nach Süden, Osten oder Westen ausgerichtet, die geringer oder nicht dauerhaft zu beheizenden nach Norden.
- **geschossweise Zonierung:** Die geschossweise Zonierung legt die Räume mit hohen Anforderungen typischerweise in den Kern eines Geschosstapels.“ (Hegger et al. 2007a, S. 69)

Vorbilder dieser klimaangepassten Grundriss- und Temperaturzonierungen findet man im autochthonen Bauen, das heißt in von naturnahen Bevölkerungsgruppen entwickelten Bautechniken die, notgedrungen aufgrund nur örtlich vorhandener Ressourcen, den lokalen, geologischen und klimatischen Gegebenheiten bestmöglich angepasst sind. So sind zum Beispiel traditionelle Gebäudekonzepte im alpinen Raum anschauliche Beispiele für Möglichkeiten saisonaler Grundrisszonierung. Im sehr sparsamen Umgang mit Materialien, reduziert auf einfache handwerkliche Bautechniken und der notwendigen Wirtschaftlichkeit bieten traditionelle Bauweisen einen Fundus für mögliche Lösungen zur passiven Raumtemperierung. Philippe Rahms auf thermodynamischen Prinzipien beruhende Raumkonzepte oder das in Santiago de Chile von FAR Architekten geplant „Wall House“ zeigen Neuinterpretationen dieser klimaorientierten Entwurfsstrategie.

BEISPIELE

Alpine Landwirtschaftsgebäude, Beispiel Hofstatt Zehnderhütte, Kinzigtäler Haus u. a.

Standort: Alpenvorland D und CH

Bauherr: anonym

Planung: anonym

Funktion: Bauernhaus,

Errichtung / Fertigstellung: historisch

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

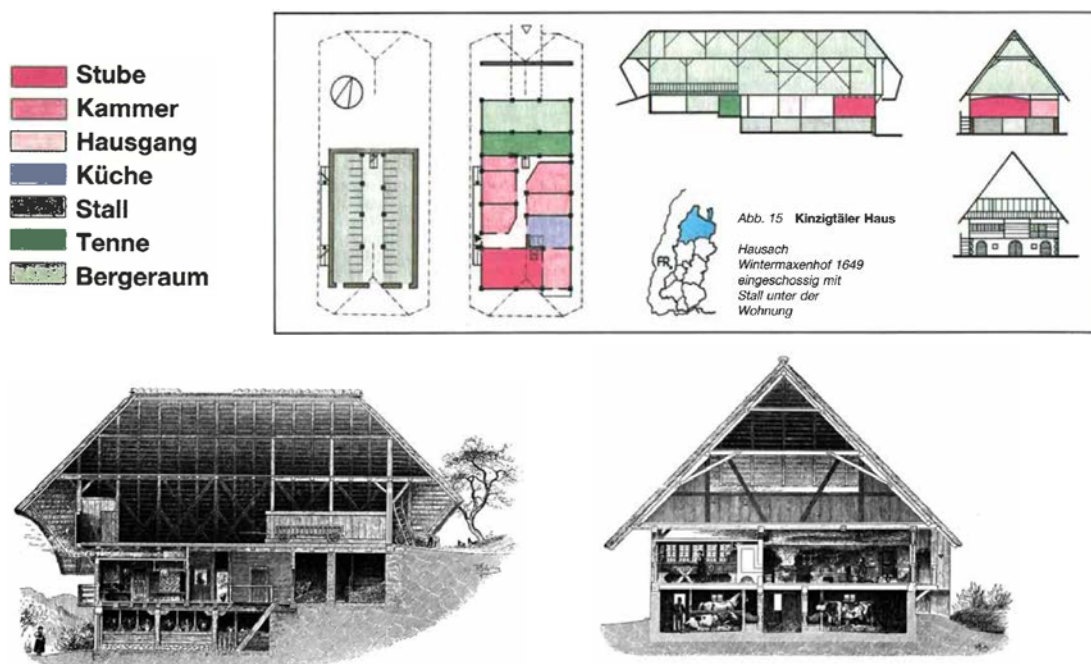
Low Tech: passive Raumtemperierung, saisonale Grundrisszonierung

Beispiel Hofstatt Zehnderhütte, Altishofen-Dorf, Luzern, um 1650: „Während im Sommer die gesamte Nutzfläche zur Verfügung steht, ziehen sich die Bewohner im Winter in einige wenige bewohnte Räume zurück. Räume mit niedrigem Komfortanspruch, die kein Licht und keine Luft brauchen, bilden einen raumhaltigen Puffer mit Zwischenklima. ... Um das Leben in den Übergangszeiten und im Winter erträglich zu machen, sind vor allem die Lebensräume des Tages im Innersten der Hofstatt Zehnderhütte um die zentralen Wärmequellen angeordnet. Zwei Herdstellen liegen in der Küche, der Kachelofen für die ‚gute Stube‘ und der Sandsteinofen für die ‚Hinterstube‘ schliessen direkt daran an und können von der Küche eingefeuert werden. ... Nur durch dünne Zwischenböden getrennt, werden die Schlafkammern durch die darunter liegenden warmen Stuben mit beheizt. Über dem Wohnteil liegt die Garbenbühne, über dem Stall die Heubühne, beide sind im Winter gefüllt und stellen eine gewaltige Dämmschicht dar. Gegend den warmen Frühling hin schrumpft dies durch Nahrungsverbrauch allmählich.“ (Hönger ; Brunner 2013, S. 38f)

FOTOS

Abb. 12 -13: Grundriss, Längs- und Querschnitt eines Schwarzwaldhauses, Kinzigtäler Haus.

Quelle: (Schnitzer ; Meckes 1989)



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schnitzer, Ulrich; Meckes, Franz (Hrsg.): (1989): Schwarzwaldhäuser von gestern für die Landwirtschaft von morgen. Stuttgart: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg : Kommissionsverlag, K. Theiss (= Arbeitsheft / Landesdenkmalamt Baden-Württemberg).

Hönger, Christian u. a. (2013): Das Klima als Entwurfaktor: Architektur und Energie. Unruh, Tina (Hrsg.): Überarb. und erg. Neuaufl. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium).

Bocchini, Francesca (2016): Form statt Technik: Untersuchung zur Ersetzung der Haustechnik durch architektonische Maßnahmen. Wien: Masterarbeit, Technische Universität Wien.

Interior Gulf Stream / Evaporated Rooms / Domestic Astronomy u. a.

Standort: Paris u. a.

Bauherrschaft: k. A.

Planung: Philippe Rahm

Funktion: Wohnbau / Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: seit 2002

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

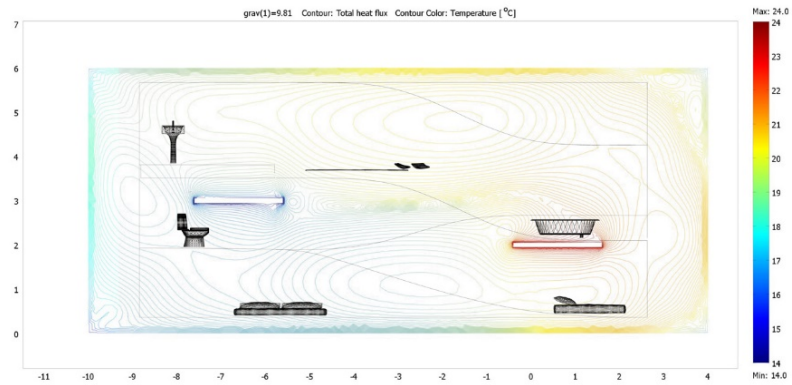
Low Tech: Grundriss-/ Raum- und Temperaturzonierung

„Kalte Luft fällt zu Boden, warme Luft steigt auf, das weiß jedes Kind“, sagt Philippe Rahm. „Und dennoch bauen wir heutzutage so, als wüssten wir über das physikalische Einmaleins, das uns im täglichen Leben umgibt, nicht das Geringste.“ Das klimalose Bauen, wie er es ausdrückt, ist dem Pariser Architekten zu wenig. Die Form seiner Bauten und Landschaftsprojekte folgt nämlich nicht nur der vielzitierten Funktion, sondern in erster Linie klimatischen Gegebenheiten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Wind und Konvektion. ... Fürs Schlafen, so Rahm, empfehle sich kühle, trockene Luft – also runter, weit weg vom Badezimmer. In der Bibliothek solle es angenehm warm und aufgrund der gehorteten Bücher ebenfalls sehr trocken sein – also rauf, noch weiter weg von den Sanitärräumen. Wenn man in der Badewanne sitzt, brauche man, damit der Kopf nicht abkühlt, möglichst warme Luft rundherum – also rauf bis an die Decke damit. Und in der Dusche solle es nicht nur warm, sondern auch feucht sein, möge sich die Luftfeuchtigkeit um den nackten, nassen Körper schmiegen – also bestenfalls direkt über dem Herd, wo beim Kochen sodann multifunktionale Kochdämpfe zum Duschenden emporsteigen. „Wir berücksichtigen beim Planen so viele unterschiedliche Parameter, von Statik und Materialqualität über Sanitär- und Elektrotechnik bis hin zu Brandschutz, Erdbebenschutz und unzähligen baurechtlichen Anforderungen“, sagt der 48-jährige Architekt, der an der Graduate School of Design in Harvard unterrichtet. „Aber bei der Thermik setzt unser Plansinn einfach aus. Dann ordnen wir die Funktionen so, dass sich das gesamte Leben im Bereich von 40 Zentimetern bis 1,80 Meter über dem Fußboden abspielt. Den klimatisch wertvollen Raum darunter und darüber lassen wir unberücksichtigt.“ Jedes einzelne seiner Projekte wird komplizierten Rechnungen und Simulationen unterzogen. Am Ende, so der Plan, profitiert man mit heiztechnisch effizienten Wohn- und Arbeitsräumen, die – anstatt dagegen – mit dem Klima arbeiten und die gesamte Palette der Wohlfühlzustände abdecken – wenn man denn auch bereit ist, wie der Lyoner Arzt auf Türen und Wände zu verzichten und, statt auf Parkettboden zu wandeln, über Gitterroste und Leitersprossen zu balancieren. (Wojciech Czaja: Baustoff Klima: Form folgt Fahrenheit, derstandard.at/2000026529103/Baustoff-Klima-Form-folgt-Fahrenheit, 17.10.2016)

FOTOS

Abb. 14 -15: Philippe Rahm architectes, Brøndum & Co. Wohnen mit dem Klima: Die Badewanne ist dort, wo die Luft am wärmsten ist, Funktionen sind nicht nach Räumen sondern nach thermodynamischen Prinzipien angeordnet,

Quelle: <http://www.philipperahm.com/data/projects/interiorgulfstream/index.html>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Philippe Rahm: <http://www.philipperahm.com/>

Rahm, Philippe (2013): „Philippe Rahm - Klima und Typologie.“ In: Unruh, Tina (Hrsg.): Das Klima als Entwurfsmotor: Architektur und Energie. Überarb. und erg. Neuauf. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium), S. 32–33.

Klimazwiebel / Wall HouseStandort: Santiago de ChileBauherr: privatPlanung: FAR Frohn & TrojasFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2007Bruttogrundfläche: 230 m²Baukosten: 134.550 € (585 €/ m² BGF)Low Tech: Klima-/ Temperaturzonierung

„Unser Büro wurde beauftragt, mit einem sehr begrenzten Budget ein Wohnhaus für ein älteres Ehepaar in Santiago de Chile zu entwerfen. Strenggenommen ist das Grundstück Teil der suburbanen Siedlungen Santiagos, gleichzeitig suggerieren die Feldwege und die hohen Hecken, die praktisch alle Grundstücke einfassen, einen ländlichen Charakter. Diese Hecken geben den Parzellen Privatheit und Abgeschlossenheit. Während sie den Blick freigeben auf die Silhouette der Anden, blenden sie die unmittelbar benachbarte Umgebung fast vollständig aus. Wir entschieden uns deshalb, die Hecken als äußere Wände des Hauses zu begreifen, wodurch das gesamte Grundstück Teil des Wohnraums wird. Diese Lesart wurde zum Ausgangspunkt des Entwurfs. Aus dieser Vorstellung entstand das Konzept eines Wohnhauses, das aus vier Wandlayern besteht, durch die sich das Haus schrittweise von einem massiven innersten Kern hin zum hauchdünnen äußeren Klimahaus bis zum Außenraum des Grundstücks hin auflöst und so die Grenzen zwischen Innen- und Außenraum verwischen.“
(<http://www.archplus.net/home/archiv/artikel/46,2750,1,0.html>, 14.10.2016)

FOTOS

Abb. 16 -17: Klimazwiebel, Wohnhaus mit unterschiedlichen Raumzonen, Quelle:
<http://www.archdaily.com/71/wall-house-far-frohnrojas>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

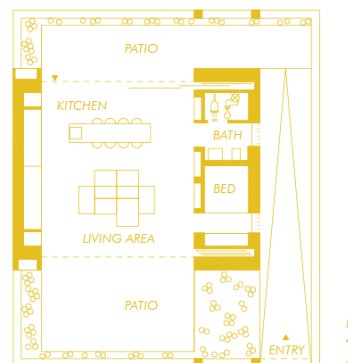
Arch + (Hrsg.): (2007): „Klimazwiebel.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 66–71.

UIA Sustainable by design 2050: <http://sbd2050.org/project/wall-house-8/>

FAR Frohn & Trojas: <http://www.f-a-r.net/en/projects/>; <http://www.archdaily.com/71/wall-house-far-frohnrojas>

Haus LISIStandort: Irvine/Kalifornien (Fertighauszentrum "Blaue Lagune", Wr. Neustadt)Bauherr: Solar Decathlon, US Department of EnergyPlanung: Team Austria, TU Wien u. a.Funktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2013Bruttogrundfläche: 64 m²Baukosten: k. A.Low Tech: modulares (erweiterbares) Raum-, Konstruktions- und Haustechnikkonzept; innovatives Energie-, Lüftungs- und Wasserversorgungskonzept, nachwachsende Rohstoffe, ökonomischer Grundriss mit eingebauter Möblierung (in Wände integriert) etc.

“Das LISI-Haus ist der österreichische Beitrag zum Wettbewerb Solar Decathlon 2013. Es gliedert sich in drei Zonen: Servicekern, Wohnbereich und angrenzende Innenhöfe, die durch eine flexible Außenhülle geschlossen werden können. Durch das Zusammenspiel von modularer Leichtbauweise, ökologischen Materialien und erneuerbarer Energie entsteht ein qualitativ hochwertiger, nachhaltiger und leistbarer Wohnbau, der sich an die verschiedenen Bedürfnisse der Nutzer und Standorte anpassen lässt. LISI bietet ein gesundes, komfortables und angenehmes Umfeld für seine Bewohner und erzeugt darüber hinaus genug Energie um den täglichen Bedarf der Bewohner zu versorgen. Ein zentraler Wohnraum, der zur Gänze in die angrenzenden Innenhöfe nach Norden und Süden erweitert werden kann macht LISI einzigartig. Auf einer vergleichsweise geringen Grundfläche lässt sich der Wohnbereich auf die zweifache Größe nach außen ausdehnen. LISI bietet private Innenhöfe, die eine direkte Naturerfahrung im eigenen Zuhause ermöglichen. Flexible horizontale und vertikale Verschattungselemente schützen vor sommerlicher Überhitzung und gewähren ausreichend solare Gewinne im Winter. Durch verschiedene architektonische Layer kann man die Transparenz und somit die gewünschte Privatheit variieren.“ (<http://www.solardecathlon.at/house/design/?lang=de>, 14.10.2016)

FOTOSAbb. 18 -19: Haus LISI, Solar Decathlon 2013, Team Austria, Quelle: <http://www.solardecathlon.at/category/all-news/?lang=de>PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:HAUS DES SOLAR DECATHLON TEAM AUSTRIA: <http://www.solardecathlon.at>LISI-Haus Blaue Lagune: <http://www.blauelagune.at/r/lisi-haus>

II.1.1.3 Low Tech Bauen in extremen Klimazonen

Ein besonderes Thema ist die Anpassung an Standorte mit extremen Temperaturen und Temperaturschwankungen, dies einhergehend mit der ökonomischen Notwendigkeit kostengünstig und mit regional verfügbarem Material zu bauen. Die daraus entstandenen Projekte sind aufgrund der unterschiedlichen Standortbedingungen nur eingeschränkt direkt übertragbar. Die kleine Anzahl der aus einer Reihe von Beispielen ausgewählten Projekte liefert dennoch interessante Ideen für die Gestaltung einzelner Komponenten um ohne technischen Aufwand und mit geringen ökonomischen Mitteln gewisse Funktionalitäten zu ermöglichen.

Hassan Fathy (1900 – 1989), ägyptischer Architekt, zählt dabei zu den bedeutendsten Pionieren einer kostensparenden, ressourcenschonenden und im engen Bezug mit dem regionalen Klima stehenden Architektur. Fathys Augenmerk galt der Schaffung von Wohnraum für die arme Bevölkerung. In der Materialwahl orientierte er sich an der traditionellen Lehmbauweise und dessen Bautechniken, stets im engen Bezug zu ihrer Umgebung und dem herrschenden Klima. Natürliche Lüftung und passive Kühlung spielten bei seinen mit geringsten Mitteln gebauten Häusern eine bestimmende Rolle. Während Hassan Fathy's Ideen in den 1960er und 1970er Jahren noch vielfach auf Unverständnis stießen, erfährt die Idee gemeinsam mit der lokalen Bevölkerung und lokalen traditionellen Bautechniken zu bauen und diese weiterzuentwickeln, um kostengünstig und ressourcenschonend regionale Klimaverhältnisse optimal zu nutzen, in den vergangenen Jahren einen neuen Trend.

BEISPIELE

Neu-Baris / Neu-Qurna

Standort: Oase Charga, Luxor, Ägypten

Bauherrschaft: Desert Development

Planung: Hassan Fathy

Funktion: Wohnsiedlung

Errichtung / Fertigstellung: 1969

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

Low Tech: traditionelle Lehmziegelbauweise mit „natürlicher“ Durchlüftung und Klimatisierung

„Die Oase Charga liegt in der Westlichen Wüste etwa 180 km von Luxor entfernt und erstreckt sich in nordsüdlicher Richtung über eine Länge von 200 km. Als man 1963 60 km südlich der Hauptstadt in der Nähe der Stadt Baris ein riesiges unterirdisches Wasserreservoir entdeckte, mit der man über 400 Hektar Land dauerhaft bewässern konnte, beschloss die Organisation for Desert Development, auf einer Fläche von 2.500 Hektar ein Dorf für 250 Familien zu bauen. Mehr als die Hälfte der künftigen Bewohner sollten Bauern sein, die anderen Dienstleistungskräfte. Fathy, bekannt dafür, mit wenigen Mitteln Erstaunliches zu leisten, erhielt den Auftrag für Neu-Baris. ... Um ein auf die Bewohner zugeschnittenes Dorf planen zu können, konzentrierte er sich also auf die traditionelle Architektur der Oase und das Klima der Wüste. Er untersuchte die Lehmziegelbauten des nahegelegenen Friedhofs Gabbānat el-Bagawāt aus dem 4. Jh. n. Chr. sowie Baumaterialien und geographische Orientierung der Häuser und Straßen in der Hauptstadt Charga. Der Souq von Neu-Baris wurde zum Angelpunkt seiner Überlegungen, denn die in den Markthallen gelagerten verderblichen Waren bedurften einer natürlichen Kühlung - wohlgernekt in einer Gegend, in der im Sommer über 50°C herrschen konnten. Er verlegte die Lagerräume unter die Erde, verfeinerte die Windfänger und baute zusätzliche Luftschächte ein. Er erzielte mit diesen und weiteren Maßnahmen eine schnellere Luftzirkulation, wodurch er eine Temperatursenkung um 15°C erreichte. Zudem legte Fathy das Wüstendorf so an, dass die in Nord-Süd-Richtung angelegten Hauptstraßen fast den ganzen Tag im Schatten lagen, und vermied große freie Flächen. Im Zentrum befanden sich die öffentlichen Einrichtungen: die Moschee, ein Krankenhaus, die Verwaltung, ein Kaffeehaus und die Markthallen. Die Räume eines Hauses öffneten sich zum Innenhof - der beste Schutz gegen Wüstenwinde und Hitze. Eine überdachte Loggia (takhtabush) verband den Innenhof über ein Mashrabiya-Fenster mit dem Garten.“ (Ali 2013)

FOTO

Abb. 20: Neu-Baris, Oase Charga (1967 - 1969), Quelle: http://www.leben-in-luxor.de/luxor_architektur_fathy.html#qurna



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Ali, Claudia (2013): Der Architekt Hassan Fathy - ein Portrait in Worten und Bildern. Online im Internet: http://www.leben-in-luxor.de/luxor_architektur_fathy.html#qurna, 12.10.2016

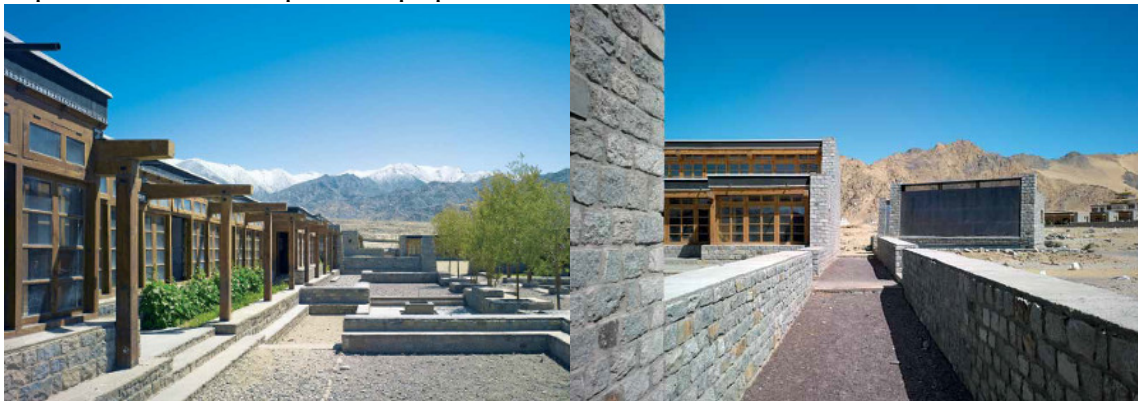
Arch + 88 (1987): Hassan Fathy: Architektur aus 1001 Stein. Aachen: ARCH+ Verlag GmbH (= archplus. Zeitschrift für Architektur und Städtebau).

Druk White Lotus SchoolStandort: Ladakh, IndienBauherrschaft: the Drukba TrustPlanung: Arup AssociatesFunktion: Bildungs- und DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2001 - 2017Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: regionale Bautechnik und Materialien, natürliches Lüftungskonzept, massive Speicherwände

„Bauweise und Materialien stellen eine Mischung aus traditionellen und modernen Bautechniken dar und reagieren auf die extremen Merkmale des Ortes. Terrain und Klimabedingungen dieser Hochebene (3.300 m) Nordindiens forderten heraus: die durchschnittliche Regenmenge pro Jahr beträgt weniger als 4 cm und die Tiefstwerte der Wintertemperatur erreichen bis -30°C ; im Winter fällt meist so viel Schnee, dass die Orte nur per Helikopter erreichbar sind. ... Um sommerlicher Hitze und Kälte im Winter mit passivem Wärmeschutz entgegenzuwirken, wurde ein Wandtyp aus Granitsockel, Lehmziegeln und hinterlüfteter Glasschicht entwickelt. Granit schützt vor Bodenerosion, Lehm speichert Wärme und schützt gegen Kälte und Hitze. Obere Fensterflügel entlüften den Zwischenraum der Glasscheiben bei Sonneneinstrahlung. Luftklappen im unteren Mauerbereich führen kühlere Luft in die Innenräume. Das Dach ist mit Steinwolle und wasserdicht isoliert und wie die traditionellen Häuser mit Lehm und Gras gedeckt. Damit ergibt sich ein natürlich konditioniertes angenehmes Raumklima.“ (Pfammatter 2012, S. 78)

FOTOS

Abb. 21 -22: Druk White Lotus School, Ladakh, Klassenräume in Richtung Morgensonne orientiert, Trombewand mit schwarz gestrichenem Stahlblech als „Wärmespeicher“ (rechtes), Quelle: <http://www.architetturadi pietra.it/wp/?p=7246>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Arup Associates: <http://www.arupassociates.com/en/>

Schulbausteine Burkina FasoStandort: Primarschule Gando, Sekundarschule Dano, Burkina FasoBauherrschaft: Kéré FoundationPlanung: Diébédo Francis KéréFunktion: Bildungs- und DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2001Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: örtlich vorhandene Materialien, aerodynamisch effiziente natürliche Durchlüftung, raumhohe Lehm-Wandmodule

„Jeder Schulraum wird durch drei gegenläufig gewölbte Unter- und Überdachungselemente abgeschlossen, sodass eine aerodynamisch effiziente natürliche Durchlüftung im Zwischenraum zustande kommt. Die Zuluft erfolgt über die Fenster, die mit Klappläden versehen sind, um die Luftströmung zu verstärken und zu steuern. ... Auch dieses Schulhaus zeigt die von Kéré verwendete örtliche Materialtechnologie und die beabsichtigte Selbstbautechnik. Die Dachkonstruktionen (Unter- und Überdach) sind hier bereits komplexer strukturiert. Die Technik ist ausgefeilter und der Durchlüftungseffekt tendenziell Hightech, vergleicht man z.B. die mehrfach gekrümmte Dachfläche mit dem Flugdach des GSW-Hochhauses von Sauerbruch Hutton in Berlin. Obwohl keine computer-aided Simulation der Aerodynamik beansprucht wurde, ist ein Wissenstransfer gleichwohl festzustellen, allerdings in beide Richtungen: auch Sauerbruch Hutton lernte von traditionellen ‘Windfängern’ in heißen Regionen!“ (Pfammatter 2012)

FOTOS

Abb. 23 -24: Schulbausteine Burkina Faso, Francis Kéré, Quelle: www.kere-architecture.com/projects/primary-school-gando/

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Diébédo Francis Kéré: <http://www.kere-architecture.com/>; www.kere-architecture.com/projects/primary-school-gando/

METI-Handmade School

Standort: Rudrapur, Bangladesh

Planung: Anna Heringer, Eike Roswag

Funktion: Bildungs- und Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2006

Bruttogrundfläche: 325 m²

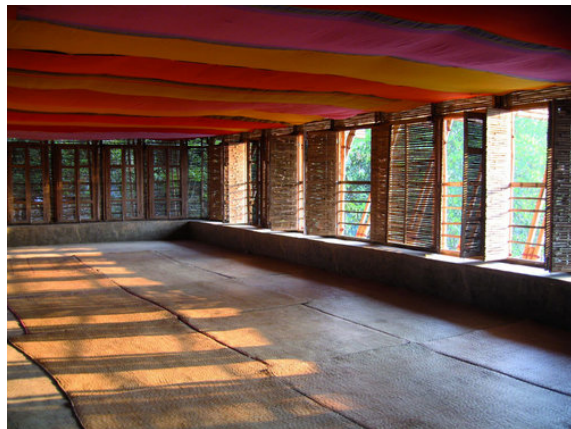
Baukosten: k. A.

Low Tech: Wirtschaftlichkeit, Ressourceneffizienz und technische Qualität, Verwendung regional vorhandener recycelbarer Baumaterialien (Bambus, Lehm, ...) und Weiterentwicklung traditionelle Bautechniken

„Die Spezialschule für Dorfkinder in Rudrapur ist Teil eines Entwicklungsprojekts des METI. Promotorinnen einer örtlichen Entwicklungskommission sind die Architektinnen Anna Heringer (Österreich) und Eike Roswag (Deutschland). Die Schule gewann den Aga Khan Award, weil sie als Modell für zukünftige Entwicklungen im Bildungsbereich, den Einbezug der dörflichen Gemeinschaft und die effiziente Bauweise mit örtlich verfügbaren Materialien steht. Verwendet wurden die Baustoffe Lehm, Bambus, textile Stoffe. ... Ein vorgestelltes Bambusgitter auf der Eingangsseite dient Kletterpflanzen. Das begrünte Dach bildet Hitzeschutz und zugleich eine Retention bei starkem Monsunregen. Die Präsenz vertrauter Baustoffe wie Lehm, Bambus und textile farbige Gewebe und die Beteiligung des Dorfes an der Entwicklung dieses neuen Bautyps vermittelt der dem 'learning with joy' gewidmete Bau örtliche Identität.“ (Pfammatter 2012, S. 84)

FOTOS

Abb. 25 -26: METI-Handmade School, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33170, © Anna Heringer, © B.K.S. Inan



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Anna Heringer: <http://www.anna-heringer.com/>

OlpererhütteStandort: Dornauberg 110, 6295 Ginzling, TirolBauherrschaft: Deutscher AlpenvereinPlanung: Hermann KaufmannFunktion: SonderbautenErrichtung / Fertigstellung: 2007Bruttogrundfläche: 677 m²Baukosten: k. A.

Low Tech: Einfaches Gebäude mit geringer Anzahl von Materialien bzw. Verwendung heimischer und vor Ort vorkommender Materialien (z.B. Bruchsteinmauer aus Abbruchsteinen und Steinen vor Ort), einfaches, reduziertes Energiekonzept (Ofen), natürliche Lüftung

„Die auf knapp 2.400 Höhe mitten in den Zillertaler Alpen errichtete neue Olpererhütte ist eine bewusst spartanische Antwort auf die einzigartige, exponierte Lage. Ein Refugium für Wanderer und Bergsteiger, das als Low-Tech-Gebäude Innovation in der Reduktion sucht. Oberstes Ziel beim Neubau der Olpererhütte war es, ein möglichst einfaches, der hochalpinen Lage und der Funktion als Schutzhütte angemessenes Gebäude zu entwickeln. Ein auf das Wesentliche reduziertes Holzhaus, bei dem sowohl die Menge als auch die Anzahl der notwendigen Baumaterialien gering gehalten wurden und das auf die Anforderungen eines reinen Sommerbetriebs mit möglichst reduzierter Haustechnik reagiert. Eine Natursteinmauer, die mit Steinen aus dem Hüttenumfeld errichtet und mit Materialien vom Abbruch des Vorgängerbaus sowie Aushub hinterfüllt wurde, fasst den Bauplatz talseitig als Stützmauer und bildet die Terrasse. Gleichzeitig dient sie als Auflager für das ca. 2,5 m über den Hang auskragende, zweigeschossige Satteldachhaus. ... Das schlichte und funktionale Gebäude ist weitgehend aus 14 bis 17 cm starken Fichten-Brettsperrholzelementen errichtet, die in den Sommermonaten ohne zusätzliche Dämmung ausreichenden Wärmeschutz bieten. (Text: Claudia Wedekind, http://www.hermann-kaufmann.at/?pid=2&prjnr=05_28, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 27 -28: Olpererhütte auf 2.400 Höhenmeter, Tirol, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33687, © Hermann Kaufmann

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Zuschnitt 30 (2008): Holz bauen Energie sparen. Wien: proHolz Austria (= Zuschnitt).

Detail 06 (2008): Einfach Bauen. München: DETAIL (= Detail).

Hermann Kaufmann: <http://www.hermann-kaufmann.at/>

II.1.2 Energiepotenziale der Umwelt nutzen

Bauen mit den Potenzialen der Umwelt bedeutet sich das Angebot der Natur zunutze zu machen. Unterschieden werden einerseits Klimatelemente – die wichtigsten sind **Solarstrahlung, Wind, Temperatur und Luftfeuchte**, sowie andererseits Klimafaktoren wie **Breitengrad, lokale und überregionale Windverhältnisse** oder die **Höhenlage eines Standorts**.

Darüber hinaus gelten für **Städte** andere mikroklimatische Bedingungen als für das jeweilige Umland, aufgrund dichter Verbauung, Versiegelungsgrad und Emissionen aus Industrie, Haushalt und Verkehr (Hausladen ; Liedl ; Saldanha 2012, S. 28).

Tabelle 6: „Potenziale der Umwelt“: Einflußfaktoren und Nutzung für das Bauen

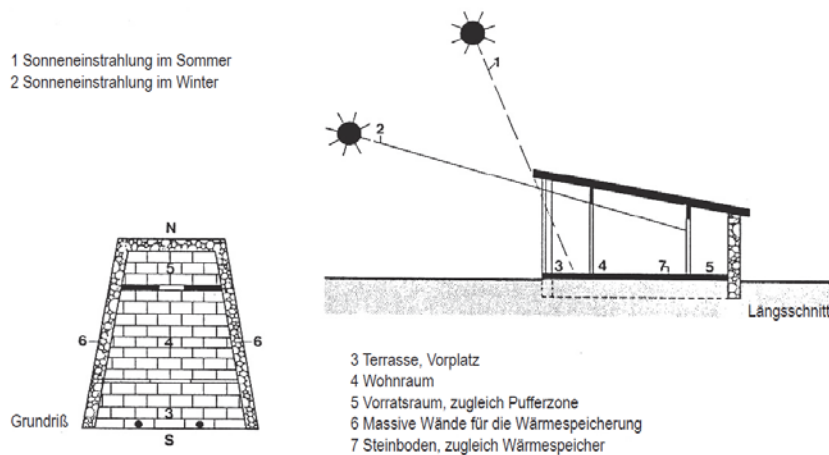
Klimatelement	Umwelt-Einflußfaktoren	Nutzung (Beispiele)	Baulich-Konstruktive Einflußfaktoren im Kontext (Beispiele)
Solarstrahlung	Sonnenscheindauer: jährliche Gesamtstrahlung, tägliche Mittelwerte im Tagesverlauf etc. Strahlungswerte der Direkt- und Diffusstrahlung Strahlungsmengen (für einzelne Fassaden)	Aktive und passive solare Wärmegevinne / Solare Kühlung / Photovoltaik (Effizienz) Tageslichtversorgung	Orientierung Verschattung und Sonnenschutz Anteile Fenster-Fassadenfläche Strahlungswandler die Strahlungsenergie absorbieren (z.B. wärmeabsorbierende Jalousien, Rollos, Flächen etc.)
Wind	(mittlere Jahres-) Windgeschwindigkeit Windrichtungsverteilung Anteil Windstille	Natürliche Durchlüftung (z.B. über Druck- und Sogbelastung auf die Gebäudehülle) Umströmen eines Gebäudes nach Windverhältnissen und Gebäudeform Windkraftanlagen (Wandlung von Windenergie in elektrische Energie)	Gebäudeform, Gebäudehöhe /-tiefe
(Relative und absolute) Luftfeuchte/ Niederschlag/ Oberflächenwasser	Be- und Entfeuchtung der Zuluft Taupunkttemperatur und Kondensatbildung Niederschlagshäufigkeit und -mengen (z.B. durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge) Grad der Bewölkung (Temperatur in Bodennähe, verminderte Einstrahlung oder starke Auskühlung)	Niederschlagswasser für Sekundärnutzung: Ver- und Entsorgungskreislauf (z.B. aufbereitetes Regenwasser als Brauchwasser für Sanitär od. Reinigung), Gebäudekühlung (z.B. Verdunstungseffekt von Wasserflächen) Versickerung (z.B. Bewässerung)	
Temperatur/ Luft	Minimal-/ Maximaltemperaturen,	Lüftungs-, Heiz- und Kühlsysteme von	

	Temperaturschwankungen im Tages-/Jahresverlauf	Gebäuden Wirksamkeit von „Speichermasse“ oder passiven Kühlmaßnahmen (z.B. Nachtlüftung, Bauteilaktivierung)	
Temperatur/ Erdreich, Grundwasser, Tiefenwasser	Erdwärme, Erdreichtemperatur (Temperaturniveau in den höheren Schichten bestimmt durch Sonneneinstrahlung und Wetter, in den tieferen Schichten durch den Wärmestrom aus dem Erdinneren)	Temperaturniveau im Erdreich als Wärme- oder Kältequelle: Geothermie, Erdsondenanlagen etc.	
Gebäude- nahes Mikroklima	Vegetation, Bepflanzung, Wasserflächen etc. in der Gebäudeumgebung	Klimaregulierende Wirkung / Temperatenausgleichsfunktion von Grün- und Freiflächen sowie Wasserflächen Natürliche Verschattung durch Umgebungsvegetation	Außenbegrünung und -bepflanzung, Fassaden- und Dachbegrünung Geringe Versiegelung
Tageslicht	Tageslichtmengen Lichtintensität	Natürliche Belichtung	Anteil „Öffnungen“

II.1.2.1 Sonnen-Häuser

Das Sonnenhaus des Sokrates (469–397 v. Chr.) – ein 2500 Jahre altes Konzept des griechischen Philosophen – zeigte bereits wie die Sonne auch ohne technischen Aufwand „passiv“ genutzt werden kann. Ein kompakter trichterförmig zur Sonne orientierter Baukörper, nach Süden exponierte großflächige Fenster und im Norden geschlossen, massive Wände und Steinböden zur Wärmespeicherung sowie Pufferzonen, ergeben zusammen ein stimmiges Konzept heutiger Solararchitektur. Selbst den wechselnden Sonnenstand im Jahresverlauf hat Sokrates schon berücksichtigt: "In Gebäuden, welche nach Süden ausgerichtet sind, dringt die Sonne im Winter durch das Portio, während im Sommer die Sonnenbahn über unseren Köpfen und Dächern liegt, so dass Schatten entsteht. Wenn es nun angenehm ist, dass es so geschieht, muss man dann nicht die südlichen Zimmer höher bauen, damit die Wintersonne nicht abgeschlossen wird, die der Nordseite aber niedriger, damit die kalten Winde nicht einfallen können?"

FOTOS

Abb. 29 -30: Sokrates Konzept für ein Sonnenhaus, Quelle: <http://www.architektur-arkade.at>, 18.10.2016

Der ungarische Architekt Pierre Robert Sabady zählt zu den Pionieren der Solararchitektur in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In den 1970er-Jahren plädiert er für eine „energetische Optimierung“ von Gebäuden und veröffentlichte die „7 Grundpfeiler des Biosolarhauses“:

1. „Der optimierte Standort: Der Architekt sollte, wenn möglich, ein Bauland aussuchen, welches optimale Süd- oder Südwest-Orientierung der grössten Gebäudefassade erlaubt. Ein ruhiges, windgeschütztes Mikroklima vermindert auch den Heizenergieverbrauch des Hauses. Günstig gelegene Hanglagen können manchmal als Windschutzböschung benützt werden. Bäume bieten Schutz gegen Stürme, wodurch die Lüftungsverluste von verglasten Fassaden reduziert werden können. Bäume spenden im Sommer Schatten, lassen jedoch im Winter die willkommene Sonnenstrahlung durch. ...

2. Die Süd-Orientierung: Theorie und Praxis haben bewiesen, dass sich die Südfassaden eines Gebäudes optimal für die Sonnenenergieaufnahme im Winter sowie in der Zwischensaison eignen. Im Sommer kann man diese einfach und wirksam gegen unerwünschte Hitzeeinstrahlung schützen. Südfensterflächen erbringen eindeutig einen nutzbaren Wärmegewinn. Deshalb sollte man, wenn irgend möglich, die Bauten hauptsächlich nach Süden öffnen und in den anderen Himmelsrichtungen Räume vorsehen, die weniger Licht und dadurch auch weniger Fensterflächen brauchen. ...

3. Die thermische Zonenplanung: Die verschiedenen Räume eines Gebäudes benötigen nicht die gleichen Temperaturen, weil sie meistens verschiedene Funktionen haben. Gleichzeitig stehen in gewissen Räumen verschiedene Abwärme-Quellen zur Verfügung, die oft Energiesparmassnahmen ermöglichen. Durch die Schaffung von Lufträumen mit Hilfe von Aussenverglasungen kann man durch den Treibhauseffekt die Verringerung der Wärmeverluste durch Aussenwände und Fenster erzielen. Diese um die Hausfassade liegenden ‚Treibhaus-Räume‘ können als Wintergarten, Hobbyraum oder Garage benützt werden (äussere Pufferzonen). Auch innenliegende Pufferzonen, wie Treppenhäuser, Laubengänge, Keller, Dachstock usw., können energetisch sinnvoll eingesetzt werden. Durch die systematische Anwendung von ‘thermischen Pufferzonen’, kombiniert mit Wärmerückgewinnung, kann man den Wärmebedarf eines Hauses bis zu 50% reduzieren.

4. Das kompakte Bauvolumen: Erfahrungsgemäss hat das Bauvolumen einen gewaltigen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes. ... Man sollte anstreben, Volumen zu bilden, die für den gleichen Inhalt die kleinstmöglichen Oberflächen aufweisen. Einfache und kompakte geometrische Formen sind am günstigsten, da die Abkühlungsflächen die kleinsten sind. ... Der Optimierungsprozess zwischen verschiedenen, durch Sonnenenergie bedingten Notwendigkeiten ist eine neue Kunst für Architekten.

5. Die geneigte Dachform: Der Dachraum erfüllt auch als thermische Pufferzone eine energiesparende Rolle. Flachdächer haben nur dann eine Berechtigung, wenn sie als Dachgarten ausgebildet werden. Für die Solararchitektur erlauben richtig konzipierte Schrägdächer eine optimale Einbau- und Orientierungsmöglichkeit für Sonnenkollektoren, und die relativ preisgünstigen Dachräume können als Abstellplatz oder als Wärmespeicher-Volumen dienen. ...

6. Die Fassadenschützenden Vordächer: Seit Jahrzehnten hat die Baumode der ungeschützten Fassaden einen Riesenverlust durch Bauschäden und Energieverschwendung verursacht. Untersuchen wir das Problem bauphysikalisch. Eine Aussenmauer ohne Vordach ist dem durch den Wind herangetriebenen Regen in ihrer vollen Höhe ausgesetzt. Da die Wirkung des Windes grösser ist, wenn die Fassade ungeschützt ist, hat die Aussentemperatur einen wesentlich grösseren Einfluss auf die Fassadentemperatur. ... Vordächer schützen im Sommer die Aussenwände und Fensterflächen auch gegen unerwünschte Sonneneinstrahlung, lassen jedoch im Winter bei tieferem Sonnenstand die willkommenen Wärmestrahlen problemlos durch.

7. Die biophysikalisch optimierten Baustoffe, Bauelemente und technischen Systeme: Das Biosolar-Baukonzept muss auch in der Detailplanung konsequent weitergeführt werden! Die wichtigsten Probleme sind die Auswahl von Baumaterialien und der logische Aufbau von Bauelementen in Bezug auf das bauphysikalische und baubiologische Verhalten. Hier einige wichtige Prinzipien: - 10 cm Backstein isoliert wie 40 cm Beton, Backsteinwände sind besonders atmungsfähig sowie feuchtigkeitsregulierend. ... Der isoliertechnische k-Wert allein entscheidet nicht über die Richtigkeit einer Wandkonstruktion. Eine Wand muss auch Wärme und Kühle speichern können und atmungsfähig sein. - Der Aufbau von Wand- und Fensterkonstruktionen muss nicht auf allen vier Fassaden gleich sein, da die thermischen und Strahlungseinflüsse verschieden sind. ... Das Heizungssystem sollte eine physiologisch optimale Strahlungsheizung sein. - Die biologisch und bauphysikalisch optimalen Baustoffe, wie Holz, Backstein, Ziegel usw., sind diejenigen, die aus regenerierbaren Materialien stammen und deren Herstellung unserer Umwelt am wenigsten Schaden verursacht.“ (Sabady 1978)

Erläutert werden seine Prinzipien am Beispiel des von ihm 1977 geplanten Einfamilienhauses, dem Biosolarhaus Hälgi bei Luzern. Wie Sokrates Sonnenhaus ist der Grundriss trapezförmig ausgebildet. Während die breitere Südseite großzügig verglast ist bleibt die schmälere Nordseite mit den hier angeordneten Nebenräumen nahezu fensterlos. Treppenhaus, Keller oder Dachstock organisiert er im Grundriss als innenliegende Pufferzonen während ein großzügiger der Südfassade vorgesetzter Wintergarten eine äussere Pufferzone bzw. einen Treibhaus-Raum darstellt.

Beim Gewerbehause der Maschinenfabrik Micafill AG in Zürich konnte der Architekt 1979 seine Grundsätze im grösseren Maßstab umsetzen. Durch die schräg ausgebildete Fassade wird der Wirkungsgrad der Warmluftkollektoren zusätzlich verbessert. Das Gebäudekonzept wird durch thermische Pufferzonen kombiniert mit Wärmerückgewinnung und der Verwendung von Abwärme aus den Werkstätten zusätzlich thermisch optimiert.

Die zunehmende Verbesserung der Baustoffe und Dämmeigenschaften von Fenstern und Verglasung ermöglicht heute gute Energiebilanzierungen auch für großflächig verglaste Bauten. Gleichzeitig wurde, beginnend in den 1990er Jahren, die „Erreichung energetischer Standards“ vom architektonischen Konzept gelöst und zur Gebäudetechnik hin verlagert.

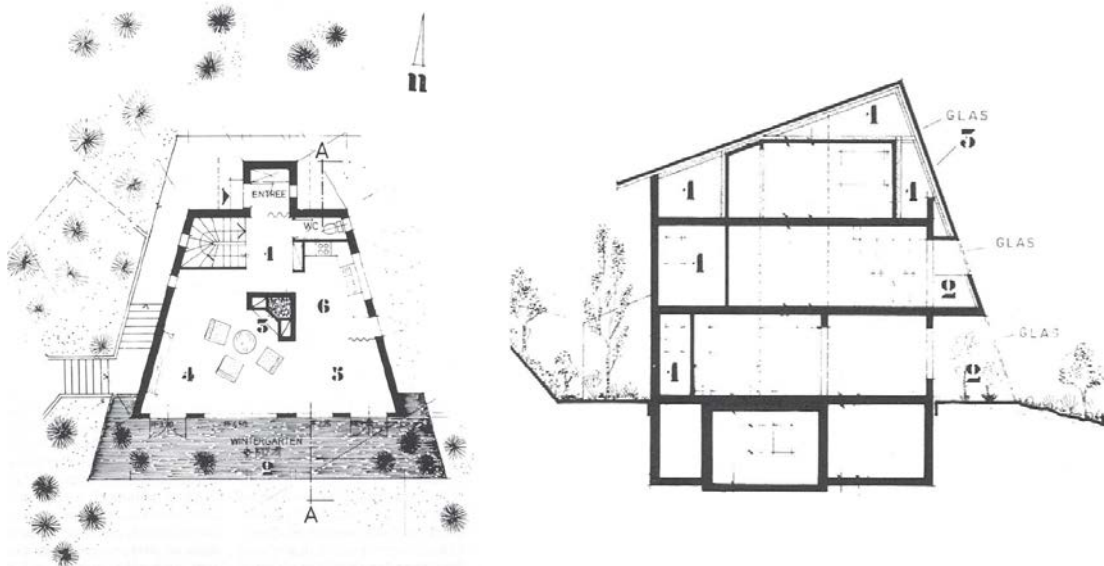
BEISPIELE

Biosolarhaus P. R. SabadyStandort: Hälgi, LuzernBauherr: privatPlanung: Pierre Robert SabadyFunktion: Wohnbau / EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 1977Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Thermisch optimierter Grundriss und Form, thermische Pufferzonen, Luft- und Sonnenkollektoren

(Beschreibung siehe oben)

FOTOS

Abb. 31 -32: Pierre Robert Sabady, Biosolarhaus Hälgi bei Luzern, 1977, Grundriss und Schnitt, Quelle: (Sabady ; Winkler 1979)

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

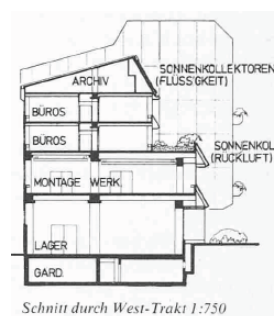
Sabady, Pierre R. (1978): „Biosolar-Architektur.“ In: Werk - Archithese : Zeitschrift und Schriftenreihe für Architektur und Kunst, 65 (1978), 19–20, S. 18–20.

Maschinenfabrik Micafil AGStandort: Zürich-AltstettenBauherr: Micafil AG ZürichPlanung: Pierre Robert Sabady, Bruno WinklerFunktion: Büro / BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 1979Bruttogrundfläche: 9.000 m²Baukosten: 13 Mio. CHF (12 Mio. €)Low Tech: Thermisch optimierte Gebäudeform: z. B. Orientierung des Gebäudes, thermische Pufferzonen, optimierte Sonnenkollektorfläche Fassade und Schrägdach, Sonneneinstrahlungsschutz etc., Verwendung von Abwärme aus den Werkstätten

„Das Gewerbehause Micafil, 1979 vom Architekten Pierre Robert Sabady in Zürich vermutlich als eines der wenigen Solar-Grossprojekte fertiggestellt, zeugt von der erstaunlichen Bereitschaft einer Bauherrschaft, sich auf ein Experiment einzulassen. ... Die Massnahmen für die Energieeinsparung sind eine Kombination von einfachen Schnitt- und Grundrissüberlegungen mit technischen Errungenschaften und industriellen Materialien. Die eine, nach Süden orientierte Längsfassade ist grosszügig befenstert, zusätzlich sind alle Brüstungen als Luftsonnenkollektoren (die Luft dahinter wird direkt aufgeheizt) 45° nach vorne geneigt und dienen gleichzeitig als Vordach zur jeweils darunter liegenden Etage. Durch die schräg gestellten Brüstungen erscheint das gleichfalls um 45° geneigte Dach ebenfalls als Teil dieser kaskadenartigen Abfolge von schrägen und vertikalen Flächen. Es ist teilweise mit Kollektoren belegt, die sich visuell den rostroten Brüstungspaneele annähern. Die paradigmatische 45°-Stellung der Südfassadenflächen geschieht hier durch die Brüstungen, und die Fenster werden nicht als einzige Elemente zum Einfangen der Sonnenstrahlung eingesetzt, was zu einer sehr spezifischen Schnittlösung führt. ... Der Architekt meinte im Voraus in einem Text, der Energieverbrauch des Micafil-Hauses liege im Vergleich mit konventionell geplanten Gebäuden bei etwa einem Drittel, in einer Publikation nach der Fertigstellung wurde die Einsparung sogar mit 45% bezeichnet.“ (Wiskemann 2009, S. 20–21)

FOTOS

Abb. 33 -34: Sabady, Pierre R.; Winkler, Bruno (1979): Maschinenfabrik Micafil AG Zürich. Quelle: (Sabady ; Winkler 1979)

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Sabady, Pierre R. (1978): „Biosolar-Architektur.“ In: *Werk - Archithese : Zeitschrift und Schriftenreihe für Architektur und Kunst*, 65 (1978), 19–20, S. 18–20.

Sabady, Pierre R. ; Winkler, Bruno (1979): „Neubau der Maschinenfabrik Micafil AG Zürich.“ In: *Schweizer Ingenieur und Architekt*, 97 (1979), 45, S. 907–910.

Wiskemann, Barbara (2009): „Experimentalhäuser aus den 1970er-Jahren. Moderne Architektur unter ökologischem Erneuerungsgebot.“ In: *k+a Kunst + Architektur in der Schweiz*, 2 (2009), S. 14–22.

Solare Direktgewinn- Nullenergiehäuser TrinStandort: Trin, CHBauherr: privatPlanung: Andrea Gustav Rüedi, ChurFunktion: Wohnbau / EinfamilienhäuserErrichtung / Fertigstellung: 1994Bruttogrundfläche: ca. 200 m² (je Haus)Baukosten: „1056 m³ zu 840 CHF“ (780 €/ m³ Volumen)Low Tech: Solares Nullenergiehaus ohne Heizung

„Für den Energiehaushalt im klimatischen Wechsel sind Solargewinne und Speicherung von zentraler Bedeutung. Zur Deckung des Heizenergiebedarfs wird völlig auf technische Installationen verzichtet. ... Der gesamte Wärmeenergiebedarf wird direkt durch einfallende Globalstrahlung und indirekt durch passive Wärmespeicherung abgedeckt. Die Speicherung erfolgt primär in den direkt sonnenbeschienenen, inneren Bauteilen (Primärspeicher); dem dunkel eingefärbten Beton und den massiven Kalksandsteinwänden und -säulen. Durch die Einstrahlung erhöht sich nach kurzer Zeit auch die Raumlufttemperatur, wobei wiederum durch Konvektion Energie in die nicht direkt beschienenen Bauteile, Kalksandsteinwände und Decken (Sekundärspeicher) eingespeichert wird.“ (Hässig ; Hardegger 1996, S. 11f)

„Konstruktion: Böden aus geschliffenem Beton; die Decke über dem EG mit tragenden Holzbalken, darüber drei Lagen Kalksandsteine; das Dach mit sichtbaren Sparren, darauf flache Kalksandsteine als Speicher und Warmdachaufbau. Wände innen Kalksandstein, aussen Lärchenschalung und dazwischen 30-31 Zentimeter Zellulose-Füllung. Energie: Die Sonne deckt den minimalen Bedarf von 2 kWh. (Ein Holzofen liefert 5-10 kWh Wärme). Ausschlaggebend für genügend Sonneneinstrahlung ist primär der Standort und sekundär die Ausrichtung“ (Valda 1995)

FOTOS

Abb. 35: Solare Direktgewinn- Nullenergiehäuser Trin, Quelle: <http://www.kissrutz.ch/vorarlberg-und-graub%C3%BCnden.html>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Valda, Andreas (1995): „Im Winter ohne Heizung: in Trin stehen die beiden Nullheizenergie-Häuser des Architekten Andrea Rüedi.“ In: Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design, 8 (1995), 4, S. 34–36.

Hässig, Werner ; Hardegger, Peter (1996): Messprojekt Direktgewinnhaus Trin. Zürich: ETH Zürich, Forschungsstelle für Solararchitektur, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft.

Bocchini, Francesca (2016): Form statt Technik: Untersuchung zur Ersetzung der Haustechnik durch architektonische Maßnahmen. Wien: Masterarbeit, Technische Universität Wien.

Solarhaus Schantl

Standort: Peterstalstrasse 193, 8042 Graz, Steiermark

Bauherrschaft: Christa Schantl, Peter Schantl

Planung: Heinz Wondra

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 1998

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

Low Tech: einfache Technik zur Nutzung von Solarenergie, Nutzungsflexibilität, ökologische Bauweise und Materialwahl, recyclingfähige nachwachsende Materialien, Wiederverwertbar

„Simple Tech und passive Nutzung von Solarenergie anstelle von komplexen und kostenintensiven technischen Ausstattungen sind Entwurfsprinzip. Es werden nur die allgemein bekannten physikalischen Eigenschaften des Sonnenlichtes genutzt und intelligent umgesetzt. Sonnenenergie wird durch einen Klimapuffer in Warmluft umgewandelt und im Beton gespeichert. An Stelle aufwendiger technischer Anlagen tritt die Steuerung durch die Bewohner. Durch öffnen und schließen von Fenstertüren und / oder Oberlichtern wird die Raumtemperatur manuell reguliert. ... Vom Eingang im Osten aus überblickt man das Geschoß in seiner ganzen Längsausdehnung und glaubt, sich in einem Ein-Raum-Haus zu befinden, weil die Abtrennung der Schlafräume nur durch Möbelwände erfolgt, die nicht raumhoch sind. Die Nordwand ist hermetisch geschlossen und gibt doch ein sehr bewegtes Bild, im Zusammenspiel von Sonnenlicht und Schatten auf der verleimten Mehrschichtplatte, die über dem Sichtbetonsockel die fertige Oberfläche bildet. ... Die simple Stahlkonstruktion mit Lärchenbohlen kann durch abwechselnd feststehende und verschiebbare Einzelscheiben, die bis unter die Kante des Dachvorsprungs reichen, geschlossen werden.“ (Text: Architekturzentrum Wien, www.nextroom.at/building.php?id=136, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 36 -37: Solarhaus Schantl, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=136www.baubiologie.at/strohballenbau/lasttragendes-strohballenhaus-in-dornbirn-5/, © Peter Eder



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Heinz Wondra: <http://www.wondra.at/>

MFH Bern-LiebenfeldStandort: Bern-Liebefeld, SchweizBauherrschaft: k. A.Planung: Peter Schürch, Halle 58 ArchitektenFunktion: WohnbautenErrichtung / Fertigstellung: 2007Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: passiv-solares Gebäudekonzept

„Das Dreifamilienhaus an der Gebhartstrasse in Bern-Liebefeld war das erste seiner Art in der Schweiz, das mit dem Minergie-P-Eco-Label zertifiziert wurde und dank überdurchschnittlichem ‚Energieeffizienz-Faktor 3‘ die Anforderungen der ‚2000-Watt-Gesellschaft‘ erfüllt. Formale, strukturelle und materialbezogene Qualitäten bilden das Programm der bauphysikalischen, energetischen und raumklimatischen Leistung ab. Während die nordöstlichen, teilweise mit Holzlamellen verkleideten Fassaden massiv ausgebildet sind und als Wärmespeicher dienen, öffnen sich die südwestlichen Fronten dem passiven Sonnenenergiegewinn.¹ ...Während sich viele Standardbauten der Nullenergie- oder Low-energy-Tendenz durch Geschlossenheit, volumetrische Simplizität mit Lochfenstern auszeichnen und ein negatives Image verbreiten, bewies Peter Schürch mit diesem Gebäude, dass weder ein kompakter ‚Minergie-P-Würfel‘ noch rundum dicke Wärmedämmung notwendig sind. Genügend Speichermasse und eine intelligente Gebäudehülle bilden Schlüsselemente für die Leistungseffizienz.² Zwischen den großflächigen Sonnen- und Sichtschutz-Schiebeläden und der Gebäudehülle liegt ein begehbare Zwischenraum, der als Klimapufferzone wirkt. An der Stirnseite bzw. dem ‚Bug‘ jedoch weitet sich der Außenraum zu einer großen Terrasse aus. Der massive ‚Rücken‘ gegen die Straße und die Reihe filigraner Stützen, die das Gebäude gegen den südwestlichen Grünraum öffnen, kombinieren passiv-solare Potenziale der Sonneneinstrahlung mit der Speicherfähigkeit der Betonstruktur.“ (Pfammatter 2012, S. 224)

FOTOS:

Abb. 38 -39: Mehrfamilienhaus Bern-Liebenfeld, Quelle: www.ifhdh.ch/objekte/mehrgeschossig/gebhartstrasse-bern/ © Ingenieurbüro für Holzbau Daniel Hadorn

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Halle 58 Architekten: <http://halle58.jimdo.com/>

¹ Der Glasanteil an der gesamten Fassadenoberfläche beträgt ca. 45 %!

² C.U. Brunner, O. Humm (Hg.), 2010, S. 9 ff.

Patchwork – HausStandort: Müllheim, DBauherr: privatPlanung: Architekten Pfeifer, Roser, Kuhn, FreiburgFunktion: Wohnbau / ZweifamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2005Bruttogrundfläche: 396 m²Wohnfläche: 275 m²Baukosten: 480.000 €Low Tech: Sonnen-/Luftkollektoren-Gebäudehülle, Bauteilaktivierung und Speichermasse, räumliche Zonierung und Nutzungs-Verdichtung: Zweifamilienhaus mit verschränkter Nutzung

Das Patchwork-Haus wurde 2005 in einer Wohnsiedlung am Rande von Müllheim gebaut. „Es ist ein Gegenentwurf zum Konzept der hochgedämmten Gebäude, denn auf künstliche Dämmstoffe und komplexe Haustechnik wurde verzichtet. Stattdessen bilden Dachflächen und Seitenwände einen komplexen Luftkollektor. Die Giebelwände bestehen aus einschaligem Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen; die traufständigen Wände und die Dachflächen wurden in Massivholz in Brettstapelbauweise ausgeführt. ... Das Energiekonzept beruht auf der passiven Nutzung solarer Wärme über die Hüllflächen und der Speichermasse der Bauteile. Die solarthermischen Luftkollektoren vor den Holzbrettstapelelementen auf der West- und Ostseite des Gebäudes bestehen im Detail aus 6-Kammer-Polycarbonatplatten mit 16 cm Luftzwischenraum. Die Platten besitzen einen U-Wert von 1,15 W/m²K. Diesen Wert senkt im Winter die innenseitig stehende Luftschicht zusätzlich ab.

Die warme Luft aus den Luftkollektoren, sammelt sich im Dachspitz. Über einen Kanal des mehrzügigen Schornsteins befördert ein Ventilator die warme Luft zurück in die Erdgeschosshalle – Energiegarten getauft – und erwärmt dort die Luft. Die anliegenden Bauteile nehmen die Wärme mit ihrer Speichermasse auf. Die Zonierung, der zentrale Energiegarten und die Kollektorhüllflächen senken den Heizenergiebedarf so weit, dass eine Heizung als Bauteilaktivierung in den Betondecken ausreicht. ... Nach zehn Jahren, nach der Abnehmpflicht für das Nahwärmenetz, kann ein wasserführender Holzkaminofen die Bauteilaktivierung übernehmen. Zusätzlich sind in den beiden Dachspitzräumen Flächen und Installationen für Wasserkollektoren vorgehalten.

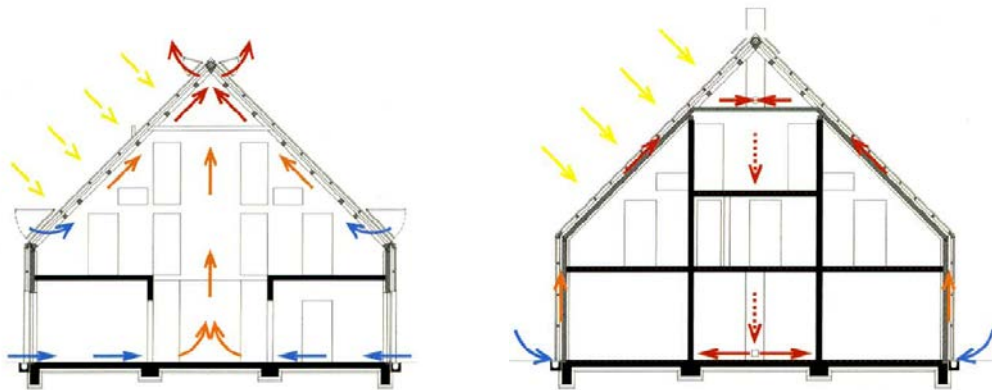
Im Sommer strömt die unerwünschte Warmluft von innen über sechs motorisch bewegte Dachfenster im Dachfirst nach außen. Der dadurch erzielte Unterdruck öffnet zugleich eine Rückschlagklappe im Sockelbereich der Luftkollektoren. Sie können zusammen mit der Regenrinne die Funktion einer Zuluftöffnung übernehmen. Die Regelung der Lüftung erfolgt von Hand durch die Bewohner. Auf eine elektronische Regelung wurde bewusst verzichtet.“ (http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Patchworkhaus-in-Muellheim_2331255.html, 13.10.2016)

FOTOS

Abb. 40 -41: Patchwork-Haus Müllheim, Ansicht, Innenraum,

Abb. 42 -43: Schema Energiefluss Sommer (li) und Winter (re).

Quellen: (Pfeifer 2010), <http://www.kul-architekten.de/index.php?id=25>, 13.10.2016

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS

Pfeifer, Günter (2010): „Patchworkshaus in Müllheim. Klimagerechte Architektur.“ In: zeno. Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, 2 (2010), S. 18–21.

Kuhn und Lehmann Architekten: <http://www.kul-architekten.de/index.php?id=25>

II.1.2.2 Bauen mit dem Wind / Natürliche Belüftung und Kühlung

Eine natürliche Belüftung der Innenräume vorzusehen bringt nicht nur ökologisch und energetisch positive Effekte, vielfach wird sie auch aus NutzerInnenperspektive als Möglichkeit zum direkten Kontakt mit der Umgebung eingefordert. Der Luftaustausch zwischen Innen- und Außenluft erfolgt konventionell über die Fensterlüftung. Eine darüber hinausgehende Optimierung des Luftaustausches und die Planung von Systemen zur natürlichen Lüftung erfordern hingegen eine genaue klimatische und nutzungsspezifische Analyse. Die natürliche Luftbewegung resultiert aus Druckunterschieden infolge von Temperaturdifferenzen. Eine natürliche Lüftung kann demzufolge entweder aufgrund von Wind oder thermischem Auftrieb erfolgen.

Natürliche Lüftung durch Windkräfte

„Die Windkräfte an Gebäuden entstehen durch die Strömungsverhältnisse, die wesentlich von klimatischen Bedingungen, Topografie und umgebender Bebauung beeinflusst werden und eine individuelle Analyse erfordern. Die Windanströmung verursacht bei Gebäuden immer Winddruck- und Windsogkräfte. Die Höhe und Verteilung dieser Kräfte wird durch die Höhe und Geometrie des Baukörpers beeinflusst. Bei hohen Gebäuden lassen sich über eine Doppelfassade mit entsprechenden Öffnungselementen die Windkräfte so steuern, dass über die innere Fassade eine freie Lüftung ermöglicht wird. Auch speziell geformte Bauteile können über Windbewegung Unterdruck erzeugen. Durch die Einbindung des Raumvolumens kann dadurch eine natürliche Entlüftung auch von großvolumigen Räumen (z. B. Ausstellungshallen, Atrien etc.) erfolgen. Werden die Sogkräfte gezielt in einen Abluftschacht übertragen, sind darüber mehrere angrenzende Räume ausreichend zu entlüften. Bei Anwendung dieser Prinzipien ist eine sorgfältige Planung der Nachströmöffnungen wichtig. Um Schwankungen von Temperatur- und Windverhältnissen auszugleichen, können Abluftschächte mit einer maschinellen Ventilation ergänzt werden, um einen dauerhaften Betrieb sicherzustellen.“ (Hegger et al. 2007a, S. 101)

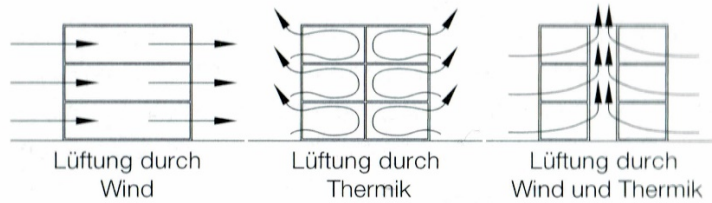
Natürliche Lüftung über Thermik

„Neben Windbewegung wird auch über den thermischen Auftrieb eine Sogwirkung hervorgerufen, die als Antriebsenergie zur Entlüftung eingesetzt werden kann. Die Stärke dieser Sogwirkung ist abhängig von der Temperaturdifferenz und der wirksamen Höhe. Daher eignen sich besonders hohe Gebäude für ein Lüftungskonzept über thermischen Auftrieb. Die bauliche Umsetzung kann dabei über drei Grundprinzipien erfolgen:

- Bei Gebäuden mit Doppelfassade kann der durch erhöhte Lufttemperatur im Zwischenraum induzierte thermische Auftrieb in das Lüftungskonzept eingebunden werden. Die Doppelfassade kann so z. B. im Sommer als Abluffassade zur Raumentlüftung dienen.
- Nach demselben Prinzip können verglaste Atrien für die Ablufführung eingesetzt werden. Aufgrund der entstehenden hohen Lufttemperaturen unter der Atriumverglasung (Wärmestau) ist eine Überhöhung des Atriums erforderlich, um eine thermische Belastung der oberen Räume zu reduzieren.
- Des Weiteren ist der thermische Auftrieb alternativ oder ergänzend als Antriebsenergie für eine Schachtentlüftung einsetzbar. Dieses System wird auch als 'Solarkamin' bezeichnet und wirkt durch die Integration in Dach oder Fassade mit seinen dunklen Absorptionsflächen gestaltprägend.“ (Hegger et al. 2007a, S. 101f)

FOTO

Abb. 44: Natürliche Lüftung, Schema, Quelle: (Hegger et al. 2007a)

**BEISPIELE**Windtürme und Windfänger

Im Persischen Golf und der Mittelmeerregion gehören Windtürme zu den Wahrzeichen klassischer Architektur. Windtürme oder Windfänger, wie sie auch genannt werden, sind massiv gebaute, einzeln stehende Türme oder als Gebäudeteile überhöhte turmartige Aufbauten. Durch die Möglichkeit damit Räume zu kühlen gelten sie als Vorläufer der Klimaanlage. Die Funktionsweise basiert rein auf Thermik, konkret auf der Tatsache, dass warme Luft aufsteigt, während kalte Luft aufgrund der höheren Dichte zu Boden sinkt. Lüftungsöffnungen, die ja nach Standort und Windverhältnissen unterschiedlich ausgerichtet sein können, „fangen“ die am Boden dahinstreifende oder vom Meer kommende „kühle Brise“ ein und leiten sie durch das Gebäude. Bei Windstille sorgt der Kamineffekt für den nötigen Luftaustausch. Die Hitze, die während des Tages in den massiven Wandteilen gespeichert ist wird in den Raum abgegeben und zieht nach oben hin ab. Dabei strömt durch Türen und Fenster gleichzeitig frische und kühle Luft nach. Unterstützt wird dieses Prinzip der natürlichen Kühlung häufig durch eine Kombination mit Wasserverdunstung. Dabei wird Luft aus dem Windturm durch einen feuchten Keller oder über wassergefüllte Becken geleitet. Das Wasser verdampft in der kühlen aber trockenen Luft und diese wird dadurch nochmal stärker gekühlt.

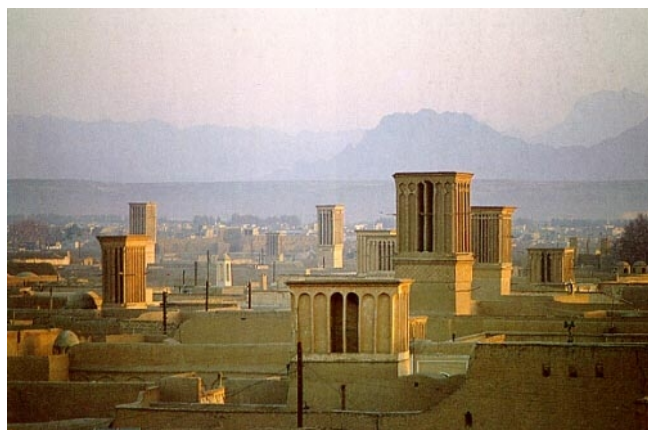
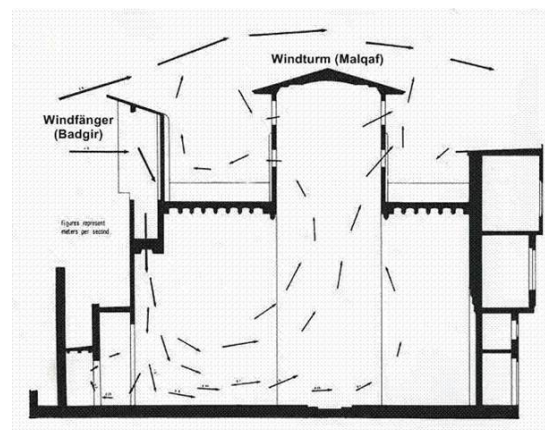
FOTOSAbb. 45: Yazd, eine der ältesten Städte des Iran inmitten der Wüste. Die historische Stadtsilhouette wird dominiert von Windtürmen und "Windfängern". Quelle: http://www.solaripedia.com/13/205/2095/wind_tower_yazd_city_view.html, © 2010 N. Kasraian.

Abb. 46: "Qa'a" Empfangshalle in einem Haus mit einem Windturm (Malqaf) und Windfänger (Badgir). Quelle: lrz-muenchen.de



Infos / LINKS:

Mahnaz Mahmoudi Zarandi (Qazvin Islamic Azad University) (2009): „Analysis on Iranian Wind Catcher and Its Effect on Natural Ventilation as a Solution towards Sustainable Architecture (Case Study: Yazd).“
 In: International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 3 (2009), pp. 667–673. Online im Internet: <http://waset.org/publications/11631>.

La maison coloniale / tropicale

Standort: Brazzaville, Kongo

Bauherrschaft: k. A.

Planung: Jean Prouvé

Funktion: Bildungs- und Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 1949

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

Low Tech: Raumklimatisierung mittels natürlicher Durchlüftung

„Das Projekt ‘Maison coloniale’ bzw. ‘Maison tropicale’ wurde von Jean und Henri Prouvé als energieautarke bauliche Struktur für extrem tropisches Klima konzipiert. Wie beim Robie House von Frank Lloyd Wright erzeugt eine Raumzone um den zentralen Funktionsbereich herum ein ‘Mikroklima’. Bei Prouvé ist diese Zone zusätzlich durch eine vorgesetzte ‘poröse’ Hülle und nicht nur durch ein weites Vordach geschützt. Beim Be- und Entlüftungsprinzip wird – analog dem American Woman’s Home von Catherine Beecher von 1869 – die tendenziell kühlere Luft unter dem Gebäude für die natürliche Durchlüftung benützt. Durch die thermische Kaminwirkung mittels einer Entlüftungsklappe, die über die gesamte Firstlänge des Daches reicht, wird die verbrauchte Luft abgezogen.“ (Pfammatter 2012, S. 227)

FOTOS

Abb. 47: ‘Maison tropicale’ Jean Prouvé, Quelle: <http://blog.idees.fr/2012/08/09/cet-ete-faites-un-detour-par-nancy-rien-que-pour-prouve/maison-tropicale-prouve/>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

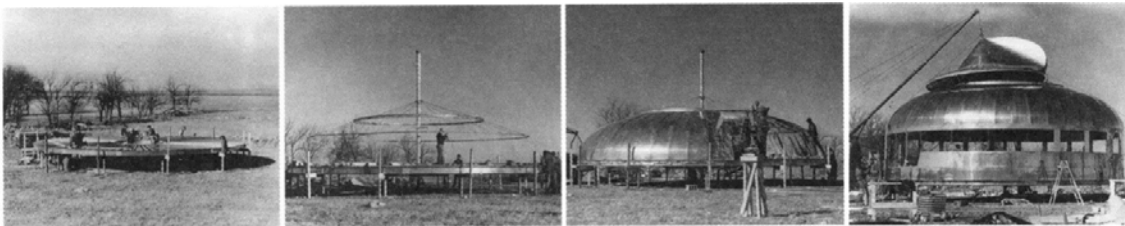
Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Wichita Dymaxion HouseStandort: USABauherrschaft: William GrahamPlanung: R. Buckminster FullerFunktion: Wohnbau / EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 1946Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: 3.700 US\$ (3.400 €)Low Tech: reguliertes Raumklima durch Luftkreislauf und natürlicher Durchlüftung

„Auf dem Scheitel des Wichita House dient ein drehbarer Windfänger der natürlichen Durchlüftung. Analog aerodynamischer Designstrukturen '... wurde offensichtlich, dass ein Ventilator entworfen werden könne, der sich an der Gebäudespitze dreht, um den Unterdruck zu bündeln. ... Der Ventilator war das Zentrum einer Reihe von Annahmen und aus Windkanalversuchen, bis ein funktionierender Entwurf mit minimiertem Luftwiderstand erarbeitet war, während gleichzeitig der Unterdruck mittels eines Leitungssystems einen Luftstrom aus dem Gebäude heraussaugen sollte – mit dem Ziel eines geregelten Luftkreislaufs, des Entstaubens von Böden, der Entlüftung von Küche, Badezimmer usw.³ Wie bei Prouvé stellt auch dieses Projekt ein umweltbezogenes Gesamtsystem dar, welches ein reguliertes Raumklima anstrebte, ohne komplexe technische Installationen zu benötigen.⁴“ (Pfammatter 2012, S. 207)

FOTOS

Abb. 48, 49, 50, 51: Wichita Dymaxion House, Konstruktionsablauf, Quelle:

<http://b2dymaxionhouse.blogspot.co.at/p/mass-production.html>, © Estate of R. Buckminster FullerPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

The Dymaxion House: <http://b2dymaxionhouse.blogspot.co.at/p/home.html>³ Zit. Nach: J. Krausse, Cl. Lichtenstein (Hg.), 1999, S. 244⁴ J. Krausse, Cl. Lichtenstein (Hg.), 1999, S.238 ff.; M. Pawley (Hg.), 1990, S. 95 ff.

National Assembly for WalesStandort: Cardiff, WalesBauherr: National Assembly for WalesPlanung: Rogers Stirk Harbour + PartnersFunktion: Dienstleistungsgebäude (Parlamentsgebäude)Errichtung / Fertigstellung: 2005Bruttogrundfläche: 5.308 m²Baukosten: £ 41 Mio (48.919.000 €)Low Tech: Windgestützte Lüftung, Atrium

“Um die 100-jährige Lebensspanne in den klimatisch anspruchsvollen maritimen Umfeld der Cardiff Bay sicherzustellen, wurden natürliche Materialien wie Holz, Schiefer und Stein mit positiver Lebenszyklusbilanz gewählt, ergänzt um Beurteilungen zur Wertigkeit, Lebensdauer und Wartungsfreundlichkeit sämtlicher Bauteile. Der umwelttechnische Ansatz umfasst natürliche Belüftung, maximale Tageslichtnutzung, Erdwärmetauscher mit angeschlossener Wärmepumpe, Biomasse-Brennkessel. Regenwassersammlung und intelligente Steuerungstechnik. Als Teil der passiven Lüftungsstrategie wurde eine maßgefertigte 6 m große Windkappe über dem Plenarsaal angebracht, die verbrauchte Luft abzieht und Frischluft in den Saal einleitet. ... Das auf den großen Dach gesammelt Regenwasser wird in einem Regenwassertank gespeichert und weiterverwendet. In den meisten Bereichen ist Tageslicht die Hauptquelle.“ (Arch + 2007, S. 61ff)

FOTOS

Abb. 52 -53: National Assembly for Wales, Quelle: <http://www.rsh-p.com/projects/national-assembly-for-wales/>, © Edmund Sumner, Andrew Holt

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Arch + (Hrsg.): (2007): „Walisische Windhaube.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 60–63.

Rogers Stirk Harbour + Partners: <http://www.rsh-p.com/>

Umweltbundesamt DessauStandort: Wörlitzer Platz 1, 06842 Dessau, DeutschlandBauherrschaft: Bundesrepublik DeutschlandPlanung: Sauerbruch HuttonFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 2005Bruttogrundfläche: 38.157 m²Baukosten: ca. 68 Mio. €Low Tech: Atrium: Thermische Pufferzone und natürliche Konvektion über das Atrium, Tageslichtplanung, Tageslichtsysteme, Optimierte Beleuchtung, Energetische Betriebsoptimierung

„Das Konzept wurde während der konkreten Planungen mehrfach optimiert, weiterentwickelt und, wo dem Einsatz ausgefeilter Techniken zu hohe Investitionskosten entgegenstanden, auf Low-tech-Lösungen zurückgefahren. Im Ergebnis zeigt der Bau nun eine Zusammenstellung verschiedener Komponenten, zuvorderst die durch die kompakte Gebäudeform minimierte, hoch gedämmte Gebäudehülle – eine mit Zelluloseflocken ausgefüllte Holzkonstruktion mit hoher Luftdichtigkeit. Das lang gestreckte Atrium dient zugleich als thermische Pufferzone und als Konvektionskamin für die natürliche Lüftung. Zur Nachtauskühlung wird die Öffnung von Lüftungsklappen in den Büros zentral gesteuert und die Luft durch natürliche Konvektion über das Atrium abgeführt. Dessen Glasdach wird teils mit einem beweglichen textilen Sonnenschutz, teils durch feste Fotovoltaik-Elemente verschattet. Solarkollektoren sollen den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergiebedarf auf 15 bis 20 Prozent anheben.“ (Text: Achim Geissinger, www.nextroom.at/building.php?id=18759, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 54 -55: Umweltbundesamt Dessau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=18759, © Annette Kisling, © Jochen Helle/ ARTUR IMAGES

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

db deutsche bauzeitung 06 (2006): Balthasar-Neumann-Preis 2006. Leinfelden-Echterdingen: Konradin Medien GmbH (= db deutsche bauzeitung).

architektur.aktuell 11 (2005): life vs. style. Wien: SpringerWienNewYork (= architektur.aktuell).

Archithese (2005): Was ist Schönheit. Zürich: niggli Verlag (= Archithese).

A10 - new European architecture 04 (2005): Amsterdam: A10 Media BV (= A10 - new European architecture).

The Architectural Review 07 (2005): Thinking Green. London: EMAP (= The Architectural Review).

Schwarz, Ullrich (Hrsg.): (2002): Neue Deutsche Architektur. Eine Reflexive Moderne. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz.

Sauerbruch Hutton: <http://www.sauerbruchhutton.de/>

Bürogebäude RWS TerneuzenStandort: Terneuzen, NiederlandeBauherrschaft: RWS Governmental sea and river control agencyPlanung: opMAAT, DelftFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 2000Bruttogrundfläche: 1.750 m²Baukosten: 3.112.880 €Low Tech: Ventilative Kühlung, Maximierung von passive Design-Strategien, z.B. Atrium unterstützt passives Gebäudekonzept für Tageslicht und Lüftung, ... Dachbegrünung, Wiederverwendung von Material (z.B. recyceltes Holz für Fassadenverkleidung etc.)

„This office building in Terneuzen has been in use since 2000 and is one of the most sustainable office buildings in The Netherlands. The building has a triangular shape with an atrium in the middle. The atrium contains several functions such as a canteen, meeting places, printing facilities, etc. and has an excellent inviting informal atmosphere.

Many of the building's materials are reused waste materials such as old mooring posts (for facade cladding, stairs, etc.) and old basalt blocks. The main building structure is made out of wood and many other materials are recycled and renewables such as loam stone, cellulose insulation from old newspapers, natural paints, etc.

The building is naturally ventilated. A heat pump extracts the heat from the canal water to heat the building through floor and wall heating. The PV panels on top of the atrium also function as blinds. Solar panels produce warm water. The building has its own waste water treatment in the form of a constructed wetland (helophytenfilter), the treated water is used for toilet flushing. By making a green roof and minimising hard surface around the building, all rain water is buffered or infiltrated. Because of these measures, a sewerage connection was not necessary.“
(<http://resourceculture.de/articles/office-building-rws-terneuzen>, 24.10.2016)

FOTOS

Abb. 56 -57: Bürogebäude RWS Terneuzen, Quelle: www.resourceculture.de/articles/office-building-rws-terneuzen, © opMAAT

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

IEA-EBC Annex 62: Ventilative Kühlung, <http://venticool.eu/iea-ecbcs-annex-62-ventilative-cooling/>;
http://cordis.europa.eu/project/rcn/51099_fr.html

ASO4 KarlhofschuleStandort: LinzBauherrschaft: Immobilien LinzPlanung: grundstein (Michael Wildmann, Irene Prieler), Helmut SiegelFunktion: Bildungsgebäude (Schule)Errichtung / Fertigstellung: 2009Bruttogrundfläche: 2.484 m²Baukosten: 5.0 Mio. €Low Tech: Reduziertes / Nutzungsangepasstes (Nacht)lüftungskonzept

„Im Sommer sorgt ein ausgeklügeltes Nachtlüftungskonzept für nächtliche Abkühlung an heißen Tagen. Statt die Lüftungsanlage auf Dauerbetrieb mit Strom zu betreiben sorgen eigens entwickelte Lüftungsflügel in den Klassen für eine Kühlung des Gebäudes während der Nachtstunden durch die Ausnutzung natürlicher physikalischer Phänome (Kamineffekt). Die einströmende Luft wird im Stiegenhaus über die Brandrauchentlüfter wieder abgeleitet. Die Fenster selber werden händisch geöffnet. Wetter-, Einbruch- und Absturzsicherung wird durch eine Lamellenkonstruktion gewährleistet, die nur von der Feuerwehr mittels eigenen Schlüssels geöffnet werden kann und damit auch Teil des Fluchtwegekonzeptes ist. Die für dieses Konzept notwendigen Speichermassen werden über den Altbestand einerseits und über die Holz-Beton-Verbunddecke andererseits abgedeckt.“ (http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/bestpractice/odm_2012-10.html, 10.10.2016)

FOTOSAbb. 58: ASO4 Karlhofschule, Quelle: <http://www.grundstein.cc/> © Dietmar TollerianPUBLIKATIONENGrundstein: <http://www.grundstein.cc/>

Windkraft Simonsfeld, Ernstbrunn, NiederösterreichBauherr: Windkraft SimonsfeldPlanung: Architekt Georg W. Reinberg, Architekturbüro Reinberg ZTGesmbHErrichtung / Fertigstellung: 2014Funktion: Büro und VerwaltungBruttogrundfläche: 1.560 m²Baukosten: k. A.Low Tech: Windgestützter Belüftung, Belichtung- und Tageslichtkonzept, passive Elemente: Kühlung, Solarnutzung, Feuchteregulierung, Speicherwände etc.

„Das Energiekonzept agiert zunächst – betriebskostensparend – passiv: gute Wärmebewahrung durch hohe Dämmung, beste Gläser, gute Details, Luftdichtigkeit, Sommernachtkühlung, Beschattung, Belüftung, passive Solarnutzung im Winter. Sofern im Weiteren mechanische Unterstützung nötig ist, erfolgt der Betrieb dieser Mechanik unterstützt durch Windkraft. Erst dann, wenn die Windkraft nicht mehr direkt einsetzbar ist (Wasserpumpe bei Windstille oder mechanische Belüftung bei zu wenig Wind) erfolgt der Betrieb dieser mechanischen Geräte mit Hilfe von Strom. Eine massive lehmverputzte Speicherwand (Beton) samt Stiege und der obere Gangbereich sowie Steinböden in der Halle ermöglichen die passive Solarnutzung und die passive Nachtkühlung (ausreichend Speichermasse). Innenseitig mit Lehmputz versehene Holz-Außenwände ergänzen dieses Konzept. Damit kann die Technik auf ein Minimum reduziert werden bzw. kommt minimiert zum Einsatz. Die üppige Bepflanzung im Innenbereich (Pflanzenbecken) unterstützt die Feuchteregulierung, wirkt schallhemmend und ist staubbindend.“ (<http://www.reinberg.net/architektur/270>, 26.09.2016)

FOTOS

Abb. 59, 60, 61, 62: Bürohaus Windkraft Simonsfeld, Baudetails der passiven Kühlung: Windgestützte Ventilatoren am Dach, Pflanzenbecken im Innenbereich unterstützen die Feuchteregulierung, passive Nachtlüftung durch massive lehmverputzte Speicherwände (Beton), Steinböden und Lüftungsklappen. Quelle: <http://www.reinberg.net>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:Architekturbüro Reinberg ZTGesmbH: <http://www.reinberg.net>

Lechner, Robert u. a. (2014): NACHHALTIGES BAUEN IN ÖSTERREICH. tatsächlich & nachweislich. Wien: Österreichisches Ökologie-Institut in Kooperation mit IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (= Weißbuch 2015).

Netto-Plus-Energie-HausStandort: Stuttgart, DeutschlandBauherrschaft: Solar Decathlon 2010Planung: Hochschule für Technik StuttgartFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2010Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Raumkonditionierung mit „Umweltressourcen“

„Ein weitgehender Ansatz für ein ‚bewohnbares Kleinkraftwerk‘ lieferte das Studentenprojekt ‚home+‘, das im Maßstab 1:1 gebaut wurde. Ein modulierter Quader und eine geschichtete Hülle, welche alle gebäudetechnischen Leistungen übernimmt, bilden die Basis des Konzepts. Die Fugen zwischen den Hüll-Modulen ‘... dienen der Belichtung, der Belüftung, der Vorwärmung im Winter und der passiven Kühlung im Sommer. Eine besondere Rolle spielt dabei der gestalterisch und räumlich prägende Energieturm, der im Zusammenspiel von Wind, Verdunstungskälte und thermischem Auftrieb die Belüftung und Kühlung der Zuluft des Gebäudes übernimmt, ohne dabei Strom für den Lufttransport oder die Kühlung zu benötigen. Dabei bedient er sich der Grundprinzipien traditioneller lokaler Vorbilder, wie der Windtürme im arabischen Raum und der in Spanien weitverbreiteten Patios.⁵“ (Pfammatter 2012, S. 230)

FOTO

Abb. 63: Home +, Solar Decathlon Europe 2010, Quelle: <https://www.hft-stuttgart.de/Aktuell/StudentischeProjekte/Studiengangsberegreifende-Projekte/SolarDecathlon/de> © Prof. Dr. Jan Cremers

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Hochschule für Technik Stuttgart: <https://www.hft-stuttgart.de/>

⁵ Zit. James Cremers, in: Fassade/Facade, No 3, 2010, S. 5.

Ventilative Kühlung (IEA-EBC Annex 62)

„Im österreichischen Beitrag zum IEA-EBC Annex 62 werden die Möglichkeiten zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und zur Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten von Ventilativer Kühlung erforscht. Ziel des Projekts ist die Verbesserung von Energieeffizienz und Komfort, sowohl für Neu-bauten als auch Sanierungen, mit besonderem Fokus auf Gebäude im Nearly Zero Energy Building (NZEB) - Standard.

Die aktuelle Entwicklung hin zu Nahezu Nullenergie Gebäuden (Nearly Zero Energy Buildings NZEBs) stellt die Gebäudeplanung vor neue Herausforderungen. Eine davon ist der steigende Bedarf an Kühlung in den notwendigerweise hochwärmegeprägten und luftdichten Gebäuden. Ergänzend zu einer Beschränkung innerer und solarer Lasten kann ventilative Kühlung eine kostengünstige und energieeffiziente Maßnahme zur Begegnung dieses Kühlbedarfs und zur Herstellung eines qualitätsvollen Innenraumkomforts sein.“ (IEA-EBC Annex 62: Ventilative Kühlung, <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/ebc/iea-ebc-annex-62.php>, 12.10.2016)

Eine umfangreiche Sammlung internationaler Best Practice Beispielen ist über die zugehörige „Database“ zugänglich: Ventilative Cooling Application Database (<http://venticool.eu/annex-62-publications/ventilative-cooling-application-database/>, 12.10.2016)

II.1.2.3 Klimafassaden und natürliche Lüftung von Hochhäusern

Zur natürlichen Belüftung benötigt es eine Antriebskraft die ermöglicht Luftströme per Druck oder Sog durch ein Gebäude hindurchzuführen. Dazu lassen sich durch Thermik und Wind induzierte Druckdifferenzen an der Gebäudehülle nutzen. Diese Form der Außenströmung zur natürlichen Belüftung eignet sich bei niedrigen oder extrem hohen Gebäuden, Gebäuden mit geringer Tiefe oder extrem tiefer Gebäude. In der Planung gilt es das lokal vorherrschende Strömungsgeschehen rechtzeitig zu analysieren: „Infolge baulicher Randbedingungen und des Gebäudestandorts weichen die sich an Fassaden einstellenden Strömungsverhältnisse stark voneinander ab. Erschwerend kommt hinzu, daß die Auslegung und Planung entsprechender Gebäude oder Stadtstrukturen nicht nur strömungstechnisch erfolgen, sondern auch akustische und brandschutztechnische Erfordernisse sowie Immissionssituationen berücksichtigt werden müssen.“ (Daniels 2000, S. 111f) Mittels Computersimulation ist es mittlerweile möglich den Strömungsverlauf an der Fassade unter verschiedenen Einflußfaktoren und deren Wirkungen zu analysieren. Stimmige Vorhersagen sind aber nach wie vor – ähnlich der bei Wettervorhersagen auftretenden Problematik – schwierig zu treffen (Daniels 2000).

BEISPIELE

Polyvalente Wand

Standort: Konzept

Bauherrschaft: nicht realisiert

Planung: Mike Davis

Funktion: Büro und Verwaltung, Wohnbau etc.

Errichtung / Fertigstellung: 1981

Bruttogrundfläche: k. A.

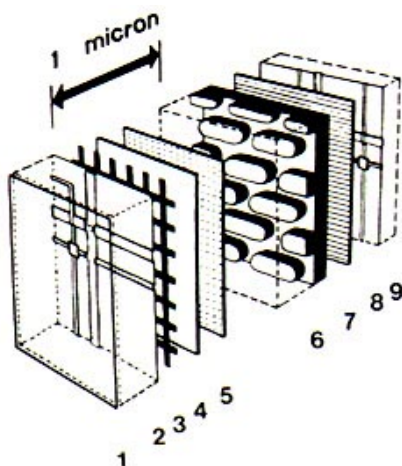
Baukosten: k. A.

Low Tech: kybernetisches Wandsysteme, dass sich Umweltbedingungen anpasst und auf Veränderungen reagiert

„Die Polyvalente Wand funktioniert wie die Haut eines Chamäleons, die sich ständig anpasst, um im Innern die bestmöglichen Bedingungen zu erzielen. Eine solche Wand, die als ein multifunktionales Element wirkt und gleichzeitig Absorber, Reflektor, Filter und Übertragungsmechanismus ist, erfordert dezentrale mikrobiologische und sensorische Knotenpunkte in Verbindung mit einem Steuerungsprozessor, der über die notwendigen Informationen über Einsatzpläne, Gewohnheiten und Umweltwünsche der Benutzer verfügt. Auf diese Weise können die Gebäudenutzung, die Leistung der Gebäudehaut und die äusseren und inneren Umweltbedingungen optimiert werden, um die günstigste Energiebilanz und den grössten Komfort zu gewährleisten – ein sich ständig weiterentwickelndes kybernetisches System.“ (Mike Davies: Eine Wand für alle Jahreszeiten. In: Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Nr. 104, 1990, 49)

FOTOS

Abb. 64: MIKE DAVIES, Vorschlag für eine "polyvalente Wand" (1981),
Quelle: <http://www.tfischer.de/candy/theorie/lifofa/lifofa2.html>



- 1 Silikat-Wetterhaut und Schichtenträger
- 2 Sensor- und Steuerungslogik Außen
- 3 Photoelektrisches Gitter
- 4 Wärmestrahlende Schicht / Selektiver Absorber
- 5 Elektroreflektierende Schicht
- 6 Feinporige gasdurchströmte Schicht
- 7 Elektroreflektierende Schicht
- 8 Sensor- und Steuerungslogik innen
- 9 Silikat-Innenhaut und Schichtenträger

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Nr. 104, 1990

Haselsteiner, Edeltraud (2011): plusFASSADEN. Internationaler Know-how- und Wissenstransfer über „intelligente Fassadensysteme“. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften).

Plusenergiehaus SchmallenbergStandort: 57392 Schmallenberg, DBauherr: privatPlanung: Horst HöflerFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2006Bruttogrundfläche: 148 m² (Wohnfläche)Baukosten: 195.000 €Low Tech: Thermoaktive Klima-Pufferfassade mit adiabter Kühlung, Wintergarten als Pufferzone etc.

„Über Luftklappen an der Fassade kann durch den thermischen Auftrieb im Fassadenzwischenraum natürlich be- und entlüftet werden. Dieser Lüftungseffekt lässt sich im Sommer verstärken, wenn kühlere Luft als die Umgebungsluft im Fassadenzwischenraum von unten nach oben zirkuliert. Möglich wird dies mittels adiabater Kühlung, bei der Wasser am unteren Rand der Fassade (z.B. in einem umlaufenden Wassergraben) verdunstet und die über den Kamineffekt einströmende Luft kühlt. Im Bereich der Sanierung kann die Pufferfassade zur nachträglichen Verbesserung der thermischen Eigenschaften der Außenhülle eingesetzt werden, ein aufwendiges, aber effektives Verfahren.“
(Kraft ; von Mende 2007, S. 48f)

FOTOS

Abb. 65: Plusenergiehaus Schmallenberg, Quelle: <http://www.heinze.de/architekturobjekt/energie-plus-haus-in-schmallenberg/10024115>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Kraft, Sabine ; von Mende, Julia (2007): „Performing Buildings.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 42–51.

Karmeliterhof GrazStandort: 8010 Graz, SteiermarkBauherrschaft: LIG SteiermarkPlanung: LOVE architecture and urbanismFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 2011Bruttogrundfläche: 10.522 m² (Neubau 2790m² A1+A2)Baukosten: 8,3 Mio. € (Kosten pro m² BGF: 789 €)

Errichtungskosten (Kostenbereich 1-9 ÖN B 1810) 10.102.020,08 €

Gesamtbaukosten (Kgr.200-700 DIN 276) einschl. MwSt. 9.758.000,00 €

Low Tech: Natürliche Durchlüftung durch Kasten-Doppelfassade; Vermeidung sommerlicher Überwärmung

„Die Klimafassade: Technisch betrachtet handelt es sich bei der Fassade um eine Kasten-Doppelfassade mit einer fixverglasten Front aus Sonnenschutzglas und einen umlaufenden Rahmen, der am Fußpunkt und an den Seiten Lüftungsöffnungen aufweist. Zum Innenraum hin sind Schiebetüren angebracht, die den eigentlichen Raumabschluss herstellen. Durch die in der Nacht offenen Schiebetürflügel ergibt sich ein natürlicher Luftaustausch, der durch eine mechanische Nacht-Entlüftung der Räume unterstützt wird und zu einer sehr effektiven Abkühlung der Räume führt. In der Praxis hat sich gezeigt, dass es zu keiner sommerlichen Überwärmung mehr kommt und über den ganzen Tag ein sehr angenehmes Arbeitsklima herrscht. Zusätzlich wird die Doppelfassade als Wintergarten verwendet und von den Nutzern mit Pflanzen ausgestattet. Auch im Winter verbessert die Doppelfassade die Energiebilanz durch Nutzung des Sonnenwärmeeintrages tagsüber und durch verminderten Wärmeverlust in der Nacht.“ (Text: Herwig Kleinhapl, www.nextroom.at/building.php?id=34574, 19.07.2016)

FOTOSAbb. 66: Karmeliterhof Graz, Klimafassade, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34574, © Gerhard Hagen/poolimaPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:LOVE architecture and urbanism: <http://www.love-home.com/>»»» [SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I](#) «««

GSW-Hauptsitz, Neu- und ErweiterungsbauStandort: Berlin, DeutschlandBauherrschaft: GSW BerlinPlanung: Sauerbruch HuttonFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 1999Bruttogrundfläche: 50.000 m²Baukosten: k. A.Low Tech: „Low Tech“ Klimatisierung, Konvektionsfassade

„Nicht weniger interessant ist das auf einer ‚Low-Tech-Konzeption bezüglich Heizung, Lüftung und Belichtung‘ beruhende energetische Programm. Es wird für die Betrachter vor allem in der doppelschichtigen Konvektionsfassade des Glashochhauses sichtbar: In dieser steigt die durch die Sonneneinstrahlung erhitzte Luft auf, saugt - vereinfacht formuliert - eine Brise von der sonnenabgewandten Seite her durch das Gebäude und kühlt und belüftet so die Büros ganz natürlich. Als Zeichen dieser sanften Klimatisierung und als direkter Sonnenschutz der Arbeitsplätze fungieren die an der Westfront zu Dreiergruppen in den Farben Gelb bis Bordeaux angeordneten Lamellen aus Lochmetall, die individuell verstellt werden können.“ (Text: Roman Hollenstein, www.nextroom.at/building.php?id=1701, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 67: GSW-Hauptsitz - Neu- und Erweiterungsbau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=1701, © Reinhard Görner/ ARTUR IMAGES, © Roland Halbe/ ARTUR IMAGES

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Sauerbruch Hutton: <http://www.sauerbruchhutton.de/>

»»» [SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I](#) «««

Wohnblock Square MozartStandort: Paris, FrankreichBauherrschaft: k. A.Planung: Jean ProuvéFunktion: WohnbautenErrichtung / Fertigstellung: 1954Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Klimafassade mit natürlicher Durchlüftung

„Die von Jean Prouvé konzipierte und konstruierte Fassade des Wohnblocks am Square Mozart in Paris ist eine ‚atmende Haut‘, die auf die wechselnden Umwelt- und Klimabedingungen, aber auch auf die individuellen Raumklimabedürfnisse der Bewohner reagieren kann. Sie ist in ständiger Bewegung und verändert ihr Gesicht ununterbrochen. Dazu tragen zwei Hüllensysteme bei. Die innere Rahmenkonstruktion jedes Öffnungsmoduls ist fix und bildet die Konstante im systemischen Zusammenspiel. Die äussere Haut ist schieb- und klappbar und eignet sich für variable Zustände: geschlossen, geschlossen und gelüftet, halb offen, ganz offen, offen und sonnengeschützt usw. Wichtig ist dabei das Zusammenspiel der beiden ‚Klima-Häute‘, denn auch bei geschlossenem Zustand muss die natürliche Lüftung funktionieren.“ (Pfammatter 2012, S. 233)

FOTO

Abb. 68: Wohnblock Square Mozart, Quelle:

www.architecturedesignprimer.wordpress.com/2012/11/07/windows-light-view-air/prouve-square-mozart/

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Menara Mesiniaga / IBM TowerStandort: Kuala Lumpur MalaysiaBauherrschaft: k. A.Planung: Ken YeangFunktion: BürogebäudeErrichtung / Fertigstellung: 1998Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: klimatischen Konditionierung der Raum- und Nutzungssysteme mittels Umweltenergie

„Eco Design‘ wurde nicht erst von Ken Yeang oder Richard Rogers erfunden, sondern repräsentiert eine Denkschule, die unterschiedlichen Dimensionen und die Vielfalt der Kulturen berücksichtigt, um nachhaltige Entwicklungen zu befördern. Aber Ken Yeang und Richard Rogers gehören zu den ersten, die theoriebildende Ansätze formulierten und sie auch praktisch umsetzen. ... Unter dem Theorem ‚biointegration of our built environment with the natural environment‘ versteht Ken Yeang die Entwicklung eines dynamischen und integrativen Wechselverhältnisses von baulichen und natürlichen Systemen: Berücksichtigung und Optimierung der passiven und aktiven Benützung natürlicher Ressourcen wie Sonne, Wind, Temperaturunterschiede, Feuchtigkeit usw. zur klimatischen Konditionierung der Raum- und Nutzungssysteme. Zugleich werden auch gebäudetechnische Outputs ins System der Natur wie Erwärmung, Beschattung der Umgebung, schädliche Emissionen, Beanspruchung des natürlichen Territoriums und Raumes, Biodiversität u.v.m. berücksichtigt. Eine wichtige Voraussetzung für ‚sustainable building design‘ ist die präzise Umwelt- und Klimanalyse. Diese betrifft den Standort in einer der globalen Klimazonen, die Mikrobedingungen, die massgebend sind für Lage und Ausrichtung des Gebäudes, die Raum- und Nutzungsdisposition bezüglich Sonnenschutz und solarer Energie, Windschutz und Windkraft sowie die Konstellation der Leistungsschichten in der Gebäudehülle im Austausch mit der Umweltdynamik.⁶“ (Pfammatter 2012, S. 216)

FOTOAbb. 69: Menara Mesiniaga / IBM Tower, Quelle: www.archnet.org/authorities/380/sites/957, © archnetPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Ken Yeang: <http://www.hamzahyeang.com/>

⁶ K. Yeang, 2008; D.U. Hindrichs, K. Daniels (Hg.), 2007; D. Gissen (Hg.), 2002, S. 76 ff., S. 106 ff.; J. Zukowsky, M. Thorne (Hg.), 2000, S. 78 ff.; K. Yeang, 1994.

Firmensitz AVAX

Standort: Athen, Griechenland

Bauherr: Bauunternehmen Avax

Planung: Meletitiki / A.N. Tombazis mit Nikos Fletoridis, Athen

Funktion: Büro und Verwaltung

Errichtung / Fertigstellung: 1998

Bruttogrundfläche: 3.050 m²

Baukosten: 367.647 €

Low Tech: Doppelhaut zur Regulierung der Solargewinne; Natürliche Belüftung und Belichtung; Nutzung der thermischen Trägheit der massiven Elemente; Kältespeicherung

„Die Hauptfassade verfügt über eine zweite „intelligente“ Fassade, die das Licht filtert, um den Raumkomfort zu optimieren. ... Die schmale Form des Gebäudes, dessen Büros 3 m tief sind, erlaubt eine optimale Zufuhr des Tageslichts. Die „intelligente“ Fassade bildet ein Filter, das sich je nach Temperatur und Sonneneinstrahlung automatisch verändert. ... Ein System zur natürlichen Belüftung reduziert den Bedarf an Klimatisierung. Tagsüber wird die Sonneneinstrahlung durch die „intelligente“ Fassade gefiltert, und die von der künstlichen Beleuchtung abgegebene Wärme ist minimal. ... Abhängig von den Raumbedingungen filtert die „intelligente“ Fassade das Licht und reguliert so die Auswirkungen der Sonnenzufuhr auf die Temperatur und die Büobelichtung.“ (Gauzin-Müller 2002, S. 226ff)

FOTOS

Abb. 70: Firmensitz AVAX, Quelle: http://www.new-learn.info/packages/euleb/en/p19/index_01.html

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Gauzin-Müller, Dominique (2002): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.

<http://www.new-learn.info/packages/euleb/en/home/index.html>

II.1.2.4 Tageslicht

Tageslicht nützen

Tageslicht ist nicht nur wichtig für die Behaglichkeit in Innenräumen, es steuert auch eine Reihe von Körperfunktionen, regt den menschlichen Kreislauf an und beeinflusst somit erheblich die Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz.

Einen optimalen Tageslichteintrag ermöglichen waagrecht liegenden Verglasungsflächen oder Öffnungen. Das heißt die Belichtung erfolgt von oben beziehungsweise über die Decke. Diese Form der Belichtung ist aber nur bei eingeschossigen Gebäuden möglich, oder, wie mittlerweile häufig angewendet, über mehrere Geschosse reichende offene Stiegenhäuser und Atrien. Historisch betrachtet, wurde dieses Konzept bereits früher in dicht verbauten städtischen Gebieten in Form der „Lichtschächte“ angewendet. Schmale, nur ein bis zwei Quadratmeter große Flächen wurde bis oben zu frei gelassen um in hinteren Gebäudetrakten die Räume zumindest notdürftig mit Licht und der Möglichkeit zur Durchlüftung zu versorgen.

„Tageslicht besitzt einen gerichteten und einen ungerichteten (diffusen) Anteil. Je nach Standort differieren diese Anteile erheblich. Tageslicht kann transmittiert, absorbiert, reflektiert und gebrochen werden. Grundsätzlich gilt, dass diffuse Strahlung eine bessere Ausleuchtung von Räumen bewirkt, gerichtete Strahlung hingegen über additive Elemente gezielt in die Tiefe des Raums gelenkt werden kann. Ein wichtiger Kennwert für die quantitative Tageslichtbewertung eines Raums ist der Tageslichtquotient (Daylight Factor). Er beschreibt das Verhältnis zwischen der Beleuchtungsstärke einer horizontalen unverschatteten Fläche im Freien bei bewölktem Himmel zur Beleuchtungsstärke einer horizontalen Fläche im Raum meist 0,85 m über dem Fußboden. Von Bedeutung für die visuelle Behaglichkeit ist neben der Höhe der Beleuchtungsstärke auch die Vermeidung von Blendung durch hohe Kontraste. Die Beurteilung über eine gleichmäßige Ausleuchtung eines Raums kann durch das Verhältnis der maximalen und minimalen Werte des Tageslichtquotienten erfolgen. Ihr Wert sollte bei Fassadenbelichtung nicht größer als 1:6, bei Dachverglasungen nicht höher als 1:2 sein. Für Gebäude mit konkreten Anforderungen an die Beleuchtungsstärke (z. B. Büroarbeitsplätze) kann über den Tageslichtquotienten für einen bestimmten Punkt das Maß an ‘Tageslichtautonomie’ bestimmt werden. Dieser Wert beschreibt in Prozent den Anteil eines typischen Nutzungszeitraums, in dem die Beleuchtungsanforderung ausschließlich über Tageslicht sichergestellt ist. Obwohl allgemeingültig einsetzbar, findet dieser Quotient nur im Bürobau Anwendung und bezieht sich dort auf die typische Arbeitszeit (wochentags, 8-18 Uhr). Bürogebäude sollten im Mittel über einen Tageslichtquotienten von 3% verfügen (ergibt ca. 50% Tageslichtautonomie für Büroarbeitsplätze). Da für Wohnräume keine definierten Vorgaben für Beleuchtungsstärken vorliegen, ist die Ermittlung einer Tageslichtautonomie hierfür nicht möglich. Eine ausreichende Beleuchtung liegt für einen einseitig belichteten Wohnraum dann vor, wenn der Tageslichtquotient in der Raummitte und 1 m vor den beiden Seitenwänden im Mittel mindestens 0,9% erreicht.“ (Hegger et al. 2007b, S. 102f)

Transparente Bauteile und Verglasungsflächen verursachen bei direkter Sonneneinstrahlung einen Wärmeintrag der im Winter zur Temperierung der Innenräume nutzbar ist, im Sommer oder in wärmeren Übergangszeiten hingegen zu Überhitzungsproblemen führen kann. Im Winter ist andererseits aufgrund der höheren Wärmeleitfähigkeit von Verglasungen der winterliche Wärmeschutz zu beachten. Kunstlicht verursacht interne Wärmelasten die hinsichtlich des Innenraumklimas mit zu berücksichtigen sind. Die Tageslichtplanung ist daher als integraler Faktor im Gesamtkonzept des Gebäudes zu betrachten.

Lichtumlenkung

Zur effektiven Ausnützung und Belichtung mit Tageslicht wurden verschiedene Möglichkeiten der Lichtumlenkung erdacht:

Prismatische Systeme werden häufig mit Sonnenschutzsystemen kombiniert und nutzen geometrisch-optische Phänomene der Tageslichtlenkung. Hierzu können Prismenplatten vor der Fassade, in Fassaden- oder Scheibenzwischenräumen oder im Innenraum so angebracht werden, dass je nach Sonnenstand die direkte Sonneneinstrahlung ausgeblendet wird und nur ein Teil in den Innenraum gelenkt wird.

Umlenk- / Lichtschwerter sind in der Regel als starre Systeme ausgeführt. Dazu werden in der oberen Zone der Fassade oder des Fensterbereichs lichtlenkende Lamellensysteme angebracht um Sonneneinstrahlung oder Tageslicht von außen an die Decke der Innenräume umzulenken.

Optische Reflektorsysteme nutzen hingegen das Reflexionsverhalten gekrümmter Flächen und das Prinzip Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Zu den optischen Reflektorsystemen zählen zum Beispiel einfache Spiegeljalousien und lichtlenkende Lamellensysteme, aber auch die Lichtumlenkung mit Lichtschaufeln oder Heliostaten.

Holographische Systeme basieren darauf, dass dreidimensionale Beugungsgitter als dünne Filme in Verbundglas eingebettet sind, durch die das einfallende Tageslicht in eine bestimmte Richtung abgelenkt wird. Holographisch optische Elemente haben ein breites Anwendungsfeld. Sie werden sowohl zur Lichtlenkung und Verbesserung der Tageslichtbeleuchtung als auch zum Sonnenschutz angewendet.

BEISPIELE

Tageslichtfabriken: Packard Motor Car Company/ Chrysler Truck Plant u. a.

Standort: Detroit, USA

Bauherr: Packard, Chrysler

Planung: Albert Kahn Industrial Office

Funktion: Industriebau

Errichtung / Fertigstellung: 1911 / 1937

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

Low Tech: Tageslichtarchitektur, optimiertes architektonisches „Tageslicht“-Konzept

Albert Kahn gilt als Pionier der Typologie moderner „Tageslichtfabriken“. Hauptaspekte seiner Architektur bilden Formen und Tragsysteme die einen maximalen Tageslichtkomfort ermöglichen. Er entwirft für verschiedene US-amerikanische Unternehmen innovative Bauten mit mehrfach gefächerten Glasdächern und großflächig verglasten Fassadenkonstruktionen, die eine möglichst große Lichtausbeute ermöglichen.

FOTOS

Abb. 71: A. Kahn: Chrysler Half-Ton Truck Plant, Quelle: <http://www.essential-architecture.com/TYPE/TYPE-steel.htm>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

60L The Green Building

Standort: Carlton, Victoria, AUS

Bauherr: Green Building Partnership: Surrowee Pty Ltd & Green Projects Pty Ltd

Planung: Green Building Partnership

Funktion: Bürogebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2001

Bruttogrundfläche: 4.236 m²

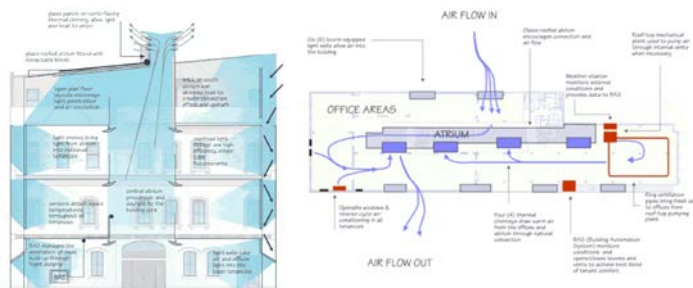
Baukosten: \$ 6,5 Mio. (4.5 Mio €)

Low Tech: Maximierung von passive Design-Strategien: Atrium unterstützt passives Gebäudekonzept für Tageslicht und Lüftung (Luft strömt durch Lamellen in Lichtschächten und offenen Fenster ein und in Folge von Konvektion über die Fänge am Dach wieder nach draußen), Energieeffizienzmanagement (z.B. Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion); Materialrecycling: Wiederverwendung von Ziegeln, Holz, Recyclingbeton etc; Dachbegrünung, Umfassendes Wasserverbrauchs- und Abwassermanagement (z.B. Regenwasser) etc.

“60L is the premier green commercial building in Australia, unique in its approach to energy and water consumption, and the use of recycled and re-used materials. 60L shows how we can achieve a commercially viable, healthy, low energy, resource efficient workplace – all with minimal impact on the environment.” (https://www.acf.org.au/60l_green_building, 15.03.2016)

FOTOS

Abb. 72: 60L The Green Building, Tageslicht- und Lüftungskonzept, Quelle: https://www.acf.org.au/60l_green_building



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

60L Green Building: https://www.acf.org.au/60l_green_building;

https://www.acfonline.org.au/sites/default/files/resources/Detailed_report_on_60L.pdf;

<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB2971.pdf>

EXPO 2000, Messehalle 26Standort: HannoverBauherr: Deutsche Messe AGPlanung: Herzog und Partner, Thomas Herzog ArchitektenFunktion: Sonderbauten, AusstellungshalleErrichtung / Fertigstellung: 1996Bruttogrundfläche: 116m x 220mBaukosten: k. A.Low Tech: Tageslichtoptimierung, natürliche Durchlüftung

„Das bogenförmige Dach unterstützt die Thermik und das natürliche Entweichen der heißen Luft im Sommer infolge der der Ausbildung kräftiger Unterdrücke auf der Oberfläche. Um auch bei geschlossenem Blendschutz sowie bei weitgehender Verdunkelung eine natürliche Lüftung zu gewährleisten, wurden die Öffnungsflügel auf die geschlossenen Dachanteile gelegt. Diese Öffnungen sind kombinierte Lüftungs- und Rauchabzugsöffnungen. Die natürliche Durchlüftung erfolgt über diese Öffnungen in Verbindung mit zu öffnenden vertikalen Glasflächen in den Fassaden. Eine durchgeführte Windkanalstudie kam zu dem Ergebnis, dass es völlig ausreicht, Dachklappen gezielt nach Windanströmungsrichtungen und Windgeschwindigkeit zusammen mit Fensterelementen in den vertikalen Glasflächen zu öffnen um eine Vollfläche Durchspülung des Hallenraums zu erreichen.“ (Daniels 2000, S. 116)

„Das Gebäude verdankt sein faszinierendes Aussehen der Anwendung modernster Techniken und der optimalen Nutzung von Umweltenergien. So wurden die Aufwendungen für die Raumlufttechnik durch die Entwicklung einer natürlichen Belüftung, die mit einer mechanischen kombiniert werden kann, um 50 % verringert. Die Belichtung erfolgt mit Tageslicht durch große Nordverglasungen; das Hallendach wirkt als 'Großreflektor' auch für das Kunstlicht.“ (https://deu.archinform.net/projekte/5613.htm; 23.05.2016)

FOTOSAbb. 73: EXPO 2000, Messehalle 26, Quelle: <http://www.thomasherzogarchitekten.de/Halle26.html>PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:<http://www.thomasherzogarchitekten.de/Halle26.html><https://deu.archinform.net/projekte/5613.htm>

Universität Sheffield, Jessop West Department BuildingStandort: Sheffield, EnglandBauherrschaft: Universität SheffieldPlanung: Sauerbruch HuttonFunktion: Bildungs- und DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2008Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Betontragsystem als thermische Speichermasse, natürliche Durchlüftung aller Bereiche, hoher Tageslichtkomfort

„Das als ‚Jessop West‘ bezeichnete Department Building der Universität Sheffield beinhaltet die Fakultäten für moderne Sprachen, Geschichte und Englisch. ...Jessop West folgt konsequenten Nachhaltigkeitsprinzipien. Nebst soziokulturellen Angeboten fürs Publikum, interdepartementaler Kommunikationsorte und Nutzungsflexibilität verfolgten die Architekten und Ingenieure umwelt- und ressourcenbezogene Strategien: Betontragsystem als thermische Speichermasse, natürliche Durchlüftung aller Bereiche, hoher Tageslichtkomfort u.v.m. Die Trennung in Trag- und Trennsystem fördert zudem Gestaltungsfreiheiten im Fassadenbereich und ermöglicht, wichtige Leistungen der technischen Gebäudeausrüstung an die Gebäudehülle zu ‚delegieren‘.“ (Pfammatter 2012, S. 158)

FOTOS

Abb. 74 -75: Universität Sheffield, Jessop West Department Building, Quelle:

www.architectsjournal.co.uk/news/sheffields-jessop-west-by-sauerbruch-hutton-and-rmjm/1994403.article, © 2002-2016 EMAP PUBLISHING LIMITED

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Sauerbruch Hutton: www.sauerbruchhutton.de/

www.architectsjournal.co.uk/news/sheffields-jessop-west-by-sauerbruch-hutton-and-rmjm/1994403.article

Verwaltungsgebäude iGuzziniStandort: Recanat, ItalienBauherr: iGuzzini IlluminazionePlanung: MCA, Mario Cucinella Architekten ua.Funktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 1997Bruttogrundfläche: 3.000 m²Baukosten: 3,2 Mio. €Low Tech: Effizienter Grundriss, flexible Nutzung, Lichtkomfort, natürliche Belüftung und ein Luftfeuchtigkeitsgrad, der Innenraumkomfort gewährleistet

„Dieses um ein Atrium herum errichtete Bürogebäude zeichnet sich aus durch eine – in dieser heißen Gegend Italiens – leistungsstarke natürliche Belüftung und ein Beleuchtungssystem, das nach Laboruntersuchungen konzipiert wurde, die eine genaue Simulation der Tageslichtmenge innerhalb der Arbeitsräume ermöglichten. ... Energie und Komfort. Diese Vorhaben setzt aktive und passive Maßnahmen gemäß einer einfachen Methode um, die natürliche Belüftung und thermische Speichermasse mit dem Sonnenschutzsystem verbindet. Die offene Dachfläche entspricht der Hälfte der Fensterfläche der Fassaden, und die Dachoberlichter verfügen über Aluminiumlamellen, die je nach Frischluftbedarf geöffnet werden. Die Vorhangwände bestehen aus Einfassungen von 6,60 x 3,20 m, die in neun verglaste Bänder aufgeteilt sind, wovon vier sich öffnen lassen – je zwei auf der unteren und oberen Ebene. Diese Kombination, die den Temperaturgradienten zwischen der Raumluft des Atriums und der Frischluftzufuhr durch die Fassadenöffnungen ausnutzt, ermöglicht eine natürliche Querlüftung. Wenn es keinen Wind gibt, funktioniert das System dank des Kamineffekts durch die Luftschichtung im Atrium. ... Um in den Büros einen befriedigenden Lichtkomfort zu erreichen, wurden Untersuchungen anhand eines Heliodons durchgeführt. Das führte zu Beleuchtungsstärken von 565 bis 1.031 Lux, ein zufriedenstellendes Ergebnis, da 350 bis 500 Lux als ausreichend für Büroräume betrachtet werden. Nach einigen Anpassungen erweist sich die thermische Hypothese bezüglich des Sonnenschutzes auch für den Lichtkomfort als gültig: Die zentralen Öffnungen mit der größten Sonneneinstrahlung müssen mit Innenjalousien ausgestattet werden; ein Reflektor leitet das Licht tiefer in die Büros hinein.“ (Gauzin-Müller 2002, S. 230ff)

FOTOSAbb. 76 -77: Verwaltungsgebäude iGuzzini, Quelle: <http://www.mcarchitects.it/project/sede-direzionale-iguzzini>PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Gauzin-Müller, Dominique (2002): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.

MCA: <http://www.mcarchitects.it/>

"Lichtfänger" (Machbarkeitsstudie)Planer / Entwickler: Bartenbach LichtLabor GmbH, Mag. Wilfried PohlLow Tech: Tageslichtoptimierung für mehrgeschossige Gebäude

„Der Lichtfänger hat seinen Ursprung in einer Idee von Prof. Christian Bartenbach. Große Gebäudevolumina mit mindestens 5 Geschossen und theoretisch unbegrenzter Länge und Breite können über spezielle Tageslichtschächte auf Ihrer gesamten Nutzfläche mit natürlichem Licht versorgt werden. Dieser Ansatz wurde bereits in unterschiedlichen Seminararbeiten und Masterthesen an der Lichtakademie Bartenbach untersucht. Die Verwendung von hochreflektierenden Materialien im Lichtschacht ermöglicht den Transport des gerichteten Sonnenlichtes und des diffusen Himmelslichtes von der Oberlichtöffnung bis in den Keller des Gebäudes. In jedem Geschoss wird vom Schacht so viel Licht abgezweigt, wie zu dessen Versorgung mit Tageslicht erforderlich ist. Dieser ‚Lichtfänger‘ (-schacht) ist ein Implantat in ein Gebäude, das sowohl zur Sanierung eines Bestandsgebäudes, wie auch für neue Gebäude angewendet werden kann, und dem gegenständlichen Forschungsprojekt (Machbarkeitsstudie) seinen Namen gibt.“

(Pohl et al 2014, <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/entwicklung-eines-lichtfaengers-fuer-tageslichttransparente-hochenergieeffiziente-mehrgeschossige-gebäude.php>, 11.10.2016)

FOTOS

Abb. 78 -79: „Lichtfänger“, Quelle: Wilfried Pohl et al: Entwicklung eines „Lichtfängers“ für tageslichttransparente, hochenergieeffiziente, mehrgeschossige Gebäude. Endbericht. <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id7611>

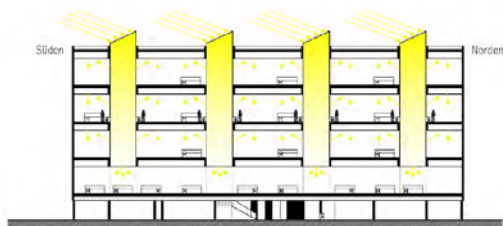


Abbildung 5: Gebäudeschnitt mit Lichtfängerschächten. Tageslicht wird über Öffnungen am Dach gleichmäßig im Gebäude verteilt

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pohl, Wilfried u. a. (2014): Entwicklung eines „Lichtfängers“ für tageslichttransparente, hochenergieeffiziente, mehrgeschossige Gebäude. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften). Online im Internet: <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id7611>.

II.1.2.5 Vegetation / Luftfeuchtigkeit / Kühlung

Der positive Einfluss von Natur und Grünräumen auf die menschliche Psyche und Lebensqualität ist unbestritten. Pflanzen können aber auch gezielt eingesetzt werden um den Betrieb eines Gebäudes zu unterstützen und einen aktiven Beitrag zu leisten die technische Gebäudeausstattung für Lüftung, Kühlung oder Verschattung maßgeblich zu reduzieren. Durchdacht geplante Bepflanzungen bieten Schutz gegen Umwelteinflüssen wie Sonne, Regen oder Wind. Darüber hinaus können die Eigenschaften von Pflanzen „aktiv“ und „intelligent“ für den Gebäudebetrieb eingesetzt werden: „Großbäume filtern über ihre Blattmassen Schadstoffe aus der Luft, erhöhen im engeren Umfeld die Luftfeuchte und wirken im Zusammenspiel mit entstehender Verdunstungskühle, Reflexion von Sonnenstrahlung und der Aufnahme von Energie aus der Sonnenstrahlung temperaturreduzierend.“ (Daniels 2000, S. 68) Ebenso sind horizontale Grünflächen ein effizienter Baustein im Kreislauf von Wasserversorgung und -entsorgung: Dachbegrünungen können als Regenwasserspeicher fungieren, Oberflächenwasser kann durch Versickerung in bewachsenen Erdschichten geklärt werden und vieles mehr. Die Verwendung von Pflanzen in Innenräumen zur Raumkonditionierung ist ein in den letzten Jahren wieder vermehrt angewendetes Funktionsprinzip. Wasserflächen hingegen tragen zur natürlichen Kühlung bei. Wärmere trockene Luft die über eine Wasserfläche strömt nimmt Feuchtigkeit auf, diese verdampft und kühlt gleichzeitig die Luft.

Neben Wind-, Wetter- und Sonnenschutz ist in einem Low Tech Gebäudekonzept die bewusst gestaltete „Natur“ ein zentraler Parameter im gesamtökologischen System von Gebäude und Umraum. Den genannten positiven Aspekten stehen außer einem gewissen Raumbedarf kaum negative Aspekte gegenüber. Darüber hinaus können begrünte Fassaden oder Gründächer mittlerweile, selbst als vorgefertigte Systeme, einfach hergestellt werden. Mit gegenwärtigen Trends wie „Urban Farming“ oder „Urban Gardening“ wird im städtischen Raum selbst die Bewirtschaftung kleinster verfügbarer Grünflächen zunehmend attraktiv gemacht. Einmal mehr bedarf die erfolgreiche Umsetzung eines Low Tech Gebäudes der integralen Planung eines standortangepassten Gesamtkonzepts.

BEISPIELE

Institut für Forst und Naturforschung

Standort: Wageningen, NL

Bauherr: Rijksgebouwdienst Directie Oost, Arnhem

Planung: Behnisch & Partner

Funktion: Bildungs- und Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 1998

Bruttogrundfläche: 11.250 m²

Baukosten: 22,241 Mio. €

Low Tech: Kompakte Bauform, passive Nutzung der Solarenergie durch zwei verglaste Atrien, Nutzung der thermischen Trägheit der massiven Elemente, natürliche Belüftung, Verwendung von lokalen Materialien und natürlich haltbaren Holzarten, Einbindung von Pflanzen und Wasser in den Atrien, Regenwassernutzung, Revitalisierung eines verseuchten landwirtschaftlichen Gebiets

„Energie und Komfort. Die Planung des Instituts in Wageningen wurde den aktuellen Anforderungen und Technologien angepasst, jedoch basiert sie auf altbewährten Prinzipien: Einsatz von lokal verfügbaren Baustoffen und natürliche Belüftung. Die zwei verglasten Atrien sind die Grundelemente des Energiekonzeptes. Sie begünstigen die Steuerung der Sonneneinstrahlung. Die großen Volumina dieser

Wintergärten gleichen die Temperaturschwankungen aus. Im Winter erwärmt die diffuse Sonneneinstrahlung die Luft, und die Wärme wird in den massiven Bauelementen gespeichert. Im Sommer werden die Innengärten durch die Verdunstung des Wassers aus den Bassins und von den Pflanzen gekühlt. Wie in den Treibhäusern der Gemüsebauern sorgt ein System on Rollos für Schutz vor der Sommersonne. Im Winter wirken diese Vorhänge als Dämmung und minimieren die Wärmeverluste. Elektrisch gesteuerte Klappen dienen zum Rauch- und Warmluftabzug. Sie begünstigen auch eine intensive natürliche Belüftung, die die Gebäudemasse nachts kühlt, und helfen somit, die Betriebskosten deutlich zu reduzieren. Kipp- und Schiebefenster Türen und rahmenlose Öffnungen ermöglichen jedem Nutzer, seinen Büroraum individuell und natürlich zu belüften. Einzig die Küche und die Bibliothek verfügen über eine kontrollierte mechanische Belüftung. Dank der Dachbegrünung und der Regenwassernutzung für die Wasserbecken und Toilettenspülungen kann der Wasserzyklus gesteuert werden.“ (Gauzin-Müller 2002, S. 220)

FOTOS:

Abb. 80 -81: Institut für Forst und Naturforschung Wageningen, Quelle: www.baunetz.de/architekten/Behnisch_Architekten_projekte_1332953.html?page=1&list=1, © Behnisch Architekten



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Gauzin-Müller, Dominique (2002): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Behnisch Architekten: <http://behnisch.com/work/projects/0022>

Spirito, Gianpaola [Hrsg (2010): Ökostrukturen : Formen nachhaltiger Architektur. Vercelli: White Star Verl.

ENERGYbaseStandort: WienBauherr: WWFF (Wiener Wirtschaftsförderungsfond)Planung: pos architekten schneider ZT KGFunktion: BürogebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2008Bruttogrundfläche: 11.700 m²Baukosten: 14,5 Mio €Low Tech: Pflanzenpufferräume zur Raumkonditionierung, optimierte Solarfassade, Tageslicht, Betonkernaktivierung etc.

„Die Form folgt der Funktion – und der Sonne: ‚Energy-Base‘, eines der ambitioniertesten Bürohausprojekte Europas, wurde nach einem Passivhauskonzept von pos Architekten in Wien-Floridsdorf errichtet. Das im Officebereich in dieser Form bislang singuläre Gebäude erwirkt eine Reduktion des Energiebedarfs (für Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung und alle Hilfsströme) um 80 Prozent und betritt in einigen energietechnischen Bereichen Neuland. ... Sämtliche für die Energiebilanz ausschlaggebende Parameter wie etwa die kompakte Oberfläche, eine konsequente solare Orientierung, die Optimierung der Speichermasse, die Optimierung der Fenstergrößen, die thermische Qualität der Bauteile, die durchgehende Vermeidung von Wärmebrücken etc. wurden berücksichtigt und als integrale Bestandteile des Anforderungsprofils begriffen. Die signifikante schuppenähnliche Faltung der Südfassade ermöglicht z.B. einen sehr hohen Verglasungsanteil und zugleich die optimale Verwertung des solaren Eintrags. Die direkt auf der Faltung angebrachten Photovoltaikpaneele verwerten die Sonneneinstrahlung maximal, zugleich verschattet sich die Fassade im Sommer selbst, während im Winter die flacher einfallende Sonne tief ins Gebäude dringen kann. Alle Außenwände sowie das Dachgeschoss bestehen aus einer Holzleichtbaukonstruktion (Gesamtwandstärke 31 cm), die mit Faserzementplatten bekleidet ist, deren Fugenteilung auf maximale Materialausnutzung ausgerichtet ist. ... Ein absolutes Novum in Österreich ist auch die Nutzung von Pflanzen zur natürlichen Befeuchtung der Raumluft in den Wintermonaten. Über präzise steuerbare viergeschossige Pflanzenpufferräume mit 500 Setzlingen einer speziellen Art des Zyperngrases wird Feuchtigkeit ins haustechnische System gespeist und Schadstoffe aus der Luft gefiltert. Zum behaglichen Raumklima gesellt sich zudem der nette Anblick, den diese "arbeitenden" Pflanzen bieten.“ (Text: Gabriele Kaiser, <http://www.nextroom.at/building.php?id=31776>, 12.03.2016)

FOTOSAbb. 82 -83: Energybase, Quelle: <http://www.nextroom.at/building.php?id=31776>, ©Hertha HurnausPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:pos sustainable architecture: <http://www.pos-architecture.com>

Boutiquehotel Stadthalle Wien

Standort: Wien

Bauherr: HS Hotelbetriebs GmbH, (Eigentümerin: Michaela Reitterer)

Planung: DI Heinrich Trimmel

Funktion: Hotel

Errichtung / Fertigstellung: 2009

Bruttogrundfläche: Zubau in Passivhausbauweise 1301 m² NFLm², zzgl. Sanierung Altbau

Baukosten: ca. 5,0 Mio € (Nettoherstellungskosten)

Low Tech: Fassaden- und Dachbegrünung, Regenwasser und Brauchwasser-Wiederverwendung, Kühlung mittels Brunnenwasser, Betonkernaktivierung etc.

„Das Boutiquehotel Stadthalle ist das erste Stadthotel mit einer Null-Energie Bilanz. 80 Zimmer, davon 38 Zimmer im Neubau, der als Passivhaus ausgebildet ist und 42 Zimmer im Stammhaus, einem Jahrhundertwendehaus.

Mit 130 Quadratmetern Solaranlage, 93 Quadratmetern Photovoltaikanlage und einer Wasser-Wärmepumpe erzeugt das Hotel, das als Passivhaus konzipiert ist, selbst die Energie, die es benötigt. Das Trinkwasser wird dabei einzigartig für ein Stadthotel mit einer Grander-Wasserbelebungsanlage vitalisiert.

Das Brunnenwasser für die Toilettenspülungen und Gartenbewässerung wird gesammelt. Vor dem Hotel sind zwei Elektrotankstellenplätze geplant. Alle 38 Zimmer im Passivhaus sind nur mit LED- und Sparlampen ausgestattet. Dadurch hat sich das Hotel in Sachen Umweltfreundlichkeit und nachhaltigem Tourismus in Wien als ein führender Betrieb etabliert. Als erstes Hotel in Wien, wurde das Boutiquehotel mit dem EU-Umweltzeichen, sowie 2009 mit dem Umweltpreis der Stadt Wien ausgezeichnet.“ (<https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/bauen-wohnen/boutiquehotel-stadthalle/>, 12.10.2016)

FOTOS

Abb. 84 -85: Boutiquehotel Stadthalle Wien, Quelle: <https://www.hotelstadthalle.at>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

DI Heinrich Trimmel: <http://www.trimmel.co.at>

Boutiquehotel Stadthalle Wien: <https://www.hotelstadthalle.at/>

II.2 Low Tech Strategie „Material“ Ressourceneffizienz, Raumklima und konstruktiver Verbund

Einer bewussten Auswahl von Materialien nach „funktionalen“ Aspekten wird in Bezug auf Low Tech ein hoher Stellenwert eingeräumt. Materialien bestimmen durch ihre physikalischen Eigenschaften entscheidend die energetische Qualität von Gebäuden, aber auch Innenraumklima und Wohlbefinden können durch regulierende Eigenschaften nutzbar gemacht werden. Ein gesundes und behagliches Innenraumklima zeichnet sich durch geringe Belastung mit Schadstoffen und ausreichenden Luftwechsel aus. Zunehmend werden wesentlich zum Wohlbefinden beitragende Eigenschaften von „Naturbaustoffen“ erkannt und gezielt in der modernen Architektur angewendet. Darüber hinaus tragen „Naturbaustoffe“, die ohne industrielle Verarbeitung verbaut werden können, entsprechend ihrer funktionalen Eigenschaften, wesentlich zur Technikvermeidung bei.

Energetisch betrachtet ist der Wärmeschutz von zentraler Bedeutung. Hegger et al (2007) definieren drei grundsätzliche Themen in Zusammenhang mit Material und Energie:

- „Baustoffe minimieren den Wärmefluss. So ermöglichen sie eine deutliche Reduktion des Energieerbrauchs des Gesamtgebäudes, sparen Betriebsenergie und tragen zu erhöhter Wirtschaftlichkeit bei. ...
- Herstellung, Instandhaltung oder Rückbau des Material binden Energie, die als ‚graue Energie‘ bezeichnet und in Form des Primärenergieinhalts (PEI) quantifiziert wird. ...
- Letztlich können Materialien während der Nutzung, besonders durch ihre Pflege, sekundäre energetische Prozesse auslösen, die über die gesamte Lebensdauer erhebliche energetische, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen haben.“ (Hegger et al. 2007, S. 148)

Das Bauwesen zählt weltweit zu den ressourcenintensivsten Sektoren. „Bei heute üblichen Bauweisen geht man davon aus, dass ein Kubikmeter umbauter Raum im Massivbau etwa 650 kg Material erfordert, ein Leichtbau immer noch ca. 450 kg.“ (Hegger et al. 2007, S. 146) Eine nachhaltige Bauweise setzt den bewussten und ressourcenschonenden Umgang mit Material voraus. Neben dem effizienten Umgang mit dem „Material“ an sich kommt „natürlichen Materialeigenschaften“ eine gewichtige Stellung zu. Natürliche Material- und Rohstoffeigenschaften werden nicht nur konstruktiv sondern auch funktional zur (Wärme-) Speicherung, Klimatisierung etc. eingesetzt.

II.2.1 Bauen mit „Naturbaustoffen“ oder „Experimentellen Materialien“

Bauen mit „Naturbaustoffen“ bedeutet mit inhärent vorhandenen Material- und Rohstoffeigenschaften zur (Wärme-) Speicherung, UV- oder Witterungsbeständigkeit, usw. zu bauen. Neben funktionalen Kriterien steht häufig die Nutzung von Materialeigenschaften für ein gesundes und behagliches Innenraumklima im Zentrum. Damit Ressourcen über Generationen hinweg verfügbar sind ist zusätzlich ein nachwachsen dieser Rohstoffe, in angemessener Zeit, Voraussetzung.

Die Verwendung lokaler Ressourcen, welche direkt wie in der Natur vorkommend als Baumaterial einsatzbereit sind, ist ein Charakteristikum historischer autochthoner Bauweisen. Unterschiedliche Materialeigenschaften wie die feuchtigkeitsregulierende Wirkweise von Lehm, sehr gute wärmedämmende Eigenschaften von Holz oder die Witterungsbeständigkeit und einfache Verfügbarkeit von Naturstein machten diese „Naturbaustoffe“ zu bevorzugten Baumaterialien regionaler Baukultur in Österreich. Pflanzliche Rohstoffe, wie Stroh, Schilf, Flachs, Hanf etc., die je nach Klimafaktoren und Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen zur Verfügung standen, komplettierten die regionalen Bauweisen.

Erst mit zunehmender Technisierung löste sich das Bauwesen von diesen lokalen und natürlich verfügbaren Ressourcen. Entwicklungen in der Materialtechnologie ermöglichen „effizientes“ und funktional hochwertigeres Material, unabhängig vom Vorkommen, künstlich herzustellen, Rohstoffe werden zu „Hochleistungswerkstoffen“ verarbeitet. Inzwischen wurden die Qualitäten mancher „Naturbaustoffe“ wiederentdeckt. Holz, Lehm oder Stroh sind, vorerst aufgrund von Bauvorschriften oder fehlender Erfahrungen eingeschränkt auf kleinvolumige Bauvorhaben, zunehmend häufiger in Verwendung.

II.2.1.1 Holz

Österreich liegt punkto Holzvorrat und Anteil Waldfläche im europäischen Spitzenfeld. 4 Mio. Hektar, das entspricht 47,6% der Gesamtfläche, sind in Österreich mit Wald bewachsen. Damit zählt Holz hierzulande zu den nachhaltigsten und überall regional verfügbaren ökologischen Baumaterialien: „Holz beansprucht unter allen Baustoffen den geringsten Energieverbrauch für Herstellung, Transport und Verbreitung, rechnet man die durch Umweltschäden entstehenden Kosten in die Produktionspreise mit ein. Hinzu kommt, daß Holz sehr gute, wärmedämmende Eigenschaften aufweist und damit idealer Baustoff für Niedrig-Energiehäuser ist. Je unbehandelter und naturbelassener Holz eingesetzt wird, desto eher kann es recycelt oder nach mehrmaliger Nutzung in seine Bestandteile zerlegt oder gar verbrannt werden.“ (Daniels 2000, S. 143)

Der Holzblockbau stellt einen der ältesten Holzbauweisen dar. In Ländern mit historischer Holzbautradition, dazu zählt auch Österreich, wurde in den vergangenen Jahren die traditionelle Blockholzbauweise zu zeitgemäßen Systeme für Massivholzbauten weiterentwickelt. Der hohe Verfertigungsgrad von Wand- und Deckenelementen ermöglicht nicht nur rasche Baufortschritte sondern auch qualitativ hochwertige Bauweisen. Holzbauexperten sehen in der Tendenz zur Massivholzbauweise darüber hinaus wirksame Nachhaltigkeitsaspekte: „Dass wir heute mit Brettstapel- und Brettsperrholzbauweise wieder zu den Massivbauweisen zurückkehren, mag unter dem Gesichtspunkt der Materialoptimierung verwundern. Aber mit Blick auf den Lebenszyklus eines Gebäudes, auf CO₂-Wirksamkeit, Feuchte- und Wärmespeicherung sowie auf die große Beanspruchbarkeit bildet die Massivholzbauweise im Vergleich zum vielschichtigen Holzrahmenbau insbesondere im mehrgeschossigen Holzbau eine hochinteressante Alternative.“ (Stefan Winter,

Frank Lattke: Historische Entwicklung der Holzwand. Erschienen in: Zuschnitt 43: Die Außenwand, September 2011, Seite 14f; <http://www.proholz.at/zuschnitt/43/historische-entwicklung-der-holzwand/>, 29.11.2016)

BEISPIELE

Büro- und Wohnhaus, Solares Direktgewinnhaus N11

Standort: Zweisimmen, CH

Bauherr: Regula Trachsel, Sascha Schär

Planung: Regula Trachsel, Sascha Schär, N11 Architekten GmbH und N11 Bauingenieure GmbH

Funktion: Büro- und Wohnhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2014

Energiekennzahl: 19 kWh/m²a

Bruttogrundfläche: 410 m²

Baukosten: 850.000 CHF (785.000 €)

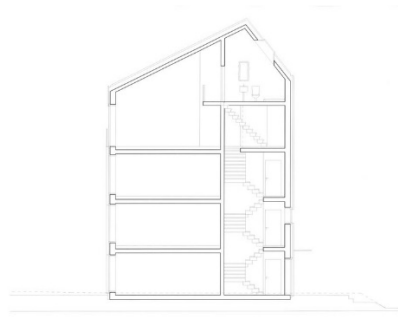
Low Tech: Holzmassivbau ohne Heizung

„Das fünfeckige Haus befindet sich direkt neben der Zufahrtsstrasse zur Gewerbezone auf einem ehemaligen Stück Brachland, welches der Baumat AG zuvor als Gartenplattenausstellung diente. Der fünfgeschossige Solitärbau ergänzt das bestehende grosse, horizontale Volumen dieses Firmengebäudes und der umliegenden Nachbargebäude so, dass die Philosophie des vertikalen Bauens gut ersichtlich ist. Das einfache Raumprogramm und der nördliche Haupteingang des Geschäftshauses erlauben es, die Treppenanlage nicht nur als vertikale Verbindung, sondern auch als Pufferzone der Innenräume zur Nordseite hin zu gebrauchen. Das Abdrehen der Westfassade gegen Süden bezweckt eine längere Sonneneinstrahlung im Winter, damit sich das Volumen in den kalten Monaten passiv mit Sonnenenergie aufwärmt. ... Mit der Massivholzbauweise in Kombination mit einer Holz-Beton- Verbunddecke und einem Stampflehm Boden kann die notwendige Masse zur Energiespeicherung erreicht werden. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch die wohngesunden Eigenschaften der verwendeten Naturprodukte für Wand und Decken. Durch den Verzicht auf Leim und chemische Bestandteile ist für das Gebäude keine künstliche Entlüftung oder zusätzliche Gebäudetechnik erforderlich. Bei einem späteren Rückbau des Gebäudes lässt sich das Baumaterial ohne hohe Kosten und ohne Sondermüllabgabe wieder in den natürlichen Kreislauf integrieren (Cradle to Cradle) oder nochmals in Form von Paletten oder Brennholz verarbeiten.“ (Bauland 2016, S. 16f)

FOTOS

Abb. 86 -87: Büro- und Wohnhaus, Solares Direktgewinnhaus N11, Quelle:

<https://www.competitionline.com/de/projekte/59015>, ©N11 Architekten GmbH



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Adam, Hubertus (2016): „Ungehobelt. Büro- und Wohngebäude in Zweisimmen (CH).“ In: db deutsche bauzeitung, 3 (2016), S. 42–46.

Bauland, Dorothee (2016): „Wie ein ungeschliffener Diamant. Solares Direktgewinnhaus N11.“ In: FIRST, (= Innere Werte. Holzbau gut verpackt), 2 (2016), S. 16–21. (Onlinemagazin: <https://www.holzbau-schweiz.ch/de/first/magazine-online>)

II.2.1.2 Lehm

Lehm hingegen ist nicht nur wegen seiner raumklimatischen Qualitäten sondern auch aufgrund seiner gestalterischen Möglichkeiten ein beliebtes Baumaterial. „Lehm ist eine Bodenart. Er entsteht bei der Verwitterung (Zerfall) von Gesteinsschichten infolge geologischer Vorgänge und Erosionseinflüsse zum Beispiel von Wasser, Frost, Wind und Temperaturwechsel. Die so entstandenen Verwitterungsreste werden vorwiegend durch Wasser, aber auch durch Wind (Löss) verfrachtet und abgelagert. Unser Planet ist durch Erosion nachhaltig geprägt und deshalb ist Lehm auch überall vorhanden und nutzbar.“ (Schittich 2005, S. 37) Das Material Lehm zählt aufgrund seiner breiten Verfügbarkeit zu den kostengünstigen Baustoffen, die Verarbeitung ist hingegen sehr zeitintensiv. Das Lehm-Passivbürohaus in Tattendorf zählt, neben den folgend genannten, zu einem der Pionierprojekten in nachhaltiger Low Tech Bauweise mit Lehm (<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/lehm-passiv-buerohaus-tattendorf.php>). Darüber hinaus wurde in Österreich der Lehm- und Lehmtonbau durch den Lehm- und Lehmtonbauexperten Martin Rauch und seine Firma Lehm Ton Erde maßgeblich weiterentwickelt. Lehm- und Lehmtonfertigteile ermöglichen inzwischen bei größeren Projekten auch eine rationalisierte Bauweise.

BEISPIELE

Lehmhaus Rauch

Standort: 6824 Schlins, Vorarlberg

Bauherrschaft: Martin Rauch

Planung: Boltshauser Architekten, Martin Rauch

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2008

Bruttogrundfläche: 316 m²

Baukosten: 1,1 Mio. €

Low Tech: Ökologische Bauweise und Materialwahl, Wiederverwertung von Aushubmaterial, rezyklierbares, naturbelassenes unbehandeltes Material, Dokumentation der eingesetzten Materialien

„Am Anfang wurde der gesamte Aushub auf 0-30 mm gesiebt, mit unterschiedlichsten Verarbeitungstechniken in den Bau zurückgeführt und zu verschiedenen Zwecken wieder verwendet z.B. als tragende Wände, Stampflehm-Öfen, Fertigteilmauern, Lehmstampfböden und Drainageabdichtungen. Die mit Pressluftstampfern in der Schalung verdichteten dreigeschossigen, statisch voll belasteten Wände 45cm dick, bleiben unbehandelt. Alle Erdberührenden Lehmstampfwände sind mit Bitumen- und Schaumglasisolierung außen abgedichtet. Das 10 Meter hohe Stiegenhaus hat außen und innen rohe unbehandelte Lehmwände, und ist durch die aufliegende Glassteinkuppel belichtet. Die Stufen aus Trasskalk gebundenem Aushubmaterial sind 9cm stark, geschliffen und einseitig in die Außenwände eingespannt. ... Dieser 3cm dicke Innenputz aus weißem Ton und Sand, armiert mit Flachsgewebe, beinhaltet großflächige Heizregister für die Wandheizung, die auf einer 10 cm starken, mit fettem Lehm verklebten Innendämmung aus Schilfrohr montiert wurde. ... Alle eingesetzten Materialien und Arbeitsdaten wurden in der beinahe 2,5 jährigen Bauzeit

genau dokumentiert und warten auf detaillierte Analyse mit praxisbezogenen Energie- und Klimadaten. Ein Großteil der Material- und Detailentscheidungen war Vorstoß in Neuland – von der Geologie des Baumaterials zur Chemie der Binde- und Brennverfahren bis hin zu den Werkzeugen und bauphysikalischen Gratwanderungen.“ (Text: Martin Rauch nach einem Text von Otto Kapfinger in *Werk bauen+ wohnen*, www.nextroom.at/building.php?id=31798, 20.07.2016)

FOTO

Abb. 88: Lehmhaus Rauch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=31798, © Beat Bühler



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Sauer, Marko ; Kapfinger, Otto (2015): *Martin Rauch: Gebaute Erde: Gestalten & Konstruieren mit Stampflehm*. München: DETAIL.

Boltshauser, Roger ; Rauch, Martin (2010): *Haus Rauch: Ein Modell moderner Lehmarchitektur*. Basel: Birkhäuser.

Hochschule Luzern – Technik & Architektur (Hrsg.): (2010): *Wohnhaus Rauch - Lehmbau Studie bezüglich Grauer Energie, Heizenergie und Komfort bei einem Lehmbauhaus*. Luzern.

Detail 05 (2009): *Material und Oberfläche*. München: DETAIL (= Detail).

werk, bauen + wohnen (2008): *Archaismen*. Zürich: Werk AG (= *werk, bauen + wohnen*).

Boltshauser Architekten: <http://www.boltshauser.info/>

»»» SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I «««

Ricola AG, KräuterzentrumStandort: Laufen, CHBauherr: Ricola AGPlanung: Herzog & de Meuron, Lehm Ton Erde Baukunst GmbHFunktion: BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2014Bruttogrundfläche: 4.800 m²Baukosten: 16,0 Mio CHF (14,8 Mio €)Low Tech: Stampflehmfassade aus vorgefertigten Elementen, Abwärmenutzung der benachbarten Produktionshalle

„Ton, Lehm, Mergel und Kies sind Materialien, die in der Umgebung von Laufen mit seiner Tradition der Tonindustrie (‘Keramik Laufen’) zur Verfügung stehen. In einer leer stehenden Industriehalle im benachbarten Zwingen produzierte Rauch die insgesamt 666 Blöcke aus Stampflehm, welche die 45 cm dicke Hülle des neuen Kräuterzentrums bilden. Dieses zeigt sich als ein rechtwinkliges Volumen von 111 m Länge, 30 m Breite und 11 m Höhe. Die Lehmschale umfasst dabei das Stahlbetontragwerk der Halle und wird durch das leicht überstehende Dach sowie die Betonplatte am Boden vor eindringender Feuchtigkeit geschützt; Kalkschichten, die an der Fassade als horizontale Fugen sichtbar sind, beugen überdies der Erosion vor.

Die ‘Trägheit’ der Lehmblöcke sorgt im Innern für eine konstante Luftfeuchtigkeit von 50 % – im Bereich der Lagerhalle, die die hintere Hälfte des Gebäudes beansprucht, blieb die Lehmhülle innen unbekleidet. Vorne hingegen, wo eine Beheizung – für diese wird die Abwärme der benachbarten Produktionshalle genutzt – nötig war, wurden Backsteinwände eingezogen. Hier befinden sich die Bereiche der Anlieferung und Trocknung, dahinter die Anlagen für das Schneiden und Mixen der Kräuter.“ (Text: Hubertus Adam, <http://www.nextroom.at/building.php?id=36500&inc=home>, 31.10.2016)

FOTOS

Abb. 89: Ricola AG, Kräuterzentrum, Quelle: <http://www.ricola.com>, © Ricola AG, Laufen, Fotograf: Markus Bühler-Rasom

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Adam, Hubertus (2014): „Produktions- und Lagergebäude in Laufen (CH) Aus dem Boden gewachsen.“ In: db deutsche bauzeitung, 11 (2014).

TEC21 (2013): Lehm bau Nord-Süd. Zürich: Verlags-AG.

Ökosiedlungen KasselStandort: KasselBauherr: private BaugruppePlanung: Manfred Hegger, Doris Hegger-Luhnen, Gernot Minke, Günter Schleiff (Bauabschnitt 1, 1985)Funktion: WohnbauErrichtung / Fertigstellung: 1985, 1993Bruttogrundfläche: 36 Wohneinheiten (Siedlung 1993)Baukosten: k. A.

Low Tech: Verwendung von Holz und Lehm, konsequente Verwendung recyclingfähiger und energiesparender Baustoffe, indirekte Lüftung, über Wintergärten, Sauerstoffanreicherung und Reinigung der Innenluft durch Integration von Vegetation, Vermeidung von Versiegelung, Dach- und Fassadenbegrünung Minimierung des Erschließungsaufwandes, Windschutzhecken, Windschutzgehölzer, Verringerung des Trinkwassergebrauchs, Wasserspeicherung in Vegetationssystemen, passive Nutzung von Sonnenenergie, Wintergärten, Gewächshäuser, Pufferräume, sommerlicher Wärmeschutz, Strahlungsheizung, Wärmedämmung, keine Unterkellerung

„Lowtech statt Hightech. Wo heute technisch alles möglich erscheint, finden die Grundprinzipien des energieeffizienten Bauens weniger Beachtung. Es gibt derzeit den Trend zur teuren Anlagentechnik, auch bei seriellen Fertighäusern. Die Gebäude am Wasserturm haben sich hingegen mit Low-Tech bewährt, sie erfüllen auch nach 25 Jahren die aktuellen Anforderungen der EnEV, 2008 lag der Gasverbrauch für Heizen, Kochen und warmes Wasser bei 56 kWh/m²a. Natürlich würde man heute anders bauen, auf moderne Technik komplett zu verzichten, wäre nicht sinnvoll. Die Architektur des Büros HSS trägt längst eine andere Gestalt: F Mit jedem Projekt, mit jeder Lösung haben wir uns weiterentwickelt. Es gibt mittlerweile so viele intelligente Bausteine, die man einsetzt‘, erklärt Hegger-Luhnen. Das Grundprinzip aber bleibt.“ (<http://www.db-bauzeitung.de/db-themen/db-archiv/oekosiedlung-am-wasserturm-in-kassel/#slider-intro-11>, 11.05.2016)

FOTOS

Abb. 90, 91, 92, 93: Holz- und Lehmbau Ökosiedlungen Kassel, 1985 und 1993, Quelle: <http://www.gernotminke.de/galerie/galerie.html>, ©Gernot Minke

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Planungsbüro für Ökologisches Bauen Kassel: <http://www.gernotminke.de>

Deutsche Bauzeitung 04/2010: [db-bauzeitung.de/db-themen/db-archiv/oekosiedlung-am-wasserturm-in-kassel/#slider-intro-11](http://www.db-bauzeitung.de/db-themen/db-archiv/oekosiedlung-am-wasserturm-in-kassel/#slider-intro-11)

Kulturkraftwerk oh456Standort: ThalgauBauherrschaft: sps-architekten zt gmbhPlanung: Simon Speigner, sps-architekten zt gmbhFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2014Bruttogrundfläche: 1.369 m²Baukosten: k. A.

Low Tech: Lehmspeicherheizung, Einsatz natürlicher Materialien (z.B. Lüftungsauslässe aus Zirbenholz, Stampflehmwände, Schindelfassade, Massivholzboden) und handwerklicher Techniken, suffizientes Gebäudegesamtconcept in Abstimmung mit den NutzerInnen entwickelt, hoher Gebäudestandard (Plusenergiegebäude) etc.

„Das Kulturkraftwerk oh456 – der neue Kreativstandort an der Fuschlerache mit eigenem ökologischen Kleinkraftwerk und einem Solarkraftwerk am Dach. Ein Hybridbau aus unbewehrten Stampfbetonwänden und Kreuzlagenholzplatten. Auf drei Ebenen gibt es Platz für mehrere Einzelbüros – im Erdgeschoss gibt es eine Bibliothek, Brot und Spiele sowie einen Veranstaltungsraum. Ein innovatives Heizsystem mit der Lehmspeicherheizung wurde mit der Firma Bioslehm initiiert und entwickelt. Der Bau versteht sich als Architekturlabor in dem neue Ideen und Anwendungen getestet werden können.“ (<http://www.sps-architekten.com/projekte-kulturkraftwerk-oh456/>, 20.07.2016)

FOTOSAbb. 94 -95: Kulturkraftwerk oh456, Quelle: <http://www.sps-architekten.com/projekte-kulturkraftwerk-oh456/>PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Speigner, Simon ; Setznagel, Ronald (2016): oh 456 - Energieautarkes Plusenergie-Dienstleistungsgebäude oh456. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften). Online im Internet: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/oh-456-energieautarkes-plusenergie-dienstleistungsgebäude-oh456.php>.

sps-architekten zt gmbh: <http://www.sps-architekten.com/projekte-kulturkraftwerk-oh456/>BiosLehm: <http://www.bioslehm.com/>

II.2.1.3 Stroh

Stroh wurde historisch aufgrund seiner günstigen Eigenschaften seit jeher für Dacheindeckungen oder zur Bewehrung von Lehmwänden verwendet. Als konstruktiv tragendes Bauelement in Form von Strohbällen ist es seit Ende des 19. Jahrhunderts bekannt. Zu den wärme- und trittschalldämmenden Eigenschaften kommen die kostengünstige Beschaffung und eine breite Verfügbarkeit hinzu. Seit den 1980er Jahren wurde Stroh als „ökologischer Baustoff“ wiederentdeckt. Die Herstellung vorgefertigter Stroh-Bauelementen beschert auch diesem Naturbaustoff eine neue „Renaissance“ im ökologischen Bauen.

BEISPIELE

Strohhaus Dornbirn, Lasttragende Strohballenbauweise

Standort: Dornbirn, Vorarlberg

Bauherrschaft: privat

Planung: Georg Bechter

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2014

Bruttogrundfläche: 175 m²

Baukosten: 280.000 €

Low Tech: Nutzungsflexibilität, Ökologische Bauweise und Materialwahl, recyclingfähige nachwachsende und wiederverwertbare Materialien

„Für das Strohhaus in Dornbirn wird Stroh nicht nur als gutes Dämmmaterial eingesetzt, sondern auch als Tragkonstruktion genutzt. Ökologische Baustoffe, Low Tech und ein innovatives Grundrisskonzept prägen das Haus. Das Gebäude mit der 120 cm dicken Außenhülle bietet im Inneren ein offenes Raumkonzept. In die ‚freie Halle aus Stroh‘ sind 4 Wohnboxen aus Holz eingestellt – Technik, Waschen+Werken, Schlafen 1 und Schlafen 2. Es entsteht ein fließender Übergang der verschiedenen Nutzungszonen. Die Holzboxen können mit Schiebetüren geöffnet werden. So entstehen Räume, die unterschiedlich konfiguriert werden können.“ (Text: Herbert Gruber, www.baubiologie.at/strohballenbau/lasttragendes-strohballenhaus-in-dornbirn-5/, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 96 -97: Strohhaus Dornbirn, Quelle: www.baubiologie.at/strohballenbau/lasttragendes-strohballenhaus-in-dornbirn-5/



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Bechter, Georg (2015): „Strohhaus. Neuer Ansatz für nachhaltige Architektur: Ein ökologisches Wohnhaus aus Strohballen in Vorarlberg von Georg Bechter.“ In: AIT - Architektur, Innenarchitektur, Technischer Ausbau, 1/2 (2015), S. 142–144.

Georg Bechter: <http://bechter.eu/>

»»» [SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I](#) «««

Strohballenbauhaus mit ECOCOCON-Paneelen

Standort: Bad Deutsch Altenburg, Niederösterreich (u. a.)

Bauherrschaft: privat

Planung: CREATERRA, Bjorn Kierulf, Suzana Kierulfofa

Funktion: Ein-/Mehrfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2012

Wohnnutzfläche: 175m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Ökonomische Vorfertigung, Passivhausstandard, recyclingfähige nachwachsende Materialien, Wiederverwertbar

„EcoCocon-Module sind tragende Doppelständer-Konstruktion und effiziente Passivhaus-Dämmung in einem. ... Die Grundlage dafür bildet eine weltweit einzigartige Technik für das Einsetzen des Stroh in die Verschalung: Dank einer vereinheitlichten Druckdichte von ca. 110 kg/m³ und einer homogenen Verteilung des Stroh kann Überstand so plan abgeschnitten werden, dass eine direkt verputzbare Oberfläche entsteht. Das spart Zeit und mehr als die Hälfte an Putz verglichen mit herkömmlichen Strohballenbauten, weil eine 1,5–2 cm dicke Putzschicht ausreicht. ... Unser System ist energiesparend, umweltfreundlich, gesund und höchst effizient: Die Modulbauweise erlaubt es, die Wände eines durchschnittlichen Einfamilienhauses in ein bis zwei Tagen aufzustellen. Besonderes Gerät oder Spezialwerkzeuge sind dafür nicht erforderlich, lediglich ein Akkuschauber wird benötigt. Sogar auf einen Kran kann im eingeschößigen Bau verzichtet werden – bei einem Maximalgewicht von 200 kg können die Bauteile gut von vier Personen per Hand bewegt werden. (EcoCocon: <http://www.ecococon.lt/germany/strohpaneel/>, 20.10.2016)

FOTOS

Abb. 98 -99: Strohballenbauhaus Bad Deutsch Altenburg, Quelle: www.baubiologie.at/strohballenbau/strohballenhaus-mit-ecococon-paneelen-3/



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Createrra: <http://www.createrra.sk/>

EcoCocon: <http://www.ecococon.lt/germany/strohpaneel/>;
<http://baubiologie.at/strohballenbau/strohballenhaus-mit-ecococon-paneelen-3/>

Strohhaus EschenzStandort: Eschenz, SchweizBauherrschaft: privatPlanung: Felix Jerusalem, ZürichFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2005Bruttogrundfläche: 173 m²Baukosten: 370.000 € (KG 300-400; 2.140 €/m² / Prototyp)Low Tech: Einsatz kostengünstiger regionaler Materialien (Stroh)

„Mit knappem Budget errichtete der Architekt ein einfaches, aber gut durchdachtes Haus für eine vierköpfige Familie. Wegen des feuchten Untergrunds steht es auf Pfählen; nur der massive Betonkern reicht bis in den Erdboden. Dieser beherbergt Bäder, Küchenzeile, Garderobe sowie den über eine Klappe im Boden zugänglichen Keller. Gleichzeitig teilt er das längliche Gebäude in zwei Teile: Auf der Südseite sind die beiden Kinderzimmer angeordnet, im Norden das Wohnzimmer, das Elternschlafzimmer und darüber – die Neigung des Pultdachs ausnutzend – eine Galerie als Arbeitsplatz. Die Räume besitzen den Charme eines veredelten Rohbaus: Der versiegelte Estrich dient als Fußboden, die Leitungen sind sichtbar geführt und die Wände wurden teilweise roh belassen. Die eigentliche Besonderheit des Gebäudes liegt in seiner Konstruktion: Das Haus wurde – bis auf den Kern – aus gepressten Strohfasernplatten gebaut, einem emissionsfreien und recycelbaren Baustoff. Böden, Decken und Wände bestehen aus Sandwichelementen, die nach demselben Prinzip aufgebaut sind: Die äußere Schicht aus hochverdichteten Strohfasernplatten übernimmt die tragende Funktion, die Füllung aus leichten Strohfasernplatten die Wärmedämmung. Alle Elemente wurden vorgefertigt und auf der Baustelle montiert. In nur vier Monaten wurde das komplette Gebäude fertig gestellt.“ (DETAIL 2006, S. 643)

FOTOAbb. 100: Strohhaus Eschenz, Quelle: http://felixjerusalem.ch/felixjerusalem/home?b=03_03PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

DETAIL (2006): „Strohhaus in Eschenz.“ In: Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 6 (2006), S. 642–645.

Felix Jerusalem: <http://felixjerusalem.ch/felixjerusalem/home>

S-House

Standort: Böheimkirchen, NÖ

Bauherrschaft: GrAT – Gruppe Angepasste Technologie

Planung: Architekten Schleicher ZT GmbH (Architektur); Projektteam: Robert Wimmer, Hannes Hohensinner, Manfred Drack

Funktion: Büro / Informationszentrum

Errichtung / Fertigstellung: 2005

Bruttogrundfläche: 240 m² (Nutzfläche)

Baukosten: k. A.

Low Tech: Innovative Nutzung regionaler nachwachsender Rohstoffe (Stroh, Holz, Lehm, ...), optimierte konstruktive Details (z.B. Verschattung, Wärmebrückenfreiheit, ...), Rückbau und Rückführung in den biologischen Kreislauf möglich (z.B. eigens entwickelte Verbindungsschrauben aus Biokunststoff), baubiologisch einwandfreie Ausführung für ein gesundes Raumklima, Lüftungskanäle und Kabeltrassen sind in Holz (Zirbenholz) etc.

„Mit dem S-HOUSE wird das Faktor 10- Konzept im Baubereich umgesetzt und den Kriterien des nachhaltigen Bauens entsprochen. Durch den Einsatz von Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen und der Passivhaustechnologie konnte der Ressourcenverbrauch bei der Gebäudeerrichtung im Vergleich zu herkömmlichen Bauten nach heutigem Stand der Technik um den Faktor 10 minimiert werden. ... Durch die Nutzung der vor Ort bzw. in der Region verfügbaren Rohstoffe (Lehm, Stroh) werden Umweltbelastungen, die durch Herstellung und Transport von Baustoffen entstehen, minimiert. Mit dem Lehmverputz direkt auf Stroh wird eine Alternative zu den sonst üblichen Folien (meist Verbundstoffe aus fossilen Kunststoffen) gezeigt. Diese Art des Verputzens wird bisher nicht am Markt angeboten, es handelt sich dabei um eine der Neuentwicklungen für das S-HOUSE.“ (http://www.s-house.at/FF3-05_deutsch.pdf, 15.09.2016)

FOTO

Abb. 101: s-House Böheimkirchen, Quelle: <http://www.s-house.at> © GrAT, Gruppe Angepasste Technologie



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

S-House: <http://www.s-house.at>

Nachhaltig Wirtschaften / Haus der Zukunft: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/s-house.php>

II.2.1.4 „Experimentelle Materialien“

Weltweit haben Pioniere der Architektur „experimentelle Bauten“ mit alternativen Baumaterialien erprobt. So wird Bambus zunehmend als leistungsstarkes Baumaterial wiederentdeckt, aber auch Konstruktionen aus Papier oder Karton wurden bereits realisiert. Der Architekt Shigeru Ban entwickelt seit Mitte der 1980er Jahren verschiedene Bausysteme aus Papierröhren. Dabei werden die kostengünstig aus Altpapier hergestellten Röhren als konstruktives Element eingesetzt und zu einem einfachen Low Tech Bausystem zusammengefügt. Der chinesisch Architekt Wang Shu, der gemeinsam mit seiner Frau Lu Wenyu das Amateur Architecture Studio gegründet hat, verarbeitet in seinen Bauten bevorzugt recycelte Baumaterialien. So wurde das Historische Museum Ningbo aus dem Abbruch traditioneller chinesischer Gebäuden im regionalen Umfeld errichtet.

Ein weiterer Pionier im Sektor „Bauen mit alternativen Baumaterialien“ ist Gernot Minke. Bereits 1974 begann er an der Gesamthochschule Kassel, gemeinsam mit seinen Studenten, mit alternativen Baumaterialien zu experimentieren. Er gründete in Kassel das Forschungslabor für Experimentelles Bauen. In einem Interview mit der Architekturzeitschrift Arch+ erklärt Gernot Minke seinen Zugang zum ökologischen Bauen und „alternativen Baumaterialien“: „Ich stellte mir die Frage, was es überhaupt heißt, ökologisch zu bauen? Die Antwort lautet für mich: mit natürlichen, wenig industrialisierten Baustoffen, die die Umwelt nur geringfügig belasten und kaum Energie benötigen. So bin ich schließlich auf die natürlichen Baustoffe gekommen. Mit Stein haben schon unsere Vorfahren gebaut, mit Holz weiß eigentlich auch jeder umzugehen. So kam ich zu den Forschungsthemen ‚Bauen mit textil verpacktem Sand‘ und ‚Bauen mit lebenden Pflanzen‘ sowie ‚Bauen mit grünen Dächern‘. Das erste Grasdach habe ich 1975 gebaut. Dann kamen die Forschungsthemen ‚Bauen mit Abfall‘ und mit Bambus hinzu – über das Thema ‚Leichte Flächentragwerke aus Bambus‘ hatte ich Anfang der 1980er Jahre geforscht. Außerdem untersuchte ich das Bauen mit Lehm, wozu auch das Bauen in der Dritten Welt und erdbebensicheres Bauen gehört. Und am Lehm bin ich seitdem kleben geblieben. Außerdem erforsche ich seit zwölf Jahren das Bauen mit Stroh.“ (Arch + 2013, S. 53) Seit der Gründung seines Planungsbüros für Ökologisches Bauen 1979 realisierte Gernot Minke Bauten in Argentinien, Bolivien, Brasilien, Chile, Deutschland, Ecuador, Guatemala, Indien, Paraguay, Russland, Slowakei, Ungarn und Uruguay. Dabei kamen unterschiedlichste, regional verfügbare Materialien zum Einsatz. In den vergangenen Jahren widmet er sich besonders der Weiterbildung im Lehm- und Strohbau (siehe <http://www.gernotminke.de/>).

BEISPIELE

Paper Log Houses

Standort: Kobe, Japan

Planung: Shigeru Ban

Funktion: Sonderbau, Wohnbau

Errichtung / Fertigstellung: 1995

Bruttogrundfläche: ca. 52 m² je Wohneinheit

Baukosten: ca. 2000 \$ je Wohneinheit Materialkosten

Low Tech: Einfach und kostengünstig bauen mit vorhanden / gespendeten Materialien (Bierkisten, Kartonröhren etc.), Ressourceneffizienz, Rückbau und Rezyklierbarkeit (Karton und andere einfach recycelbare Materialien)

„Nach dem Erdbeben in Kobe hat Shigeru Ban diese Häuser 1995 aus Papprohren gebaut. Das Fundament: Bierkisten, mit Sandsäcken beschwert. (...) Die Attraktion der Papprolle liegt für Shigeru Ban auf der Hand. Sie ist billig und stabil und überall zu kriegen, in dick oder dünn, problemlos wasserdicht und feuerfest zu machen, sie lässt sich von Laien schnell auf- und wieder abbauen. Und am Ende recycelt man sie.“ (Text: Susanne Kippenberger, www.tagesspiegel.de/weltspiegel/sonntag/star-architekt-shigeru-ban-genialer-pappkamerad/10855574.html, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 102 -103: Paper Log House aus Pappkartonröhren, Shigeru Ban, Quelle:

www.shigerubanarchitects.com/works/1995_paper-log-house-kobe/index.html



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Shigeru Ban: <http://www.shigerubanarchitects.com/>

Modern Seaweed HouseStandort: Læsø Island, DänemarkBauherrschaft: Realdania BygPlanung: Architectural studio Tegnestuen VandkunstenFunktion: SonderbautenErrichtung / Fertigstellung: 2013Bruttogrundfläche: 119 m²Baukosten: 280.000 €Low Tech: kostengünstig Bauen, innovative und experimentelle Anwendung günstiger regionaler Baustoffe, Wiederbelebung lokaler Bautradition

„Seetang - ein Material mit lokaler Bautradition. Die ersten Gebäude mit Seetangdeckung dürften auf Læsø in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts entstanden sein. Es war eine aus der Not geborene Bautechnik: Die zahlreichen Salzsiedereien vor Ort hatten die Insel bis 1800 weitgehend entwaldet, weil sie das Holz als Brennmaterial benötigten. Damit stand jedoch nicht mehr genug davon für Bauzwecke zur Verfügung. Auch Getreide, dessen Stroh sich zur Deckung von Reetdächern geeignet hätte, wuchs auf Læsø nicht. Stattdessen gab es in den flachen Küstengewässern um die Insel Seetang im Überfluss, den die Inselbewohner zu dichten, an Ortsgang und Traufe weit herabhängenden Dachdeckungen verarbeiteten. Rein optisch könnte der Kontrast zwischen dem eleganten Neubau und den etwas ‚unfrisier‘ aussehenden Altbauten kaum größer sein. Doch das hier versuchte Seetang-Revival war keineswegs nur ästhetischer Art: Vor und während der Bauphase haben mehrere dänische Institute für Meeresbiologie auch die physikalischen Eigenschaften der Pflanze untersucht. Ferner führten die Forscher Interviews mit den wenigen Inselbewohnern durch, die noch Erfahrungen aus erster Hand in der Verarbeitung des Materials hatten.... In dem Entwurf von Vandkunsten kommt Seetang an drei Stellen zum Einsatz: als Dachdeckung, als Fassadenverkleidung und als Dämmung im Dach und den Außenwänden. Für die Dachdeckung wurde das Material manuell in gestrickte Schafwollnetze gestopft, die mit langen Leinen an Lärchenholzlatten auf der Außenseite des Dachs befestigt sind. Die so entstehende, kleinteilige Modularität verleiht dem Seetang eine eigenwillige Ästhetik, die entfernt an Torfballen erinnert. Im Laufe der Zeit wird sich das Material silbergrau verfärben und zur Heimat von Vögeln und Insekten werden.“ (DETAIL 2014, S. 38)

FOTOSAbb. 104 -105: Seaweed House, Quelle: www.dezeen.com/2013/07/10/the-modern-seaweed-house-by-vandkunsten-and-realdania/PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

DETAIL, Oliver Lowenstein (2014): „Ferienhaus auf Læsø. Ressourcen des Meeres.“ In: Detail Green, 1 (2014), S. 38–45.

Tegnestuen Vandkunsten: <http://vandkunsten.com/>

Haus Trattner/Scharfetter

Standort: 5550 Radstadt, Salzburg

Bauherrschaft: Nina Trattner, Gerhard Scharfetter

Planung: LP architektur

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2010

Nutzfläche: 174 m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Einsatz naturbelassener oder mit ökologischen Mitteln behandelte Materialien, minimalisierte Bauweise (Möbel als Raumbegrenzung)

„Die in einfacher Massivholzbauweise gefertigten und mit einem Satteldach versehenen Häuschen wirken wie zwei Bauklötze. Bei näherem Betrachten jedoch zeigt sich die Feinheit der Details und die Qualität der Materialien, deren Oberflächenbearbeitung das Resultat zahlreicher Experimente darstellt. Sägeraue Lärchenbretter wurden mit Schwarztee, Essig und Leinöl in mehreren Schichten gegerbt und ergeben eine lebendige, je nach Lichteinfall variierende Fassade. Im Kontrast zur dunklen Hülle steht das helle, mit Bienenwachs, Orangenöl und weißem Pigment behandelte Fichtenholz, mit dem Böden, Wände und Decken des Innenraums bekleidet sind. Die Raumbegrenzungen werden zugunsten von Stauraum vorwiegend durch Möbel geschaffen. Ein betonierter Küchenblock und ein offen in den Raum gestelltes Bad aus verzinktem Blech krönen das unkonventionelle Konzept.“ (Text: Marion Kuzmany, www.nextroom.at/building.php?id=34532, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 106 -107: Haus Trattner, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34532 © Volker Wortmeyer



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

LP architektur: <http://www.lparchitektur.at/de/home.html>

II.2.2 „Second Hand“ Bauten Umnutzung / Upcycling bestehender (Bau)Substanz

Im Baustoffrecycling kommt der Vermeidung von Abfällen oberste Priorität zu. Erst danach folgt die sinnvolle stoffliche oder thermische Verwertung und an letzter Stelle die Entsorgung von Reststoffen. Um den Anteil an zu entsorgenden Reststoffen möglichst gering zu halten ist eine vorausschauende Planung bereits in Richtung des gesamten Rückbaus und Recycling der verwendeten Baumaterialien und Baustoffe ein wesentlicher Aspekt einer nachhaltigen Bauweise. Faktoren, die je nach dem Baustoffrecycling begünstigen oder erschweren, sind bestimmt durch die:

- Homogenität der verwendeten Materialien
- Materialwahl /-vielfalt
- Trennbarkeit und Verbindungsdetails zwischen Baustoffen und Materialien,
- Material-/Baustoffkennzeichnung und Dokumentation

Die Wiederverwertbarkeit einzelner Baustoffe stellt sich sehr unterschiedlich dar:

Tabelle 7: Wiederverwertbarkeit einzelner Baustoffe (Daniels 2000, S. 23–24)

Baustoff	Wiederverwendbarkeit
Mineralische Baustoffe	Mineralische Baustoffe wie Beton, Kalksandstein, und Ziegel lassen sich gut wiederverwerten. Leichtbaustoffe wie Leichtputze, Gips, Porenbeton können über separate Kreisläufe der Neuproduktion dieser Baustoffe wieder zugeführt werden.
Holz	Holz kann bei älteren, behandelten Hölzern ist freilich zu prüfen, ob Schadstoffbelastungen (z. B. PCB) eine Verwertung erschweren. Zur besseren Wiederverwertbarkeit ist darauf zu achten, dass schwermetaulfreie Holzimpregnierungen eingesetzt werden.
Metalle	Metalle können in der Regel ohne Qualitätsverlust wieder aufbereitet bzw. wiederverwendet werden. Besichtigungen schränken das Recycling allerdings ein.
Glas	Das Glasrecycling besteht in der Regel aus einer langen Down-Cycling-Kette vom Flachglas über Gussglas zu Behälterglas, wobei für eine hochwertige Verwertung die Reinhaltung beim Ausbau entsprechender Scheiben entscheidend ist.
Bituminöse Stoffe	Im Bereich bituminöser Stoffe ist Bahnenware recycelfähig, Beschichtungen auf Basis mineralischer Stoffe können unproblematisch als Schotter wiederverwendet werden. Beschichtungen auf Dämmstoffen sind nur mit hohem Aufwand zu trennen und müssen in der Regel endgültig entsorgt werden. Gleiches gilt auch für Verbundstoffe.
Dämmstoffe	Polystyrol kann als Dämmstoff im Recycleprozess wieder eingesetzt werden (Granulat, Dämmschüttung, neue Platten). Mineralfaserplatten im Bereich des Innenausbaus sind zurzeit nicht verwertbar, da die mögliche Gesundheitsgefährdung durch gealterte Fasern nicht endgültig geklärt ist. Schaumglas kann hingegen zu Sand aufbereitet werden. Leichtbauplatten werden in der Regel thermisch verwertet, Ortschäume im Verbund zu anderen Materialien treten in der Regel nur in geringer Menge auf und werden daher entsorgt.

Kunststoffe	Alle Sorten der rein gewinnbaren Thermoplaste wie z. B. Dachbahnen Bodenbeläge, Rahmenmaterialien usw. sind grundsätzlich wiederverwertbar. Ausfugungen, Kleber und Beschichtungen werden infolge ihrer geringen Mengen nicht recycelt.
Textilien und Tapeten	Textilien und Tapeten werden in der Regel thermisch verwertet, wobei sie mit unbedenklichen Anstrichen behandelt werden müssen.

In Hinsicht auf Low Tech Strategien und Nachhaltigkeit sollten vor dem gänzlichen Abriss eines Gebäudes oder der Errichtung eines Ersatzneubaus allerdings die Möglichkeiten zur Weiterverwendung prioritär verfolgt werden. Der zusätzliche Technikaufwand für eine Umnutzung von Gebäuden ist wesentlich bestimmt durch die Grundrissgestaltung, die Flexibilität der technischen Ausstattung und der Bausubstanz. Dazu sei hier nur auf zahlreiche erfolgreiche Revitalisierungs-Projekte verwiesen. Nachdem im Bereich der Sanierung und Umnutzung sehr individuelle Lösungen und Strategien für eine erfolgreiche Revitalisierung vonnöten sind, könnte darüber hinaus die Weiterverfolgung eines eigenen Forschungsansatzes zum Thema nachhaltige „Low Tech Sanierung“ zielführend sein.

Im Folgenden werden nochmals fokussierter Beispiele vorgestellt, wie Abbruch-, Alltagsmaterialien oder Abfallprodukte die auf der Baustelle anfallen, als Baumaterial wiederverwendet werden können. Am Beispiel der Hofburg wird darüber hinaus gezeigt wie einst vorgesehene aber nicht mehr in Funktion befindliche technische Einrichtungen reaktiviert und neuen Nutzungen zugeführt werden können. Im konkreten Fall wird ein historischer Luftbrunnen aus 1881 als Teil einer zeitgemäßen Lüftungsanlage revitalisiert.

BEISPIELE

Tom Kellys Bottle House

Standort: Rhyolite, Nevada

Planung / Bauherr: Tom Kelly

Funktion: Wohnbau

Errichtung / Fertigstellung: 1905

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: US\$ 2.500

Low Tech: Bauen mit Recyclingmaterial

“Around 1905, during the Gold Rush, Tom Kelly built this famous house in Rhyolite, NV. It was built with 51,000 beer bottles and adobe mud. Bottles were also used in the walkway to the house. Kelly chose bottles because ‚it’s very difficult to build a house with lumber from a Joshua tree.’ It took him about a year and a half to build the three room, L-shaped building with gingerbread trim. He spent about \$2,500 on the building with most the money for wood and fixtures. Some of the bottles were medicine bottles but most were Busch beer bottles donated from the 50 bars in town.

Rhyolite was a the center of Nevada's gold mining district. It went from boomtown to bust in just six years. In 1906, there were 10,000 residents but, by 1920, there were only 14. In 1925, Paramount Pictures discovered the Bottle House and had it restored and re-roofed for a movie. It then operated as a museum for a while but tourists were scarce.” (<http://www.roadarch.com/h/rhyolite.html>, 09.12.2016)

FOTO

Abb. 108: Tom Kelly´s Bottle House in Rhyolite, Nevada, Quelle:

https://en.wikipedia.org/wiki/Rhyolite,_Nevada, © Wikimedia Commons



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Roadside Architecture.com, Bottle Houses: <http://www.roadarch.com/h/bh.html>

Weitere Objekte:

Heineken WOB: <https://www.heinekencollection.com/stories/the-story-behind-the-wobo/>

Edouard’s Bottle Houses (Canada): <http://www.bottlehouses.com>

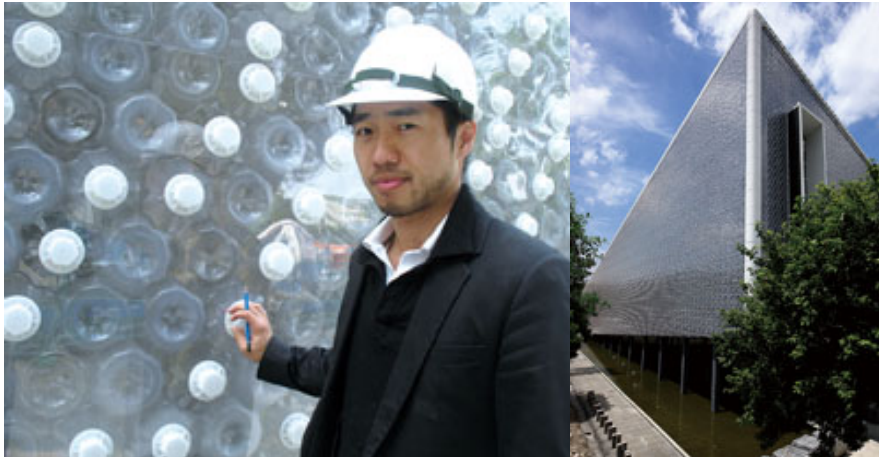
Hug It Forward (Guatemala): <http://hugitforward.org/>

POLLI-Brick / EcoARKStandort: Taipei EXPO, TaiwanBauherr: International Flora Exposition Taipei 2010Planung: Arthur Huang, Miniwiz, TaiwanFunktion: Sonderbauten (Ausstellungsgebäude)Errichtung / Fertigstellung: 2010Bruttogrundfläche: 2.000 m²Baukosten: US\$ 4 Mio. (Baukosten); US\$ 12 Mio. (inkl. Herstellung, Planung und Entwicklung)Low Tech: Einsatz von Recyclingmaterial (PET-Flaschen)

„The POLLI-Brick is a multifunctional product made from 100% recycled PET and can be used as a building material after its first use as a drinking bottle. The designers changed the usual round shape to a modular three-dimensional honeycomb form that makes the bottle extremely strong as a beverage container, but also suitable for the construction sector. As a system constituted by a multitude of bottles can form a structural component, but since it is missing an interlocking feature it needs a frame structure to support it. The iconic EcoARK building of the 2010 International Flora Exposition in Taipei, Taiwan, used the POLLI-Brick to create an unusual façade. Placed inside a metal frame structure, the bottles form an infill that is reinforced by an additional plastic panel system controlling UV light emission and wind as well as water seepage. In this project, the bottle is used as an additional aesthetic infill element, while the structural capacities of the bottle would indeed allow for small load-bearing applications, for instance as shelter constructions.” (Hebel ; Wisniewska ; Heisel 2014, S. 136)

FOTOS

Abb. 109 -110: POLLI-Brick / EcoARK Ausstellungsgebäude,

Quellen: <http://taiwantoday.tw/ct.asp?xitem=117673&ctnode=1343&mp=9>; © Cindy Sui;<http://taiwantoday.tw/ct.asp?xitem=117673&ctnode=1343&mp=9>; © Huang Chung-hsinPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Hebel, Dirk E. ; Wisniewska, Marta H. ; Heisel, Felix (2014): Building from Waste: Recovered Materials in Architecture and Construction. Birkhäuser.

Miniwiz: <http://www.miniwiz.com/>8 Reasons Why Recycled Plastic Bottle Houses Rock!: <http://www.criticalcactus.com/recycled-plastic-bottle-houses/>

VinziRast-mittendrinStandort: 1090 WienBauherrschaft: Verein Vinzenzgemeinschaft St. StephanPlanung: gaupenraub +/-Funktion: Wohnbau, gemischte NutzungErrichtung / Fertigstellung: 2013Bruttogrundfläche: 1.500 m² (Nutzfläche)Baukosten: k. A.Low Tech: Einfach bauen mit vorhandenen Materialien

„Ehemalige Obdachlose und Studenten leben hier gemeinsam in Wohngemeinschaften. Veranstaltungsraum, Werkstätten und Gassenlokal öffnen das Haus nach außen, laden zum Besuch ein. 1500 m² Nutzfläche für 30 Bewohner. ... Aus der finanziellen Not wurde eine sprichwörtliche Tugend: Materialien, die sonst im Müll landen, kommen hier dank unzähliger ehrenamtlich geleisteter Stunden zahlreicher Unterstützer zu neuen Ehren und treffen mit dem „shabby chic“ genau den Zeitgeist. Hunderte Obst- und Gemüseboxen wurden für die Wand- und Deckenverkleidung feinsäuberlich zerlegt und anschließend grafisch ansprechend arrangiert. Kissen, deren Überzüge aus recycelten Kaffeesäcken genäht wurden, Türgriffe, die entlang der Bar als Taschenhaken dienen, die Liste ließe sich lange fortsetzen.“ (Text: Martina Frühwirt, www.nextroom.at/building.php?id=36027, 19.07.2016)

FOTOSAbb. 111 -112: VinziRast-mittendrin, Wien, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=36027, © Kurt KuballPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:Gaupenraub +/-: <http://gaupenraub.net/>

Palettenhaus

Standort: Venedig Biennale (Besichtigungsmöglichkeit: Blaue Lagune, Wiener Neudorf)

Bauherr: Wettbewerbsbeitrag GAU:DI

Planung: TU Wien, Gregor Pils, Andreas Claus Schnetzer (Betreuung: Karin Stieldorf)

Funktion: Sonderbauten (Ausstellungsbau)

Errichtung / Fertigstellung: 2008

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: k. A.

Low Tech: kostengünstiges Bauen mit Recyclingmaterial

„Mit dem Palettenhaus entwickelten Gregor Pils und Andreas Claus Schnetzer noch während ihres Studiums an der Technischen Universität Wien (Betreuung: Karin Stieldorf) ein innovatives Holzbau-System, das zusätzlich zu den üblichen Vorzügen des Holzbaus durch den Einsatz bereits gebrauchter Paletten kreislauffähig wird. Es besteht aus 800 gebrauchten Paletten, die so einer zweiten Nutzungsphase zugeführt werden. Sie werden zu Modulen verbaut, die rasch zu einem Haus zusammengefügt werden können. Der mehrschicht-ige Aufbau ist bestens für den Einbau von Installationen, Dämmung und Beleuchtung geeignet. Das Haus aus gebrauchten Paletten sollte vor allem für den temporären Einsatz an unterschiedlichen Standorten geeignet sein. Es ist ökologisch, Energie-effizient und günstig und kann später mit wenig Aufwand an anderen Standorten wieder aufgebaut werden. Das Palettenhaus ist bestens vorfertigbar, kann multipliziert und zu Ensembles mit Dorf-Charakter gruppiert werden.

Weiterentwicklung zur Serienreife: Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde es im Detail weiter und zur Serienreife entwickelt. Dies inkludierte statische und bauphysikalische Nachweise, die 3-dimensionale Simulation der Wärmebrücken, sowie die Berechnung des langjährig zu erwartenden Wärmebedarfs (Standort Wien Aspern) als Qualitätssicherung des Standards Passivhaus und die Überprüfung der Sommertauglichkeit.“ (<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/alles-palette-entwicklung-des-palettenhauses-zur-serienreife.php>)

FOTO

Abb. 113: Palettenhaus auf der Biennale in Venedig, Quelle: palettenhaus.com



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Nachhaltig wirtschaften: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/alles-palette-entwicklung-des-palettenhauses-zur-serienreife.php#shortDescription>

Wohnnet: http://www.wohnet.at/business/buero-gewerbe/blau-lagune-palettenhaus-coworking-space-19630741?utm_source=wohnet.at&utm_medium=email&utm_campaign=b2a_2017-4

Das Palettenhaus: <http://www.palettenhaus.com/>

Earthship Biotecture

Standort: New Mexico (weltweit)

Bauherr: internationale Projekte

Planung: Michael Reynolds

Funktion: Wohngebäude, flexible Nutzung

Errichtung / Fertigstellung: seit 1960er Jahre

Bruttogrundfläche: variabel

Baukosten: k. A.

Low Tech: Low Tech standardisiertes Entwurfs- und Baukonzept für klimatisch adaptierbare Gebäude, mit natürlichen und regional frei verfügbaren Ressourcen und Abfallprodukten (Autoreifen, Aluminiumdosen, Glas oder Plastikflaschen etc.), Autarkes Versorgungs- und Entsorgungskonzept etc.

„Earthship Biotecture is based in Taos, New Mexico, and has been providing humans with the tools necessary to sustain themselves and the planet for over 45 years. By using carbon-zero technology in building plans and integrating all systems with food production, our designs are the first truly sustainable, independent models on the market today. We able to construct comfortable units in any climate made primarily out of natural and recycled materials.

Earthship construction drawings are designed to meet standard building code requirements so you can get a permit no matter where you are. Earthship Biotecture is beyond LEED Architecture. Earthships are green buildings that meet standard building codes. EarthshipBiotecture is based on the work of principal architect, Michael Reynolds.“ (<http://earthship.com/blogs/>, 15.04.2016)

FOTOS

Abb. 114 -115: Earthship Biotecture, Konstruktionen aus Autoreifen, Glasflaschen und andere lokal frei verfügbare Materialien, Quelle: <http://earthship.com/blogs/systems/construction-materials/>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Earthship Biotecture: <http://earthship.com/blogs/>; <http://earthship.org>, <http://earthship-deutschland.de/>

Lager- und Ateliergebäude Hagi, JapanStandort: Hagi, JapanBauherr: Kazuiko Miwa, YamaguchiPlanung: Sambuichi Architects, HiroshimaFunktion: SonderbautenErrichtung / Fertigstellung: 2002Bruttogrundfläche: 283 m²Baukosten: k. A.Low Tech: Recycling und Wiederverwendung von Baumaterial (Schalungstafeln)

„Auf dem Gelände eines traditionsreichen japanischen Keramikbetriebes entstand dieses Lager- und Ateliergebäude. Die einzelnen Räume sind jeweils einem Arbeitsschritt im Herstellungsprozess der Töpferwaren zugeordnet: Flächen für Rohmaterialien, halbfertige Werkstücke, gebrannte Keramiken und das Atelier zum Glasieren und Bemalen der Ware. Das Prinzip von Positiv- und Negativform bestimmt nicht nur die Formgebung bei Keramiken, sondern auch die von Betonbauteilen. Der Zusammenhang von Schalung und gegossenem Beton ist das grundlegende Thema des Entwurfs. Die Idee dabei war, die Schalltafeln aus Zedernholzplatten vor Ort zu 'recyceln', das heißt sie direkt und ohne größere Umformungsprozesse als Baumaterial wieder zu verwenden. Um das Bauprojekt kostengünstig und umweltschonend umzusetzen, wurden in der Planungsphase die Betonflächen mit den Flächen der zu recycelnden Elemente in Verhältnis gebracht: Die Größe der Außenschalung der Betonwände entspricht der Fläche der Gebäudeöffnungen, sodass die standardisierten Schalltafeln schließlich als geschosshohe Holzläden vor Fenstern und Türen eingebaut werden konnten. Die Innenschalungen verwendete man als leichte Trennwände oder Einbauten und die Schalungselemente der Decke im Obergeschoss wurden zum Bodenbelag der Räume.“ (DETAIL 2003, S. 632)

FOTOS

Abb. 116 -117: Lager- und Ateliergebäude Hagi, Quelle: <http://www.detail-online.com/inspiration/store-and-studio-in-hagi-103719.html>; © Shinkenchiku-Sha / Ryugo Maru

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schittich, Christian (2005): Einfach Bauen. Walter de Gruyter.

DETAIL (2003): „Lager- und Ateliergebäude in Hagi.“ In: Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 6 (2003), S. 632–636.

http://www.detail.de/fileadmin/uploads/10-PDFs/Sonderpreis_Holz_2005_Ateliergebäude_in_Hagi.pdf

<http://www.detail-online.com/inspiration/store-and-studio-in-hagi-103719.html>

Hofburg Reaktivierung LuftbrunnenStandort: WienBauherr: BurghauptmannschaftPlanung: (1881), RevitalisierungFunktion: Sonderbauten (Museum)Errichtung / Fertigstellung: in PlanungLow Tech: Revitalisierung eines historischen Luftbrunnens als Teil einer zeitgemäßen Lüftungsanlage

„Der sogenannte Luftbrunnen ist das, was man als historische Klimaanlage bezeichnen könnte. Viele Gebäude aus jener Zeit verfügten über solche Konstruktionen, die dank ihrer ausgefeilten Positionierung und der Gesetze der Physik (thermischer Auftrieb, Unter- und Überdruck) funktionierten. Nahezu ohne zusätzlichen Energieaufwand lüfteten sie die Gebäude, erwärmten oder kühlten (je nach Jahreszeit) die zugeführte Außenluft. Neben der Neuen Burg waren in Wien u.a. Oper, Rathaus und Parlament mit ähnlichen Systemen ausgestattet. Im Burgtheater ist die Anlage sogar noch in Funktion. Und das seit inzwischen 130 Jahren. Jene der Neuen Burg beginnt hinter zwei schweren Eisengittern im Burgarten, von wo aus die Luft in den Keller und in ein mehrere hundert Meter langes Gangsystem, das „Labyrinth“, gelangt. Im Herzen der Burg, im Fundament, strömt die Luft am Erdkern, einem 1700 Kubikmeter großen Wärme- oder Kältespeicher, vorbei und anschließend über Steigschächte hinauf in die benutzten Stockwerke. Theoretisch. Praktisch ist der Luftbrunnen im Zuge der Kriegsvorbereitungen 1938 „erstickt“, denn die Steigschächte, die vom Keller in die Sammlungen führen, wurden zugemauert.“ (Die Presse, Andreas Wetz: Rost statt Glanz: Der Klimakeller der Hofburg, 04.06.2011

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Huber, Alfons (2011): Ökosystem Museum. Grundlagen zu einem konservatorischen Betriebskonzept für die Neue Burg in Wien Wien: Akademie der bildenden Künste Wien

II.2.3 Bauen mit Masse

Bauen mit (Speicher)Masse wird in traditionellen Bautechniken häufig angewendet um mit möglichst geringem technischem Aufwand das Raumklima zu beeinflussen. Bei modernen Bauten geht es darum durch Speichern von Wärme Kühllasten (Wärmegewinne im Gebäude) zu reduzieren und solare Wärmegewinne (passive Solarnutzung) zeitverzögert an den Raum abzugeben: „Die Wärmestrahlung dringt je nach Wandaufbau und zeitlichem Verlauf der Strahlung mehr oder weniger tief in die Wände oder speichernde Bauteile ein und führt dabei zu einer Erhöhung der Oberflächentemperatur. Die Oberflächen stehen dabei miteinander im Strahlungsaustausch. Je nach Raumluft- und Oberflächentemperatur kommt es zu einem konvektiven Wärmeübergang von der Oberfläche an die Luft bzw. umgekehrt. Bei veränderlichen Raumtemperaturen bedeuten Temperaturanstiege eine Reduzierung des Anstiegs der Kühllast (Einspeichervorgang). Eine Absenkung der Raumtemperatur zieht in der Regel gleichzeitig eine Erhöhung der Kühllast nach sich.“ (Daniels 2000, S. 130) Wird der Raum zusätzlich während der Nacht mit kalter Außenluft durchlüftet so kann die Speicherfähigkeit des Raumes weiter optimiert werden.

Der Einsatz von Gebäudemasse als Wärmespeicher wurde bereits in den 1970er-Jahren in Zusammenhang mit passiven Solarhauskonzepten proklamiert. Realisierte Beispiele zeigen, dass mit zunehmender Verbesserung der Baumaterialien und einem optimalen Zusammenspiel zwischen Sonneneinstrahlung, speicherfähiger Baumasse und optimierter architektonischer Form inzwischen Gebäude ohne konventionelles Heizsystem gebaut werden können. Mittels Computersimulation und einschlägigen Rechenprogrammen lassen sich Speicherverhalten der Baumassen und die zu erwartenden Raumtemperaturen über den Tages-/Jahresverlauf schon in der Planungsphase mit guter Genauigkeit berechnen.

Die große Herausforderung liegt in der Verbesserung der thermischen Eigenschaften von Masse ohne Zuwachs an Menge. Dazu haben sich zwei Strategien etabliert, die thermische Aktivierung von Bauteilen und die Simulierung der Speicherfähigkeit von Masse mittels Phase Change Materialien. Phasen- oder viskositätsveränderliche Materialien (z.B. PCM) können durch Einwirkung von Temperatur, elektrischer Spannung oder magnetischen Feldern ihren Aggregatzustand reversibel verändern und dabei Wärme aufnehmen oder abgeben. Paraffine oder Salzhydrate, zum Beispiel, beginnen an einem festgelegten Temperaturpunkt ihrer Umgebung Wärme zu entziehen und nach dem Phasenwechsel wieder abzugeben. (siehe dazu ausführliche Beschreibung und Beispiele: Haselsteiner 2011).

Die zweite Strategie, die Bauteilaktivierung, erlangte in den vergangenen Jahren zunehmend Bedeutung. Bauteilaktivierung hat die Funktion die thermischen Eigenschaften von Masse zu verstärken ohne mehr Masse einsetzen zu müssen. Vorbilder reichen zurück bis zu den Hypokaustensystemen und den mit warmer Luft temperierten Bauteilen in römischen Bädern. Darüber hinaus finden sich in traditionellen Bauweisen im arabischen und afrikanischen Raum, beziehungsweise in Gebieten mit vorherrschend heißem und trockenem Klima und sehr großen Tag-Nacht Temperaturdifferenzen, Beispiele dafür wie Wärme in massiven Decken, Wand und Bodenbauteilen zwischengespeichert und zeitversetzt durch die kühlere Nachtluft abgeführt werden kann. In gegenwärtigen Systemen der Bauteilaktivierung wird durch Trägermedien, z. B. Luft oder Wasser, das Speichervermögen der Baumasse erhöht und überwiegend durch Strahlung, über die aktivierten Flächen, abgegeben. Bauteilaktivierung wird sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen von Räumen eingesetzt. (siehe dazu ausführlicher Planungsleitfaden: Zement + Beton Handels- u. Werbeges.m.H 2016)

Damit Speichermasse wirksam werden kann benötigt es die direkte thermische Verbindung zum Innenraum, das heißt Wand- oder Deckenverkleidungen wie abgehängte Decken oder Vorsatzschalen

müssen unterbleiben. Dies hat Konsequenzen auf die Raumakustik. Bei Sichtbetonwänden und -decken müssen je nach Nutzung und Funktion zusätzlich raumakustische Maßnahmen bedacht werden.

BEISPIELE

Bürohaus 2226

Standort: Millenium Park 20, 6890 Lustenau, Vorarlberg

Bauherrschaft: AD Vermietung OG

Planung: Baumschlager Eberle Architekten

Funktion: Büro und Verwaltung

Errichtung / Fertigstellung: 2013

Bruttogrundfläche: 3.201 m²

Baukosten: gemäß ÖNORM 1801: 950,- EUR/m² netto (ohne Mobiliar und Grundstückskosten)

Low Tech: Keine Heizung: Raumwärme aus inneren energetischen Quellen und in speicherfähigen Masse gebunden, natürliche Lüftung (CO₂-Sensorgesteuerte Fensterlüftung), kompakte Gebäudeform mit optimiertem Fassadenöffnungen, natürliche Verschattung, einfache Konstruktion und Bauweise mit konventionellen ökologische Baumaterialien (Ziegel, Holz), Tageslicht, suffiziente Gebäudeausstattung und Nutzungsflexibilität etc.

„Der Computer als Heizkörper. 'Aber genau so ist es! Das gesamte Haus kommt 365 Tage im Jahr ohne eigene Wärmequelle aus, denn die Temperierung findet einzig und allein über jene energetischen Quellen statt, die bereits im Raum vorhanden sind. ... Menschen, Licht, Computer. Mehr brauchen wir nicht. Das reicht.' Das gesamte Haus ist so konzipiert, dass möglichst wenig Wärme durch die Wände diffundiert und dass möglichst viel Energie in der speicherfähigen Masse gebunden werden kann. 78 Prozent dieser energiespeichernden Mission übernehmen die massiven Böden und Decken aus Stahlbeton, die restlichen 22 Prozent obliegen den 80 Zentimeter dicken Außenwänden aus handelsüblichen, doppelschalig verlegten und in fast jedem österreichischen Einfamilienhaus vorzufindenden Wienerberger-Hochlochziegel. Wärmedämmung gibt es nicht. Aufgrund des hohen Luftkammeranteils des Ziegels konnte auf Mineralwolle und aufgeschäumte Erdölderivate verzichtet werden. ...Auf iPod-ähnlichen Displays in der Wand sind Lufttemperatur, Feuchtigkeit und CO₂-Gehalt ersichtlich. ... Sobald sich die Faktoren bestimmten Grenzwerten annähern, sorgt die eigens für dieses Haus entwickelte Software dafür, dass mit den hier vorhandenen Potenzialen gegengesteuert wird.“ (Text: Wojciech Czaja, www.nextroom.at/building.php?id=36211&inc=artikel, 19.07.2016)

FOTO

Abb. 118: Bürogebäude 2226, Lustenau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=36211, © be baumschlager eberle



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Bauwelt 44 (2013): Massive Wände. Berlin (= Bauwelt).

Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (2016): be 2226 Die Temperatur der Architektur / The Temperature of Architecture: Portrait eines energieoptimierten Hauses / Portrait of an Energy-Optimized House. Birkhäuser.

Horisberger, Christina. 2014. „Atmosphäre statt Maschine“. Architektur+Technik 3/2014: 68–71.

Junghans, Lars P. 2015. „Nachhaltigkeit und Resilienz des Gebäudes 2226 in Lustenau. Was können wir für die Zukunft lernen?“ In Aus der Praxis der Gebäudenutzung, 15–18. Wien: IBO Verlag.

Mäurle, Barbara. 2014. „Rückbesinnung auf das Elementare. Bürogebäude in Lustenau (A)“. db deutsche bauzeitung 12/2013 (März).

Pestalozzi, Manuel. 2015. „Passivität wörtlich -genommen. Sensible Speicher“. TEC21 47 /2015 (November): 32–34.

Waltjen, Tobias. 2014. „2226 Lustenau“. IBO magazin 2/14: 26–28.

Baumschlager Eberle: <http://www.baumschlager-eberle.com/>

»»» SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I «««

Schulanlage Vella GR

Standort: Vella, Talschaft Lugnetz, CH

Bauherr: Gemeinde Vella / Kreisschulverband Lugnez

Planung: Valentin Bearth & Andrea Deplazes

Funktion: Bildungs- und Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 1997

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: 8,5 Mio. CHF (7,9 Mio €)

Low Tech: reduzierte Heiz- und Gebäudetechnik (keine konventionelle Heizung): Optimierung der speicherwirksamen Masse durch Materialwahl und Gestaltung, Einsatz der Gebäudemasse als Wärmespeicher, passivsolares Energiekonzept

„Verborgenes Energiekonzept: Die Neubauanlage besitzt weder eine konventionelle Heizung noch Sonnenkollektoren. Lediglich eine Quelluftanlage und ein Wärmetauscher bilden ein ergänzendes Haustechniksystem. Um einerseits Wärmestrahlung an Sonnentagen zu absorbieren und damit eine Überhitzung der Räume zu vermeiden, und um andererseits Wärmeverluste an Kältetagen zu verringern, wurde Massivbauweise in Beton gewählt – ein gutes Speichermedium. Da in den Zirkulationszonen und Unterrichtsräumen ein wesentlicher Anteil der Oberflächen mit Holz abgedeckt ist, musste die Deckenuntersicht als Absorptionsfläche vergrößert werden: zu diesem Zweck wurde eine Betonrippen-Konstruktion entwickelt als gestalterisches und multifunktionelles Element. Denn die Rippenschar verbessert auch die Raumakustik und ermöglicht das Einsetzen von blendungsfreien Energiesparleuchten in den ‚Fugen‘. Licht, Schatten und Betonrippen führen so zu einem reichen räumlichen Spiel. Der Speichereffekt der Massivbauweise wird noch vergrößert durch die Wahl des einheimischen Valser Quarzit-Steinplattenbodens im ganzen Schulhaus. Grossformatige Fensteröffnungen mit nach oben sowie Süden bzw. Westen unter 45° abgeschrägten Leibungen sorgen für optimalen Lichteinfall und unterstützen die passiv-solare Energienutzung. Der Massivbau wirkt durch diese gestalterischen Massnahmen leichter, transparenter und präziser.

Energetisches Pilotprojekt der Gemeinde Vella: Das passivsolare Energiekonzept wird im mikroklimatischen Bereich der Klassenräume ergänzt durch ein steuerbares Umlenk-Lamellensystem an der Innenseite der Fenster. Die handelsüblichen Alu-Lamellen wurden um 180° gedreht eingefädelt und ermöglichen so die Umlenkung des Tageslichts in die Raumtiefe und die Einführung der Wärmestrahlung in die Rippendecke. Wenn die Storen nur bis auf etwa 1 m über Boden abgesenkt

werden, können die Sonnenstrahlen die Bodenplatten in der Fensterzone direkt mit Wärme ‚aufladen‘. Die Umlenkstellung der Storen erlaubt den Blick nach draussen; im geschlossenen Zustand verdunkeln sie den Raum. Die Lage der Storen auf der Fensterinnenseite beeinträchtigt nicht das plastisch-volumetrische Bild des stark perforierten Baukörpers.“ (http://www.betonsuisse.ch/fskb/2000_02_sh_vella/index.html, 18.10.2016)

FOTOS

Abb. 119 -120: Schulhaus Vella, Bearth & Deplazes, Quellen:

http://www.baukultur.gr.ch/de_DE/address/schulhaus_1997.22973; <http://finn-wilkie.tumblr.com/post/118649089151/bearth-deplazes-primary-school-vella-1998>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Luchsinger, Christoph (1998): „High-Tech als Low-Tech: Schulanlage Vella GR.“ In: *Werk, Bauen + Wohnen*, 85 (1998), 1/2, S. 30–36.

Lainsecq, Margrit de (1998): „Der Sonnenfänger : der neue Schultrakt von Bearth & Deplazes in Vella kommt ohne konventionelle Heizung aus.“ In: *Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design*, 11 (1998), 9, S. 22–23.

Arbeitswelt Josef GöbelStandort: 8136 Fladnitz,Bauherr: Josef Göbel GmbHPlanung: Malek Herbst Architekten ZT GmbHFunktion: Büro- / BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2012Bruttogrundfläche: 1.300 m²Baukosten: k. A.Low Tech: natürliche Verschattung, Bauteilaktivierung und Einsatz massiver Speichermasse zu Kühlung und Heizung, Verzicht auf Unterkellerung

„Im Zentrum des Energiekonzepts standen die Reduktion von Kühllasten durch baulichen Sonnenschutz, Speichermassen des Betons, und vorrangig passive Kühlmaßnahmen in Kombination mit Nachtkühlung. Die Sichtbetondecken sowie die Treppenhauswände im Gebäude werden mittels Bauteilaktivierung im Sommer zum Kühlen und im Winter zur Unterstützung der Heizung genützt. Ein flexibler, außen liegender Sonnenschutz sowie die Speichermassen der massiven Gebäudekonstruktion sorgen für ein angenehmes Innenraumklima auch an heißen Tagen. Die Beheizung erfolgt mittels Biomasse-Fernwärme über eine Fußbodenheizung und Bauteilaktivierung.“
(Zement + Beton 2015, S. 44)

FOTO

Abb. 121: Arbeitswelt Josef Göbel, Quelle: <http://www.malekherbst.at/projekte/gewerbe/arbeitswelt-josef-goebel-fladnitz-adteichalm.html>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Malek Herbst Architekten: <http://www.malekherbst.at/projekte/gewerbe/arbeitswelt-josef-goebel-fladnitz-adteichalm.html>

Zement + Beton (2015): Energiespeicherbeton. Tagungsband Expertenforum November 2015. Wien: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.

II.2.4 „Selbstwachsende“ Biomaterialien

„Selbstwachsende“ Biomaterialien basieren auf dem Wachstum von Mikroorganismen, wie Bakterien oder Pilzen, die in einem geeigneten Nährstoffmaterial ihr Wachstum entfalten. Dadurch wird das Ausgangsmaterial soweit verändert, dass ein neues Material entsteht. Neben den geeigneten Nährstoffen – üblicherweise ansonsten ein Abfallprodukt - ist einzig eine bestimmte Feuchtigkeit und Temperatur über einen vorgegebenen Zeitraum einzuhalten. Sie wachsen standortunabhängig, beziehungsweise können lokal dort kultiviert werden wo sie verwendet werden, lange Transportwege entfallen. Darüber hinaus sind es vorwiegend organische Materialien die während ihrer Wachstumsphase CO₂ absorbieren. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass diese Materialien nach der Verwendung einfach wieder kompostierbar sind oder in einem neuen Zyklus wiederverwendet werden können. Die Entwicklung in diesem Sektor ist noch vergleichsweise jung. Dennoch gibt es am Markt inzwischen einige Produkte die am besten Weg zur Marktreife sind.

BEISPIELE

„Selbstheilender“ Bio-Beton

Planer / Entwickler: Hendrik Marius Jonkers, TU Delft, Microlab, NL

Die Betonmischung enthält kalkproduzierende Bakterien. Diese verharrten in Form eingekapselter Tonpellets – zusammen mit Stickstoff, Phosphor und einem Nährstoff auf Kalziumlaktat-Basis - „schlafend“ im Beton, theoretisch bis zu 200 Jahre. Durch Risse in der Betonkonstruktion und das eindringende Wasser werden sie aktiviert, die Bakterien nehmen die Nährstoffe auf und beginnen Kalkstein zu produzieren. Durch diesen produzierten Kalk werden Risse selbstständig geschlossen und Schäden ohne Zutun von Menschen repariert. Aktuell forscht der Mikrobiologe und Erfinder Henrik Jonkers an einer alternativen Methode zur Einkapslung der Bakterien und deren Optimierung zur Kalkproduktion. Damit würde der Bio-Beton in der Herstellung nur geringfügig mehr als herkömmlicher Beton kosten. Die Lebensdauer könnten allerdings deutlich erhöht sowie die Instandhaltungskosten verringert werden.

FOTOS

Abb. 122: „Selbstheilender“ Bio-Beton: Die Betonmischung enthält kalkproduzierende Bakterien die bei Wassereintritt aktiviert werden und Risse wieder verschließen. Entwickler: Hendrik Marius Jonkers, TU Delft, Microlab, NL. © TU Delft

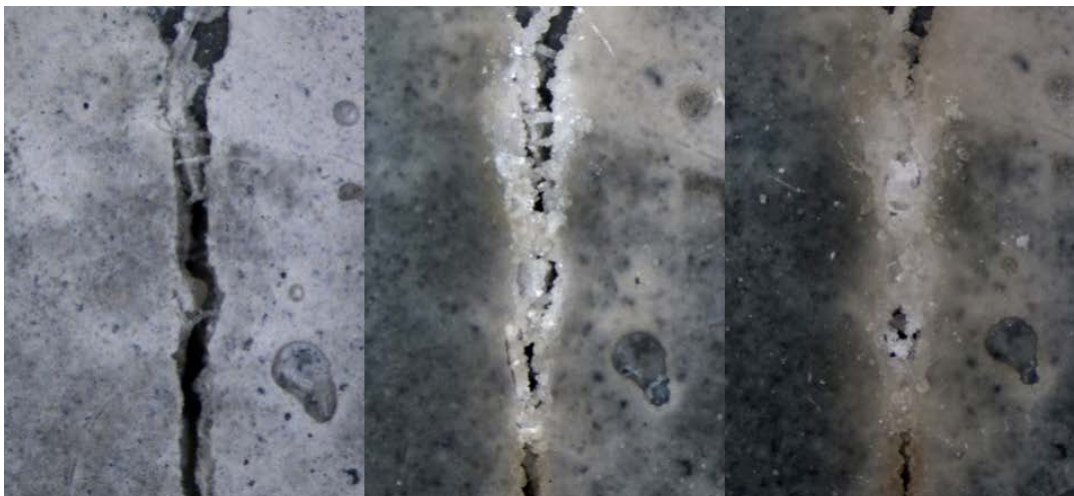


Abb. 123: Pavillon in Breda, NL: Eine Schicht „selbstheilender“ Bio-Beton soll auftretende Risse automatisch wieder verschließen. Architekt: Frank Markus Leeuwen. Quelle: <http://www.marcus-architecten.nl/?p=180>



INFO / LINK:

<http://staff.tudelft.nl/en/H.M.Jonkers/>; <http://www.citg.tudelft.nl/en/research/stories-of-science/structural-engineering/self-healing-concrete/>

Pilz statt PlastikPlaner / Entwickler: Ecovative, Green Island, NY, USA

Das junge Unternehmen Ecovative hat eine Methode entwickelt um Kunststoffe durch ein Pilz-basiertes Material zu ersetzen. Hergestellt wird das Material aus landwirtschaftlichen Abfällen, wie etwa Maisstroh oder anderen Ernteresten, und dem sogenannten Myzel, einem unsichtbaren Geflecht im Boden von Pilzen. Myzel wirkt dabei wie ein sich selbst produzierender Klebstoff der verschiedene Materialien binden kann. Die ursprüngliche Intension lag darin ein alternatives Material zu den auf Erdöl basierenden Dämmstoffen zu entwickeln. Um die Materialstabilität zu demonstrieren wurde inzwischen ein kleines Demo-Haus gebaut. Dabei wurde innerhalb einer Holzkonstruktion mittels des Myzels eine stabile Dämmschicht kultiviert. Die Stabilität der so produzierten Dämmschicht reicht aus, um das Gebäude ohne zusätzlich stabilisierende Konstruktionen zu bauen.

2014 wurde für eine Ausstellung im MOMA in New York ein eigener Pilz-Ziegel entwickelt mit dem vom Architekten David Benjamin (The Living) eine begehbare turmartige Skulptur errichtet wurde.

Die Entwickler sind bestrebt, dass das Biomaterial sich rasch als Plastikersatz verbreitet. Dazu bietet das Unternehmen mittlerweile ein Selbstanbau-Set an. Das Set enthält eine Packung dehydriertes Pilzgeflecht, Mehl, Handschuhe, ein Formwerkzeug und eine Tasche als Brutkasten. Vermischt mit etwas Wasser verwandelt sich das Myzel in ein schaumartiges leicht formbares weißes Material. Das Endprodukt ist vollständig kompostierbar.

FOTOS:

Abb. 124 -125: The Tiny Mushroom House: Haupt- und tragendes Element der Konstruktion ist eine auf Basis von Pilzen kultivierte Dämmschicht. Wandaufbau mit „in der Wand gewachsener Pilz-Dämmung“ von Ecovative.

Quelle: <http://mushroomtinyhouse.com/>

Abb. 126: The Living's "Hy-Fi" Installation im MoMA PSI, 2014. Foto © Kris Graves

INFO / LINK:

Ecovative: <http://www.ecovatedesign.com/>

II.3 Low Tech Strategie „System“

II.3.1 Einfach Bauen

Die meisten, der in dieser Arbeit vorgestellten Objekte, erfüllen auch das Kriterium der „Einfachheit“. Am Beginn steht als Motivation entweder der ökonomisch bedingte Zwang zur Schlichtheit oder ein bewusstes Bekenntnis zur „Askese“. Nach einigen Selbstbauinitiativen in den 1970er Jahren gibt es mittlerweile im Rahmen von Baugruppenprojekten neuerlich einen Trend zum gemeinschaftlichen Bauen. Damit der Wohnbau leistbar bleibt, werden Eigeninitiative, ein sparsamer Umgang mit Material und technischer Ausstattung sowie eine einfach herzustellende „Bauweise“ vorausgesetzt. Die unkomplizierte Art der Bearbeitung prädestiniert den Baustoff Holz zum Selbstbau. Darüber hinaus sind aber auch tragende Grundkonstruktionen aus Beton oder Stahl, und der Möglichkeit zum individuellen Eigenausbau, zu finden.

Im folgenden Abschnitt werden nochmals ergänzend einige Strategien zu „einfachen“ und „sparsamen“ Bauweisen vorgestellt. Das Spektrum ausgesuchter Bauten beleuchtet Projekte die auf Basis einfacher Bautechniken einen hohen Eigen- und Selbstbauanteil ermöglichen, solche die mit minimalisierten Grundflächen oder mit Überlagerungen von Nutzungen eine Nutzungsoptimierung anstreben, oder auch die technische Gebäudeausstattung adäquat zur „tatsächlichen“ Nutzung auf das Notwendigste reduziert wurde.

BEISPIELE

Pfadfinderheim St. Martin

Standort: Siedlung 8, 6713 Ludesch, Vorarlberg

Planung: Christian Walch, Walch Ökohaus GmbH

Funktion: Sonderbauten

Errichtung / Fertigstellung: 2005

Bruttogrundfläche: 298 m² (Nutzfläche)

Baukosten: k. A.

Low Tech: Low Tech Ökohaus für temporäre Nutzung, minimiertes Haustechnikkonzept, saisonale Speicherung solarer Wärme, hoher Energiestandard

„Das Pfadfinderheim besticht durch seine Philosophie der maximalen Reduzierung von Energietechnik. Die sommerlichen Erträge der Solaranlage werden in der Betonbodenplatte und dem darunter liegenden Erdreich gespeichert und über die Heizsaison saisonal verzögert wieder abgegeben. Die großen Verglasungen des Gebäudes sind in Passivhausqualität ausgeführt, die Wände bestehen nur aus zwanzig Zentimeter Massivholz. Der gemessene Energieverbrauch des Gebäudes liegt im Bereich eines Passivhauses, der berechnete liegt über dem eines Niedrigenergiehauses. ... Energiesystem: Wärmeversorgung durch Solarkollektoren und drei Pumpen (leiten die Wärme von den Kollektoren in die Bodenplatte), Restheizenergie durch einen elektrischen Heizlüfter (würde auch mit Holzofen funktionieren), Warmwasserbereitung mit Stromspeicher und Solarunterstützung.“

(Text: Dominique Gauzin-Müller, Bernd Vogl, www.nextroom.at/building.php?id=33687, 19.07.2016)

FOTO

Abb. 127: Pfadfinderheim St. Martin, Ludesch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33687, © Bernd Vogl



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Christian Walch Ökohaus GmbH: <http://www.oekohaus.at/>

»»» SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I «««

BaxBox Seekirchen

Standort: Seekirchen, Salzburg

Bauherrschaft: privat

Planung: strobl architekten ZT GmbH, Künstlerin Andrea Hehle

Funktion: Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: 2008

Bruttogrundfläche: 35 m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Konstruktiv-bauliche Verschattung, ökonomische auf minimale Ansprüche angepasste Bauweise

„Das anstelle eines Vorgängerbaus errichtete Häuschen, bietet auf minimaler Fläche eine voll funktionsfähige Kleinstwohnung an, die sogar wintertauglich ist. Die mit Bambusrohren verkleidete Box, hat einen erdgeschossigen Wohnraum, über eine steile Samba-Treppe werden die Schlafkoben im Obergeschoß und die Dachterrasse erschlossen; am astreinen Raumplan-Konzept hätte Adolf Loos seine helle Freude. Als Bax Box bezeichnet man auf Schiffen eine Kiste, in der man bei Bedarf alles, was sich so an Deck befindet, rasch verstauen kann.“ (Text: Roman Höllbacher, www.nextroom.at/building.php?id=32460, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 128 -129: BaxBox Seekirchen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32460, © Angelo Kaunat

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Kapfinger, Otto ; Höllbacher, Roman ; Mayr, Norbert (2010): Baukunst in Salzburg seit 1980: Ein Führer zu 600 sehenswerten Beispielen in Stadt und Land. Salzburg, Initiative Architektur (Hrsg.): Salzburg: Muery Salzmann.

Strobl Architekten: <http://www.stroblarchitekten.at/>

Casa Minima, GerraStandort: Gerra Gambarogno, CHBauherrschaft: privatPlanung: Buzzi e Buzzi, LocarnoFunktion: WohnhausErrichtung / Fertigstellung: 1998Bruttogrundfläche: ca. 150 m²Baukosten: ca. 250.000 € (KG 300-400)Low Tech: Weiternutzung alter Bausubstanz, kostengünstige Bauweise, „Haus-im-Haus-Prinzip“, minimierte Technikausstattung, Verwendung regional verfügbarer Materialien, Gebäude sortenrein trennbar und vollständig recyclingfähig etc.

„In dem kleinen, dicht bebauten Ort am Ostufer des Lago Maggiore wurden die beiden alten steinernen Ställe durch ihre besondere Art der Sanierung wieder bewohnbar gemacht. ... Das Dach des alten Gebäudes wurde entfernt und nach dem ‚Haus-im-Haus-Prinzip‘ eine geometrisch präzise zweite hülle von oben wie ein Möbel in den bestehenden Mauerring eingesetzt. Die ruinenartigen Granitmauern dienen gleichzeitig als Speichermasse und Schutz der neuen Schale vor Witterung. ... Die Holzkonstruktion besteht aus 28 vorgefertigten Elementen, die mit einem Hubschrauber angeliefert und innerhalb von sechs Stunden montiert wurden.“ (Hegger et al. 2007, S. 200)

FOTOS

Abb. 130 -131: Ferienhaus in Gerra, Quelle: Buzzi studio d'architettura, © buzzi e buzzi

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Hegger, Manfred u. a. (2007): Energie Atlas: Nachhaltige Architektur. Walter de Gruyter.

Buzzi studio d'architettura: <http://www.buzziarchitetti.ch/>

Walter Segal Selbstbau Co-op

Standort: diverse Standorte, GB

Bauherr: private Baugruppen

Planung: Walter Segal

Funktion: Wohnungs- oder Gemeinschaftsbauten

Errichtung / Fertigstellung: 1960er Jahre

Bruttogrundfläche: variabel

Baukosten: k. A.

Low Tech: Selbstbau Systemhaus in Holzrahmenbauweise

„Segals Methode für den Selbstbau soll auch einkommensschwachen Gruppen Wohneigentum ermöglichen. Zeichnungen, Skizzen, detaillierte Baubeschreibungen und Materiallisten mit Mengenangaben befähigen die Nutzer, ihr Haus in einfacher Holzrahmenbauweise selbst zu errichten. Segals System basiert auf handelsüblichen Baustoffen und Dimensionen, ist kostengünstig und beliebig einsetz- und erweiterbar.“ (Arch + 211/212 2013, S. 83)

FOTOS

Abb. 132 -133: Seagal self build house in Brighton, Quelle: <https://www.selfbuild-central.co.uk/first-ideas/examples/hedgehog-co-op/>

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Walter Segal Self Build Trust: <http://www.segalsselfbuild.co.uk/home.html>

Arch + 211/212 (Hrsg.): (2013): Think global build social. Aachen (= Zeitschrift für Architektur und Städtebau).

Quinta Monroy, 93 Incremental Houses ComplexStandort: Iquique, ChileBauherrschaft: Chile BarrioPlanung: Alejandro AravenaFunktion: WohnbautenErrichtung / Fertigstellung: 2004Bruttogrundfläche: 3.620 m² (72m² je Wohneinheit)Baukosten: 700.000 €Low Tech: kostengünstiger Selbst(aus)bau, erweiterbarer Rohbau

„Aufgrund geringer öffentlicher Subventionen und des meist fehlenden Eigenkapitals konnten zunächst nur sehr kleine Wohneinheiten errichtet werden, deren Fläche sich zu einem späteren Zeitpunkt jedoch in Eigeninitiative um mindestens das Doppelte vergrößern lassen sollte. Dies geschah nicht nur um flexibel auf sich ändernde Bedürfnisse der Familien reagieren zu können. Wesentlich wichtiger ist es den Wohnungen durch verbesserte Wohnqualität und vergrößerte Wohnflächen langfristig zu einer spürbaren Wertsteigerung und den Bewohnern zu neuen Perspektiven in der Bekämpfung ihrer Armut zu verhelfen.

Die einzelnen Wohneinheiten bestehen entweder aus einem sich über zwei Gebäudeachsen erstreckenden Erdgeschoss, das sich zur Rückseite hin erweitern lässt, oder aus zwei Obergeschossen gleicher Größe, zwischen denen zum Nachbargebäude jeweils eine drei Meter breite Gebäudeachse frei bleibt. Wesentlich dabei war, dass die anfänglichen 30 Quadratmetern nicht eine in sich abgeschlossene Einheit darstellten, sondern in ihrer Struktur je Einheit bereits die Hälfte eines weitaus größeren Hauses in sich trugen. Im Prinzip wurden die Reihenhäuser also nur bis zur Hälfte gebaut – jener Gebäudeteil, der bereits von Anfang an wichtige Einrichtungen wie Bäder, Küchen, Treppen oder konstruktiv notwendige Trennwände enthält, die von den Bewohnern später nicht oder nur mit enormem Kosten- bzw. Arbeitsaufwand herzustellen gewesen wären. Zum einen sollten Konstruktion und Grundrisskonzeption des Gebäudes weder die Wohnverhältnisse noch die Erweiterungsmöglichkeiten einschränken. Zum anderen galt es, eine gestalterische Beeinträchtigung der Umgebung durch die Anbauten mithilfe eines stabilen architektonischen Rahmens zu minimieren.“ (Schittich 2012, S. 88)

FOTOS

Abb. 134 -135: Incremental Houses Complex, Chile, Quelle: www.dezeen.com/2008/11/12/quinta-monroy-by-alejandro-aravena/, © Cristobal Palma

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schittich, Christian (2012): Einfach Bauen Zwei: im Detail. München: Detail.

Alejandro Aravena: <http://alejandroaravena.com/>

53 habitations HLM, SURPLUS Revitalisierung Geschoßwohnungsbau

Standort: Saint-Nazaire, F

Bauherr: Silene Habitat, Saint-Nazaire

Planung: Anne Lacaton & Jean-Philippe Vassal

Funktion: Wohnbau Revitalisierung

Errichtung / Fertigstellung: 2011

Bruttogrundfläche: 6.013 m²

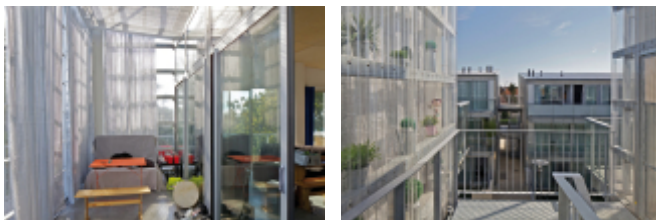
Baukosten: 5. Mio. € (netto)

Low Tech: Low Tech Sanierungsstrategie, Wintergärten als Klimapuffer und Wohnraumerweiterung, Tageslichtkonzept

„Die Architekten Frederic Druot, Anne Lacaton und Jean-Philippe Vassal führten Befragungen unter den Bewohnern und umfangreiche Recherchen durch. Danach legten sie Studien vor, nach denen die Umbaukosten der bestehenden Bausubstanz deutlich unter denen für Abriss und Neubau lagen. Sie entwickelten ein Prinzip, bei dem die bestehende Fassade mit ihren kleinen Fenstern entfernt und durch eine vorgelagerte, selbsttragende Konstruktion mit Wintergarten mit durchlaufendem Balkon ersetzt wird. Dieses Prinzip wird durch die in Frankreich weit verbreitete Skelettbauweise ermöglicht. Der Wohnraum gewinnt deutlich an Fläche und wird durch eine erhöhte Tageslichtzufuhr und neu gewonnene Aussicht aufgewertet.“ (Arch + 211/212 2013, S. 140)

FOTOS

Abb. 136 -137: 53 habitations HLM, sanierte, mit Wintergärten vorgelagerte Geschoßwohnbauten, Quelle: <https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=58>, © Philippe Ruault, Lacaton & Vassal



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Arch + 211/212 (Hrsg.): (2013): Think global build social. Aachen (= Zeitschrift für Architektur und Städtebau).

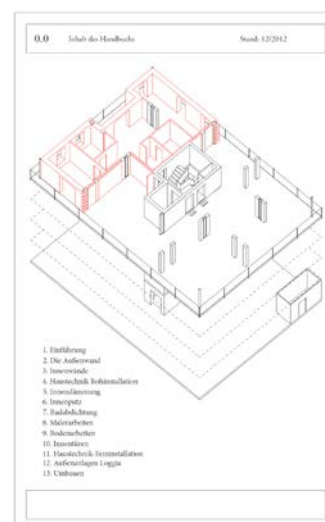
Lacaton & Vassal: <https://www.lacatonvassal.com>

Grundbau und SiedlerStandort: 21109 HamburgBauherrschaft: Projektgesellschaft Grundbau und Siedler GmbH und Co KGPlanung: BeL Sozietät für Architektur, Bernhardt und LeeserFunktion: WohnbauErrichtung / Fertigstellung: 2013Bruttogrundfläche: 1.352 m²Baukosten: 1.200.000 €, 830 €/m² BGFLow Tech: Mehrfamilienhaus im Selbstbau, kostengünstige suffiziente Bauweise

„Das Haus zum Selbstausbau - statt auf reine Fertigbau- oder Modulbauweise setzt das Projekt ‚Grundbau und Siedler‘ auf das Prinzip der baulichen Selbsthilfe und des Selbstbaus. So können sich auch Familien mit kleinerem Einkommen durch Eigenleistungen Wohneigentum schaffen. Ein Projekt, bei dem sich intelligente Planung und kostengünstige Umsetzung, gepaart mit nachhaltigen flexiblen Nutzungsmöglichkeiten vereinen. ... Das Gebäude wird in zwei Bauabschnitten realisiert: Im ersten Schritt wurden den künftigen Bewohnern die Konstruktion, die tragenden Decken, Außenwände und die Anschlüsse für den gebäudetechnischen Ausbau zur Verfügung gestellt - sozusagen der Grundbau als tragendes Skelett mit allen Installationssträngen und dem Treppenhaus. Im zweiten Schritt können die späteren Bewohner selbst Hand anlegen und ihre Wohnungen errichten, die Grundrisse gestalten und einen unmittelbaren Bezug zu ihrer ganz eigenen Wohnung gewinnen. Dabei kann das Gebäude schrittweise nach den persönlichen Bedürfnissen entstehen. Auch individuelle Nutzungsveränderungen - zum Beispiel durch Familienzuwachs oder einen Nutzerwechsel - sind im Konzept vorgesehen. Möglich macht dies die Unabhängigkeit der einzelnen Wohnungen von der Tragstruktur und den benachbarten Geschossen. Das Prinzip des Siedlers wird bei "Grundbau und Siedler" sowohl im Eigentums- als auch im Mietwohnungsbereich angeboten.“ (IBA Hamburg, <http://www.iba-hamburg.de/projekte/bauausstellung-in-der-bauausstellung/smart-price-houses/grundbau-und-siedler/projekt/grundbau-und-siedler.html>, 29.09.2016)

FOTOS

Abb. 138 -139: Selbstbau-Mehrfamilienwohnhaus Grundbau und Siedler, Auszug aus dem Handbuch für Siedler, Quelle: http://www.german-architects.com/de/projects/42697_Grundbau_und_Siedler

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

BeL - Bernhardt und Leeser · Sozietät für Architektur BDA: <http://www.bel.cx>

WikiHouse 4.0

Standort: London, UK (international)

Bauherrschaft: Prototyp

Planung: WikiHouse Foundation

Funktion: Wohnhaus

Errichtung / Fertigstellung: seit 2011

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: ca. 65.000 € (Prototyp)

Low Tech: einfache kostengünstige Fertigung mit CNC-Maschinen und 3-D-Druckern, "Do-it yourself-Bauen" für jedermann, Leichtbauweise

„Ein Haus zu bauen ist der Traum vieler Familien. Doch das Eigenheim bedarf langer Planung und Finanzierung. Warum also nicht online gehen, ein Haus designen und es gleich baufertig ausdrucken? Das ist die Idee von WikiHouse, einem Open-Source-Projekt, mit dem jeder seine eigenen Hausideen verwirklichen können soll. Im Internet kann der Interessent, wie bei einem Kochrezept, kostenlos die Baupläne downloaden. Die Bauteile werden dann von einer CNC-Maschine fabriziert und in einem Paket zur Baustelle geliefert. Wie ein Ikea-Möbelstück enthält das Kit alle nötigen Werkzeuge, sodass man das Haus in Do-it-yourself-Manier selbst aufstellen kann.. ... Erst kürzlich hat die Organisation auf dem London Design Festival einen Prototyp des WikiHouse 4.0 präsentiert - ein zweistöckiges Haus, das mit CNC-Maschinen und 3-D-Druckern gefertigt wurde. Kostenpunkt: 50.000 Pfund, rund 65.000 Euro. Smartes Haus. Die Leichtbauweise ermöglicht ein Zusammenbauen ohne Beton und Klebstoff, die einzelnen Bauteile werden lediglich verschraubt. Im Zeitraffer ist zu sehen, wie eine Handvoll Bauarbeiter den Prototyp zusammensetzen. Das smarte Haus ist mit Sensoren ausgestattet, von der Heizung bis zur Beleuchtung lässt sich alles mit dem Smartphone regulieren. ... Häuser aus dem Baukasten. Als Open-Source-Projekt hat sich WikiHouse auf der ganzen Welt verbreitet. In den Niederlanden gibt es eine ganze WikiHouse-Community mit regelmäßigen Veranstaltungen und Diskussionsforen. Im neuseeländischen Christchurch wurden WikiHouses als Reaktion auf die verheerenden Erdbeben 2011 gebaut. Und in den Favelas von Brasilien werden bereits in Pilotprojekten die ersten Häuser aus dem Baukasten konstruiert. (Adrian Lobe: WikiHouse: Jeder ist ein Architekt, derstandard.at, 13. Dezember 2015)

FOTOS

Abb. 140: WikiHouse: Die Leichtbauweise ermöglicht ein Zusammenbauen ohne Beton und Klebstoff, die einzelnen Bauteile werden lediglich verschraubt. Quelle: © wikihouse



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

WikiHouse: https://www.wikihouse.cc/WikiHouse_Partners_2016_v1.7.1.pdf

Ubuild Holz-Fertigteilsystem

Standort: Spanien

Bauherrschaft: k. A.

Planung: Alberto Corral

Funktion: Wohnbau / Einfamilienhaus

Errichtung / Fertigstellung: k. A.

Bruttogrundfläche: Variabel

Baukosten: ca. 400 – 800 €/ m²

Low Tech: Modulares Fertigteilsystem aus Holz, Selbstbau und Nutzerausbau, einfache Erweiterung oder Rückbau, demontierbare Konstruktion

Der spanische Architekt Alberto Corral hat ein Holz-Fertigteilsystem entwickelt, das es selbst Laien ermöglichen soll ihr „Eigenbau-Eigenheim“ in nur wenigen Tagen zusammen zu bauen. Dazu hat er ein einfaches Modulsystem aus vorgefertigten, pass- und millimetergenauen Teilstücken aus Holz entwickelt. Die einzelnen Teilstücke sind so dimensioniert, dass sie von einer oder maximal zwei Personen gehoben werden können. Zusammengebaut und verschraubt werden die Teile mit einem einfachen Akkuschrauber. „Ubuild“ basiert auf einem ausgeklügelten System perfekter Verbindung von Holzelementen. „Hohle Wandmodule und hinterlüftete Fassadenelemente sollen Feuchtigkeit und Temperatur ableiten. Eingeschlossene Luftkanäle, die man je nach Wetterlage öffnen und schließen kann, ermöglichen eine gewisse Kontrolle der Raumtemperatur. Und auch an Strom- und Wasserleitungen hat der Erfinder gedacht. Diese lassen sich in die Eckpfeiler sowie in Wand- und Bodenteile integrieren.“ (<http://derstandard.at/2000036003630/Das-Eigenheim-mit-nur-einem-Akkuschrauber-zusammenbauen>, 26.09.2016) Als Dachdeckung werden Ziegelschindeln, Blech oder ein witterungsfeste LKW-Plane aus PVC verwendet. Die Module sind bei Bedarf beliebig erweiterbar und ebenso einfach wieder demontierbar.

FOTOS

Abb. 141 -142: Ubuild, patentiertes System aus Holzmodulen, Quelle:

<http://derstandard.at/2000036003630/Das-Eigenheim-mit-nur-einem-Akkuschrauber-zusammenbauen>, © Jan Marot



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Alberto Corral: <http://www.albertocorralarquitecto.com/>

Wiener LoftsiedlungStandort: 1210 WienBauherrschaft: Neues LebenPlanung: Heidulf GerngrossFunktion: WohnbautenErrichtung / Fertigstellung: 1997Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Ökonomisch errichteter Wohnbau mit individueller Erweiterungs-/ Ausbaumöglichkeit

„Die Loftsiedlung in Wien-Floridsdorf stellt die Weiterentwicklung des Schnellhauses, ein Container mit festem Installationskern, von 1993 dar. Gleichzeitig ist diese Siedlung auch bis dato der billigste Wohnbau Wiens. Der 1. Bauabschnitt umfasst einen Wohnblock mit 17 Lofteinheiten, die um einen großen Hof gruppiert sind. Die einzelnen Häuser - weiße Kuben - bestehen aus zwei übereinander gestapelten Lofteinheiten. Jedes der Häuser hat eine andere Fassade, schmale Durchgänge, verwinkelte Zwischenräume, Vor- und Rücksprünge machen die individuelle Note dieser Siedlung aus. Innenraum: Zwei Ebenen mit einem festen Sanitärblock, dessen Decke die zweite Wohnebene bildet. Individuelle Gestaltung durch vorgegebene Balkenlagen, die ein Schließen der Lufträume ermöglichen, um zusätzliche Räume zu gewinnen. Konstruktion: Ziegelbauweise, Fensteröffnungen in Holzrahmenkonstruktion mit Glas oder Holzpaneelen ausgefacht - Holz in grau gestrichen. Vorbild für das Wiener Loft stellt das Konstruktionssystem Domino von Le Corbusier aus dem Jahre 1914/15 dar.“ (Text: Architekturzentrum Wien, <http://www.nextroom.at/building.php?id=2708>, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 143 -144: Wiener Loftsiedlung, Quelle:

www.nextroom.at/building.php?id=2708www.dezeen.com/2008/11/12/quinta-monroy-by-alejandro-aravena/, © Angelo KaunatPUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:Nextroom: <http://www.nextroom.at/actor.php?id=4096>

Make your city smart – Wien Aspern (Forschungsprojekt)Auftraggeber: Klima und Energiefonds, Smart – Cities – InitiativeLaufzeit: 2016 - 2017Projektleitung: TU Wien, ao.Prof.ⁱⁿ DI.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Karin StieldorfLow Tech: Kostengünstige Selbstbautechnologie

„Wie können smarte StadtbewohnerInnen vermehrt an der Mitgestaltung ihrer gebauten Umwelt teilnehmen? Notwendig hierfür ist das Verstehen von sozialen, ökologischen, wirtschaftlichen und ästhetischen Zusammenhängen und die daraus erwachsende Möglichkeit, selbst aktiv zu werden und bewusst eingreifen zu können. Handhabbare, fehlertolerante technische Lösungen, die sich durch Modularität, Adaptierbarkeit oder LowTech - Ansätze auszeichnen, stellen eine Grundlage solch inklusiver Entwicklungsprozesse dar. Ziele Im Rahmen dieser Sondierung wird ein Set an selbstbautauglichen, mehrgeschossigen Bauweisen zusammengestellt, weiterentwickelt und allgemeinverständlich präsentiert. Ausgangspunkt ist die Untersuchung bestehender Selbstbauweisen und dessen Übertragung in eine mehrgeschossige urbane Baupraxis. Wesentliche Bauprozesse samt Auswirkungen auf Kosten, Aufwand und ökologischen Kennzahlen werden beschrieben und dargestellt. Besonderer Wert wird auf kollektiv - inklusive Selbstbauprozesse, Leistbarkeit, Nutzungsoffenheit, LowTech sowie bewusste Ressourcenkreisläufe gelegt. Angestrebte Ergebnisse werden in Form eines Leitfadens für Bauinitiativen und PlanerInnen zusammengefasst. Dies soll Baugemeinschaftsprozesse das Forschungsprojekt durch die Einbindung dieser Praktiken für eine Neuinterpretation des Sozialen Wohnbau(en)s, vergleichbar mit der Wiener Siedlerbewegung, und den urbanen Einsatz nachwachsender Rohstoffe ein. beschleunigen und Handlungsspielräume sichtbar machen und erweitern.“ (Karin Stieldorf et al., Projektbeschreibung „Make your city smart – Wien Aspern“, <http://www.smartcities.at>, 29.09.2016)

„Projektziele sind die Überführung von cultural knowledge aus dem Selbstbau in eine urbanisierte Baupraxis, die allen gängigen normativen und technischen Ansprüchen des Bauens und auch dem Resilienzansatz (Nutzungsoffenheit) gerecht wird: Die Konzipierung eines Sets an selbstbautauglichen, mehrgeschossigen Bauweisen, deren Quantifizierung (Kosten, Ökobilanz, Praktikabilität) Kernaufgabe der Sondierung ist. Bauelemente werden in einzelne Arbeitsschritte zerlegt und deren Einbauprozesse definiert. Dies soll Baugemeinschaftsprozesse beschleunigen bei gleichzeitiger Erweiterung und Sensibilisierung ihrer Handlungsspielräume.“ (<https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/bauen-wohnen/make-your-city-smart-wien-aspern/>, 29.09.2016)

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:Smart City Wien: <https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/bauen-wohnen/make-your-city-smart-wien-aspern/>Klima und Energiefonds, Smart – Cities – Initiative: <http://www.smartcities.at/>

II.3.2 (Kosten) Effizient Bauen / Bauoptimierung

Tatsächliche Kosteneffizienz zeigt sich nicht nur in Bezug auf die Errichtungskosten sondern über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes betrachtet. Das heißt Investitionen in die Qualität und Verlängerung der Lebensdauer können auch als Kosteneffizienzkriterien angeführt werden. Qualität zu optimieren bedeutet einerseits die Qualität und Eigenschaften der Materialien zu berücksichtigen und entsprechend einzusetzen, andererseits Baukomponenten hinsichtlich Menge und Ausführung zu optimieren und zu standardisieren.

Die gewählten Beispiele zeigen sehr unterschiedliche Strategien der „Optimierung“. Sei es indem „Leichtbautechniken“ angewendet werden - womit an sich schon weniger Material produziert werden muss -, möglichst Vorort verfügbare Materialien ohne lange Transportwege bevorzugt werden oder ökonomische und standardisierte Vorfertigungslösungen gewählt werden. Darüber hinaus liegt ein großes Potenzial zur „Technikreduzierung“ in einer „integralen“ und „optimierten“ Planung. So kann zum Beispiel bei Konstruktionen mit großen Spannweiten mittels Stahlseilen als Verstärkung die Materialmenge großer Holzquerschnitte auf das maximal erforderliche Maß reduziert oder durch Fertigung in der Werkshalle ein höherer Baustandard in der Ausführung ermöglicht werden. Wärme-, Schall- oder Sonnenschutz kann auch konstruktiv gelöst oder zumindest baulich unterstützt werden. Feuer- und Witterungsbeständigkeit sind durch eine geeignete Materialwahl wesentlich zu beeinflussen indem z.B. witterungsbeständige Holzarten verwendet werden anstelle nachträglicher Maßnahmen für Holzschutz eingesetzt werden.

Leichtbau, optimierter Wärme- und Sonnenschutz

Leichtbauten zeichnen sich aus durch eine materialsparende Konstruktion, sie erfordern eine kürzere Bauzeit, können schneller auf- und abgebaut werden und Raumteilungen sind flexibel veränderbar. Durch präzise Berechnungen und Simulationen ist es möglich die günstigste Form zu ermitteln und nicht nur material- oder kostensparend sondern auch mit geringerem Energieverbrauch zu bauen. „Leichtbau ist materialsparend, weil er versucht, die Werkstoff-Festigkeiten optimal auszunutzen und keine Ressourcen vergeudet. Leichtbau ist in der Regel demontierbar und seine Bauteile sind wieder verwendbar. Leichtbau bremsst die Entropie und erfüllt mehr als andere Bauweisen die Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung.“ (Jörg Schlaich zit. in: Daniels 2000, S. 139) Entgegen heutiger Entwicklungen, im Bürobau für Banken und Versicherungen bevorzugt prestigeträchtige Formen und Aussehen in den Vordergrund zu rücken, verfolgten die Pioniere des Leichtbaus, wie Buckminster Fuller, Wladimir Suchow oder Otto Frei primär Fortschritte in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung.

Um bereits in der Planungsphase den erforderlichen Wärmeschutz angemessen kalkulieren zu können ist es vorab notwendig genau zu differenzieren welcher Wärmeenergiebedarf aufgrund innerer Nutzung tatsächlich besteht: „Während im Wohnbereich solare Wärmegegewinne bis zu einer Außentemperatur von +20° C willkommen sind (ca. 50% der gesamt zugestrahlten Wärmeenergie während des Jahres), kann dies im Bereich von Bürobauten und Produktionsstätten gänzlich anders aussehen: Hier fallen nämlich nicht unerhebliche innere Wärmelasten (Kühllasten) an, die mithelfen, das Gebäude per Strom indirekt zu heizen.“ (Daniels 2000, S. 147) Heutiger technischer Standard ermöglicht es Verglasungsflächen oder Fenster herzustellen bei denen Wärmeverluste nur mehr äußerst gering sind, sodass die innere Wärmestrahlung durch Menschen und Geräte in der Regel ausreicht um einen Großteil des benötigten Wärmebedarfs abzudecken. Im Wohnungsbau ist das direkt einstrahlende Sonnenenergieangebot vor allem im Winter und in den Übergangsmontaten am effizientesten nutzbar.

In Verbindung mit passiver Nutzung der Sonnenenergie stellt sich andererseits die Problematik der Überhitzung der Räume und des geeigneten Sonnenschutzes. „Der Energie- und Lichtbedarf im Gebäude korrespondiert häufig nicht mit dem solaren Angebot. Dies führt entweder zur Überhitzung an sonnigen Tagen (k-Zahl zu klein, g-Wert zu hoch) oder bei Verwendung von Sonnenschutzgläsern zu einer zu geringen Ausnutzung der Sonnenenergie während der Heizperiode. Mechanische Verschattungssysteme reagieren zwar variabel auf die Solartransmission, sind jedoch häufig wartungs- und damit kostenintensiv.“ (Daniels 2000, S. 148) Low Tech Lösungen sind daher bevorzugt in konstruktiv baulichen Maßnahmen zum Sonnenschutz zu suchen.

BEISPIELE

Wohnanlage Kiefernweg

Standort: Kiefernweg 3, 6850 Bartholomäberg, Vorarlberg

Bauherrschaft: Heidi Fritz, Siegfried Fritz

Planung: Bruno Spagolla

Funktion: Wohnbauten

Errichtung / Fertigstellung: k. A.

Bruttogrundfläche: 510 m² (Nutzfläche)

Baukosten: 1.540.000 €/ geschätzt 3.000 €/ m²

Low Tech: Einfaches ökonomisches Gebäude-Gesamtkonzept, vorgefertigte großvolumige Bauteile, Klimapufferzone, Mischnutzung

„Die konzeptionelle Idee einer möglichst flexiblen Grundstruktur mit optimierten Spannweiten von 5 x 9 Metern wurde mit Multiboxdecken und Holzelementbauwänden im Außenbereich, ohne störende Stützen im Innenraum auf raffinierte Weise konzipiert.“ (Text: Jurytext: Holzbaupreis Vorarlberg 2009, <http://www.nextroom.at/building.php?id=37119>, 20.07.2016)

„Die einfache, kleine Wohnanlage mit erdgeschossigen Geschäftsflächen für die Nahversorgung wurde für den Zimmereibetrieb der Bauherrschaft als prototypisches Versuchsprojekt für mehrgeschossigen Wohnbau unter der Prämisse der konsequenten Anwendung von Massivholztechniken entwickelt und errichtet. Neben holzbautechnischen Herausforderungen wie der Vorfertigung großvolumiger Bauteile z.B. das Stiegenhaus, der Erfüllung der brandschutztechnischen Anforderungen für die auch zur Gänze in Massivholz ausgeführten Erschließungs- und Fluchtwegbauteile war auch die Bewältigung der erheblichen Lärmbelastung durch den Standort des Objekts direkt an der stark befahrenen Montafonerstraße von besonderer Wichtigkeit. Die straßenseitig vorgestellte verglaste Holzloggia wirkt als tauglicher Lärm- und Klimapuffer.“ (Text: www.austria-architects.com/de/spagolla/projekte-3/wohnanlage_kiefernweg-23753/?nonav=1, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 145 -146: Wohnanlage Kiefernweg, Quelle: www.austria-architects.com/de/spagolla/projekte-3/wohnanlage_kiefernweg-23753/?nonav=1, © Siegfried Fritz



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Bruno Spagolla: <http://www.spagolla.at/>

»»» SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I «««

LOT Betriebsgebäude ZimmereiStandort: 6800 Feldkirch, VorarlbergBauherrschaft: LOT Holzbau GmbHPlanung: Walter UnterrainerFunktion: BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2000Bruttogrundfläche: 472 m² Halle) + 291m² Büro (Nettofläche)Baukosten: k. A.Low Tech: Ökonomische Bauweise mit hohem „Energiestandard“ (Passivhausstandard), hoher (Vorfertigungs-)Eigenbauanteil, großflächige Speicherwand mit innerer Wärmeabstrahlung, optimiertes Tageslichtkonzept

„Die nach einem Achsraster von zwei Metern konstruierte Halle ist, falls steigende Kapazitäten dies erforderlich machen sollten, nach Süden erweiterbar. Der extrem niedrige Kostenrahmen (mit hoher Eigenleistung) gab die minimierte konstruktive Richtung vor: Träger und Stützen der Halle sind aus Brettschichtholz gefertigt, nach Stahl- oder Betonstützen bzw. aufwendigen Konsolen wird man vergeblich Ausschau halten, für die Queraussteifung sorgen die geschlossenen (gummigelagerten und mit Aluklemmprofilen an separate Zwischenleisten geklemmten) Fassadenelemente an der Ost- und Westwand, die mit Isolierpaneelen alternieren. Auch der Verzicht auf eine durchlichtete Dachkonstruktion zugunsten einer dreiseitigen Belichtung über die Fassaden ist ökonomisch begründet und architektonisch glaubwürdig umgesetzt. Der Bürotrakt ist in Passivhausqualität errichtet, wobei die „Einsehbarkeit“ der Haustechnik in einem energiebewussten Zimmermannsbetrieb ja beinahe programmatischen Charakter besitzt: gewissermaßen um zu zeigen, dass die Abfälle eines nachhaltigen Baustoffs selbst als Brennstoff noch taugen.“ (Text: Gabriele Kaiser, www.nextroom.at/building.php?id=17743, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 147 -148: LOT Betriebsgebäude Zimmerei, Feldkirch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=17743, © Walter Unterrainer

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schittich, Christian (2005): Einfach Bauen. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser (= Edition Detail).

Walter Unterrainer: <http://www.architekt-unterrainer.com/>

Werkstattgebäude WolfratshausenStandort: Wolfratshausen, DBauherr: Helma und Frieder GrünePlanung: Allmann Sattler Wappner Architekten GmbHFunktion: BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2002Bruttogrundfläche: 612 m²Baukosten: 0,5 Mio. € (inkl. MwSt.)Low Tech: Einfache kostengünstige Konstruktion und Bauweise, optimierte Tageslichtnutzung

„Die Modellbauwerkstatt steht als einfach, aber raffiniert konstruierter Bau abgehoben auf dem schmalen, langgestreckten Grundstück. Dessen Grenze folgend, verläuft der Grundriss des Gebäudes leicht konisch, der First des Satteldachs zeichnet die Form nach uns steigt von West nach Ost etwas an. Eine transluzente Haut aus Polycarbonat-Wellplatten umschließt den kompletten Baukörper: Fassade und Dach, Treppenhaus und den daran anschließenden Lagerraum. Nur die schlanken Sichtbeton-Rundstützen geben einen Hinweis auf die unter der Hülle liegende Konstruktion. Sämtliche tragenden Bauteile – bis auf den Dachstuhl – sind aus Stahlbeton, der im Inneren des Gebäudes sichtbar bleibt. Nach außen hin ist dieser Gebäudekern wärmegeklämmt und mit der transluzenten, ungedämmtten Schicht vor Witterung geschützt. Die Trennung von Tragwerk und Wetterschutz ermöglichte die äußerst einfache und homogene Ausführung der Gebäudehülle bis über das Dach hinweg.“ (Schittich 2005, S. 158)

FOTOS

Abb. 149 -150: Werkstattgebäude Wolfratshausen, Quelle:

<http://www.allmannsattlerwappner.de/#/de/projekte/detail/88/pics/?page=3>;PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schittich, Christian (2005): Einfach Bauen. Walter de Gruyter.

Allmann Sattler Wappner Architekten GmbH: <http://www.allmannsattlerwappner.de/>

Schreinerei bei Freising

Standort: Pulling bei Freising, Deutschland

Bauherrschaft: k. A.

Planung: Deppisch Architekten

Funktion: Betriebsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2010

Nutzfläche: 1.128 m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Einfache ökonomische Bauweise, flexibles und adaptierbares Funktions- und Technikkonzept, Verwertung von Reststoffen aus der Produktion zur Heizung

„Am Rand des Ortes Pulling, nahe dem Münchener Flughafen, findet sich diese ambitioniert gestaltete Werkhalle. Ihre klare Grundform ergibt sich aus der inneren Struktur, die Details sind einfach und knapp ausformuliert. Nach Osten, Süden und Westen sind die Fassaden komplett mit schwarz lasiertem Holz verkleidet. Bündig eingepasste, in geöffnetem Zustand markant hervortretende, horizontal gefaltete Hubläden geben bei Bedarf schmale Fensterschlitze frei. Auf dem flach geneigten Dach lässt sich von weitem eine matt schimmernde Oberfläche aus Photovoltaikmodulen erkennen. An der Nordfassade streuen Polycarbonat-Stegplatten wie bei einem Atelier blendfrei Tageslicht in die Werkhalle. Drei große Glastore mit minimiert konstruierten Holzrahmen sind ähnlich Vitrinen in die transluzente Fläche gesetzt. Sie gewähren nicht nur Ein- und Ausblicke, sondern ermöglichen auch die Anlieferung und den Abtransport großer Bauteile. (...)

Der offene Grundriss des einfachen, gerasterten Skelettbbaus ist vielfältig nutzbar, der additiv konzipierte technische Ausbau mit klar getrennten Funktionen lässt sich daran jederzeit anpassen. So sind etwa die Hauptträger mit großen Öffnungen versehen, um Heiz- und Elektroinstallationen sowie Absaugvorrichtungen flexibel und unabhängig voneinander führen zu können. Heizenergie und Strom werden lokal erzeugt. Die beim Bearbeiten der Holzwerkstücke anfallenden Späne werden abgesaugt und zu Pellets gepresst. Damit lässt sich der gesamte Wärmebedarf für Heizung und Lackiererei decken.“ (Schittich 2012, S. 140)

FOTOS

Abb. 151 -152: Schreinerei bei Freising, Quelle: www.deppischarchitekten.de/projekte



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schittich, Christian (2012): Einfach Bauen Zwei: im Detail. München: Detail.

Deppisch Architekten: <http://www.deppischarchitekten.de/>

Plus-Energie-Bürohochhaus TU WienStandort: 1060 WienBauherr: BIG Bundesimmobiliengesellschaft mbH, TU WienPlanung: ARGE Architekten Kratochwil-Waldbauer-Zeinitzer (Architektur); TU Wien Bauphysik & Schallschutz (Wissenschaftliche Begleitung, Energieoptimierung), Schöberl & Pöll GmbH (Bauphysik, Energieplanung)Funktion: Bildungs-, DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2014Bruttogrundfläche: 12.959 m²Baukosten: k. A.Low Tech: Integrale Planung im Team, Minimierung des Energieverbrauchs in allen Bereichen und technischen Komponenten, Nutzung der Server-Abwärme, Bauteilaktivierung, etc.

„Dass die Abwärme der Server ebenso genutzt wird wie es eine Energierückgewinnung aus der hocheffizienten Aufzugsanlage gibt, versteht sich nahezu von selbst. Abwärme, Bauteilaktivierung, Wärme und Feuchterückgewinnung auf höchstem Niveau für die thermische Konditionierung stellen nahezu den gesamten Wärmebedarf des Bauwerks aus eigenen Ressourcen bereit. Entscheidend ist aber, dass der Verbrauch in allen Bereichen und technischen Komponenten auf ein Minimum reduziert wird. Im Projekt wurden deshalb über 9.300 Komponenten aus 280 Kategorien aufgelistet, optimiert und vom interdisziplinären Forschungsteam freigegeben. ... Wirklich erfolgreich ist eine Plusenergie-Strategie aber erst, wenn sämtliche Teilkomponenten für den Betrieb optimiert werden. Das beginnt bei vergleichbar einfachen Elementen (Computer, Bildschirme) und führt über Energieschleudern (Pumpen, Server!) bis hin zu nur vermeintlich unbedenklichen Kleinverbrauchern, die in Summe anderswo für einen unglaublich hohen Grundverbrauch sorgen (Präsenzsysteme, Sicherungssysteme, Telefone, Kaffeemaschinen etc.). Von den zuletzt genannten Optimierungsschritten wird sukzessive die gesamte TU Wien mit ihren über 5.500 MitarbeiterInnen profitieren: Das bereits jetzt für die am neuen Standort eingezogenen Institute als Mehr-Stufenplan umgesetzte Austauschkonzept vorhandener Gerätschaften wird allen Einrichtungen der TU Wien angeboten werden und soll zu einer erheblichen Reduktion des Energieverbrauchs führen.“ (Lechner et al. 2014, S. 22f)

FOTO

Abb. 153: Plus-Energie-Bürohochhaus TU Wien, Quelle: <http://www.powerbuilding.eu>, © Renate Fischer Schrattenecker

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Schöberl, H. u. a. (2014): Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (= Berichte aus Energie- und Umweltforschung).

Lechner, Robert u. a. (2014): NACHHALTIGES BAUEN IN ÖSTERREICH. tatsächlich & nachweislich. Wien: Österreichisches Ökologie-Institut in Kooperation mit IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (= Weißbuch 2015).

TU Wien: <http://www.univercity2015.at/plusenergiehochhaus>

Fakultät für Technische Wissenschaften Uni InnsbruckStandort: InnsbruckBauherr: BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H, Technische Universität InnsbruckPlanung: Paul Ohnmacht, ATP architekten ingenieure, Innsbruck (Architektur und Generalplanung)Funktion: Bildungs-, DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2014Bruttogrundfläche: 12.530 m²Baukosten: k. A.Low Tech: Suffizientes Haustechnikkonzept, Tageslicht, Sanierung unter Verwendung / Einbeziehung vorhandener Bausubstanz, etc.

„Bautechnisch blieb die Stahlbeton-Primärkonstruktion sowohl im Kern als auch in der Fassade erhalten. Das für die neue Fassade eigens entwickelte Senk-Klapp-Fenster bietet eine auch für andere Renovierungen ähnlicher Machart interessante Lösung. Dieses Fensterelement ist mit einer automatischen Regelung für die Lüftung versehen – mit Möglichkeit zur manuellen Übersteuerung, damit die NutzerInnen auch raumweise auf die natürliche Belüftung direkt Einfluss nehmen können. Die Neuorganisation des Fluchtwege- und Brandschutzkonzepts brachte es mit sich, dass die ehemals der Fassade vorgelagerten Balkone und Fluchttreppen ersatzlos abgebaut und durch einen zweiteiligen Kern im Gebäudezentrum ersetzt wurden. Davon profitierte natürlich die Qualität der thermischen Hülle wesentlich. Bei der hocheffizienten zentralen Lüftungsanlage mit zwei Lüftungsgeräten und Rotationswärmetauscher wurden bestehende Lüftungskanäle weiter verwendet, was sich positiv auf die Kosten auswirkte. Die neuen Fenster öffnen sich planmäßig zur Nachtkühlung erst ab einer Temperaturdifferenz von vier Grad. In extremen Hitzeperioden kann die Lüftungsanlage zur Aktivierung des Betonkerns als reine Abluftanlage betrieben werden. Unterstützt wird das Lüftungssystem bei der Kühlung übrigens auch durch die Nutzung des lokalen Brunnens. Ebenfalls im Lüftungskonzept enthalten war die Entwicklung einer geschickten und gleichzeitig einfachen Überstromöffnung über den Türen der einzelnen Büros bzw. Nutzungseinheiten. Diese dient auch als Oberlicht für den Flurbereich und verbessert dort die Tageslichtversorgung auf einfache und charmante Art. Überhaupt wurde in der Lichtplanung die Nutzung des Tageslichts entsprechend integriert; dass das bereits erwähnte Senk-Klapp-Fenster auch einen integrierten Sonnenschutz hat, versteht sich fast von selbst. (Lechner et al. 2014, S. 28)

FOTOS

Abb. 154: Fakultät für Technische Wissenschaften Uni Innsbruck, Quelle: (Lechner et al. 2014)

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Lechner, Robert u. a. (2014): NACHHALTIGES BAUEN IN ÖSTERREICH. tatsächlich & nachweislich. Wien: Österreichisches Ökologie-Institut in Kooperation mit IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (= Weißbuch 2015).

II.3.3 „Low Cost“ Lüften

Zunehmende Verbesserungen in der Qualität der Gebäudehülle, bis hin zum Passiv- und Plusenergiehaus, erfordern für den ausreichenden Luftaustausch den Einbau einer Lüftungsanlage. Dabei erweisen sich aufwendige und komplexe Lüftungssysteme im Verhältnis zur erreichten Energieeffizienz nicht immer als wirtschaftlichste Lösung. Low Tech Ansätze im Bereich Lüftung zielen daher darauf ab Kosten und Komplexität zu reduzieren. Einige Beispiele werden hier folgend vorgestellt.

BEISPIELE

Low_vent.com / ‚low-tech‘-Komfortlüftung (Forschungsprojekt)

Das Forschungsprojekt „Low_vent.com - Konzepte für die ‚low-tech‘-Komfortlüftung in großvolumigen Wohngebäuden und deren Nutzungskomfort“ befasste sich mit der Optimierung von Lüftungsanlagen im mehrgeschossigen Wohnbau: „Ziel dieses Projektes ist zu untersuchen, wie zentrale bzw. semizentrale Komfortlüftungen in mehrgeschossigen Wohngebäuden optimiert werden können, d.h. mit vereinfachter Verteilung, Montage, Regelung und Bedienung, sowie vermehrt vorgefertigten Komponenten machbar wären, bzw. sich der Strombedarf reduzieren ließe. (...) Die Lüftungssysteme sind nach der ersten ‚Welle‘ ihrer Anwendung in Wohngebäuden einer Optimierung (im Sinne von ‚Entschlackung‘, Energie- und Ressourceneffizienz), auch im Betrieb, zu unterziehen. Die Konzeption und Systemtechnik muss soweit vereinfacht werden, dass die Ausführung weniger fehleranfällig und ein hoher Nutzungskomfort gewährleistet ist.“ (<https://www.uibk.ac.at/bauphysik/forschung/projects/lowvent/>, 23.09.2016)

Nach einer umfassenden Analyse bestehender Be- und Entlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im großvolumigen Wohnbau kommen die AutorInnen zu einer Reihe „verbesserungswürdiger Punkten bzw. Ansätzen“. Um Kosten zu optimieren werden Maßnahmen im Bereich integraler Planung, Luftdichtheit, Verringerung der jährlich geförderten Gesamtluftmenge der Lüftungsanlage und im Bereich Frostfreihaltung / Brandschutz vorgeschlagen (Knotzer et al. 2015). Neben optimierten Standard und Komfort Systemen wird ein optimiertes Low Tech System vorgeschlagen das sich insbesondere in den folgenden drei Bereichen unterscheidet:

- Volumenstromregelung für die einzelne Wohnung
- Eingriffsmöglichkeit der NutzerInnen
- Regelung der Zentraleinheit (konstante/variable Druckregelung)

„Die Forderung der ÖNORM H 6038:2014 [71] auf Anpassung des Volumenstromes an die tatsächliche Belegung der Wohnung wird bei allen drei Systemen durch einstellbare Volumenstromregler, die zugänglich sein müssen, eingehalten. Die in derselben Norm geforderten zwei Betriebsstufen und die Möglichkeit der Abschaltung - Volumenstromregler schließt, Luftmenge ist bzw. muss aber nicht Null sein - bedarf beim Low-Tech System zumindest einer zugänglichen, händischen Regelklappe in der Wohnung, um das System formal konform dieser ÖNORM zu machen. Eine spezielle Intensiv- bzw. Partystufe ist aus Kostengründen bei keinem der kostenoptimierten Systeme vorgesehen. Diese erfolgt über eine zusätzliche Fensterlüftung. Nur beim Komfort-System ist eine Intensivstufe indirekt inkludiert, da die CO₂-Regelung den Volumenstrom z.B. bei einem Besuch u. ä. bis auf das eingestellte Maximum hochregelt.“ (Knotzer et al. 2015, S. 156)

Darüber hinaus wird dem Planungsprozess ein wesentlicher Anteil im Finden der „wirtschaftlichsten Lösungen“ zugedacht: „Die größten Sparpotenziale liegen in der schon angesprochenen integralen Planung lüftungsfreundlicher Gebäudekonzepte und (Wohnungs-)Grundrisse, die für eine erweiterte

Kaskadenlüftung geeignet sind, in einem Brandschutzkonzept, das ohne Brandschutzklappen nur mit Feuerschutzabschlüssen (FLI-VE) in Verbindung mit Kaltrauchsperrern auskommt und der Dachaufstellung eines einzigen Lüftungsgerätes pro Gebäude. Die erweiterte Kaskadenlüftung ermöglicht durch das Weglassen der Zuluft(ventile) im Wohnzimmer neben geringeren Investitionskosten vor allem auch geringe Gesamt-Volumenströme. Daraus resultieren ein geringerer Strombedarf und eine geringe Gefahr von trockener Raumluft.“ (Knotzer et al. 2015, S. 156)

KliNaWo: „Klimagerechter, Nachhaltiger Wohnbau“

Auf der Suche nach dem optimalen Gebäudestandard für ein energieeffizientes und kostenoptimiertes Gebäude hat das Energieinstitut Vorarlberg gemeinsam mit Partnern im Rahmen des Forschungsprojekts KliNaWo 60.000 Gebäudevarianten betrachtet und Lebenszykluskosten berechnet. „Der Grundgedanke des Projekts KliNaWo (Klimagerechter, Nachhaltiger Wohnbau) ist die energetische und wirtschaftliche Optimierung durch den Vergleich möglicher Ausführungsvarianten – sprich: herauszufinden, wie ein Mehrwohnungsgebäude aussehen muss, das in der Errichtung und durch eine hohe Energieeffizienz im laufenden Betrieb möglichst günstig ist.“

(<https://www.energieinstitut.at/aus-60-000-mach-1-vom-finden-der-perfekten-gebäudevariante/>, 26.09.2016) Die 60.000 Varianten resultieren aus Kombinationen unterschiedlicher technisch und baurechtlich möglicher Ausführungsvarianten:

- Gebäudekonstruktion: Massivbau mit dämmstoffgefülltem Ziegel, Massivbau (Ziegel) mit Wärmedämmverbundsystem, Mischbau (Stahlbeton) mit Holzaußenwänden sowie ein reiner Holzbau
- Wärmeerzeugung: Gas, Pellets, Erdreichwärmepumpe und Fernwärme
- Lüftungsvarianten: Abluft sowie Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung
- verschiedene Größen von thermischen Solar- und Fotovoltaikanlagen

Die Ergebnisse ergaben schließlich jene „wirtschaftlichste“ Lösung, die als Pilotprojekt 2016 gebaut wird: „Die Hülle in Passivhausqualität, gebaut aus Ziegel mit einem Wärmedämmverbundsystem. Fenster mit bester Verglasung, Erdreich-Wärmepumpe, 115 m² thermische Solaranlage und eine Abluftanlage. Energieinstitut Vorarlberg und die Fachplaner würden aus Behaglichkeitsgründen und wegen der nur minimal höheren Kosten die Komfortlüftung bevorzugen, die VOGEWOSI als Bauherrin verspricht sich von der Lösung mit Abluftanlage eine geringere Komplexität.“ (w.o.)

SaLüH - Sanierung von MFH mit kleinen Wohnungen

Kostengünstige technische Lösungsansätze für Lüftung, Heizung und Warmwasser.

Wesentlich komplexer und schwieriger stellt sich die Frage einer wirtschaftlichen Lösung für die Lüftung im Kontext von Sanierungen. Das Projekt „SaLüH - Sanierung von MFH mit kleinen Wohnungen – Kostengünstige technische Lösungsansätze für Lüftung, Heizung und Warmwasser“ überlegt in einem derzeit noch laufenden Forschungsprojekt geeignete Maßnahmen: „Bei der Sanierung von Geschosswohnbauten zeigt sich, dass eine Gesamtsanierung inklusive Umstellung auf zentrale Lüftung, Heizung und TWW-Versorgung häufig nicht möglich ist. Gerade für Wohnbauten mit kleinen Wohneinheiten scheiden aber auch derzeit verfügbare dezentrale Lösungen aus Platz- und Kostengründen aus (vgl. EU-Projekt Sinfonia). Es sollen daher innovative Lüftungs- und Heizungskonzepte für die Sanierung untersucht werden und platzsparende Heizungs- und Trinkwarmwasser-Kleinstwärmepumpen mit Außen- bzw. Fortluft als Wärmequelle für diesen Zweck entwickelt werden, welche optional in die bestehende Brüstung bzw. eine vorgehängte Holzleichtbau-Fassade integriert werden können. Die Wandintegration ermöglicht einen hohen Grad an Vorfertigung, erlaubt eine Installation auch in kleinen Wohnungen und minimiert die Außen- und Fortluftkanäle. Zudem ermöglichen innovative Luftführungskonzepte (z.B. mittels aktiver Überströmung), welche im Rahmen

von SaLÜH! entwickelt werden sollen, die Luftführung mit minimalem Material- und Installationsaufwand.“ (<https://www.uibk.ac.at/bauphysik/forschung/projects/saluh/>, 26.09.2016).

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS: Nachhaltig Wirtschaften / Haus der Zukunft:

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/salueh-sanierung-von-mehrfamilienhaeusern-mit-kleinen-wohnungen-kostenguenstige-technische-loesungsansaeetze-fuer-lueftung-heizung-und-warmwasser.php>

Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene

Standort: Freiburg

Bauherrschaft: Land Baden-Württemberg / Universitätsbauamt Freiburg

Planung: Architektengemeinschaft Pfeifer, Roser, Kuhn, Freiburg

Funktion: Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2006

Bruttogrundfläche: 5.076 m²

Baukosten: 7.084.000 €

Low Tech: Bedarfsangepasst minimierte Lüftungsanlage, Gebäudezonierung, Optimierung Material und Konstruktion, Luftkollektorfassade (reduziert Abluftventilatoren durch thermischen Auftrieb), Bauteilaktivierung, kybernetischer Entwurfsansatz etc.

„Die optimierte Nutzung regenerativer Energien steht im Vordergrund des Energiekonzepts. Wesentlicher Bestandteil ist dabei die Luftkollektorfassade sowie die Wintergärten auf der Südseite, die gleichzeitig der Gewinnung solarer Energie sowie der natürlichen Belüftung der Bürobereiche dienen. Im Winter wird die in der Kollektorfassade vorgewärmte Luft in die Büroräume geführt und strömt durch die innenliegenden Schächte über Dach ab, wo eine Wärmerückgewinnung erfolgt. Im Sommer wird umgekehrt über die innenliegenden Luftschächte die über Erdregister gekühlte Außenluft in die Bürobereiche geführt und durch die in der Kollektorfassade entstehende Thermik über gesteuerte Klappen in der Fassade nach außen transportiert.

In Abstimmung mit den Behörden wurde für die mechanische Belüftung der Laborräume eine Lösung erarbeitet, die eine Grundbelüftung mit vierfachen Luftwechsel anstatt der vorgeschriebenen achtfachen Wechselrate erlaubt; nach Erfordernis kann der Luftwechsel punktuell erhöht werden. Dadurch konnte eine erhebliche Energieeinsparung und eine Verkleinerung der Lüftungsanlage erreicht werden.“ (Hegger et al. 2007, S. 237)

FOTOS

Abb. 155 -156: Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Quelle:

http://www.baunetz.de/architekten/Pfeifer_Kuhn_Architekten_projekte_1331715.html, © Ruedi Walti; Guido Kirsch



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Hegger, Manfred u. a. (2007): Energie Atlas: Nachhaltige Architektur. Walter de Gruyter.

II.3.4 Mobile Bauten

„Mobilen Bauten“ oder vorgefertigte Modulsystemen zeichnen sich dadurch aus, dass aufgrund der Fertigung in der Halle ein standardisierter und ökonomischerer Bauprozess möglich ist. Der Baustandard kann wesentlich präzisiert werden, das bedeutet bessere Qualität und eine längere Lebensdauer. Der technische (Mehr)Aufwand der Fertigung, des Transports zur Baustelle und der Errichtung und Zusammenbau steht einer verbessert handhabbaren Baustellenlogistik, der Möglichkeit qualitätssichernder Maßnahmen und der Verringerung oder Vermeidung von Emissionen durch einen effizienteren Bauprozess gegenüber.

BEISPIELE

Jugendcamp „Holzbox“

Standort: Marktplatz 40, 8162 Passail, Steiermark

Bauherrschaft: Marktgemeinde Passail

Planung: Holzbox

Funktion: Sonderbauten

Errichtung / Fertigstellung: 2004

Bruttogrundfläche: k. A.

Baukosten: 1.000 € bis 1.300 €/m² (exkl. Möbel etc.)

Low Tech: Kostengünstiges Modulsystem im Massivholzbau, Vorfertigung, ökonomische Grundrissstruktur

„Um die architektonische, infrastrukturelle und funktionale Qualität im Bereich der Ferien- und Jugendherbergen durch ein modulares Musterkonzept grundlegend zu verbessern, hat das Land Steiermark 2003 im Rahmen eines EU-Projektes einen Wettbewerb zum Thema ‚Multifunktionale Campmodule‘ ausgeschrieben, aus dem Holz Box Tirol siegreich hervorging. Das als Holzcontainer konzipierte modulare System besteht in der Grundstruktur aus drei beliebig kombinierbaren Einheiten: einem 20 m² großen Betreuer-Modul, einem 30 m² großen Jugendraummodul und dem Apartmentmodul mit einer Nutzfläche von 40 m².“ (Text: Gabriele Kaiser, www.nextroom.at/building.php?id=17966, 19.07.2016)

FOTO

Abb. 157: Jugendcamp Passail mit „Holzbox“-Modulen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=17966, © Walter Luttenberger



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Detail 07/08 (2006): Leichtbau + Systeme. München: DETAIL (= Detail).

Architektur + Wettbewerbe (2006): Wohnheime und Herbergen. Stuttgart: Karl Krämer Verlag (= Architektur + Wettbewerbe).

architektur.aktuell 03 (2006): responsibility. Wien: Architektur Aktuell GmbH (= architektur.aktuell).

Szyszkowitz, Michael (Hrsg.); Ilsinger (Hrsg.): (2005): Architektur_STMK. Räumliche Positionen. Graz: Haus der Architektur.

Holzbox: <http://www.holzbox.com/>

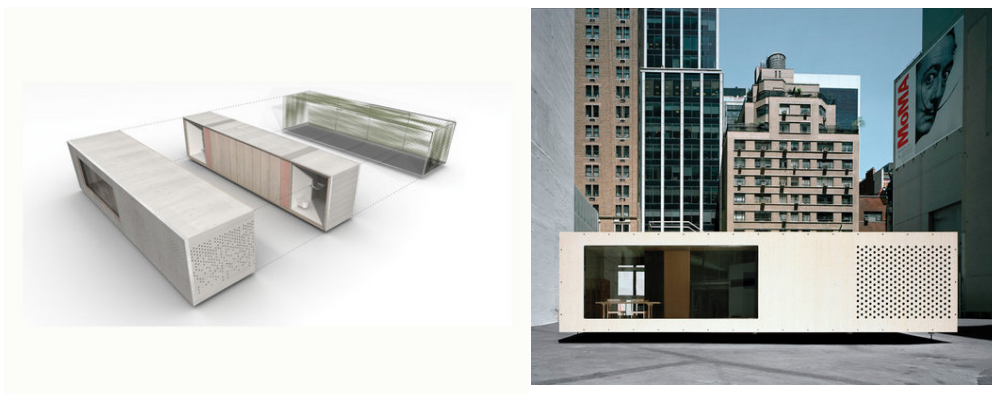
»»» [SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I](#) «««

System3, Fertigteil ModulsystemStandort: New York, USABauherrschaft: MoMaPlanung: Oskar Leo Kaufmann, Albert RűfFunktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2008Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Kostengünstige Modulbauweise, teilweise vorgefertigt, individuelle Lösungen möglich, je nach Wandstärke auch Passivhausstandard

„Das system3, das Oskar Leo Kaufmann und Albert Rűf auf Einladung des MoMA entwickelten, ist eine logische Fortsetzung der Modulbau-Fertigsysteme SU-SI und Fred bzw. des Open Architecture Systems oa.sys. Im Unterschied zu früheren, teilweise als Holzständerbauten ausgeführten Häusern besteht das system3 zur Gänze aus Brettsperholz und ist als modulares Konzept angelegt, wobei alle aufwendigen Teile des Hauses in der Serving Unit zusammengefasst und in einem Stück auf die Baustelle angeliefert werden. Die Elemente des eigentlichen Wohnraums (Naked Space) werden hingegen vor Ort zusammengesetzt. (Beispiel: Alpenhotel Ammerwald, Tirol) ... Die 10cm dicken Massivplatten des 53m² umfassenden MoMA-Prototyps – mit größeren Wandstärken kann problemlos Niedrig- oder Passivhausstandard erreicht werden – wurden außen mit einem Bootsclack geschützt, innen sind die Oberflächen geölt. Dem richtungsneutralen Kräfteverhältnis der Massivholzplatte entsprechend können die Wände CNC-gesteuert an beliebiger Stelle perforiert, das »Schnittmuster« der Fenster und Öffnungen somit individuell programmiert werden.“
(Text: Zeitschrift Zuschnitt, Gabriele Kaiser, www.nextroom.at/building.php?id=32041, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 158 -159: System3 Fertigteilmodule, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32041, © Oskar Leo Kaufmann, © Adolf Bereuter

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Zuschnitt 31 (2008): Massiv über Kreuz. Wien: proHolz Austria (= Zuschnitt).

Oskar Leo Kaufmann: <http://www.olkaufmann.com/>

II.3.5 Kreislauf- und Wandlungsfähig Bauen

Konstruktiver Verbund, Baustandard, Baudetails, Baudokumentation etc.

In Hinsicht auf Low Tech ist zusätzlich zur Materialwahl die Gestaltung der „Material-Verbindungen“ ein entscheidender Faktor. Demontagefähige Verbindungen, die qualitätssichernde Ausführung der Verbindungsdetails oder auch eine genaue Baudokumentation der verbauten Materialien und Baustoffe entscheidet wesentlich über den Lebenszyklus einer Konstruktion. Qualitätssichernde Maßnahmen zur Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer können durch gute Planung, Detaillierung und einfachen sowie wenig „fehleranfälligen“ Baukonstruktionen auch ohne technischen Mehraufwand (z. B. Robustheit) erreicht werden. Standardisierung, Vorfertigung oder auch Materialhomogenität unterstützen im Wesentlichen diese Bemühungen. Über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, trägt darüber hinaus der entsprechende Wartungs- und Pflegeaufwand entscheidend zur Bilanzierung bei.

Rahmenbedingungen, Methoden und Eignung für kreislauffähige Bauweisen sind fundiert und umfassend im Bericht „recyclingfähig konstruieren“ (Schneider ; Böck ; Mötzl 2011) dargestellt. Darin enthalten sind auch detailreich erarbeitete Entwurfsempfehlungen für kreislauffähige Konstruktionen, demontagefähige Verbindungen und ein Katalog „recyclingbarer Konstruktionen“. Das Thema wird hier daher nur im Überblick, und mit Beispielen belegt, behandelt. Grundsätzlich werden sechs Prinzipien für kreislauffähiges Konstruieren formuliert. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 8: „Prinzipien für kreislauffähiges Konstruieren“, (Quelle: Schneider ; Böck ; Mötzl 2011)

Prinzip	Anwendung	Erläuterung / Begründung / Beispiele
Minimierung des ökologischen Aufwandes	Angemessene Material- und Konstruktionswahl	Bei Planungsbeginn sind ausgehend von der jeweiligen Bauaufgabe die Art der Konstruktion und die Materialien für die wesentlichen Masse / ökologisch intensiven Bauteile zu wählen. Prinzipiell soll nur die Qualität und Menge verwendet werden, die für die jeweiligen Funktionen des Bauteiles erforderlich ist.
	Reduktion der stofflichen Vielfalt	Eine geringe Anzahl an Baustoffen erleichtert das Trennen nach der Nutzung und reduziert die Anzahl der unterschiedlichen Entsorgungswege.
	Materialmenge minimieren in der Planung	Materialmenge kann reduziert werden z. B. durch Gestaltungsregeln für wenig Verschnitt oder klare Bauteilgeometrie und das Vermeiden von abfallreichen Sonderlösungen.
	Reststoffvermeidung bei der Bauwerkserrichtung	Verschnittreste, Bruch, überschüssiges Material, Verpackungsmaterial, Bauhilfsstoffe (Schalungsmaterial, Schutzabdeckungen), hausmüllähnliche Abfälle von Baustellenunterkünften, Kantinenabfälle etc. sollten möglichst getrennt erfasst und einer geeigneten Verwertung oder Wiederverwendung zugeführt werden
	Geringe Transportwege und geringer Transportaufwand –	Hochwertige regionale Baustoffe mit geringem Transportaufwand sind zu bevorzugen, aber auch bei der Verwertung ist darauf zu achten, regionalen

	regionale Verfügbarkeit, regionale Verwertung	Unternehmen den Vorzug zu geben.
Lebensdauer verlängern, langfristige Werterhaltung	Hoher ideeller Wertgewinn	Die Wertschöpfung durch den Einsatz von hochwertigem Material oder durch hochwertige Bearbeitung eines Materials vergrößert die Chancen auf sanften Rückbau und Wiederverwendung.
	Umnutzungsflexibilität	Eine Anforderung an Gebäude in Bezug auf ihre Lebensdauer ist sicher, dass sie sich flexibel und unaufwändig, an die sich wandelnden Bedürfnisse ihrer Nutzer anpassen lassen.
	Materialwahrheit	Die Nutzungsdauer von Materialien ist nicht nur von ihrer technischen Lebensdauer, sondern in hohem Maße auch von ihrer ästhetischen Funktion bzw. ihrem ästhetischen Wert abhängig. Man kann davon ausgehen, dass „wahre“ Materialien, also z.B. ein Holzboden mehr Pflege und längere Wertschätzung erhalten wird, als ein Holzbodenimitat in Form eines Laminatbodens.
	Konstruktiver Schutz von Außenoberflächen	Dem konstruktiven Bautenschutz ist dem chemischen jedenfalls der Vorzug zu geben. So wirkt ein Dachüberstand nach wie vor wesentlich effektiver und länger gegen Algenbefall der WDVS-Fassade als ein Algizid, das bestimmungsgemäß aus dem Putz ausgewaschen wird und damit der Fassade nicht viel länger als die Gewährleistungszeit erhalten bleibt.
	In Würde altern	Eine Betrachtung in Hinblick auf den Alterungsprozess zeigt, dass unterschiedliche Materialien auch unterschiedliche Alterungserscheinungen zeigen, die nicht zwingend einen ästhetischen oder technischen Mangel darstellen müssen.
	Reparaturfreundlich konstruieren	Zur einfachen Instandsetzung (Wartung und Erneuerung) und zur Demontage ist für gute Zugänglichkeit aller Elemente zu sorgen.
	Reinigungsfreundlich konstruieren	Die Konstruktion und die Ausbaumaterialien müssen so gewählt werden, dass eine Reinigung gut möglich ist und dadurch eine längere Lebensdauer gewährleistet werden kann.
	Vorsehen von Verschleißschichten	Eine zusätzliche Möglichkeit, die Lebensdauer von Materialien zu verlängern, ist das Vorsehen von Verschleißschichten. So ist z.B. die Nuttschichtdicke eines Bodenbelags ein wichtiger Parameter für die Lebensdauer von Holzböden. Je dicker die Nuttschichtdicke, desto öfter kann der Bodenbelag abgeschliffen werden.
	Trennen von langlebigen und kurzlebigen Strukturen	Die unterschiedliche Lebensdauer macht eine Trennung von kurzlebigen Verschleißprodukten und von langlebigen Konstruktionen notwendig. Wichtig ist der möglichst zerstörungsfreie Austausch von Strukturen mit kurzer Lebensdauer und häufigem Austausch.
	Fehleranfälligkeit	Eine Möglichkeit ist, möglichst wenig fehleranfällige Bauweisen, Konstruktionen, Materialien, Haustechnik-Komponenten zu wählen, eine weitere,

		ein möglichst interdisziplinäres kompetentes Planungsteam zusammenzustellen,
Montage und Demontage	Kritische Auswahl von Funktionsintegration oder Funktionstrennung	Nach dem Prinzip der Reduktion der stofflichen Vielfalt ist im ersten Ansatz in der Auswahl eines Bauteiles hohe Funktionsintegration anzustreben. Es gibt jedoch auch Prinzipien die für der Funktionsintegration widersprechen z.B. die Trennbarkeit von langlebigen und kurzlebigen Strukturen.
	Lösbare Verbindungstechniken, Demontagefreundlichkeit	Die Grundanforderungen für recyclinggerechte Demontierbarkeit beziehen sich auf eine Verbindungstechnik, die nicht nur zerstörungsfrei lösbar und mehrfach wiederverwendbar ist, sondern auch einer Rationalisierung der Montage- und Demontageprozesse Rechnung trägt.
	Separierbarkeit der nicht gemeinsam recyclingfähigen Materialien	Die Separierbarkeit steht in enger Wechselwirkung mit der Materialverträglichkeit im Aufbereitungsprozess. Das bedeutet, dass leicht zerlegbare Montagekonstruktionen mit gut separierbaren Stoffen auch mit größerer Materialvielfalt als recyclinggerecht gelten können, als dies bei nicht separierbaren Verbundkonstruktionen der Fall ist.
Recyclierbarkeit	Recyclierbarkeit der Materialien	Als recyclinggerecht werden jene Materialien bezeichnet, die nach Durchlaufen eines Aufbereitungsprozesses als Recyclingprodukt wieder zum Einsatz kommen.
	Materialverträglichkeit im Aufbereitungsprozess	Sind die beiden, nicht oder nur aufwändig trennbaren Materialien „materialverträglich“ wie z.B. Mineralschaumplatten auf mineralischem Untergrund, so kann deren gemeinsame Aufbereitung eine Alternative zur Trennung darstellen.
	Konzentration der Recyclingbemühungen auf masseintensive oder kurzlebige Bauteile	Die Wahl von recyclingfähigen Materialien muss sich also speziell mit jenen Gebäudeteilen beschäftigen, die große Masseanteile besitzen und zum anderen auf die Bauteile, die auf die Lebensdauer des Gesamtgebäudes gesehen, mehrfach ausgetauscht werden müssen.
	Zusätze vermeiden	Zusätze in Baumaterialien sind vor allem dann problematisch, wenn sie ein hochwertiges Recycling von Materialien verhindern. Zusätze können vermieden werden durch konstruktive Maßnahmen oder durch bedachte Werkstoffauswahl.
	Vermeidung von Compoundmaterialien	Eine Trennung von Werkstoffverbunden mit dem Ziel der sortenreinen Wiederverwertung in Stoffkreisläufen, ist häufig nicht oder nur unter großem Aufwand möglich, ein Recycling daher schwierig, wenn nicht gar unmöglich
	Kennzeichnung wertvoller bzw. schädlicher Stoffe	Eine grundsätzliche Voraussetzung für Recyclingmaßnahmen ist die genaue Kenntnis aller Inhaltsstoffe von Baumaterialien und Bauteilen sowie des langfristigen chemischen und physikalischen Verhaltens dieser Inhaltsstoffe.

Wieder- verwendbarkeit	Modulare Konstruktionen	Hier steht das Produktrecycling im Vordergrund, d.h. die Bauteile sollen ohne aufwendigen Verarbeitungsprozess projektunabhängig wieder verwendet werden können. Voraussetzung dafür ist eine einfache Demontage. Modulare Kombinierbarkeit, Kleinteiligkeit oder Teilbarkeit sowie vereinheitlichte Verbindungs- und Anschlusselemente sind sicher hilfreich.
	Standardisierte Bauteile und Abmessungen	Erleichtert wird die Anpassbarkeit von Bauteilen an spätere Wiederverwendungszwecke durch Kleinteiligkeit oder Teilbarkeit zur maßlichen Anpassung, durch eine Beschränkung auf wenige Standardmaße und deren Kombinierbarkeit, durch vereinheitlichte Verbindungs- und Anschlusselemente und langfristige Ergänzungsfähigkeit mit gleichen Elementen.
Planung	Grundlagenwissen über Einsatzmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen	Eine gute Übersicht über die sich ständig erweiternde Produktpalette von Recycling- Baustoffen ist notwendig, um deren Einsatz anstelle konventioneller Baustoffe bei der Ausführungsplanung und Ausschreibung zu berücksichtigen.
	Ausschreibung	Nachdem unter Berücksichtigung der Prinzipien für kreislauffähiges Konstruieren die Entscheidung für bestimmte Konstruktionen und Materialien und Verbindungen in der Planungsphase getroffen wurden, muss in der Ausschreibung dafür gesorgt werden, dass diese Prinzipien umgesetzt werden.
	Objektdokumentation	Klassische Objektdokumentationen: Klassische Objektdokumentationen wie sie heute bereits in professionellen Bauvorhaben üblich sind, sind ein erster Schritt um darüber Klarheit zu haben, welche Stoffe in einem Gebäude verbaut sind. Werkstofflicher Gebäudepass: Ähnlich dem Energieausweis soll der werkstoffliche Gebäudepass einmal wichtige Hinweise zu den im Gebäude verbauten Stoffen geben.

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Nachhaltig Wirtschaften / Haus der Zukunft: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/gugler-build-print-triple-zero-subprojekt-3-recyclingfaehig-konstruieren.php>

II.3.5.1 Wandlungsfähig Bauen

Umnutzung, Veränderung, ...

Um den „Nutzwert“ eines Gebäudes zu optimieren – d.h. einem möglichst langem Lebenszyklus - müssen Ertragskraft und Nutzbarkeit auch über die ursprüngliche Planung und Nutzungsauslegung hinaus gesichert sein. Dazu ist es nötig Raum und Möglichkeiten für zukünftige Bedürfnisse vorzusehen und entsprechend wandlungsfähig zu planen. Nicht nur die bauliche Flexibilität, sondern inzwischen vielmehr noch die technischen und infrastrukturellen Möglichkeiten zur Umnutzung und Veränderbarkeit bestimmen gegenwärtig die Beständigkeit von Immobilien. Dabei werden im Einzelnen folgende Lebenszyklusphasen angenommen (Daniels 2000, S. 218):

- Rohbau: länger als 50 Jahre
- Gebäudehülle: länger als 30 Jahre
- technischer Ausbau: länger als 10 Jahre
- Informations- und Kommunikationstechnologie: zirka 5 Jahre

Unterschieden wird in der Regel zwischen Grundausbauten und Nutzerausbauten. Die Grundausbauten beschränken sich im Wesentlichen auf die Beheizung des Gebäudes sowie die nötige Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung mit Wasser und Strom. Alle weiteren Ausbauten, wie Sanitär, Lüftungs- oder Klimaanlage, Informations- und Kommunikations- oder nutzerspezifische Elektroanlagen zählen zu den Nutzerausbauten.

Wandlungsfähige und insofern „mobile Immobilien“ lassen sich über einen langen Lebenszeitraum hinweg umnutzen und wandeln. Es sind Gebäude die, mit einem Minimum an Materialaufwand und Technik, dem tatsächlichen momentanen Bedarf entsprechen und jederzeit bei geänderten Anforderungen leicht nachrüstbar sind.

BEISPIELE

ASZ-BAV Grieskirchen

Standort: 4710 Grieskirchen, Oberösterreich

Planung: Wolf Architektur

Funktion: Büro und Verwaltung

Errichtung / Fertigstellung: 2008

Bruttogrundfläche: 381 m²

Baukosten: rund 1.525.000 € netto / ca. 4.000 €/m²

Low Tech: Kostentoptimierte Bauweise, konstruktiv-baulicher Sonnenschutz, regionale nachwachsende Materialien; demontierbare Konstruktionen

„Es wurde ein Bürogebäude in Passivhausbauweise sowie ein Altstoffsammelzentrum nach ökologischen Gesichtspunkten errichtet. Durch demontierbare Konstruktionen und recycelbare verbundstofffreie Materialien wurde schon jetzt an die Zeit nach dem Bestimmungszweck des Gebäudes gedacht. Heimische Hölzer finden in ihrer gewachsenen ursprünglichen Form Anwendung für Konstruktion, Fassade und Innenausbau. ‚Graue Energie‘ wurde durch den großen Anteil nachwachsender und CO₂ neutraler Holzwerkstoffe vermieden. ... Großzügige Glasfassaden versorgen die Büros des BAV mit Tageslicht, ermöglichen den Blick auf die Hügelketten des Trattnachts und machen den Baukörper durchlässig für vielfältige Innen-Außenraum-Beziehungen. Horizontale Holzlamellen im Süden der Büros verhindern den Eintritt von sommerlicher Sonneneinstrahlung und filtern den Blickkontakt auf den Kundenverkehr des ASZ.“

(Text: wolf architektur, www.nextroom.at/building.php?id=32573, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 160 -161: ASZ-BAV Grieskirchen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32573, © Wolfgang Grossruck



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Wolf Architektur: <http://www.wolfarchitektur.com/>

»»» SIEHE AUSFÜHRLICHE DOKUMENTATION ANNEX I «««

Mexico – Passivwohnhaus mit TaucheranzugStandort: WienBauherrschaft: privatPlanung: pichler.architekt[en]Funktion: EinfamilienhausErrichtung / Fertigstellung: 2009Nutzfläche: 92 m²Baukosten: 1.580 €/m²

Low Tech: einfache Konstruktion, optimierte Nutzung solarer Einstrahlung durch speicherfähige Materialien (Holz massiv, Keramik), Wand- und Deckenaufbau: Materialien mechanisch befestigt und naturbelassen

„Wie ein Taucheranzug umhüllt die schwarze Kautschukfolie Dach und Wände des hochgedämmten Baukörpers. Regen und Schnee rinnen in Streifen über die Fassadenflächen und malen eine eigene Patina. ... Konstruktiv ist das Haus ein in Elementen vofabrizierter Holzmassivbau mit werkseitigen Sichtoberflächen. Durch das kreuzweise, vollflächige Verleimen der Holzbretter ist die Dampfbremse im Produkt integriert. Der Wand- und Deckenaufbau ist extrem vereinfacht und besteht nur aus Folie, Steinwolldämmung und Massivholz. Alle Materialien des Hauses sind mechanisch befestigt, umweltverträglich und vollständig wieder verwertbar. ... Das Belüftungssystem ist an eine Grundwasserpumpe gekoppelt, welche die ganzjährig konstante Temperatur des Grundwassers im Winter zur Heizung des Fußbodenkollektors und zur Bereitung des Warmwassers und im Sommer zur Kühlung nutzt. Über große, südseitige Verglasungen nehmen die Massivholzelemente und der Keramikfußboden in der Übergangszeit im Laufe des Tages Wärmeenergie auf, die sie dann abends und nachts wieder langsam an den Innenraum abgeben. Im Sommer verhindern die schwarze Folie und die Speicherfähigkeit der Außenwände zudem eine Überhitzung der Innenräume, die bei konventionellen Holzrahmenkonstruktionen häufig ein Problem darstellt.“ (Text: Günter Pichler, www.nextroom.at/building.php?id=34268, 20.07.2016)

FOTOS

Abb. 162 -163: Mexico – Passivwohnhaus, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34268 © pichler.architekt[en]

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pichler Architekten: <http://www.pichlerarchitekten.at/>

Alliander-HauptverwaltungStandort: Duiven, NiederlandeBauherrschaft: AllianderPlanung: RAU ArchitectsFunktion: Büro und VerwaltungErrichtung / Fertigstellung: 2005Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Optimierte Tageslichtversorgung, 80 % Recycling der Materialien des Vorgängerbaus, minimalisierter Materialverbrauch und Wiederverwertbarkeit

“Circularity has been an integral part of the design, transforming the building into a material depot where materials are temporarily stored rather than just being a conglomeration of materials with a limited life cycle. The existing complex was composed by six different constructions, which are almost entirely maintained (over 80% of the original surfaces remain). A large atrium covered by an iconic roof connects the six different volumes visually, programmatically as well as logistically, creating a continuous urban-like space which facilitates encounters and communication among the employees. The large glass facades and the circular skylights provide the adequate amount of daylight, and the strengthen relation with the landscape, contributing to a healthy and inspiring workspace. Three principles were established as design strategies regarding material use: conservation and reuse of the existing materials, minimization of material use, and employment of materials that can later on continue their biological or technical life cycle. The existing facades and windows are kept, and a second “skin” made out of scrap wood is placed in order to avoid heat losses, reducing the energy demand. The structure is designed in a smart way, making it as light as possible. Furthermore, a “material passport” is created, which provides materials with an identity, avoiding that they become waste in the future.”

(Text: Federica Marchetti, en.presstletter.com/2016/01/rau-architects-alliander-hq-2015/, 19.07.2016)

FOTOS

Abb. 164 -165: Alliander-Hauptverwaltung, NL, Quelle: en.presstletter.com/2016/01/rau-architects-alliander-hq-2015/, © Marcel van der Burg

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Rau Architects: <http://www.rau.eu/>

Hauptverwaltung des niederländischen WWF

Standort: Driebersweg 10, 3701 Zeist, Niederlande

Bauherrschaft: WWF Netherlands

Planung: RAU Architects

Funktion: Büro und Verwaltung

Errichtung / Fertigstellung: 2006

Bruttogrundfläche: 3.800 m²

Baukosten: 1.050 €/m² (netto, 300/400)

Low Tech: Natürliche Verschattung / Durchlüftung; Suffiziente / sich selbst versorgende Energieplanung, ökologische (fair-trade) Baumaterialien, Nutzung vorhandener Bausubstanz; Verwendung der Materialien des Vorgängerbaus als Granulatbeton

„In seiner Struktur geht das Bauwerk auf ein in den 1950er Jahren errichtetes und lange leer stehendes Laborgebäude zurück, welches teilweise weiterverwendet wurde. Grundgedanke von Entwurf und Ausführung war ein ressourcenschonendes Gebäude in sehr umfassendem Sinn: So wurden sogar die Produktionsbedingungen der verwendeten Baustoffe mitberücksichtigt und damit auch Forschung auf dem Gebiet umweltfreundlicher und unter Fair-Trade-Bedingungen entstandener Materialien geleistet. Dass der Energieverbrauch, etwa durch ein neuartiges Heizsystem sowie Lehmputz optimiert und unter Miteinbeziehung von Wärme- und Feuchtigkeitsabgaben der dort Arbeitenden errechnet wurde, versteht sich bei so einem Objekt fast von selbst. Weiter genutzt als Fußboden in Form von poliertem Granulatbeton wurde beispielsweise auch der abgebrochene Beton des Vorgängerbaus. ... keramische Pflastersteine auf Zufahrtsstraße und Parkplatz lassen Schadstoffe nicht in den Boden gelangen, und ein neuartiges Aquaflow-System sorgt dafür, dass Regenwasser versickert und obendrein noch gefiltert wird.“ (Solare Heizung; Grundwasser zur Kühlung und anschließend zur WC-Spülung verwendet, Wärme-/Kältespeicherung für Heizen im Winter und Kühlung im Sommer, etc.)

(Text: Jurytext Brick Award 2008, www.nextroom.at/building.php?id=28979, 19.07.2016)

FOTO

Abb. 166: Hauptverwaltung des niederländischen WWF, Quelle: www.architizer.com/projects/wwf-netherlands-head-office/

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

A10 - new European architecture 12 (2006): Amsterdam: A10 Media BV (= A10 - new European architecture).

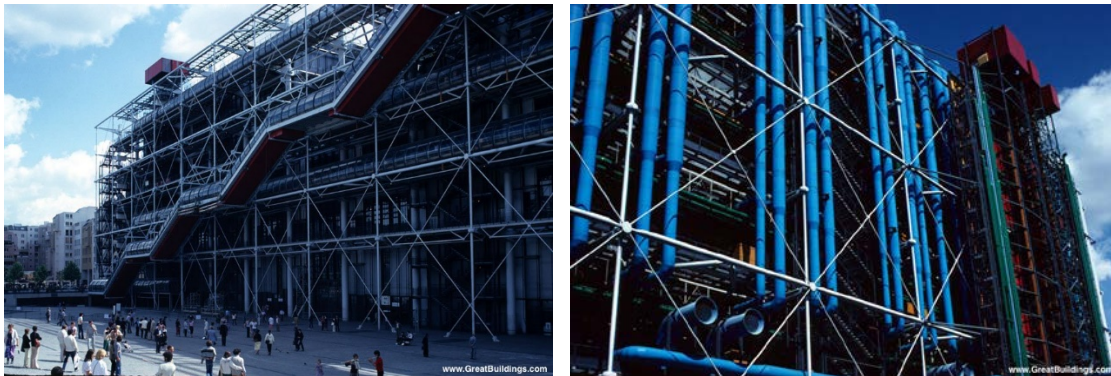
Rau Architects: <http://www.rau.eu/>

Centre PompidouStandort: Paris, FrankreichBauherrschaft: k. A.Planung: Richard Rogers, Renzo Piano ArchitectsFunktion: Bildungs- und DienstleistungsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 1978Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Nutzungsflexibilität, sichtbar belassene „gebäudetechnische Anlagen“

„Nutzungsflexibilität ermöglicht Nutzungswechsel im Verlaufe der Lebensdauer eines Gebäudes oder einer Gebäudeanlage. Diese Eigenschaft einer Gebäudestruktur, die wesentlich abhängig ist von einem geeignetem Raumkonzept und Tragsystem, verlängert die Lebensdauer einer baulichen Struktur. ... Die ‚leeren‘ Stockwerke bieten sich als frei bespielbare Nutzungsplattformen an. Sie werden für Ausstellungen, Performances, Bibliothek, Visitor centers, Büros u.v.a. benützt. Das Tragsystem ermöglicht durch seine periphere Lage die ungestörte Realisierung einer Vielfalt funktioneller Szenarien. Auch die gebäudetechnischen Anlagen, Lifte, Infrastruktur usw. liegen ausserhalb und ‚befreien‘ den Grundriss von störenden Komponenten, was zwar ausserhalb der Hülle, jedoch innerhalb der Struktur ausgenützt worden ist, z.B. für die Platzierung des Pariser Büros von Shigeru Ban oder des ‚Maison tropique‘ von Jean Prouvé im Attikabereich.“ (Pfammatter 2012, S. 174)

FOTOS

Abb. 167 -168: Centre Pompidou, Paris, Quelle: www.greatbuildings.com/buildings/centre_pompidou.html, © 1994-2013 Artifice, Inc. All Rights Reserved.

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Pfammatter, Ulrich (2012): Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Renzo Piano Architects: <http://www.rpbw.com/>

II.3.5.2 Bauliche Dichte / Synergiepotenziale / Systemkreisläufe

Darüber hinaus ist die Bildung von Systemkreisläufen und die Nutzung möglicher Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe im Gebäude, mit der umgebenden Bebauung und dem Standort (Wärme: Abwärme – Heizung / Kühlung, Kraft- Wärme Kopplung, Regen-/ Abwasser – Brauchwasser, ...), ein entscheidender Faktor, bei dem nicht nur Ressourceneffizienz im Vordergrund stehen muss, sondern auch Technik minimiert werden kann. Um diese Potenziale über das einzelne Gebäude hinaus in einem größeren Gebäudeverbund nutzen zu können wird eine gewisse bauliche Dichte vorausgesetzt. In vielen der vorgestellten Projekte spielt dieser Gedanke eine wichtige Rolle. Die folgenden Beispiele weisen hierzu nochmals einige ergänzende Aspekte auf.

BEISPIELE

Siedlung BedZED Beddington Zero Energy Emission

Standort: Sutton bei London, GB

Bauherr: Peabody Trust London

Planung: Dill Dunster, ZED Factory, Surrey

Funktion: Wohnsiedlung

Errichtung / Fertigstellung: 2002

Nettofläche realisiert: 7446 m² Wohnen + 2500 m² Büro und Infrastruktur (ca. 12.000 m² Siedlungsgrundfläche)

Baukosten: 1580 €/m² (netto KG 300/400; 2002)

Low Tech: Emissionsreduktion durch ein integriertes Gebäude- und Siedlungskonzept, Beschränkung der Transportwege für Baumaterialien und Einsatz von Recyclingmaterialien, winddruckgeführte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Kraft-Wärme-Kopplung, passive Kühlung, solare Einträge, Regenwassersammelsystem, autofreies Siedlungskonzept etc.

Die Siedlung BedZED zählt zu den ersten Großwohnprojekten mit dem ambitionierten Ziel vollständig energieautark zu funktionieren. In die Siedlung sind grundlegende Services, soziale Dienstleistungen (z.B. Ärzte, Schulen, Freizeiteinrichtungen) und Flächen für Erwerbstätigkeit integriert um der „Autonomie“ entsprechend die täglichen Wege zu verkürzen und Park- und Verkehrsflächen konsequent zu reduzieren. Neben einem umfassenden Konzept zur Energieeffizienz wurde im Bauprozess und der Planung größter Wert darauf gelegt Materialien einzusetzen die aus der Region stammen oder „Recyclingmaterialien“ wiederzuverwerten: „Just over half (52%) of the construction materials by weight were sourced within 35 miles, considerably closer than the construction industry average. The bricks used on the outside walls came from just 20 miles away. And the other main exterior surface material, timber cladding, is green oak sourced from woodlands in neighbouring Croydon and Kent. Just over 3,400 tonnes of construction material, 15% of the total used in BedZED, were reclaimed or recycled products. Nearly all of the steel in the building is reused, much of it coming from refurbishment work at Brighton Railway Station. Reclaimed timber was used for the interior partitions and some flooring. A thousand tonnes of ‘sand’ made from crushed glass was used under the outdoor paving slabs while the timber bollards used around the site’s pavements are recycled railway sleepers.“ (<http://www.bioregional.com/bedzed/>, 21.10.2016)

“Energieeffizienz: Die nach Süden orientierte Terrassenstruktur optimiert die solaren Gewinne und versorgt die Wohnräume mit Tageslicht. Die hohe Wärmekapazität durch unverputzte Betonwände und -decken sowie gekachelte Böden speichert die Wärme. Die wärmebrückenarme und luftdichte

Gebäudehülle verringert mit einer kontrollierten Lüftung Wärmeverluste. Über ein passiv arbeitendes Lüftungssystem mit den farbigen, das Siedlungsbild prägenden Lüftungskaminen, die sich an die Windrichtung anpassen, wird ein ständiger Luftaustausch mit einer Wärmerückgewinnung von 70% ermöglicht. Ohne Ventilatoren erzeugen die als drehbare Windfänger konzipierten Außenluftöffnungen auf den Dächern genügend Überdruck, um Frischluft durch den Wärmetauscher zu führen, die vorgewärmte Luft in die Wohnräume einzubringen und Abluft aus den Küchen und Bädern zu drücken. In Sommernächten wird das Gebäude ebenfalls durch die Luftförderung über die Kamine gekühlt bzw. die in der Baumasse gespeicherte Wärme abgeführt.“ (Musall ; Voss ; et al. 2011, S. 105f)

FOTOS

Abb. 169 -170: Siedlung BedZED, autarke „Nullenergiesiedlung“ Quelle: <http://www.bioregional.com/the-bedzed-story/>



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Spirito, Gianpaola [Hrsg (2010): Ökostrukturen : Formen nachhaltiger Architektur. Vercelli: White Star Verl.

Musall, Eike ; Voss, Karsten ; et al. (2011): Nullenergiegebäude: Klimaneutrales Wohnen und Arbeiten im internationalen Vergleich. München: DETAIL (= DETAIL Green Books).

Hegger, Manfred u. a. (2007): Energie Atlas: Nachhaltige Architektur. Walter de Gruyter.

Eiermuseum Bertoni

Standort: 7092 Winden am See, Burgenland

Bauherrschaft: Waltraud Bertoni, Wander Bertoni

Planung: gaupenraub +/-

Funktion: Bildungs- und Dienstleistungsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2010

Bruttogrundfläche: 180m² (Nutzfläche)

Baukosten: k. A.

Low Tech: Sparsame minimierte Haustechnik, über einen Systemverbund mit dem Nebengebäude versorgt, natürliche Raumkonditionierung (Kamineffekt)

„Das Gebäude partizipiert auch hinsichtlich der Facilities von seinen Nachbarn, in denen sich ausreichend sanitäre Einrichtungen befinden. Es verfügt daher weder über Wasser/Abwasser, noch über eine Heizung oder gar eine Klimaanlage – die Konditionierung des Raumes wird mittels Kamineffekt über eine Zuluftenebene knapp unterhalb der Decke über EG und eine Abluftenebene am obersten Punkt des Zeltdaches bewirkt. Das weit auskragende Dach schützt in den Sommermonaten zudem vor übermäßiger Überhitzung. Die Hinterlüftungsebene im Dach selbst ist zum Innenraum hin gedämmt und die Stahlbetonplatte am Boden wirkt als Pufferspeicher. Die einzige Haustechnik ist der Stromanschluss zum Haupthaus und die damit angespeiste Beleuchtung. Da aber geplant ist, das Gebäude nur bei Tag zu öffnen, wird es keine nennenswerte Energie verbrauchen.“

(Text: Architektur Raumburgendland, www.nextroom.at/building.php?id=33358, 19.07.2016)

FOTO

Abb. 171: Eiermuseum Bertoni, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33358, © Patricia Weisskirchner

PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Zuschnitt 40, Holz und Stahl, deutsch, proHolz Austria, Wien 2010

Gaupenraub +/-: <http://gaupenraub.net/>

Ölmühle Fandler

Standort: 8225 Pöllau bei Hartberg

Bauherr: Ölmühle Fandler GmbH

Planung: epps Ploder Simon ZT GmbH

Funktion: Büro- / Betriebsgebäude

Errichtung / Fertigstellung: 2012

Bruttogrundfläche: 1.250 m²

Baukosten: k. A.

Low Tech: Nutzung der Abwärme aus der Produktion, Bauteilaktivierung, suffiziente Ausstattung, Haustechnik erweiterbar (Kühlung)

„Geheizt wird das Gebäude mit der Abwärme der Wärmepfannen, die für die Ölgewinnung erforderlich sind. Für die große Lagerhalle, in der die Temperatur aufgrund der Lagerung der sensiblen Öle nicht zu stark schwanken darf, wird die Fundamentplatte zur Aktivierung herangezogen, um die Halle zu temperieren. Im ganzen Gebäude- in den Lagerhallen, Produktionsstätten, Verkaufs- und Büroflächen – wurde auf Bodenbeläge gänzlich verzichtet. In all diesen Bereichen bilden die Fußböden flügelgeglättete Betondecken oder geschliffene Estriche, die allesamt mit Niedertemperaturheizung versehen sind. Das System ist so vorbereitet, dass es auch für die Kühlung herangezogen werden könnte.“ (Zement + Beton 2015, S. 48)

FOTOS

Abb. 172: Ölmühle Fandler, Quelle: <http://www.epps.at/projekte/olmuehle-fandler/> © epps



PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Zement + Beton (2015): Energiespeicherbeton. Tagungsband Expertenforum November 2015. Wien: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.

Epps Architekten: www.epps.at

Autobahnwerkhof CeRNStandort: Bursins, CHBauherr: Etat de Vaud, Département des infrastructures (DINF)Planung: Atelier niv-o, LausanneFunktion: BetriebsgebäudeErrichtung / Fertigstellung: 2007Bruttogrundfläche: k. A.Baukosten: k. A.Low Tech: Demontierbare Konstruktionsdetails, energieautonomes und suffizientes

Gesamt(nutzungs)konzept: z.B. Verzicht auf funktionale Trennung zwischen unterschiedlichen Nutzungen), Berücksichtigung „grauer Energie“ und gesamter Lebenszyklus des Gebäudes, 90% des Abbruchmaterials wurden wieder verwendet, Rest-Wärmeenergie aus „Abfall-Holz“

„Die Anlage des Werkhofes ist in Grundriss und Schnitt neuartig. Sie vereint Dach eine Polizeistation, eine Einstellhalle, Werkstätten und die nach Süden ausgerichteten Büros. Da die einzelnen Funktionen nicht wie üblich getrennt sind, kommt der Bau mit 40% weniger Raum aus als ursprünglich vorgesehen. ... Das Programm ist für heutige Bedürfnisse ausgelegt, das Gebäude erlaubt aber Anpassungen an einen veränderten Bedarf und zukünftige Erweiterungen. Wegen der lockeren und wenig tragfähigen Bodenbeschaffenheit des Grundstücks wurde das Aushubmaterial in mehreren Schichten sukzessive zu einem Fundament verdichtet, wodurch auf Transportfahrten verzichtet und zusätzlich graue Energie eingespart werden konnte. Auf dieses Fundament setzten die Architekten das Gebäude in einer leichten Holzkonstruktion. Der Werkhof ist energetisch unabhängig und CO2-neutral. Trotz seines großen Volumens benötigt er wenig Heizenergie, da ein großer Teil der Räume, die nur als Garagen oder Depot genutzt werden, keinen hohen thermischen Komfort braucht. Die Solarenergie deckt 40% des thermischen Energiebedarfs. ... Ein Holzheizkessel, der mit dem beim Autobahnunterhalt anfallenden Schnittholz betrieben wird, liefert die restliche Wärmeenergie. ... Die Verwendung hochwertiger Materialien und die Perfektionierung neuer Baumethoden wie Abdichtungen ohne Blechteile, querverleimte Holzbalken etc. sind zwar auf den ersten Blick nicht die billigste Lösung, im Unterhalt und für die Entsorgung am Lebensende des Gebäudes bedeutet diese Entscheidung jedoch deutlich geringere Kosten. Auch das konstruktive System und die Vorfabrikation von Bauteilen wurden im Hinblick auf die künftige Demontage ausgewählt. Die Anlage weist eine ökonomisch und ökologisch ausgeglichene Gesamtbilanz auf.“ (Arch + 2007, S. 78f)

FOTOSAbb. 173 -174: Autobahnwerkhof CeRN, Quelle: <http://www.nivo.ch/cern.html>PUBLIKATIONEN/INFOS/LINKS:

Arch + (Hrsg.): (2007): „Phönix aus Bauschutt.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 78–79.

Atelier niv-o: <http://www.nivo.ch>; <http://www.nivo.ch/cern.html>

III. **Ausblick und Empfehlungen / Forschungsbedarf**

Anhand des breit gestreuten Spektrums an Ideen und der realisierten Beispiele wird deutlich, auf wie vielen unterschiedlichen Ebenen ein „Low Tech“ Ansatz gedacht werden kann. Es zeigt sich auch, dass innovative Ideen ihren Ausgang häufig im kleinen Einzelgebäude haben, dort erprobt werden, bevor diese in großvolumigen Bauten oder Gebäudekomplexen Eingang finden.

Wesentliche Grundlagen für die Basis von Low Tech Gebäuden werden bereits in der Planung gelegt. Unter anderem sind diese: Bedarfshinterfragung, Schonung von Naturräumen durch flächensparendes Bauen, Verbrauchsminimierung hinsichtlich Energie und Betriebsmittel, lange Nutzung von Gebäudeteilen und Gesamtgebäuden, kurze Transportwege bei Bau und Betrieb und schließlich der Einsatz wiederverwendbarer beziehungsweise rezyklierter Bauprodukte und guter Rückbaufähigkeit.

In diesem abschließenden Kapitel werden Low Tech Ansätze in Hinblick auf ihre Weiterentwicklung, auf Empfehlungen für zukünftige Schwerpunktsetzungen und den weiterführenden Forschungsbedarf nochmals gebündelt formuliert.

Low Tech Gebäude im (naturräumlichen) Kontext:

Diese Studie folgt in der Definition Klaus Daniels Begriffsbestimmung: „Low Tech“ steht dafür, Gebäude einfach zu gestalten und so weit wie möglich direkt mit den natürlichen Ressourcen des jeweiligen Außenraumes zu betreiben.“ (Daniels 2000, S. 7) Die Berücksichtigung des Standortes, der (naturräumliche) Kontext bis hin zu mikroklimatischen Einflussfaktoren, und das sich daraus abzuleitende Optimierungspotenzial für die gesamte Palette der Gebäudeversorgung und -entsorgung gilt für Low Tech Gebäude als Notwendigkeit. Ohne genaue Analyse des Standorts und der (naturräumlichen) Umgebung ist ein Low Tech Gebäude nicht denkbar. Im herkömmlichen Planungsprozess fehlen für diese Analyse dagegen sowohl instrumentell methodische als auch finanzielle Mittel.

Low Tech Konzepte zu ermöglichen beginnt bereits bei der Baulandwidmung und ist so gesehen vorab als Auftrag an die (Energie)raumplanung zu verstehen. In der Schweiz gestatten Energie(richt)pläne bereits im Vorfeld eine räumlich infrastrukturelle Analyse, indem zum Beispiel lokal verfügbare Wärmeangebote (z.B. Potenziale an Abwärme, Geothermie, Solarenergie und Biomasse) detailliert für einzelne Stadteile erhoben und daraus Vorgaben für die Bebauung abgeleitet werden. Solche Energie(richt)pläne könnten zusätzlich Potenziale und die effiziente Nutzung von „Umweltressourcen“ für Low Tech Gebäude aufzeigen. Fragestellungen oder Forschungsthemen könnten darüber hinaus methodisch oder instrumentell nach geeigneten Erhebungsinstrumentarien und Methoden der Dokumentation (z.B. Datenbank, Plangrundlagen, etc.), aus inter- und transdisziplinär zu betrachtenden Wissenschaftsgebieten (Meteorologie, Geologie, Landschaftsplanung, Raumplanung, Energieplanung, etc.) bzw. insgesamt zur „integrale Raum(Bauland)analyse“, gestellt werden.

Simulation

Hönger et al. plädieren in ihrem 2013 in 2. Auflage erschienenen Buch „Das Klima als Entwurfaktor“ für die Simulation als Möglichkeit, um zum Teil verloren gegangenes tradiertes Wissen zu ersetzen: „Um die heutigen komplexen Sachverhalte angesichts verschärfter Anforderungen von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit integral berücksichtigen zu können, bedarf es daher eines

potenten Instruments – der Simulation. Die verlorene Empirie kann, wenn auch nur teilweise, damit ersetzt und vielleicht sogar optimiert werden. Die ursprünglichen Erfahrungen basieren auf langwierigen Versuchen, Erkenntnisse konnten erst am erstellten Bauwerk abgeleitet werden. Mit Hilfe der Simulation ist es heute möglich, eine entwerferische Hypothese in einer frühen Entwicklungsphase darzustellen.“ (Hönger et al. 2013, S. 82) Ziel dieser „technischen Simulation“ in einer frühen Entwurfsphase ist die Optimierung eines Gebäudekonzepts, die Reduzierung hin zum Notwendigsten, um einen möglichst „schlanken“ Betrieb zu ermöglichen.

Neben einer „optimierten“ morphologischen Anpassung an den Standort sowie an lokale, klimatische und infrastrukturelle Bedingungen sind die unterschiedlichen Komfortansprüche vermutlich am schwierigsten mit Parametern und Annahmen zu berücksichtigen. Besonders Low Tech Konzepte bedürfen aber genau hier der präzisierenden „Feinabstimmung“ bzw. flexibler Konzepte, die zeitgemäße Lebensformen und Nutzungsszenarien berücksichtigen (z. B. Patchwork Familien mit unterschiedlichen Tagesrhythmen, Teilzeit-, Gleitzeit oder flexible Arbeitszeiten, temporäre Homeoffices etc.)

Low Tech optimierte Form / Intelligent gestaltete Gebäude versus High-Tech

Ein weit verbreiteter Ansatz ist es, die Energieperformance von Gebäuden durch Form und Konstruktion zu optimieren. Der Schwerpunkt liegt hierbei nicht vordergründig in der Vermeidung von Technik, sondern eher darin, mittels Form und energieeffizienter Gebäudetechniksysteme optimale raumklimatische Konditionen zu erreichen. Unabhängig davon allerdings erscheint der Ansatz einer „energieoptimierten Form“ als verfolgenswert. Dabei stellen für einen Low Tech Ansatz die Minimierung von Wärmeverlusten über die (kompakte) Form und die Maximierung des Wärmeertrags über die Fassade entscheidende Planungskriterien dar. „Intelligent gestaltete Gebäude“ sollten einen Teil der komplexen Technologie obsolet machen. Unterschiedliche Sonnenstände im tages- und jahreszeitlichen Verlauf sind durch Gebäudeausrichtung, Orientierung, Öffnungsverhalten, konstruktive Verschattungselemente oder Dachvorsprünge ebenso einfach und auch ohne Technik zu lösen.

Natürliche Materialeigenschaften (Speichermasse, Feuchtigkeitsregulierung, ...) und Entwicklung „energieaktiver Materialien“

Bauen mit „Naturbaustoffen“ bedeutet mit inhärent vorhandenen Material- und Rohstoffeigenschaften zur (Wärme-) Speicherung, UV- oder Witterungsbeständigkeit, usw. zu bauen. Neben funktionalen Kriterien steht häufig die Nutzung von Materialeigenschaften für ein gesundes und behagliches Innenraumklima im Zentrum. Damit Ressourcen über Generationen hinweg verfügbar sind, ist zusätzlich ein Nachwachsen dieser Rohstoffe in angemessener Zeit Voraussetzung. Mit Forschungsinitiativen wie der „Bauteilaktivierung“ wurde zum Beispiel die traditionelle Methode der Hypokausten Heizung aufgegriffen und für heutige Bauanforderungen weiter entwickelt. Weitere Forschung zu „energieaktiven Materialien“, welche mit geringem Technikaufwand zur positiven Energiebilanzierung beitragen, ist ein vielversprechender Entwicklungspfad in Richtung Low Tech Architektur. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Themen, die im Zusammenhang mit „natürlichen Materialeigenschaften“ zielführende Forschungsergebnisse für Low Tech Baumethoden erwarten lassen. Dies sind die positiven Effekte natürlicher Materialeigenschaften für ein behagliches und gesundes Innenraumklima (z. B. Feuchtigkeitsregulierung), konstruktive Eigenschaften (z. B. Tragfähigkeit und Stabilität), funktionale Eigenschaften (z. B. Wärmedämmung, Witterungsbeständigkeit etc.) oder besondere Recyclingeigenschaften (z. B. Materialverwertung ohne Reststoffe).

Low Tech Bauweisen: Holz-(Massiv)-Bau, Lehm- und Strohballenbauweise

Die Analyse von Low Tech Beispielen zeigt, dass im Zusammenhang mit nachhaltigem Bauen die Holz-(Massiv)-, Lehm- und die Stroh(ballen)bauweisen zunehmend professionalisiert wurden. Anstelle zeit- und kostenintensiver „handwerklicher“ Bauweisen wurde durch die Entwicklung von „Vorfertigungselementen“ eine wirtschaftlich konkurrenzfähige Herstellungsmethode eröffnet. Die positiven Materialeigenschaften der in Österreich heimischen Baumaterialien prädestinieren diese zur Weiterentwicklung, insbesondere in Zusammenhang mit Low Tech Bauweisen.

Einfache handwerkliche (Verbindungs-)Techniken wieder entdecken

Innovative nachhaltige Low Tech Gebäude zeichnen sich in der Regel durch ein intelligentes, ausgewogenes Regelwerk der relevanten Kriterien aus, die den Planungsprozess maßgeblich beeinflussen (Klima, Standort, Nutzerbedürfnisse, Materialwahl etc.). Auch Kenntnisse der traditionellen Bautechniken der Region, in der gebaut werden soll, sollten bei der Planung eines Low Tech Gebäudes einfließen. Gebäude ohne zu Hilfenahme von Technologie zu errichten oder zu betreiben ist heutzutage nicht mehr denkbar. Dennoch gab es immer wieder die Forderung zu archaischen Formen des Bauens zurück zu kehren und jenes im wahrsten Sinne wieder als „Handwerk“ zu verstehen. Vertreter dieser Position versuchen alte Bauweisen, wie Holz- oder Lehm- oder Strohballenbauweisen, in zeitgemäßer Form neu zu beleben. Realisierte Beispiele im Holzmassivbau, Lehm- oder bei Strohballenbauten zeigen, dass besonders in Verbindung mit vorgefertigten Bautechniken interessante Low Tech Gebäudekonzepte möglich sind. Die Chancen zur Vorfertigung werden im Vergleich zu anderen Ländern in Österreich nur sehr zögerlich, und wenn nur im lokal begrenztem Rahmen mit vor Ort ansässigen Handwerksbetrieben, genutzt.

Handwerkliches Bauen bekommt auch im Zusammenhang mit modernen Methoden der Bauproduktion und Herstellung (z.B. 3D Druck) eine neue Bedeutung. Komplexe Bauteile werden zunehmend automatisiert industriell hergestellt und auf der Baustelle nur mehr zusammengefügt. Darüber hinaus liegt ein großes Potenzial für die Rezyklierbarkeit von Baustoffen und Baumaterialien in „handwerklichen“ Verbindungstechniken. In beiden Entwicklungszweigen könnte Österreich aufgrund seiner kleingewerblichen Struktur und der zahlreichen Handwerksbetriebe mit fundiertem Wissen und Kenntnissen in der Metall- und Holzverarbeitung eine internationale Schlüsselrolle einnehmen. Denkbar sind interessante Überschneidungen, Kooperationen oder Wissensnetzwerke mit anderen Anwendungs- und Forschungsfeldern (z. B. Metallverarbeitung, Maschinenbau). Des Weiteren könnte an bereits existierende „Qualifizierungsoffensiven“ angeknüpft werden. Ein eigener Forschungsschwerpunkt, um Wissen und die Weiterentwicklung bei „lösbaaren Verbindungen“ speziell zu fördern, könnte für Österreich wirtschaftlich und damit auch für den österreichischen Arbeitsmarkt positive Effekte bringen.

„Kreislaufwirtschaftlich bauen“

Das Thema „Kreislauffähigen Bauens“ ist in der Studie von Schneider et al. (2011) fundiert und umfassend ausgearbeitet. Die dort entwickelten Entwurfsempfehlungen können auch für zukünftige Schwerpunktsetzungen in der Forschungsförderung übernommen werden, um Rahmenbedingungen, Materialien, Bau- und Konstruktionsmethoden in Bezug auf Low Tech Gebäudekonzepte weiter zu entwickeln (siehe: Schneider ; Böck ; Mötzl 2011, S. 2006ff).

Darüber hinaus wird zur Verringerung oder Vermeidung von Transportwegen empfohlen, Möglichkeiten von „lokalen“ Produktions-, Versorgungs-, Entsorgungs- oder Wiederverwertungskreisläufen besonders zu beforschen.

Gebäudeverbund

Low Tech Lösungen sollten nicht auf der Ebene des Einzelgebäudes angestrebt, sondern Umgebung und in Verbund stehende Gebäude miteinbeziehen. Aufgrund der Problematik einer von differenzierten Interessen geleiteten und unterschiedlichen Eigentümerstruktur ist diese Aufgabe nicht immer einfach zu bewerkstelligen. Die Bildung von Systemkreisläufen und die Nutzung möglicher Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe im Gebäude mit der umgebenden Bebauung und dem Standort (Wärme: Abwärme – Heizung / Kühlung, Kraft- Wärme Kopplung, Regen-/ Abwasser – Brauchwasser, ...) ist ein entscheidender Faktor, bei dem nicht nur Ressourceneffizienz im Vordergrund stehen muss sondern auch Technik minimiert werden kann. Klärende Fragestellungen beginnen daher bei den rechtlichen Rahmenbedingungen für die „gemeinschaftliche“ Nutzung von „Infrastruktur“, vorhandenen Potenzialen und Ressourcen. Zudem gibt es noch sehr wenige Projekte, die „Infrastrukturen“ tatsächlich im Sinne einer optimalen „Win-win-Situation“ nutzen. Dazu wäre ein eigener Forschungsschwerpunkt zu Systemkreisläufen sowie die Erarbeitung von innovativen Vorschlägen für mögliche Synergien anzudenken.

„Low Tech Sanierung“

Innovationen und Ideen für Low Tech Maßnahmen in der Sanierungen sind nach wie vor unterrepräsentiert. Zudem stellt sich eine „energieeffiziente Low Tech Sanierung“ als wesentlich komplexer dar als im Neubau. Dabei sind durchaus auch einfache Lösungen, Maßnahmen und Low Tech Strategien in der Revitalisierung, Umnutzung und „energetischen Standardverbesserung“ gefragt, wie zum Beispiel durch (helle) Farbenstriche auf die Reflexion des Sonnenlichts einzuwirken. Letzteres könnte besonders im Zusammenhang mit Hitzeinsel im urbanen und dicht besiedelten Gebiet ein wichtiges Thema sein.

Nachdem aus ökologischer Sicht zuerst die effiziente Bewirtschaftung des Gebäudebestands und dessen „Modernisierung“ stehen sollte, wäre dem Thema „Low Tech Sanierung“ absoluter Vorrang gegenüber Neubaukonzepten einzuräumen. Überdies könnte ein über das derzeitige Forschungsthema „Innovationen für die grüne Stadt“ hinausgehender Forschungsschwerpunkt zu „einfachen Maßnahmen im Gebäudebestand gegen Hitzeinseln und der zunehmenden Erwärmung in Städten“ innovative Ideen zutage befördern.

Lebenszykluskostenanalyse versus „Errichtungs- und Investitionskosten“

Die Forderung nach weniger Technik in einem Gebäude macht aber nur Sinn, wenn dadurch über den gesamten Lebenszyklus gesehen Nachhaltigkeitseffekte nachweisbar sind. Demzufolge gilt auch für „nachhaltige“ Low Tech Gebäude die grundlegende Zielsetzung eines geringen Einsatzes von Technologie über den gesamten Lebenszeitraum. Dazu zählt der Technikeinsatz in der Planungs- und Bauphase ebenso wie jener in der Betriebs- oder Erneuerungsphase und der Rückbauphase. Vor allem in Bezug auf eine vergleichende Bewertung wären Lebenszykluskostenanalysen von Low Tech Gebäuden interessanter als reine Errichtungs- und Investitionskosten.

Kritische Analyse von Bauvorschriften, Normen etc.

In den dargestellten Projekten zeigt sich, dass tatsächlich innovative Low Tech Gebäudekonzepte nur durch Zuwerdung gegen bestehende Bauvorschriften und Normen zu realisieren waren. Technische Bauvorschriften, wie Brandschutz, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Schallschutz, Wärmeschutz und Gesamtenergieeffizienz, oder Erfordernisse gegen „schädigende Einwirkungen“ werden mehr als einengendes Korsett als ein unterstützendes Rahmenwerkzeug verstanden. Noch einmal stärker trifft dies auf innovative Low Tech Gebäudekonzepte zu. Der Entscheidungsfreiheit von Expertinnen und Experten, Vor- und Nachteile oder unterschiedliche Schwerpunktsetzungen im Baustandard gegeneinander abzuwägen, sollte wieder ein größerer Handlungsspielraum eingeräumt werden. Eine weiterführende Frage wäre, wie die in den Technischen Bauvorschriften und Normen

definierten „Baustandards“ für Low Tech Gebäudekonzepte flexibler an das jeweilige Projekt angepasst und stärker im Gesamtkontext bewertet werden können, ohne die zu gewährleistende „Funktionalität“ zu gefährden.

Partizipation / Eigenverantwortlichkeit fördern und unterstützen

Die Nutzerinnen und Nutzer nicht nur während der Planung einzubeziehen sondern auch als „aktiv Handelnde“ im Betrieb des Gebäudes miteinzuplanen ist eine wesentliche Säule des funktionierenden Low Tech Gebäudekonzepts. Dazu bedarf es einfach und intuitiv zu bedienender Systeme oder Standardkomponenten, die auch von sogenannten „Laien“ ausgetauscht und gewartet werden können. Um maximale „Effizienz“ zu erreichen, tendiert die Gebäudetechnik bevorzugt zu automatisierten Systemen. Wenn aber die Zielsetzungen nicht auch von den Nutzerinnen und Nutzern verstanden und akzeptiert sind bzw. individuelle Bedürfnisse als ausreichend berücksichtigt wahrgenommen werden, ist der Erfolg zweifelhaft. In einem rein technisch motivierten Gebäudekonzept werden vielfach soziale Bedürfnisse außer Acht gelassen. Abzuwägen ist zum Beispiel, ob ein von der „technischen Machbarkeit“ her zwar weniger effizientes, aber dafür von den NutzerInnen mitgetragenes Steuerungs- und Regelungskonzept im Endeffekt bessere Resultate liefert. Dieses Thema anhand konkreter Beispiele abzuwägen könnte ebenso eine fortführende Forschungsfrage sein wie innovative Ideen zur Vermeidung oder Reduzierung von Komplexität, oder die Motivation, Stärkung und Unterstützung für eigenverantwortliches Handeln.

Suffizienz / Reduktion

Direkt an „Partizipation und Eigenverantwortlichkeit“ anschließend ist das Thema der „Suffizienz“ ein entscheidendes Low Tech Kriterium. Wieviel ist unbedingt und tatsächlich nötig? Welche Technologie könnte durch „Bedienung“ der NutzerInnen obsolet sein (z. B. Fensterlüftung versus kontrollierter Lüftungsanlage)? Oder: Wie groß ist die „Einsparung“ im Verhältnis zu den Ausgaben oder Investitionen in die jeweilige technische Ausstattung (z.B. automatische Steuerung und Regelung)? Dies sind einige der Fragen, welche im Zusammenhang mit einem „bedarfsangepassten Nutzungskomfort“ zu stellen sind. Leben, wohnen und arbeiten in unterschiedlichen Temperaturniveaus, das heißt auch Toleranz gegenüber höheren Temperaturen im Sommer ebenso wie gegenüber niedrigeren Temperaturen im Winter zu entwickeln und die Bereitschaft darauf angemessen zu reagieren (z. B. Bekleidung) sind hier ferner Themenstellungen von Interesse.

Bewertung von Low Tech Gebäuden

„Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde festgestellt, dass sich existente Zertifizierungssysteme nur bedingt eignen, die unterschiedlichen Ansätze im Bereich Low Tech zu erfassen und zu vergleichen. Die verschiedenen Gebäudefunktionen, Nutzeransprüche, Standorte, eingesetzten Materialien und Haustechniksysteme erschweren einen objektiven Vergleich. Die Qualität von Low Tech basierten Systemansätzen liegt vor allem in der vertieften Auseinandersetzung und Analyse mit dem Standort, den existenten Rahmenbedingungen, dem daraus entwickelten System und der richtigen Materialwahl. Aus diesem Grunde sind standardisierte Konzepte nur bedingt auf andere Bauvorhaben an anderen Standorten zu übertragen. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise für zukünftige Bauvorhaben und ein Umdenkungsprozess im Bereich Bewertung und Einhaltung der verschiedenen existenten Regelwerke wären sinnvoll, um zu weiteren innovativen Projekten zu kommen. In weiteren vertiefenden Studien sollte eine vergleichende analytische Betrachtung der Lebenszykluskosten stattfinden. Dies war innerhalb dieser Arbeit nicht möglich.“ (Siehe Annex I: Andrea Bodvay: Ökonomische und energetische Bewertung)

Bionische Potenziale für Low Tech Gebäude

„Sind nachhaltige flexible Konstruktionen oder dynamisch agierende, energieeffiziente Funktionsweisen auf Basis weniger und einfacher Rohstoffe und bei minimalstem Ressourcenverbrauch umsetzbar? Die effizienten Funktions- und Materialsysteme der Natur zeigen eine besondere nachhaltige Einfachheit und Robustheit, die dennoch enorm komplexe Prozesse wie z.B. die Aufrechterhaltung des energetischen Gleichgewichts, der Homöostase, regeln können: Die Kombination von Bionik mit digitalen Design und Fertigungsverfahren verspricht nicht nur eine Optimierung der Produkte, sondern auch der Prozesse. Bionische Materialien können die Komplexität der Systemteile reduzieren, ohne die Komplexität in der Funktion einbüßen zu müssen.

Ein ‚nachhaltig v4.0‘ könnte in diesem Sinne bedeuten, dass Haustechnik, Regelung, Statik, usw. Bestandteile eines nachhaltigen (ökologischen) Baumaterials werden, geschaffen durch die kollaborative Nutzung von multikriteriellen parametrischen Tools, von Wissen aus der Bionik, von Bautechnik- und Rohstoffwissen, Umweltfaktoren, physikalischen Wirkzusammenhängen und Interaktionszielen mit NutzerInnen.“ (Siehe Annex II: Susanne Gosztonyi: Bionische Potenziale für Low-Tech Gebäude)

Gebäudetechnische „Low Tech“ Innovationen

Siehe Annex III: Anita Preisler et al: Suffizienz in der Haustechnik

Förderprogramm „experimentelle (Low Tech) Bauten“

Abschließen wäre denkbar, dass eine offene Ausschreibung zu „experimentellen Low Tech Bauten“- mit möglichst geringen Vorgaben hinsichtlich Multiplizierbarkeit und Einhaltung energetischer und technischer Standards- kreative Ideen zutage befördern würde.

IV. Verzeichnisse

IV. 1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 -2: Stein-Terrassenhaus in Japan mit natürlicher Durchlüftung und Erwärmung, Quellen: http://www.worldarchitecturenews.com/project-images/2008/10693/kazuhide-doi-architects/stone-terrace-in-hiroshima.html?img=1 ; http://www.doi-architects.net	37
Abb. 3 -4: Kultur- u. Tourismuszentrum Terrasson, Quelle: http://www.ianritchiearchitects.co.uk/projects/terrasson/ © ian ritchie architects.....	38
Abb. 5 -6: Bioclimatic House, Teneriffa, Canary Island, Quelle: http://www.archdaily.com/office/ruiz-larrea-y-asociados , © Ruiz Larrea y Asociados	39
Abb. 7 - 8: e-science Lab ETH Zürich, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32065 , © Eduard Hueber	40
Abb. 9, 10, 11: Firmensitz Datagroup Pliezhausen, Quelle: http://www.kauffmanntheiligpartner.de/ © Kauffmann Theilig & Partner.....	41
Abb. 12 -13: Grundriss, Längs- und Querschnitt eines Schwarzwaldhauses, Kinzigtäler Haus. Quelle: (Schnitzer ; Meckes 1989)	43
Abb. 14 -15: Philippe Rahm architectes, Brøndum & Co. Wohnen mit dem Klima: Die Badewanne ist dort, wo die Luft am wärmsten ist, Funktionen sind nicht nach Räumen sondern nach thermodynamischen Prinzipien angeordnet, Quelle: http://www.philipperahm.com/data/projects/interiorgulfstream/index.html	45
Abb. 16 -17: Klimazwiebel, Wohnhaus mit unterschiedlichen Raumzonen, Quelle: http://www.archdaily.com/71/wall-house-far-frohnrojas	46
Abb. 18 -19: Haus LISI, Solar Decathlon 2013, Team Austria, Quelle: http://www.solardecathlon.at/category/all-news/?lang=de	47
Abb. 20: Neu-Baris, Oase Charga (1967 - 1969), Quelle: http://www.leben-in-luxor.de/luxor_architektur_fathy.html#qurna	49
Abb. 21 -22: Druk White Lotus School, Ladakh, Klassenräume in Richtung Morgensonne orientiert, Trombewand mit schwarz gestrichenem Stahlblech als „Wärmespeicher“ (rechtes), Quelle: http://www.architetturadi Pietra.it/wp/?p=7246	50
Abb. 23 -24: Schulbausteine Burkina Faso, Francis Kéré, Quelle: www.kere-architecture.com/projects/primary-school-gando/	51
Abb. 25 -26: METI-Handmade School, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33170 , © Anna Heringer, © B.K.S. Inan	52
Abb. 27 -28: Olpererhütte auf 2.400 Höhenmeter, Tirol, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33687 , © Hermann Kaufmann	53
Abb. 29 -30: Sokrates Konzept für ein Sonnenhaus, Quelle: http://www.architektur-arkade.at , 18.10.2016.....	56
Abb. 31 -32: Pierre Robert Sabady, Biosolarhaus Hälgi bei Luzern, 1977, Grundriss und Schnitt, Quelle: (Sabady ; Winkler 1979)	58
Abb. 33 -34: Sabady, Pierre R.; Winkler, Bruno (1979): Maschinenfabrik Micafil AG Zürich. Quelle: (Sabady ; Winkler 1979)	59
Abb. 35: Solare Direktgewinn- Nullenergiehäuser Trin, Quelle: http://www.kissrutz.ch/vorarlberg-und-graub%C3%BCnden.html	60
Abb. 36 -37: Solarhaus Schantl, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=136 www.baubiologie.at/strohballenbau/lasttragendes-strohballenhaus-in-dornbirn-5/ , © Peter Eder	61
Abb. 38 -39: Mehrfamilienhaus Bern-Liebenfeld, Quelle: www.ifhdh.ch/objekte/mehrgeschossig/gebhartstrasse-bern/ © Ingenieurbüro für Holzbau Daniel Hadorn	62
Abb. 40 -41: Patchwork-Haus Müllheim, Ansicht, Innenraum, Abb. 42 -43: Schema Energiefluss Sommer (li) und Winter (re). Quellen: (Pfeifer 2010), http://www.kul-architekten.de/index.php?id=25 , 13.10.2016.....	64
Abb. 44: Natürliche Lüftung, Schema, Quelle: (Hegger et al. 2007a).....	66
Abb. 45: Yazd, eine der ältesten Städte des Iran inmitten der Wüste. Die historische Stadtsilhouette wird dominiert von Windtürmen und "Windfängen". Quelle: http://www.solaripedia.com/13/205/2095/wind_tower_yazd_city_view.html , © 2010 N. Kasraian.....	66

Abb. 46: "Qa'a" Empfangshalle in einem Haus mit einem Windturm (Malqaf) und Windfänger (Badgir). Quelle: lrz-muenchen.de	66
Abb. 47: 'Maison tropicale' Jean Prouve, Quelle: http://blog.idees.fr/2012/08/09/cet-ete-faites-un-detour-par-nancy-rien-que-pour-prouve/maison-tropicale-prouve/	67
Abb. 48, 49, 50, 51: Wichita Dymaxion House, Konstruktionsablauf, Quelle: http://b2dymaxionhouse.blogspot.co.at/p/mass-production.html , © Estate of R. Buckminster Fuller.....	68
Abb. 52 -53: National Assembly for Wales, Quelle: http://www.rsh-p.com/projects/national-assembly-for-wales/ , © Edmund Sumner, Andrew Holt.....	69
Abb. 54 -55: Umweltbundesamt Dessau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=18759 , © Annette Kisting, © Jochen Helle/ ARTUR IMAGES.....	70
Abb. 56 -57: Bürogebäude RWS Terneuzen, Quelle: www.resourceculture.de/articles/office-building-rws-terneuzen , © opMAAT	71
Abb. 58: ASO4 Karlhofschule, Quelle: http://www.grundstein.cc/ © Dietmar Tollerian	72
Abb. 59, 60, 61, 62: Bürohaus Windkraft Simonsfeld, Baudetails der passiven Kühlung: Windgestützte Ventilatoren am Dach, Pflanzenbecken im Innenbereich unterstützen die Feuchteregulierung, passive Nachtlüftung durch massive lehmverputzte Speicherwände (Beton), Steinböden und Lüftungsclappen. Quelle: http://www.reinberg.net	73
Abb. 63: Home +, Solar Decathlon Europe 2010, Quelle: https://www.hft-stuttgart.de/Aktuell/StudentischeProjekte/Studiengangsberegreifende-Projekte/SolarDecathlon/de © Prof. Dr. Jan Cremers	74
Abb. 64: MIKE DAVIES, Vorschlag für eine "polyvalente Wand" (1981), Quelle: http://www.tfischer.de/candy/theorie/lifofa/lifofa2.html	77
Abb. 65: Plusenergiehaus Schmalleberg, Quelle: http://www.heinze.de/architekturobjekt/energie-plus-haus-in-schmalleberg/10024115	78
Abb. 66: Karmeliterhof Graz, Klimafassade, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34574 , © Gerhard Hagen/poolima	79
Abb. 67: GSW-Hauptsitz - Neu- und Erweiterungsbau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=1701 , © Reinhard Görner/ ARTUR IMAGES, © Roland Halbe/ ARTUR IMAGES	80
Abb. 68: Wohnblock Square Mozart, Quelle: www.architecturedesignprimer.wordpress.com/2012/11/07/windows-light-view-air/prouve-square-mozart/	81
Abb. 69: Menara Mesiniaga / IBM Tower, Quelle: www.archnet.org/authorities/380/sites/957 , © archnet.....	82
Abb. 70: Firmensitz AVAX, Quelle: http://www.new-learn.info/packages/euleb/en/p19/index_01.html	83
Abb. 71: A. Kahn: Chrysler Half-Ton Truck Plant, Quelle: http://www.essential-architecture.com/TYPE/TYPE-steel.htm	86
Abb. 72: 60L The Green Building, Tageslicht- und Lüftungskonzept, Quelle: https://www.acf.org.au/60l_green_building	87
Abb. 73: EXPO 2000, Messehalle 26, Quelle: http://www.thomasherzogarchitekten.de/Halle26.html	88
Abb. 74 -75: Universität Sheffield, Jessop West Department Building, Quelle: www.architectsjournal.co.uk/news/sheffields-jessop-west-by-sauerbruch-hutton-and-rmj/1994403.article , © 2002-2016 EMAP PUBLISHING LIMITED	89
Abb. 76 -77: Verwaltungsgebäude iGuzzini, Quelle: http://www.mcarchitects.it/project/sede-direzionale-iguzzini	90
Abb. 78 -79: „Lichtfänger“, Quelle: Wilfried Pohl et al: Entwicklung eines „Lichtfängers“ für tageslichttransparente, hochenergieeffiziente, mehrgeschossige Gebäude. Endbericht. http://www.hausderzukunft.at/results.html/id7611	91
Abb. 80 -81: Institut für Forst und Naturforschung Wageningen, Quelle: www.baunetz.de/architekten/Behnisch_Architekten_projekte_1332953.html?page=1&list=1 , © Behnisch Architekten.....	93
Abb. 82 -83: Energybase, Quelle: http://www.nextroom.at/building.php?id=31776 , © Hertha Hurnaus	94
Abb. 84 -85: Boutiquehotel Stadthalle Wien, Quelle: https://www.hotelstadthalle.at	95
Abb. 86 -87: Büro- und Wohnhaus, Solares Direktgewinnhaus N11, Quelle: https://www.competitionline.com/de/projekte/59015 , © N11 Architekten GmbH	98
Abb. 88: Lehmhaus Rauch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=31798 , © Beat Bühler	100
Abb. 89: Ricola AG, Kräuterzentrum, Quelle: http://www.ricola.com , © Ricola AG, Laufen, Fotograf: Markus Bühler-Rasom.....	101

Abb. 90, 91, 92, 93: Holz- und Lehmhaus Ökosiedlungen Kassel, 1985 und 1993, Quelle: http://www.gernotminke.de/galerie/galerie.html , © Gernot Minke	102
Abb. 94 -95: Kulturkraftwerk oh456, Quelle: http://www.sps-architekten.com/projekte-kulturkraftwerk-oh456/	103
Abb. 96 -97: Strohhaus Dornbirn, Quelle: www.baubiologie.at/strohballenbau/lasttragendes-strohballenhaus-in-dornbirn-5/	105
Abb. 98 -99: Strohballenbauhaus Bad Deutsch Altenburg, Quelle: www.baubiologie.at/strohballenbau/strohballenhaus-mit-ecococon-paneelen-3/	106
Abb. 100: Strohhaus Eschenz, Quelle: http://felixjerusalem.ch/felixjerusalem/home?b=03_03	107
Abb. 101: s-House Böheimkirchen, Quelle: http://www.s-house.at © GrAT, Gruppe Angepasste Technologie	108
Abb. 102 -103: Paper Log House aus Pappkartonröhren, Shigeru Ban, Quelle: www.shigerubanarchitects.com/works/1995_paper-log-house-kobe/index.html	110
Abb. 104 -105: Seaweed House, Quelle: www.dezeen.com/2013/07/10/the-modern-seaweed-house-by-vandkunsten-and-realdania/	111
Abb. 106 -107: Haus Trattner, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34532 © Volker Wortmeyer	112
Abb. 108: Tom Kelly's Bottle House in Rhyolite, Nevada, Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Rhyolite,_Nevada , © Wikimedia Commons.....	116
Abb. 109 -110: POLLI-Brick / EcoARK Ausstellungsgebäude, Quellen: http://taiwantoday.tw/ct.asp?xitem=117673&ctnode=1343&mp=9 ; © Cindy Sui; http://taiwantoday.tw/ct.asp?xitem=117673&ctnode=1343&mp=9 ; © Huang Chung-hsin	118
Abb. 111 -112: VinziRast-mittendrin, Wien, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=36027 , © Kurt Kuball	119
Abb. 113: Palettenhaus auf der Biennale in Venedig, Quelle: palettenhaus.com	120
Abb. 114 -115: Earthship Bioteecture, Konstruktionen aus Autoreifen, Glasflaschen und andere lokal frei verfügbare Materialien, Quelle: http://earthship.com/blogs/systems/construction-materials/	121
Abb. 116 -117: Lager- und Ateliergebäude Hagı, Quelle: http://www.detail-online.com/inspiration/store-and-studio-in-hagi-103719.html ; © Shinkenchiku-Sha / Ryugo Maru	122
Abb. 118: Bürogebäude 2226, Lustenau, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=36211 , © be baumschlagereberle	125
Abb. 119 -120: Schulhaus Vella, Bearth & Deplazes, Quellen: http://www.baukultur.gr.ch/de_DE/address/schulhaus_1997.22973 ; http://finn-wilkie.tumblr.com/post/118649089151/bearth-deplazes-primary-school-vella-1998	128
Abb. 121: Arbeitswelt Josef Göbel, Quelle: http://www.malekherbst.at/projekte/gewerbe/arbeitswelt-josef-goebel-fladnitz-adteichalm.html	129
Abb. 122: „Selbstheilender“ Bio-Beton: Die Betonmischung enthält kalkproduzierende Bakterien die bei Wassereintritt aktiviert werden und Risse wieder verschließen. Entwickler: Hendrik Marius Jonkers, TU Delft, Microlab, NL. © TU Delft	130
Abb. 123: Pavillon in Breda, NL: Eine Schicht „selbstheilender“ Bio-Beton soll auftretende Risse automatisch wieder verschließen. Architekt: Frank Maarkus Leeuwen. Quelle: http://www.marcus-architecten.nl/?p=180	131
Abb. 124 -125: The Tiny Mushroom House: Haupt- und tragendes Element der Konstruktion ist eine auf Basis von Pilzen kultivierte Dämmschicht. Wandaufbau mit „in der Wand gewachsener Pilz-Dämmung“ von Ecovative. Quelle: http://mushroomtinyhouse.com/	132
Abb. 126: The Living's "Hy-Fi" Installation im MoMA PS1, 2014. Foto © Kris Graves	132
Abb. 127: Pfadfinderheim St. Martin, Ludesch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33687 , © Bernd Vogl	134
Abb. 128 -129: BaxBox Seekirchen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32460 , © Angelo Kaunat	135
Abb. 130 -131: Ferienhaus in Gerra, Quelle: Buzzi studio d'architettura, © buzzi e buzzi	136
Abb. 132 -133: Seagal self build house in Brighton, Quelle: https://www.selfbuild-central.co.uk/first-ideas/examples/hedgehog-co-op/	137
Abb. 134 -135: Incremental Houses Complex, Chile, Quelle: www.dezeen.com/2008/11/12/quinta-monroy-by-alejandro-aravena/ , © Cristobal Palma	138
Abb. 136 -137: 53 habitations HLM, sanierte, mit Wintergärten vorgelagerte Geschoßwohnbauten, Quelle: https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=58 , © Philippe Ruault, Lacaton & Vassal	139
Abb. 138 -139: Selbstbau-Mehrfamilienwohnhaus Grundbau und Siedler, Auszug aus dem Handbuch für Siedler, Quelle: http://www.german-architects.com/de/projects/42697_Grundbau_und_Siedler	140

Abb. 140: WikiHouse: Die Leichtbauweise ermöglicht ein Zusammenbauen ohne Beton und Klebstoff, die einzelnen Bauteile werden lediglich verschraubt. Quelle: © wikihouse	141
Abb. 141 -142: Ubuild, patentiertes System aus Holzmodulen, Quelle: http://derstandard.at/2000036003630/Das-Eigenheim-mit-nur-einem-Akkuschrauber-zusammenbauen , © Jan Marot	142
Abb. 143 -144: Wiener Loftsiedlung, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=2708 www.dezeen.com/2008/11/12/quinta-monroy-by-alejandro-aravena/ , © Angelo Kaunat	143
Abb. 145 -146: Wohnanlage Kiefernweg, Quelle: www.austria-architects.com/de/spagolla/projekte-3/wohnanlage_kiefernweg-23753/?nonav=1 , © Siegfried Fritz	147
Abb. 147 -148: LOT Betriebsgebäude Zimmerei, Feldkirch, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=17743 , © Walter Unterrainer	148
Abb. 149 -150: Werkstattgebäude Wolfratshausen, Quelle: http://www.allmannsattlerwappner.de/#/de/projekte/detail/88/pics/?page=3 ;	149
Abb. 151 -152: Schreinerei bei Freising, Quelle: www.deppischarchitekten.de/projekte	150
Abb. 153: Plus-Energie-Bürohochhaus TU Wien, Quelle: http://www.powerbuilding.eu , © Renate Fischer Schrottenecker	151
Abb. 154: Fakultät für Technische Wissenschaften Uni Innsbruck, Quelle: (Lechner et al. 2014)	152
Abb. 155 -156: Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Quelle: http://www.baunetz.de/architekten/Pfeifer_Kuhn_Architekten_projekte_1331715.html , © Ruedi Walti; Guido Kirsch	155
Abb. 157: Jugendcamp Passail mit „Holzbox“-Modulen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=17966 , © Walter Luttenberger	158
Abb. 158 -159: System3 Fertigteilmodule, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32041 , © Oskar Leo Kaufmann, © Adolf Bereuter	159
Abb. 160 -161: ASZ-BAV Grieskirchen, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=32573 , © Wolfgang Grossruck	165
Abb. 162 -163: Mexico – Passivwohnhaus, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=34268 © pichler.architekt[en]	166
Abb. 164 -165: Alliander-Hauptverwaltung, NL, Quelle: en.presstletter.com/2016/01/rau-architects-alliander-hq-2015/ , © Marcel van der Burg	167
Abb. 166: Hauptverwaltung des niederländischen WWF, Quelle: www.architizer.com/projects/wwf-netherlands-head-office/	168
Abb. 167 -168: Centre Pompidou, Paris, Quelle: www.greatbuildings.com/buildings/centre_pompidou.html , © 1994-2013 Artifice, Inc. All Rights Reserved.	169
Abb. 169 -170: Siedlung BedZED, autarke „Nullenergiesiedlung“ Quelle: http://www.bioregional.com/the-bedzed-story/	171
Abb. 171: Eiermuseum Bertoni, Quelle: www.nextroom.at/building.php?id=33358 , © Patricia Weisskirchner	172
Abb. 172: Ölmühle Fandler, Quelle: http://www.epps.at/projekte/olmuehle-fandler/ © epps	173
Abb. 173 -174: Autobahnwerkhof CeRN, Quelle: http://www.nivo.ch/cern.html	174

IV. 2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundsätze und Maßnahmen ökologischer Gebäudeplanung (Daniels 1998, S. 105)	20
Tabelle 2: Lebenszyklusphasen und Technikbezug (Ritter 2014, S. 16)	23
Tabelle 3: Nachhaltigkeitsdimensionen und Low Tech Potentiale	26
Tabelle 4: LOW TECH MATRIX / TQB Struktur	27
Tabelle 5: „Klima als Entwurfaktor“, Architektur- und Planungsprinzipien, Quelle: (Hönger ; Brunner 2013)..	33
Tabelle 6: „Potenziale der Umwelt“: Einflußfaktoren und Nutzung für das Bauen	54
Tabelle 7: Wiederverwertbarkeit einzelner Baustoffe (Daniels 2000, S. 23–24)	114
Tabelle 8: „Prinzipien für kreislauffähiges Konstruieren“, (Quelle: Schneider ; Böck ; Mötzl 2011)	160

IV.3 Literaturverzeichnis

- A10 - new European architecture 04 (2005): Amsterdam: A10 Media BV (= A10 - new European architecture).
- A10 - new European architecture 12 (2006): Amsterdam: A10 Media BV (= A10 - new European architecture).
- Abermann, Stephan (2011): Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture : an investigation focusing on current developments in Austria. .
- Adam, Hubertus (2014): „Produktions- und Lagergebäude in Laufen (CH) Aus dem Boden gewachsen.“ In: db deutsche bauzeitung, 11 (2014).
- Adam, Hubertus (2016): „Ungehobelt. Büro- und Wohngebäude in Zweisimmen (CH).“ In: db deutsche bauzeitung, 3 (2016), S. 42–46.
- Agrawal, P.C. (1989): „A review of passive systems for natural heating and cooling of buildings.“ In: Solar & Wind Technology, 6 (1989), 5, S. 557–567. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0741983X8990091X> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Aicher, Florian (2016): „Baustoff, Bauart, Baustelle.“ In: Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (Hrsg.): be 2226 Die Temperatur der Architektur. Portrait eines energieoptimierten Hauses. Basel: Birkhäuser, S. 131–142.
- Arch + (Hrsg.): (2007a): „Klimazwiebel.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 66–71.
- Arch + (Hrsg.): (2007b): „Phönix aus Bauschutt.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 78–79.
- Arch + (Hrsg.): (2013): „Vom Leichtbau zum Lehmhaus. Gernot Minke im Gespräch mit Nikolaus Kuhnert und Anh-Linh Ngo.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Think global build social), 211/212 (2013), S. 50–57.
- Arch + (Hrsg.): (2007c): „Walisische Windhaube.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 60–63.
- Arch + 88 (1987): Hassan Fathy: Architektur aus 1001 Stein. Aachen: ARCH+ Verlag GmbH (= archplus. Zeitschrift für Architektur und Städtebau). Online im Internet: <http://www.archplus.net/home/archiv/ausgabe/46,88,1,0.html> (Zugriff am: 28.07.2016).
- Arch + 93 (1988): Reyner Banham. Die Architektur der wohl-temperierten Umwelt. Aachen: ARCH+ Verlag GmbH (= archplus. Zeitschrift für Architektur und Städtebau).
- Arch + 211/212 (Hrsg.): (2013): Think global build social. Aachen (= Zeitschrift für Architektur und Städtebau).
- Architektur + Wettbewerbe (2006): Wohnheime und Herbergen. Stuttgart: Karl Krämer Verlag (= Architektur + Wettbewerbe).
- architektur.aktuell 03 (2006): responsibility. Wien: Architektur Aktuell GmbH (= architektur.aktuell).
- architektur.aktuell 11 (2005): life vs. style. Wien: SpringerWienNewYork (= architektur.aktuell).
- Architekturzentrum Wien(2008): Best of Austria : Architektur ; architecture ... Zürich: Park Books, Korneuburg.
- Archithese (2005): Was ist Schönheit. Zürich: niggli Verlag (= Archithese).
- Bauland, Dorothee (2016): „Wie ein ungeschliffener Diamant. Solares Direktgewinnhaus N11.“ In: FIRST, (= Innere Werte. Holzbau gut verpackt), 2 (2016), S. 16–21.
- Baumeister 03 (2009): Kunst, Kultur und Kraftfahrzeuge. München: Callwey Verlag (= Baumeister).
- Bauwelt 11 (2009): Der Campus wächst. Berlin: Bauverlag BV GmbH (= Bauwelt).
- Bauwelt 44 (2013): Massive Wände. Berlin (= Bauwelt).

- Bechter, Georg (2015): „Strohhaus. Neuer Ansatz für nachhaltige Architektur: Ein ökologisches Wohnhaus aus Strohballen in Vorarlberg von Georg Bechter.“ In: AIT - Architektur, Innenarchitektur, Technischer Ausbau, 1/2 (2015), S. 142–144.
- Bocchini, Francesca (2016): Form statt Technik: Untersuchung zur Ersetzung der Haustechnik durch architektonische Maßnahmen. Wien: Masterarbeit, Technische Universität Wien.
- Bojić, Milorad ; Johannes, Kévy ; Kuznik, Frédéric (2014): „Optimizing energy and environmental performance of passive Trombe wall.“ In: Energy and Buildings, 70 (2014), S. 279–286. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037877881300769X> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Boltshauser, Roger ; Rauch, Martin (2010): Haus Rauch: Ein Modell moderner Lehmarchitektur. Basel: Birkhäuser.
- Burek, S.A.M. ; Habeb, A. (2007): „Air flow and thermal efficiency characteristics in solar chimneys and Trombe Walls.“ In: Energy and Buildings, 39 (2007), 2, S. 128–135. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778806001356> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Chan, Hoy-Yen ; Riffat, Saffa B. ; Zhu, Jie (2010): „Review of passive solar heating and cooling technologies.“ In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14 (2010), 2, S. 781–789. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002615>.
- Chen, Xi ; Yang, Hongxing ; Lu, Lin (2015): „A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools.“ In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50 (2015), S. 1425–1436. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115005730> (Zugriff am: 10.11.2015).
- Cody, Brian (2014): „The Role of Technology in Sustainable Architecture.“ In: Wolkenkuckucksheim, Internationale Zeitschrift zur Theorie der Architektur, 19 (2014), 33, S. 237–247. Online im Internet: <http://cloud-cuckoo.net/de/hefte/alle-hefte/heft-33/> (Zugriff am: 10.05.2016).
- Dabaieh, Marwa, Author u. a. (2014): „A comparative study for human aspects in acclimatization of adobe vernacular architecture. A case from Denmark and Egypt.“ In: (2014).
- Dabaieh, Marwa ; Elbably, Ahmed (2015): „Ventilated Trombe wall as a passive solar heating and cooling retrofitting approach; a low-tech design for off-grid settlements in semi-arid climates.“ In: Solar Energy, 122 (2015), S. 820–833. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0038092X1500537X> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Daniels, Klaus (1998): Low-Tech, Light Tech, High Tech: Bauen in der Informationsgesellschaft. Auflage: 1. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser Verlag.
- db deutsche bauzeitung 06 (2006): Balthasar-Neumann-Preis 2006. Leinfelden-Echterdingen: Konradin Medien GmbH (= db deutsche bauzeitung). Online im Internet: <http://www.db-bauzeitung.de/allgemein/balthasar-neumann-preis-2006-%c2%b7balthasar-neumann-prize-2006/> (Zugriff am: 02.09.2016).
- Deplazes, Andrea [Hrsg (2013): Architektur konstruieren : vom Rohmaterial zum Bauwerk ; ein Handbuch. 4., Aufl. Basel ua: Birkhäuser.
- DETAIL (2003): „Lager- und Ateliergebäude in Hagi.“ In: Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 6 (2003), S. 632–636.
- DETAIL (2006): „Strohhaus in Eschenz.“ In: Detail: Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 6 (2006), S. 642–645.
- Detail 05 (2009): Material und Oberfläche. München: DETAIL (= Detail).
- Detail 06 (2008): Einfach Bauen. München: DETAIL (= Detail).
- Detail 07/08 (2006): Leichtbau + Systeme. München: DETAIL (= Detail).

- DETAIL, Oliver Lowenstein (2014): „Ferienhaus auf Laeso. Ressourcen des Meeres.“ In: Detail Green, 1 (2014), S. 38–45.
- Dili, A. S. ; Naseer, M. A. ; Varghese, T. Zacharia (2010): „Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses.“ In: Energy and Buildings, 42 (2010), 6, S. 917–927. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778810000083>.
- Drexler, Hans; Seidel, Adeline; Münster School of Architecture; MSA (Hrsg.): (2012): Building the future: Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. Berlin: Jovis.
- Eberle, Dietmar ; Aicher, Florian (2016): be 2226 Die Temperatur der Architektur / The Temperature of Architecture: Portrait eines energieoptimierten Hauses / Portrait of an Energy-Optimized House. Birkhäuser.
- Ebert, Thilo ; Eßig, Natalie ; Hauser, Gerd (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude: Nachhaltigkeit Bewerten - Internationaler Systemvergleich - Zertifizierung und Ökonomie. Detail.
- Fathy, Hassan (1987): „Natürliche Energie und vernakuläre Architektur.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, 88 (1987), S. 34–39. Online im Internet: <http://www.archplus.net/home/archiv/ausgabe/46,88,1,0.html> (Zugriff am: 28.07.2016).
- Gauzin-Müller, Dominique (2012): Nachhaltige Architektur: Lowtech oder Hightech?. Stuttgart: Internationales Zentrum für Kultur- und Technikforschung (= Materialien / Internationales Zentrum für Kultur- und Technikforschung).
- Gauzin-Müller, Dominique (2002a): Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau : Konzepte, Technologien, Beispiele. Basel ua: Birkhäuser.
- Hammer, Renate ; Holzer, Peter (2009): Qualität und Quantität des Tageslichtangebots in Innenräumen : Potentialstudie unter spezieller Berücksichtigung des strahlungsinduzierten thermischen Raumverhaltens und der Photophysiologie des Menschen. .
- Haselsteiner, Edeltraud (2011): plusFASSADEN. Internationaler Know-how- und Wissenstransfer über „intelligente Fassadensysteme“. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften). Online im Internet: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/plusfassaden-internationaler-know-how-und-wissenstransfer-ueber-intelligente-fassadensysteme-fuer-oesterreichische-akteurinnen-und-kompetenztraegerinnen.php>.
- Hassanain, A.A. ; Hokam, E.M. ; Mallick, T.K. (2011): „Effect of solar storage wall on the passive solar heating constructions.“ In: Energy and Buildings, 43 (2011), 2–3, S. 737–747. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778810004172> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Hässig, Werner ; Hardegger, Peter (1996): Messprojekt Direktgewinnhaus Trin. Zürich: ETH Zürich, Forschungsstelle für Solararchitektur, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft.
- Hauser, G. [Hrsg ; SB, München (2013): Implementing sustainability - barriers and chances : sb13 munich ; April 24-26, 2013 ; book of abstracts. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Hausladen, Gerhard (2003): Einführung in die Bauklimatik: Klima- und Energiekonzepte für Gebäude. John Wiley & Sons. Online im Internet: https://books.google.at/books/about/Einf%C3%BChrung_in_die_Bauklimatik.html?id=1elAuuoS8FgC&redir_esc=y.
- Hausladen, Gerhard ; Liedl, Petra ; Saldanha, Michael (2012): Klimagerecht Bauen: Ein Handbuch. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH.
- Hebel, Dirk E. ; Wisniewska, Marta H. ; Heisel, Felix (2014): Building from Waste: Recovered Materials in Architecture and Construction. Birkhäuser.
- Hegger, Manfred u. a. (2007): Energie Atlas: Nachhaltige Architektur. Walter de Gruyter.

- Hochparterre (2009): Zeitschrift für Architektur und Design. Zürich: Hochparterre AG (= Hochparterre).
- Hochschule Luzern – Technik & Architektur (Hrsg.): (2010): Wohnhaus Rauch - Lehmbau Studie bezüglich Grauer Energie, Heizenergie und Komfort bei einem Lehmbauhaus. Luzern.
- Holstov, Artem ; Bridgens, Ben ; Farmer, Graham (2015): „Hygromorphic materials for sustainable responsive architecture.“ In: Construction and Building Materials, 98 (2015), S. 570–582.
- Holzmann, Gerhard ; Wangelin, Matthias ; Bruns, Rainer (2012): Natürliche und pflanzliche Baustoffe: Rohstoff - Bauphysik - Konstruktion. Springer-Verlag.
- Hönger, Christian u. a. (2013): Das Klima als Entwurfsmotor: Architektur und Energie. Unruh, Tina (Hrsg.): Überarb. und erg. Neuaufl. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium).
- Hönger, Christian ; Brunner, Roman (2013a): „Strategie.“ In: Unruh, Tina (Hrsg.): Das Klima als Entwurfsmotor: Architektur und Energie. Überarb. und erg. Neuaufl. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium), S. 34–55.
- Hönger, Christian ; Brunner, Roman (2013b): „These.“ In: Unruh, Tina (Hrsg.): Das Klima als Entwurfsmotor: Architektur und Energie. Überarb. und erg. Neuaufl. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium), S. 10–17.
- Horisberger, Christina (2014): „Atmosphäre statt Maschine.“ In: ArchitekturTechnik, 3/2014 (2014), S. 68–71. Online im Internet: <http://www.architektur-technik.ch/Web/internetAxT.nsf/0/49E27BC2A47706A2C1257CF20020EE53?OpenDocument&list=E8AA4D24C010F235C12577BF00361E05> (Zugriff am: 19.04.2016).
- Huber, Alfons (2011): Ökosystem Museum. Grundlagen zu einem konservatorischen Betriebskonzept für die Neue Burg in Wien Wien: Akademie der bildenden Künste Wien. J.
- Hugentobler, Walter (2016): „Gesundheitliche Aspekte.“ In: Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (Hrsg.): be 2226 Die Temperatur der Architektur. Portrait eines energieoptimierten Hauses. Basel: Birkhäuser, S. 143–153.
- Humphreys, Michael ; Fergus, Nicol ; Roaf, Susan (2011): Keeping warm in a cooler house. Creating thermal comfort with background heating and local supplementary warmth. Edinburgh. Online im Internet: <http://conservation.historic-scotland.gov.uk/technicalpaper14.pdf>.
- Jelle, Bjørn Petter ; Kalnæs, Simen Edsjø ; Gao, Tao (2015): „Low-emissivity materials for building applications: A state-of-the-art review and future research perspectives.“ In: Energy and Buildings, 96 (2015), S. 329–356. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778815002169> (Zugriff am: 10.11.2015).
- Junghans, Lars P. (2016): „Die energetische Konzeption.“ In: Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (Hrsg.): be 2226 Die Temperatur der Architektur. Portrait eines energieoptimierten Hauses. Basel: Birkhäuser, S. 45–54.
- Junghans, Lars P. (2015): „Nachhaltigkeit und Resilienz des Gebäudes 2226 in Lustenau. Was können wir für die Zukunft lernen?“ In: Aus der Praxis der Gebäudenutzung. Wien: IBO Verlag, S. 15–18. Online im Internet: http://www.ibo.at/de/veranstaltungen/documents/Tagungsband_2015_inhalt.pdf (Zugriff am: 19.04.2016).
- Kapfinger, Otto (2010): Form & energy: Architektur in_ aus Österreich. Salzburg ; Wien: Müry Salzmann.
- Kapfinger, Otto ; Höllbacher, Roman ; Mayr, Norbert (2010): Baukunst in Salzburg seit 1980: Ein Führer zu 600 sehenswerten Beispielen in Stadt und Land. Salzburg, Initiative Architektur (Hrsg.): Salzburg: Muery Salzmann.
- Kleemaier-Wetl, Rosalinde (2015): Baukulturelles Erbe versus Klimaschutz und Modernität: Am Beispiel des Welterbegebietes Fertö – Neusiedler See. vdf Hochschulverlag AG.
- Knotzer, Armin u. a. (2015): low_vent.com. Konzepte für die „low-tech“ Komfortlüftung in großvolumigen Wohngebäuden und deren Nutzungskomfort. Wien: Klima und Energiefonds (= NEUE ENERGIEN 2020. Endbericht).

- Koch, Kerstin ; Bhushan, Bharat ; Barthlott, Wilhelm (2009): „Multifunctional surface structures of plants: An inspiration for biomimetics.“ In: Progress in Materials Science, 54 (2009), 2, S. 137–178. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079642508000704> (Zugriff am: 10.11.2015).
- Kohler, Niklaus ; Lützkendorf, Thomas ; Kreißig, Johannes (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung: Grundlagen, Berechnung, Planungswerkzeuge. Ed. Detail - Inst. für Internat. Architektur-Dokumentation.
- Kraft, Sabine ; von Mende, Julia (2007): „Performing Buildings.“ In: Arch +. Zeitschrift für Architektur und Städtebau, (= Architektur im Klimawandel), 184 (2007), S. 42–51.
- Krick, Benjamin (2008): Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise Kassel : Kassel University Presso. J.
- Lainsecq, Margrit de (1998): „Der Sonnenfänger : der neue Schultrakt von Bearth & Deplazes in Vella kommt ohne konventionelle Heizung aus.“ In: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design, 11 (1998), 9, S. 22–23.
- Lechner, Robert u. a. (2014): NACHHALTIGES BAUEN IN ÖSTERREICH. tatsächlich & nachweislich. Wien: Österreichisches Ökologie-Institut in Kooperation mit IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (= Weißbuch 2015).
- Lenz, Bernhard ; Schreiber, Jürgen ; Stark, Thomas (2010): Nachhaltige Gebäudetechnik: Grundlagen, Systeme, Konzepte. 1. Aufl. München: Inst. für Int. Architektur-Dokumentation, Ed. Detail (= Edition Detail green books).
- Luchsinger, Christoph (1998): „High-Tech als Low-Tech: Schulanlage Vella GR.“ In: Werk, Bauen + Wohnen, 85 (1998), 1/2, S. 30–36.
- Mahnaz Mahmoudi Zarandi (Qazvin Islamic Azad University)(2009): „Analysis on Iranian Wind Catcher and Its Effect on Natural Ventilation as a Solution towards Sustainable Architecture(Case Study: Yazd).“ In: International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 3 (2009), S. 667–673. Online im Internet: <http://waset.org/publications/11631>.
- Mäurle, Barbara (2014): „Rückbesinnung auf das Elementare. Bürogebäude in Lustenau (A).“ In: db deutsche bauzeitung, 12/2013 (2014). Online im Internet: <http://www.db-bauzeitung.de/db-themen/db-archiv/rueckbesinnung-auf-das-elementare/> (Zugriff am: 19.04.2016).
- McDonough, William ; Braungart, Michael (2002): Cradle to cradle : remaking the way we make things. New York : North Point Press, 2002.
- Minguet, Josep Maria (2010): Low Tech Architecture. Monsa.
- Minguet, Josep Maria (2011): Ultra Low Tech Architecture. Monsa.
- Morabito, Giovanni (2010): Architecture from High Tech to Low Cost. Auflage: 2010. Roma: Gangemi Editore.
- Mosimann, Markus ; Lettau, Marc (2012): Das Holzhaus der Zukunft: Ökologisch bauen mit menschlichem Maß. Rotpunktverlag.
- Mostaedi, Arian (2002): Sustainable architecture : low tech houses. Barcelona: Broto.
- Murphy, Diana; Sinclair, Cameron; Architecture for Humanity (Hrsg.): (2006): Design like you give a damn: architectural responses to humanitarian crises. New York, NY: Metropolis Books.
- Musall, Eike ; Voss, Karsten ; et al. (2011): Nullenergiegebäude: Klimaneutrales Wohnen und Arbeiten im internationalen Vergleich. München: DETAIL (= DETAIL Green Books).
- Nachtigall, Werner (2003): Bau-Bionik : Natur, Analogien, Technik. Berlin ua: Springer.

- O'Connor, Dominic ; Calautit, John Kaiser ; Hughes, Ben Richard (2014): „A study of passive ventilation integrated with heat recovery.“ In: *Energy and Buildings*, 82 (2014), S. 799–811. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778814004745> (Zugriff am: 10.11.2015).
- Ötsch, Silke ; Institut für Konstruktion und Gestaltung, Innsbruck (2006): *Architekturtransfer : Bambushütte meets skyscraper ; globaler Austausch von Architektur- und Konstruktionssystemen ; internationale versus regionale Architektur ; High-Tech versus Low-Tech ; transnational tätige Planungsbüros ; Architekturexport ; Entwicklungshilfe und Architektur ; Seminararbeiten WS 2005/2006*. Innsbruck.
- Pestalozzi, Manuel (2015): „Passivität wörtlich genommen. Sensible Speicher.“ In: *TEC21*, 47 /2015 (2015), S. 32–34. Online im Internet: <https://www.espazium.ch/passivitt-wrtlich--genommen> (Zugriff am: 19.04.2016).
- Pfammatter, Ulrich (2012): *Bauen im Kultur- und Klimawandel: green traditions - clean future*. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Pfammatter, Ulrich (2005): *In die Zukunft gebaut : Bautechnik- und Kulturgeschichte von der Industriellen Revolution bis heute*. München ua: Prestel.
- Pfeifer, Günter (2010): „Patchworkshaus in Müllheim. Klimagerechte Architektur.“ In: *zeno. Zeitschrift für nachhaltiges Bauen*, 2 (2010), S. 18–21.
- Pohl, Wilfried u. a. (2014): *Entwicklung eines „Lichtfängers“ für tageslichttransparente, hochenergieeffiziente, mehrgeschoßige Gebäude*. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften). Online im Internet: <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id7611>.
- Rahm, Philippe (2013): „Philippe Rahm - Klima und Typologie.“ In: *Unruh, Tina (Hrsg.): Das Klima als Entwurfaktor: Architektur und Energie. Überarb. und erg. Neuaufl.* Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium), S. 32–33.
- Rexroth, Susanne (1995): *Wohntemperierte Architektur: neue Techniken des energiesparenden Bauens*. Müller.
- Ritter, Volker (2014): *Vorstudie Nachhaltiges Low Tech Gebäude*. Internationale Bodensee Konferenz (IBK).
- Röttig, Alix (1998): „Vom Idealisten zum Spezialisten: Aspekte des ökologischen Bauens der letzten 30 Jahre in der Schweiz.“ In: *Schweizer Ingenieur und Architekt*, 116 (1998), 37, S. 694–696.
- Rüdiger, Ludwig (2016): „Gute Luft und Behaglichkeit.“ In: *Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (Hrsg.): be 2226 Die Temperatur der Architektur. Portrait eines energieoptimierten Hauses*. Basel: Birkhäuser, S. 155–162.
- Sabady, Pierre R. (1978): „Biosolar-Architektur.“ In: *Werk - Archithese : Zeitschrift und Schriftenreihe für Architektur und Kunst*, 65 (1978), 19–20, S. 18–20.
- Sabady, Pierre R. ; Winkler, Bruno (1979): „Neubau der Maschinenfabrik Micafil AG Zürich.“ In: *Schweizer Ingenieur und Architekt*, 97 (1979), 45, S. 907–910.
- Sauer, Marko ; Kapfinger, Otto (2015): *Martin Rauch: Gebaute Erde: Gestalten & Konstruieren mit Stampflehm*. München: DETAIL.
- sb13 munich u. a. (Hrsg.): (2013): *Implementing sustainability - barriers and chances*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag (= Sustainable Building Conference, Munich, April 24-26, 2013; book of abstracts).
- Schittich, Christian (2005): *Einfach Bauen*. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser (= Edition Detail).
- Schittich, Christian (2012): *Einfach Bauen Zwei: im Detail*. München: Detail.
- Schittich, Christian (2001): *Im Detail: Gebäudehüllen: Konzepte, Schichten, Material*. Birkhäuser.
- Schittich, Christian (2008): *In Detail: Cost-Effective Building: Everyday Projects Economic Construction*. In Cooperation with Detail edition. München : Basel ; Boston: Birkhäuser GmbH.
- Schittich, Christian (2007): *Kosteneffizient Bauen: Ökonomische Konzepte – Wirtschaftliche Konstruktionen*. Walter de Gruyter.

- Schneider, Ursula ; Böck, Margit ; Mötzl, Hildegund (2011): recyclingfähig konstruieren. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation u. Technologie (= Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft).
- Schnitzer, Ulrich; Meckes, Franz (Hrsg.): (1989): Schwarzwaldhäuser von gestern für die Landwirtschaft von morgen. Stuttgart: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg : Kommissionsverlag, K. Theiss (= Arbeitsheft / Landesdenkmalamt Baden-Württemberg).
- Schöberl, H. u. a. (2014): Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (= Berichte aus Energie- und Umweltforschung).
- Sperzl, Nicole (2004): Energieeffiziente Häuser aus regionalem Holz im Alpenraum. Schaan: CIPRA International. Online im Internet: http://alpsknowhow.cipra.org/background_topics/alps_and_energy/pdfs/Climalp_Bericht_D.pdf.
- Schulten, Christoph (2000): Einfach bauen. Aachen [Germany]: Wissenschaftsverlag Mainz.
- Schwarz, Ullrich (Hrsg.): (2002): Neue Deutsche Architektur. Eine Reflexive Moderne. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz.
- Singh, Manoj Kumar ; Mahapatra, Sadhan ; Atreya, S. K. (2009): „Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India.“ In: Building and Environment, 44 (2009), 5, S. 878–888. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132308001522>.
- Singh, Manoj Kumar ; Mahapatra, Sadhan ; Atreya, S. K. (2011): „Solar passive features in vernacular architecture of North-East India.“ In: Solar Energy, 85 (2011), 9, S. 2011–2022. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X11001897>.
- Speigner, Simon ; Setznagel, Ronald (2016): oh 456 - Energieautarkes Plusenergie-Dienstleistungsgebäude oh456. Wien: bmvit (= Schriftenreihe nachhaltig wirtschaften). Online im Internet: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/oh-456-energieautarkes-plusenergie-dienstleistungsgebäude-oh456.php>.
- Spirito, Gianpaola [Hrsg (2010): Ökostrukturen : Formen nachhaltiger Architektur. Vercelli: White Star Verl.
- Stazi, Francesca ; Mastrucci, Alessio ; di Perna, Costanzo (2012): „The behaviour of solar walls in residential buildings with different insulation levels: An experimental and numerical study.“ In: Energy and Buildings, 47 (2012), S. 217–229. Online im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778811005858> (Zugriff am: 22.11.2015).
- Szyszkowitz, Michael (Hrsg.); Ilsinger (Hrsg.): (2005): Architektur_STMK. Räumliche Positionen. Graz: Haus der Architektur.
- Tabb, Phillip James ; Deviren, A. Senem (2013): The greening of architecture : a critical history and survey of contemporary sustainable architecture and urban design. Farnham ua: Ashgate.
- TEC21 (2013): Lehmbau Nord-Süd. Zürich: Verlags-AG.
- Terluisen, Angèle (2012): Konzept zur Planung und Bewertung wärmeenergiegewinnender, energetisch-dynamischer Bauteil- und Raumstrukturen im Wohnungsbau. 2. korr. Aufl. 2012. Freiburg: Syntagma.
- Teutsch, Uwe (2009): Tragverhalten von Tensairity Trägern Zürich: ETH Zürich. J.
- The Architectural Review 07 (2005): Thinking Green. London: EMAP (= The Architectural Review).
- Thoma, Erwin (2003): Für lange Zeit: leben und bauen mit Holz ; alte Weisheiten für moderne Technologien. Thoma Holz GmbH.
- Uffelen, Chris van (2015): Bamboo : architecture & design. 1. ed. Salenstein: Braun.

- Ullrich Schwarz (2003): *Neue Deutsche Architektur - Eine Reflexive Moderne*. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz (= Neue Deutsche Architektur).
- Valda, Andreas (1995a): „Im Winter ohne Heizung: in Trin stehen die beiden Nullheizenergie-Häuser des Architekten Andrea Rüedi.“ In: *Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design*, 8 (1995), 4, S. 34–36.
- Valda, Andreas (1995b): „Im Winter ohne Heizung: in Trin stehen die beiden Nullheizenergie-Häuser des Architekten Andrea Rüedi.“ In: *Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design*, 8 (1995), 4.
- Wallbaum, Holger ; Kytzia, Susanne ; Kellenberger, Samuel (2011): *Nachhaltig Bauen: Lebenszyklus, Systeme, Szenarien*, Verantwortung. vdf Hochschulverlag AG.
- Waltjen, Tobias (2014): „2226 Lustenau.“ In: *IBO magazin*, 2/14 (2014), S. 26–28. Online im Internet: http://www.ibo.at/de/publikationen/documents/IBOmagazin_2_14_web_000.pdf.
- werk, bauen + wohnen (2008): *Archaismen*. Zürich: Werk AG (= werk, bauen + wohnen).
- Widerin, Peter (2016): „Die Steuerung.“ In: Eberle, Dietmar; Aicher, Florian (Hrsg.): *be 2226 Die Temperatur der Architektur. Portrait eines energieoptimierten Hauses*. Basel: Birkhäuser, S. 55–68.
- Wieser, Christoph (2013): „Einfach komplex. Klima und Energie in der Schweiz seit 1950.“ In: Unruh, Tina; Hönger, Christian (Hrsg.): *Das Klima als Entwurfaktor: Architektur und Energie*. Überarb. und erg. Neuaufl. Luzern: Quart-Verl (= Laboratorium), S. 22–31.
- Wiskemann, Barbara (2009): „Experimentalhäuser aus den 1970er-Jahren. Moderne Architektur unter ökologischem Erneuerungsgebot.“ In: *k+a Kunst + Architektur in der Schweiz*, 2 (2009), S. 14–22.
- Zement + Beton (2015): *Energiespeicherbeton*. Tagungsband Expertenforum November 2015. Wien: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.
- Zement + Beton Handels- u. Werbeges.m.H (2016): *Energiespeicher Beton. Thermische Bauteilaktivierung*. Wien: bmvit, VZÖ (= Berichte aus der Energie- und Umweltforschung).
- Zhai, Zhiqiang (John) ; Previtali, Jonathan M. (2010): „Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation.“ In: *Energy and Buildings*, 42 (2010), 3, S. 357–365. Online im Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809002400>.
- Zuschnitt 30 (2008): *Holz bauen Energie sparen*. Wien: proHolz Austria (= Zuschnitt).
- Zuschnitt 31 (2008): *Massiv über Kreuz*. Wien: proHolz Austria (= Zuschnitt).