UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Vorstudie
Nachhaltiges LowTech Gebäude

12.09.2014 Version V1.5

Internationale Bodensee Konferenz

Im Auftrag der Internationalen Bodensee Konferenz (IBK)

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Ein besonderer Dank geht an alle Autor/-innen, die mit Ihren Aufsätzen die Grundlage für diese Vorstudie geschaffen haben.

Erarbeitet durch

Universität Liechtenstein,
Institut für Architektur und Raumplanung, www.uni.li / +423 365 11 21

Autor: Volker Ritter, Dr. Dipl. Ing.,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Nachhaltiges Bauen von Prof. Dietrich Schwarz

Auftraggeber

Internationale Bodensee Konferenz (IBK),
Kommission Umwelt, Plattform Klimaschutz und Energie, www.bodenseekonferenz.org.

Die in dieser Studie dargestellte fachliche Meinung der Universität Liechtenstein spiegelt nicht zwingend die Meinung aller IBK-Mitglieder wieder.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 1

1. Einleitung

1.1 Aufgabe, Ziel und Methode 2
1.2 Hintergrund 3
1.3 Begriffsdefinitionen 4
1.4 Nachhaltigkeit 8

2. Text Analyse

2.1 Methode zur Auswertung der Autorentexte 9
2.2 Erläuterungen zur Einschätzung der Autoren 10

3. Kategorisierung von Technik

3.1 Erfassung der Technik und des Technikanteils eines Hauses 16

4. Wahl der Gebäudetechnik

4.1 Entscheidungsmuster im Kontext von Kosten, Nachhaltigkeit, Nutzeranspruch 20

5. Erste Planungskriterien für ein nachhaltiges «LowTech» Gebäude

5.1 Planungskriterien in Bezug auf eine nachhaltige Energieversorgung, allgemein 22
5.2 Planungskriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit, allgemein 23
5.3 Planungskriterien in Bezug auf Bedarf bei LowTech Bauten 25
5.4 Planungskriterien speziell in Bezug auf LowTech 27

6. Appendix

6.1 Literaturverzeichnis 31
6.2 Autorenverzeichnis 32
6.3 Hauptaussagen und Thesen der Autor/-innen 33
6.4 Autorenliste und Autorentexte 43

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Zusammenfassung

Die für diese Vorstudie gewonnenen Autorentexten und die ergänzende Literatur zeigen die grosse Bandbreite an Aspekten auf, die zur Beantwortung der Frage «Wie viel Technik braucht das nachhaltige Haus» berücksichtigt werden müssen. Da keine allgemeingültige Definition für die Begriffe «LowTech»- bzw. «HighTech» Gebäude existiert, assoziieren die Autoren mit diesen Begriffen ganz unterschiedliche Gebäudestandards, Baukonstruktionen und Lebensweisen. Dies liegt vor allem an den unterschiedlichen Systemgrenzen, die den Gebäuden zugrunde gelegt werden. Zum Teil betrachten die Autoren im Lebenszyklus von Gebäuden nur der Technikanteil im Betrieb, zum Teil berücksichtigen sie nur die im und am Gebäude verbaute Technik und teilweise ziehen sie nur die Technik in Betracht, die alle Hausbewohnern nutzen. D.h. eine Unterscheidung in «LowTech» bzw. «HighTech» Gebäude wird grundsätzlich kritisch hinterfragt, solange so grosse Unterschiede bei den Systemgrenzen existieren.

Einig sind sich die Autoren, dass alle Gebäude heute ein gewisses Mass an Technik benötigen und sei es nur die Technik zur Erstellung des Gebäudes. Da ganz unterschiedliche Schwerpunkte im Bereich der Nachhaltigkeit gesetzt werden, sind sich die Autoren deutlich uneinig über die erforderliche Menge an Technik, die über das minimale Mass hinausgeht. So konkurrieren die Argumente der Autoren zwischen kulturellen Nachhaltigkeitszielen, die eher mit geringer technischen Ausrüstung verbunden werden, mit ökologischen Nachhaltigkeitskonzepten, welche die Ziele derzeit vor allem durch technische Lösungen erreichen. In der weiteren Auswertung der Autorentexte zeigt sich, dass jenseits der funktionalen Aspekte von Technik auch eine Reihe an teilweise emotionalen Gründen für mehr oder für weniger Technik im Haus angeführt werden. Es werden die Wünsche nach Attributen wie Robustheit, Einfachheit in der Bedienung, u.ä. eher mit Gebäuden verbunden, die mit weniger Technik und daher simpler ausgerüstet sind. Diese Einschätzungen der Autoren wurden möglichst objektiv relativiert und in Kontext gestellt.

Die für diese Vorstudie erstellte Entscheidungsmatrix spiegelt Kriterien wieder, die bei der Entscheidung über ein Technikkonzept im Gebäude oft verwendet werden. Diese vereinfachte Matrix kann nicht alle Kriterien erfassen, die eine solche Entscheidung beeinflussen. Jedoch zeigt sie schon jetzt, dass jenseits von der «Standard-Ausstattung» eines Gebäudes zahlreiche nachhaltige Konzepte sowohl mit hohem als auch mit niedrigem Technikanteil existieren. Folglich ist eine wichtige Erkenntnis dieser Vorstudie und eine Antwort auf die Leitfrage, dass Gebäude sowohl mit geringer, als auch mit hoher technischen Ausstattung das Leben mit einem geringen Primärenergiebedarf und Ausstoss an klimaschädlichen Emissionen ermöglichen können. Daher schliesst die Vorstudie mit einer Zusammenstellung an Planungskriterien ab, die diese beiden Aspekte der Nachhaltigkeit besonders bei Gebäuden ermöglicht, die das Ziel verfolgen, dass weniger Technik im Gebäude verwendet wird.

1. Einleitung

1.1 Aufgabe, Ziel und Methode

Aufgabe, Ziel

Diese Vorstudie dient als Grundlage für das von der Plattform Klimaschutz und Energie angestossene Projekt «energieeffizientes LowTech-Gebäude», welches im Rahmen des Beschlusses der Regierungskonferenz der IBK-Mitgliedsländer als konkrete Möglichkeit zur Kooperation der Mitgliedsländer im Sinne der «Energiewende» ausgearbeitet wurde. Da die für diese Vorstudie gestellte Eingangsfrage «Wie viel Technik braucht das nachhaltige Haus» ein komplexes Themenfeld betrifft, haben sich die Auftragsnehmer darauf verständigt, diese Komplexität durch Kurzaufsätze von verschiedenen Autoren aufzuzeigen, in denen die wichtigsten Gedanken zum Thema Technik und Nachhaltigkeit bei Gebäuden angesprochen werden. Das Thema Technik wurde explizit nicht nur auf Gebäudetechnik beschränkt, sondern um die Phasen Herstellung von Baustoffen und spätere Rückbau des Hauses erweitert.

Vorgehen und Methode

Die Auswertung der Autorentexte und der begleitenden Literatur zeigen, wie unterschiedlich die Begriffe Technik und Nachhaltigkeit verstanden werden. Es ist daher nötig zunächst in Kapitel 2. den Begriff Technik bei Gebäuden näher zu fassen, um dann zwischen HighTech und LowTech differenzieren zu können. Jedoch würde es den Rahmen dieser Vorstudie sprengen auch den Begriff Nachhaltigkeit umfassend zu beschreiben. Vielmehr wird hierfür auf die Arbeiten von Ebert et al verwiesen, die mögliche Ansätze bei Gebäuden liefern und die gängigen Zertifizierungsverfahren beschreiben [5].

In Kapitel 3. werden die wichtigsten Aussagen der einzelnen Autoren bezüglich LowTech und HighTech zusammengestellt, die als Thesen der Autoren verstanden werden. Diese werden im Anschluss in Kontext gestellt.

Kapitel 4 widmet sich der speziellen Problematik, dass die Beurteilung von LowTech Bauten eine klare Definition der Systemgrenzen benötigt,. Darin werden Vorschläge zur Systematik gemacht, die in weiteren Arbeiten untersucht werden. Welchen Einfluss die Vorgabe LowTech im Vergleich zu HighTech bei der Gebäudetechnik haben kann wird in Kapitel 5 dargestellt.

Durch diese Grundlage können in Kapitel 6. schliesslich erste Ansätze für Richtlinien für ein LowTech Gebäude erarbeitet werden, die als erste Orientierung in dieser komplexen Themenlandschaft verstanden werden müssen.

Allgemeiner Hinweis

Die für diese Studie gesammelten Aufsätze geben die subjektiven Meinungen der Autoren wieder und spiegeln daher nicht direkt die Meinung der Universität Liechtenstein oder der Plattform Klimaschutz und Energie der IBK wieder.

1.2 Hintergrund

Seit Menschen Häuser bauen, verwenden sie Hilfsmittel und Werkzeuge, um Baumaterialien zu fertigen, Bauteile zu transportieren, diese auf der Baustelle zu errichten und später um diese Häuser auch zu betreiben. In der arbeitsteiligen, industrialisierten Welt werden heute immer mehr Maschinen für diese Aufgaben eingesetzt, angefangen von der Fertigung der Bauteile und Baustoffe, dem Transport, dem Einbau auf der Baustelle bis zur Aufgabe, in Gebäuden für angenehmen Komfort zu sorgen. Die überwiegende Zahl der Gebäude kann heute nur noch dank dieser Technik gebaut und betrieben werden. Bekannt ist auch, dass die meisten Maschinen, die hierfür im Einsatz sind (z.B. in Zementwerken, Transportfahrzeugen, bei Heiz- und Kühlprozessen etc.), nicht nachhaltig betrieben werden. Bekannt sind die hohen Emissionen und der steigende Primärenergiebedarf, weniger offensichtlich ist der dadurch auch steigende Bedarf an seltenen Rohstoffen und Ressourcen, und schliesslich sind den wenigsten die gesellschaftlichen Umbrüche bewusst, die durch eine stärkere Technisierung allgemein und beim Bauen und Betreiben von Häusern im Speziellen stattfinden.

Zu beobachten ist, dass der vermehrte Einsatz von Technik beim Bauen und Betreiben von Gebäuden allgemein seit der Industrialisierung einher ging mit einem immer stärkeren Einsatz von fossilen Brennstoffen. Korrelationen zwischen steigendem Technisierungsgrad und steigendem fossilen Brennstoffbedarf verdeutlichen dies. Der Einsatz von leistungsstarken Maschinen, angetrieben durch fossile Brennstoffe mit hoher Leistungsdichte, veränderte nicht nur die Baustoffindustrie und die Gebäudetechnik umfänglich, sondern auch tiefgreifend die Art des Bauens in Bezug auf Gebäudeform, Detaillierung, Nutzung etc. Entwurfsmethoden, bei denen zunächst das Gebäude und alle passiven Komponenten geplant und dann anschliessend mit einer Technik ertüchtigt wurden, waren nur möglich, da leistungsstarke Geräte eingebaut und betrieben wurden. So liess sich prinzipiell jeder Entwurf irgendwie mit Technik nutzbar machen. [CC-01, SP-04, SD-02][1] Viele neue Bauformen in der Architektur sind nur durch den Einsatz von Hochleistungsbaustoffen und leistungsstarke Heiz- und Kühltechnik möglich. Allerdings führte diese tiefgreifende Veränderung zum Teil auch dazu, dass beim Entwerfen von Gebäuden lokales Wissen zu Klima, Konstruktionsarten und sinnvolle Gebäudeformen komplett ignoriert werden konnte. Vor den so genannten ersten und zweiten Ölkrisen entstanden zahlreiche Bauten, deren Gebäudetechnik heute nicht nur steigende Kosten, sondern inakzeptable Mengen an Emissionen erzeugen [LH-01].

Nicht allein nur um diese Gebäudeformen weiterhin betreiben und bauen zu können, sondern auch um den gestiegenen Komfortansprüchen und den Anspruch auf Lebensqualität zu halten, sind in den letzten Jahren umfangreiche technische Anstrengungen bei der Effizienzsteigerung erfolgt, sowohl bei den Gebäudekomponenten (Dreifachisolierverglasung, Hochleistungsdämmstoffe, etc), als auch bei der Gebäudetechnik (Komfortlüftung, LED-Beleuchtung, etc.), die heute im Betrieb weit weniger Energie, Kosten und Emissionen erzeugen als vergleichbare Systeme in den Jahren davor [DH-07, SD-03]. Die Effizienz vieler Geräte kann auch in Zukunft zum Teil noch weiterhin erhöht und die Herstellung dieser Komponenten und Geräte kann in ihrer Nachhaltigkeit noch verbessert werden. Da dies allerdings mit immer höheren technischen und ökonomischen Aufwand verbunden ist, wird als weiterer Weg der bewusste Verzicht, der s.g. Suffizienz, auf bestimmten Komfort und Lebensqualität vorgeschlagen [AB-01, MR-02]. Allerdings stellt dieser Weg auch bestimmte Normen und Bauvorschriften in Frage. Dieser Verzicht auf hohen Komfort könnte den Technikanteil in Gebäuden reduzieren und gleichzeitig zu einer Reduktion des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgase führen, unter der Voraussetzung, dass diese Bauten immer noch nachhaltig betrieben werden. Daher wird neben der Energieeffizienz die s.g. Suffizienz als komplementäre Strategie propagiert. Allerdings ist diese Strategie nicht ganz unumstritten, da sie sowohl bei der Bevölkerung ein deutliches Umdenken erfordern würde,

1 Hinweis: Die Verweise dieser Art in den eckigen Klammern beziehen sich auf Textstellen in den Autorentexten im Anhang 7.4. Dabei steht die Buchstabenkombination für den ersten Buchstaben des Nach- und des Vornamens und die Ziffer für die in Kapitel 7.3 gelisteten Hauptaussagen.

als auch politisch sehr schwierig zu vermitteln wäre in einer Gesellschaft, in der Wohlstand vom Konsum abhängt und wirtschaftliches Wachstum weiterhin als entscheidendes Kriterium für den Wohlstand in einer Gesellschaft angesehen wird. Als weitere Strategie wird die Konsistenz vorgeschlagen. Dabei wird z.B. nicht nachhaltige Technik (Prozesse, Handlungen etc.) mit nachhaltigerer Technik ersetzt (substituiert), aber der Bedarf ähnlich gut befriedigt. So kann z.B. relativ einfach Strom aus nicht-nachhaltiger oder nachhaltiger Produktion bezogen werden.

Sehr schwierig wird es, den gesellschaftlichen Nutzen oder Schaden von Technik im Gebäude zu beurteilen. Offensichtlich ist, dass eine stärkere Technisierung grossen Einfluss auf unser privates Leben und unsere Arbeitswelt hat. So werden durch die Automatisierung und Technisierung Arbeitskräfte ersetzt. Andererseits schafft der Bau von Maschinen wiederum Arbeitsplätze. Bislang wurde zumeist die These vertreten, dass durch eine stärkere Technisierung mehr Arbeitsplätze und mehr Produktivität geschaffen wird. In einer umfassenden Studie von Brynjolfsson wird allerdings nun nachgewiesen, dass die Produktivität durch eine Ausweitung der Technik in den USA in den letzten 10-15 Jahren weiter anstieg, aber dadurch nicht unbedingt mehr Arbeitsplätze geschaffen wurden[2] [13]. L.F. Katz unterstützt diese These mit seinen Ergebnissen, dass gerade in den letzten 10-15 Jahren nicht nur die Zahl der so genannten Jobs der Mittelklasse in den USA zurückging, sondern auch die Steigerungsraten des Einkommens in dieser Gruppe deutlich hinter der Gruppe der Gering- und der Spitzenverdiener lag [14]. Auch er argumentiert, dass die Anzahl an neu geschaffenen Arbeitsplätzen in den hochtechnisierten Sektoren nicht den Wegfall an Arbeitsplätzen in der Mittelschicht hat kompensieren können. Dies betrifft auch den Bausektor und die Menschen, die beim Erstellen eines Gebäudes beteiligt sind. So sind bislang noch zahlreiche Menschen auf Baustellen tätig, allerdings übernehmen immer mehr Maschinen gewisse Aufgaben [DH-05]. Weiterhin findet durch eine fortschreitende Technisierung bei Gebäuden auch ein verändertes Bewusstsein im Umgang mit Gebäuden statt. Der Nutzer erachtet Technik und Service als selbstverständlich, ohne zu wissen, was im Gebäude tatsächlich geschieht und welche Konsequenzen dies auf die Nachhaltigkeit hat.

Die Mehrzahl an eingebauten technischen Geräte kann ein Laie heute nicht mehr selbst pflegen und warten. Die Bedienung und Einstellung von Steuerungs- und Regelungseinheiten überfordert viele Benutzer, sodass die Geräte nicht wirklich optimal auf die Ansprüche der Nutzer eingestellt sind. Selbst grosse Immobilienträger beklagen, dass *«Der Bewirtschaftungsaufwand steigt und der Nutzen ist gering»* und in Ihrem Portfolio *«Vor allem Liegenschaften mit hohem Technisierungsgrad die Mängelliste anführen»*[3].

1.3 Begriffsdefinitionen

Es ist klar, dass ein Haus an sich keine Technik benötigt, sondern nur die Nutzer des Hauses. Damit wird deutlich, dass der Nutzeranspruch bestimmt, wie viel Technik in einem nachhaltigen Haus benötigt wird [DH-06&10, GD-01&06, MR-06, SP-03]. Theoretisch liesse sich die Eingangsfrage rasch beantworten, wenn die Begriffe «Technik» und «Nachhaltigkeit» klar definiert wären. Dann könnte man den Anteil der Technik bei einem Gebäude solange verändern, bis nur noch «Nachhaltige» Prozesse vorhanden wären. Dieser sehr abstrakte Ansatz kann in der Realität aber höchstens als Leitgedanke dienen, da weder der Begriff «Technik» noch der Begriff «Nachhaltigkeit» bei Gebäuden eindeutig definiert ist und ganz grundsätzlich hinterfragt werden muss, ob ein stetiges Erhöhen des Technikanteils in Gebäuden tatsächlich zu nachhaltigen Gebäuden führen kann.

2 Die Produktivität in den USA nahm seit dem Ende des zweiten Weltkriegs stetig zu und die Arbeitsplatzanzahl korrelierte mit dieser Entwicklung bis etwa in das Jahr 2000. In den letzten 10-15 Jahren stagnierte allerdings die Zahl der Arbeitsplätze, während die Produktivität weiter stieg.

3 Zitiat von M.Schneider, Pensimo AG Management, in «High- oder Lowtech? Wie viel Technik braucht das Haus?», NZZ Artikel, Schweiz, vom 29. Mai 2014, Autor P. Knüsel

Der Begriff «Technik» allgemein

Zunächst soll daher der Begriff Technik näher abgegrenzt werden. Nach Tuchel ist: *„Technik der Begriff für alle Gegenstände, Verfahren und Systeme, die zur Erfüllung individueller oder gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Grund schöpferischer Konstruktion geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und insgesamt eine weltgestaltende Wirkung haben“* [15]. Wolffgramm definiert, dass *„Technik die Gesamtheit der Verfahren und Mittel umfasst, die der Mensch sich mit dem Ziel der Befriedigung seiner materiellen und kulturellen Bedürfnisse schafft und dienstbar macht. Sie ist das durch den Einsatz künstlicher und materieller Mittel erzwungene, komplexe und zielgerichtete Zusammenwirken von Naturvorgängen, durch das die Gegenstände der menschlichen Tätigkeit zweckentsprechend und gemäss den gesellschaftlichen Zielen verändert werden“* [16]. Die Richtlinie 3780 des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) übernimmt Teile dieser Definitionen und unterscheidet entsprechend drei Kategorien an Technik:

Technik als Ding
die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);

Technik als Mittel/Verfahren
die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen,

Technik als Fertigkeit, Geschick
die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.

Der Begriff «Technik» in Bezug auf Gebäude

Im Folgenden wird Technik hauptsächlich entsprechend der erste Kategorie der VDI 3780 verstanden, also als *nutzenorientiertes, künstliches, gegenständliches Gebilde*. Diese Gruppe umfasst bei Gebäuden Geräte und Werkzeuge, die zur Herstellung von Komponenten und zum Betrieb des Gebäudes nötig sind. Auf die Nachhaltigkeit des Gebäudes haben diese einen besonders hohen Einfluss. Diese Technik erfüllt bei Gebäuden gewisse Funktionen, die sich in unterschiedliche Bereiche unterteilen lassen. Diese, in Tabelle 1 dargestellten Bereiche, betreffen sowohl die Errichtung/Erhaltung eines Gebäudes, als auch den Betrieb.

Tabelle 1 Hauptfunktionen, die Technik bei Gebäuden erfüllen.

Technik ermöglicht:	**Umformen**	**Verknüpfen**	**Umwandeln**	**Umwandeln**	**Transportieren**	**Speichern**
Technik betrifft dabei:	Bauteile und Baustoffe	Bauteile und Baustoffe	Energieträger	Baustoffe	Gegenstände, Personen, Information	Energieträger
Technische Hilfsmittel sind dabei z.B.:	Werkzeuge zur Materialanpassung (Säge, Hammer, etc.)	Werkzeuge zur Materialverbindung (Nagelpistole, Mörtel...)	Gebäudetechnik (Heiz/Kühlsysteme, Beleuchtung...)	Maschinen zum Mischen (Beton,-Mörtel...)	Maschinen zum Transportieren (Aufzug, LKW, Internet...)	chem., elektr., therm. Speicher, (Brennstoffe, Batterie, Erdreich...)

Die Begriffe «HighTech» und «LowTech» allgemein

So wie der Begriff Technik nicht eindeutig definiert ist, so gibt es für die Begriffe HighTech und LowTech auch keine allgemeingültigen Definitionen. Mit Hochtechnik, Spitzentechnik oder einfach HighTech werden zumeist aufwendige Verfahren oder komplexe Geräte verstanden, basierend auf dem aktuellen technischen Wissensstand[4]. Bekannt sind in diesem Sektor die Produkte der Bio-, Medizin- oder Computertechnik[5]. Im Gegensatz dazu wird mit LowTech zumeist eher eine Konstruktionsphilosophie verstanden, die bewusst auf komplizierte Technik verzichtet und auf einfachere Wirkprinzipen baut. Zwar werden diese beiden Begriffe auch beim Bauen und Betreiben von Gebäuden verwendet, jedoch sind die Grenzen zwischen den beiden Gebieten nicht eindeutig.

Die Begriffe «HighTech» und «LowTech» in Bezug auf Gebäude

Die Mehrzahl an neuer Technik wird bei ihrer Einführung im Baugewerbe schon alleine durch ihre Andersartigkeit gegenüber der bis dahin etablierten Technik als HighTech empfunden. Kommt diese neue Technik allerdings häufiger zum Einsatz und verbreitet sich diese möglicherweise als Massenprodukt, kann selbst eine ausgefallene Baumaterialfertigung oder komplexe Gebäudetechnik später als LowTech empfunden werden. So setzten wir heute die Elektrifizierung von Gebäuden als Standard voraus, was vor hundert Jahren jedoch noch HighTech war. Ähnliche Entwicklungen lassen sich auch bei der Herstellung von passiven Gebäudekomponenten beobachten. Während Zwei- und Dreifachisolierverglasung als neue Technologie im letzten Jahrhundert deutlich den Komfort im Raum erhöhten und den Energiebedarf reduzierten, gilt heute die Vakuumisolierverglasung als eigentliches HighTech Produkte bei Fenstergläsern. So sind viele LowTech Produkte von heute ehemals HighTech Produkt gewesen, die ursprünglich nur mit Hilfe von aufwendiger Herstellung und möglicherweise komplexer Bedienbarkeit und Wartung einhergingen. Oftmals benötigen HighTech Produkte in dem eher konservativen Baugewerbe gerade im Vergleich zu anderen Branchen einen längeren Zeitraum, um als Technikstandard bzw. LowTech anerkannt zu werden.

Es wäre allgemein unvernünftig, nur aus Prinzip nach komplexerer und aufwendigerer Technik bei Gebäuden zu streben. Allerdings verspricht HighTech bei Gebäuden einen Mehrwert in Bezug auf Kontrolle, Berechenbarkeit und Effizienz. Entsprechend anderer Fachgebiete, wie der Medizin, dem Fahrzeugbau etc., wird mit HighTech auch höhere Präzision verbunden, die mit vermeintlich einfacherer Technik nicht zu erreichen ist. Ob jedoch bei Gebäuden eine höhere Präzision wirklich nötig und gewünscht ist und ob diese auch zu einem nachhaltigeren Gebäude führt, muss von Fall zu Fall geprüft werden. So kann in einem HighTech Gebäude nur dann auch eine höhere Effizienz erreicht werden, wenn verschiedene Randparameter erfüllt sind. Dies beginnt z.B. schon während der Errichtung eines Gebäudes, wenn Gewerke auch tatsächlich den Grad an Präzision liefern können und wenn die komplexen Schichtenaufbauten in Wand, Boden, Decke in HighTech Gebäuden gerade an den Anschlusspunkten präzise gefügt werden können. Dies spiegelt sich auch bei den verbauten Geräten wieder, die genügend miteinander kommunizieren und die nötigen Algorithmen der Regel- und Steuerungseinheiten für alle relevanten Situationen liefern müssen. Schliesslich hängt der Erfolg eines HighTech Gebäudes nicht zuletzt von den Bewohnern ab, die eben selten Fachleute in der Bedienung von Technik sind und die mit der möglicherweise komplexeren Betriebssteuerung erst vertraut gemacht werden müssen. Wenn diese HighTech Komponenten nur von Fachleuten gewartet werden können, muss weiterhin gewährleistet sein, dass diese mit den Anforderungen (auch in Zukunft) vertraut sind [CC-02].

4 Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion (Hrsg.): Duden, Das große Fremdwörterbuch. Herkunft und Bedeutung der Fremdwörter. 4. Auflage. Dudenverlag, Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich 2007, ISBN 978-3-411-04164-0, Stichwort: „Hightech“

5 http://de.wikipedia.org/wiki/High_Tech

Eine Besonderheit von HighTech Produkten im Bereich der Medizin- oder Computertechnik ist, dass Produkte aus diesem Bereich einen relativ kurzen Lebenszyklen durchlaufen und die relativ hohen Investitionskosten der Entwicklungsphase eines neuen HighTech Produkts sich nur rechtfertigen lassen, wenn die Produkte später relativ rasch erfolgreich auf dem Markt platzieren werden können. So wird es in diesen Bereichen immer wichtiger erfolgversprechende Trends mit HighTech zu ermitteln und diese sogar selbst zu erzeugen. Die negativen Aspekte dieser Entwicklung sind als geplante Obsoleszenz der Wegwerfgesellschaft bekannt. Gerade weil Gebäude aber langfristige Investitionen bleiben müssen und nicht zu Wegwerfprodukte verkommen dürfen [AB-03] (da die Ressourceninvestition mit Material, Arbeitskraft, Geld etc. in ein neues Haus nur über lange Zeiträume zu rechtfertigen sind), ist HighTech in einem nachhaltigen Gebäude nur sinnvoll, wenn gewisse Kriterien erfüllt werden. Hierzu mehr auch in Kapitel 3.3.

Da beim Bauen, im Gegensatz zur Computer- oder Automobilbranche, üblicherweise keine Massenprodukte gefertigt werden, die von wenigen Menschen am Fliessband mit einem Heer an Robotern gebaut werden, sondern der Bau eines Haus in der Regel immer noch eine spezielle, individuelle Lösung für einen bestimmten Ort darstellt, sind eine Reihe an Fachleuten beim Errichten eines Hauses beteiligt. Dies ist heute zumeist nur noch möglich, indem die Personalkosten möglichst niedrig gehalten werden. Als Folge sind auf Baustellen heute oft nur noch wenige hochspezialisierte Fachkräfte tätig und neue Technologien, die ein höheres Fachwissen oder eine andere Bautechnik erfordern, treffen hier auf Widerstand.

Bei LowTech Produkten wird im Gegensatz zu HighTech Produkte oftmals auch ein Unterschied in der Qualität der Technik vermutet. Dies liegt auch an den hauptsächlichen Einsatzgebieten dieser beiden Technikfelder. Während HighTech vorwiegend in industrialisierten Ländern eingesetzt wird, gilt LowTech als Lösung von Schwellen- oder Entwicklungsländern. Gerade in Entwicklungs- und Schwellenländern wird Nachhaltigkeit durch ein Verzicht auf HighTech angestrebt, den man durch geschickte Materialwahl und simpler Gebäudetechnik erreichen möchte. Wegen diesem Unterschied in der Herangehensweise und Ausprägung , werden in der industrialisierten Welt eher HighTech Lösungen als Nachhaltige favorisiert und LowTech Gebäude als simple, wenn nicht gar primitive, Lösungen empfunden, die nur aus Not in Entwicklungsländern entstanden sind. So wecken die Begriffe HighTech und LowTech beim Bauen diametrale Assoziationen. Grundsätzlich ist LowTech im Vergleich zu HighTech bei Gebäuden aber nicht zwangsweise die primitivere Technik, denn sie schliesst ja nicht aus, dass intelligente Lösungen angewendete werden, die erst durch neuste wissenschaftliche Erkenntnisse entstanden sind [GM-02]. Weiterhin kann LowTech oft zu ähnlich hoher Lebensqualität führen, die auch mit HighTech Lösungen erreicht werden kann. Um allerdings hohe Lebensqualität in einem LowTech Gebäude zu ermöglichen, kann der Planungsaufwand höher sein als bei Standardlösungen. Dies liegt einerseits an dem höheren Aufwand das Gebäude gut den lokalen klimatischen Bedingungen anzupassen, aber auch an den weniger standardisierten Methoden und Produkte die ein solches Haus möglicherweise erfordert.

Besonders schwierig ist es eine sinnvolle Balance zu finden, wenn eine Effizienzsteigerung im Betrieb der Technik auf Kosten einer Reduktion der Nachhaltigkeit bei der Herstellung erkauft wird. Dies kann alle positiven Bemühungen in Richtung höhere nachhaltige Technik wieder zunichtemachen (Kanibalisierungseffekt) [MR-1]. Somit hat auch die Effizienzsteigerung von Technik Grenzen und es kann dazu führen, dass effizienzärmere LowTech eine sinnvollere Alternative zu effizienterer HighTech wird. Wenn HighTech in Gebäuden verbaut wird muss mindestens eine gute Abstimmung zwischen den einzelnen Systemen stattfinden, damit sie sich nicht gegenseitig «kanibalisieren» [GD-05].

Schwierig ist auch zu beurteilen, ob ein vermehrter Einsatz von HighTech in Gebäuden dazu führt, dass die Bewohner sich mehr Konsum leisten, da sie meinen sich nun mehr nicht-nachhaltige Handlungen leisten zu dürfen. Dieser Effekt wird gerne als Rebound Phänomen bezeichnet. Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass viele Bemühungen im Bereich der nachhaltigen Techniken in Gebäuden schon nach wenigen Jahren durch das steigende nicht-nachhaltige Verhalten der Bewohner kompensiert wird, wenn sie z.B. dank geringerer Heizkosten nach einer Gebäudesanierung sich mehr Urlaubsflüge oder Kreuzfahrten gönnen oder grössere Wohnflächen bewohnen. Grundsätzlich ist auch hier die nachhaltige Technik nicht die eigentliche Ursache des «Übels», sondern die Intransparenz von Handlung und Wirkung. So kann nachhaltige Technik bei Gebäuden den Energie und Emissionsbedarf senken, jedoch kann die Lebensweise der Bewohner dieser Häuser dann immer noch einen überproportionalen ökologischen Fussabdruck erzeugen [VC-01]. Ob LowTech jedoch einen bewussteren Umgang mit Ressourcen schult, da Bewohner möglicherweise eher gezwungen sind den Betrieb zu regeln, muss hinterfragt werden. Denn bislang ist das Klientel, das LowTech Häuser bewohnt, zumeist auch eines, dass generell ein nachhaltigeres Leben führt als der Durchschnitt.

1.4 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit bei Gebäuden wird heute zumeist über Zertifizierungsverfahren nachgewiesen. Dabei haben sich unterschiedliche Standards entwickelt. Stark etablierte Standards in Europa sind BREEAM, CASBEE, DGNB, HQE, LEED, MINERGIE/ENERGIESTADT. Weitere Standards sind momentan in der Entwicklung [5]. Nahezu alle Nachhaltigkeitsansätze fordern eine Abkehr von der Nutzung nichterneuerbarer Ressourcen in der gesamten Kette an Prozessen im Lebenszyklus eines Hauses [MU-01]. Bei Materialien existieren heute schon zahlreiche Alternativen, die über Ökobilianzierungsverfahren miteinander vergleichbar werden. Im Bereich der Energieversorgung werden ebenfalls Alternativen angeboten, die Situation ist allerdings komplexer. Allgemein besteht bei der Nutzung von Sonne, Wind und Wasser die Herausforderung, dass diese nicht zu jedem Zeitpunkt mit der gleichen konstanten Leistung abrufbar sind und deren Nutzung im Allgemeinen kostenintensiver ist, als die der nichterneuerbaren Ressourcen. Daher ist ein Umdenken beim Planen und Bauen von nachhaltigen Gebäuden erforderlich. Dies kann durch ein optimales Abstimmen der aktiven Gebäudetechnik und den passiven Gebäudekomponenten (Gebäudehülle, Tragwerk etc.) erreicht werden, bei der man die jeweiligen Vorteile der Komponenten bestmöglich nutzt. Idealerweise verringert eine gute Planung, die z.B. geschickt die solare Einstrahlung nutzt, nicht nur den Heiz- oder Kühlbedarf, sondern auch den Bedarf an leistungsstarken Geräten, die sonst nötig wären, um Zustände ausserhalb des Komfortbereichs auszugleichen. Somit ist eine reine Substitution des Energieträgers nicht unbedingt die optimale Lösung, sondern geht einher mit einer gewissen Bedarfsreduktion.

Dies erfordert ein stärkeres Denken im Kontext. Nicht ohne Grund verlangen einige Zertifizierungsverfahren das Denken im Areal, wodurch im Regelfall auch die erforderliche Menge an Technik zum Bauen und Betreiben eines Hauses reduziert wird. So entstehen momentan vermehrt z.B. Nahenergienetze, die den Heiz- und Kühlbedarf geschickt miteinander ausgleichen. Allerdings verringert dieser Ansatz u.U. nur den Anteil an Technik im Gebäude und erhöht diesen auf der Versorgerseite. Daneben gibt es noch weitere Technikbereiche die durch das Denken in Netzen beeinflusst werden. Zum Beispiel kann durch das Denken im Verbund die gebäude-induzierte Mobilität von privaten Autos reduziert werden, wenn eine gute Anbindung an ÖNV-Netze oder gemeinschaftlich nutzbare Fahrzeuge angeboten werden. Gerade das Denken im regionalen und lokalen Kontext bei Gebäuden kann indirekt die Nachhaltigkeit im Alltag erhöhen.

2. Text Analyse

2.1 Methode zur Auswertung der Autorentexte

Die Autorentexte sind vielschichtig und themenreich und decken eine grosse Bandbreite ab. Um die unterschiedlichen Themen besser fassen zu können, werden die wichtigsten Thesen gelistet. Diese finden sich im Appendix (siehe 6.1). Im Anschluss werden in Kapitel 3.2 die wichtigsten assoziativen Eigenschaften zu HighTech und LowTech zusammengefasst. Diese werden in Kapitel 3.3. erläutert.

Die Autor-/innen der Aufsätze verwendeten unterschiedliche Assoziationen in Bezug Technik. In Ergänzung mit weiterer Literatur lassen sich den beiden Bereichen HighTech und LowTech unterschiedliche Attribute zuschreiben. Sicherlich sind diese subjektiv geprägt und spiegeln in Bezug auf Gebäude eine gewisse Erwartungshaltung gegenüber den beiden Bereichen wider.

Tabelle 2 Assoziationen der Autoren zu den beiden Gruppen HighTech und LowTech

	HighTech	**LowTech**
1. Vorkommen / Einsatz	eher Industrieländer städtisches, urbanes Umfeld	eher Entw.- und Schwellenländer ländliches Umfeld
2. Herstellung	aufwendig, komplex	einfach
3. Entwicklungskosten	hoch	gering
4. Planungs- / Investitionskosten	deutlich höher als Standard	höher als Standard
5. Betriebskosten	geringer als Standard	geringer als Standard
6. Funktionalität / Bedienbarkeit	umfassend, uneingeschränkt	einfache, eingeschränkte Funktion
7. Wartung / Reparatur	aufwendig, komplex hohes Fachwissen nötig	einfach geringes Fachwissen nötig
8. Beständigkeit	empfindlicher	robuster
9. Lebenserwartung	Gebäudetechnik kürzer	Gebäudetechnik länger
10. Präzision	präziser als Standard	geringer als Standard
11. Berechenbarkeit	hoch, messbar, vorhersehbar	gering, weniger planbar
12. Allgemeine Erscheinung	edel, besonders eher künstlich hochmodern	gewöhnlich, einfach eher natürlich traditionell, konservativ
13. Aufbau / Schichtung	komplex	einfach
14. Persön. Bezug zum Gebäude	eher distanziert	eher persönlich

2.2 Erläuterungen zur Einschätzung der Autoren

Im Folgenden werden die obigen Assoziationen zu HighTech und LowTech vertieft und erläutert. Dies ist zum jetzigen Zeitpunkt der Untersuchung aber nur bedingt möglich, da die Datengrundlage nicht ausreicht, um ein abschliessendes Bild zu geben.

1. Vorkommen / Einsatz

Da HighTech Produkte technisches Wissen und Präzisionsmaschinen benötigen, werden diese zumeist in Industrieländern gefertigt. Gerade weil HighTech Produkte der industrialisierten Welt die eigentlichen Ansprüchen in Entwicklungs- und Schwellenländern übertreffen und den Kontext (Klima, Gesellschaft, übliche Bauweise etc.) nicht entsprechen, scheitert oftmals der Versuch, diese Technik «eins zu eins» dort langfristig zu etablieren, selbst wenn der Export gelingt [GM-01]. Da allerdings in den meisten Entwicklungs- und Schwellenländern das Bauen und Betreiben von Gebäuden auch nachhaltiger werden muss, entstehen dort eigene Lösungen, die den dortigen Ansprüchen eher entsprechen (siehe Kapitel 2.6). Diese LowTech Lösungen können auch für Industrienationen eine sinnvolle Alternative sein [GM-04], allerdings sind Komfort- und Produktansprüche in Industrieländern oft so hoch, dass eine reine Übernahme der Lösung ohne gewisse Anpassungen eher schwierig ist.

Da Industrieländer durch eine hohe städtische Bevölkerung geprägt sind und Entwicklungsländer oftmals durch agrarische, ländliche Strukturen geprägt sind, werden HighTech Produkte oft eher im städtischem und LowTech Produkte eher im ländlichen Umfeld zugeordnet [GM-05].

2-3. Herstellung und Entwicklungskosten

Die aufwendigeren Herstellungsprozesse von HighTech Produkten sind nicht zwingender Massen mit einem höheren ökologischen Fußabdruck verbunden, allerdings sind sie oft mit mehr Transport und mehr Energiebedarf verknüpft. Im idealen Fall können alle negativen Effekte in Bezug auf ökologische und gesellschaftliche Aspekte bei der Produktherstellung niedrig gehalten werden. Entwicklungskosten und der höhere Aufwand bei der Herstellung verursacht aber zumeist höhere Kosten als bei LowTech Lösungen [DH-04]. Rechtfertigen lässt sich dies nur, wenn eine höhere Bauqualität und Einsparungen im Betrieb erreicht werden. So sollten die höheren Entwicklungskosten (als Aspekt der Nachhaltigkeit) bei HighTech Produkte über die Lebens- oder Einsatzdauer im Gebäude beurteilt werden. Diese Lebenszyklusanalyse ist ein übliches Vorgehen bei der Ökobilanzierung (LCA)[GD-02, GH-05, JV-01-02, LH-02-03].

4. Planungs- und Investitionskosten

Basierend auf dem Baukostenindex in Deutschland wird deutlich, dass der Anteil, den die Gebäudetechnik an den Baukosten einnimmt, stark vom Gebäudetyp und vom Gebäudestandard abhängt (s. Abbildung 1). Während bei Parkhäusern die Gebäudetechnik im Durchschnitt gerade 7% der Baukosten ausmacht steigen diese bei Laboren und Hospitälern im Durchschnitt auf 35%. So lassen Sich auch bei Ein- und Zweifamilienhäusern nicht nur absolute Kostenunterschiede durch den angestrebten Energiestandard erkennen, sondern auch relativ in der Verteilung der Kosten zwischen der Kostengruppe KG300 (Baukonstruktion) und der KG 400 (technischen Anlagen). Während bei einem Standardgebäude die technischen Anlagen im Durchschnitt 15% ausmachen, steigt der Anteil bei Passivhäusern auf durchschnittlich auf 21%.untersucht werden. Aufschlussreich ist weiterhin, dass bei Ein- und Zweifamilienhäusern in Deutschland im Durchschnitt etwa 47% der Kosten für die Gebäudehülle, 33% der Kosten für den Ausbau und 18% der Kosten für die technischen Anlagen anfallen.

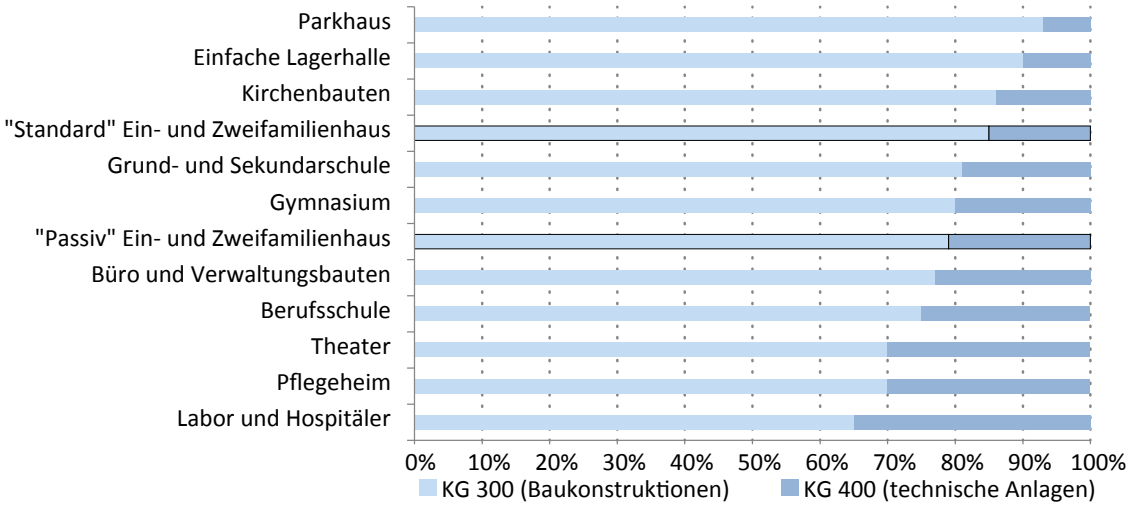


Abbildung 1 Kostenverteilung der Baukosten zwischen der Kostengruppe KG 300 und KG 400, basierend auf dem Baukostenindex in Deutschland 2011, nach A. & B. Schulz in [4]

Bei einer genaueren Betrachtung der beiden Kostengruppen KG 300 (Baukonstruktion) und KG 400 (technischer Ausbau) zeigt sich mit Abbildung 2, wie deutliche die Anlagentechnik zur Wärmeversorgung und die Gebäudehülle (Aussenwand und Dach) die Gesamtkosten beeinflussen. Gerade in Bezug auf ein LowTech Gebäude und dessen Kosten müssen daher besonders gute Lösungen in Bezug auf das Heizen des Gebäudes entwickelt werden.

KG	Bezeichnung	Anteil
330	Aussenwände	31%
360	Dächer	18%
340	Innenwände	16%
350	Decken	15%
320	Gründung	12%
310	Baugrube	3%
390	Sonst. Maßnahmen f. Baukonstruktion	3%
370	Baukonstruktive Einbauten	2%

KG	Bezeichnung	Anteil
420	Wärmeversorgungsanlagen	29%
410	Abwasser, Wasser, Gasanlage	27%
440	Starkstromanlagen	24%
430	Lüfttechnische Anlagen	8%
450	Fernmelde - u. Informationsanlagen	4%
470	Nutzungsspezifische Anlagen	4%
460	Förderanlagen	3%
480	Gebäudeautomation	1%

Abbildung 2 Detaillierte Kostenverteilung der Baukosten der Kostengruppe KG 300 und KG 400, basierend auf dem Baukostenindex in Deutschland 2011, nach A. & B. Schulz in [4]

Bei einem Vergleich der Investitionskosten von HighTech und LowTech Bauten zeigt sich, dass die Baukosten für ein Aktivhaus mit eigener Energieversorgung deutlich höher sind als die für ein LowTech Haus [12, SW-01]. Allerdings kann der gewonnene Strom des Aktivhauses wieder veräussert werden, was die Betriebskosten senkt oder sogar zu einem Gewinn führt. Kosten sollten daher gesamthaft mit Betriebskosten in der Lebenskostenanalyse betrachtet werden. Noch komplexer wird die Betrachtung, wenn man alle Folgekosten (externalisierte Kosten) mit berücksichtigt. Dieses Vorgehen ist üblich bei der Lebenszyklus-Kostenanalyse von Gebäuden (LCC) [1].

Weiterhin ist zur Zeit nicht möglich zu beurteilen, ob LowTech oder HighTech Häuser höhere Planungskosten verursachen. Klar ist, dass in den industrialisierten Ländern die Planer und die Handwerker auch mit HighTech Lösungen vertraut sind und diese sowohl in überschaubarer Zeit (abhängig von der Komplexität des Projekts) dimensionieren und einbauen können. Ebenso ist die Bauindustrie heute darauf ausgelegt, HighTech Materialien und Komponenten zu fertigen und durch Massenproduktion relativ günstig anzubieten [PA-01]. Es muss daher näher untersucht werden, welche Lösungen bei LowTech Häusern den Planungsaufwand senken können.

5. Betriebskosten

Wie schon bei den Investitionskosten erwähnt sollte der Aspekt Betriebskosten von HighTech und LowTech Bauten nicht isoliert betrachtet werden. Zum einen erlaubt die Datengrundlage keine abschliessende Feststellung, ob HighTech oder LowTech höhere Betriebskosten haben. Ausserdem ist ein Vergleich schwierig, da die Nutzer von HighTech Bauten oftmals höheren Komfort erwarten und damit höhere Betriebskosten in Kauf nehmen.

6. Funktionalität / Bedienbarkeit

Gerade die breitere Auswahl der Funktionalität und die damit einhergehende höhere Komplexität bei der Bedienung zeichnet eine Reihe von HighTech Produkten aus. Eine höhere Komplexität bei der Bedienbarkeit bei Gebäuden bietet aber nicht nur Vorteile, wenn Nutzer in der Bedienung oder Anwendung überfordert sind und Fachwissen nötig ist, damit diese Produkte richtig eingebaut und betrieben werden [CC-02-03, DH-08, OC-01, SW-02]. Gerade bei der Steuerung von Gebäudetechnik ist daher heute ein Trend zu erkennen, bei dem versucht wird, die Bedienbarkeit der komplexen HighTech Geräte wesentlich benutzerfreundlicher zu gestalten (siehe auch Mobilfunkgeräte etc.).

Ob eine höhere Funktionalität bei Gebäuden sinnvoll ist, kann generell nicht beantwortet werden. Eine Reihe an Bedürfnissen können auf einfache oder komplexe Art und Weise befriedigt werden. In Bezug auf Nachhaltigkeit macht eine höhere Funktionalität dann Sinn, wenn Geräte feiner angepasst werden und weniger Primärenergie für den gleichen Service benötigen. Eine höhere Funktionalität kann auch eher erlauben, dass Geräte miteinander abgestimmt werden können.

7. Wartung / Reparatur

HighTech Produkte können wartungsaufwendiger sein als LowTech Produkte [SW-04-05, CC-04, OC-07]. Gerade bei aktiver Gebäudetechnik (Heizungs-/Lüftungsanlage etc.) oder beweglichen passive Gebäudeelemente (Sonnenstoren etc.) müssen die einzelnen Komponenten üblicherweise regelmässig gewartet werden [SW-03]. Ob die Wartung noch selbst ausgeführt werden kann, hängt einerseits vom technischen Sachverstand der Nutzer ab, aber auch vom Anspruch, den die Wartung fachlich erfordert. LowTech Produkte erfordern zwar auch eine gewisse Wartung, allerdings ist diese oft noch vom Nutzer selbst durchführbar. Gleiches gilt in Bezug auf die Reparatur der Technik, da LowTech Produkte oft wenigere Spezialkomponenten und weniger Ansprüche auf Präzision bei Reparaturen haben.

Die Einsatzfähigkeit von HighTech Produkten in Gebäuden kann schwierig werden, wenn bestimmte Ersatzteile nur noch mit einem Mehraufwand oder gar nicht mehr in Zukunft zu finden sind. Dann droht ein kompletter Ausfall eines Systems, zumindest aber eine Reduktion der Effizienz oder Qualität. Hier können LowTech Komponenten einen Vorteil haben, da angenommen werden kann, dass deren Materialien wahrscheinlich auch in Zukunft in ähnlicher Qualität noch geliefert werden können.

8-9. Beständigkeit und Lebenserwartung

Bei der Beurteilung zur Lebensdauer von HighTech und LowTech Produkten muss zwischen denen der Gebäudetechnik und denen der übrigen Gebäudekomponenten unterschieden werden.

In Bezug auf die Gebäudetechnik unterliegen HighTech Produkte verhältnismässig grossem Wechsel, da diese unter längerem Gebrauch an Effizienz verlieren können (PV-module, Isolierverglasung) oder sogar Defekte aufweisen können [SW-05, OC-02]. Bei der Entwicklung dieser Produkte wird davon ausgegangen, dass die Effizienz der gebäudetechnischen Komponenten in den kommenden Jahren allgemein noch zunimmt und daher werden diese Komponenten auch für einen langzeitlichen Gebrauch entwickelt. Hingegen zeichnen sich LowTech Produkte der Gebäudetechnik oft auch durch relativ hohe Robustheit und einfachere Reparaturmöglichkeiten aus, da viele dieser Produkte eher für ein raues Klima oder ständigen Gebrauch entwickelt wurden. Da diese LowTech Produkte oft auch geringen Wartungszyklen unterliegen, ist deren Lebenserwartung oft hoch.

In Bezug auf die übrigen Gebäudekomponenten zeichnen sich die industriell, hochtechnisch gefertigten Gebäudekomponenten durch eine hohe Qualität und Präzision aus. Die damit gebauten HighTech Gebäude können eine hohe Lebensdauer haben, wenn die Komponenten richtig geplant werden. Bei LowTech Gebäudekomponenten werden hingegen von Anfang an oft grössere Schwankungen in der Qualität akzeptiert, da es sich zumeist um natürliche Baustoffe handelt. Bei gebauten LowTech Gebäuden werden ausserdem grössere Abweichungen und Toleranzen hingenommen. Weiterhin wird bei vielen LowTech Gebäuden das Altern von Materialien eher akzeptiert, bzw. es lassen sich Sanierungen oder der Austausch von Oberflächen eher bewerkstelligen. Ob durch höhere Präzision von HighTech Komponenten oder durch die einfachere Pflege und Sanierungsmöglichkeiten von LowTech Komponenten eine längere Lebensdauer der Komponenten im Gebäude erreicht wird, ist von Fall zu Fall sehr unterschiedlich.

Schliesslich muss kritisch hinterfragt werden, ob HighTech Produkte nicht ganz allgemein eher dazu entwickelt werden, nur über einen kurzen Zeitraum in Gebäuden genutzt zu werden. [AB-03] (siehe Obsoleszenz in Kapitel 2.6).

10. Präzision

Wie vorgängig diskutiert, bieten HighTech Produkte in der Regel eine höhere Präzision bei den Bauteilen, allerdings ist zu hinterfragen, ob diese tatsächlich zu einer höheren Nachhaltigkeit führt. Wenn man mit einer höheren Präzision eine höhere Langlebigkeit von Bauteilen erreicht, kann HighTech bei den Bauteilen gerechtfertigt sein (z.B. dreifache Bitumenbahn eines Flachdachs mit Blechaufkantung). Wenn diese Langlebigkeit aber auch einfacher mit LowTech Lösungen und einer besseren bautechnischen Lösung erreicht werden kann (z.B. Steildach mit Dachüberstand), ist der Mehraufwand für hohe Präzision mindestens zu hinterfragen.

11. Berechenbarkeit

Ähnlich wie die erhöhte Präzision bei den Bauteilen ist ein technischer Aufwand hin zu einer grössere Berechenbarkeit bei der Gebäudetechnik nur dann gerechtfertigt, wenn damit ein deutlicher Gewinn in Bezug auf die Nachhaltigkeit erreicht wird [VJ-01-04, SW02-05]. Wenn dieses Niveau der Nachhaltigkeit allerdings auch mit einer LowTech Lösung erreicht werden kann (z.B. Sensibilisierung der Bewohner in Bezug auf die Fensterlüftung per Hand), muss die HighTech Lösung mindestens hinterfragt werden, wenn sie einen starken Eingriff in die Gestaltung bedeutet [PS-01-05].

HighTech Lösungen bieten allerdings eher die Möglichkeit auf nahe, zukünftige Ereignisse einzugehen (Prädiktive Kontrolle). Wenn die Kontrollstrategien dementsprechend optimiert sind, kann die Gebäudetechnik deutlich sinnvoller und mit weniger Primärenergie betrieben werden [VJ-01-04]. Allerdings sinkt oftmals in diesen Systemen die Möglichkeit, dass der Nutzer Regeln überschreiben und selbst eingreifen kann. Die höhere Komplexität dieser Systeme erfordert ausserdem mehr Fachwissen [CC-02]. LowTech Lösungen zeichnen sich eher damit aus, dass gewisse Zustände nicht exakt vorher planbar sind. Dies umso mehr, wenn sie von regenerativen Quellen wie Sonneneinstrahlung, Wind oder Wasser abhängen, die nicht mit gleicher Leistung konstant abrufbar sind.

12. Allgemeine Erscheinung

Wie in Kapitel 2.6 dargelegt, kann eine LowTech Lösung unter Umständen gewöhnlicher und weniger besonders gegenüber einer HighTech Lösung erscheinen, da Hightech Lösungen zumeist in neuen, teureren Verwaltungs- und Bürobauten eingesetzt werden und diese als modern und innovativ gelten [GM-05]. Zwar kann bei LowTech Bauten unter Umständen die einfachere Herstellung eher nachvollzogen, aber eine eingeschränkte Funktionalität kann im Vergleich zu HighTech Produkten als Manko empfunden werden. Gerade der Eindruck, dass LowTech primitiv in der Herstellung sei und das Erscheinungsbild von LowTech Gebäuden bei denen die industrielle Präzision fehlt, führt dazu, dass LowTech Gebäude eher gewöhnlich und HighTech Gebäude eher als besonders empfunden werden. Einher geht das Erscheinungsbild, dass LowTech Gebäuden eher traditionell und konservativ und HighTech Gebäude hochmodern sind [GM-06, CC-08]. Gerade wegen dieser Kategorisierung sind Bauten wie das Bürogebäude 2226 als Kontrapunkte wichtig, denn LowTech Gebäude können durchaus ein modernes Erscheinungsbild haben [12].

Die Assoziation bei LowTech mit eher konservativen und traditionellen Bauweisen ist auch historisch bedingt, da sich LowTech Lösungen an regional-typischen Bauweisen orientieren, die für die Bedingungen des Ortes optimiert wurden. Die Baustoffe werden eher als natürlich empfunden [GM-03]. HighTech Lösungen hingegen wurden oftmals ohne klimatischen, regionalen Kontext gebaut, so dass sie per se als ungewöhnlich und hochmodern empfunden werden [CC-03].

Gerade weil LowTech Lösungen in der Regel mit eher einfacheren, natürlicheren (im Sinne von weniger Prozesse durchlaufende) Materialien auskommt, gelten die Oberflächen unter Umständen im Raum als weniger edel, gerade wenn auf aufwendige Nachbehandlung verzichtet wird. Dies kann gerade im so genannten gehobenen Wohnungsbau oder in Bürobauten mit hohem repräsentativen Anspruch zum Problem werden, wenn die Kunden Materialien verlangen, die eher mit HighTech Bauten assoziiert werden. Wichtig sind auch hier moderne LowTech Beispiele, die trotz oder gerade durch ihre einfachen Materialien bestechen.

13. Aufbau / Schichtung

Oft sind HighTech Lösungen auch mit einem komplexeren Aufbau und einer differenzierten Schichtung verbunden. Dies betrifft Bauteile (Wand, Boden, Decke, Dach, Fenster, Türen, etc.), aber auch die gebäudetechnischen Komponenten (Heizungs-, Lüftungsanlange, Beleuchtung etc.). Die Entwicklung zu einer stärkeren Differenzierung ist damit begründet, dass jede Schicht und jedes Teil eine bestimmte Funktion erfüllt (Dämmen, Tragen, Schützen etc.) und gebäudetechnische Systeme erst dann funktionieren, wenn alle Komponenten vorhanden sind. Allerdings ist in den letzten Jahren auch ein gegensätzlicher Trend zu erkennen. Bestimmte Baustoffe erlauben wieder einen monolithischen Ansatz (Dämmbeton, Massivholzbau etc.), sodass diese hochspezialisierten Bauweisen eher dem HighTech zuzuordnen sind, in der Erscheinung aber eher den LowTech Bauten ähneln.

14. Persönlicher Bezug zum Gebäude

Gewisse LowTech Lösungen werden im Gegensatz zu Standardlösungen als aufwendiger im Bau oder Betrieb empfunden, allerdings kann sich dadurch ein persönlicher Bezug zum Gebäude entwickeln. So verlangt ein Lehmbau in der Herstellung und ein Holzofen im Betrieb unter Umständen mehr körperlichen Einsatz vom Bewohner, ermöglicht ihm aber auch das Gebäude mitzugestalten oder gibt ihm das Gefühl, die Kontrolle über Prozesse im Haus zu haben [9]. High-Tech Lösungen versprechen umgekehrt mehr Komfort, können allerdings auch zu einer gewissen Distanz zwischen Bewohnern und Ihrem Gebäude führen [DH-09]. Ein schlüsselfertiges Fertighaus aus dem Katalog verlangt vom Besitzer relativ wenig Eigenengagement, ausser den Haustürschlüssel umzudrehen und den Knopf für den Brenner einzuschalten. Die Folgen kontextloser und unpersönlicher Architektur und nicht-nachhaltiger Gebäudetechnik sind jedoch bekannt und sollten allgemein sowohl bei HighTech als auch bei LowTech Lösungen vermieden werden [SP-01].

Die stärkere Technisierung bei der Herstellung von Baumaterialien ging auch mit einem direkten Verlust des Bezugs zu den einzelnen Baustoffen auf der Baustelle einher, was dazu führt, dass nicht-nachhaltige Baustoffe unter Umständen bedenkenloser verbaut werden. Kaum einem Handwerker auf der Baustelle sind der technische Aufwand bei der Herstellung und die ökologischen Folgen der gesamten Prozesskette bei Produkten bekannt. Welche Technik eine einzelne Schraube heute durchläuft, bevor sie auf der Baustelle mit einer Bohrmaschine verschraubt wird, ist unbekannt. Noch diffuser wird es, wenn man auch die Technologiekette mitberücksichtigt, die zur Herstellung einer solchen Bohrmaschine nötig ist, angefangen bei der Gewinnung der Rohstoffe, dem Transport, der Fertigung, dem Versand, dem Marketing, dem Handel, der Lagerung etc. So können einfachere Baustoffe und Bautechniken dem Handwerker unter Umständen eher das Gefühl suggerieren, dass er weiss, wie die Produkte hergestellt wurden, und dass er eher mit seinem Können tatsächlich die Qualität des Gebäudes beeinflussen kann und nicht nur hoch-technisch und hochpräzise vorgefertigte Komponenten einfach bloss zusammensteckt.

3. Kategorisierung von Technik

3.1 Erfassung der Technik und des Technikanteils eines Hauses

Die Technik bei Gebäuden kann zunächst den entsprechenden Lebensphasen eines Gebäudes zugeordnet werden. Vereinfacht lassen sich wie unten dargestellt drei zeitliche Dimensionen im Lebenszyklus eines Gebäudes unterscheiden:

A. Betriebs- und Erneuerungsphase

B. Planungsphase, Bauphase (Sanierungsphase)

C. Rückbauphase

Jede Phase kann weiter verfeinert und differenziert werden. Durch diese Gliederung entstehen automatisch Analogien zum Ökobilanzierungsverfahren (LCA) von Häusern. Es treten allerdings auch die gleichen Probleme auf, denn je umfassender und genauer man den Technikanteil bei Gebäuden beschreiben will, desto weiter muss man die so genannten Systemgrenzen fassen und desto grösser werden die Annahmen, die man treffen muss [1].

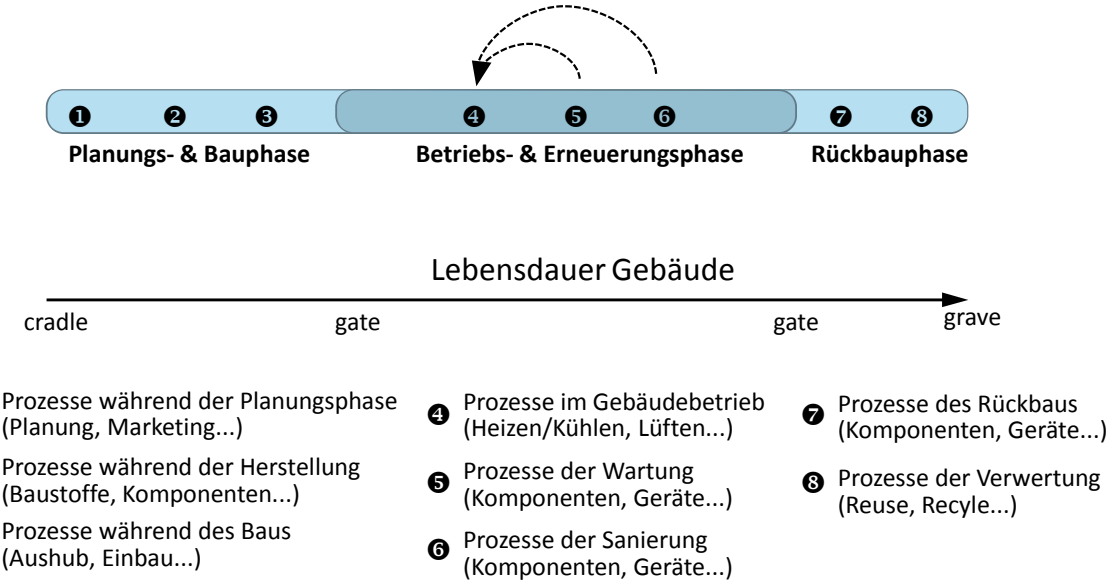


Abbildung 3 Vereinfachte Darstellung der unterschiedlichen Prozesse während der Lebensdauer eines Gebäudes bei denen Technik zum Einsatz kommt

A. Technik im Betrieb eines Gebäudes

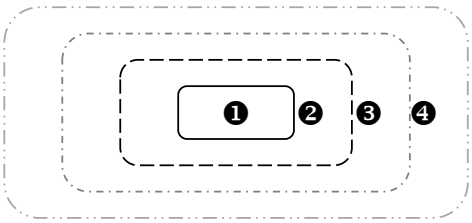
Innerhalb der typischerweise wichtigsten Phase im Lebenszyklus eines Gebäudes, dem Betrieb, existieren unter Umständen verschiedene Eigentumsverhältnisse in Bezug auf die Technik. So sind in Miet- und Bürobauten Geräte und Technik installiert, die zum einen der allgemeinen Nutzung der Bewohner oder dem Betrieb des Hauses dient, und Geräte, die persönlich im eigenen Wohnraum oder am Arbeitsplatz genutzt werden. Bei bestimmten Geräten können die Abgrenzungen unscharf sein, wenn diese gepachtet sind, wie es sich z.B. bei Spülmaschine oder Gefrierschränken in Mietwohnung. Diese Geräte waren möglicherweise nicht Teil der ursprünglichen Planung, gehören aber auch nicht dem Mieter. Bei der Planung eines LowTech Gebäudes

kann man direkt auf den Anteil und die Art der allgemeinen Technik Einfluss nehmen, aber nur indirekt auf die im privaten Bereich genutzten.

Die Gebäudetechnik dient heute grundsätzlich der Versorgung (Entsorgung) mit Frischluft (Abluft), Frischwasser (Abwasser), dem Heizen / Kühlen, der Versorgung mit Licht und ggf. dem Transport innerhalb des Gebäudes mit Aufzügen [7, DK-01]. Gerade bei der Erfassung des Technikanteils, der dem Betrieb eines Gebäudes dient, stellt sich die Frage, wie eng man die so genannte Systemgrenze zieht. Bei der engsten Betrachtung wird nur die Technik erfasst, die direkt im und am Gebäude verortet ist. Dabei kann das Grundstück als Grenze verstanden werden, so dass auch die Technik zur Energieversorgung auf dem Grundstück noch bei dieser Erfassung mitberücksichtigt wird. Allerdings stellt sich auch hier schon die Frage, ob z.B. Windräder, die gemeinschaftlich betrieben werden, anteilsmässig zum einzelnen Gebäude gezählt werden, da sie ja auf einem gemeinschaftlich genutzten Grundstück stehen. Diese Problematik zeigt schon auf, dass es schwieriger ist, den Technikanteil von Gebäuden zu definieren, wenn diese stark in Netzen eingebunden sind (sei es durch Fernwärme, Stromnetze, etc.).

Bei einer erweiterten Systemgrenze wird die lokale oder regionale Technik miteinbezogen, die für das Gebäude nötig ist. Dieser Schritt erfordert jedoch wie unten dargestellt, dass man nicht nur genau die Art der Technik erfasst, sondern auch den Anteil, der dem Gebäude zuzuordnen ist. Der Anteil am Strassenverteiler des Elektrizitätsanschlusses in der Nähe der Grundstücksgrenze kann möglicherweise noch bestimmt werden, der Technikanteil am Umspannwerk, der durch das Gebäude verursacht wird, ist eigentlich unmöglich.

Ein noch umfassenderes Bild über die nötige Technik und den Technikanteil eines Gebäudes ergäbe sich bei einer überregionalen Betrachtung aller Technik, die zur Versorgung eines Gebäudes nötig ist. Dies gäbe ein umfassenderes Bild, grenzt allerdings an das Unmögliche und es ist nicht offensichtlich, ob der Einbezug aller Technik eine bessere Entscheidungshilfe wäre. Vielmehr erscheint es beim jetzigen Erkenntnisstand ausreichend, die relevante Technik im Umfeld zu erfassen und anteilsmässig dem Gebäude zuzuschreiben.



Räumliche Distanz zum Gebäude

Betriebsphase

❶ Technik, direkt am/im Haus und Grundstück (Heiz-, Lüftungsanlage, Kollektor…)

❷ Anteil Technik im Quartier nötig für das Haus (Energieverteiler, Zu-, Abwasser…)

❸ Anteil Technik Gemeinde/Stadtebene nötig für das Haus (Energieversorgung, ARA…)

❹ Anteil Technik überregional, nötig für das Haus (Gewinnung Energieträger…)

Abbildung 3 Vereinfachte Darstellung der örtlichen Systemgrenze in Bezug auf Technik im Gebäude

B. Technik in der Erstellungsphase eines Gebäudes

Neben der Betriebsphase des Gebäudes gibt es in der zeitlichen Dimension des Lebenszykluses eines Gebäudes auch noch die Erstellungsphase und die Phase des Rückbaus. Grundsätzlich lässt sich mit der oben beschrieben Herangehensweise (bei der Betriebsphase) auch in den Phasen der Erstellung sowie des Rückbaus die Art und der Anteil der Technik bestimmen. So kann als engste Systemgrenze während der Erstellungsphase wieder das Gebäude und das Grundstück dienen und man erfasst nur jene Technik, die direkt während der Bauphase hierfür nötig ist. Dies können zum Beispiel alle Baufahrzeuge und eingesetzten Geräte sein. Darüber hinaus kann man auch die gesamte indirekte Technik erfassen, die nicht unbedingt mit Maschinen zu tun hat, zum Beispiel die Füge- oder Abdichtungstechnik von Bauteilen und Komponenten. Denn je nach Vorfertigungsgrad, ist eine mehr oder weniger aufwendige Technik auf der Baustelle nötig, um bestimmte Komponenten einzubauen oder miteinander zu fügen.

In einer erweiterten Betrachtungsweise muss alle Technik erfasst werden, die sekundär nötig ist, um den Baubetrieb überhaupt zu ermöglichen. Dies ist zum einen die Technik, die notwendig ist, diese Maschinen und Geräte herzustellen, aber auch wiederum die Technik, die nötig ist, um die Baumaschinen mit der nötigen Energie zu versorgen. Daneben ist die Transporttechnik zu berücksichtigen, um die Baustoffe, aber auch die Menschen, zur Baustelle zu transportieren[6].

Bei einer umfassenderen Betrachtung müssen die Herstellungsprozesse der einzelnen Bauteile und Komponenten näher analysiert werden. Dabei kann zunächst der tatsächliche Technikanteil im Fertigungsprozess eines Baumaterials / einer Baukomponente beurteilt werden. Bei einer umfassenderen Betrachtung müssten wiederum die gesamte Transporttechnik sowohl der Stoffe als auch der Personen betrachtet werden.

Eine grosse Herausforderung ergibt sich bei einer noch umfassenderen Systemgrenze, die auch die Gewinnung der Rohstoffe mit einschliesst. So sind in der globalisierten Welt die Stoffflüsse nicht transparent und auch der Einsatz der hierfür nötigen Technik nicht immer eindeutig. Eine gewisse Unschärfe besteht, wenn nicht nur neu gewonnene Rohstoffe bei der Produktion eines Baustoffs eingesetzt werden, sondern auch rezyklierte Materialien zum Einsatz kommen. Inwieweit zum Beispiel bei Recyclebeton der Technikanteil berücksichtigt wird, der bereits beim Rückbau eines Bauwerks nötig ist, oder ob dieser Technikanteil nicht dem ursprünglichem Gebäude zugeschrieben werden muss, hängt von der Betrachtungsweise ab[7].

Eine grosse Herausforderung während der Erstellungs- und der Rückbauphase besteht bei der Erfassung des Technikanteils, die zum Betrieb der jeweiligen Maschinen nötig ist. Je nachdem welcher Energieträger genutzt wird, ist mehr oder wenig eindeutig, welcher Technikanteil damit verbunden ist. Wird zum Beispiel ein Dieselgenerator direkt auf der Baustelle zur Stromerzeugung genutzt, kann der Generator als solches als Technik erfasst werden und allgemein alle Technik in der Herstellungskette des Treibstoffs beschrieben werden. Wird allerdings ein Strommix von einem überregionalen Versorger für die gleichen Bauprozesse bezogen, ergeben sich nicht nur Schwierigkeiten die gesamte Technik der jeweiligen Kraftwerke umfassend zu beschreiben, sondern auch der Technikanteil, der hierdurch für das Gebäude entsteht.

Eigentlich müsste man zur Beschreibung der Technik und des Technikanteils eines Gebäudes auch schon die Phase vor der Erstellung des Gebäudes mit einschliessen. Bereits in der Planungsphase werden mehr oder weniger aufwendige Techniken und Technologien verwendet, um ein Gebäude zu entwickeln (Programme zur Gebäudesimulation, Fachplanerwerkzeuge, etc). Je nach Projekt kann dieser Technikanteil mehr oder weniger relevant sein. Da gerade LowTech

6 Somit sollte bei LowTech Gebäuden eigentlich der regionale Handwerker vorteilhafter sein, als eine Fachkraft, die nicht vor Ort ansässig ist.

7 In Anlehnung an Ökobilanzierungsverfahren, sollte dieser Technikanteil eigentlich unberücksichtigt bleiben.

Gebäude unter Umständen einen grösseren Planungsaufwand erfordern, kann momentan nicht beurteilt werden, ob es sich lohnt, diese Phase bei der Bemessung des Technikanteils zu berücksichtigen.

C. Technik in der Rückbauphase eines Gebäudes

Die grösste Unsicherheit bei der Planung eines LowTech Gebäudes existiert bei der Betrachtung des Technikanteils, der in der Phase des Rückbaus später einmal nötig sein wird. Grundsätzlich lässt sich diese Phase jedoch ähnlich strukturieren, wie die oben beschriebene Phase zur Erstellung des Gebäudes. Im engsten Sinne wird wiederum nur die Technik erfasst, die direkt am Gebäude zum Rückbau nötig ist. Neben der Maschinentechnik auf der Baustelle ist dies die Transporttechnik für Materialien und Personen. Bei einer umfassenderen Betrachtung schliesst die Systemgrenze auch die Technik mit ein, die nötig ist, um Baumaterialien entweder zu rezyklieren, wiederaufzubereiten, zu verbrennen oder zu deponieren.

4. Wahl der Gebäudetechnik

4.1 Entscheidungsmuster im Kontext von Kosten, Nachhaltigkeit, Nutzeranspruch

Bei der Planung von Gebäudetechnik können heute viele Dienste und Bedürfnisse mit einem unterschiedlichen Grad an Technik geliefert werden. So lässt sich z.B. die Beleuchtung im Innenraum teilweise passiv über das Tageslicht liefern, wird aber auch aktiv über elektrische Beleuchtung unterstützt. Der Grad der nötigen Technik hängt vom Bedarf der Nutzer und von der Menge an passivem Tageslicht ab. Das Gleiche gilt für Heiz- und Kühlprozesse, die zum Teil passiv möglich sind, aber oft auch aktiv unterstützt werden. Wieder hängt der Grad der nötigen Technik zunächst vom Bedarf der Nutzer ab und dem Vorhandensein an natürlichen Wärmequellen und -senken. Ein Entscheidungsmuster bei der Wahl zwischen Gebäudetechnik (aktiv) und Gebäudekomponenten (passiv) ist in Tabelle 3 dargestellt, der als erster Entwurf zu verstehen ist. Es benötigt weitere Foschungsarbeit diese stärker zu differenzieren und zu validieren. Schon jetzt zeigen Voss et al., dass eine grosse Streuung bei nachhaltigen Bauten in Europa in Bezug auf Kosten und Energiebedarf existieren [17].

Tabelle 3 Entwurf einer Entscheidungsmatrix in Bezug auf Technik im Gebäude.
Grau hinterlegt der ist der Standardtyp, der den Mindestvorgaben der Normen entspricht

Ansatz	Eingesetzte Komponenten	Komfort	Aufwand beim Nutzer	Investitionskosten	Primärenergiebedarf im Betrieb	Betriebskosten bei Energie nicht erneuerbar	Betriebskosten bei Energie erneuerbar	Grad der Nachhaltigkeit
HighTech (passiv)	hocheffiziente passive Komponenten	mindestens oder höher als Standard	gleich oder geringer als Standard	höher als Standard	niedriger als Standard	niedriger als Standard	niedriger als Standard	hoch, wenn Materialherstellung nachhaltig
HighTech (aktiv)	hocheffiziente aktive Komponenten	mindestens oder höher als Standard	höher als Standard	höher als Standard	niedriger als Standard	niedriger als Standard	gleich oder niedriger als Standard	hoch, wenn Materialherstellung nachhaltig
Standard (aktiv & passiv)	ineffiziente aktive Komponenten	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Hybrid LowTech (aktiv & passiv)	aktive+ passive Komponenten	höchstens Standard	höher als Standard	höher als Standard	gleich oder geringer als Standard	niedriger als Standard	gleich oder niedriger als Standard	hoch, wenn Materialherstellung nachhaltig
LowTech (passiv)	nur passive Komponenten	höchstens Standard	höher als Standard	höher als Standard	gleich oder geringer als Standard	niedriger als Standard	niedriger als Standard	hoch, wenn Materialherstellung nachhaltig

Das dargestellte Entscheidungsmuster gilt grundsätzlich für Prozesse, bei denen aktive und passive Möglichkeiten bestehen. Dies lässt sich auch auf ganz banale Entscheidungen übertragen, wie z.B. auf den Bedarf „Wäsche zu trocknen“. Dieses Beispiel wird detaillierter erläutert, da die einzelnen Optionen bekannter sind als die komplexeren Rahmenbedingungen bei einem Gebäude.

I. Die **Standardmethode** heutzutage Wäsche zu trocknen ist, diese in den Trockner zu legen oder einen Tumbler zu nutzen. Der elektrische Strom zum Betreiben stammt üblicherweise aus nicht erneuerbaren Quellen. Trockner und Tumbler haben das Trocknen der Wäsche deutlich erleichtert, allerdings hat dies dazu geführt, dass heute wahrscheinlicher häufiger die Wäsche gewechselt und gewaschen wird. Weiterhin ist dem einzelnen Nutzer in einem Mietshaus der eigentliche Ressourcenbedarf (Energie, Kosten) nicht bei jeder Nutzung direkt ersichtlich.

II. Als Verbesserung kann ein effizienterer Trockner installiert werden (verbesserte Standardtechnik). Noch sinnvoller wäre es einen Wärmepumpentrockner zu verwenden (**HighTech**). Beide Optionen bedeuten, dass ein neues Gerät gekauft und möglicherweise von einer Fachkraft installiert werden muss. Bei der Lösung mit dem Wärmepumpentrockner können weitere Installationen nötig und sinnvoll sein (Zuluft, Abluft). Die Kosten des neuen Geräts müssen sich amortisierten, was oft dazu führt, dass zu diesem Zeitpunkt nicht auch der etwas teureren Strom eingekauft wird, der aus erneuerbaren Quellen stammt. Wahrscheinlich ist in diesem Fall, dass der Besitzer des Trockners keine Ökobilanzierung durchführen wird, sondern rein ökonomisch entscheiden wird.

III. Alternativ könnte der Besitzer das ineffiziente Gerät behalten und den etwas teureren Strom einkaufen, der aus **erneuerbaren Quellen** stammt. Abzusehen ist allerdings, dass das Gerät früher oder später ersetzt werden muss, wenn irreparable Schäden auftreten. Diese Entscheidung zögert den Ersatz des ineffizienten Geräts eigentlich nur hinaus.

IV. Der Nutzer könnte auch eine **Hybride LowTech** Lösung wählen, nämlich die Wäsche auf einer Leine mit einem Standventilator im Trockenraum zu trocknen. Dies ist allerdings mit Mehraufwand (Zeit, Energie) beim Nutzer und mit möglichen Komforteinbussen verbunden (längere Wartezeit bis die Wäsche trocken ist, unter Umständen weniger „qualitativ“ getrocknete Wäsche, weniger Kontrolle in Bezug auf Trocknungsprozess und daher möglicherweise stärkere Schwankungen). Weiterhin kann diese Möglichkeit stärker von den Rahmenbedingungen der Umwelt abhängen (ist z.B. die relative Luftfeuchtigkeit gering genug). Möglicherweise kann an bestimmten Tagen die Wäsche nicht getrocknet werden und der Nutzer muss viel mehr vorausplanen und kann die Wäsche nicht spontan trocknen. Möglicherweise schränken rechtliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen diese Möglichkeit ein (Wäscheleinen sind nicht überall erlaubt oder erwünscht, Trockenräume sind nicht überall vorhanden).

V. Alternativ kann der Nutzer eine rein **passive LowTech** Möglichkeit wählen, nämlich die Wäsche auf einer Leine vor dem Haus zu trocknen. Dies ist allerdings mit noch grösserem Mehraufwand (Zeit, Energie) beim Nutzer und mit noch grösseren Komforteinbussen verbunden. Die Umweltrahmenbedingungen sind noch entscheidender, ob überhaupt Wäsche getrocknet werden kann. (scheint die Sonne, ist die relative Luftfeuchtigkeit gering genug, weht Wind).

VI. Zusätzlich zu den Lösungen I-V und bis zu einem gewissen Grad als Alternative kann der Bedarf an zu trocknender Wäsche reduziert werden **(Suffizienz)**. Dies erfordert aber ein gesellschaftliches Umdenken (kann man mit demselben Hemd an zwei Tagen in das Büro, sind Geruchsbelästigungen stärker hinzunehmen, wie sie in Entwicklungsländern eher als normal gelten, ist diese Lösung gesellschaftlich akzeptabel, da unter Umständen weniger häufig neue Kleider gekauft werden). Schliesslich ist nicht eindeutig, inwieweit durch die Reduktion des Bedarfs eine markante Erhöhung der Nachhaltigkeit beim Trocknen der Wäsche erzeugt wird, wenn dies in Kombination mit der LowTech Lösung V stattfindet, da dadurch nicht direkt markant weniger Emissionen oder direkt eine Reduktion des Primärenergiebedarfs entstehen würde.

5. Erste Planungskriterien für ein nachhaltiges «LowTech» Gebäude

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.

5.1 Planungskriterien in Bezug auf eine nachhaltige Energieversorgung, allgemein

Nahezu alle Nachhaltigkeitsansätze fordern eine Abkehr von der Nutzung nichterneuerbarer Ressourcen in der gesamten Kette an Prozessen im Lebenszyklus eines Hauses [GD-03]. Bei Materialien existieren heute schon zahlreiche Alternativen, die über Ökobilanzierungsverfahren miteinander vergleichbar werden [MR-03]. Im Bereich der Energieversorgung werden ebenfalls Alternativen angeboten, die Situation ist allerdings komplexer. Entwurfsmethoden, bei denen zunächst das Gebäude und alle passiven Komponenten geplant und dann anschliessend mit einer Technik ertüchtigt wurden, waren nur möglich, da leistungsstarke Geräte eingebaut und betrieben wurden. So liess sich in der Vergangenheit prinzipiell jeder Entwurf irgendwie mit Technik nutzbar machen. Allgemein besteht bei der Nutzung von Sonne, Wind und Wasser allerdings die Herausforderung, dass diese nicht zu jedem Zeitpunkt mit der gleichen konstanten Leistung abrufbar und deren Nutzung im Allgemeinen kostenintensiver ist, als die der nichterneuerbaren Ressourcen[8]. Daher ist ein Umdenken beim Planen und Bauen von nachhaltigen Gebäuden erforderlich. Dies kann durch ein optimales Abstimmen der aktiven Gebäudetechnik mit den passiven Gebäudekomponenten (Gebäudehülle, Tragwerk etc.) erreicht werden, bei der man die jeweiligen Vorteile der Komponenten bestmöglich nutzt. Idealerweise verringert eine gute Planung, die z.B. geschickt die solare Einstrahlung nutzt, nicht nur den Heiz- oder Kühlbedarf, sondern so auch den Bedarf an leistungsstarken Geräten, die sonst nötig wären, um Zustände ausserhalb des Komfortbereichs auszugleichen.

Dies erfordert ein stärkeres Denken im Kontext. Nicht ohne Grund verlangen einige Zertifizierungsverfahren[9] das Denken im Areal, wodurch auch den Anteil an Technik zum Bauen und Betreiben eines Hauses beeinflusst wird [5]. So entstehen momentan z.B. Nahenergienetze, die den Heiz- und Kühlbedarf geschickt miteinander ausgleichen. Allerdings verringert dieser Ansatz u.U. nur den Anteil an Technik im Gebäude und erhöht diesen auf der Versorgerseite. Daneben gibt es noch weitere Bereiche des alltäglichen Lebens, die durch das Denken in Netzen den Primärenergiebedarf beeinflussen. Zum Beispiel kann durch das Denken im Verbund die gebäude-induzierte Mobilität von privaten Autos reduziert werden, wenn eine gute Anbindung an ÖNV-Netze oder gemeinschaftlich nutzbare Fahrzeuge angeboten werden. Gerade das Denken im regionalen und lokalen Kontext bei Gebäuden kann indirekt die Nachhaltigkeit im Alltag erhöhen.

Planen im Kontext erinnert stark an traditionelle/autochthone Ansätze in der Architektur, bei denen nur mit den lokalen Gegebenheiten Häuser gebaut werden konnten. Gebäude wieder stärker im Kontext zu planen kann allerdings nicht nur energetisch, sondern auch gesellschaftlich und ästhetisch indirekt zu einer besser integrierten Architektur führen, wenn die Wahl an Materialien, die Bauform dem Ort entsprechen und Gebäude in ihrer Ästhetik weniger fremdartig erscheinen oder als reine Maschinen empfunden werden [SP-05].

8 Bei der Bewertung der tatsächlichen Kosten (inklusive der externalisierten Kosten) kommen die Experten zu unterschiedlichen Ergebnissen. Zum Teil schneidet die Nutzung von nuklearen Brennstoffen deutlich schlechter ab als die Nutzung von erneuerbaren Ressourcen, da die Kosten für Entsorgung oder Endlagerung riesig und die Risiken schwer kalkulierbar sind.

9 Stark etablierte Standards in Europa sind BREEAM, CASBEE, DGNB, HQE, LEED, MINERGIE/ENERGIESTADT

5.2 Planungskriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit, allgemein

Neben einer nachhaltigen Energieversorgung können eine Reihe an Massnahmen zu nachhaltigeren Gebäuden führen. Es würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen, alle diese Kriterien anzugeben und zu bewerten. Die getroffene Auswahl steht auch vor dem speziellen Hintergrund eines LowTech Gebäudes.

Standort: Kann ein nachhaltiges Gebäude auf Siedlungsbereichen entstehen, die nur gering erschlossen sind („auf der grünen Wiese“)?
Es ist möglich ein Gebäude mit einem sehr effizienten Betrieb und mit ökologischen Baustoffen zu planen (z.B. Aktiv- oder Passivhaus). Allerdings ist der Aufwand für die Einrichtung und Erhaltung der typischen Infrastrukturen (wie Strasse, Zu- und Abwasser, Elektrizität, Entsorgung, Zugang zum Internet etc.) bei Gebäuden fern von jedem urbanen Umfeld sehr aufwendig und kann alle Bemühungen hin zu einem nachhaltigeren Leben kompensieren [DH-02]. Weiterhin sind Landschaftsräume heute rar und kostbar geworden und deren Wert kann nicht nur ökonomisch bemessen werden. Eine weitere Zersiedelung muss auch aus gesellschaftlichen Gründen vermieden werden [CC-05&07, SD-04]. Zwar ist diese Forderung seit der Nachkriegszeit bekannt, konnte aber bislang nicht umfassend durchgesetzt werden und sie ist dennoch immer noch richtig, wichtig und aktuell.

Wohntypologie: Welche Wohnform ist nachhaltiger?
Der Wunsch nach einem eigenen Einfamilienhaus stellt bei vielen Menschen immer noch ein erstrebenswertes Ziel dar. Üblicherweise können aber Mehrfamilienhäuser weitaus nachhaltiger gebaut und üblicherweise auch betrieben werden. Oft sind Einfamilienhäuser „unternutzt“[10] und ein Nachverdichten wäre sinnvoll. Allerdings stehen Baurechtsordnungen diesen entgegen. Daher sind Einfamilienhäuser auf der grünen Wiese, so wie sie momentan geplant und gebaut werden, weniger nachhaltig als Ihr Pendant, das urbane Mehrfamilienhaus. Bei diesem Gebäudetyp müssen allerdings von Anfang an Kriterien wie die Förderung von Nutzerdurchmischung und gemeinschaftlich nutzbare Räume im Innen- und Aussenbereich gedacht werden.

Planungsspezifische Kriterien können zu einem nachhaltigeren Gebäude führen. Wichtige Kriterien sind Kompaktheit und Ausnützung, Orientierung und Nutzungsflexibilität.

– *Kompaktheit und hohe Ausnützung: Welche Kompaktheit und Ausnützung führen zu einem nachhaltigeren Gebäude?*
  Allgemein gelten hohe Kompaktheit und Ausnützung bei Neubauten als Indiz für ein nachhaltiges Gebäude [GM-07]. Dies trifft oft in Bezug auf Primärenergiebedarf im Betrieb und in Bezug auf die Menge an Baumaterial zu. Ausserdem können dadurch technisch einfachere Details entstehen. Allerdings entstehen nicht zwangsläufig ästhetisch überzeugende Lösungen, die über Jahrzehnte auch gerne genutzt werden. Beide Dimensionen müssen hinterfragt werden, wenn Bauherren zu Bauformen oder zu einer Gebäudegrösse gezwungen sind, die sie eigentlich nicht anstreben [3].Würde stets die höchste Kompaktheit angestrebt, dürften keine Satteldächer und Loggia mehr gebaut werden. Eine Maximierung der Ausnützungsziffer kann in Widerspruch mit der unten beschriebenen Flexibilität stehen, wenn Räume zu niedrig und zu klein geplant werden. Inwieweit Sanierungsprojekte so verändert werden können, dass sie ohne Einbussen eine höhere Kompaktheit aufweisen, muss von Fall zu Fall geprüft werden. Abschliessend kann also nicht geklärt werden, welcher Kompaktheitsgrad sinnvoll ist, da sich Energieeffizienz nicht mit gesellschaftlichen Aspekten der Nachhaltigkeit vergleichen lassen. Dieses Thema müsste näher im Kontext von LowTech Gebäuden untersucht werden.

10 Laut Daniel Hornung könnte auf 75‘000 Einfamilienhäuser verzichtet werden, würde ein Viertel aller heute unternutzen Immobilien in der Schweiz verdichtet werden. Dies entspricht einer mehrfachen Leistung des momentanen jährlich schweizerischen Baugewerbes entspricht [3].

– *Orientierung: Wie soll ein Gebäude ausgerichtet sein?*
  Zumeist wird unter Orientierung die Ausrichtung in Bezug auf die solare Einstrahlung verstanden. In den meisten Fällen ist es ohne grösseren Aufwand möglich, bei Neubauten die Orientierung zu optimieren. Dies sollte in Abwägung zwischen energetischen, ästhetischen (Ausblick) und städtebaulichen Anliegen geschehen. Auch kann die Grösse der Fenster in sinnvoller Weise über den Primärenergiebedarf für Heizen, Kühlen, Beleuchten im Zusammenhang mit Glaseigenschaften und Sonnenschutz bestimmt und optimiert werden. Inwieweit Sanierungsprojekte verändert werden können, sodass sie eine bessere Orientierung und Ausrichtung erhalten, muss von Fall zu Fall entschieden werden. Auch dieses Thema müsste näher im Kontext von LowTech Gebäuden untersucht werden.

– *Nutzungsflexibilität/- neutralität: Kann das Haus über mehrere Generationen genutzt werden?*
  Niemand kann in die Zukunft schauen und vorhersagen, welche Bedürfnisse und welche gesellschaftliche Zusammensetzung in den kommenden Generationen zu erwarten sind. Allerdings kann eine gewisse, jetzt schon angedachte Flexibilität nur diesen Entwicklungen entgegenkommen. Mit Flexibilität sind keine verschiebbaren Wände gemeint, denn diese Konzepte haben sich nicht als sinnvoll erwiesen. (Der Bedarf Wände zu versetzen ist nach Bezug einer Wohnung selten). Auch wird unter Flexibilität in LowTech Gebäuden sicher nicht verstanden, dass die technische Ausrüstung hoch flexibel und dadurch hoch komplex sein muss. Mit Nutzungsneutralität sind eher Räume gemeint, die nicht spezifisch und minimal geplant sind, sondern eine sinnvolle Grosszügigkeit aufweisen (nicht zu verwechseln mit Verschwendung oder unangemessenen Grössen) und erlauben beim Wechsel der Bewohner eine Flexibilität in der Nutzung [CC-04,DH-01, GG-01, GH-04, MU-02-04, SD-01]. So kann ein Wohnraum zum Schlafzimmer, Esszimmer, Arbeitsraum etc. werden, wenn die Fläche sinnvoll in der Grösse und Proportion gewählt ist, wenn der Raum eine angenehme Höhe aufweist (Durchschnittsgrösse der Erwachsenen nimmt immer mehr zu), wenn Türen so aufschlagen, dass eine gute Möblierung möglich ist, wenn Fenster genügend Tageslicht erlauben, aber auch genügend Privatsphäre zulassen. Gleiches gilt für die Erschliessungsbereiche und Flure, die durch etwas grosszügigere Planung genug Platz lassen für Stauraum etc. Alle diese Kriterien sind den meisten Architekten und Planern bekannt, allerdings werden diese oft durch Vorgaben (rechtliche, aber auch vom Bauherrn) eingeschränkt.

Finanzierung: Wird bei der Finanzierung langfristig geplant?
Wenn der eigentliche Nutzer eines Wohnraums nicht den Bau selbst finanziert, können unterschiedliche Interessen in Bezug auf die Kosten entstehen [GB-01]. Während der Nutzer ein vorliegendes Interesse hat, dass die Betriebskosten möglichst gering sind und daher den Investor drängt, höhere Kosten für ein effizienteres Gebäude in Kauf zu nehmen, wird der Investor hingegen grundsätzlich bemüht sein, seine Baukosten möglichst niedrig zu halten und nimmt dafür höhere Betriebskosten in Kauf. Wichtig ist, dass der Investor eher langfristig plant und nicht eine hohe Rendite in wenigen Jahren erwartet, da dies üblicherweise zu weniger nachhaltigen Bauten führt, sei es bei den schlechteren Baustoffen, der ineffizienten Gebäudetechnik oder den hohen Mietforderungen bei schlechter Architektur.

5.3 Planungskriterien in Bezug auf Bedarf bei LowTech Bauten

Grundsätzlich ist keine Technik per se gut oder schlecht, sondern es kann nur deren Einfluss auf die Nachhaltigkeitskriterien bei Gebäuden beurteilt werden [JV-03, MR-04&05]. So existieren heute schon genügend Lösungen, die das Erstellen und Betreiben eines Gebäudes ökologischer erlauben, als es durch Standard-Lösungen geschieht (z.B. CO_2 arm gebrannter Zement, mit «Ökostrom» angetriebene Baufahrzeuge und Gebäudetechnik, die ohne Emissionen betrieben werden kann). Jedoch sind die Kosten hierfür noch relativ hoch, auch weil diesen Nischenprodukten zumeist noch die Durchschlagskraft von Standard-Massenproduktion fehlt. Die Forderung nach weniger Technik in einem Gebäude macht aber nur Sinn, wenn dadurch gesamtgesehen eine höhere Nachhaltigkeit erreicht wird und zwar in allen Bereichen der ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Nachhaltigkeit. Da mit nachhaltigen LowTech Gebäuden in der industrialisierten Welt allerdings in der Regel höhere Investitionskosten verbunden sind, ist es wichtig, bestimmte Aspekte von Anfang an zu berücksichtigen, die möglicherweise diese Hürde verringern und ein LowTech Gebäude erst ermöglichen. D.h. diese Kriterien sind keine LowTech Kriterien an sich, sollten aber berücksichtigt werden, um ein solches Gebäude erst zu ermöglichen. Allgemein müssen Standardannahmen in Bezug auf den «marktüblichen» Bedarf, d.h. Ausstattungsgrad, der Wohnfläche pro Person, dem Komfort im Betrieb und dem Baustandard, massiv hinterfragt werden, da LowTech Bauten eben nicht Standard Gebäude ist [DG-07, SP-02, SD-05, VC-02]. Mögliche Fragen sind:

Ausstattung: Braucht es mehrere Bäder in einer Wohnung?
Es entsteht bei zu hoher Ausstattung ein höherer technischer und ökonomischer Aufwand bei der Installation und möglicherweise dadurch auch im Betrieb ein höherer Energiebedarf (Heizen, Beleuchten eines zweiten Bades) als nötig [DG-07, GH-01, SP-02].

Flächenbedarf pro Person: Braucht es 40-45qm Wohnfläche pro Person?
Grosse Wohnungen werden heute als Indiz für Erfolg und Prestige empfunden. Deutliche Zusammenhänge bestehen zwischen der steigenden Wohnfläche und dem Ausstattungsniveau pro Person und dem finanziellen Wohlstand einer Gesellschaft. Auch hängt der Ertrag einer Wohnung durch Vermietung oder Verkauf deutlich von der Wohnfläche ab, weshalb der Besitzer ein Interesse hat, eine grosse Fläche und einen hohen Ausstattungsstandard pro Investition anzubieten. Ein Anreiz, die Wohnfläche pro Person zu verringern, kann das Sinken der Betriebskosten sein. Allerdings darf die Flächenminimierung nicht dazu führen, dass Gebäude, weil zu spartanisch, möglicherweise nicht mehr den Mindestansprüchen in naher Zukunft genügen können. Denn dieses Schicksal droht momentan vielen Mehrfamilien- und Siedlungshäusern aus der Nachkriegszeit, die mit relativ spartanischer Ausstattung, minimalen Raumhöhen und nutzungsspezifischen Räumen zu wenig Flexibilität erlauben. Im Gegensatz hierzu bieten die Bauten aus früheren Epochen oft auch noch heute als Stadthäuser genügend Flexibilität und Qualität, so dass diese wahrscheinlich auch in naher Zukunft noch gerne bewohnt werden. Dazu mehr unter Flexibilität.

Durchschnittliche, permanente Versorgung: Müssen alle Räume zu jeder Zeit gleich stark versorgt werden (Information, Wärme, Beleuchtung etc.)?
Oft ist in Altbauten nur eine Steckdose pro Raum vorhanden. Entsprechend dem heutigen Standard wird zumindest bei Bürobauten jeder Quadratmeter technisch hoch ausgerüstet, sei es durch elektrische Anschlüsse im Doppelboden oder durch Ethernet-Anschlüsse an jedem Arbeitsplatz. Weiterhin werden üblicherweise alle Räume in einem Wohn- oder Bürohaus während der Hauptnutzzeiten des Gebäudes gleich mit Wärme versorgt, entsprechend einer durchschnittlichen Vorgabe. Akzeptiert man, dass bestimmte Räume (Bäder, Sitzungszimmer,

Schlafzimmer, Küchen, etc) nur zu bestimmten Zeiten hoch frequentiert sind, kann darüber nachgedacht werden, diese unterdurchschnittlich zu versorgen und dort gewisse Komfortverminderung am Anfang der Nutzung zu akzeptieren (z.B. wenn die Temperatur in den ersten Minuten der Raumnutzung nicht den üblichen 20-26°C entspricht). Dies kann im Konflikt mit dem Kunden stehen, der sich, durch ein permanentes Garantieren eines durchschnittlichen Komforts, eine hohe Wertschöpfung dank zufriedener, effizienter Mitarbeiter erhofft.

(Aus-)Baustandard: Was ist essentiell notwendig und was ist unnötiger Luxus?
Einerseits ist es sinnvoll, einen hohen Baustandard und hohe Qualität zu fordern, damit Gebäude hochwertig lange nutzbar und vor allem lange beliebt bleiben, da eine längere Lebensdauer von Bauteilen, Geräten und Gebäuden an sich die Nachhaltigkeit deutlich beeinflussen [AB-02]. Andererseits sind gewisse Ansprüche an den Baustandard erst durch verschärfte Normen oder den gestiegenen Nutzeranspruch in einer Zeit entstanden, in der fossile Brennstoffe und Ressourcen masslos eingesetzt wurden [PA-01]. Es muss daher hinterfragt werden, was reiner «Luxus» und was tatsächlich ein sinnvoller technischer Aufwand beim Baustandard darstellt. Ziel sollte sein, dass alle der Witterung oder Abnutzung ausgesetzten Bauteile von so hoher Qualität sind, dass sie mit relativ geringem Aufwand wieder saniert werden können [GD-04, GH-03]. Eine Herausforderung bleibt die Beurteilung, welche Ausstattung, Bauteile, Komponenten zur Nachhaltigkeit sinnvoll beitragen und welche nicht. So sollten LowTech Gebäude keine spartanisch ausgerüsteten Gebäude sein, die ein unnatürliches, asketisches Leben verlangen, dass unter Umständen dazu führt, dass diese Gebäude früh wieder abgerissen werden (wenn ein Leben in diesen Häusern nicht lange möglich ist) oder diese so stark verändert oder nachgerüstet werden müssen, dass sie nicht mehr nachhaltig im Betrieb sind (siehe oben zu Flächenbedarf).

Qualität: Welche Bauqualität sollte angestrebt werden?
Einen höheren Qualitätsstandard und damit oft ein höherer Aufwand (und oft Kosten) beim Errichten des Hauses lässt sich nur rechtfertigen, wenn dadurch ein deutlich längerer Werterhalt ermöglicht werden kann. Bei bestimmten Bauteilen kann mit relativ einfachen technischen Massnahmen die Lebensdauer verlängert werden (bessere Detaillierung -> Feuchteschutz, Schutz vor Insektenbefall, Schutz vor hoher UV Strahlung, lange Gebrauchstauglichkeit, etc.) und dadurch der Wert des Gebäudes besser erhalten bleiben. Es ist allerdings zu prüfen, inwieweit eine deutliche Verlängerung der Lebensdauer durch hochtechnischen Einsatz sinnvoll ist. Grundsätzlich haben alle im Gebäude verbauten Komponenten eine gewisse Lebensdauer, die man nicht masslos verlängern sollte, da nur wenige Bauten über Jahrhunderte bestehen bleiben.

5.4 Planungskriterien speziell in Bezug auf LowTech

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 Technologiekette, die damit verbunden ist, zu analysieren. Obwohl mit dieser Studie nicht die Frage geklärt werden kann, welche Systemgrenze hierbei sinnvoll ist (siehe Kapitel 4.1), lassen sich schon jetzt speziell für LowTech Gebäude einige Thesen aufstellen, die in weiteren Forschungsarbeiten überprüft werden müssen:

Nutzerverhalten: Alle Häuser, die in Ihrer Art von Standardgebäuden abweichen (LowTech, High-Tech, Passiv, Aktivhäuser, etc.), erfordern oft vom Nutzer ein gewisses Wissen im Umgang mit dem Gebäude. Auch wenn die Bedienung und Wartung von LowTech Bauten explizit einfacher sein soll als bei anderen nachhaltigen Gebäuden, müssen die Nutzer wissen, dass ein solches Gebäude gewisse Ansprüche erfordern kann. Für einen Erfolg eines LowTech Gebäudes müssen diese Ansprüche vorab geklärt werden:

- *Mehraufwand: Kann der mögliche Mehraufwand beim Betrieb im Tagesablauf eingeplant werden?*
  Werden Gebäudesysteme eingebaut, die wenig automatisiert sind, müssen die Nutzer geschult sein die Gebäudetechnik selbst handzuhaben und selbst zu kontrollieren. Das kann ganz einfach das Heizsystem sein, wenn der Holzofen mit Stückholz befeuert wird, das selbst nachgelegt werden muss. Komplexer wird es möglicherweise schon beim Sonnenschutz, der frühzeitig am Morgen eingerichtet werden muss, bevor sich die Innenräume aufheizen.
- *Vermeidung von Rebound: Wird im privaten Bereich Technik mit Augenmass eingeplant?*
  Alle Bemühungen ein nachhaltiges LowTech Gebäude mit einfacher Technik zu bauen und mit minimaler Gebäudetechnik auszurüsten, können umsonst sein, wenn im privaten Bereich und im Alltag modernste Technik eingesetzt wird, deren Einfluss auf die Nachhaltigkeit möglicherweise sehr negativ ist. Offensichtlich und bekannt sind alle Geräte die einen hohen Strombedarf im Stand-By-Betrieb haben. Auch gibt es eine Reihe an Geräten im Haushalt, die nur sehr selten eingesetzt werden und daher mit anderen Mietern/Nachbarn geteilt werden könnten (Staubsauger, Waschmaschinen, Router, Küchengeräte etc). Schliesslich existiert eine Gruppe an Geräten, die mit einfacherer Technik substituiert werden könnte (Laubbläser/-sauger mit Besen, Motorisierter Rasenmäher mit handbetriebenen Mäher, etc). Nicht zu unterschätzen sind ebenso die Nutzung von Technik in der Freizeit, wenn z.B. Flugreisen oder Kreuzfahrschiffe oft zum Reisen genutzt werden oder wenn die tägliche Anfahrt zur Arbeit mit einem privaten PKW erfolgt. Inwieweit ein Rebound Effekt tatsächlich schon bei der Planung eines LowTech Gebäudes berücksichtigt und vermieden werden kann, muss weiter untersucht werden.

Bauweise und Baustoffe: Mit welchen Materialien und welcher Bauweise sollte ein LowTech Haus gebaut werden?
Pauschal kann es momentan hierzu keine Antwort geben, solange nicht geklärt ist, welche Systemgrenze betrachtet wird.

- Bauten mit hoher thermischen Masse können einen geringeren technischen Aufwand beim Heizen und Kühlen haben, wenn diese gut geplant sind. Dies kann im Winter durch Nutzung von solarer Einstrahlung und im Sommer durch Nachtauskühlung in Kombination mit Verschattung am Tag geschehen. Wenn allerdings der technische Aufwand der Materialherstellung, des Einbaus und des Rückbaus mit beachtet wird, verringert sich unter Umständen aber der Vorteil den diese Bauten im Betrieb haben. Daher kann nicht pauschal beurteilt werden, ob ein Massivbau idealer bei LowTech Gebäuden ist als ein Leichtbau. Weiterhin hängt der technische Aufwand auch stark von den spezifisch verwendeten Materialien ab, z.B. importiertes Holz aus Sibirien verliert durch den Transport Vorteile. Jedoch kann der technische Aufwand beim Recyclen von Holzbauten wiederum geringer sein, wenn sich das Holz von den anderen Baustoffen leicht trennen lässt. Gerade hierzu benötigt es weitere Untersuchungen.
- Wenn Baustoffe eine Vielzahl an technischen Prozessen durchlaufen müssen kann nicht mehr von LowTech Baustoffen gesprochen werden. Ein Vergleich innerhalb einer Materialgruppe kann noch möglich sein, es ist allerdings jetzt schon zu erkennen, dass ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Baustoffen schwierig sein kann, wenn die technischen Prozesse sich kaum miteinander vergleichen lassen (Beispiel Herstellung Ziegel versus Herstellung Holz. Ist der computergesteuerte Brennofen technisch aufwendiger als eine CNC-Fräse?).
- Wenn Rezyklierbarkeit mit beachtet wird, sind wieder trennbare Baustoffe/Komponenten den Verbundstoffen vorzuziehen, ausser die Verbundstoffe verursachen bei der Rezyklierung keinen technischen Mehraufwand.
- Beim Transport von Materialien und Personen ist ein geringerer Aufwand oder eine einfachere Technik vorteilhaft. Damit sind regionale Transportwege sinnvoller als globale.
- Eine geringe Komplexität bei Wand-, Decken-, Bodenaufbauten ist vorteilhaft, ausser der komplexere Wandaufbau verringert gesamt gesehen den technischen Aufwand und erhöht die Nachhaltigkeit eines Gebäudes.
- Die Oberflächen eines Gebäudes sollten mit möglichst wenig technischem Aufwand behandelt, gepflegt oder erneuert werden können. Das Altern eines Baustoffs sollte akzeptiert und mit eingeplant werden, da dies den Aufwand bei der Pflege verringert.

Gebäudetechnik: Welche Gebäudetechnik ist vorzuziehen?
Diese Frage kann nur im Kontext mit allen aktiven und passiven Komponenten geklärt werden [DK-02, GH-02, OC-05-06]. So machen möglicherweise kompakte CO_2 Sensoren in bestimmten Bürobauten Sinn, wenn nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Nutzer regelmässig und diszipliniert die Luftqualität selbst beurteilt und entsprechend handelt. Zwar sind diese Sensoren HighTech Produkte, können aber eine LowTech Lüftung sinnvoll ergänzen. Wie allgemein in Kapitel 2.1 und speziell in Kapitel 4.1 dargestellt, ist die Frage der sinnvollen Gebäudetechnik hochkomplex und es kann zur Zeit nicht abschliessend beantwortet werden, welche Gebäudetechnik nicht verwendet werden sollte. Allerdings lassen sich folgende Detailkriterien als Thesen formulieren:

- Bei einer weiten Systemgrenze und einer Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus sinkt die Bedeutung des Technikanteils während der Betriebsphase und muss relativiert (annualisiert) mit dem technischen Aufwand in anderen Phasen verglichen werden. Wird nur die Betriebsphase und nur das Gebäude auf dem Grundstück betrachtet, muss jede zusätzliche Installation eines Geräts im Vergleich mit den anderen Geräten bewertet werden, ob sich dadurch die Nachhaltigkeit verändert.
- Unabhängig von der gewählten Systemgrenze und den betrachteten Zeiträumen, sollten gebäudetechnische Komponenten austauschbar sein, um Flexibilität und Fortentwicklung eines Gebäudes zu erlauben [OC-03-04]. Ein möglicher Austausch von Technik Komponenten darf nicht dazu führen, dass eine Kette von weiteren Komponenten ebenfalls ausgetauscht werden muss. Die Zugänglichkeit zu allen Komponenten muss einfach gewährleistet sein
- Die verdeckte Leitungsführung durch Wände, Decken und Boden kann einen technischen Aufwand verursachen. Doppelboden oder abgehängte Decken bieten zwar mehr Flexibilität, allerdings auf Kosten von relativ komplexen Details, die einen bautechnischen Aufwand erzeugen.
- Die Wartung von gebäudetechnischen Komponenten sollte auch in der Zukunft möglich sein, sei es von fachlicher Seite des Personals oder technischer Seite in Bezug auf das Vorhandensein von Ersatzkomponenten. Falls die Wartung von eingebauten Komponenten gut ausgebildetes Fachpersonal verlangt und dieses nicht vorhanden ist, kann es zu Fehlern und Ineffizienz kommen. [CC-02] Dies ist unter Umständen seltener, wenn die Nutzer die Geräte selbst einfach warten und kontrollieren können und Ersatzteile Standardkomponenten sind.
- Wie in guten HighTech Lösungen sollte alle notwendige Technik in LowTech Gebäuden gut integriert sein. Applizierte Technik ist langfristig keine ansprechende Lösung [DH-03].

Neben den allgemein formulierten Kriterien eines LowTech Hauses lassen sich schon jetzt Thesen zu den einzelnen Komponenten und Gebäudeteilen formulieren.

Untergeschoss

- Der Aushub für ein Untergeschoss ist mit relativ hohem technischen Aufwand verbunden. Daher sollte dieser möglichst vermieden werden. Dies ist allerdings zu relativieren, wenn sich das Gebäude z.B. in einem hoch verdichteten Umfeld befindet und der technische Aufwand für den Bau eines Untergeschosses den technischen Aufwand in anderen Teilen des Gebäudes/Lebenszyklus verringert.

Fenster

- Gerade bei Fenstern ist die Rezyklierbarkeit des Rahmens und der Gläser zu garantieren. Dabei ist auch der technische Aufwand zu berücksichtigen, die Verbundwerkstoffe oder Kunststoffe des Rahmens bei der Rezyklierung verursachen.
- Gerade bei Fenstergläsern, die einen Sonnenschutz oder Wärmeschutz durch die Beschichtung bieten, kann die Herstellung unter Umständen technisch aufwendig sein. Allerdings kann der Mehraufwand bei diesen Gläsern den technischen Aufwand der Kälte- und Heiztechnik wieder aufwiegen, wenn dadurch gewisse Technik erst gar nicht verbaut werden muss.
- Verschattungselemente sollten möglichst einfach und robust im Betrieb sein. Komplexe Steuerungselemente sind zu vermeiden. So können Rollläden bautechnisch im Vergleich zu Klappläden technisch einen Mehraufwand bedeuten. Festinstallierte Sonnenschutzelemente sind weniger aufwendig als Sonnenstoren.

Decken/Boden

- Allgemein sollten die Bodenbeläge aus robusten Materialien sein, die einfach gepflegt und saniert werden können. Allerdings sollten Materialien vermieden werden, die technisch aufwendig in der Herstellung/Rezyklierbarkeit sind oder in Bezug auf die Nachhaltigkeit problematisch sind.

Wärmebrücken/Anschlüsse an Hülle

- Wenn hoher bautechnischer Aufwand betrieben werden muss, um Anschlüsse an die Gebäudehülle zu dämmen und Wärmebrücken zu vermeiden, kann unter Umständen darauf verzichtet werden, wenn keine bauphysikalischen Schäden oder baubiologischen Probleme zu erwarten sind. Die höhere energetische Effizienz muss hier mit dem bautechnischen Mehraufwand verglichen werden.

Terrassen / Loggia / Vorsprünge

Alle technisch aufwendigen Versprünge in der Kubatur sind zu hinterfragen, wenn dadurch der bautechnische Aufwand steigt und der Bedarf an Primärenergie im Betrieb steigt.

Details

- technisch aufwendige Knotenpunkte und Verbindungselemente sollten vermieden, hingegen einfache Bautechniken und Details bevorzugt werden.

Die hier dargestellten Richtlinien sind sicherlich noch nicht vollständig. Sie können nur ein erster Ansatz sein und müssen im Detail überprüft bzw. ergänzt werden. Sie sind mit Absicht ohne Rücksicht auf gängigen Normen oder Verordnungen entstanden und dienen daher eher als Denkanstoss. Da jede Bauaufgabe speziell ist und die hier gelisteten Verallgemeinerungen zu Vereinfachungen tendieren, finden sich sicherlich Projekte, die durch ihren Kontext spezielle Rahmenbedingungen haben, die hier nicht berücksichtigt werden. Weiterhin zeigen die hier aufgeführten Richtlinien keine Prioritäten oder Schwerpunkte auf. Daher sollten diese Richtlinien in nachfolgenden Forschungsprojekten weiter untersucht werden.

6. Appendix

6.1 Literaturverzeichnis

[1] H. König, *Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung*. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Detail Green Book, 2010.

[2] C. Schittich, *Kosteneffizient Bauen: Innovative und individuelle Detaillösungen für unterschiedliche Gebäudetypen*. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Detail Green Book, 2007

[3] M. Mosimann, M. Lettau, and A. Fahrni, *Das Holzhaus der Zukunft: Ökologisch bauen mit menschlichem Maß*. Rotpunktverlag, 2012

[4] C. Schittich, *Einfach Bauen Zwei*. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Detail Green Book, 2012

[5] T. Ebert, N. Essig, and G. Hauser, *Zertifizierungssysteme für Gebäude : Nachhaltigkeit bewerten : Internationaler Systemvergleich : Zertifizierung und Ökonomie.* München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Detail Green Book, 2011.

[6] J. M. Minguet, *Low Tech Architecture*. Instituto Monsa de Ediciones, S.A., 2010.

[7] K. Daniels and E. Schwaiger, *Low-Tech, Light Tech, High Tech: Bauen in Der Informationsgesellschaft*. Birkhäuser Verlag AG, 1998.

[8] *Schweizer Energiefachbuch 2014: Nachhaltig Planen, Bauen und Betreiben*. Kömedia AG, 2014.

[9] A. Mostaedi, *Sustainable architecture: lowtech houses*. Carles Boto i Comera, 2002.

[10] B. Lenz, J. Schreiber, and T. Stark, *Sustainable Building Services: Principles - Systems - Concepts*. Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Detail Green Book, 2010.

[11] J. M. Minguet, *Ultra Low Tech Architecture*. Instituto Monsa de Ediciones, S.A., 2011.

[12] F. Aicher, *Interview mit D. Eberle: Low-Tech Ziegelbau*. Bauwelt 27-28, 2012.

[13] E Brynjolfsson, et. al*, Information Technology and Productivity: A Review of the Literature*, In Advances in Computers, Elsevier, 1996, Volume 43, Pages 179-214, http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60644-0.

[14] L. F. Katz, D H. Autor, *Chapter 26 Changes in the wage structure and earnings inequality*, In: Orley C. Ashenfelter and David Card, Editor(s), Handbook of Labor Economics, Elsevier, 1999, Volume 3, Part A, Pages 1463-1555, http://dx.doi.org/10.1016/S1573-4463(99)03007-2.

[15] K. Tuchel, *Herausforderungen der Technik: Gesellschaftliche Voraussetzung und Wirkung der technischen Entwicklung*, Bremen, Carl Schünemann 1967

[16] H. Wolffgramm, *Allgemeine Technologie : Elemente, Strukturen und Gesetzmässigkeiten technologischer Systeme*, Leipzig : VEB Fachbuchverlag 1978

[17] K. Voss, E. Musall, *Nullenergiegebäude: Klimaneutrales Wohnen und Arbeiten im internationalen Vergleich,* , Detail Green Book, 2011

6.2 Autorenverzeichnis

Die folgende Tabelle listet die Autoren der Aufsätze und verweist auf deren in Kapitel 7.3.

Name	Vorname	Tätigkeit	Affiliation	Abkürzung
Bereiter	Arno	Architekt	Büro, Lustenau	BA
Clavuot	Conradin	Architekt	Uni Li, Dozent	CC
Daniels	Klaus	Ingenieur	ETHZ, Prof. em.	DK
Droege	Peter	Wissenschaftler	Uni Li, Prof.	DP
Dworzak	Hugo	Architekt	Uni Li, Dozent	DH
Gasser	Bernhard	Ingenieur	Uni Li, Dozent	GB
Gauzin-Müller	Dominique	Wissenschaftlerin	EAS, Prof.	GD
Gschwendtner	Gert Georg	Wissenschaftler	Uni Li, Dozent	GG
Gstöhl	Daniel	Wissenschaftler	Uni Li, WiMi	GD
Hausladen	Gerhard	Ingenieur	TUM, Prof. em.	HG
John	Viola	Wissenschaftlerin	ETHZ, Prof.	JV
Krappmeier	Helmut	Wissenschaftler	Energieinstitut, Dornbirn	KH
Leibundgut	Hansjürg	Ingenieur	ETHZ, Prof.	LH
Mair	Robert	Architekt	Uni Li, Dozent	MR
Meister	Urs	Architekt	Uni Li, Prof.	MU
Ospelt	Christoph	Ingenieur	Uni Li, Dozent	OC
Pfanzelt	Alexander	Architekt	UIBK, WiMi	PA
Schwarz	Dietrich	Architekt	Uni Li, Prof.	SD
Staub	Peter	Wissenschaftler	Uni Li, Ass. Prof.	SP
Streicher	Wolfgang	Wissenschaftler	UIBK, Prof.	SW
Vallaster	Christine	Wissenschaftlerin	Uni Li, WiMi	VC
vom Brocke	Jan	Wissenschaftler	Uni Li, Prof.	VJ

6.3 Hauptaussagen und Thesen der Autor/-innen

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Thesen und Aussagen der Autoren zusammen und verweist auf die Referenzen zum Haupttext der Vorstudie

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
Bereiter, Arno	[AB-01]	– Ein wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeit ist in unserer Gesellschaft der Verzicht!
	[AB-02]	– Gebäude müssen mit bautechnischer Qualität erstellt, sinnlich hergestellt werden, damit eine lange Lebensdauer möglich ist
	[AB-03]	– Haus darf nicht mit geplanter Obsoleszenz angegangen werden
		– Zur technischen Ausstattung, gerade so viel wie notwendig, also Low Tech
		– Das „konservative“ Wohnen braucht kein High Tech, sondern nur eine intelligente, solide Grundversorgung und die Kompetenz zu deren sinnvollen Anwendung.
		– Der Mensch akzeptierte in der Vergangenheit keine Wohnmaschine und will sie auch in Zukunft nicht!
		– Grundvoraussetzung zum Wohlfühlen ist Einfachheit im Sinne der Handhabung (der Technik),
		– Nachhaltigkeit definiert durch räumlich qualitative Vielfalt, die Beziehung zur Umgebung, die Beziehung zwischen Innen und Außen (Natur), Intimität, Sinnlichkeit im Sinne der Ästhetik, der Akustik, Haptik und der Gerüche
Clavuot, Conradin		– Technik soll nur eingesetzt werden, um wirklich Essentielles einfacher zu erreichen
		– Lebensqualität hat nichts mit Technik zu tun
		– Wenn möglich Essentielles ohne Technik liefern
	[CC-01]	– Die Bauphysik wird durch die Technik gelöst
	[CC-02]	– Technik bedeutet viel Arbeit für den teuren Spezialisten
	[CC-03]	– Technik verursacht hohe Energiekosten, Bedienungsvorschriften an die Benutzer, Raumverluste, Künstlichkeit
		– Gesamte Energiebilanz nicht positiv: Graue-Energie durch Ersatzteile, Energieverluste bei Anlageausfall, Autofahrten
		– Raumluftqulität bei Komfortlüftung schlecht, Trockene Raumluft schadet Materialien und Menschen
		– Elektrische Batterien sind schlechter als natürliche, wie Baumasse und Erdreich (Ressourcen, Energiebilanz)
		– Bestes Konzept: Baumasse, diffusionsoffene Wände, guter Sonnenschutz, gute Dämmung, minimale Notheizung
	[CC-04]	– Flexible Häuser entscheidend bei Nachhaltigkeit
		– Sanierung vor Rückbau (Baukulturelle Nachhaltigkeit)
	[CC-05]	– Keine Bauten auf der „Grünen Wiese“
		– Traditionelle Bauweise vor Internationale Architektur
		– Bauten ohne Technik sinnlicher

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
Daniels, Klaus	[DK-01]	– Der Bedarf der Bewohner liegt in folgenden Bereichen: Ausreichende Belichtung, Ausreichende Belüftung, Ausreichende Beheizung, Wasserver- und entsorgung, Nahrungsmittel – Gebäude haben elementare Bedürfnisse von Menschen zu erfüllen.
	[DK-02]	– Die Frage , wie viel Technik ein Haus braucht, lässt sich nicht eindeutig beantworten, da zur Beantwortung der Außenraum mit betrachtet werden muss. – Die Wärmeenergie zur Temperierung eines Gebäudes kann selbstverständlich massiv dadurch reduziert werden, dass das Gebäude in Anlehnung an den Passivhausstandard oder darüber hinaus isoliert wird. – Bauobjekte lassen sich so gestalten, dass sie ihre Wärmeverluste ausschliesslich über innere Wärmegewinne kompensieren (Geräte, Beleuchtung, menschliche Wärmeabgabe)
Droege, Peter		– Landschaft und Siedlung, Raum und Architektur werden im Kampf für Klimastabilität und Energiewende dramatisch aktiviert und mobilisiert werden müssen, um unser Wirtschaftssystem auch widerstandsfähiger zu machen gegen Blasen und Krisen. – Aus Siedlungen werden Energiegemeinden,aus Häusern Energiezentralen und speichernde Wasserfilter. Denn wir entdecken, dass unsere Region eine Fülle an erneuerbaren Ressourcen hat, zu deren Erschliessung es lediglich der Anwendung bestehender Planungsmethodik und Technologiebedarf.
Dworzak, Hugo	[DH-01]	– Nutzungsfrei geplante Bauten sind am ehesten nachhaltig, da sie lange gebraucht wreden können zum Wohnen, Arbeiten etc
	[DH-02]	– Einfamilienhaus auf der „Grünen Wiese“ problematisch
	[DH-03]	– Applizierte nachhaltige Technologie auf konventionell gebaute Häuser problematisch – Die Bauindustrie bemüht sich die Probleme zwar zu beheben, aber nicht an der Wurzel derselben.
	[DH-04]	– Steigende Komplexität bei Gebäuden verursacht steigende Kosten – Normen können zu Entscheidungen zwingen, die nicht unbedingt sinnvoll oder nachhaltig sind
	[DH-05]	– Beim Hausbau sind 80 Personen sichtbar beschäftigt. Im Vergleich dazu sind in der HighTech-branche Autoindustrie gerade noch 17 Personen am Produkt beteiligt. – Der Wert eines Gebäudes wird weniger durch die Herstellungskosten, sondern vielmehr durch die Akzeptanz der Benutzer gebildet
	[DH-06]	– Das Haus benötigt keine Technik, die Gesellschaft jedoch schon.
	[DH-07]	– Ansprüche an Komfort sind seit Menschendenken gestiegen – Minergie und Passivhaus sind eine abgeschwächte Form von Air-Conditioning
	[DH-08]	– Mit zunehmendem Aufwand an Technologie ist auch die Handhabung durch den Benutzer immer schwieriger
	[DH-09]	– Servicesysteme übernehmen die ein Handeln in Eigenverantwortung
	[DH-10]	– Das Haus benötigt keine, die Gesellschaft jedoch schon.

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
John, Viola	[JV-01]	– Die über den gesamten Gebäudelebenszyklus hervorgerufenen Umweltwirkungen müssen ermittelt und minimiert werden
	[JV-02]	– Lebenszyklusphasen sind Erstellung, Erhalt, Betrieb und Entsorgung des komplexen Gebäudesystems – Der Wunsch nach mehr „Wohngesundheit“ der Menschen führt zunehmend dazu, dass auch die Einwirkungen von Baustoffen und Innenraumklima auf das menschliche Wohlbefinden mittlerweile stärker hinterfragt wird
	[JV-03]	– Sowohl High Tech als auch Low Tech Ansätze haben ihre Berechtigung – Kritisch sind hochtechnisierte Materialien und Technikkomponenten, deren Herstellung zu einer Verknappung wichtiger Ressourcen beitragen oder der Umwelt irreparable Schäden zufügen – Eine allgemeingültige Antwort auf diese Frage ist in der Regel so wenig zu geben wie die Antwort auf die Frage, welcher Baustoff der nachhaltigste ist. – Ein reduzierter Materialeinsatz ist wichtig (so viel wie nötig, so wenig wie möglich) – Eine gute Austausch- und Rückbaubarkeit der Baustoffe ist wichtig, damit diese für Wiederverwendung und Recycling nutzbar gemacht werden können – Optimierungsstrategien für Gebäudehülle und –technik für jedes Haus individuell nötig – Gute Rückbaubarkeit, sortenreine Trennung von Baustoffen, Recycling, Upcycling und Urban Mining werden mt hoher Wahrscheinlichkeit zu entscheidungsrelevanten Parametern in der Gebäudeplanung werden – Die Frage nach dem optimalen Grad der Technisierung von Gebäuden muss daher im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Entwicklungstendenzen und technischem Fortschritt konsequenterweise auch in Zukunft im jeweiligen Kontext immer wieder neu gestellt werden.
Gasser, Bernhard		– Schlüssel für den Erfolg für LowTech sind die Planungsprozesse
	[GB-01]	– Interessenskonflikt Bauherr/Planer – Nachhaltigkeit auf Grundlage von etablierten Labeln
Gauzin- Müller, Dominique		– Auch unter Akteuren des Bauens enthält der Begriff Nachhaltigkeit ganz unterschiedliche Bedeutungsfelder. Der Schwerpunkt kann auf Energiesparen, Ökobaustoffen oder soziokulturelle Zielsetzungen gelegt werden.
	[GM-01]	– negative Seiten der Verwendung von Baumaterialien und -techniken aus Industrieländern: den hohen Anteil an grauer Energie für Herstellung und Transport, die Unangepasstheit von Betonsteinen für warmes Klima und den Verlust an Identität
	[GM-02]	– Einheimischen Materialien werden öfters dank eines gezielten Einsatzes moderner Technologien, die zum Teil in europäische Labors zuerst getestet wurden, aufgewertet. Also High-Design für Lowtech Materialien
	[GM-03]	– Die Ästhetik der einfachen Materialien
	[GM-04]	– Lehm ist nicht der „Baustoff der armen Leute“

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
	[GM-05]	– Hightech hat immer noch im städtischen Raum der Industrienationen weiterhin seinen Platz
	[GM-06]	– Wiederentdeckung der „vernacular“ Architektur
	[GM-07]	– Statt auf Hochrüstung mit aufwändiger Technik zu setzen, kann man beim Errichten unserer Wohnungen, Arbeitsstätten und öffentlichen Bauten Materialverbrauch und CO2-Emissionen mit Lowtech-Ansatz dauerhaft reduzieren: durch an den Kontext angepasste Gebäudeausrichtung, richtige Proportion der Glasanteile, nächtliche Durchlüftung, Auswahl lokaler erneuerbarer Materialien, usw. – Dabei sollen die Nutzer in den Mittelpunkt gestellt, ihr Komfort im Sommer wie im Winter berücksichtigt und ihre individuelle Wünsche erfasst werden – Der Erhalt, die energetische Verbesserung und die sinnvolle Aufwertung alter Bausubstanz spielen auch eine wichtige Rolle. Es wird damit nicht nur jede Menge grauer Energie gespart und altem Bestand neues Leben verliehen – Dieses Prinzip folgt der „vernacular“ Architektur, die de facto aufgrund ihrer Einbindung in die natürliche oder städtebaulich gewachsene Umgebung, ihrer Anpassung an die klimatischen Gegebenheiten und der effizienten Verarbeitung lokaler Materialien nachhaltig war – Es fehlt nur der Wille, herkömmliche verschwenderische Praktiken in Frage zu stellen und neue, nachhaltigere, konsequent durchzusetzen. Es geht um eine Gratwanderung in der Mentalität und im Verhalten. – Eine nachhaltige Architektur, die sich nur ein kleiner Teil der Weltbevölkerung leisten kann, ist nicht zukunftsfähig. – Wer sich in seiner gebauten Umgebung wohl fühlt, ist seltener krank, freundlicher zu anderen und leistungsfähiger – Das Wesentliche liegt im Menschlichen, nicht im Technischen.
Gschwendtner, Gert		– Hohe Sinnlichkeit in der Architektur führt zu hoher Zufriedenheit und so zu hoher Nachhaltigkeit – Technisch hoch ausgerüstete Bauten können energetisch nachhaltig, aber ohne Sinnlichkeit sein – Schlechte Architektur führt zu hohem Energieverbrauch, da der Nutzer aus Unbehagen mehr heizt, beleuchtet etc – Symmetrie ästhetisch entscheidend
	[GG-01]	– Funktionsfreie Räume sind nachhaltiger, da flexibler
Gstoehl, Daniel	[GD-01]	– Grundsätzlich braucht das Haus nichts. Wie viel (Technik) braucht der Mensch um nachhaltig zu wohnen/leben? – Zuerst Bedarf reduzieren: Effiziente Gebäudehülle, kompakte Gebäudeform. passive Solargewinne ausnützen, Transmissionsverluste minimieren, ausreichend thermische Masse um Temperatur zu stabilisieren
	[GD-02]	– Konsequente Berücksichtigung der grauen Energie über gesamten Lebenszyklus bei Konstruktion und Materialwahl – Nur Einsatz effizientester Heizung/Geräte/Lüftung
	[GD-03]	– Energiebedarf nur mit erneuerbaren Quellen decken. Erneuerbare Energieproduktion vor Ort maximieren

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
	[GD-04]	– Einfache, robuste Systeme. Lange Lebensdauer anstreben. – Passive Wärmegewinne aktiven Gewinnen vorziehen. – Komplexe Systeme nur wenn korrekter Betrieb und Unterhalt sichergestellt ist
	[GD-05]	– Abstimmung der einzelnen Systeme (Regelung Heizung, Kollektoren, PV, Lüftung) berücksichtigen, damit diese sich nicht gegenseitig kannibalisieren. – Einfamilienhaus ist zu eng gefasst. Siedlungsstrukturen beeinflussen Verkehrsaufkommen – Es besteht heute immer noch eine grosse Lücke zwischen technisch (leicht) Möglichem und durchschnittlich Gebautem – Menschen tendieren grundsätzlich zu Bequemlichkeit. Entscheidungsspielraum (zu „schlechtem“ Verhalten) der Menschen einschränken. – Energiebedarf pro m2 Wohnfläche konnte zwar in den letzten beiden Jahrzehnten massiv gesenkt werden. Diese Einsparungen wurden durch den erhöhten Anspruch an Fläche aufgebraucht (aussagekräftiger kWh/Person statt kWh/m2).
	[GD-06]	– Nutzerverhalten ist entscheidend
	[GD-07]	– Genügsamkeit notwendig (steigender Raumbedarf, Mobilitätsansprüche, Trends in Architektur u.U. irreführend)
Gerhard Hausladen		– Entwicklung der Bautechnik führt zu hohem Standard der Gebäudehüllen, dadurch ergibt sich eine größere Freiheit in der Wahl und Lage der haustechnischen Systeme zum Heizen, Kühlen und Lüften; – Effizienter Einsatz von Flächen Heiz- und Kühslsystemen möglich und damit LowEx Konzepte mit einem effizienten Einsatz von Umweltenergien – Hoher Anspruch an das Raumklima und Wunsch der absoluten Steuerungsmöglichkeiten führt zu hohen Reglements und dadurch zur Aufrüstung der Gebäude mit haustechnischen Systemen
	[GH-01]	– Hinterfragen der Anforderungen im Zuge neuer Gebäudekonzepte notwendig v.a. im Hinblick des Ausrüstens der Gebäude für sämtliche Eventualfälle
	[GH-02]	– Kombination von passiven und aktiven Systemen mit Fokus auf passiven Strategien: Optimierung passiver Gebäudekonzepte mit Erweiterung der Betrachtung außerhalb der Systemgrenze Gebäude hin zu Versorgungsstrukturen hin zu „smart grids“
	[GH-03]	– Ziel: Schaffung robuster Gebäude
	[GH-04]	– Nachhaltigkeit von Gebäuden heißt Umnutzungspotential – Geringer sowie einfacher Wartungsaufwand durch Integration der Technikflächen vertikal und horizontal im Gebäude in die architektonische Struktur. Revision und Umbau einfach gestalten;
	[GH-05]	– Betrachtung der Lebenszyklen einzelner Gewerke wichtig bereits im Entwurfsprozess
Krapmeier, Helmut		– Mit Sonnenkollektoren kann mehr als die Hälfte der Energie für die Warmwasserbereitung ersetzt werden – Holz in die Wand statt Holz in den Ofen: Holzdämmung spart Holz – Mit der Wärmerückgewinnung einer Komfortlüftung können 80 % der Lüftungsenergie eingespart werden

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
Leibundgut, Hansjürg	[LH-01]	– Es geht nicht um die Energie, sondern um die Folgen des Energieeinsatzes, also z.B. um die Emissionen des Energieverbrauchs für die Erstellung und den Betrieb des Gebäudes.
	[LH-02]	– Gesamte Kette eines Prozesses muss betrachtet werden, um alle Technik darin zu erkennen
		– Die gegenwärtige Doktrin zum „Energiesparen“ greift zu kurz.
	[LH-03]	– Es geht nicht nur um die Gebäudetechnik, sondern um die gesamte Technik, die zur Erstellung und zum Betrieb eines Gebäudes erforderlich ist.
Mair, Robert		– Häuser bauen (oder sanieren), die ein Leben ermöglichen das so nachhaltig ist wie das von Urgroßmutter und gleichzeitig unsere selbstverständlichen Ansprüche an Vollautomatisation mit App-Steuerung erfüllt.
	[MR-01]	– Wenn ausgefeilte Passivhäuser vollgepackt mit High-Tech Materialien und Gerätschaften eine recht kurzer Lebensdauer haben dann absolut nicht nachhaltig
	[MR-02]	– Suffizienz wichtig
	[MR-03]	– Natürliche und unbehandelte Rohstoffe wo es geht. Die Palette der ökologisch verträglichen Baustoffe ist breiter denn je.
	[MR-04]	– Eine kategorische Ablehnung von Technik, die es mir ermöglicht auch am zivilgesellschaftlichen Leben teilzunehmen, geht zu weit
	[MR-05]	– Technik ist letztlich nichts Böses, es sind Lösungen die das Leben leichter und lebenswerter machen sollen. Die kritische Frage ist wie immer jene nach der Dosis.
		– Ein bedachterer Umgang mit Problemstoffen bzw. mit Stoffen, deren Zukunftsverhalten noch nicht ausreichend erforscht ist
	[MR-06]	– Das Haus braucht gar keine Technik, die es nicht schon Hunderte Jahre gibt. Wir sind es die meinen all die Technik zu benötigen.
		– Es bleibt letztlich in der Verantwortung jedes Einzelnen zu entscheiden, welche Technik für den eigenen Lebensstil eingesetzt wird.
		– Low Tech könnte heissen, mit weniger Überstunden und mehr Handarbeit sich selbst und den nächsten Generationen einen lustvollen Gefallen zu tun.
		– Wenn in komplexen Systemen jedoch einfach die Folie der Dampfbremse oder die Lüftungsanlage weggelassen wird, sind Schäden für Nutzer und Bauwerk vorprogrammiert.
Meister, Urs		– Ein nachhaltiges Haus muss zuerst einmal ein dauerhaftes Haus sein (Lebensdauer wichtiges Kriterium)
	[MU-01]	– Nachhaltiges Bauen heisst ressourcenschonendes Bauen
	[MU-02]	– Ein dauerhaftes Haus ist nutzungsflexibl, solide und schön
	[MU-03]	– Das städtische Haus ist ein nachhaltiges Haus per se. Ein Einfamilienhausquartier ist (so betrachtet) niemals nachhaltig.. Der Kontext hat hier zweifellos Vorrang gegenüber der Optimierung der Exposition.
	[MU-04]	– weniger Technik bietet mehr Nutzungsflexibilität und damit Zukunftsfähigkeit

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
Ospelt, Christoph	[OC-01]	– hohe Komplexität und die damit einhergehenden Kosten für Erstellung und Betrieb von hoch technisierten Gebäuden können zu Unbehagen bei Nutzern, Betreibern und Eigentümern führen – der Zeit der Moderne bis zu den Energiekrisen war es dann möglich, Gebäude auf akzeptablen Komfortniveaus zu halten, dies aber oftmals nur unter sehr grossem Aufwand an nicht erneuerbarer Energie – Seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wird in Aussicht gestellt, nun über die technischen Mittel zu verfügen, hohe Anforderungen an den Komfort bei minimalem Energieaufwand zu erfüllen. – LED, Wärmepumpen, etc. beruhen alle auf technischem Fortschritt und haben das Potenzial, den Nutzerkomfort zu halten oder sogar zu steigern und das bei einem deutlich reduzierten Energieverbrauch
	[OC-02]	– Gebäude haben eine lange Lebensdauer – die Gebäudetechnik nicht – Strukturen müssen geschaffen werden, die entsprechend den unterschiedlichen Lebensdauern den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden können.
	[OC-03]	– Die Gebäudetechnik auf der tertiären Ebene muss erneuert werden können, ohne das Gebäude in seinen Grundstrukturen zu beschädigen – Bei den technischen Systemen zur Gewährleistung einer bestimmten Raumtemperatur haben die Installationen zur Wärme und Kälteverteilung die längste Lebensdauer – Die zentralen Anlagen zur Wärme- oder Kältebereitstellung müssen meist in einem kürzeren Turnus ersetzt werden – Noch kürzer ist die Lebensdauer der Gebäudeleitsysteme, welche die Systeme steuern.
	[OC-04]	– Es ist nicht möglich die zukünftigen Erfordernisse an ein Gebäude schon heute vorweg zu nehmen. Es ist aber möglich, Schnittstellen so festzulegen, dass Systeme im Verlaufe der Zeit neuen Erfordernissen angepasst werden können – aktuelle Vorzeigebauten aus technischer Sicht oftmals wenig spektakulär: guter Entwurf unter Beachtung weniger Grundregeln zur Nutzung von Tageslicht und solarer Gewinne sowie Vermeidung sommerlicher Überhitzung, gut gedämmte Gebäudehülle mit vernünftigem Glasanteil und funktionierendem Sonnenschutz, ergänzt durch eine einfache aber energieeffiziente Gebäudetechnik. – Gute Bauten entstehen dann, wenn ein kompetentes Planungsteam in einem integralen Prozess das Ergebnis erarbeitet
	[OC-05]	– Es gibt keine Regel, welches der richtige Grad an Technik ist
	[OC-06]	– Wie viel Gebäudetechnik das richtige Mass ist, hängt daher stark vom Umfeld der späteren Nutzung und des Betriebes ab.
	[OC-07]	– Generell hat die Weisheit ‚weniger ist mehr' meist ihre Berechtigung. Es gibt nur wenige Bauherrschaften die sich mehr Technik in ihrem Gebäude wünschen, aber viele die von der Technik überfordert sind.

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
Pflanzelt, Alexander	[PA-01]	– Das nachhaltige Haus benötigt exakt so viel Technik wie sich die Industrie es wünscht – Ganzheitliche Analyse notwendig (Gebäude, Mobilität, Konsum etc.) – Bilanzierung mindestens Betrieb, Herstellung und Rückbau – LowTech Gebäude erfordern wesentlich mehr Planungskompetenz – Schlüssel für nachhaltige Lösungen ist gute Architektur
Schwarz, Dietrich		– Für die Wissenschaftler des 21. Jahrhunderts bedeutet dies, dass sie all ihre Kraft darauf verwenden müssen, die Menschheit vom linearen Wachstumspfad wegzuführen, wieder in die natürlichen Kreisläufe einzugliedern und die Position der überlegenen, kreativen Intelligenz zu überwinden. – Auf einen kurzen Nenner gebracht lautet die Herausforderung für das zukünftige architektonische Schaffen: Weniger Materie/Energie konsumieren, weniger Raum beanspruchen, aber mehr Zeit überdauern. – Dies erreichen wir durch Effizienz in der Bautechnik, Dichte im Städtebau und Dauerhaftigkeit in der Baukonstruktion die neuen / alten Massstäbe des Nachhaltigen Bauens. – Die Effizienz soll nicht losgelöst von der Dichte, von der Dauerhaftigkeit betrachtet werden et vice versa. – Die Technik beschreibt die Art und Weise der Transformation von Materie – Die Art und Weise der Transformation von Materie bezieht sich nicht nur auf die Energieeffizienz, ebenso auch auf Raum und Zeit
	[SD-01]	– Die Antwort auf die Frage nach der richtigen Technik geht es darum, für den vordefinierten Nutzen das entsprechende Gebäude zu erstellen. Weil sich auch der Nutzen über die Zeit verändern wird, sollte das Gebäude veränderbar sein – Der Haustechnik kommt einerseits die Aufgabe zu, dem Nutzer eine angemessene Klimatisierung zu garantieren, diese benötigt dafür im Zusammenspiel mit einer optimierten Gebäudehülle immer weniger Betriebsenergie
	[SD-02]	– Die Haustechnik sollte nicht dazu missbraucht werden, unsachgemäss gestaltete Fassaden und den daraus resultierenden Energieverschleiss zu kompensieren.
	[SD-03]	– Andererseits wird der Anteil an der Haustechnik, welcher die nötigen und gewünschten Medien zur Verfügung stellt immer grösser, steigt doch der Komfortanspruch der Nutzer stetig
	[SD-04]	– Auf keinen Fall darf wertvoller Landschaftsraum, welcher für die regionale Nahrungsproduktion benötigt wird, verdrängt werden – Grundsätzlich wird von jedem Wirtschaftsraum in Zukunft gefordert, dass er für den eigenen Energiebedarf weitestgehend selbst aufkommt – Gute Energiestandards geben daher nicht die Baukonstruktion, sondern sinnvolle Zielwerte des Energiekonsums und des Deckungsbeitrages durch erneuerbare Energieträger vor.

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
		– Sicher ist, dass sowohl bei einem Neubau, wie auch bei einer Gebäudesanierung zuerst die Gebäudeprimärstruktur, inklusive Gebäudehülle optimiert, darauf eine minimierte Gebäudetechnik abgestimmt und schlussendlich die dazu nötige Primärenergie durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden muss.
	[SD-05]	– Eine echte Alternative setzt nicht nur bei der Energieerzeugung, sondern auch beim Energiekonsum durch Selbstbeschränkung an. – In der Tradition steckt das Verb tradieren. Das bedeutet, dass kulturelles Wissen und Können durch anpassen und verbessern sich stetig gewandelt hat. Dies lässt es zu, dass sich regionale Bautraditionen mit zeitgemässen High-Tech Produktionen verbinden lassen. Das beste Beispiel ist dafür der industrielle Holzbau. – Nachhaltigkeitsaspekte sind - Versorgungssicherheit mittels erneuerbaren Rohstoffen und Energie, durch Effizienzsteigerung - Stoppen des Landschaftsschwundes - Neue Konzepte für die sozioökonomischen Folgen der gesellschaftlichen Überalterung“
Staub, Peter	[SP-01]	– Optimierte Gebäude werden zu mit „grüner“ Technologie angereicherte Gebäudemaschinen – Effizienz und Rationalität sind heute entscheidenden Gestaltungsfaktoren
	[SP-02]	– Grundsätzlich muss die Lebenshaltung hinterfragen werden, bevor technologische Eingriffe die bisherigen Gewohnheiten ohne Abstriche weiterhin erlauben
	[SP-03]	– Grundsätzlich geht es um „Lebensqualität“und letztendlich um die Frage, wie viel Technologie braucht der (nachhaltige) Mensch
	[SP-04]	– Es darf nicht stets das Unmögliche (durch Technologie) möglich gemacht werden (Suffizienz)
	[SP-05]	– In Zukunft sind Architekten nicht mehr nötig, wenn Gebäude zu reinen berechneten Maschinen werden
Streicher, Wolfgang		– Den theoretischen Vorteilen, die sich aus einer flexiblen Regelung durch Optimierung ergeben, stehen zahlreiche Nachteile entgegen
	[SW-01]	– Investitionskosten für eine solche Automatisierung sind relativ hoch
	[SW-02]	– Inbetriebnahme und die Abstimmung der Systeme auf das Gebäude und die darin befindlichen Nutzer sind sehr aufwendig – Viele Einregulierungen können überhaupt erst nach der Inbetriebnahme des Gesamtobjekts unter Last erfolgen, sodass sich die „Inbetriebnahmephase“ bei mittleren und größeren Gebäuden oft mehr als ein Jahr hinzieht. – Anlagen werden zum Teil mit den Referenzwerten betrieben, was häufig zu einem schlechteren Verhalten als bei händisch bedienten Komponenten führt.
	[SW-03]	– Die Wartungskosten für bewegte Teile (zB elektrisch betriebene Verschattungselemente und Fenster) sind wesentlich höher als für unbewegte Teile („Alles, was sich bewegt, bleibt irgendwann hängen“).
	[SW-04]	– Die Wartungskosten für Elektronik und Sensorik sind ebenfalls höher als bei nicht automatisch gesteuerten Anlagen.

Autor/-in	Ref.	Hauptaussagen, Thesen
	[SW-05]	– Die Lebensdauer von Sensorik, Aktorik (bewegte Teile) und Elektronik ist wesentlich kürzer als die Lebensdauer eines Gebäudes. – Gebäude sollten aufgrund seiner Eigenschaften nur eine sehr geringe zusätzliche Regelung benötigt, – Intelligente Gebäude brauchen KEINE (oder nur geringe) künstliche Intelligenz, da sie in sich intelligent sind – Erneuerbarer Energien sind nicht das Allheilmittel, um „intelligente Gebäude“ zu errichten – Ausbildungsangebot wichtig, um den fachbezogenen Nachwuchs mit den erforderlichen Kompetenzen auszustatten – Kleine Gebäude sollten heute mittels integraler Planung mit einem Minimum an Energiebedarf und Gebäudetechnik nach dem LowTechPrinzip gestaltet werden, um geringe Investitions- und Betriebskosten zu erzielen und eine große Robustheit des energetischen Systems „Gebäude“ zu erreichen. – Große Gebäude, wie Krankenhäuser oder Einkaufszentren, benötigen neben den passiven LowTech-Maßnahme moderne technische Infrastruktur für Haustechnik, Energieversorgung und Kommunikation – Die große Herausforderung liegt darin, diese Systeme intelligent zu vernetzen, um Gebäude zu schaffen, die einen optimalen Komfort und ein gesundes Umfeld bieten und möglichst energieeffizient bewirtschaftet werden können. – Da eine so komplexe Gebäudetechnik aber auch zahlreiche Probleme bringt, muss es in Zukunft das Ziel sein, verstärkt „LowTech-Lösungen“ zu realisieren, ohne jedoch den Komfort der Nutzer über Gebühr zu reduzieren
Vallaster, Christine		– Nachhaltigkeitsbemühungen bislang meist nur auf die Nutzung von Strom bezogen.
	[VC-01]	– Mindful consumption
	[VC-02]	– Bedarf überdenken (Warmwasser in der Küche nicht zwingend notwendig)
vom Brocke, Jan		– Allgemein: Informationstechnologien führen zu einem höheren Gesamtenergieverbrauch
	[VJ-01]	– Speziell: Informationstechnologien kann sinnvoll eingesetzt werden, um Energiebedarf, Emissionen zu senken.
	[VJ-02]	– Smart Metering, smart devices können sinnvoll eingesetzt den Bedarf senken
	[VJ-03]	– Sensoren können Daten liefern, damit intelligente Geräte im Haushalt ihr Verhalten automatisiert anpassen
	[VJ-04]	– Sensoren können Daten liefern, um Bewohner anregen ihr Verhalten zu ändern.

6.4 Autorenliste und Autorentexte

Es folgen die für diese Vorstudie angefertigten Aufsätze. Die **Autor/-innen** haben diese unentgeltlich den Auftragsnehmern zur Verfügung gestellt.

Name	Vorname	Seite
Bereiter	Arno	44
Clavuot	Conradin	46
Daniels	Klaus	48
Droege	Peter	50
Dworzak	Hugo	57
Gasser	Bernhard	60
Gauzin-Müller	Dominique	63
Gschwendtner	Gert Georg	66
Gstöhl	Daniel	69
Hausladen	Gerhard	70
John	Viola	74
Krappmeier	Helmut	76
Leibundgut	Hansjürg	78
Mair	Robert	80
Meister	Urs	88
Ospelt	Christoph	87
Pfanzelt	Alexander	89
Schwarz	Dietrich	93
Staub	Peter	98
Streicher	Wolfgang	100
Vallaster	Christine	108
vom Brocke	Jan	111

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Arno Bereiter

Architekt, Lustenau

Wie viel (Technik) braucht das nachhaltige Haus?

a) Der Begriff der Nachhaltigkeit ist weit. Doch meistens zu ideologisch, zu dogmatisch, aus einem scheuklappenartigen Blickwinkel jeweiliger Interessensschwerpunkte gesehen.
Ein wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeit ist in unserer Gesellschaft der Verzicht!

b) Zum Lebenszyklus eines Bauwerkes

Ist ein Gebäude in schlechter bautechnischer Qualität erstellt, nicht sinnlich, ohne Charakter, kleinlich, modisch, dann ist davon auszugehen, dass seine „Lebenserwartung" möglicherweise nicht einmal eine Generation überdauert weil es niemanden erfreut, es niemand liebt. Ein Haus muss „wertvoll" sein, etwas, das wir lieben um uns haben zu können, Teil von uns ist, der liebste Ort. Ist etwas nicht wertvoll, landet es im Müll. Also darf ein Haus kein „Müll" sein und dann stellt sich auch nicht die Frage des Recyclings, des Lebenszyklus.

Es muss Ziel sein, ein Haus zu konzipieren, das mehrere Generationen überdauert, also keine geplante Obsoleszenz, wie wir sie in den Produkten der neueren Technik mehr und mehr vorfinden. Diese Strategie des „Marktes", der Wegwerfkultur, ist die am wenigsten nachhaltigste, die Wiederverwertbarkeit der Ressourcen eine Ausrede, denn jede Umwandlung benötigt Energie, viel Energie.

c) Technik: Ich unterscheide zwischen der primären Technik, also der Hauskonstruktion und der sekundären technischen Ausstattung. Zur technischen Ausstattung, gerade so viel wie notwendig, also Low Tech – das Gegenteil von den heutigen Normen und Gepflogenheiten! Technik geht kaputt, Technik benötigt Energie, Wartung und bedarf somit immer wieder finanzieller Aufwendungen, abgesehen mit dem einhergehenden Ärger. Technik war ursprünglich immer ein Hilfsmittel um unser Dasein zu erleichtern. Nun verwenden wir sie auch, weil sie uns in unserer angeborenen Faulheit bis zur letztendlichen Bewegungslosigkeit unterstützen kann, obwohl wir jetzt schon unter Bewegungsarmut leiden. Kurzum, die Technik hat uns überholt, ist zum Selbstzweck geworden. Zuviel von ihr ist Ballast auch im materiellen Sinne. Das „konservative" Wohnen braucht kein High Tech, sondern nur eine intelligente, solide Grundversorgung und die Kompetenz zu deren sinnvollen Anwendung.

Zur eigentlichen Frage: „Wie viel braucht das nachhaltige Haus“?

Diese Frage verlangt nach einer Ausweitung, nämlich „was“ braucht das Haus und erst dann „wie viel“ davon.

Gehen wir vom Wohnhaus aus, wahrscheinlich die erste Bauaufgabe, die sich der Mensch gestellt hat und beginnen mit der Betrachtung vor ein paar tausend Jahren.

Wir stellen fest, dass sich das Haus in den jeweiligen Kulturen relativ wenig gewandelt hat, selbst bei uns. Das Haus, die Behausung hat immer die primären Bedürfnisse der Bewohner bedient und nachdem sich der Mensch in diesem Zeitraum auch kaum geändert hat, hat sich sein Verhalten bzw. was Wohnen für ihn bedeutet, auch nicht grundlegend verändert. Die Evolution des Menschen hinkt(e) nach wie vor mancher Ideologie nach. Wir haben Beispiele dafür, gute und schlechte. Das Wohnen (Wohnhaus) ist eben durch unser Naturell noch immer eine sehr konservative Angelegenheit. Wer das nicht akzeptiert, ist ein dogmatischer Utopist und hat menschliches Unglück auf dem Gewissen. Der Mensch ist kein Chamäleon, auch wenn wir`s gerne wären.

Der Mensch akzeptierte in der Vergangenheit keine Wohnmaschine und will sie auch in Zukunft nicht!

Grundvoraussetzung zum Wohlfühlen ist Einfachheit im Sinne der Handhabung (der Technik), doch räumlich qualitative Vielfalt – die Beziehung zur Umgebung, die Beziehung zwischen Innen und Außen (Natur), Intimität, Sinnlichkeit im Sinne der Ästhetik, der Akustik, Haptik und der Gerüche.

Ich behaupte, die Anwesenheit der oben genannten Dinge und deren Eigenschaften in einem Bauwerk, ist das Maß der Nachhaltigkeit – durch eine Zahl ist sie nicht definierbar!

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Conradin Clavuot

Dozent, Uni Li

Unsinn des heutigen Bauens – wie weiter?

In der heutigen Energiedebatte im Bauwesen wird ein völlig falsches System gefördert und in blinder Bauwut eingesetzt.

Unsinn

Berufstätige Architekten haben einen natürlichen Wissensvorsprung zu Nichtbaufachleuten, zu Politikern und Staat.

Als gewichtige Thematik dazu möchte ich den heutigen Wohnbau beleuchten: (die Grundsätze zu meinen Aussagen lassen sich jedoch auch auf den Bau im Allgemeinen anwenden)

- das heutige Wohnen braucht, wenn Minergie P erfüllt werden will, eine Komfortlüftung. Dies, um die Wärme im Haus zu behalten (was ja sinnvoll ist). Daher bauen viele Berufskollegen – weil sie es nicht anders wollen oder können oder weil sie meinen, das Geld würde nicht ausreichen – teure Vollbetonhäuser als Innenschalen, pappen diese mit Schaumstoff ein, spachteln einen Kunststoffputz darüber, kleben die Plastikfenster winddicht ab und generieren ein Leben in einer künstlichen Atmosphäre, in einem Aquarium. Zu guter Letzt wird die Lüftung eingeschaltet: eine komplexe Haustechnik mit viel Unterhalt, mit vielen Störungsneigungen, mit schlechtem Wirkungsgrad, mit akustischen und geschmacklichen Nachteilen, mit Filtern die zu reinigen sind, mit Ersatzteilen, die bald nicht mehr produziert werden etc. Viel Arbeit also für den teuren Spezialisten und schlechte Bedingungen für das eigene Nervenkostüm. Energiemässig zahlt sich das Ganze auch nicht aus: neue Ersatzteile mit hohem Grauenergieanteil, viele Autofahrten, Energieverluste, wenn die Anlage nicht läuft… Wenn dann einmal der Bau abgebrochen werden muss, wird zusätzlich Energie in größten Mengen für die Verarbeitung des Sondermülls benötigt, der Beton muss zerteilt werden usw. Der vermeintliche Energiegewinn bzw. die vermeintliche Energieeinsparung während der Lebenszeit des Baues ist durch den Grauenergieanteil in jedem Fall bei Weitem vernichtet worden.
- Erste Langzeiterfahrungen der AXA Winterthur zeigen, dass die Holzböden in solchen Wohnbauten sich im Verlaufe des jährlichen Gebrauches extrem austrocken und nun – da sich enorme Fugen gebildet haben – zehntausende Quadratmeter ausgewechselt werden müssen. Man stellt sich nun vor, dass der Bewohner jahrelang in solchen drastisch zu trockenen, hermetisch abgeriegelten Bauten lebt!

Die Bauphysik wird durch die Technik gelöst: durch hohe Energiekosten, durch genaue Bedienungsvorschriften an die Benutzer, durch Raumverluste, durch Künstlichkeit, durch Nachteile überall. Wenn man verantwortungsbewusste Architekten heute befragt, will keiner mehr dieses System einsetzen.

Wie gehen wir weiter?
Bauen wir doch einfach mit Null Technik, mit Stein, Kalksandstein, unbehandeltem Holz, mit Lehm, mit Stroh, mit mineralischen Verputzen, mit Papiertapeten und mit Beton nur am notwendigsten und richtigen Ort. Viel Speichermasse, diffusionsoffene Wände, ein guter Sonnenschutz, gute natürliche Dämmung und eine minimalste Notheizung. Die Fenster können Sie dann öffnen, wie und wann Sie es wollen. Sie selbst werden der erste Gewinner sein! Dies fördert nebenbei auch ein verantwortungsbewusstes Handeln: sie selbst bestimmen ihren Komfort, ohne jedoch von fremden Produzenten Energie zu beziehen!
Verzichten sie auf Energiespeicher in Form von Batterien und dergleichen. Dieselben verlieren ihre Wirkung viel zu schnell und sind schadstoffbelastet. Nutzen sie die Masse im Bau und die Masse der Erde als Batterien!
Bauen wir flexiblere Häuser, wo verschiedene Nutzungen möglich sind, wo Einzelteile abgetrennt werden können, wo soziale Gemeinschaften sich anpassen können.
Bewahren wir kulturell wertvolle Strukturen vor einem voreiligen Abriss und nutzen wir die brauchbaren Teile zu einem recycle. Beraten wir die Bauherrschaften, dass sie nicht auf der freien Wiese bauen, sondern im Altbestand ein leerstehendes Gebäude übernehmen. Werfen wir die Arbeit unserer Vorfahren nicht einfach weg, sondern ehren wir entstandene Kultur.
Arbeite wir im näheren Umfeld, nutzen regional erprobte und bewährte Errungenschaften, führen spezifische Qualitäten und Traditionen fort, glauben wir nicht an einen allglücklichmachenden Internationalismus.
Und zu guter Letzt: die sinnliche Wahrnehmung der Bauten wird durch eine Enttechnisierung stark gefördert, da der Geist des Menschen zu natürlichen Elementen bekannterweise den besten Zugang hat.

Meine Worte scheinen nun sehr romantisch und vergangenheitshoffend zu sein. Technik hat uns bezüglich Lebensstandard sicherlich viele Veränderungen gebracht. Die Lebensqualität hat jedoch nichts mit Technik zu tun. Da sind Faktoren wie Sinne, Frieden, Geborgenheit, Familie viel wichtiger. In diesem Sinne denke ich, dass Technik dazu dienen soll, das wirklich Essentielle einfacher erreichen zu können. Kann man das Essentielle auch ohne Technik erreichen, soll dies so geschehen.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Klaus Daniels

Prof. em ETHZ

Wieviel Technik braucht das Haus

Gebäude haben elementare Bedürfnisse von Menschen zu erfüllen. Der Bedarf der Bewohner, insbesondere unter dem Gesichtspunkt mit möglichst wenig Technik auszukommen, liegt in folgenden Bereichen:

- Ausreichende Belichtung
- Ausreichende Belüftung
- Ausreichende Beheizung
- Wasserver- und -entsorgung
- Nahrungsmittel

Die beiden letztgenannten Themen sind nicht die, welche die Entwicklung von baulichen Strukturen beeinflussen.

Die Frage , wieviel Technik ein Haus braucht, lässt sich nicht eindeutig beantworten, da zur Beantwortung der Außenraum mit betrachtet werden muss.

Betrachtet man z. B. den Standort Addis Ababa in Äthiopien , so weist dieser in jeder Hinsicht bzgl. der drei erstgenannten Komponenten Idealbedingungen auf. Die Tagestemperaturen in Addis Ababa betragen zwischen min. 20 °C und max. 25 °C (Tagestemperatur), die Nachttemperaturen zu gleichen Zeiträumen zwischen 5 °C – 10 °C. In Addis Ababa ist während des Tages weder eine Heizung noch eine Kühlung von Nöten, lediglich während der Nachtstunden ist das Gebäude vor zu hohen Wärmeverlusten zu schützen.

Andererseits bieten die kühlen Nachttemperaturen die Möglichkeit, während des Tages eingetragene Wärmeenergie durch eine gezielte Nachtdurchlüftung wieder auszutragen. Hierbei spielen selbstverständlich Speicherfaktoren der baulichen Strukturen eine Rolle. Die Außenluftfeuchten liegen in Addis Ababa im Zeitraum Oktober bis Mai im Bereich um 50 % (sehr angenehm) und steigen lediglich in den Zeiträumen Juni bis September bis zu 80 % an.

Da zu Zeiten hoher Feuchten (Monsumregenzeit) die Außentemperaturen lediglich in Bereich um 20°C liegen, kommt es zwar zu einem Gefühl der Schwüle, jedoch nicht in der Art , wie wir es von tropischen und subtropischen Regionen her kennen.

Gebäude in Addis Ababa benötigen einen minimalen technischen Einsatz, um die Grundbedürfnisse bezgl. Belichtung, Belüftung und Temperierung zu erfüllen.

Ganz anders sieht es aus, wenn wir uns mit Nordeuropäischen Regionen auseinandersetzen.

Da wir im Winter auf tiefe Außentemperaturen zu reagieren haben (Wärme), und zudem sehr kalte Lufttemperaturen vorfinden , die eine natürliche Belüftung deutlich einschränken, ist der Bedarf an Wärme, Belichtung und Belüftung anders zu bewerten als beim erstgenannten Standort.

Die elementaren Bedürfnisse nach Belichtung lassen sich in hohem Masse für viele Stunden während des Tages durch große Fensterelemente erfüllen. Die Bedürfnisse einer ausreichend wohligen Temperierung lassen sich dadurch erreichen, dass die Hüllflächen des Gebäudes wenig Wärmeenergie ein oder austragen lassen (Isolierung).

Die natürliche Belüftung zur Erfüllung der menschlichen Bedürfnisse dient im Wesentlichen dazu, Schad- und Geruchsstoffe ausreichend abzuführen.

Die natürliche Belichtung ist in unseren Breitengraden in der Winterzeit deutlich eingeschränkt, d. h. die elementaren Bedürfnisse nach ausreichender Belichtung sind in diesen Zeiträumen nur dadurch zu erfüllen, dass eine Kunstlichtbeleuchtung vorhanden ist (Bedarf elektrische Energie). Der Bedarf an natürlicher Lüftung kann selbstverständlich durch zu öffnende / zu schließende Fenster erreicht werden, eine mechanische Belüftung ist nicht grundsätzlich notwendig.

Da die natürliche Belüftung in den Wintermonaten mit Wärmeverlusten und in den Sommermonaten mit Wärmegewinnen einhergeht, spielt hier zur Erfüllung der menschlichen Bedürfnisse die Bekleidung der Personen eine besondere Rolle.

Die Anpassung an Wärmebedürfnisse durch entsprechende Kleidung war früher eine Selbstverständlichkeit , ist jedoch in den letzten Jahrzehnten modischen Ansprüchen gewichen. Dies bedeutet, dass im Regelfall eine mangelnde Isolierung des Körpers durch einen erhöhten Energieeinsatz wettgemacht wurde und wird.

Das muss so nicht sein.

Die Wärmeenergie zur Temperierung eines Gebäudes kann selbstverständlich massiv dadurch reduziert werden, dass das Gebäude in Anlehnung an den Passivhausstandard oder darüber hinaus isoliert wird.

Wie sich zeigt , ist es möglich, elementare Grundbedürfnisse von Menschen auf die Themen Elektroversorgung und Wasserversorgung zu reduzieren, d.h. Bauobjekte lassen sich so gestalten, dass sie ihre Wärmeverluste ausschließlich über innere Wärmegewinne kompensieren (Geräte, Beleuchtung, menschliche Wärmeabgabe). Insofern kann bei einem Gebäude auf eine aktive Wärmeversorgung bei entsprechend hochwertiger Isolierung verzichtet werden. Somit verbleibt letztendlich nur die Versorgung eines Gebäudes mit elektrischer Energie und Wasser.

Ein Leben ohne den Einsatz elektrischer Energie können wir leider im Moment mit unseren heutigen Ansprüchen des Lebens und Arbeitens nicht mehr darstellen.

Das vorher gesagte wurde vor kurzem durch ein neues Bürogebäude von Dietmar Eberle manifestiert, d.h. sein neues Bürogebäude in Lustenau wurde von ihm so konzipiert , dass es sich tatsächlich nur aus der Abwärme elektrisch betriebener Einrichtungen „ernährt“. In diesem Gebäude ist weder eine Heizung noch eine Kühlung vorgesehen, hochspeichernde und isolierende Baumassen sorgen für einen ausgeglichenen Wärmehaushalt.

Nimmt jedoch der Anspruch an visuelle Behaglichkeit und erhöhte natürliche Belichtung zu, d. h. werden Fensterelemente größer und größer, so ist der vorbeschriebene Anspruch nur noch bedingt zu erfüllen. Insofern kommt es auf die richtige Balance zwischen den verschiedenen Ansprüchen an und es ist eine anspruchsvolle Aufgabe, Häuser dergestalt zu konzipieren, dass sie weniger und weniger Technik brauchen.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Peter Droege
Prof., Uni Li

Klimaoase Werdenberg in einer energieautonomen Region – unausweichliche Zukunft

Die Ära der regenerativen Region und der Produktivität von Landschaft und Siedlung

Peter Droege

In einem dramatischen Bild gesprochen, brauen sich drei grosse Stürme zu einem einzigen Unwettersystem zusammen: Das von Menschen entfachte Klimachaos entfaltet sich schneller als von vielen befürchtet, das unausweichliche Ende des fossilen Energiezeitalters naht – und die grossteils damit verbundenen strukturellen Krisen des globalen Wirtschafts- und Finanzsystems bedeuten, dass das moderne System der globalisierten, gegenseitig abhängigen Regionen zu kollabieren droht. Diese Risiken bestimmen unsere Zeit, ob sie wahr- und ernst genommen werden oder nicht. Sie erfordern ein neues Denken und ein neues Handeln.

Mit seiner niedrigen Bevölkerungsdichte und einem hohem erneuerbarem Ressourcenpotenzial ist das Werdenberg in einer guten Lage, zu einer internationalen Modellregion zu werden – einer Klima- und Energieregion, so wie sie unter dem Schirm der Internationalen Bodensee-Hochschule im Forschungsprojekt «BAER» verfolgt wird.[1] Die Region Werdenberg-Liechtenstein hat die Chance, eine Oase der Vernunft zu werden, in der die Landwirtschaft wieder reichhaltig produktiv wird und erneuerbare Energien lokal gewonnen werden. In solch einer Oase kann dem Verbrauch nichterneuerbarer Energien Einhalt geboten werden. Anstelle der Öl-, Erdgas- und Kohleverbrennung und des investitionsverschwendenden, lebensgefährlichen Abbaus und der Spaltung von Uran muss auf erneuerbare Energien umgerüstet werden. Im Boden muss Humus massiv angereichert und der Bodenverarmung und somit den anwachsenden CO_2-Emissionskonzentrationen in der Atmosphäre langfristig entgegengewirkt werden. In dieser notwendigen Vision müssen verloren gegangene Feuchtgebiete wieder angelegt werden. Zudem muss mit Wasserkreisläufen kreativ und vorsichtig umgegangen werden, um im während der Sommermonate zunehmend trockeneren Alpenrheintal leben zu können.

Das Alpenrheintal, wie es einmal war: Liechtenstein, vom Werdenberger Rheinufer her gesehen, gegen Süden: romantisiert, während die industrielle Revolution in Europa und Amerika schon voll im Gange war. «Blick auf Vaduz» 1833, Johann Jakob Schmid.
Sammlung des Fürsten von und zu Liechtenstein, Vaduz/Wien

Aus dem Bild wird Wirklichkeit

Wir sind es gewohnt, die Landschaft als Bild zu verstehen, als räumliche Ikone, Bühnenszenerie – als Abbild gewordenes Symbol der Heimat, der Tradition, der Macht oder des Fortschritts. Auch Gebäude und Siedlungen in der *Land*schaft gehören dazu: die *Ort*schaft, das Dorf und die Stadt im Raum,

1 BAER: Bodensee-Alpenrhein Energieregion. BAER ist ein kooperatives Forschungsprojekt in den Bereichen autonomer Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien, nachhaltiger Raumentwicklung und der breiten Minderung regionaler Klima- und Energierisiken. Das Projekt ist eine Initiative der Universität Liechtenstein, der Universität St.Gallen, der Hochschule Konstanz, der Hochschule für Technik Rapperswil sowie der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften Winterthur und wird gefördert durch die Internationale Bodensee-Hochschule IBH. Siehe auch: http://www.baernet.org

Das Alpenrheintal, wie es zu werden droht, basiert auf veralteten Vorstellungen eines «Fortschritts des Ausverkaufs»: Industriegebiet Buchs, nach Norden gesehen.

spielten lange eine zentrale Rolle in der Konstruktion einer sozialen Wirklichkeit. Die Landschaft der Heimat, oberflächlich gut bewahrt, hilft uns, die Tatsache der dramatischen Wende auszublenden – aber die Veränderungen, die sich jetzt anbahnen, greifen zu tief, um noch länger verborgen zu bleiben.

In der Beschäftigung mit dem Bild der Tradition, im Starren auf das schöne Bild der Vergangenheit, im frohen Blick auf die erhaltenen freien Weiden und Wiesen vergessen wir die Funktion der Region, die sich schon lange verändert hat – und die nun erneuert, regeneriert werden muss. Um uns die Chance für ein Überleben zu erhalten, braucht es die konstruktive Vision einer gewollten Zukunft, die Vision einer regenerativen Revolution, die sich unausweichlich anbahnt. Sie führt weg von den fossilen Energien und der Kernkraft hin zu Sonne, Wind und Wasser, zu Bioenergie und Tiefenwärme. Und sie führt weg von der landwirtschaftlichen Brache hin zur Weltklima stabilisierenden, lokal produktiven, Humus anreichernden neuen Landwirtschaft. Aus diesen Funktionen muss das neue Bild der Landschaft entstehen.

Dass uns das sorgfältig gehütete Landschaftsbild aus dem 18. und 19. Jahrhundert zu entgleiten und sich in die dünne Luft einer modernen Formen- und Materialkakofonie aufzulösen droht, hat damit zu tun, dass uns die Natur durch unser eigenes Wirken – am dramatischsten durch die Errungenschaften des Maschinenzeitalters – entrissen wurde. Die mit Kohle und Öl befeuerte Industrierevolution und deren Überangebot an billigen Kunststoffen, Beton, Stahl und Glas, die Massenmedien und die ganze wundersame und materiell beglückende Megaproduktions- und Megakonsumgesellschaft haben uns den existenziellen Bezug zu Landschaft und gebauter Umgebung entzogen.

Landschaft und Siedlung, Raum und Architektur werden im Kampf für Klimastabilität und Energiewende dramatisch aktiviert und mobilisiert werden müssen, um unser Wirtschaftssystem auch widerstandsfähiger zu machen gegen Blasen und Krisen. Siedlungs- und Landschaftsentwicklung sind unausweichlich Ausdruck dieser grossen Veränderungen. Und der gegenwärtige, stark visuell geprägte und strukturell dennoch schwache Landschaftsschutz sowie eine noch viel schwächere Siedlungsbildkontrolle tun dieser Tatsache keinen Abbruch. Der Grund: beide sind rein formale und künstliche, postmoderne Ästhetisierungen ohne Bezug zur gesellschaftlichen Wirklichkeit.

Im Lauf der letzten zweihundert Jahre hat sich die Art, wie mit Raum, Land und Stadt umgegangen wird, dramatisch verändert: Die globale Industrierevolution hat die Welt in eine von fossilen Brennstoffen angetriebene Maschinerie verwandelt und unsere Regionen ihrer landwirtschaftlichen Produktivität und architektonischen Intelligenz beraubt. Um Bild und Wirklichkeit gleichermassen «schön» und «vertraut» zu gestalten, ist eine neue landschaftliche, wirtschaftliche und bauliche Revolution nötig, die auf einer örtlich verwurzelten und vernetzten, regenerativen Regional-Realität beruht. Eine neue, die *Regenerative Revolution* bahnt sich an: die Wiedergutmachung vergangener Fehler. Aus güllegetränkter Wiese wird biologischer Acker, artenreicher Hain und sogar Klima- und Energiewald. Aus landwirtschaftlicher oder infrastruktureller Brache wird Klimafeuchtgebiet. Aus Siedlungen werden Energiegemeinden, aus Häusern und Architektur Energiezentralen und speichernde Wasserfilter. Denn wir entdecken, dass unsere Region eine Fülle an erneuerbaren Ressourcen hat, zu deren Erschliessung es lediglich der Anwendung bestehender Planungsmethodik und Technologie bedarf.

Was bedeutet die revolutionäre Entdeckung eines so grossen Reichtums für unser Interesse am Landschafts- und Siedlungsbild? Wir wünschen uns die Umwelt als versicherndes Bild einer regionalen Wirklichkeit, so, wie wir sie gern hätten. Das war schon lange so, auch bereits bevor aus einheimischen, anonym geschaffenen Bauten das Phänomen der «Architektur» stilisiert wurde und aus dem Lebensraum die ästhetisierte Idee der bewahrten «Landschaft» entstand, während sich in zu

Werdenberg von gestern? Die Zeit des globalisierten Überproduktions-Überkonsums und der konsequenten, pseudo-umweltfreundlichen Müllverbrennung wird und muss einer erneuerbaren, regenerativen Ära ohne Abfall weichen.

vielen Regionen der Schweiz die Katastrophe der ungezügelten fossilen Stadt entfaltete. Diese ist nicht die schützende, kulturell bereichernde Stadt, die uns durch Jahrtausende wundersamer Stadtinnovationen versprochen und gesichert schien. Sie ist vielmehr ein idyllisch verbrämtes höllisches Gebilde, eine dynamische Wucherung aus Autobahnen, Parkarealen und anderen Verkehrsbrachen, Massenproduktions-, Massenverkaufs- und Massenkonsumanlagen, Atomreaktoren, Hochspannungsschneisen und ressourcenintensiven Massenwohnmaschinen, die in uferlosen Siedlungswüsten treiben – alles mit schön gehegten Postkartenbildern dazwischen.

Es ist ausgesprochen glücklich, dass das Werdenberg dieser Art von Fortschritt hinterher hinkt. Durch einen mässigen Entwicklungsdruck sind viele Bereiche der Ostschweiz von Fehlentwicklungen noch relativ verschont geblieben. Der Schutz der bestehenden Landschaft wird daher noch mit weitgehendem Erfolg betrieben, auch wenn sich schon die Zeichen des Entwicklungschaos schon da und dort abbilden. Dass Formen einer lokal produktiven, biologisch informierten, fossilenergiefreien Landschaft, in der Wirtschaft, in Bau, Siedlung und Transport auf weitgehend regional geschöpften Quellen gestützt werden, wird nicht viel länger auf sich warten lassen können, denn die Wirklichkeit hinter der überlieferten Scheinidylle ist zur CO_2-Falle geworden. Die Massengesellschaft wird durch Brennstoffe angefeuert, die 2010 nicht nur den Golf von Mexiko vergiftet, sondern auch – gar schlimmer noch – die Kohlendioxidkonzentrationen in der Atmosphäre so hoch getrieben haben, dass sie heute bereits 30 Prozent über dem nachweislich sicheren Konzentrationspegel liegen[2]: Die Erde erhitzt sich, die Ozeane steigen an und versauern.

Etwa die Hälfte aller Klimaabgase werden durch ineffiziente und nachlässig konstruierte Gebäude bewirkt. Dem muss Einhalt geboten werden, wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass hier, wie auch beim Verkehr, wo der Ausstoss weiter eklatant steigt, die Ursünde in der Verbrennung von Kohle, Gas und Öl liegt.

Unser Umgang mit der Landschaft trägt zu dieser atmosphärischen Übersättigung bei. Die moderne Weide ist Agri-Industriebrache: sie stösst Kohlendioxid und andere Treibhausgase aus, während gesunder, durch organischen Müll-Kompost stark humusangereicherter Boden dieses Gas verarbeitet und aufnimmt beziehunsweise «managt», wie es so schön heisst. Beinahe ein Drittel der Klimagase weltweit entweicht ökologisch verarmtem Boden, ausgetrockneten Feuchtgebieten und gerodetem Wald. Im Alpengebiet ist es grossteils der Verlust von Feuchtgebieten, der den fatalen Ausstoss im Bodenbereich bewirkt.

Viele Wissenschaftler sind sich einig, dass in der biologischen Landwirtschaft und im Humus aufbauenden, Moor anlegenden Bearbeiten der Landschaft eine grosse und realistische Chance liegt, den in der Luft angesammelten Überschuss an CO_2 wieder zu reduzieren. Damit diese Chance aber überhaupt sinnvoll ergriffen werden kann, dürfen unsere Siedlungen und Gebäude und unsere gesamte Wirtschaft eigentlich keinen zusätzlichen Ausstoss mehr verursachen. Von der Verwirklichung dieser Hoffnung sind wir jedoch noch weit entfernt, denn auch in der Schweiz liefern fossile Bennstoffe 60 Prozent der gesamten Primärenergie. Das Land ist zu 80 Prozent energieimportabhängig. Wasserkraft bringt einen grossen Teil der Elektrizität, aber nur 10 Prozent des gesamten primären

2 Die Kohlendioxidkonzentration liegt heute bei 390 anstelle der 280 CO_2-Teile pro Million, der Schwelle, an der sie 100 000 Jahre lang ihren Höhepunkt hatte.

Die Wüste Weide: die moderne humusarme Landwirtschaftsbrache – zu oft gemäht, zerkaut, überdüngt.

Energiebedarfs.[3] Wegen ungelöster Sicherheits-, Entsorgungs- und Versorgungsprobleme sowie eklatanter Unfallrisiken bringt auch die Atomenergie keine Hoffnung. Nur erhöhte Effizienz, Minderung des Energieverbrauchs und ein massives Hochfahren der erneuerbaren Energieerzeugung können hier helfen.

Die Menschheit ist an einem kritischen Punkt angelangt, nicht nur, weil der Klimawandel droht uns davonzugaloppieren, sondern auch, weil die Welt am Ende des Erdölzeitalters steht. Diese Tatsache wird nicht nur unserer Vorstellung von einem stetig anwachsenden globalen Transportsystem auf Strasse und Schiene, zu Wasser und in der Luft ein Ende bereiten – das Transportwesen weltweit und somit auch im Werdenberg ist zu 95 Prozent erdölabhängig. Betroffen sind auch moderne Lebensmittelproduktionsketten, die dermassen fossilenergieabhängig sind, dass ohne grosse Verbesserungen im Energie- und damit im Anbau-, Verarbeitungs- und Bereitstellungssystem eine weltweite Hungerkatastrophe droht.

Werdenberg am Scheideweg

Das Werdenberg ist in vielen Aspekten noch wunderschön, eine scheinbar heile Welt. Zwar konkurrieren sich manche Architekten mit ihren Neubauten in hilflos-heroischen Gesten. Mit in der Flur oft fehlplatzierten, flachdächigen Bauten versuchen sie, aus dem grossen Katalog der Baumaterialien und mit modischen Formen neue Gebilde zu schaffen, bereit für den nächsten regionalen Architekturpreis oder für ein Titelblatt im Baujournal. Heute heisst es aber, die Schönheit nicht im Einzelkampf der Bauformen zu suchen, sondern sie wieder tief in der Land- und Siedlungskultur und deren Produktivität zu verankern. Die Basis für unser Leben bilden nun einmal der Boden, das Wasser und die Artenvielfalt – und gesunder Boden bedeutet Artenvielfalt. Viele Weiden sind heute verarmt. Anstelle von tiefer, humusreicher, von Mikrolebewesen wimmelnder Erde fin-

Das Bild zeigt, wie die Siedlung im Werdenberg in Gefahr ist, sich weiter und weiter auszudehnen: Hangbebauung.

Liebevoll gepflegte Landschaft der Verzweiflung: Asphaltpflanzen im Werdenberg.

den wir dünne Erdkrusten, durstig nach Gülle, um Gras spriessen zu lassen. Weil dieses oft zu früh gemäht wird, ist, was hier wächst, blütenarm und für die Insektenfauna nutzlos. Die Wiesen sind Biodiversitätswüsten geworden.[4]

Die Vereinten Nationen haben 2010 zum Jahr der Biodiversität erklärt – was tragen wir dazu bei? Auch die vorsichtig bewahrten Waldreste sind Wüsten, von der Fauna weitgehend gemieden, bis auf den gelegentlich anzutreffenden Fuchs oder das zum Abschuss gedachte Restwild – hier in ihrem «Lebensraum», wo Sägen knattern, Schützen feuern und Wanderer auf Abwege gelangen, nachdem sie ihre Motorräder und Allradfahrzeuge in der Stromschneise abgestellt haben. Im Winter hat das Alpenrheintal mehr Ruhe, aber weiter oben an den Hängen haben die Skipistenbetriebe ganze Bergseiten kahlgeschlagen. Anderswo positionieren sie Schneekanonen, gespiesen aus oft in entwässerten Feuchtgebieten angelegten Betonreservoirs. Die malerische Alpenlandschaft wird somit zu noch weniger als nur einem Bild ihrer selbst.

Endstation Monokultur oder Beginn einer neuen Praxis? Gerade im kleinteiligen Werdenberg kann Anbau klimaaktiv werden.

Der Ausblick: eine Vision

Ein hoffnungsfrohes Zukunftsbild für die Region Werdenberg ist das einer Klimaoase. Die Vision ist notwendig, denn der Wechsel steht bevor. Noch in diesem Jahrhundert wird im Alpenrheintal ein ähnliches Klima herrschen wie heute in Norditalien – wärmer, trockener, mit weniger Niederschlag im Sommer und mehr im Winter, dann jedoch in weniger berechenbarer Weise. Und das ist noch ein optimistisches Szenario.

Der Landwirtschaft steht eine ungeahnte Renaissance bevor. Biologischer Ackerbau, pestizidfreie Tierhaltung, regionales Kompostieren, Wasserbau, um natürlich produktive Feuchtgebiete zu schaffen, das alles wird starke, positive und natürliche Auswirkungen auf das Erscheinen der Landschaft haben.

Und die Architektur? Deren Rolle ist ist es, nicht nur in die Landschaft zu «passen», sondern auch erneuerbare Energie zu erzeugen, Wasser zu konservieren, zu filtrieren und zur Wiederverwendung aufzubereiten. Es gilt, nicht nur ohne externe Stromzufuhr auszukommen, sondern sogar Energie für die Gemeinschaft zu produzieren.

Die Zeichen stehen gut, dass aus dem Werdenberg eine Klimaoase wird. Machen wir einen Besuch im Alpenrheintal im Jahr 2070:

20. Juli 2070

Heiss reisst der Föhn durchs Tal. In den felsigen Olivenhainen am steilen Hangrand sammeln sich Ziegen, gehalten des scharfen Käses und der Milch wegen, reiben Rücken an den knorrigen Stämmen. Aprikosen- und Zitronenbäume blühen

3 Bundesamt für Energie BFE, *Schweizerische Gesamtenergiestatistik*, S. 8, Bern 2009.

4 Hans-Peter Schmid vom Walliser Delinat Institut weist darauf hin, dass Schweizer Landwirtschaftsgebiete so biodiversitätsarm und auch bienenfeindlich geworden sind, dass die Städte heute als vergleichbare Bio-Oasen fungieren. Er empfiehlt das Anlegen einfacher «Heißzonen des Artenreichtums» auf 1 Prozent des Agrargebiets, um den Städten zu helfen, «die Natur vor der Landwirtschaft zu retten».

Pferde und andere Mitglieder der domestizierten Regionalfauna werden in Zukunft wieder als Zug-, Nutz-, Last- und Personentransporttiere eingesetzt werden. Ein schönes Werdenberger Pferd: heute noch der Freizeit, Musse und Unterhaltung gewidmet.

Vision eines einfachen, aber schmackhaften Werdenberger Mahls – ohne Abfall- und Transportprobleme: ein lokal aufgezogenes Biohuhn, gebacken im Solarkocher, umgeben von feinen, in der Gemeinde gewachsenen Kartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch, Paprika, Karotten und Zitronen.

zwischen den Solarkraftwerken entlang der Hangplateaus beidseits des Alpenrheintals. Die Milchkuhweiden sind längst den dichten Treibhausgas verarbeitenden Energiewäldern und Wiesen gewichen, die sich sogar in die ehemaligen Fussballplätze drängen. Im Tal, entlang des Rheins, strecken sich seichte Moor- und Wasserlandschaften. Klimalandschaften haben die Grosseltern diese neuen Gebiete genannt, als sie sich Anfang des zweiten Jahrtausends als Hüter des grossen Wandels gegen die Masse der noch im alten fossilen Zeitalter Verstrickten mit dramatischen Ideen zum Abbau der Kohlendioxidkonzentration in der Luft durchsetzten. Im weiten Tal- und Wasserverbund Walensee-Bodensee stieg nach der Energieautonomie auch die Wasser- und Lebensmittelautarkie an die Spitze der Prioritäten.

Die Klimaoase

Das Tal wurde von der europäischen Regierung als Klimaoase geschützt, mit einer strikt auf ökologische Tragbarkeit zugeschnittenen Energie- und Konsumpolitik. Das Ziel war, Formen des klimatischen, fossil- und nuklearunabhängigen Lebens auf hohem Niveau zu entwickeln. Den Menschen in der Klimaoase geht es gut: Allein in der global vernetzten Ressourcenwiederverwertungsindustrie arbeiten 30 Prozent der Beschäftigten, in Düngebereitung, Kompostierung, Humusaufbau und hydroponischer[5] Landwirtschaft 25 Prozent, in Forschung und Entwicklung von Energiesystemen und neuen Ernährungstechnologien ein weiteres Viertel. Man wohnt, arbeitet und lebt zunehmend in den energieautonomen Bauzonen. Diese dichten Gruppen aus mehrgeschossigen Häusern ziehen sich mit grünen und solaren Dachlandschaften durch das Tal. Sie ermöglichen so den neuen Transportverbund, in dem sich alle kommunalen Fahrzeuge und Fortbewegungsmittel – Pferde, Esel, Beine, Fahrräder, Gemeinschaftsautos, Taxis, Minibusse, Grossbusse, Strassenbahnen und Züge – in einer grossen, fossilfreien Bewegung finden. Das beinhaltet auch, dass Lebensmittel mehr und mehr in einem allumfassenden regionalen Kreislauf zu finden sein müssen: hier im Werden-Berg.

Die neue Kälte?

Zwar gibt es die Schweiz, das Fürstentum Liechtenstein und Österreich noch als Staaten, aber in ihren Ressourcenentscheidungen sind sie in der grossen Bioregion aufgegangen, die durch die Wassergrenze des ehemaligen Bodensees bestimmt ist. Anpassen muss man sich. Das Wetter der sechziger und siebziger Jahre des 21. Jahrhunderts wird der «ewige April» genannt. Glühende folgen langen kalten Jahreszeiten. Der Sauerstoff und lebenspendende Golfstrom, der sich jahrzehntelang gegen die kalten Schmelzwasserfluten aus Sibirien gehalten hatte und Nord- und Mitteleuropa sowie die Vereinigten Staaten lebensfähig hielt, soll bis 2080 nun doch abreissen. Die neue Eiszeit – eine lokale Zwischeneiszeit wohl nur – wird das Alpenrheintal von Neuem verändern.

Aber das Tal hat soweit überlebt und bietet Heimat. Die neue Kälte mag als ein Zeichen Gottes verstanden werden, da sie ja dem grossen Schmelzen vorläufig Einhalt gebietet. Nach drei Jahrhunderten der vermeintlichen Rationalität, der Suche nach Sicherheit und Gewissheit liegt die neue Hoffnung in der Unsicherheit, der grossen Chance der Unberechenbarkeit Gaias, der Möglichkeit, dass sich das planetarische Klimasystem nun doch stabilisiert, obwohl durch die Rückkoppelungseffekte der geschmolzenen Arktis und des sibirischen und alpinen Dauerfrosts der Treibhausgasgehalt der Atmosphäre bald fast doppelt so hoch sein wird wie vor der industriellen Revolution. Niemand kann oder will sich vorstellen, wie es ohne die grosse Verlangsamung der Weltwirtschaft in den 2010er und 2020er Jahren heute aussehen würde.[6]

Klimaoase Werdenberg im Alpenrheintal: auf dem Weg dahin

Diese bunte Skizze des Alpenrheintals als Klimaoase ist nur eines von vielen möglichen Bildern. Sie muss aber keine Utopie sein. Die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre verändert das Klima nachhaltig. Das ist ebenso unbestritten wie die Tatsache, dass das Erdöl, der Verursacher dieser Entwicklung, endlich ist und schon bald nicht mehr auf finanzierbare Weise wird gewonnen werden können. Und so ist das Wissen, das Können und das Handwerk angewandter Forschung in Städtebau und Raumplanung aufgefordert, das oben skizzierte bunte Bild empirisch zu prüfen und allenfalls zu korrigieren.

Analysen und Prognosen für die Region anzustellen ist denn auch eine Aufgabe des Lehrstuhls «Nachhaltige Raumentwicklung» am Institut für Architektur und Raumentwicklung der Universität Liechtenstein. Er leitet das Forschungsprojekt «Bodensee-Alpenrhein Energieregion» (BAER) mit Unterstützung des europäischen Interreg- Programms und der Internationalen Bodensee-Hochschule; die Ausführung erfolgt in Zusammenarbeit mit den Universitäten und Hochschulen in St.Gallen, Rapperswil, Winterthur und Konstanz. In deren Denklabors steht die Suche nach Antworten auf eine Frage an vorderster Stelle: «Wie kann aus einer mit fossilen Brennstoffen angetriebenen, willkürlich zersiedelnden, wasser-, ressourcen-, gemeinschaft- und landschaftverschleissenden Dynamik eine auf schrumpfendem Fussabdruck energetisch selbstversorgende und qualitativ höher stehende Zivilisation entstehen?»

Die Region Bodensee-Alpenrheintal ist ein für diese Frage mustergültiges Forschungsfeld. Sie stellt einen Mikrokosmos der Welt dar, in der eine hochempfindliche Wirtschaft ihre Energie zu 85 Prozent aus fossilen Quellen holt. Zugleich ist sie eine Region höchster Wertschöpfungen, avancierter Techniken, dichter Netze und Abhängigkeiten. Und die Bildungs- und Ausbildungsinstitute der Region stellen einen zentralen und wichtigen Teil dieses Netzes dar. Sie können und wollen zu einer nachhaltigen Zukunft im Werdenberg beitragen.

Zur CO_2-Speicherfähigkeit von Böden – ein Einblick in die aktuelle Forschung

Das grösste und realistischste Potenzial zur CO_2-Einsparung ist oft nicht berücksichtigt: die CO_2-Speicherfähigkeit der Böden. Gemäss den Erfahrungswerten von Gerald Dunst, Leiter der Arbeitsgruppe Landwirtschaft und Humusaufbau in der Ökoregion Kaindorf, können je nach Standort durch eine Förderung des Humusaufbaus und durch ökologischen Landbau bis zu 400 Tonnen CO_2 pro Hektare Ackerfläche gebunden werden. Diese Speicherfähigkeit kann durch eine Humusanreicherung von 4 Prozent auf einer Bodentiefe von 30 Zentimetern bewirkt werden.

Für unsere Region gibt es derzeit keine gültigen Aussagen, wie hoch der Humusgehalt der Böden ist. Nach Angaben von Gerald Dunst liegt der Humusgehalt in den Ackerböden im Gebiet der Ökoregion Kaindorf (Steiermark) in einem Bereich von 2–3 Prozent. Der natürliche Humusgehalt von Böden in unserem Klimaraum ist aber in einem Bereich von zirka 6 Prozent anzusiedeln, wenn man den Vergleich zu unberührten Standorten oder Standorten im extensiven Grünland zieht. Das Potenzial für den Humusaufbau beträgt demnach rund 3 Prozent, um den natürlichen Wert wieder herzustellen. Auf eine Bodentiefe von 30 Zentimetern würde dies einem Speicherwert von rund 300 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Hektare entsprechen. Die Verfahren für einen gezielten und raschen Humusaufbau sind bekannt. Bei flächendeckender Umsetzung kann der Humusgehalt um etwa 0,1 Prozent pro Jahr erhöht werden. Dies entspricht einer CO_2-Speicherfähigkeit von 10 Tonnen pro Hektare und Jahr. Wenn der Humusaufbau 30 Jahre lang betrieben würde, könnte eine Wiederherstellung des natürlichen Humusgehalts von 6 Prozent erreicht werden.

Liechtenstein besitzt laut Arealstatistik 2002 eine Gesamtackerfläche von 1916 Hektaren. Dies bedeutet, dass jährlich 19 160 Tonnen CO_2 in Liechtensteins Böden gespeichert werden könnten, wenn bei allen Ackerflächen ökologischer Landbau inklusive Humusaufbau betrieben würde. Somit besteht ein immenses CO_2-Speicherpotenzial. Beispielsweise wird erwartet, dass das Dampfleitungsprojekt eine Reduktion von jährlich 17 635 Tonnen CO_2-eq erbringt. Vergleicht man diesen Wert mit der CO_2-Speicherfähigkeit des Bodens, wird ersichtlich, dass der CO_2-Speicherwert von Böden sogar die grösste Massnahme ist, um den CO_2-Ausstoss zu reduzieren. Die Gesamtheit aller CO_2-Reduktionsmassnahmen würde im Jahr 2020 eine Reduktion von 54 498 Tonnen CO_2 bewirken. Zählt man das Speicherpotenzial der Böden hinzu, dann könnte sogar eine Reduktion von 73 658 Tonnen CO_2 pro Jahr möglich sein.

Modifizierter Auszug aus DROEGE, PETER/GENSKE, DIETER/ROOS, MELINA/RUFF, ARIANE, *Erneuerbares Liechtenstein. Ein Arbeitsbericht*, Universität Liechtenstein, 2010, Rohfassung.

5 *Hydroponik*: Das Kultivieren von Pflanzen in Wasser (Hydrokultur).

6 Diese Vision 2070 basiert auf einem Beitrag des Verfassers zum Hochparterre-Sonderheft *Die werdende Stadt am Alpenrhein. Wandern, forschen, planen*, September 2009 (hier in abgeänderter Form).

Fotos

Sofern in den Legenden nichts anderes vermerkt ist: Peter Droege, Vaduz.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Hugo Dworzak

Institutsleiter, Uni Li

„Vom überflüssigen haben wir zuviel und vom notwendigen zuwenig“

ein haus kommt selten alleine – hoffentlich

aus der distanz betrachtet ist jedes einfamilienhaus ein „alleinstehendes“ gebäude.

Es benötigt einen erhöhten infrastrukturellen aufwand hinsichtlich zuleitungen (versorgung), ableitungen (entsorgung), anbindungen (verkehr) und abtrennungen (einfriedungen). es sei denn, es versorgt und entsorgt sich selbst – wie früher bauernhäuser auf dem land. ansonsten sind dichte und nachverdichtung zwingend – die stadt gilt als beispielhaft, vororte sind verschwendung und unsere vorherrschende siedlungspolitik im bodenseeraum ist eine eklatante fehlentwicklung. Eine konsequente weiterentwicklung des konzeptes dichte und nachverdichtung würde bedeuten, dass das **gebäude zur stadt** wird.

Gerade dann und überhaupt ist eine der wichtigsten aufgaben der architekten für ein ausgewogenes verhältnis an und zuordnung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten räumen zu sorgen. dies wiederum bedingt ein besonderes wissen in soziologie welches entweder durch einbeziehen von soziologen in den planungsprozess und/oder einen entsprechenden thematischen schwerpunkt in der ausbildung zum architekten.

das **multifunktionale** haus

bezeichnenderweise können alte industriegebäude zu verschiedensten nutzungen umgebaut werden. Dagegen sind wohngebäude aufgrund gewohnter und von generalunternehmern penetrant proklamierter struktureller einteilungen „unveränderbar“. Nachträgliche umnutzungen von wohnungen in arztpraxen und büros sind mehr schlecht als recht. Heute sind jedoch änderung der familiären und beruflichen situation die regel und nicht die ausnahme – entsprechende veränderungen an gebäuden müssen mit wenig aufwand möglich sein. Monofunktionelle planung ist unnachhaltig, architekten müssen bei der planung verschiedene zukünftige szenarien berücksichtigen – das zukünftige haus ist **weich**.

das **selbstversorgte und versorgende** haus

jedes gebäude verwendet energie und wandelt energie um. Einige häuser sind inzwischen kleine kraftwerke, ausgestattet mit z.b. solarkollektoren und photovoltaikzellen. Form und gestaltung der häuser selbst reagieren jedoch nicht auf das „thema“ sondern sind meist konventionell gedacht. Die technische ausstattung (kollektoren und panele) ist appliziert, „darunter“ befinden sich ganz normale häuser. Zur erinnerung: „form follows function“ (louis sullivan).

Ganz abgesehen davon sind politische vorkehrungen zur abnahme von energie bei überproduktion unzureichend und unbefriedigend geregelt.

der haus(auf)bau normen und richtlinien

ihre auswirkung auf kosten, lebensdauer, gewährleistung……..

der aufbau, die materielle zusammensetzung von gebäuden ist inzwischen so kompliziert geworden, dass jedes gebäude als eine immer grösser werdende summe von bauphysikalischen fehlern zu verstehen ist. Die bauindustrie bemüht sich ähnlich wie die pharmaindustrie die probleme zwar zu beheben aber nicht an der wurzel derselben anzusetzen. Das problem wird verlagert, kostet mehr wartung, geld, etc. parallel dazu entwickelt sich das normenwesen und die richtlinien zu immer „schwerwiegenderen“ instrumenten, die einhaltung der falschen denkweise umbzw. durchzusetzen.

Dahinter steckt der anspruch auf möglichst lange lebensdauer und grösstmöglichen materialeinsatz – wiederum: siehe pharmaindustrie. Da dies in der realität nicht umsetzbar ist werden ansprüche an gewährleistungen vom planer auf den handwerker und zuletzt auf den bauherrn/ konsumenten übertragen. Mit jedem schritt wird das gebäude ein stück teurer . ganz abgesehen von den zu erwartenden sanierungskosten/entsorgungskosten. In diesem system ist die zunahme an komplexität implizit und deren folgen sind voraussehbar.

zwischenbemerkung

der hausbau als **soziales ereignis**

durchschnittlich sind an einem hausbau 80 personen sichtbar beschäftigt, die in unterschiedlicher abfolge und intensität aufeinander treffen und im wahrsten sinne des wortes „hand anlegen“. Im vergleich dazu sind in der hightechbranche autoindustrie gerade noch 17 personen an der fertigstellung eines autotyps tätig. Teamgeist und qualifiziertes handwerk sind wesentliche eigenschaften in einer ansonsten zunehmend an direkt produktiver tätigkeiten verarmenden gesellschaft.

der **wert** eines hauses

der wahre wert eines gebäudes wird weniger durch die herstellungskosten sondern vielmehr durch die akzeptanz der benutzer abgebildet. etwas anders ausgedrückt: gebäude prägen ihre bewohner, sie fördern oder verhindern soziales verhalten, sind massgeblich verantwortlich am gesundheitszustand einer gesellschaft . man kann durchaus von umwegrentabilität hinsichtlich sozialer nachhaltigkeit sprechen. ein haus ist nicht nur physisches sondern ebenso psychisches obdach. Der architekt trägt diesbezüglich besondere verantwortung.

wieviel architektur braucht das haus?

Das haus benötigt keine, die gesellschaft jedoch schon.

benutzerverhalten benutzeranspruch

massstab für nachhaltigkeit?

Unsere ansprüche an komfort sind seit menschen denken gestiegen. Aus den ursprünglichen mindestanforderungen an schutz vor feinden (inklusive klimatischer) ist eine zunehmend regulierte hülle entstanden, die unseren lebensraum in aussen = natürlich und innen = künstlich unterteilt. Minergieund passivhaus sind nur eine abgeschwächte form von air conditioning.

Mit zunehmendem aufwand an technologie ist auch die handhabung durch den benutzer immer schwieriger, gebrauchsanleitungen werden umfangreicher, kompatibilität der systeme gewollt unmöglich – siehe computertechnologie. Ein intelligentes nutzerverhalten, geprägt vom verständnis einfacher physikalischer zusammenhänge (wie zum beispiel das lüften von räumen) wird abgelöst durch servicesysteme, die ein handeln in eigenverantwortung mit systemfehlern bestrafen.

high tech or low tech or no tech – **das intelligente haus**

das haus aus den 50er jahren – das sogenannte nachkriegshaus, aus finanziellen und materiellen mängeln mit bescheidenen mitteln gebaut, in grosser stückzahl um der herrschenden wohnungsnot zu begegnen. Ausgestattet mit einem lichtschalter pro raum, wänden aus wenigen dafür kompatiblen und recyclebaren materialien, einem pullover anstelle von drei grad celsius mehr……

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Bernhard Gasser

Dozent, Uni Li

Integrale Planung im Zusammenhang mit „LowTech“-Gebäuden

These

Der **Planungsprozess und seine Akteure sind der Schlüssel** zur Erreichung von hohen Zielsetzungen zu Nachhaltigkeit, Komfort und Energiequalität sowie Investitionskosten. Die aktuellen Labels von LEED bis DNGB/SGNI/ÖGNI sind auf ein mittleres Niveau der Qualifikation und kommunikativen Fähigkeiten der Projektteammitglieder ausgelegt. „LowTech“ oder „NowTech“ erfordert weit darüber hinausgehende Fähigkeiten des Teams, weil grundlegende Standpunkte zu Architektur, Baukonstruktion und Gebäudetechnik hinterfragt werden müssen. Architektur und Konstruktion müssen in Ihrer Material- und Energieperformance massiv verbessert werden, um im Gegenzug Technik, ohne Komfortverlust, zu minimieren.

Planungsteam

Vordergründig ein Widerspruch in sich, wenn die Ingenieure der Technischen Disziplinen gefordert sind, möglichst keine oder nur eine minimale Technik für die Planungsaufgabe zu entwickeln. Der Architekt will Bauen, der sparsame Einsatz von Ressourcen ist aber zentraler Leitgedanke der Nachhaltigkeit, somit ist die größte Entlastung der Bauverzicht. Der Bauherr will Image, Emotion, Großzügigkeit und Komfort zu möglichst geringen Kosten. Zielkonflikte deren Lösung nur möglich ist, wenn ein außerordentlich hohes Niveau an interdisziplinärer Qualifikation, Kommunikation und Konsensfähigkeit gegeben ist. Die richtige Auswahl des Teams bzw. die Zusammenstellung der Teammitglieder ist ein wesentlicher Garant für ein im gebauten Ergebnis den Zielvorgaben entsprechendes nachhaltiges Gebäude. Planungshonorare sind keine möglichst zu minimierenden Kosten im Projekt, sondern sind eine wesentliche Grundlage für eine faire Zusammenarbeit mit dem Bauherr/Investor. Die bisher diesbezüglich besten Erfahrungen des Autors waren Planungsteams, die sich bereits im Architekturwettbewerb als Generalplanerteam gefunden haben und die einzelnen Mitglieder sich bereits vorgängig in komplexen Prozessen gemeinsam bewähren konnten.

Der Nachhaltigkeitsplaner als Prozessmanager

Ein neues Berufsbild ist entstanden, der Nachhaltigkeitsplaner (NP) für Gebäude. Er berät den Bauherr von Anfang an hinsichtlich Problemverständnis, Aufgabenstellung und Vorgaben im Wettbewerbsverfahren. Nach der Beauftragung des Planungsteams bedarf es eines strukturierten Prozesses und einer qualifizierten Moderation durch den NP, um den Teilnehmerkreis abzuholen und belastbare Zielsetzungen zu definieren. Bei einem Bauvorhaben mit hohen Nachhaltigkeitszielen und dem Wunsch nach möglichst wenig und einfacher Technik im Gebäude, können diese Ziele nicht einfach nur vorgegeben werden, sondern sie müssen möglichst gemeinschaftlich mit dem Bauherr im Team erarbeitet und im Konsens festgelegt werden. Dieser aufwendige Prozess der Grundlagenbildung gewährleistet nicht nur Akzeptanz sondern wichtige Planungssicherheit für das gesamte Team.

Zielkonflikte

In jeder Bauplanungsaufgabe verbergen sich Zielkonflikte eindimensionaler, meist aber komple-

xer mehrdimensionaler Art. Das erkennen der Wirkungszusammenhänge erfordert Erfahrung vom NP und Architekt, speziell wenn die Zielsetzungen bezüglich Low-Tech ambitioniert sind. Typische Zielkonflikte sind: 1. Passive Kühlung über Nachtlüftung versus Raumakustik – Die Nutzung der thermischen Speichermasse der Stahlbetondecken steht oft im Widerspruch zu einer guten Raumakustik, bei der ein flächiger Akustikabsorber an der Decke nötig ist. Weiter ist der Zusammenhang zu Gestaltungsfreiheit für die Nutzer und Nachnutzungen/Nutzungsänderungen zu beachten. 2. Tageslichtnutzung versus Sonnen- und Blendschutz mit Wirkungszusammenhang Kompaktheit des Gebäudes und Flächeneffizienz mit Wirkungszusammenhang hochwärmegedämmte Gebäudehülle versus Transparenz. Speziell der letztgenannte Zielkonflikt ist jener mit dem höchsten Potential was die Investitionskosten betrifft, weil abhängig von der Nutzungsart und Gebäudegeometrie ca. 1/3 der Kosten in der Fassade stecken.

Zielvereinbarungen

Nach abgeschlossener Zielfindung in 3-5 Workshops übernimmt der NP die Zusammenfassung des Diskussionsverlaufes und erstellt den Zielkatalog zum Thema Nachhaltigkeit. Zu beachten ist dabei, dass Umfang und Komplexität der Definitionen nicht automatisch die Qualität erhöhen, sondern im Gegenteil zu kontraproduktiver Überforderung des Teams im folgenden Entwicklungsprozess führen können. Bei diesbezüglich mittlerer Erfahrung hat sich die Anlehnung an eines der etablierten und erprobten Nachhaltigkeitslabels als Grundlage mit projektspezifischen zusätzlichen speziellen, von der Zahl her überschaubaren, Zielvorgaben bewährt. Beispielsweise Label SGNI (Schweiz) und weiter „LowTech“-Vorgabe keine strombasierende Kompressionskälteversorgung und primärenergetische Nullemission für Heizung, Kühlung, Lüftung, Kunstlicht für das Bürogebäude (Null Emissionsgebäude). Oder Zielsetzung Label ÖGNI (Österreich) und keine mechanische Lüftungsanlage sowie kein aktives Kühlsystem für ein Low-Tech-Bürohaus. Der NP übernimmt die vorlaufende Qualitätssicherung im Planungsprozess, kommuniziert und dokumentiert mögliche Abweichungen von den Zielvereinbarungen. Zum Abschluss jeder Planungsphase wird ein diesbezüglicher Kurzreport erstellt. Wichtig ist dabei neben den plus-minus Abweichungen der Qualitäten parallel die Mehr- und Minderkosten zu dokumentieren, was in der Praxis ein erheblicher Analyseaufwand für den projektbegleitenden Baukostenrechner bedeutet.

Planungsstrategie

Nach Beschluss der Zielvereinbarungen ist im Planungsteam ein Konsens über die unterschiedlichen Arbeitsmethoden herzustellen. Dabei sind die unterschiedlichen Potentiale der Einflussnahme der einzelnen Planungsgewerke auf Energie, Komfort und Kosten zu beachten und projektspezifisch auf einer diesbezüglich optimierten Zeitschiene aufzugleisen. Geplant wird ab der Vorplanungsphase in einem parallelen Prozessablauf nur der jeweils relevanten Disziplinen von den großen Stellschrauben zum Thema Nachhaltigkeit Richtung Verfeinerung und Verdichtung der Festlegungen in der Gebäudeplanung. Planungsworkshops in unterschiedlich besetzten Kernteams haben sich im Unterschied zur klassischen groß besetzen Planungskoordinationssitzung bewährt. Das wichtige Thema des Aufwandes für Planungsänderungen speziell für die Technischen Gewerke kann somit kontrolliert und minimiert werden. Diese, in einer sehr frühen Phase der Projektentwicklung, strikte Vorgangsweise führt dazu, dass alle wesentlichen Entscheidungen vom Bauherr frühzeitig mit einer hohen Sicherheit getroffen werden können und auf dieser Basis eine qualifizierte Kostenprognose erarbeitet werden kann. Nur in der Vorplanungsphase ist die Beeinflussbarkeit der Kosten in Relation zu den Qualitäten hoch, weil ca. 75% der Kosten in dieser Phase bereits festgelegt werden. In den folgenden Planungsphasen, speziell der abschließenden Ausführungsplanung/Werkplanung sinkt die Beeinflussbarkeit unter 10%, weil alle großen Kostenstellschrauben wie Gebäudegeometrie, Fassade, Technikaufwand

lange vorher definiert und festgelegt wurden. Es sei erwähnt, dass dies ein völliger Widerspruch zu den aktuellen Honorarordnungen für Architekten und Ingenieure bezüglich der Verteilung der Vergütungen in den einzelnen Planungsphasen ist, weil die Startphase des Planungsprozesses völlig unterbewertet wird.

Ausbildung/Weiterbildung im Bereich Nachhaltiges Bauen – Viel Theorie, wenig Praxis

Der NP kommt von der Grundausbildung her eher aus dem Bereich Architektur und nur in Einzelfällen aus einer technischen Disziplin, weil ein wesentlicher Bestandteil der Architekturausbildung Kompetenz im Bereich Kommunikation, Koordination und Konsensfähigkeit umfasst, bzw. umfassen sollte. Unzureichend erscheint dem Autor das aktuelle universitäre Bildungsangebot an den europäischen Universitäten. In einzelnen CAS-Modulen werden Grundlagen zu Nachhaltigkeitslabels und Zielen sowie verschiedene Berechnungstools vermittelt. Der wesentliche Umsetzungsund Anwendungsteil an einem Testprojektes in Interaktion mit den technischen Disziplinen von Architektur über Tragwerk bis zum Kunstlicht wird entweder gar nicht trainiert oder nur in einzelnen Integrationsfragmenten. Mehrdimensionale Wirkungszusammenhänge werden dann eben nicht erkannt und es wird dann in der Baupraxis wieder klassisch vorgegangen: Architektur versus Technik – Komfort versus Architektur – usw. Ein Grundproblem ist das separierte Ausbildungssystem für Architekten und Ingenieure. Ein Lösungsansatz wäre die Entwicklung eines CAS-Moduls, welches genau dieses Low-Tech Testprojekt beinhaltet, wobei die Studierenden in Kleingruppen jeweils aus der Architektur und einem technischen Ingenieurstudium kommen. Begleitet von Dozenten der Architektur und Technik wird in einem möglichst realitätsnahen Setting, auch was die Investitionskosten betrifft, ein Bauprojekt entwickelt und abschließend von einer externen Jury bewertet. Für die größeren Universitäten in Zürich, München und Wien/Graz könnte ein solches Modul hausintern entwickelt werden. Für kleinere regionale Unis wäre eine Kooperation sinnvoll, beispielsweise FH Dornbirn/A (Ing.) – Uni Liechtenstein/FL (Arch.) – NTB Buchs/CH (Ing.).

Dominique Gauzin-Müller

Prof., École Nationale Supérieure d'Architecture, Strasbourg

Nachhaltige Architektur : Lowtech oder Hightech ?

Nachhaltigkeit! Was für manche Aktivisten zum fundamentalen Wert ihres Lebens geworden ist, bleibt für andere ein Kommunikationsmittel zum Green Washing nicht unbedenklicher Produkte. Auch unter Akteuren des Bauens enthält der Begriff Nachhaltigkeit ganz unterschiedliche Bedeutungsfelder. Der Schwerpunkt kann auf Energiesparen, Ökobaustoffen oder soziokulturelle Zielsetzungen gelegt werden. Einige verbinden den Begriff mit Lowtech und Selbstbau aus Holz oder Lehm, andere mit Hightech-Installationen und Nano-Materialien. Heute stellen sich also zunehmend die Fragen: Wie viel Lowtech ist zu wünschen? Wie viel Hightech ist zu verantworten?

More with less

Angesichts der zahlreichen Probleme, die wir in kürzester Zeit zu bewältigen haben, müssen schnell schlüssige Beispiele und Knowhow verbreitet werden: innerhalb der Industrieländer, weil es dort noch große Unterschiede gibt, aber auch in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dabei liegt es in unserer Verantwortung zu vermeiden, dass diese unsere Fehler reproduzieren. Es fängt damit an, dass wir letztere zugeben, probieren, es gut zu machen – sofern dies überhaupt möglich ist –, und konsequent und vorbildlich einen anderen Weg gehen. In einer globalisierten Welt, die sich, dem Druck internationaler Konzerne folgend, an der Nutzung von Beton, Stahl und Hochtechnologie orientiert, betreten immer mehr Architekten diesen unbequemen Weg. Seit ein paar Jahren blüht eine neue Generation auf, die ihr Ego beiseite legt und ihre Verwirklichung unter dem Motto „More with less" findet. Regelmäßig unterstützt wird sie durch Nominierungen für den Aga Khan Preis oder den Global Award for Sustainable Architecture sowie Ausstellungen in bedeutenden Architekturgalerien und -museen der Welt. Das MoMa in New York präsentierte 2010 diese neue Architektur mit sozialem Engagement in „Small Scale, Big Change"[1]. In Rossinière (Schweiz) zeigte im gleichen Jahr die Ausstellung „Learning from vernacular" Modelle traditioneller Architektur neben Beispielen dieser dem Kontext angepassten Architektur. Weitere Ausstellungen unterstützen dieses mutige Engagement wie „Think global, build local", 2013 in Frankfurt und 2014 in Wien, oder „Afritecture – Bauen mit der Gemeinschaft" an der TU München.

Kulturen verbinden

Die Deutsche Anna Heringer, der Chilene Alejandro Aravena (Elemental), der Amerikaner Andrew Freer (Rural Studio), der Deutsch-Kolumbianer Andrès Bäppler, die Chinesen Wang Shu und Li Xiaodong sowie Francis Kéré aus Burkina Faso gehören zu dieser Gruppe von Entwerfern und Baumeistern, die versuchen, mehr Nachhaltigkeit und Humanismus in die gebaute Umwelt einzubringen. Die meisten von ihnen haben eine doppelte Kultur: Einige kommen aus südlichen Ländern und haben in Europa oder Amerika studiert; andere wurden dort geboren, haben jedoch lange Zeit auf der Südhalbkugel gelebt. Alle betonen die Authentizität und die Schönheit der ländlichen Architektur und zeigen die negativen Seiten der Verwendung von Baumaterialien und -techniken aus Industrieländern auf: den hohen Anteil an grauer Energie für Herstellung und Transport, die Unangepasstheit von Betonsteinen für warmes Klima und den Verlust an Identität.

1 Titel einer Ausstellung im MoMA in New York und des dazugehörigen Katalogs (Curator: Andres Lepik).

Lowtech *versus* Hightech

Ob mit Lehm, Holz, Beton oder recycelten Materialien gebaut, die Werke dieser verantwortungsvollen Architekten erfüllen nicht nur ökologische und ökonomische Kriterien, sondern auch hohe soziale und künstlerische Ansprüche. Sie bauen nicht nur FÜR, sondern auch oft MIT der Bevölkerung, in einem Selbstbau-Prozess, der Tagelöhnern neue Kompetenzen verleiht und mitarbeitenden Frauen und Kindern ein Selbstwertgefühl schenkt. Architektonische Intelligenz, Bescheidenheit und Empathie sind dabei oft vereinigt. Die Schönheit dieser außergewöhnlichen Bauten liegt auch in der ihrem Kontext angemessenen Balance zwischen Lowtech und Hightech. Einheimischen Materialien werden öfters dank eines gezielten Einsatzes moderner Technologien, die zum Teil in europäische Labors zuerst getestet wurden, aufgewertet. Also High-Design für Lowtech Materialien! So entsteht ein sinnvoller Knowhow-Transfer, von dem alle Beteiligten profitieren.

Die Ästhetik der einfachen Materialien

Zu der Balance zwischen Lowtech und Hightech kommt auch eine Selbstverständlichkeit, die wahrscheinlich mit Proportionen und Angemessenheit in Bezug auf den Kontext zu erklären ist. Vielleicht ahnt man auch einfach die Liebe, die beim Entstehen der Bauten zu spüren war. Trotz Verwendung preiswerter, oft niedrig bewerteter Materialien entsteht eine Ästhetik, die universal geschätzt wird. Anna Heringer, Architektin der mehrmals preisgekrönte METI Schule aus Lehm und Bambus in Bangladesch, ist dies sehr bewusst: „*Für mich ist Schönheit Nachhaltigkeit. Ich finde den Versuch spannend, Schönheit von innen heraus zu entwickeln und Gebäude zu schaffen, die ihr Umfeld nicht nur optisch positiv verändern.*“

Das Haus, das Martin Rauch im Jahr 2009 in Schlins (Vorarlberg) errichtet hat, ist ein weiteres Manifest des modernen Lehmbaus. Nach Jahrzehnten der künstlerischen Auseinandersetzung mit dem Material hat der gelernte Keramiker diese traditionsreiche Bauweise technisch ausgeklügelt und ästhetisch aufgewertet. Weiterhin ist seine „*afrikanische Lehmhütte mit europäischem Standard*“ ein Plädoyer gegen Vorurteile. Sie soll gleichzeitig den Menschen in Industrieländern beweisen, dass man mit Lehm eine moderne, behagliche Architektur gestalten kann, und der Bevölkerung von Entwicklungsländern zeigen, dass Lehm nicht der „Baustoff der armen Leute“ ist, sondern auch in europäischen Villen ihren Platz finden kann[2].

Wie viel Technologie darf es sein?

Die Vertreter der Moderne haben versucht, die Probleme Ihrer Zeit in einer schnell industrialisierenden Gesellschaft zu lösen. Heute, bei einer rapide wachsenden Weltbevölkerung, steigendem Komfortbedürfnis und immer knapper werdenden Ressourcen, hat die Baubranche andere Herausforderungen zu bewältigen. Auch wenn Hightech im städtischen Raum der Industrienationen weiterhin seinen Platz hat, liegt die Antwort auf unsere gemeinsame Probleme nicht im Bau teurer, technisch ausgeklügelter Stahl-Glas-Kisten. Wer kann ernsthaft glauben, dass die Wirtschaft unendlich wachsen kann auf einem Planeten, der begrenzt ist und dessen Reserven an fossiler Energie, Metallen und benutzbarem Boden bald erschöpft sein werden? Die globale Lösung, die wir brauchen, fängt mit Zurückhaltung beim Energie-, Rohstoff- und Wasserverbrauch... aber auch mit angemessenen Entscheidungen bei der Wahl von Nahrungsmitteln, Wohnstandort und Verkehrsmitteln an.

2 Von den soziokulturellen Zielen der Bauherren und Planer des Hauses bis hin zum kleinsten technischen Detail wurde alles in einem Buch dokumentiert, das inhaltlich wie gestalterisch hervorragend ist: „Haus Rauch Ein Modell moderner Lehmarchitektur“, Otto Kapfinger, Birkhäuser Verlag, 2011

Wiederentdeckung der „vernacular“ Architektur

Statt auf Hochrüstung mit aufwändiger Technik zu setzen, kann man beim Errichten unserer Wohnungen, Arbeitsstätten und öffentlichen Bauten Materialverbrauch und CO_2-Emissionen mit Lowtech-Ansatz dauerhaft reduzieren: durch an den Kontext angepasste Gebäudeausrichtung, richtige Proportion der Glasanteile, nächtliche Durchlüftung, Auswahl lokaler erneuerbarer Materialien usw. Dabei sollen die Nutzer in den Mittelpunkt gestellt, ihr Komfort im Sommer wie im Winter berücksichtigt und ihre individuellen Wünsche erfasst werden. Der Erhalt, die energetische Verbesserung und die sinnvolle Aufwertung alter Bausubstanz spielen auch eine wichtige Rolle. Es wird damit nicht nur jede Menge grauer Energie gespart und altem Bestand neues Leben verliehen. Das Wiederentdecken alter Weisheiten in Bezug auf Materialien und Energie wird uns helfen, neue Lösungen zu finden und die Zukunft zu erfinden. Der österreichische Architekturkritiker Otto Kapfinger hat es treffend ausgedrückt: „*Tradition ist das Weitertragen der Flamme, nicht die Verehrung der Asche*.“[3] Ein Haus wird aus der Begegnung zwischen dem Geist des Ortes und den Bedürfnissen der Bewohner wie ein lebendiger Organismus geboren. Dieses Prinzip folgt der „vernacular“ Architektur, die *de facto* aufgrund ihrer Einbindung in die natürliche oder städtebaulich gewachsene Umgebung, ihrer Anpassung an die klimatischen Gegebenheiten und der effizienten Verarbeitung lokaler Materialien nachhaltig war.

Unsere Verantwortung

Heute stehen nicht nur ausgeklügelte Technologien, sondern auch viele Kenntnisse über eine moderne Verwendung regional beziehbarer, erneuerbarer Baustoffe zur Verfügung. Es fehlt nur der Wille, herkömmliche, verschwenderische Praktiken in Frage zu stellen und neue, nachhaltigere, konsequent durchzusetzen. Es geht um eine Gratwanderung in der Mentalität und im Verhalten. Eine nachhaltige Architektur, die sich nur ein kleiner Teil der Weltbevölkerung leisten kann, ist nicht zukunftsfähig. Unsere Verantwortung als Architekten, Stadtplaner, Politiker, Bauherren oder Nutzer erfordert es, an einer globalen Lösung zu arbeiten, die sowohl Wohnbauten, öffentliche Einrichtungen sowie Arbeitsstätten in ihrem Entstehen sowie in ihrem Gebrauch nachhaltiger macht. Wer sich in seiner gebauten Umgebung wohl fühlt, ist seltener krank, freundlicher zu anderen und leistungsfähiger. Das Gleiche gilt auch für den größeren Maßstab! Wer sich in seiner Stadt, in seiner Region wohl und sicher fühlt, ist für anderes offener und geht mit seinen Zeitgenossen verständnisvoller um. Das Wesentliche liegt im Menschlichen, nicht im Technischen.

3 Konstruktive Provokation – Neues Bauen in Vorarlberg“, Otto Kapfinger, Verlag Anton Pustet, 2003

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Gert Gschwendtner

Uni Li, Dozent

Sinnliche Gebäude

zu einer gehirngerechten Architektur

Es scheint nach einer Luxusüberlegung zu klingen, wenn bei so etwas Ernstem wie Architektur nach der Sinnlichkeit gefragt wird.

Und doch sind es die Sinne, nach deren Impulsen in unseren Köpfen Konstrukte zu Architekturen zusammengesetzt werden. Ohne Sinnlichkeit gibt es kein Denken und Wahrnehmen und folglich keine Muster von Architektur die gestaltete Räume in unseren Köpfen wirklich werden lassen. Architektur ist existenziell abhängig von Sinnlichkeit und menschlichem Denken.

Sinnlichkeit ist die Menge an Information, die unser Gehirn von den Sinnen bekommt. Das Wahrgenommene ist die Welt mit der wir umgehen. Die Wahrnehmung ist jedoch kein mechanischer Ablauf, sondern ein komplizierter Prozess, der auf soziokulturellen Prägungen aufbaut. Da es keine gleichförmig verteilten homogenen Kulturräume gibt und alle sozialen Gruppen heterogene Gemische sind, sind auch auf engem Raum die Voraussetzungen für Wahrnehmung unterschiedlich. Wo kein gemeinsamer Fundus an Wahrnehmungsparametern gegeben ist gibt es nur verschiedenste Beurteilungen von Architektur. Leider gibt es keine Naturkonstanten von denen aus Schönheit und gute Form sich herleiten lassen.

Ist eine Wohnug dunkel und klein, so lassen manche persönlichen Erfahrungen ein Gefühl der Geborgenheit und des Geschütztseins zu und manche Erfahrungshorizonte drängen auf schnelles Verlassen der aussichtslosen Beengtheit. Normen zur Grösse und Belichtung einer Wohnung sind also schwierige Voraussetzungen für das Wohlbefinden eines Indviduums. Dasselbe trifft auf Wärme, Gerüche und Geräusche zu. Gestaltete Räume müssen also Freiraum für die Benutzer bereithalten, um Zufriedenheit zu erreichen. Zufriedenheit ist am Besten mit nachhaltiger, ausgeglichener Emotionalität zu übersetzen.

Sinnliche Nachhaltigkeit ist die Voraussetzung dafür, dass technische Nachhaltigkeit nicht verschwendet wird. Diese sinnliche Nachhaltigkeit hängt ab von den Wahrnehmungskriterien des Individuums.

Die Zufriedenheit und Freude, die mit einem Gebäude verbunden wird ist diese sinnliche Nachhaltigkeit. Ist ein Gebäude schwer erträglich, so wird die Abneigung mit der Zeit so gross, dass eine weitere Nutzung zu einem wesentlichen Problem für den Nutzer wird.

In Lefebvres triadischem Raumsystem ist neben dem wahrgenommenen und dem vorgestellten Raum der erlebte Raum ein konstituierendes Element.

„la pratique spaciale“: umfasst die Produktion und Reproduktion, spezielle Orte und Gesamträume, die jeder sozialen Form eigen sind (1)

Ein grosses Problem für menschliche Gehirne sind zu grosse und zu viele Reizeinflüsse. Das Gehirn reagiert auf zu grosse Menschenansammlungen mit Regression oder Aggression. Zuviele heisst mehr als 70 bis 100 Personen können in den seltensten Fällen spontan, differenziert und eingeschätzt werden. Das bedeutet, dass mehr Personen als angstmachend oder bedrohlich empfunden werden. Wohneinheiten mit vielen Bewohnern, die über diese Anzahl hinausgehen oder weit hinausgehen, führen zu starken Verunsicherungen und in Konsequenz zu sozialen Spannungen, die dann auch über das spezielle Wohngebiet hinaus wirken. Einförmigkeiten in der Gestaltung und geringe Differenzierung von

Eingangssituationen sowie mächtige Fassaden erzeugen das Gefühl der Einschüchterung, der Kleinheit und der Uniformität. Das führt zu einer Identitätsminderung oder gar dem Verlust an individueller Identifikation. Das Gebäude wird als überwältigend erfahren und abgelehnt. Gebäulichkeiten, die mit ihren grosstechnisch hergestellten Fassaden den maschinellen Charakter der Architektur in den Vordergrund stellen, drücken das Benützen von gestalteten Räumen auf einen funktionalistischen normierten Vorgang herab. Das Verhalten von Menschen wird so von Auftraggebern und Architekten vorprogrammiert, autoritär und bevormundend. Solche Bauweisen können noch so nachhaltig in ihrer technischen Verfasstheit sein, sie gehen weit an ihrer Sinnhaftigkeit vorbei.

Bedeutungsgebundene Raumrhythmen und Raumfolgen, wie sie beispielsweise in Jörn Utzons Siedlung in Fredensborg zu sehen sind, oder von Wespi und de Meuron im Tessin angewandt wurden, bieten der Sinnlichkeit entsprechende Räume. Die häufig angewandte Kitschkruste auf Konstruktionen, wie sie für Lagerhallen, Wohnhäuser, Einkaufszentren und Ähnlichem auftaucht, hilft nicht aus dem Teufelskreis heraus.

Wohnungen sollten als private Schutzräume erfahren werden, mit der Möglichkeit einer persönlichen Gestaltung. Arbeitsräume brauchen Nischen für persönlichen Gebrauch und sind hell und klar am Besten benutzbar.

Architekturen, die Defizite in der genannten Weise zeigen, führen zu einem ebenso defizitären Energiverbrauch. Fühlt sich jemand ständig kalt aufgrund des durch die Gestaltung vermittelten Erlebnisklimas, so schraubt er die Heizung nach oben. Tritt das Gefühl der Beengung auf hilft vielleicht das Öffnen der Fenster; schlimmer ist das Einschalten der Kühlung.

Exzessiv verpackte Häuser mit mehr oder weniger veschlossenen Öffnungen führen genau zu solch einem klaustrophobischen Empfinden. Damit sinkt der Sinngehalt technisch nachhaltig erstellter Gebäude entscheidend.

Grundrisse von Gebäuden müssen viele Möglichkeiten der individuellen Nutzung eröffnen um sinnlich, nachhaltig zu sein. Alte japanische Häuser haben keine Wohnzimmer, Schlafzimmer oder sonstige Funktionsräume. Die Räume werden nach Bedarf verwendet und umgewidmet. Allerdings herrscht hier auch ein gewisser Minimalismus an Möblierung und sonstiger konsumtiver Ausstattung. Doch gerade diese Zurückhaltung eröffnet grosse Freiheiten und hat lange Zeit auch bei herausragenden Architekten Freude und Achtung ausgelöst.

Die tief in der Tradition verwurzelte Vermeidung von Symmetrien ist ein weiteres Phänomen, das japanische Tradition ausmacht. Es lässt sich als Anwendung eines Reaktionsprinzips des Gehirns lesen. Das menschliche Gehirn reagiert kulturübergreifend auf Symmetrien mit autoritärem Verhalten. Tempel, Kirchen, Verwaltungsgebäude und Schulen etc. zeigen bis weit ins letzte Jahrhundert eine Vorliebe für dieses Gestaltungsprinzip. Viele Gebäude hatten und haben die Aufgabe durch ihr Auftreten zu beeindrucken. Dazu dienen Grösse, starke Auskragungen, übergrosse Portale, Symmetrien und hermetische Fassaden. All dieses Imponiergehabe doktrinärer Haltungen ist sinnlich nicht nachhaltig, denn es führt zur Ablehnung, zum Umbau, ja sogar zur Zerstörung solche Gebäulichkeiten.

Das ist dann sogar im Sinne einer technischen Nachhaltigkeit sinnlos. Willkürliche, gestalterische Postulate, wie goldener Schnitt, kubische Reduktion, raffinierte Fassade und Ähnliches werden oft mit Verve vertreten, verfallen jedoch leider häufig einer unverständigen, negierenden Haltung. Das mussten viele Architekten der klasischen Moderne, bis zu Corbusier, bitter erfahren.

(1) Henri Lefebvre,“Die Produktion des Raumes“, in Jörg Dünne, Stephan Günzel (Hrsg.), „Raumtheorie Grundlagenelemente aus Philosophie und Kulturwissenschaften“, 2006, Frankfurt am Main, S.333

weitere Literatur:

Gerald Hüther, „die Macht der inneren Bilder“; „Biologie der Angst“

Christina Hilger, „vernetzte Räume Plädoyer für den Spacial Turn in der Architektur“

Wolf Singer, „der Beobachter im Hirn“

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Daniel Gstöhl

Uni Li, WiMi

Wie viel (Technik) braucht das nachhaltige Haus?

Grundsätzlich braucht das Haus nichts. Wieviel (Technik) braucht der Mensch um nachhaltig zu wohnen/leben? Haus ist zu eng gefasst.

Zuerst Bedarf reduzieren. Effiziente Gebäudehülle, kompakte Gebäudeform. Passive Solargewinne ausnützen, Transmissionsverluste minimieren, ausreichend thermische Masse um Temperatur zu stabilisieren. Konsequente Berücksichtigung der grauen Energie über gesamten Lebenszyklus bei Konstruktion und Materialwahl.

Nur Einsatz effizientester Heizung/Geräte/Lüftung. Energiebedarf nur mit erneuerbaren Quellen decken. Erneuerbare Energieproduktion vor Ort maximieren (Wärmerückgewinnung, PV, thermische Kollektoren, Wärmekraftkopplung).

Einfache, robuste Systeme. Lange Lebensdauer anstreben. Fenster sind die besten Kollektoren. Passive Gewinne Aktiven vorziehen. Fehler bei Installation, Betrieb und Wartungsaufwand minimieren. Komplexe Systeme nur wenn korrekter Betrieb und Unterhalt sichergestellt ist. Abstimmung der einzelnen Systeme (Regelung Heizung, Kollektoren, PV, Lüftung) berücksichtigen, damit diese sich nicht gegenseitig kannibalisieren.

Beispiel: Gut Wärmepumpentrockner, besser WP Trockner + PV, am besten Wäscheleine.

Siedlungsstrukturen beeinflussen Verkehrsaufkommen (Lärmbelastung, Gesundheitskosten). Diese so gestalten, dass motorisierte Mobilität minimiert wird. Einsparungen bei energieeffizientem Einfamilienhaus in Agglomeration (oder noch weiter) werden durch Berücksichtigung des Mobilitätsbedarfs nivelliert.

Energiebedarf pro m2 Wohnfläche konnte in den letzten beiden Jahrzehnten massiv gesenkt werden. Einsparungen wurden durch den erhöhten Anspruch an Fläche auf (aussagekräftiger kWh/Person statt kWh/m2). Es besteht heute immer noch eine grosse Lücke zwischen technisch (leicht) Möglichem und durchschnittlich Gebautem. Erfolgsversprechend sind „green defaults“ (wie z.B. Einführung von Stromprodukten). Menschen tendieren grundsätzlich zu Bequemlichkeit. Entscheidungsspielraum (zu „schlechtem“ Verhalten) der Menschen einschränken.

Nutzerverhalten ist entscheidend. Es gibt sehr grosse Unterschiede bei identischen „energieeffizienten“ Gebäuden (z. B. durch erhöhte Raumtemperaturen, schlechtes Lüftungsverhalten). Gefragt sind Menschen mit nachhaltigem Verhalten. Bewusstseinsbildung ist notwendig.

Klassisches Beispiel: Mit energieeffizientem Haus wird 2000l Heizöl pro Jahr eingespart. Mit dem eingesparten Geld wird eine Flugreise unternommen. Da Kerosin tiefer besteuert ist als Heizöl wird schliesslich mehr CO2 produziert.

Genügsamkeit notwendig (Raumbedarf, Mobilitätsanspruch). Trends (Raumbedarf, Licht, Leere, Ausbau, Ausstattung) irreführend?

2000W Gesellschaft heute kaum vorstellbar, aber 1970 Realität. Rasante Entwicklung. Beispiel bei uns: innerhalb von zwei Generationen von Haus mit Kachelofen (teilbeheizt) / ohne Bad zum Standard des vollständig beheizen Hauses / Kinderbades.

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Gerhard Hausladen
Prof.Dr.-Ing.Dr.h.c.

Elisabeth Endres
Dipl.-Ing. Elisabeth Endres

Aufsatz im Rahmen der Vorstudie zum Projekt „energieeffizientes LowTech Gebäude“

Schwindende fossile Energiequellen, die Notwendigkeit zur Reduzierung des CO_2 Ausstoßes im Zuge der Diskussion um Klimaschutz sowie ein stetig wachsendes Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewusstsein in der Gesellschaft, haben den Bausektor in den vergangenen Jahren vor immer neue Aufgaben gestellt. Rahmenbedingungen, gesetzliche Anforderungen verbunden mit Richtwerten wurden als bindende Kontrollwerkzeuge eingeführt und haben sich im Planungs- und Umsetzungsalltag der Büros durchgesetzt. Gleichzeitig sind die Anforderungen an die Gebäude durch Nutzer und Bauherren im Bezug auf Behaglichkeit gestiegen. Unabhängig von Standort, Geometrie und Struktur des Gebäudes werden Zielwerte definiert, die sich häufig in einem engen Rahmen bewegen und die im späteren Betrieb weder über- noch unterschritten werden dürfen. Dies erfordert einen hohen Aufwand an haustechnischer Ausstattung sowie Mess-, Steuer und Regeltechnik. Weitestgehend können diese Anforderungen durch die hochentwickelten Technologien und unter einem hohen Einsatz von Energie realisiert werden. Folge dieses scheinbaren „anything-goes“ ist eine stetig wachsende Komplexität des Planungs- und Abstimmungsprozesses. Die Diskussion um nachhaltige Gebäude, vor allem um nach haltige Architektur, beinhaltet darum zwei wesentliche Fragestellungen. Zum einen nach der notwendigen Menge und Art technischer Systeme, die mit einem Minimum an Energie ein Maximum an Komfort schaffen. Voraussetzung hierbei ist die Definition angestrebter Ziele zu Beginn der Planung und eine Abstimmung mit allen am Planungsprozess Beteiligten. Die zweite Frage stellt sich nach Möglichkeiten zur Integration notwendiger technischer Systeme in die Geometrie und Struktur der Gebäude. Ziel dieser Integration soll es sein, haustechnische Systeme als einen Bestandteil der Architektur und nicht als eine sekundäre Struktur zu planen. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund von Flexibilität und unterschiedlicher Lebenszyklen der Technik, im Vergleich zur Konstruktion, ein wichtiger Aspekt nachhaltiger Gebäudeplanung. Der Bereich der Bauphysik von Materialen und die daraus resultierenden Gebäudehüllen sind hinsichtlich Dichtigkeit, Wärmeschutz und Feuchteschutz in den letzten Jahrzehnten weit erforscht. Ein hoher Standard wurde hier erreicht, dies gilt für Neubauten, in Teilen ebenso für die Ertüchtigungen des Bestandes. Neben den daraus resultierenden Verbesserungen des passiven Gebäudekonzeptes, v.a. den winterlichen Wärmeschutz betreffend, hat diese Optimierung Auswirkungen auf die Möglichkeiten im Bereich der Technikinstallation. Durch das Unterbinden von Kaltluftabfällen und Schimmelpilzgefahr in Gebäudeecken sowie Zugerscheinungen durch Undichtigkeiten, ist die Wahl der Position von Radiatoren und Konvektoren in der Grundrissgestaltung für nahezu alle Fenstergeometrien

frei geworden. Die Nutzung von Flächentemperierungen bereits mit sehr niedrigen Systemtemperaturen ist weitestgehend uneingeschränkt. Auf Grund der niedrigen Vorlauftemperaturen ist somit der effiziente Einsatz von Umweltenergien z.B. Wärmepumpentechnik in Verbindung mit Erdwärme oder Abwärmenutzung auf niedrigerem Temperaturniveau gegeben. Konzepte, die Energie nicht ausschließlich qualitativ einsetzten sondern auch deren exergetischen Anteil und damit Synergieeffekte nutzen können, sog. „Low Ex Konzepte“, werden zukünftig ein wichtiger Bestandteil des ganzheitlichen Planen sein. Neben der bis jetzt fokussierten Reduzierung der Lasten durch das Gebäude wird dieses Zusammenspiel von Gebäudekonzept, Anlagentechnik, Raumkonditionierungssystem und vor Ort vorhandener Energieressourcen für den nachhaltigen Planungs- und Bauprozess immer bedeutender. Durch eine solche Betrachtungsweise, die über die Systemgrenze der Gebäudehülle hinausgeht, entstehen vielschichtige und differenzierte Konzepte, die in der Lage sind, auf die jeweilige Nutzungen und daraus resultierende Komfortbedingungen reagieren zu können. Der Aspekt der Komfortansprüche und die Definition dieser sind im Kontext nachhaltiger Planung genauer zu betrachten. Laufen die derzeitigen Ansprüche und Wünsche nach immer mehr Steuerungsmöglichkeiten Gefahr, bei Ausfall der Technik, Häuser in unbewohnbare nicht mehr nutzbare Hüllen herabzustufen? Verbunden damit steht die Frage: „Wie weit kann eine Abhängigkeit der Gebäude von den technischen Systemen gehen?“ Der Nutzerkomfort stellt dabei eine entscheidende Kenngröße zur Planung, vor allem bei der Wahl und Dimensionierung der technischen Systeme, dar. Jedoch sollte die Bauklimatik des Hauses nicht allein von der eingesetzten Technik gesteuert sein. Vielmehr sollte das Gebäude so robust gebaut werden, dass es auch ohne Technik Raum zum Leben bieten kann und diese rein unterstützend wirkt. Maßnahmen, wie der Einbau von Speichermaßen oder ein konstruktiver Sonnenschutz zur Reduzierung von Kühllasten, Möglichkeiten zur Nachtdurchströmung und Querlüftung stellen beispielsweise passive Maßnahmen dar, die zum einen den Anteil aktiver Systeme vermindern, zum andern den Wartungsaufwand gering halten. Nachhaltigkeit ist an dieser Stelle im Kontext der Abhängigkeit des Gebäudes von der Technik zu betrachten und mit einem damit verbundenen notwendigen Aufwand an Wartung und Instandhaltung. Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, dass Probleme in der Steuerung der technischen Systeme zur Minderung der Raumklimaqualität und der Energieeffizienz führen. Das nachhaltige Haus bedarf demnach technischer Systeme, die es schaffen, die grundlegenden Anforderungen an das Raumklima in der Jahresbetrachtung zu erfüllen, das Gebäude mit seiner passiven Strategie miteinzubeziehen in die Regulierung und dem Nutzer Eingriffsmöglichkeiten zu erlauben. Dies kann durch nahezu selbstregulierende Systeme wie beispielsweise Flächentemperierung, einer einfachen Lüftungsanlage zur Grundlastabdeckung in Kombination mit natürlichen Lüftungsmöglichkeiten erreicht werden. Reaktionsfähigkeit auf sämtliche Eventualfälle, durchgängig gleichmäßige Temperaturen des Volumens ebenso wie gleiche Luftgeschwindigkeiten an jedem Punkt im Raum lassen sich mit solchen Konzepten nicht realisieren. Im Gegenteil, durch Luftbrunnen, Kaltluftseen oder auch Flächentemperierung nutzen diese Maßnahmen die Möglichkeit, Mikroklimata für Nutzer zu schaffen. Der Fokus liegt dabei in der Definition des Aufenthaltsbereichs und darin, lokal unterschiedliche Verhältnisse im Raum schaffen. Somit kann gezielt auf die Behaglichkeit des Nutzers in seiner Umgebung eingegangen werden.

Zur Reduzierung bei gleichzeitiger Optimierung der Gebäude, bedarf es eines ganzheitlichen Planungsprozesses von Architekten und Fachplanern. Neben grundsätzlich den Entwurf bestimmender Themen: Typologie, Kubatur und Orientierung, ist die Gebäudestruktur eine entscheidende Größe in der Betrachtung ganzheitlicher Strategien. Die einem Nachhaltigkeitsgedanken zugrunde liegende Zukunftsfähigkeit scheint in großen Teilen der Planungen keine Beachtung zu finden. Das Einhalten von Kennwerten und Normen bei der Inbetriebnahme der Häuser wird bedacht, über einen weiteren Horizont im Betrieb verliert sich die Sensibilität. Durch die o.g. integrierten Entwurfsprozesse können vertikale und horizontale Installationswege so geplant werden, dass ein hohes Maß an Flexibilität auch für zukünftige Umnutzungen sowie ein geringer Aufwand für Wartung und Revision entstehen. Ergänzend fallen keine grauen Energien und Kosten für weitläufige Installationsführungen, abgehängte Decken sowie Abkofferungen an. Freiliegende Speichermassen können im Gesamtkonzept für die Temperierung passiv durch Nachtauskühlung oder aktiv als Bauteilaktivierung genutzt werden.

Am Beispiel von Schulhäusern lässt sich die vorangegangene Thematik veranschaulichen. In den letzten Jahren herrscht vor allem in diesem Bereich eine divergente Diskussion über das Maß und den Einsatz mechanischer Lüftungssysteme im Zusammenhang mit Energieeffizienz und Komfort. Eine dichte Belegungszahl in den Klassenräumen führt zum einen zu hohen internen Wärmegewinnen im Winter und erhöht das Risiko der Überhitzung im Sommer. Zum anderen ist eine hohe Luftwechselrate zur Abfuhr von CO_2 erforderlich. In den kalten Jahreszeiten bedingt dies große Wärmeverluste und Einschränkungen der Behaglichkeit. Im Fall von natürlichen Lüftungskonzepten steigt v.a. im Winter der CO_2 Gehalt in den Klassenzimmern, da die Fenster nicht ausreichend während der Unterrichtsstunden geöffnet werden. Im Gegensatz zu Gebäuden in der Vergangenheit verhindert der hohe wärme technische Standard unkontrollierte Infiltration durch Undichtigkeiten in der Fassade, die zum Luftaustausch mit beitrugen. Betrachtet man die CO_2 Kurve in den Klassenzimmern, so zeigt sich, dass bei einer traditionellen Stoßlüftung in den Pausen ein Austausch der Luft in den Klassenzimmern mit Frischluft gelingt und die Werte auf ein hygienisches Maß reduziert werden können. Allerdings bedingt dies auch einen Anteil Infiltration während einer Schulstunde. Dieser führt bei natürlichen Lüftungskonzepten zu Einbußen im Komfort. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, sowie die Wärme der Abluft zu erhalten, wurden Schulen im Bereich von Neubaumaßnahmen, ebenso in Teilen des Bestandes, in einem hohen Maß mit Lüftungstechnik zur Wärmerückgewinnung sowie großem Aufwand an Mess-, Steuer und Regelsystemen ausgestattet. Eine Fensterlüftung ist zwar meistens ergänzend eingebaut, jedoch ohne funktionale Notwendigkeit. Der Aufwand zur Installation für die in Schulen erforderlichen Luftvolumenströme von bis zu 5-fachen Luftwechselzahlen in Klassen, ist sehr hoch. Innovative Konzepte mit Überströmmöglichkeiten wurden bereits bei einigen Projekten realisiert, auch wurden Ampelsysteme in den Klassenzimmern eingeführt, die eine bewußte natürliche Lüftung durch den Nutzer unterstützen sollen. Die Komplexität und die Abhängigkeit von Messeinrichtungen steigt dabei in einem hohen Maß, das die Gebäude zum Teil für die Nutzer unbeherrschbar werden. In Beispielstudien und Langzeitmonitorings hat sich gezeigt, dass einige Klassen gar nicht oder mit erheblich geringeren Luftmengen versorgt wurden, da die Messeinrichtungen nur teilweise funktionsfähig waren. Dieser Mißstand wurde erst durch die Auswertung der Meßungen erkannt. Im Vorfeld dieser hatte der Unterricht in gewohnter Weise stattgefunden. Die Frage nach der Menge an notwendiger und sinnfälliger Technik stellt sich in diesem Fall auf ein Neues. Berechnungen zu Klassenräumen ergaben, dass durch eine mechanische Grundlüftung von Klassenräumen, die ein Drittel des Bedarfes fördert, kombiniert mit Fensterlüftung, sich sehr gute Luftqualitäten erreichen lassen. Durch die Reduzierung des kanalgeführten Luftvolumenstroms ergeben sich Vereinfachungen in der Installation und Leitungsführung im Gebäude. Eine Wärmerückgewinnung kann somit ebenfalls effizient eingesetzt werden. Lediglich

die Frage des Komforts bei geöffneten Fenstern und niedrigen Außentemperaturen bleibt ungelöst. Architekten und Planer sind in dieser Fragestellung gefragt, Lösungen aufzuzeigen, die konstruktiv die Möglichkeit biete,n Luft behaglich über Öffnungen in der Fassade in das Gebäude einzubringen. Durch solche hybriden Lösungen wird es möglich sein, Schulhäuser effizient zu betreiben und ein hohes Maß an Komfort sicherzustellen. Zudem ist im Fall der Belüftung von Schulklassen ebenfalls das Erleben des Raumklimas von Bedeutung, so können die Intervalle von Öffnen und Schließen und der damit verbundene Frischluftimpuls zur Konzentrationsförderung beitragen. Solche Überlegungen und Entscheidungen zu innovativen, auf die Nutzung, Standorte und Anforderungen abgestimmten Konzepte müssen bereits in einem frühen Stadium eines Bauvorhabens getroffen werden. Zur Gestaltung zukunftsfähiger Gebäude, die mit einem Minimum an Energie und damit auch mit einer reduzierten Gebäudetechnik konzipiert werden, ist ein interdisziplinärer Entwurfsprozess unumgänglich. Es ist die Betrachtung der ineinander greifenden Komponenten von passivem Gebäudekonzept, einer regenerativen Energieversorgung mit einer hohen exegetischen Ausnutzung der Energiepotentiale und eine darauf abgestimmten angemessenen Haustechnik, die zukunftsfähige Gebäude hervor bringen wird. Die aus den gestiegenen Anforderungen und Bestrebungen resultierende Komplexität erfordert neben einem guten Fachwissen jeder einzelnen Disziplin auch die Fähigkeit der Zusammenarbeit und dem Willen gemeinsam innovative Wege zu gehen. Durch diese Vorgehensweise werden im Neubau wie auch Sanierungsfall Gebäude entstehen, die den Herausforderungen der nächsten Jahre entgegenstehen können.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Viola John

ETHZ, WiMi

Die optimale Balance

Im Interesse einer zukünftigen nachhaltigen Entwicklung richtet sich das Augenmerk in den entwickelten Ländern schon seit einigen Jahren gezielt auf den Gebäudesektor als einen der Hauptverursacher von Ressourcen- und Energieverbrauch und anthropogenen Treibhausgasemissionen. Neben der Frage, wie es gelingen kann, Gebäude möglichst ressourcenschonend zu konstruieren und energieeffizient zu betreiben, wird dabei mittlerweile auch immer öfter versucht, die über den gesamten Gebäudelebenszyklus hervorgerufenen Umweltwirkungen zu ermitteln und zu minimieren. Von besonderem Interesse sind hier Erstellung, Erhalt, Betrieb und Entsorgung des komplexen Gebäudesystems sowie die damit einhergehenden Stoff- und Energieflüsse und ihre jeweiligen Wechselwirkungen. Die von Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus verursachten Umweltwirkungen können dabei auf lokaler Ebene (z.B. Smogbildung, Lärm), regionaler Ebene (Überdüngung, Versauerung) und globaler Ebene (Treibhauseffekt, Stratosphärischer Ozonabbau, Ressourcenverknappung) auftreten. Auf der anderen Seite führt der Wunsch nach mehr „Wohngesundheit“ der Menschen zunehmend dazu, dass auch die Einwirkungen von Baustoffen und Innenraumklima auf das menschliche Wohlbefinden mittlerweile stärker hinterfragt werden.

In der Gebäudeplanung lässt sich in dieser Diskussion noch immer eine starke Polarisierung zwischen „High Tech“ und „Low Tech“ sowie „aktiven“ und „passiven“ Strategien zur Gebäudeoptimierung beobachten. Mithilfe dieser Schlagworte kann das Image von Architektur geprägt und ihr Grad an Nachhaltigkeit assoziiert werden. Der Begriff des hoch technisierten Gebäudes kann in diesem Kontext allerdings, in Abhängigkeit vom Betrachter und seiner jeweiligen Präferenz, sowohl positiv als auch negativ besetzt sein. Es ist wichtig an dieser Stelle anzumerken, dass sowohl High Tech als auch Low Tech Ansätze ihre Berechtigung haben und mitunter jeweils zu sehr stimmigen Lösungsansätzen führen können. Dennoch sollte immer kritisch hinterfragt werden, wie viel an Technisierung langfristig nachhaltig und sinnvoll ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn es um eine großmaßstäbliche Verwendung hochtechnisierter Materialien und Technikkomponenten geht, deren Herstellung zu einer Verknappung wichtiger Ressourcen beiträgt oder der Umwelt irreparable Schäden zufügt.

Gerade weil eine ganzheitliche Gebäudeoptimierung auf mehreren Ebenen stattzufinden hat, müssen auch Trade-off Effekte, die mit einer hohen Technisierung in Kauf genommen werden, berücksichtigt werden. Ist es zum Beispiel hinsichtlich der Minimierung von Umweltwirkungen sinnvoller, unter hohem Ressourceneinsatz die Energieeffizienz der Gebäudehülle zu maximieren und so die (fossile) Betriebsenergie im Gebäudelebenszyklus zu minimieren, oder macht es in der Gesamtbilanz über den Gebäudelebenszyklus mehr Sinn auf erneuerbare Energieträger für den Gebäudebetrieb zu setzen – was allerdings ebenfalls mit einem hohen Ressourceneinsatz verbunden ist? Wiegt die eingesparte Betriebsenergie die zusätzlich eingebrachte „Graue Energie“, die in den Baustoffen und der Gebäudetechnik gebunden ist, auf? Eine allgemeingültige Antwort auf diese Frage ist in der Regel so wenig zu geben wie die Antwort auf die Frage, welcher Baustoff der nachhaltigste ist. Denn jedes Gebäude wird unter sehr individuellen Rahmen-

bedingungen konzipiert und optimiert. Für den Planer ergibt sich hier die kreative Aufgabe, verschiedene Strategien möglichst geschickt zu kombinieren und eine stimmige Balance zwischen passiven und aktiven Ansätzen zu finden, um so deren Potential für einen bestimmten Gebäudeentwurf voll auszuschöpfen. Passive Strategien (z.B. Suffizienz bei der Konzipierung der Wohnraumgröße, Erhöhung der Kompaktheit, Orientierung des Gebäudes zur Maximierung passiver solarer Wärmegewinne, Minimierung der Wetterexposition, natürliche Verschattung im Sommer, Ausnutzung natürlicher Ventilationseffekte am Gebäude, thermische Bauteilaktivierung, thermische Zonierung innerhalb des Gebäudes, etc.) eignen sich bereits in den frühen Planungsphasen, um den Energie- und Ressourcenhaushalt des Gebäudes positiv zu beeinflussen und die aktiven Komponenten der Gebäudetechnik kleiner dimensionieren zu können.

Vordringlich sollte zudem auf einen reduzierten Materialeinsatz geachtet (so viel wie nötig, so wenig wie möglich) und eine gute Austauschund Rückbaubarkeit der Baustoffe gewährleistet werden, damit diese für Wiederverwendung und Recycling nutzbar gemacht werden können. Eine überlegte Vorgehensweise führt so, mit einfachen passiven Mitteln, zu einer Ressourcenund Energieeinsparung. Dabei ist es wichtig zu erkennen, dass selbst die komplexen, an das Gebäude gestellten Anforderungen bezüglich Energie- und Ressourceneffizienz prinzipiell immer noch eine große Freiheit beim Gebäudeentwurf und in der Wahl der zu verwendenden Baustoffe und Gebäudetechnikkomponenten ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund bleibt das Zusammenspiel und die optimale Balance von passiven und aktiven Maßnahmen zur Gebäudeoptimierung, sowie deren ganzheitliche Bewertung, auch in der Zukunft eine Herausforderung für den Planer. Zukünftige Optimierungsstrategien für Gebäudehülle und –technik stehen überdies im Zeichen prognostizierter Klimaveränderungen und strategischer Änderungen im Energieversorgungssystem – hin zur Nutzung erneuerbarer Energien – auf die der Planer zu reagieren hat. So werden Gebäude perspektivisch als Teil in einem größeren Energienetzwerk vermehrt selbst zu Energieerzeugern werden, wodurch auch die Umweltwirkung des Einzelgebäudes zunehmend im städtebaulichen Zusammenhang wird bewertet werden müssen.

Auch der Umgang mit Ressourcen wird in Zukunft vermutlich stärker noch als heute zur Herausforderung werden: Gute Rückbaubarkeit, sortenreine Trennung von Baustoffen, Recycling, Upcycling und Urban Mining werden, im Zuge von Ressourcenverknappung und der Anpassung des alten Gebäudebestands an die sich auch zukünftig aller Wahrscheinlichkeit nach stetig ändernden Anforderungen, zu entscheidungsrelevanten Parametern in der Gebäudeplanung werden. Die Frage nach dem optimalen Grad der Technisierung von Gebäuden muss daher im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Entwicklungstendenzen und technischem Fortschritt konsequenterweise auch in Zukunft im jeweiligen Kontext neu gestellt werden. Es bleibt spannend!

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Helmut Krapmeier

Energieinstitut Vorarlberg

Text und Abbildungen aus max50_Nr52 mit Genehmigung von Autor

Wie viel Wald braucht ein Haus?

Man kann ein Haus aus Holz bauen, man kann es mit Holz dämmen und auch mit Holz beheizen. Das dazu notwendige Holz entnimmt man aus einem Wald, wo es wieder nachwächst.

Das Haus, von dem hier die Rede ist, soll aus dem Holz-Zuwachs gebaut, gedämmt und beheizt werden. Nicht nur das: Es soll am Ende seiner Lebensdauer abgerissen und ebenfalls aus dem Holz-Zuwachs des Waldes neu errichtet werden. Wie groß muss der Wald sein, der das hergibt?

Rund 15.000 m² groß oder mehr als 2 km lang muss der Wald im Normalfall sein. Gibt es Möglichkeiten Holz zu sparen – ohne Komfortverlust?

Unser Modellhaus ist ein Reihenhaus in Holzbauweise. Der Wärmeschutz garantiert ausreichende Behaglichkeit und bei üblicher Wohnnutzung auch Schimmelfreiheit.

Das Haus hat 100 m² beheizte Wohnnutzfläche und wird von drei Personen bewohnt. Geheizt wird es nur mit einem Kachelofen als Ganzhausheizung, der auch das Warmwasser bereitet. Vor dem Haus liegt ein kleiner Vorgarten und hinter dem Haus ein 60 m² großer Garten mit Liegewiese, Blumenbeet, Grillplatz und einem kleinen Teich.

Das Grundstück ist sechs Meter breit. An diesen Garten schließt der Wald an, ebenfalls sechs Meter breit, aber sehr lang. Um die Länge dieses sechs Meter breiten Waldes geht es.

Schimmelvermeidung

Auch in der hintersten Ecke darf die Temperatur an der Oberfläche nicht kleiner als +12 °C sein, wenn die Raumlufttemperatur +20 °C ist. Das ist deshalb wichtig, weil bei 80 % Luftfeuchte das Schimmelwachstum beginnt. Weil die Oberflächentemperatur auf der Innenseite der Gebäudehülle im Winter immer niedriger ist, als die Raumlufttemperatur ist das wichtig. Daher die 12 °C Grenze.

Behaglichkeit

Behaglich ist ein Raum, wenn die Flächen (Wände, Fenster) warm sind. Und sie müssen auch eine ähnliche Temperatur haben. Ab einem Temperaturunterschied von 4 °C beginnt man sich unbehaglich zu fühlen (etwa, wenn das Fenster um vier Grad kühler ist als die Wand). Technisch bedeutet das, dass sowohl Wände als auch Decken, Böden und Fenster einen U-Wert von weniger als 0,8 Watt pro m² und Kelvin (W/m².K) haben müssen. Dem entspricht ein Blockhaus (mit einer sogenannten „gestrickten" Wand) mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung und thermisch getrenntem Glasrandverbund.

Berechnungskennwerte

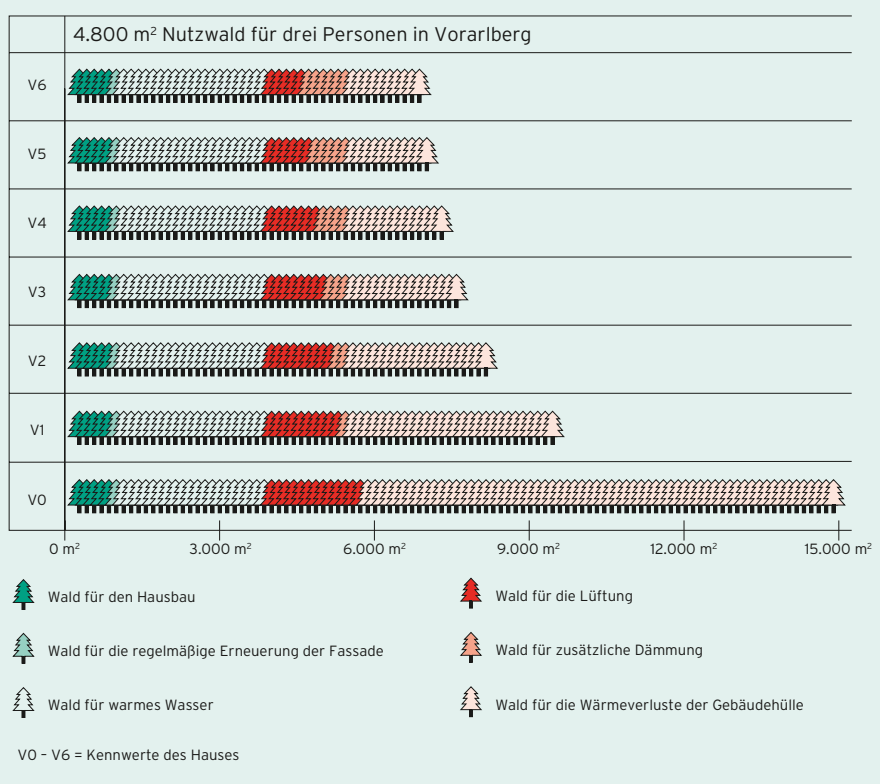
1.600 m² Nutzwald pro Kopf gibt es in Vorarlberg. 4.800 m² gibt es daher für die Modellfamilie. 0,33 kg Holz wächst im Durchschnitt pro Jahr auf einem Quadratmeter im Wald. 4 kWh Energie stecken in einem Kilogramm Holz. Die Wärmeleitzahl von Holz ist

	Varianten Wärmeschutz							
Kennwerte des Hauses	V0	V1	V2	V3	V4	V5	V6	
Zusätzliche Holzspandämmung		10	20	30	40	50	60	cm
Holzspandämmung Volumen		18	38	59	80	103	127	rm (Raummeter)
U-Werte Dach, Wand, Boden	0,80	0,34	0,22	0,16	0,13	0,11	0,09	W/(m².K)
Nutzenergiebedarf Raumwärme	112	56	42	36	32	29	27	kWh/(m^2_{Wnf}·a)
Primärenergiebedarf Raumwärme	133	66	51	43	38	35	33	kWh/(m^2_{Wnf}·a)
Holzbedarf warme Räume	9,5	4,8	3,6	3,0	2,7	2,5	2,4	rm (Raummeter)

kWh/(m^2_{Wnf}·a) Wnf = Wohnnutzfläche; Umrechnungsfaktor für OIB = ca. 0,7

0,12 W/(m.K), die der Holzspandämmung ist 0,049 W/(m.K). 30 bis 50 Liter warmes Wasser verbraucht der Mensch pro Tag. Das sind im Jahr ca. 800 kWh ohne die Verluste der Heizung.

Aus diesen Werten und der Berechnung des Energiebedarfs des Hauses kann man nun jene Waldfläche ausrechnen, die notwendig ist, um das Haus zu errichten, die Holzschindeln nach 40 Jahren zu erneuern sowie das Haus und das Warmwasser mit Holz zu heizen. 8 bis 12 Raummeter Holz braucht man im Jahr für Raumheizung und Warmwasser.



Wie kann man weniger Holz verbrauchen?

Wer auf kleinerer Fläche wohnt, wer weniger duscht, weniger Räume heizt oder sich im Winter auch im Haus warm anzieht und mit 19 °C zufrieden ist, braucht natürlich weniger. Dieses Rezept schmeckt aber freiwillig nur wenigen Menschen.

Holz in die Wand statt Holz in den Ofen

Holz dämmt, das weiß jeder Mensch. Was ist, wenn eine bestimmte Menge Holz nicht verheizt wird, sondern als zusätzlicher Wärmeschutz verwendet wird? Wärmedämmung aus Holzspänen ist ein marktübliches Produkt. Wenn man es zwischen zwei Holzwände schüttet, wird der Wärmeschutz der Wand besser, der Heizwärmebedarf sinkt und es wird weniger Holz zum Heizen benötigt.

Holzdämmung spart Holz

In der Kalkulation ist auch die Herstellungsenergie für die Holzspandämmung eingerechnet. Sie verbraucht bei der Erzeugung Energie und muss auch getrocknet werden. 40 kWh an Energie kostet der Kubikmeter Holzspandämmung. Dafür sinkt der Brennholzbedarf und zwar beträchtlich.

Sonne und Wärmerückgewinnung

Mit Sonnenkollektoren kann mehr als die Hälfte der Energie für die Warmwasserbereitung ersetzt werden.
Mit der Wärmerückgewinnung einer Komfortlüftung können 80 % der Lüftungsenergie eingespart werden. Das aber ist in diesem Beispiel noch gar nicht einkalkuliert.

Eine Langfassung dieses Beitrags mit allen Informationen ist auf www.energieinstitut.at/?sID=1897 verfügbar.

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Hansjürg Leibundgut

Prof. ETHZ

Wie viel Technik für ein nachhaltiges Haus:

Der Förster startet die Motorsäge. Durchtrennt die letzten Zentimeter des Stammes der stattliche Tanne im steilen Berghang. Der Helikopter fliegt den Stamm zum Umladeplatz wo bereits der große Lastwagen auf der befestigten Forst-Straße wartet, die nur gebaut und subventioniert wurde, damit eben dieser große Lastwagen hierher fahren kann. Nach 40 Minuten Fahrt ist das Sägewerk erreicht. Der Stamm wird von der elektrisch betriebenen Bandsäge präzise in 10 cm dicke Bretter zersägt, die mit einem zweiten Lastwagen in die Zimmerei weiter unten im Tal transportiert werden, in der sie zuerst getrocknet, gehobelt und dann zu Holzdeckenpanelen zusammengeleimt werden. Sie werden später passgenau mittels eines dritten Lastwagens und einem Kran zu einer Decke in einem Passivhaus–P-eco zusammengesetzt werden. Das Restholz in der Sägerei wird mittels einem elektrisch betriebenen Häcksler zerkleinert, in einem Ofen getrocknet und mit einer großen elektrisch betriebenen Presse zu Holzpellets verarbeitet, die ein Jahr später in der Pelletfeuerung des Minergie-P-eco-Hauses zu Wärme bei 30-50 °C verbrannt werden. Die Pellets werden mit einem vierten Lastwagen transportiert, in einem großen Pelletsilo aus Beton saisonal gelagert und im Winter mittels eines elektrisch betriebenen Schneckenförderers in den Pelletofen gefördert, der die Verbrennungsluft mit einem elektrisch betriebenen Ventilator zugeführt erhält. Wichtig zu wissen ist, dass die Holzpellets einen Heizwert aufweisen, der ca. 1/3 des Heizwertes von Erdöl pro Volumeneinheit aufweist und dass die Asche wiederum mit einem fossil betriebenen Automobil abtransportiert werden muss. Wichtig zu wissen ist auch, dass der Bau und der Unterhalt der Waldstrassen nicht im Preis der Pellets enthalten ist. Die Wärme aus dem Pelletofen wird mit unterschiedlichen Temperaturen (gesteuert mit elektrisch betätigten Ventilen) mit elektrisch betrieben Pumpen in die Fußbodenheizung und in den Tank des Frischwassermoduls gefördert, aus dem die Wärme mittels einer weiteren Pumpe und einem Plattenwärmetauscher an das kalte Stadtwasser übertragen wird. Eine elektrisch betriebene Begleitheizung garantiert jederzeit Warmwasser. Die Vorwärmung des Wassers erfolgt im nachhaltigen Minergie-P-eco-Gebäude über einen thermischen Sonnenkollektor, dessen Pumpe – elektronisch gesteuert und elektrisch angetrieben eine Wasser/GlykolLösung fördert, was einen Plattenwärmetauscher und ein separates Expansionsgefäss erfordert. Die Photovoltaik-Paneele neben den thermischen Kollektoren (dank KEV von der Gemeinschaft lukrativ subventioniert) liefern Strom (wenn die Sonne scheint) für die A+++ Haushaltsgeräte (mit sehr viel seltenen Erden in den Antrieben zur Erhöhung der Effizienz) und das Elektromobil. Der immer erforderliche Wechselrichter mit Koppelschalter wird bei hardcore-Energetikern durch eine hausinterne Batterieanlage ergänzt, die über eine cloudapp optimiert ist. Hier nicht beschrieben sind die Lüftungssysteme, die Beleuchtungs- und Beschattungseinrichtungen, die Sonnenergie, die Telefon- und ICT-Anlagen, etc, die in jedem modernen Haus enthalten sind, ob nachhaltig oder nicht.

Das Fundament und die Konstruktion der Tiefgarage für die Elektrofahrzeuge des Passiv-P-ecoHauses ist eine Betonkonstruktion. Der 35%-Zementanteil des Betons wird aus limestone in einem Hochofen hergestellt, dessen Betriebstemperatur 1500 °C betragen muss. Für diesen Prozess werden alte Pneus und zunehmend Braunkohle verbrannt, weil kein Holz zur Verfügung steht. Das Holz wird, wie oben dargestellt, für Decken und Pellets für die Passivhaus-P-Eco Häuser verwendet.

Die hocheffizienten Pumpen und Haushaltsgeräte der nachhaltigen Häuser weisen eine Lebensdauer von max. 20 Jahren auf (wegen den Kondensatoren) und müssen danach als Sondermüll entsorgt werden, weil unklar ist, welche Materialien in den Motoren verbaut sind.

Wie viel Technik für ein nachhaltiges Haus?

Die Herausgeber der vorliegenden Schrift haben damit die Technik im Haus, also „die Gebäudetechnik" gemeint. Aber darum geht es nicht. Es geht nicht nur um die Gebäudetechnik, sondern um die gesamte Technik, die zur Erstellung und zum Betrieb eines Gebäudes erforderlich ist. Es geht nicht um die Energie, sondern um die Folgen des Energieeinsatzes, also z.B. um die Emissionen des Energieverbrauchs für die Erstellung und den Betrieb des Gebäudes. Und es geht um die Qualität der Energie. Beispiel: Zur Produktion von Steinwolle braucht man zwingend Kohle, um den Stein bei einer Temperatur von 1500°C zu schmelzen. Die flüssige Lava wird mit einen elektrisch erzeugten Luftstrom zu Steinfasern zerrissen. Die Fasern werden mit einem elektrisch betriebenen Fließband zu Matten verarbeitet und mit dieselbetriebenen Lastwagen auf die Baustelle transportiert, wo Arbeiter die Steinwolle an die Wand kleben, die mit dem Auto zur Baustelle gekommen sind. Mit der Steinwolle verhindert man den Fluss von Wärme mit einer Temperatur von 23°C in die Umgebung von durchschnittlich 3°C. Es ist aber nicht möglich, mit der eingesparten Wärmeenergie ein Kilogramm Kohle oder Stein oder Diesel oder eine kWh Strom zu produzieren.

Der kritische Parameter des Energieverbrauchs für die Erstellung und den Betrieb des Gebäudes ist der CO2-Ausstoss, weil rund 50% der menschgemachten CO2-Emissionen während rund 1000 Jahren in der Atmosphäre verbleiben und weil der Anstieg der CO2-Konzentration in der Atmosphäre die menschliche Gesellschaft in ihrer (friedlichen) Koexistenz bedroht. Es geht also nicht um die Betriebsenergie und die graue Energie, sondern um die Emissionen der Betriebsund der grauen Energie. Es geht nicht um die Gebäudetechnik, sondern um die gesamte Technik zur Erstellung und zum Betrieb von Gebäuden.

Wenn man diese Argumentation akzeptiert, wird klar, dass die gegenwärtige Doktrin zum „Energiesparen" zu kurz greift. Es braucht andere, umfassendere Ansätze, die auf der Emissionsintensität und nicht auf der Energieintensität basieren. Wenn das neue Ziel erkannt wird, werden sich die neuen Wege finden. Ein möglicher Weg ist das Prinzip 2sol.

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Robert Mair

Dozent, Uni Li

Wie viel Technik braucht das nachhaltige Haus?

Was verbinden wir mit Erdwärme, Elektromobilität und Photovoltaik? Diese drei Begriffe stehen derzeit für eine bessere Zukunft. Sie versprechen uns Nachhaltigkeit und eine Ressourcen schonende Lebensweise. Doch ist das wirklich zu Ende gedacht? Ihre Folgeerscheinungen sind uns noch wenig bis gar nicht bewusst. Und dennoch ist uns latent klar, dass es da irgendwo auch Schattenseiten geben muss. Doch so genau wollen wir es besser gar nicht wissen, denn was wäre denn die Alternative zur Alternative? So zu leben wie unsere Urgroßmutter? Das wäre nämlich tatsächlich nachhaltig. Allerdings ist das im Alltag weniger romantisch, weil es recht anstrengend ist, sich ständig um Grundbedürfnisse wie Ernährung oder ein schützendes und warmes Dach über dem Kopf kümmern zu müssen. Dafür hätten wir auch gar keine Zeit, zu viele Emails und Meetings.

Zugegeben ist dies zynisch, unsere „Kopf in den Sand“ Lebensweise gibt allerdings auch Anlass dazu. Konstruktiv betrachtet könnte die Aufgabenstellung heißen: Häuser bauen (oder sanieren), die ein Leben ermöglichen, das so nachhaltig ist wie das von Urgroßmutter und gleichzeitig unsere selbstverständlichen Ansprüche an Vollautomatisation mit App-Steuerung erfüllt. Wir können heute Häuser bauen, die über Fingerwisch bedienbar sind und sich als Zero-Emission mit Zertifikat gut verkaufen.

So Ressourcen schonend wie Uroma ist das dann allerdings nicht. Damals, vor der Industriezeit, wo Lebensmittel und viele Dinge des täglichen Bedarfs vom eigenen Hof und Handwerk stammten, waren auch die Häuser aus „Naturbaustoffen“ und die Energie rein nachhaltig genutzt. So manches ausgefeilte Passivhaus ist vollgepackt mit High-Tech Materialien und Gerätschaften recht kurzer Lebensdauer. Das BUS-System ist wartungsintensiv und der Stoffkreislauf des Materialkonglomerats der hoch dämmenden und mit Kabeln und Schläuchen durchzogenen Gebäudesubstanz ist noch nicht geschlossen.

An dieser Stelle kommt „Suffizienz“ ins Spiel. Keineswegs esoterisch gemeint, sondern schlicht elementaren Fragen folgend: Was brauchen wir denn tatsächlich für ein erfüllendes Leben? Bin ich auf dem richtigen Gleis? Verlangen wir nach Komfort und verwechseln diesen dabei mit Bequemlichkeit? Vielleicht täte uns ein wenig Bescheidenheit und die Wertschätzung ursprünglicher Dinge gut. Dies muss auch nicht rückwärts gewandt sein. Baustoffe wie Lehm und Holz Energiefressern wie Beton und Kunststoff vorzuziehen ist noch kein innovationsfeindlicher Bauentscheid. Beim Heizen liegt im Low-tech Bereich das Scheitholz unschlagbar vor Pellets und Hackgut, wegen deren Grauenergie durch die industrielle Aufbereitung. Der Schritt zur Scheitholzheizung ist dann allerdings ein stärkerer Einschnitt in die Alltagsabläufe. Aber genau diese Einschnitte können uns, wenn wir uns darauf einlassen, näher dorthin bringen, wo wir doch eigentlich gerne hin möchten: zu einem sinnerfüllten und selbstbestimmten Leben. Dort, wo wir die Zusammenhänge und Abläufe noch verstehen können, stellt sich ein Gefühl der Ruhe ein.

Meine persönliche Position im Low or High Tech Diskurs ist wohl recht differenziert. Körperliche und seelische Gesundheit stehen im Zentrum, dicht gefolgt von den Umweltauswirkungen meines Handelns. Natürliche und unbehandelte Rohstoffe wo es geht, doch eine kategorische Ablehnung von Technik, die es mir ermöglicht auch am zivilgesellschaftlichen Leben teilzunehmen, ginge mir zu weit. Technik ist letztlich nichts Böses, es sind Lösungen, die das Leben leichter und lebenswerter machen sollen. Die kritische Frage ist wie immer jene nach der Dosis. Und hier ist ein Weniger oft ein Mehr. Auf Baukonstruktionen übertragen ist dies jedoch gefährlich. Wenn in komplexen Systemen einfach die Folie der Dampfbremse oder die Lüftungsanlage weggelassen wird, sind Schäden für Nutzer und Bauwerk vorprogrammiert.

Es gilt also von Grund auf neu zu denken: Was brauchen wir wirklich? Mit welchem ökologisch vertretbaren Aufwand lässt sich das umsetzen? Welche Folgen wird unser Handeln auch langfristig haben? Sind die Wundermaschinen und Innovationsmaterialen von heute, vielleicht die Probleme von morgen? Asbestbelastung, Plastik in der Nahrungskette, Weichmacher in der Raumluft, hoch frequenter Elektrosmog und CO2-Ausstoss sind die Folgen vergangener Versprechungen einer besseren Zukunft. Was werden wir beispielsweise mit den Polystyrol beklebten Städten, den Unmengen verbauter Hybridbaustoffe mit Kunststoffanteilen anfangen?

Mein Plädoyer gilt einem bedachteren Umgang mit Problemstoffen bzw. mit Stoffen, deren Zukunftsverhalten noch nicht ausreichend erforscht ist. Die Palette der ökologisch verträglichen Baustoffe ist breiter denn je und bietet umfassende Möglichkeiten für zeitgenössisches, gesundes und Ressourcen schonendes Bauen.

Um die Frage „Wieviel Technik braucht das nachhaltige Haus?“ zu beantworten: Das Haus braucht gar keine Technik, die es nicht schon Hunderte Jahre gäbe. Wir sind es, die meinen all die Technik zu benötigen. So bleibt es letztlich in der Verantwortung jedes Einzelnen zu entscheiden, welche Technik für den eigenen Lebensstil eingesetzt wird. Low Tech könnte heissen, mit weniger Überstunden und mehr Handarbeit sich selbst und den nächsten Generationen einen lustvollen Gefallen zu tun.

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Urs Meister

Prof., Uni Li

ZUR DAUERHAFTIGKEIT DER ARCHITEKTUR

Nachhaltiges Bauen heisst ressourcenschonendes Bauen. Dies ist einer der wenigen Gemeinsamkeiten in den unterschiedlichen Haltungen, die man zum Thema heute findet. Das hehre Ziel soll mit den unterschiedlichsten Mitteln erreicht werden. Auf der einen Seite stehen jene, die dem Gebäude eine Extraportion Technik einverleiben, um den Energiebedarf aufs Minimum zu reduzieren. Mit diesem technologischen Ansatz, der im heutigen Bauen gut vertreten ist, erhält das Haus primär die Dimension einer Maschine. In einer etwas differenzierteren Sichtweise sollten wir das nachhaltige Haus aber zuerst einmal als dauerhaftes Haus definieren. Je länger wir ein Haus nutzen können, desto nachhaltiger ist es. Wenn seine Grundsubstanz nicht nur eine Generation, sondern Jahrhunderte überdauern kann, dann ist es nachhaltig. Damit dies aber möglich wird, muss es von hoher baulicher aber auch architektonischer und damit ästhetischer Qualität sein.

Das Dreieck der Architektur

In Vitruv's Dreieck von *venustas*, *utilitas* und *firmitas* fusst die Architektur auf drei gleich wichtigen Stützen, auf denen ein Gleichgewicht erreicht werden muss. Ein gutes Bauwerk soll die Kriterien der Schönheit, Nützlichkeit und Dauerhaftigkeit erfüllen, welche genauso die Nachhaltigkeit in der Architektur definieren.

Illustration aus: *Die zehn Bücher der Architektur des Vitruv, Bodo Ebhart, 1919*

Neben oder vielmehr über den drei Säulen der Nachhaltigkeit – der sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit steht für den Menschen die Ästhetik im Vordergrund. Das Erkennen und Empfinden von *Schönheit* ist eine kulturelle Leistung, die uns vom Lebewesen erst zum Menschen macht. Ein Bauwerk ist noch nicht zwingend kulturell relevant. Damit etwas Gebautes zur Architektur wird, muss der Baumeister fähig sein, ein schönes Haus zu entwerfen. Ein hässliches Haus wird schliesslich keine Jahrhunderte überdauern und somit nicht nachhaltig sein können. urgem

Die *Nützlichkeit* gibt dem Bauwerk seinen Sinn, es soll dem Menschen zu einem bestimmten Zweck dienen. Dies ist aber nur möglich, wenn seine Architektur in sich die Eigenschaft trägt, seine Substanz wechselnden Bedürfnissen anzupassen. Dann ist das Haus nachhaltig.

Dauerhaftigkeit ist in der Diskussion um Nachhaltigkeit zu Unrecht in den Hintergrund gedrängt wurde. Ist das Haus solide materialisiert und übersteht nicht nur Wetter und Jahreszeiten, sondern auch wechselnde Bewohner und deren Abnutzung, ist es dauerhaft.

Wie aber entwirft man ein dauerhaftes Haus? Die unabdingbaren Voraussetzungen für ein langlebiges Bauwerk hat schon Vitruv vermerkt : der Baugrund, die Besonnung und Zugänglichkeit müssen stimmen, die Konstruktion muss den verwendeten Materialien entsprechen. Wer aber wird das Haus über die nächsten hundert Jahre bewohnen und nutzen? Hier gibt es wenig Gewissheit, jede Generation baut sich schliesslich ihre eigene Lebenswelt bis zu einem gewissen Grad neu auf. Eine zentrale Erkenntnis zum Aspekt der Dauer aber wird im Wohnungsbau des zwanzigsten Jahrhunderts offenbar.

Zwei städtische Konzepte

Die grösstenteils spekulativ entstandenen Blockrandbauten der Gründerzeit in den europäischen Städten weisen eine weitaus höhere Nutzungsflexibilität auf als beispielsweise die mit sozialen Absichten errichteten Genossenschaftsüberbauungen der Nachkriegszeit. In der Stadt Zürich lässt sich dies besonders anschaulich verfolgen. In den Nachkriegsjahren hat der Kerngedanke der durchgrünten Siedlung oftmals den Blick auf die Stadt als Ganzes verstellt. Die in den Dreissiger Jahren des 20. Jahrhunderts neu eingemeindeten Gebiete zwischen den ursprünglichen Dorfkernen wurden mit losen Bebauungsmustern in geringer Dichte aufgefüllt. Im Nachhinein ein Griff in den falschen Baukasten der Typologie, damals allerdings unbestritten von Politik und Architekten. Dieser schnell gewachsene innerstädtische Siedlungsbrei weist heute die grössten Schwächen bezüglich Dichte und Adaptabilität auf. Wie in den ostdeutschen Plattenbausiedlungen sind die Raumkonzepte der Wohnbauten zu kleinteilig, die Bauhöhen zu gering, zu spezifisch der Wohnungsschlüssel, zu dünn wurden die Zwischenwände, Decken und Fassaden erstellt, um mit der Substanz erfolgreich weiterzufahren. Nach Jahrzehnten des geringen Unterhalts müssen ganze Siedlungen aus der damaligen Boomzeit weichen und Platz für zeitgenössischen Wohnungsbau machen. Dies durchaus mit Gewinn für das Bild der Stadt und die urbane Dichte sowieso.

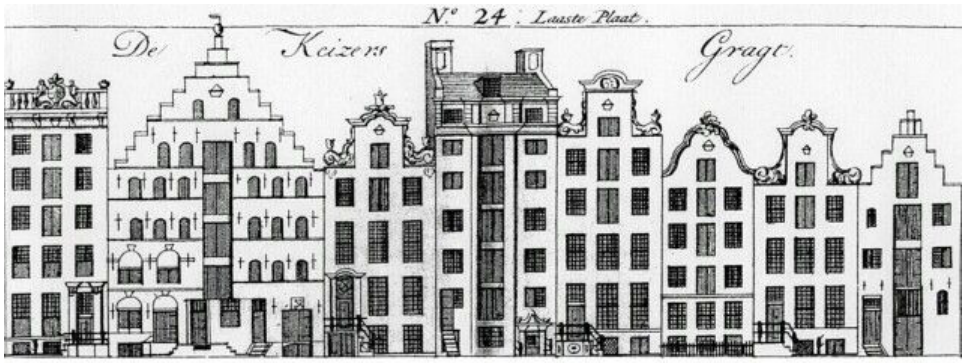
Schwarzplan von Zürich 2012: Zeilenbauten der Nachkriegsjahre zwischen Blockrandbebauung und ehemaligen Dorfkernen

Die Blockränder der innerstädtischen Quartiere hingegen weisen einen überaus tauglichen Wohnungsmix, eine akzeptable Geschossigkeit, grosszügige Raumhöhen sowie im Regelfall eine solide Bausubstanz auf. Solche Bauten lassen sich leicht sanieren und bedürfen keiner Radikalkuren. Küchen, Bäder und Fenster können mühelos ersetzt werden, Balkone oder Veranden lassen sich einfach in die ruhigeren Innenhofseiten anfügen. Dachausbauten und Aufstockungen sind ein weiteres Potential, das noch schlummert, oftmals sind die Blöcke aber schon fünfgeschossig und damit gut proportioniert. Gesuchten Wohnraum bieten sie ohnehin, die Raumaufteilungen und -grössen passen noch heute. Dabei beschränkt sich der Technikanteil der Gebäude auf ein schlichtes Minimum.

Städtische Dichte und Adaptabilität

Das städtische Haus ist ein nachhaltiges Haus per se: Es teilt sich Infrastrukturen, verfügt über gemeinsame Wände mit Nachbarn und damit über ein günstiges Verhältnis von Oberfläche zu Volumen. Innenhöfe werden von vielen Parteien als grosszügige Aussenräume genutzt. Nicht zuletzt lässt es kurze Wege und geringe Mobilität zu durch eine hohe Nutzungsbandbreite, die Quartierversorgung kann dezentral erfolgen. Das Nachhaltige Haus will nicht isoliert stehen, es sucht den Zusammenhalt mit seinen Nachbarn. Ein Einfamilienhausquartier ist so betrachtet niemals nachhaltig, unabhängig von einem möglichst gering gehaltenen Energiekonsum. In einem städtischen Kontext, der durch Strassenräume geprägt ist, mit solaren Gewinnen zu operieren ist in der Mehrheit der Fälle schwierig. Das städtische Haus braucht, gerade wenn es dicht an seine

Nachbarn gebaut ist, ohnehin weniger Energie für seinen Unterhalt. Aus der Lehre vom Bestand sollten wir das Haus selbst aber als Speicher verstehen. Der Kontext hat hier zweifellos Vorrang gegenüber der Optimierung der Exposition.



Originalzeichnung der Amsterdamer Keizers Gracht: Hohe Dichte und gute Adaptibilität

Neben dem Fokus auf eine gut gedämmte Gebäudehülle dürfen wir das grosse Bild nicht aus den Augen verlieren. Nicht umsonst bezeichnet Aart Oxenaar, Direktor der Academie van Bouwkunst in Amsterdam, die Bebauung der Grachtenviertel Amsterdams aus dem 17. Jahrhundert als Prototypen des Nachhaltigen Bauens. Obwohl kaum vier Meter breit sind die Häuser von überraschender innerer Adaptabilität und werden seit Jahrhunderten immer wieder neuen Bewohnerbedürfnissen angepasst. Die Wand-an-Wand-Bebauung ist überaus dicht und gibt trotzdem den grossartigen Grachtenund Strassenraum frei, der allen gehört und ein gemeinsames Gut darstellt. Positiver Effekt der Dichte ist die Nähe: In diesen Quartieren wird kein Auto benötigt, Fahrradund Fussverkehr reichen für die innerstädtische Wohnbevölkerung zusammen mit dem Öffentlichen Verkehr weitaus. Die Klinkerfassaden der Grachtenhäuser sind nicht nur schön und unterhaltsarm, sie können jederzeit lokal repariert werden. Totalsanierungen sind nicht nötig. Die *Pflege der Substanz* erhält so gesehen eine weitere Dimension, die vom Materiellen bis zum Städtebaulichen spannt. Im gut gebauten Bauwerk sind die Vitruv'schen Grundpfeiler der Architektur wieder zu einem Ganzen zusammengeführt. Dies ist das Dreieck, das die nachhaltige Architektur intelligent überspannen muss.

Slow food der Architektur

Auf den Spuren nach dem Authentischen, dem Spezifischen und „Echten" des Essens hat der Journalist und Soziologe Carlo Petrini in den 1980er Jahren die Slow Food Bewegung ins Leben gerufen. So wie Slow Food Produkte in eine *Arche des Geschmacks* aufnimmt und damit versucht, sie vor dem Aussterben zu bewahren, sollten wir Nachhaltige Architektur auffassen: eine Baukunst, die es zu erkennen und zu pflegen gilt. Wie also baue ich nachhaltig? Achte auf die drei vitruv'schen Pfeiler der Architektur: Solidität, Nützlichkeit und Schönheit. Wohnungen mit eng geschnittenen Grundrissen und geringen Raumhöhen sind weder schön, noch auf die Dauer flexibel nutzbar und damit nicht dauerhaft. Billige gebaute Häuser überstehen keine zwei Generationen von Bewohnern. Eine solide gemauerte Backsteinfassade hingegen überdauert Jahr-

hunderte und freut den Betrachter jeden Tag – was man von verputzten Kompaktfassaden nicht erwarten kann. Rechnet man heute die zukünftigen Sanierungskosten für eine billig verputzte Aussenwärmedämmung auf, wiegen sich die Mehrkosten einer massiv gemauerten Fassade wieder auf – zugunsten der Schönheit, Nützlichkeit und Solidität.

Wie wird das dauerhafte Haus heute möglich gemacht? Zuerst benötigen wir den Willen zur Dichte. Die Zersiedlung der Landschaft sollte mittlerweile jedermann ein Greuel sein. Die Zwischenstadt und der *urban sprawl* der Peripherie lässt sich nicht mehr wegdiskutieren, wohl aber können mit einer Beschränkung der Bauzonen und einer Erhöhung der Dichte der bestehenden Zonen politische Weichen gestellt werden. Pläne für locker bebaute Einfamilienhausquartiere auf der grünen Wiese gehören definitiv in die Schublade, Akzente müssen gesetzt werden, wo Dichte massiv erhöht werden kann. Auf der anderen Seite der Skala müssen wir solide, genügsam und schön bauen und das Materielle achten, um zur *Essenz der dauerhaften Architektur* zu gelangen. Und schliesslich bietet weniger Technik mehr Nutzungsflexibilität und damit Zukunftsfähigkeit. Die heute angepeilte Lebensdauer von Komfortlüftungen und automatisierter Haustechnik erschöpft sich nach maximal dreissig Jahren. Soll uns das genügen? Das tatsächlich nachhaltige Gebäude muss *als Ganzes* Generationen überdauern.

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Christoph Ospelt

Dozent, Uni Li

Technik in nachhaltigen Gebäuden / energieeffizientes

LowTech---Gebäude

In den letzten Jahren ist vermehrt ein Ruf nach LowTech-Gebäuden zu vernehmen. Getrieben wird diese Bewegung von negativen Erfahrungen mit Gebäuden, die in neuerer Zeit erstellt wurden. Die hohe Komplexität und die damit einhergehenden Kosten für Erstellung und Betrieb von hoch technisierten Gebäuden können zu Unbehagen bei Nutzern, Betreibern und Eigentümern führen. Beim Ruf nach LowTech klingt allerdings oftmals auch ein schwelgen in vermeintlich guten alten Zeiten mit. Bezogen auf die sachlich messbaren Parameter Energieeffizienz und Komfort waren die ‚guten alten Zeiten' allerdings alles andere als gut: Geht man weit genug zurück, so wurden die Gebäude zwar meist zu 100% mit erneuerbaren Energien betrieben, sie waren allerdings nach heutigen Standards alles andere komfortabel. In der Zeit der Moderne bis zu den Energiekrisen war es dann möglich, Gebäude auf akzeptablen Komfortniveaus zu halten, dies aber oftmals nur unter sehr grossem Aufwand an nicht erneuerbarer Energie. Seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wird in Aussicht gestellt, nun über die technischen Mittel zu verfügen, hohe Anforderungen an den Komfort bei minimalem Energieaufwand zu erfüllen. Das Resultat waren dann aber oftmals die eingangs erwähnten Probleme von HiTech-Gebäuden. Es muss allerdings gesagt werden, dass gerade auch in den letzten Jahren viele Bauten erstellt wurden, welche in Bezug auf Komfort und Energieeffizienz ein sehr hohes – in dieser Breite noch nie dagewesenes – Niveau erreicht haben. Diese Entwicklung beruht in vielen Bereichen auf technischem Fortschritt. Der Zeitpunkt ist sicherlich gut gewählt um Rückschau zu halten: was hat uns der technische Fortschritt im Bauwesen gebracht und wie soll es weiter gehen. Es werden dabei vier Themen angesprochen, die dem Autor für eine positive Entwicklung der Technik am Bau zentral erscheinen

Gebäudetechnik: wir sind erst am Anfang

Bauen ist so alt wie die Menschheit oder je nach Betrachtungsweise sogar noch älter. Einige der Grundtechniken wie das Ausheben einer Grube, das Aufeinanderschichten von Steinen oder die Verwendung von Balken wurden im Laufe der Jahrtausende zwar verfeinert, sind im Grundprinzip aber von jeher bekannt. Demgegenüber sind viele Technologien der Gebäudetechnik im engeren Sinne noch völlig neu: Die Elektrifizierung von Gebäuden, die Klimatisierung mittels Kältemaschinen und die Steuerung der Gebäude mittels Leitsystemen kann erst auf die Erfahrungen von wenigen Jahrzehnten oder sogar Jahren zurückgreifen. Betrachtet man die immensen Fortschritte und Innovationen, die hier laufend erfolgen, so sollte dies optimistisch stimmen. Beispiele sind Wärmepumpen mit sehr hoher Effizienz, Fenster die ihre Eigenschaften den jeweiligen Erfordernissen anpassen, effizientere Dämmmaterialien, LED-Leuchten mit eingebauten Anwesenheitsund Helligkeitssensoren. Sie beruhen alle auf technischem Fortschritt und haben das Potenzial, den Nutzerkomfort zu halten oder sogar zu steigern und das bei einem deutlich reduzierten Energieverbrauch. Jetzt den technischen Fortschritt im Bereich des Bauens abzuklemmen wäre vergleichbar mit einem Beschluss im Bereich der Mobilität auf dem Benzinauto zu verharren.

Gebäude haben eine lange Lebensdauer – die Gebäudetechnik nicht

Die von Nachhaltigkeitslabeln immer wieder verlangte Trennung von Primär-, Sekundär- und Tertiärsystemen ist heute wichtiger denn je. Auf jeder Ebene gilt es Strukturen zu schaffen, die entsprechend den unterschiedlichen Lebensdauern den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden können. Die Gebäudetechnik auf der tertiären Ebene muss erneuert werden können, ohne das Gebäude in seinen Grundstrukturen zu beschädigen. Innerhalb der Gebäudetechnik sind nochmals mindestens drei Ebenen zu unter-

scheiden. Bei den technischen Systemen zur Gewährleistung einer bestimmten Raumtemperatur haben die Installationen zur Wärme- und Kälteverteilung die längste Lebensdauer. Die zentralen Anlagen zur Wärme- oder Kältebereitstellung müssen meist in einem kürzeren Turnus ersetzt werden. Noch kürzer ist die Lebensdauer der Gebäudeleitsysteme, welche die Systeme steuern. Meist fehlt bei Bauprojekten ein Konzept, wie mit dieser unterschiedlichen Lebensdauer umzugehen ist. Geplant wird für den Tag der Inbetriebnahme. Systeme mit unterschiedlicher Lebensdauer werden beliebig in Abhängigkeit gebracht. Es ist nicht möglich, die zukünftigen Erfordernisse an ein Gebäude schon heute vorweg zu nehmen. Es ist aber möglich, Schnittstellen so festzulegen, dass Systeme im Verlaufe der Zeit neuen Erfordernissen angepasst werden können. Systeme sollten modular erneuert werden können.

Die Zutaten sind vorhanden – es fehlen noch das richtige Rezept und der Gast

In den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts und teilweise noch heute wurden – oftmals mit öffentlichen Mitteln unterstützt – HiTech Bauten im engeren Sinne erstellt. Die Resultate sind bei gesamtheitlicher Betrachtung meist wenig überzeugend: zu teuer, zu komplex und ein hoher Aufwand an grauer Energie. Ich denke hier beispielsweise an energieautarke Häuser mit Wassersoff- oder riesigen thermischen Speichern. Demgegenüber sind aktuelle Vorzeigebauten aus technischer Sicht oftmals wenig spektakulär: guter Entwurf unter Beachtung weniger Grundregeln zur Nutzung von Tageslicht und solarer Gewinne sowie Vermeidung sommerlicher Überhitzung, gut gedämmte Gebäudehülle mit vernünftigem Glasanteil und funktionierendem Sonnenschutz, ergänzt durch eine einfache aber energieeffiziente Gebäudetechnik. Wie verschiedene konkrete Beispiele zeigen, ist es mit heute verfügbarer Technik möglich, komfortable und sehr energieeffiziente Gebäude zu erstellen. Die Herausforderung liegt allerdings darin, die vorhandenen Komponenten zu einem sinnvollen Ganzen zusammen zu fügen. Am wichtigsten scheint mir in diesem Zusammenhang der Gast bzw. der Bauherr mit einer klaren Bestellung: Die Anforderungen an die Qualität des bestellten Gerichtes sollen hoch sein, dann können sich die Köche an die Arbeit machen. Leider geht der Bauherr immer noch zu oft in einen Schnellimbiss und bestellt dort ein Haubengericht, dem die Köche bewusst oder unbewusst nicht gewachsen sind. Gute Bauten entstehen dann, wenn ein kompetentes Planungsteam in einem integralen Prozess das Ergebnis erarbeitet. Wichtige neue Berufsgattungen wie die sogenannten ‚Integratoren', welche die Gebäudemess-, Steuer- und Leittechnik koordinieren, sind dabei erst am Entstehen.

Jedem sein Haus

Es gibt keine Regel, welches der richtige Grad an Technik ist. Je nach Nutzung und Bauherrschaft bzw. Betreiber kann sich das stark unterscheiden. Aus Erfahrung ist der Frust über die Gebäudetechnik dort am grössten, wo die Kluft zwischen Kompetenz der Betreiber bzw. Bewohner und den Erfordernissen der Gebäudetechnik am weitesten ist. Bauherrschaften von Einfamilienhäusern lassen sich Leitsysteme aufschwatzen, von denen schon der Installateur überfordert ist. Beim geringsten Problem sind alle Seiten überfordert. Wenn dann nach fünf Jahren der Hersteller schon gar nicht mehr existiert, obwohl das Haus noch ein paar Jahrzehnte vor sich hat, ist der Frust im wahrsten Sinne des Wortes vorprogrammiert. Demgegenüber lässt sich ein grosses kommerzielles Gebäude mit unterschiedlicher Nutzung ohne intensive Nutzung von Gebäudetechnik kaum mehr den heutigen Erfordernissen entsprechend betreiben. Da in diesem Fall der Gebäudebetrieb meist an einen professionellen Betreiber delegiert ist, unterstützt die Gebäudetechnik die Ziele von Komfort und Energieeffizienz. Wieviel Gebäudetechnik das richtige Mass ist, hängt daher stark vom Umfeld der späteren Nutzung und des Betriebes ab. Generell hat die Weisheit ‚weniger ist mehr' meist ihre Berechtigung. Es gibt nur wenige Bauherrschaften die sich mehr Technik in ihrem Gebäude wünschen, aber viele die von der Technik überfordert sind.

Eigentlich hatte ich mir vorgenommen, bei dieser Stellungnahme nicht in Allgemeinplätze zu verfallen und möglichst konkrete Thesen zu formulieren. Einmal mehr zeigt sich aber, wie komplex die Thematik des Bauens ist: es gibt keine universalen Antworten. Bauen ist immer eine Antwort auf eine bestimmte Aufgabenstellung an einem bestimmten Ort. Gute Architektur hat dies schon lange erkannt. Diese Erkenntnis gilt es auch an die Ingenieure und Spezialisten zu vermitteln, deren Rolle im Bauprozess zunehmend wichtiger wird.

Alexander Pfanzelt

WiMi, UIBK

Wie viel (Technik) braucht das nachhaltige Haus?

Es ist eine lose Sammlung von Gedanken, die in diesem breiten Feld auftauchen. Es sind Fragmente die ich teilweise imstande war zu beantworten, in den anderen Fällen als Frage für die Weiterbearbeitung dienen sollte.

In meinen Ausführungen möchte ich mich auf das Einfamilienhaus beziehen, welches nach wie vor als "Traum" jedes Individuums, bzw. Familie angesehen wird. Im Bewusstsein, dass wir uns aktuell in der letzten grossen Migrationspahse der Menschheit[1] befinden, werde ich am Beispiel des Einfamilienhauses im ländlichen—einer aussterbende Gattung—versuchen Aspekte des Nachhaltigen anzuführen[2].

A. DIE ROLLE DES ARCHITEKTEN

Ich möchte in der Betrachtung zuerst noch einen Schritt weiter gehen und die Frage aufwerfen, welche Rolle dem Architekten[3] zukommt.

"Der Schlüssel zu nachhaltigen baulichen Lösungen ist gute Architektur. Gute Architektur ist zwingend, weil Nachhaltigkeit nicht allein über die Wahl ökologischer Baumaterialien entsteht, sondern dank Gestaltungslösungen, die optimal auf die geografische Lage, die klimatischen Gegebenheiten und das Umfeld eingehen."[4]

Wozu dieses Plädoyer für Architekten in der Planung und Konzeption von Gebäuden? Die Bauaufgabe ist heute sehr komplex, dominiert von unzählig vielen Faktoren die zu einem Ganzen zusammengefügt werden "müssen". Dominiert eine der Komponenten, so ist die Nachhaltigkeit des Ganzen in Frage zu stellen.

---

[1] siehe hierzu: Doug, Saunders: Arrival city, Karl Blessing Verlag, München, 2011

[2] Anm. des Autors: es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, lediglich einige Aspekte herausgenommen, durch die Vielschichtigkeit der Ökologie gibt es unzählige Betrachtungsperspektiven, die u.a. dazu führten, dass diese für alle sinnvollen Entwicklungen nie zu einem starken Sprachrohr führten, da innerhalb dieser Disziplin es zu viele verschiedene Interessen gibt. vgl. auch Radkau, Joachim: Die Ära der Ökologie - eine Weltgeschichte, Verlag C.H. Beck, 2011

[3] Anm. des Autors: Neben der Errichtung eines Gebäudes unter Berücksichtigung aller restriktiven Maßnahmen ist die wohl wichtigste Aufgabe des Architekten ein raffiniertes, individuelles und einfallsreiches Projekt zu entwickeln, welches der Verantwortung gegenüber der Gesellschaft gerecht wird.

[4] Mosimann, Markus; Lettau, Marc: Das Holzhaus der Zukunft - Ökologisch bauen mit menschlichem Maß, Rotpunktverlag, Zürich, 2012, S. 50

Geht man von der jeder Genehmigungsplanung zugrundeliegenden Energieberechnung einen Schritt weiter und möchte den realen Fußabdruck eines Hauses berechnen stößt man an seine Grenzen. Wie diese zu berechnen sind erscheint noch einigermaßen nachvollziehbar, jedoch woher kommt nun konkret das Material? Das wird in Zukunft eine zusätzliche Aufgabe an den Architekten sein, sollte im Projekt verankert und auch gefordert werden.[5]

Materialexkurs:
Am Beispiel von Nutz- und Brennholz möchte ich nun die aktuelle Situation beschreiben, die vor kurzem in einem deutschen Forstfachmagazin[6] zu beschrieben war. Die deutsche Holzwirtschaft arbeitet nicht mehr nachhaltig. Wieso mag man sich fragen. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, in jeder Ökobilanzierung an oberster Stelle. Genau das ist einerseits sein Vorteil anderseits die Ursache für das Dilemma. In den letzten Jahren kam es vermehrt zur Verwendung von Holz als Baumaterial, sowie als Brennstoff. In Deutschland reicht die Schlägerung von Holz für den Verbrauch nicht mehr aus—ist also nicht mehr nachhaltig. So werden Importe aus EU-Nachbarländern gemacht, um der Nachfrage gerecht zu werden. Dieses Handeln ist nicht nachhaltig und führt zu einer Verschiebung des Systems, dass sich in den Wohlstandsstaaten ökologisch Bauen lässt, im globalen es so zu keinem nachhaltigen Bauen führen wird. Diese Tendenz gilt es weiterhin kritisch zu betrachten und gegebenenfalls als Architekt darauf zu reagieren.

“regional ist besser als Bio mit langen Transportwegen”.

B. LOWTECH VERSUS HIGHTECH

Zurück nun zur Frage nach der Technik im nachhaltigen Haus, bzw. der Effizienz dieser Anlagen. Hier ist die Diskussion monofunktional aufs Heizen verwendete Energiemenge, bzw. die dafür notwendige Haustechnik beschränkt.

Die von ArchitektInnen zu lösende Aufgabe ist der Sinnlichkeit des Wohnens, eine elementare Aufgabe. Die Atmosphäre eines Raumes entsteht aus einem sinnvollen miteinander von Größe, Proportion, Material, Klima.
In der Errichtung benötigt man meist Unmengen an grauer Energie. Das zu lösen ist ebenfalls eine elementare Aufgabe der Architektur.
Ein hightech Gebäude zu errichten, welches die Standards eines Passiv-, Minenergie- oder eines Klimahauses erreicht ist sehr einfach, in den Gesetzgebungen der jeweiligen Länder klar verankert.
Doch in diesen Gebäuden werden durch zusätzliche Maßnahmen, zum Erreichen eines messbaren Wohlfühlklimas überproportional viel graue Energie und graue Treibhausgasemissionen verbaut. Diese sind in einer Größenordnung anzusiedeln, welche um es anschaulich zu machen auf ein Jahr berechnet werden. So beträgt die graue Energie 220

[5] Anm. des Autors: Dies in Gesetzgebungen zu vernakern fördert nur eines, noch mehr Bürokratie. Die Umsetzung wäre zu diskutieren, ohne den Einfluss der Lobbyisten.
[6] vgl. Deutscher Waldbesitzer, Ausgabe 1/2014

Megajoule pro Quadratmeter Wohnfläche und die Betriebsenergie 195 Megajoule pro Quadratmeter und Jahr.[7]
Anstatt für Häuser Energieausweise die rein den Verbrauch erwähnen ist hier Handlungsbedarf. Eine Rolle des Architekten.

Ein lowtech-Gebäude erfordert in der Planung wesentlich mehr Kompetenz des Architekten, bzw. gibt sie denjenigen wieder in die Hand, welche sich um den eigentlichen und wesentlichen Inhalt eines Hauses kümmern-der Atmosphäre von Räumen

Exkurs:
Am Beispiel des neu errichteten Gebäudes der Chemiefakultät der Universität Innsbruck zeigt sich dieses Dilemma deutlich. Dieses Gebäude hat mehrere ineinandergreifende Anforderungen an Haus- und Klimatechnik. Zum einen ist es ein Passivhaus, dann sind die Richtlinien von Arbeitnehmerschutz, sowie die Lagerung von Chemikalien einzuhalten. Hinzu kommen Richtlinien von Brandschutz und Anforderungen der OIB an öffentliche Gebäudes. Alles in allem hat dies dazu geführt, dass es der für den Betrieb zuständigen Stelle, das Vizerektorat für Infrastruktur nicht möglich ist einen kompletten Haustechnikplan mit allen Möglichkeiten der Anwendung, bzw. der Überprüfung von Bauteilen zu bekommen. Hier hat das System einer integralen Anwendung dieser Technik versagt. Es fehlt die Übersicht über tatsächliche Funktion von Systemen und Bauteilen, evtl. Defekten. Es werden in geraumer Zeit komplette Teile der Technik, welche mit einem horrenden Aufwand installiert wurden außer Betrieb genommen werden, da niemand sie bedienen kann, bzw. sie nicht in Betrieb zu nehmen sind.[8]

“Energiebilanzen von Gebäuden nicht nach Betriebsenergie erstellen, sondern nach ihrem ökologischem Fußabdruck”

C. NUTZERVERHALTEN
Auch der Benutzer eines Hauses sollte sich seines Verhaltens und dessen Auswirkungen auf die Umwelt bewusst sein. Das sollte über die reine Betrachtung des Gebäudes hinausgehen, an einem konkreten Beispiel des Passivhauses ist das gut zu veranschaulichen. Steht dies auf der grünen Wiese in einem idyllischen Weiler mag das in unserer romantisierten Ästhetik schön sein, fahren die Bewohner täglich ca. 100 km mit eigenen PKWs zur Arbeit, so sollten diese negativen Aspekte in eine ganzheitliche Betrachtung mit einfließen. Denn allen ist das Kyoto Protokoll bekannt, hier geht es um die Reduzierung des CO2-Ausstoßes in die Atmosphäre.

“wie verhalte ich mich in einer immer mobiler werden Welt”

[7] vgl. hierzu: Mosimann, Markus; Lettau, Marc: Das Holzhaus der Zukunft - Ökologisch bauen mit menschlichem Maß, Rotpunktverlag, Zürich, 2012, S. 50
[8] Anm. des Autors: Die Informationen stammen aus einem infromellen Gespräch mit einem Mitarbeiter des VR für Infrastruktur am Institut für Gestaltung Studio1. Dieser beleuchtet im Rahmen seiner Dissertation dieses immer häufiger auftretende Phänomen.

FAZIT

Es gibt sicherlich keine Allgemeinlösung des Problems, das ist das bekannte Problem in der Ökologiedebatte[9], da verschiedene Ansätze miteinander kollidieren. Hier entsteht eine neue Aufgabe an uns Architekten, die wir ernst nehmen müssen. Es wird unser Beitrag sein, diese Thematik gegenüber den Regierungen, der Industrie vorzubringen und ein Umdenken zu erwirken, dass eben Gebäude ganzheitlich betrachtet werden müssen.

“das nachhaltige Haus benötigt exakt so viel Technik wie es sich die Industrie wünscht”

Ausblick

Nichts desto trotz möchte ich abschließend anmerken, dass Architekten Gebäude nicht ausschließlich für die Zeit der Benutzung konzipieren, sondern sich auch Gedanken darüber machen sollten, was nach ihrer Verwendung hinaus passiert, bzw. welcher Einfluss auf das “Environment”[10] existiert.[11]

[9] siehe hierzu: Radkau, Joachim: Die Ära der Ökologie - Eine Weltgeschichte, Verlag C.H. Beck, München, 2011

[10] Anm. des Autors: mit Environment wird nicht nur unsere Umwelt, sondern der gesamte Lebensraum auch unter Betrachtung sozialer, kultureller Bereiche verstanden.

[11] vgl. hierzu: Pfanzelt; Alexander: Beyond Use - Phänomene an brachliegenden Objekten zwischen dem Allgäu und Gardasee, Dissertation, Innsbruck, 2011

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Dietrich Schwarz

Prof., Uni Li

DIE HERAUSFORDERUNG DES 21. JAHRHUNDERTS

– Materie, Raum und Zeit

Materie, Raum und Zeit bilden die unendlichen physikalischen Grössen der Realität. Das menschliche Dasein hingegen beschränkt sich auf unsere natürliche Umgebung: die Erde. Die schöpferische Tätigkeit des Menschen bedingt die Transformation von Materie im Raum-Zeit-Kontinuum. Was seit Urzeiten als unbegrenzte Möglichkeit des Seins galt, findet infolge des globalen Überschreitens der Biokapazität unserer Erde durch das menschliche Handeln ein Ende – wir erreichen die Grenze unserer eigenen Realität. Dass wir davon im Alltag noch wenig spüren verdanken wir der materiellen Speicherkapazität der Erdkruste, der relativ hohen Toleranz unserer Natur, aber auch der global-ökonomisch ungerechten Verteilung aller Ressourcen. Diese „Grenzerfahrung“ ist ein absolut singuläres Ereignis in der Menschheitsgeschichte. Es gibt daher auch keine einfachen Rezepte, diesem Phänomen des Ungleichgewichts zwischen menschlichem Konsum und der Kapazität unseres Planeten entgegenzutreten.

Es fordert die Menschheit zu einem Umdenken heraus – einem Paradigmenwechsel. Die Aufklärung im 17. und 18. Jahrhundert verlangte das Handeln sei durch die Vernunft zu leiten. Daraus entwickelte sich ein Weltbild, in dem der Geist zunehmend ins Zentrum rückte und die Position des Menschen überhöhte. Heute müssen wir erkennen, dass der menschliche Geist nur ein Werkzeug unter vielen ist, das selbst hinterfragt werden will; gleichzeitig befähigt es die Menschheit, sich als ein kleiner Teil des grossen Ganzen zu begreifen.

Für die Wissenschaftler des 21. Jahrhunderts bedeutet dies, dass sie all ihre Kraft darauf verwenden müssen, die Menschheit vom linearen Wachstumspfad wegzuführen, wieder in die natürlichen Kreisläufe einzugliedern und die Position der überlegenen, kreativen Intelligenz zu überwinden.

Die Transformation der Welt, als dem menschlichen Wesen unabdingbar anhaftendes Tun, muss kontrollierbar und in ein nachhaltiges Gleichgewicht mit der Biokapazität unseres Planeten überführt werden. Dabei bilden die Wissenschaften des Bauens eine zentrale Schlüsselposition, verantwortlich für 40% des globalen Energieverbrauchs und für 60% der globalen Realwerte. Der Architekt ist geradezu ein Meister dieser Transformation.

Die physikalischen Grössen, Materie, Raum und Zeit bieten Orientierung in den Bauwissenschaften. Auf einen kurzen Nenner gebracht lautet die Herausforderung für das zukünftige architektonische Schaffen: Weniger Materie/Energie konsumieren, weniger Raum beanspruchen, aber mehr Zeit überdauern. Dies erreichen wir durch Effizienz in der Bautechnik, Dichte im Städtebau und Dauerhaftigkeit in der Baukonstruktion – die neuen-alten Massstäbe des Nachhaltigen Bauens.

Das eigentliche Sein ist nicht ohne alle drei physikalischen Grössen, Materie, Raum und Zeit möglich, die drei Grössen bedingen sich gegenseitig. Dies lässt den Schluss zu, dass auch die architektonische Antwort bezüglich einer nachhaltigen Zukunft innerhalb einer Wechselwirkung von eben diesen Grössen agieren muss. Die Effizienz soll nicht losgelöst von der Dichte, von der Dauerhaftigkeit betrachtet werden et vice versa.

– **Technik**

Die Technik beschreibt die Art und Weise der Transformation von Materie. Diese kann mit einer geringen Eingriffstiefe erfolgen, sogenannter Low-Tech, wie bei einem Steinhaus in der Bergen, wo die Steine der Umgebung zu einem Haus aufgeschichtet werden, oder mit einer sehr hohen Eingriffstiefe, sogenannter High-Tech wie bei einem Glas-Büroturm im Stadtzentrum, wo Materialien mehrfach verarbeitet werden bis sie zu einem komplexen Ganzen zusammengefügt werden. Dabei kann nicht zwischen gut und schlecht unterschieden werden. Viel entscheidender ist die Effizienz mit welcher ein vordefiniertes Ziel erreicht wird, wobei nicht das Haus per se das Ziel ist, sondern der Nutzen desselben. Dieser Nutzen wird einerseits durch den Schutz des Menschen und seiner Gerätschaften vor der Natur bestimmt und andererseits durch die Tätigkeit welche im Gebäude ausgeführt wird.

Bei einer autarken Berghütte ist die Forderung nach Komfort gering, die Bewohner halten sich tagsüber ausserhalb auf, sind wahrscheinlich warm gekleidet und benötigen in den Abendstunden auch keine grossen Fensterflächen zur Beleuchtung des Innenraums. In Zentrum steht der Schutz vor Wind und Wetter in den Nachtstunden. Zum Ausgleich der Temperaturen genügt eine einfache Holzfeuerung und zur Beleuchtung eine Öllampe oder in unserer Zeit viel wahrscheinlicher, eine mit Solarstrom betriebene Insellösung mit einer Autobatterie und Gleichstromgeräten. Ganz anders verhält es sich mit dem Glas-Büroturm. Die Büroangestellten betreten Sommer wie Winter morgens das Gebäude, nachdem sie den Arbeitsweg mit klimatisierten Verkehrsmitteln zurückgelegt haben. Danach will man sich in sehr hellen, wohltemperierten Räumen aufhalten und zielorientiert der Büroarbeit an leistungsstarken Computern nachgehen. Die Wertschöpfung der Mitarbeiter steht im Zentrum. Diese soll durch optimale Arbeitsbedingungen maximiert werden. Dafür ist neben einer auf Solareintrag und Transmissionsverlust austarierten Gebäudehülle eine darauf abgestimmte Haustechnik nötig, welche das Innenraumklima im Komfortbereich stabilisiert.

Die Art und Weise der Transformation von Materie bezieht sich nicht nur auf die Energieeffizienz, ebenso auch auf Raum und Zeit. Damit ist Technik nicht nur ein Begriff der Baukonstruktion und der Gebäudetechnik, sondern auch des grossen Massstabs. Die Massstabskategorien Städtebau, Entwurf und Konstruktion trennen die heutigen Bauaufgaben in unsachgemässer Art und Weise. Diese sollten durch ein gleichzeitiges Denken aller Massstäbe überwunden werden. Eine Stadt sollte nicht ohne das Baumaterial oder die Landschaft gedacht werden, ein Haus nicht ohne die Siedlung etc. Die Baukonstruktion und die damit verbundenen Spezialwissenschaften sollten weggeführt werden von den reinen Gehilfen des Entwurfes, hin zu Disziplinen mit Schlüsselfunktionen. Konstruieren bedeutet Bauen schlechthin. Baumaterial wird durch Fügen zum architektonischen Körper, zu Raum, zur architektonischen Gestalt und letztlich zum Realwert der gebauten Welt. Zudem wird ein Haus bei welchem die Baumaterialien sorgfältig gewählt, sauber und sinnvoll zu einem Ganzen gefügt werden, dem Zahn der Zeit widerstehen und durch die Zeit noch an Schönheit und Wert gewinnen.

– **Gebäudehülle, Haustechnik und Primärenergie**

Die Antwort auf die Frage nach der richtigen Technik geht es darum, für den vordefinierten Nutzen das entsprechende Gebäude zu erstellen. Weil sich auch der Nutzen über die Zeit verändern wird, sollte das Gebäude veränderbar sein. Dies setzt eine einfache, vielfältig nutzbare Gebäudestruktur voraus. Eine spätere Nutzungsänderung kann dadurch einfach vorgenommen werden.

Das Gebäude bietet Schutz vor Wind und Wetter. Daher kommt der Gebäudehülle eine ganz entscheidende Rolle zu. Sie trennt den technisch konditionierten Innenraum vom natürlichen

Aussenraum. Dabei entstehen entsprechend der meteorologischen Situation zwangsläufig Energieflüsse durch diese Gebäudehülle. Einerseits thermische Transmission durch die gesamte Hülle und andererseits Einstrahlung von Sonnenlicht durch die Fenster. Als ersten Schritt gilt es das Verhältnis von Fensterfläche zu Aussenwand dem Klima entsprechend in ein Gleichgewicht zu bringen, anschliessend die Dämmwerte und das Verschattungssystem optimal zu wählen. Damit ist es bereits möglich, weder mit massivem Einsatz von Baumaterial, noch von Technik in unseren Breitengraden ein Gebäude zu erstellen, welches die Betriebsenergie für die Klimatisierung auf ein Minimum reduziert.

Der Haustechnik kommt einerseits die Aufgabe zu dem Nutzer eine angemessene Klimatisierung zu garantieren, diese benötigt dafür im Zusammenspiel mit einer optimierten Gebäudehülle immer weniger Betriebsenergie. Die Haustechnik sollte nicht dazu missbraucht werden unsachgemäss gestaltete Fassaden und den daraus resultierenden Energieverschleiss zu kompensieren. Andererseits wird der Anteil an der Haustechnik welcher die nötigen und gewünschten Medien zur Verfügung stellt immer grösser, steigt doch der Komfortanspruch der Nutzer stetig. Im Bereich der Frischluft und des Brauchwarmwassers reduziert eine effiziente Energierückgewinnung den Energiebedarf massgebend. In einer modernen Technikzentrale, aber auch in zeitgemässen Haushaltgeräten, wie Geschirrspülern, Waschmaschinen, Wäschetrocknern kommen zur Deckung der thermischen Energie immer öfter hocheffiziente Wärmepumpen zum Einsatz.

Diese benötigen wertvolle elektrische Primärenergie. Diese sollte möglichst im Siedlungsraum selbst erzeugt werden. Auf keinen Fall darf wertvoller Landschaftsraum, welcher für die regionale Nahrungsproduktion benötigt wird, verdrängt werden. Auch das Auslagern der Energieproduktion in wenig zuverlässige Wirtschaftsräume scheint nicht sinnvoll, fällt man doch damit von der aktuellen Abhängigkeit der fossilen Energiequellen in die nächste Unsicherheit. Grundsätzlich wird von jedem Wirtschaftsraum in Zukunft gefordert, dass er für den eigenen Energiebedarf weitestgehend selbst aufkommt. Nur so wird eine gerechte und befriedete Energieverteilung ohne die endlichen, fossilen Energieträger möglich sein.

In dieser Kette von transformierter Materie und Energie werden zur Effizienzsteigerung immer komplexere Prozesse entwickelt, ganz geschweige von den rasant anwachsenden Kommunikationsmedien. Es ist naiv zu glauben, dass der Ausstieg aus der fossilen Energie und den damit verbundenen Aufbau völlig neuer Infrastrukturen für die erneuerbaren Energien, sich ohne enormen Einsatz von High-Tech bewältigen lässt. Es ist vor diesem Hintergrund nicht sinnvoll, sich in Detailfragen zu verlieren und darüber zu diskutieren, wie viele Zentimeter Dämmung in der Gebäudehülle das Optimum darstellen, oder ob ein Haus mit oder ohne Komfortlüftung ausgerüstet werden soll. Gute Energiestandards geben daher nicht die Baukonstruktion, sondern sinnvolle Zielwerte des Energiekonsums und des Deckungsbeitrages durch erneuerbare Energieträger vor.

Sicher ist, dass sowohl bei einem Neubau, wie auch bei einer Gebäudesanierung zuerst die Gebäudeprimärstruktur, inklusive Gebäudehülle optimiert, darauf eine minimierte Gebäudetechnik abgestimmt und schlussendlich die dazu nötige Primärenergie durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden muss.

– **modern vs. konservativ**

Bei aller Logik die dem nachhaltigen Bauen zu Grunde liegt, so führt diese allein nicht zu einer kohärenten architektonischen Gestalt. Die Suche nach der angemessenen Gestalt ist aber ein zentrales Thema im architektonischen Schaffen. Wenn in der Moderne die Freiheit der Gesellschaft, der technischen Möglichkeiten und des kulturellen Schaffens eine zentrale Rolle spielte, so müssen wir heute erkennen, dass sich diese Illusion von Freiheit nicht aufrecht erhalten lässt. Denn der damit verbundene enorme Energiekonsum unseres heutigen Lebensstils führte uns an die globalen Grenzen. Wir sind als Gesellschaft gezwungen nach Alternativen zu suchen.

Im alten Denkmuster suchen wir nach neuen, billigen Energiequellen, seien es fossile oder erneuerbare. Wir übersehen dabei aber, dass diese Technikgläubigkeit unweigerlich zum nächsten Engpass im Wahn des grenzenlosen Wachstums führt. Eine echte Alternative setzt nicht nur bei der Energieerzeugung, sondern auch beim Energiekonsum durch Selbstbeschränkung an. Grundsätzlich geht es um die Wiedereinbindung unseres Lebensstils in die natürlichen Kreisläufe wie sie sich auf unserem Planeten durch einen evolutionären Prozess für die gesamte Existenz in komplexen Abhängigkeiten entwickelt haben. Dieses Einbinden geschieht nicht durch darben, sondern vielmehr durch verstehen. Verstehen, dass alles Leben innerhalb dieser natürlichen Kreisläufe in seiner schönsten Form möglich ist.

Das ist keine Illusion. Dies erkennen wir daran, dass die Menschheit in der gesamten Menschheitsgeschichte ganz selbstverständlich damit umgehen musste und konnte. Wir erhalten wertvolle Anknüpfungspunkte aus der präfossilen Zeit vor gerade mal ein bis zwei Jahrhunderten, ein Wimpernschlag in der Evolution. Da die Transformation von Materie und insbesondere das Erstellen von Gebäuden ohne billige Energie und Maschinen aufwendig war, hat man in dieser Zeit auf die Effizienz und die Dauerhaftigkeit der Realwerte grossen Wert gelegt. Im Überdauern der Zeit steckt auch das Konservieren von Werten. Dabei handelt es sich nicht nur um die Realwerte, sondern auch um die kulturellen Werte. Diese basieren wiederum auf Traditionen und haben dabei regionale Identitäten hervorgebracht, sie bilden die Basis von Heimat und dem eigentlichen menschlichen Sein, dem kulturellen Verorten. In der Tradition steckt das Verb tradieren. Das bedeutet, dass kulturelles Wissen und Können durch anpassen und verbessern sich stetig gewandelt hat. Dies lässt es zu, dass sich regionale Bautraditionen mit zeitgemässen High-Tech Produktionen verbinden lassen. Das beste Beispiel ist dafür der industrielle Holzbau.

Der richtigen Wahl des Baumaterials kommt seit Urzeiten eine wichtige Bedeutung zu. Unter dem Aspekt der effizienten Transformation von Materie sollte möglichst wenig Energie aufgewendet werden um ein dauerhaftes Bauwerk zu erstellen. Daraus abgeleitet ist Holz der eigentliche Primus unter den nachhaltigen Baumaterialien. Neben allen offensichtlichen positiven Eigenschaften, hat Holz auch die phänomenale Eigenschaft, dass es durch den natürlichen Kreislauf der Photosynthese der Bäume, als CO_2 Senke wirkt. Trotzdem kann nicht von guten oder schlechten Baumaterialien gesprochen werden. Da jedes Baumaterial seiner Eigenschaft entsprechend richtig eingesetzt werden muss. Dies geschieht durch das Fügen von Einzelteilen zu einem dauerhaften Ganzen. Daraus entsteht die Tektonik innerhalb der Konstruktion, die Einzelteile bleiben in der gebauten Gestalt lesbar. Diese ermöglichen es einen Baukörper zu gliedern und Proportionen einzuführen. Durch die gezielte Überhöhung der konstruktiven Merkmale zum Schutze des Bauwerks entsteht das konstruktive Ornament. Dieses wiederum will Schönheit hervorbringen und Freude beim Betrachter auslösen.

– **Warum**

Homi K. Bhabha stellt in seinem Beitrag „Mumbai on My Mind: Some Thoughts on Sustainability“[1] folgende Frage: Ist Nachhaltigkeit ein evolutionärer Prozess, eine strategische Interessensintervention, oder eine Theologische Angelegenheit? Er beantwortet die Frage damit, dass alle drei Aspekte entscheidend seien. Hier wird nicht nur die Frage nach dem Wie sondern auch nach dem Warum gestellt.

Das Warum ist in jeder Tat dem Wie vorgestellt. Das Warum bietet Orientierung, speziell in einer technischen Diskussion wo wir dazu neigen uns im Detail zu verlieren. Im Falle eines evolutionären Prozesses gibt es wenig zu hinterfragen, der Stärkere wird überleben, die bessere Technik sich durchsetzen, oder die Menschheit sich selbst reduzieren, es gilt bloss abzuwarten und zu hoffen den überlegenen Überlebenden anzugehören. Dieser passive Fatalismus ist in der Architektenschaft erstaunlicherweise weit verbreitet, gilt doch die zweite Position der strategischen Interessensintervention als wenig inspirierend, oder abschreckend und die theologische Angelegenheit als obsolet. Die strategische Interessensintervention ist dem evolutionären Prozess sehr verwandt, wenn sie sich nur darauf beschränkt im globalen Schachspiel eine möglichst starke Position zu besetzen. Hingegen bekommt dieser Ansatz eine völlig andere Stossrichtung, wenn man die eigenen volkswirtschaftlichen Defizite im Bezug zur nachhaltigen Gesellschaft eingesteht und daraus Konsequenzen zieht.

Das Nachhalten ist weder eine Wissenschaft noch eine Ideologie. Vielmehr bestimmt es das Verhältnis des Menschen zu seiner Realität, ökologisch zwischen ihm und der Natur, sozial zwischen ihm und der Gesellschaft und ökonomisch zwischen ihm und seinen realen Werten.

Jede Gesellschaft hat bezüglich der Nachhaltigkeit eigene Defizite und entsprechende Herausforderungen zu bewältigen. Es gibt somit keine globale Lösung, vielmehr sind spezifische lokale Lösungen gefordert. In den westlichen Gesellschaften sind dies:

- Die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit mittels Rohstoffen und Energie, durch die Effizienzsteigerung im Energiekonsum und die Gewinnung erneuerbarer Energien.
- Das Stoppen des Landschaftsschwundes, die Ressource unseres natürlichen Seins schlechthin, durch den grösser werdenden Siedlungsraum.
- Neue Konzepte für die sozioökonomischen Folgen der gesellschaftlichen Überalterung, welche Resultat unserer schrumpfenden Gesellschaft sind. Was wiederum ein positiver Effekt im Verhältnis der 7 Milliarden Menschen zum einen Planeten darstellt.

Zur theologischen Angelegenheit, oder wie in unserer aufgeklärten und säkularisierten Gesellschaft eher verständlich, zur idealistischen Position kann man festhalten, dass das Ideal unumstösslich ist und es letztlich nicht unserer Rettung bedarf. Es geht um das Bestehen der eigenen menschlichen Existenz. Dafür haben die Weltreligionen pragmatische Lebensregeln aufgestellt, welche aus der Summe der historischen Erfahrungen abgeleitet wurden. Diese tradierten Weisheiten bieten in erstaunlicher Übereinstimmung Antworten auf die eingangs beschriebene Grenzerfahrung, das Erreichen der Grenzen unserer eigenen Realität.

1 Mohsen Mostafavi, Gareth Doherty: *Ecological Urbanism.* Harvard University, Graduate School of Design, 2010, Beitrag von Homi K. Bhabha, Mumbai on My Mind: Some Thoughts on Sustainability, S. 80.

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Peter Staub

Ass. Prof., Uni Li

Die ich rief, die Geister…[1]

Vor nicht allzu langer Zeit wurde „ökologisch nachhaltig“ noch als alternativ belächelt. Heute werden riesige Summen in Forschung und Entwicklung von nachhaltige Technologien und Strategien investiert. Aber nicht nur hier ist das Thema „Nachhaltigkeit“ mittlerweile omnipräsent: jede Firma, Regierung oder Institution schreibt es sich in irgendeiner Form auf die Fahne. Sogar Mineralöl-Unternehmen deklarieren sich in umfangreichen Studien und in der Werbung als nachhaltig (und manche wechseln sogar ihre Logofarbe zu Grün). Das kommt gut an und verkauft sich (noch) bestens. Die hörige Konsumgesellschaft fühlt sich gut dabei, mit dem Kauf eines solchen Produktes einen nachhaltigen Beitrag zu leisten. Auch in der Architektur hat der Trend des Grünwaschens längst Einzug gehalten: zum Beispiel verbessert die internationale Betonlobby ihr Image, indem sie hochdotierte Architekturpreise für nachhaltiges Bauen verleihen um nur ein Beispiel zu nennen. Gleichzeitig reagiert die Politik mit (energietechnische) Normen und damit verbundenen Subventionen und verwandelt die Architektur dadurch zu einem gewissen Grade in ein quantifizierbares Produkt. Effizienz und Rationalität werden zu entscheidenden Gestaltungsfaktoren und daraus resultieren – überspitzt formuliert – optimierte, mit „grüner“ Technologie angereicherte Gebäudemaschinen. Le Corbusiers moderner Traum, „La maison est une machine-à-habiter“[2], wird endlich wahr.

Technologische Hilfsmittel sind sicher ein Weg, die notwendige Energieeffizienz zu erhöhen. Und trotzdem sind sie, so wie sie heute primär angewendet werden, nur ein Mittel gegen unser schlechtes Gewissen. Als Teil der Wissensgesellschaft sind wir uns bewusst, was wir im Sinne einer ökologischen Nachhaltigkeit tun oder lassen sollten und trotzdem handeln wir nicht immer dementsprechend (Stichwort Mobilität). Als (selbst-)kritischer Beobachter stellt sich mir die Frage, ob wir nicht zuerst unsere grundsätzliche Lebenshaltung hinterfragen sollten, bevor wir über technologische Eingriffe die bisherigen Gewohnheiten ohne Abstriche beibehalten versuchen. Oder macht es wirklich Sinn, dass man wegen automatisierter Jalousien, die die grosse Glasfassade (bei der sich die Fenster wegen ausgeklügelter Belüftung natürlich nicht mehr öffnen lassen) bei zu starker Sonneneinstrahlung unverhofft verdunkeln, dann doch die Aussicht nicht geniessen kann und auf künstliches Licht zurückgreifen muss? Ah, der Moderne und deren Versprechen nach Transparenz und Leichtigkeit sei Dank!

In Zeiten der wichtigen Suffizienz-Debatte muss zuerst der Begriff „Lebensqualität“, der uns seit der Moderne prägt, endlich neu definiert werden. Die Frage, wie viel Technologie ein (nachhaltiges) Haus nun braucht kommt ja letztendlich der Frage gleich: wie viel Technologie braucht der (nachhaltige) Mensch tatsächlich? Dabei kann nicht verneint werden, dass neue Technologien die Entwicklung der Menschheit stets vorangetrieben haben. Technologische Innovationen faszinieren, auch ich lasse mich von ihnen gerne begeistern. Dabei werde ich allerdings ein Unbehagen nicht ganz los, welches entsteht, wenn ich versuche, die Technologie (und ihre Konsequenzen) in ihren Grundsätzen auch zu verstehen. Das gelingt mir je länger desto weniger (trotz allgegenwärtigem zugänglichem Wissen) und ich fühle mich verdammt dazu, sie als *fait accompli* widerstandslos zu akzeptieren. Haben wir den kritischen Punkt der Selbstbestimmung bereits überschritten und werden wir bereits von unseren Erfindungen geleitet und gesteuert? Diktieren

1 Aus Johann Wolfgang von Goethe, Der Zauberlehrling, 1797
2 Le Corbusier, Vers un architecture, 1923

unsere Häuser bereits, wie wir in ihnen zu leben haben und müssen wir damit rechnen, dass uns – wie es Rem Koolhaas warnend ausdrückt – unsere Häuser bald betrügen?[3]

Anstelle den Prinzipien der Moderne nachzueifern und mit teuren und komplexen Technologien die wahren Probleme unserer Umwelt und Gesellschaft zu kaschieren, gilt es ein Bewusstsein in ebendieser zu schaffen. Es ist höchste Zeit, dass sich die Architektur und mit ihr die Rolle des Architekten dahingehend entwickelt, neue Formen und Modelle der Koexistenz und des bewussten, verantwortungsvollen Umgangs mit Technologien und Ressourcen zu erdenken, zu gestalten und vor allem zu vermitteln. Heute übersteigen die vielen bei einem Bau zu berücksichtigen Technologien und Expertisen die Kapazitäten eines Einzelnen. Der nachhaltige Architekt ist zukünftig ein kreativer Vermittler und Mediator, der in der Lage ist, die komplexe Beziehung von Gesellschaft und Umwelt zu erkennen, zu verstehen und in Form eines Entwurfes/ Gebäudes in Teamarbeit in einen zukunftsgerechten Zusammenhang zu bringen. Wenn wir uns nur auf technologische Entwicklungen und die damit verbundene Expertise von Spezialisten (und Rechenmaschinen) verlassen, wird es wohl leider in Zukunft für die Gestaltung von Gebäuden keine Architekten mehr benötigen.

Der in der zeitgenössischen Architekturdebatte oft verwendete (und meines Erachtens missbrauchte) Begriff „Autarkie“ dient mir als Fingerzeig und gleichzeitig als Metapher für eine Beantwortung der für diesen Text gestellten Frage „Wie viel (Technik) braucht das Haus?“: oft in Zusammenhang mit energetischer Selbstversorgung und somit politischer und ökonomischer Unabhängigkeit von Eigenheimen oder ganzen Regionen gebracht steht an seinem Ursprung eigentlich ein philosophischer Ansatz von Aristoteles: die Selbstgenügsamkeit. Diese versucht nicht, stets das Unmögliche (durch Technologie?) möglich zu machen, sondern strebt danach, sich mit dem zufrieden zu geben, was man selbst erreichen kann.

3 “Very soon your house will betray you”: Rem Koolhaas, zitiert in Wainwright, O., “Rem Koolhaas’s Venice Biennale will ‘be about architecture, not architects”, The Guardian, 12.03.2014, accessed on 31.03.2014

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Wolfgang Streicher

UIBK, Prof.

Text und Abbildungen aus max50_Nr52 mit Genehmigung von Autor

These und Antithese: Domotronik und Gebäudeautomatisation vs. Low-Tech und die Nutzung Erneuerbarer Energien - ein Widerspruch?

Wolfgang Streicher,

Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen.

Arnold Tautschnig

Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement.

1. Ausgangslage

In Gebäuden wird der Trend zur Automatisierung der Haustechnik immer größer. Neben der schon zum Standard zählenden Einzelraumregelung für die Heizung mit überlagerter außentemperaturgeführter Vorlauftemperaturregelung werden zunehmend Windsensoren für die außen liegende Verschattung, Bewegungsmelder für die automatische Lichtsteuerung und anwesenheitsabhängige Lüftungsregelung, drehzahlgeregelte Pumpen und Ventilatoren, Fenstergeber für die Steuerung der Thermostatventile etc. eingesetzt. Zunehmend werden für die Regelung zentrale Leittechniksysteme, die auch die EDV-, Telefon- und Fernsehverkabelung beinhalten, verwendet. Um die Regelung energetisch sinnvoll umzusetzen, müssen in der Regel elektrisch bedienbare Verschattungselemente und Fenster verwendet werden.

Den theoretischen Vorteilen, die sich aus einer solchen flexiblen Regelung durch Optimierung ergeben, stehen allerdings die folgenden gravierenden Nachteile entgegen:

- Die Investitionskosten für eine solche Automatisierung sind relativ hoch. Der Kostenanteil von haustechnischen Anlagen – bezogen auf die Bauwerkskosten – beträgt nicht zuletzt auf Grund der aufwändigen Automatisierungstechnik z.B. bei Verwaltungsgebäuden immer öfter mehr als 35%.
- Die Inbetriebnahme und Abstimmung der Systeme auf das Gebäude und die darin befindlichen Nutzer ist sehr aufwändig. Sie müsste aus Sicht des Planers und Bauüberwachers bei kleineren Gebäuden mehrere Wochen und bei größeren mehrere Monate betragen, um alle Fühler und Funktionen auf ihre Richtigkeit zu testen, um die Trägheit des Gebäudes und die Gewohnheiten der Benutzer unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen richtig erfassen zu können und entsprechend in die Optimierung einfließen zu lassen.
- Viele Einregulierungen können überhaupt erst nach der Inbetriebnahme des Gesamtobjekts unter Last erfolgen, sodass sich die „Inbetriebnahmephase“ bei mittleren und größeren Gebäuden oft mehr als ein Jahr hinzieht.
- Da die erforderliche Zeit sehr oft nicht zur Verfügung steht oder der Nutzer nicht die erforderliche Kapazität und/oder Geduld aufbringt, werden die möglichen Vorteile oft nicht ausgenutzt. Vielmehr werden die Anlagen mit den Referenzwerten betrieben, was häufig zu einem schlechteren Verhalten als bei händisch bedienten Komponenten führt.
- Die Wartungskosten für bewegte Teile (z.B. elektrisch betriebene Verschattungselemente und Fenster) sind wesentlich höher als für unbewegte Teile („alles was sich bewegt, bleibt irgendwann hängen“)
- Die Wartungskosten für Elektronik und Sensorik sind ebenfalls höher als bei nicht automatisch gesteuerten Anlagen
- Die Lebensdauer von Sensorik, Aktorik (bewegte Teile) und Elektronik ist wesentlich kürzer als die Lebensdauer eines Gebäudes. Etwa alle 10 Jahre muss oft der gesamte regelungstechnische Teil

der Anlage komplett ausgetauscht werden, da allein die Lagerhaltung von elektronischen Bauteilen im Regelfall nicht über diesen Zeitraum gewährleistet ist. Nach 20 Jahren gibt es kaum mehr die Möglichkeit, die Software des Systems zu lesen oder zu warten.

Die Folgen dieser Entwicklung sind, dass entgegen den oben angeführten „High-Tech"-Lösungen Forscher gemeinsam mit anderen Planungspartnern Lösungsansätze für „intelligente Gebäude" entwickeln, die unter Nutzung erneuerbarer Energieträger technische Anlagen trotz Schaffung von Nutzerkomfort entweder reduzieren oder überhaupt erst gar nicht brauchen.

Dabei stellen sich gleich zu Beginn mehrere Fragen:

1. Ist es zielführend, ein Gebäude von vornherein so zu bauen, dass es aufgrund seiner Eigenschaften (Ausrichtung des Gebäudes, Fenstergrößen, bauliche Verschattungen, interne Speichermassen etc.) nur eine sehr geringe zusätzliche Regelung benötigt und soll man diese so einfach wie möglich gestalten? Das Motto würde in diesem Fall lauten: *„Intelligente Gebäude brauchen KEINE (oder nur geringe) künstliche Intelligenz, da sie in sich intelligent sind".*
2. Ist der Einsatz erneuerbarer Energien das Allheilmittel, um „intelligente Gebäude" zu errichten und reduzieren erneuerbare Energien den Automatisierungsaufwand?
3. Vereinfacht sich durch solche Lösungsansätze der Planungsprozess – erübrigt sich also die „integrale Planung"?
4. Ist das derzeit zumindest in Österreich vorhandene Ausbildungsangebot ausreichend, um den fachbezogenen Nachwuchs mit den erforderlichen Kompetenzen auszustatten?

2. Intelligente Gebäude

Durch Analyse des Standorts und Ausschöpfung seines Potentials durch optimale Positionierung des Gebäudes aus energetischer Sicht sowie einem hohen Wärmedämmstandard zur Reduktion der Wärmelasten (z.B. Passivhausstandard) (Abb. 1) kann die Technik von Gebäuden zumindest optimiert oder ganz von überflüssiger Technik befreit werden.

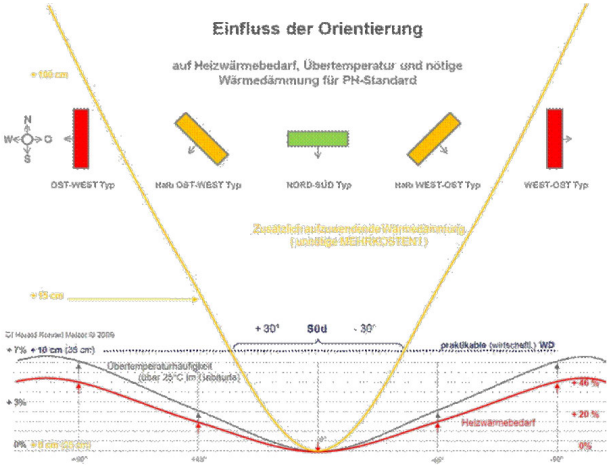


Abb. 1 Einfluss der Orientierung auf die energetische Gebäudesituation[1]

[1] Malzer (2009), Beitrag zum Forschungsbericht „INTENSYS", Univ. Innsbruck 2009

Die Gebäudehülle wird zur interaktiven Schnittstelle zwischen innen und außen. Dabei muss auf das Nutzerverhalten Rücksicht genommen werden. Ist der Nutzer bereit, Eigenverantwortung für die Bedienung eines Gebäudes zu übernehmen? Oder erwartet er, dass die Regelung eines Gebäudes jedes wie immer geartete Nutzerverhalten tolerieren und ausgleichen muss?

Als Beispiel hierfür sei als Ausgangsvariante ein Thermostatventil auf einem Radiator unter einem Fenster beschrieben. Wird das Fenster an einem nicht zu kalten Wintertag gekippt, so fällt die kalte Luft auf den Thermostatkopf und bewirkt ein vollständiges Öffnen des Thermostatventils. Damit gibt der Radiator mehr Leistung ab und kann möglicherweise - abhängig von der Außentemperatur - trotz des gekippten Fensters die gewünschte Raumtemperatur halten. Resultat: Das Fenster bleibt offen und der Raum verliert wesentlich mehr Wärme an die Umgebung als notwendig.

Lösungsmöglichkeiten im High-Tech Bereich wären im Sinne einer Einzelraumregelung Fenstergeber und automatisch regelbare Thermostatköpfe. Öffnet der Benutzer das Fenster, schließt das Thermostatventil und der Raum kühlt sich ab, so dass der Benutzer das Fenster wieder schließt. Diese Maßnahmen verursachen Kosten eines Fenstergebers, eines Messdateneingangs, eines analogen Messausgangs und eines Stellmotors am Thermostatkopf mit all dem notwendigen Wartungsaufwand.

Eine Low-Tech Lösung stellt z.B. statt eines Thermostatventils ein Temperaturfühler in einem Referenzraum dar, der ein Strangregulierventil für mehrere gleichartige Räume bedient. Wird das Fenster eines Raums (der nicht der Referenzraum ist) gekippt, verbleibt der Thermostatkopf dieses Raumes in seiner Stellung und der Heizkörper gibt nicht mehr Leistung ab als vorher. Durch die verstärkte Lüftung kühlt sich nach einer gewissen Zeit der Raum ab und das Fenster wird vom Benutzer wieder geschlossen. Man verliert hier zwar etwas mehr Energie als in der High-Tech Variante, jedoch ist der Aufwand wesentlich geringer als für die Ausgangsvariante.

Ein weiteres Beispiel sei an Verschattungssystemen erläutert. Bei gängigen High-Tech Varianten für außen liegende Verschattungen heben oder senken sich diese über Elektromotoren angetrieben automatisch, geregelt über einen Strahlungssensor und einen Innenraumtemperaturfühler. Zudem müssen sie in der Regel mit einem Windsensor zu ihrem Schutz ausgerüstet werden. Immer öfter wird die Verschattung durch eine außen liegende Verglasung vor Windeinwirkung geschützt.

In einer Low-Tech Variante kämen von der Größe her nur die für die natürliche Belichtung notwendigen Fensteröffnungen mit südseitig simplen Dachüberständen (oder z.B. auch außenliegende Gänge entlang der Fassade) und auf allen Seiten händisch zu bedienende Verschattungselemente als Blendschutz zum Einsatz. Die südseitigen Dachüberstände/Gänge verschatten im Sommer und lassen die Sonne im Winter zur passiven Sonnenenergienutzung in das Gebäude. Richtig bedient können solche Systeme kostenmäßig und energetisch besser funktionieren als automatisierte, da weniger bewegte Teile auch weniger kosten. Ortsfeste Teile sind weniger fehleranfällig und der Betriebsstrom für Regelung und Elektromotore fällt weg. Natürlich muss in diesem Zusammenhang die Frage diskutiert werden, ob dem Nutzer ein händisches Bedienen von Verschattungselementen zumutbar ist bzw. ob er nicht sowieso ein händisches „Overrulen“ der automatischen Regelung wünscht.

Dachüberstände oder ähnliche gestaltende Gebäudekomponenten sind eine Frage der Bebauungsgrundlagen. Die Entscheidung darüber, sowie z.B. über reduzierte Fensteröffnungen (im speziellen Ost/West) obliegen zu einem wesentlichen Teil der gestalterischen Kompetenz des Architekten oder sind sogar über die Bebauungspläne festgeschrieben. Dennoch ist eines klar: Low-Tech - Lösungen erfordern gerade vom Architekten oft mehr kreatives Engagement als dies bei Gebäuden mit High Tech - Haustechnikvarianten der Fall ist und wo die Haustechnik nur als technologische „Antwort“ auf die Vorstellungen des Architekten gesehen wird.

Aber auch in der Haustechnik selbst können z.B. Heizungssysteme mehr oder weniger aufwändig gestaltet sein. So können bei Niedertemperatur-Wärmeerzeugern wie Brennwertgeräten, Wärmepumpen, Solarthermie oder Fernwärmeübergabestationen Pufferspeicher, Mischventile und Einzelraumregelungen in gut gedämmten Gebäuden durch den gezielten Einsatz von aktivierten Speichermassen und Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizung) durch Ausnutzung des so genannten Selbstregeleffekts entfallen (z.B. Heimrath 1998, siehe Abb. 2). Außerdem hat eine solche Anordnung den

Vorteil, dass die Taktrate des Wärmeerzeugers und damit - falls es sich um Heizkessel handelt - dessen CO- und HC-Emissionen stark reduziert werden (z.B. Heinz, 2007, Eisl, 2006, Pfeiffer et al.).

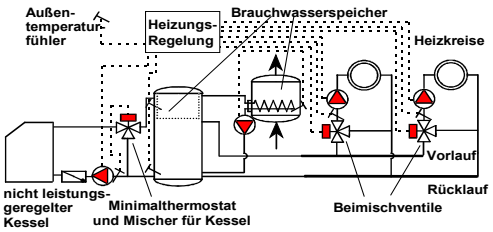


Abb. 2 Konventionelle Variante
Konventionelle außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung mit Pufferspeicher für Festbrennstoffkessel

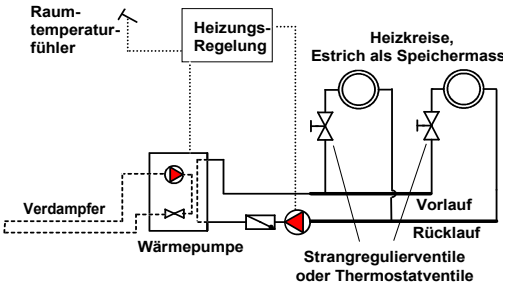


Abb. 3 Low-Tech Lösung
Fußbodenheizung mit Selbstregeleffekt und Niedertemperatur-Wärmequelle mit fixer Leistung, allerdings ohne Warmwasserbereitung (Streicher, 2009)

Low-Tech Gebäude stellen somit eine neue (alte) Sichtweise und Philosophie des Bauens in Richtung einfacher Lösungen dar, allerdings unter Berücksichtigung der Möglichkeiten heutiger Baustoffe, Baukonstruktionen und Gebäudetechnik.

3. Intelligente Gebäude mittels Erneuerbarer Energieträger

„Intelligente" Gebäude weisen integrative, funktionale Eigenschaften auf, die ein Minimum an Regelungs- und Steuerungstechnik benötigen. Um „intelligent" im Sinne der Nachhaltigkeit zu sein, müssen sie auch *„unter möglichster Schonung von Ressourcen"* betrieben werden. Es versteht sich daher von selbst, dass intelligente Gebäude neben der Minimierung des Bedarfs an Heizung, Kühlung, künstlicher Beleuchtung etc. auch erneuerbare Energieträger nutzen sollen wenn nicht müssen. Als solche Energieträger kommen bei Gebäuden in Frage:

- Erdgebundene Energie
- Sonnenenergie
- im Grundwasser gespeicherte Energie
- Nutzung der Außenluft
- Holz

- Windenergie

Windenergie ist zu volatil und kann nur in größeren Anlagen an ausgezeichneten Standorten mit ausreichend Windenergieangebot genutzt werden, sodass sie – trotz spektakulärer Architektenideen – hier nicht weiter als für Gebäude nutzbarer Energieträger betrachtet wird.

Die verbleibenden Energieformen sind nicht ohne technische Anlagen nutzbar. Davon steht wiederum nur die Sonnenenergie und die Umweltwärme in Form von Außenluft in so unermesslich hohem Maß zur Verfügung, dass eine direkte Nutzung durch Anlagen am Gebäude nicht in die Rechte Dritter eingreift. Daher sind Solaranlagen und Luft/Luft oder Luft/Wasser Wärmepumpen auf/an Gebäuden in der Regel als Anlage genehmigungsfrei.

Die in Holz gebundene Energie ist zum Heizen nutzbar. Durch moderne Verbrennungsprozesse, z.B. in Pelletsheizungen, ist der Ausstoß von umweltschädlichen Gasen und Verbrennungsrückständen als gering einzustufen. Ein Problem stellt allerdings das Downsizing, also die Verringerung der Heizleistung auf die in Passivhaus-Einfamilienhäusern geringe notwendige Leistung von 400 W – 2 kW dar. Daran arbeiten derzeit verschiedene Hersteller, um entsprechende Lösungen anbieten zu können. Für Mehrfamilienhäuser und Mikronetze stellt Biomasse aber eine sinnvolle Alternative dar, die auch als Low-Tech Variante dargestellt werden kann.

Sowohl die Nutzung von Erdwärme als auch besonders die energetische Grundwassernutzung greifen ins Umweltregime ein und die Effizienz ist (wie bei allen Wärmeerzeugungssystemen) stark von der richtigen Anlagendimensionierung abhängig. Die Anlagen können nicht per se ohne Berücksichtigung von Nachbarrechten optimiert werden. Das bedeutet, ein intelligenter Einsatz dieser Energieträger muss bei der Kombination „optimale Nutzung der Energiebereitstellung“ und „Nutzung durch optimierte technische Anlagen“ ansetzen. Natürlich erfordert die Nutzung erneuerbarer Energieträger technische Anlagen mit Regelung. Diese können aber, so wie konventionelle Lösungen auch und in Abb. 2 und Abb. 3 gezeigt, mit mehr oder weniger Aufwand realisiert werden. Zu bevorzugen sind auch hier einfache und robuste Lösungen mit ausreichender Energieeffizienz gegenüber High-Tech Lösungen mit theoretisch höchster Effizienz aber sehr hohem Regelungs- und Investitionsaufwand und damit auch hohen Inbetriebnahme- und Wartungskosten.

4. Intelligente Vernetzung – integrale Planung

Integrale Planung zielt auf eine gesamtheitliche Sichtweise der Planungsaufgabe, also auf eine vollständige, für sich bestehende Betrachtung aller Planungsaspekte. Diese Art der Planung ist für eine umfassende Betrachtung von Nachhaltigkeitsaspekten erforderlich.[2] Bei High-Tech Gebäuden ist unmittelbar einsichtig, dass ein integraler Planungsansatz zwingend notwendig ist, um ein gesamthaft funktionierendes Objekt zu realisieren. Die Planungsschritte können nicht hintereinander, sondern müssen vielmehr vom Planungsbeginn an zwischen den Planungspartnern eng verzahnt ablaufen.

Wer allerdings bei Low-Tech Gebäuden davon ausgeht, dass ein solcher integraler Ansatz nicht erforderlich wäre, irrt. Umgekehrtes ist der Fall: je logischer und einfacher eine technische Lösung ist, umso intensiver und „integrierter“ müssen die Planungsschritte ineinander greifen, um die einfache Lösung zu realisieren.

Auch der Einsatz erneuerbarer Energien verlangt eine integrale Planungssystematik. Am Beispiel einer Geschoßdecke eines Büroobjekts soll dies demonstriert werden:

Der Architekt hat im Wettbewerb eine auskragende Deckenkonstruktion entworfen, die nur durch vorgespannte Stahlglieder konstruktiv beherrschbar ist. Der Architekt verzichtet auf eine abgehängte Decke und konzipiert eine glatte Deckenuntersicht in Sichtbeton. Eine Doppelbodenlösung ist vorgesehen. Das Objekt erhält aus Brandschutzgründen einen Vollschutz mittels Sprinkleranlage. Die Ver-

[2] B. Schulze Darup, http://www.zukunft-haus.info/fileadmin/zukunft-haus/documents/kostenoptimierung/integrale_planung.pdf, 16.4.2011

teilleitungen der Sprinkleranlage werden entweder in der Rohdecke oder im Doppelboden im darüber liegenden Geschoß geführt, die Sprinklerköpfe werden durch die Rohdecke angespeist. Brandmelder werden ebenfalls aus dem Geschoß darüber elektrisch versorgt. Um die Kälteleistung aus dem Grundwasserstrom zu entnehmen, ist eine Bauteilaktivierung vorgesehen, die Verteilleitungen sind im unteren Drittel der Rohdecke platziert. Zu allem Überfluss sind im Doppelboden aber auch Lüftungsleitungen vorgesehen.

Dass diese Lösung – wenn überhaupt – nur mittels integralem Planungsmanagement funktioniert, muss nicht weiter erläutert werden, die Umsetzung ist dabei trotz integral koordinierter Planung noch schwierig genug. Dies vor allem dadurch, dass der integrale Planungsansatz auch integrales, verschränktes Arbeiten auf der Baustelle innerhalb eines Gewerkes, aber auch zwischen gleichzeitig an einem Ort agierenden Gewerken erfordert. Stellte früher bereits das Verlegen von Leerrohren auf der Schalung ein Koordinationsproblem dar, so sind beim oben angeführten Beispiel mindestens vier Gewerke gleichzeitig gefordert, sich intensivst zu koordinieren: Baumeister, Medienverteilung der Bauteilaktivierung, Elektro und Sprinkler.

Nun kann das Gebäude im Beispiel noch nicht als High-Tech Objekt bezeichnet werden. Vielmehr stellt diese Konstellation, insbesondere bei Bauteilaktivierungen, bereits den Regelfall bei Standard-Verwaltungsgebäuden dar.

Dabei wird aber eines deutlich: die Nutzung integrativer Elemente hat auch Folgen für die Funktionalität von Gebäuden: durch die Bauteilaktivierung – grundsätzlich eine wirtschaftliche und nachhaltige Lösung – muss die abgehängte Decke entfallen, in der normalerweise die Medienverteilungen und Anspeisungen geführt werden. Dadurch muss die Medienverteilung entweder gleichsam eine Ebene höher – eben in die Rohdecke verschoben bzw. in eigenen kleineren Kanälen an der Decke geführt oder offen verlegt werden. Die daraus entstehenden Probleme für Planung und Umsetzung wurden oben skizziert.

Der Low-Tech Ansatz hat daher – abhängig von der Nutzung eines Objekts – auch seine Grenzen. Bei Krankenhäusern oder anderen hoch installierten Gebäuden können nicht Systeme einfach weggelassen werden, um die Installationsdichte zu reduzieren. Dort greifen behördliche und normative Vorschriften, die zwingend verschiedenste haustechnische Systeme erfordern. Dennoch kann auch in solchen zwangsläufig mit High Tech ausgestatteten Gebäuden überlegt werden, zum Beispiel ortsfeste Verschattungen an Stelle von aufwendigen mit dritten oder vierten Glasebenen geschützten Sonnenschutzsystemen einzusetzen. Nur muss dies bereits in Wettbewerbsausschreibungen gefordert werden, weil das Gebäude sonst solche nachträglichen Korrekturen schon aus gestalterischen Gründen nicht verträgt.

Abb. 4 gibt einen Überblick über den Ablauf der Optimierung von Low-Tech Gebäuden. Die einzelnen Schritte werden im integrierten Planungsprozess über Feedbackschleifen verbunden. Hier ist es eben zuallererst wichtig, bereits im Gestaltungsprozess des Gebäudes auf die wichtigsten Elemente eines Low-Tech-Ansatzes Rücksicht zu nehmen (Gebäudeausrichtung am Grundstück, Wärmedämmung, Größen von Fensterflächen, Dachüberstände, ortsfeste Verschattungen, Besiedelungsvarianten, Innenraumlayout etc.), um eine optimierte Reduzierung der verbleibenden Haustechnik möglich zu machen. Allerdings muss hierfür bereits im Gestaltungsprozess das Heizungs-, Lüftungs- und besonders auch Kühlungskonzept (vorzugsweise passive Kühlung) mitgedacht bzw. in Wettbewerbsspezifikationen bereits vorgegeben werden.

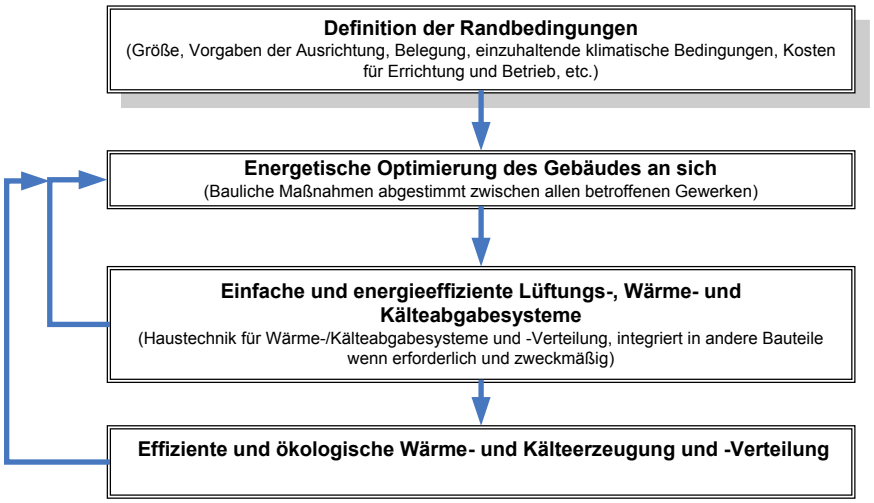


Abb. 4 Ansätze zur integralen Planung

5. Ausbildung - Neues, interdisziplinäres Masterstudium Domotronik[3] an der Universität Innsbruck

Um die große Herausforderung der intensiven Vernetzung haustechnischer Systeme zu bewältigen, ist auch eine entsprechende Ausbildung des Planer- und Ausführungsnachwuchses erforderlich. Mangelt es an diesem Problembewusstsein und fehlt die Kompetenz, werden sparsame, wirklich intelligent vernetzte und damit auch nachhaltig und langfristig wirtschaftliche Systeme auch in Zukunft Wunschtraum bleiben. Da sich nach Meinung der Autoren Gebäude in Zukunft vom energieeffizienten über das energieautarke zum Energieerzeugenden Objekt entwickeln werden, müssen sowohl das Gebäude selbst in seiner Gestaltung mit der entsprechenden Wärmedämmung, den verglasten Flächen ,den Speichermassen und Lüftungskonzepten als auch die Nutzer mit ihren Anforderungen in das Konzept der Gebäude- und Regelungstechnik eingebunden werden. Die neue Disziplin der Domotronik bietet hier ein wichtiges Bindeglied, um das Gebäude als Ganzes für die Nutzer optimal, aber trotzdem mit möglichst geringem Energieaufwand betreiben zu können.

Ein neues Masterstudium an der Universität Innsbruck bietet daher eine fundierte Ausbildung für diese neuen Herausforderungen. Im Masterstudium *Domotronik* werden interdisziplinäre Inhalte von der Informatik über Elektrotechnik und Elektronik bis zu Bautechnik, Gebäudetechnik und Erneuerbarer Energie vermittelt. Angesprochen werden dabei besonders AbsolventInnen der Bachelorstudien Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Elektrotechnik und Maschinenbau sowie Mechatronik und Physik. Die vermittelten Kompetenzen in Bauphysik, Haustechnik, Energie- und Wärmetechnik, Steue-

[3] Domotronik ist ein Kunstwort aus Domus (lat. Haus) und Elektronik. Es bezeichnet eine Lehr- und Forschungsrichtung, die sich mit der intelligenten Vernetzung der Haus-, Energie- und Kommunikationstechnik befasst. http://de.wikipedia.org/wiki/Domotronik

rungs-, Regelungs-, Prozess- und Messtechnik, Informatik, Automatisation, Robotik, Elektrotechnik und Elektronik bieten eine exzellente Grundlage für die spätere Berufspraxis[4].

6. Zusammenfassung

Kleine Gebäude sollten heute mittels integraler Planung mit einem Minimum an Energiebedarf und Gebäudetechnik nach dem Low-Tech Prinzip gestaltet werden, um geringe Investitions- und Betriebskosten zu erzielen und eine große Robustheit des energetischen Systems „Gebäude" zu erreichen. Große Gebäude, wie Krankenhäuser oder Einkaufszentren, benötigen neben den passiven Low-Tech Maßnahmen moderne technische Infrastruktur für Haustechnik, Energieversorgung und Kommunikation. Die große Herausforderung liegt darin, diese Systeme intelligent zu vernetzen, um Gebäude zu schaffen, die einen optimalen Komfort und ein gesundes Umfeld bieten und die möglichst energieeffizient bewirtschaftet werden können. Darüber hinaus erlauben eine intelligente Gestaltung des Gebäudes und eine sinnvolle Ergänzung von bekannten und neuen Technologien, die Gebäude an die Benutzerbedürfnisse und die Umwelt flexibel anzupassen. Licht, Wärme, Belüftung und Klimatisierung können hierbei dynamisch entsprechend den jeweiligen Nutzeranforderungen geregelt werden. Fragen der Sicherheit, Kommunikation und Assistenzsysteme können ebenfalls in die Gebäudekonzepte integriert werden. Da eine so komplexe Gebäudetechnik aber auch zahlreiche Probleme mit sich bringt, muss es in Zukunft das Ziel sein, verstärkt „Low-Tech"-Lösungen zu realisieren, ohne jedoch den Komfort der Nutzer über Gebühr zu reduzieren.

Gleichzeitig können die Außenflächen von Gebäuden zur Energiegewinnung über Photovoltaik oder Solarthermie genutzt werden. Gebäude werden sich nach Meinung der Autoren in Zukunft mehr und mehr vom energieeffizienten über das energieautarke zum Energieerzeugenden Objekt entwickeln. Dazu müssen aber sowohl das Gebäude selbst, als auch seine Nutzer mit ihren Anforderungen in das Konzept der Gebäude- und Regelungstechnik eingebunden werden. Das neue Fachgebiet der Domotronik bietet hier ein wichtiges Bindeglied, um das Gebäude als Ganzes für die Nutzer optimal entwickeln und realisieren, aber trotzdem mit möglichst geringem Energieaufwand betreiben zu können.

Literatur

Afjei, Th., (2000): Kostengünstige Wärmepumpenheizungssysteme für Niedrigenergie- und MINERGIE-Häuser, Energie Effizientes Bauen, 3/2000, Urbach, D.

Eisl G., (2006), Messtechnische Ermittlung der Betriebs- und Emissionsparameter von zwei Heizkesseln unterschiedlicher Bauart, Diplomarbeit am Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz

Haller, M.Y., Paavilainen, J., Konersmann, L., Haberl, R., Dröscher, A., Frank, E., Bales, C., Streicher, W., 2009. A Unified Model for the Simulation of Oil, Gas and Biomass Space Heating Boilers for Energy Estimating Purposes – Part II: Parameterization and Comparison with Measurements, accepted by Journal of Building Performance Simulation, Nov. 2009.

Heimrath, R., (1998): Sensitivitätsanalyse einer Wärmeversorgung mit Erdreich-Direktverdampfungs-Wärmepumpen, Diplomarbeit am Institut für Wärmetechnik, TU-Graz.

Heinz, A., (2007): Application of Thermal Energy Storage with Phase Change Materials in Heating Systems, Dissertation, Institut für Wärmetechnik, TU Graz

Kaltschmitt, M., Streicher, W., (Hrsg), (2009): Regenerative Energien in Österreich, Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung, Viehweg+Teubner Verlag, ISBN 978-3-8348-0839-4

Malzer, H.K., (2009): Beitrag zum Forschungsbericht „INTENSYS" (Integriert geplante hocheffiziente Energie- und Gesellschaftssysteme für nachhaltige Lebensformen der Zukunft), 07/2009, Universität Innsbruck

[4] Weitere Infos zur Domotronik: **http://bit.ly/domotronik**

UNIVERSITÄT
LIECHTENSTEIN

Christine Vallaster, **Dominik Steinbeisser**

Dozentin, Uni Li **WiMi, LMU**

Nachhaltiger Konsum im Wohnbereich:

Der Wandel fängt bei einem selber an

Es ist erst wenige Jahre her, als nahezu auf der ganzen Welt in nahezu allen Medien der kurz bevorstehende Weltuntergang prophezeit wurde: die Klimakatastrophe. Der Film von Al Gore und Davis Guggenheim, *Ein unbequeme Wahrheit* (2006), war eine der medialen Höhepunkte mit politischer Wirkkraft. Bis heute jedoch geht die Diskussion primär in zwei Richtungen: 1. Was kann man tun, um die Katastrophe noch zu vermeiden (oder zumindest zu verschieben)? 2. Wer ist schuld? Insbesondere die zweite Frage hat leider oft eine zu vereinfachte und somit im Kern nicht richtige Antwort gefunden. Die Schuld – und somit auch die Verantwortung – liege bei den Unternehmen. So ist in einem Forum der *Wirtschaftswoche* Ende 2013 zu lesen: „Während der Klimawandel immer offensichtlicher wird, der Meeresspiegel steigt und die Hoffnungen auf ein neues internationales Abkommen wieder wachsen, ist bei Rohstoffkonzernen alles beim Alten." In den Wirtschaftswissenschaften wird dieses Problem als *externer Effekt* bezeichnet. Hierbei wird die unternehmerische Nutzung der Umwelt/Natur nicht kompensiert. Mit anderen Worten: Umweltverschmutzung zur Profitmaximierung ohne für die Kosten aufzukommen. Das allerdings ist kein Phänomen, das sich ausschließlich bei Unternehmen beobachten lässt. Wir – die Menschen als Privatpersonen – kümmern uns im alltäglichen Handeln oft genauso wenig um die Natur und die Ressourcen, die wir auf ihre Kosten verbrauchen. Im Kontext der Unternehmen werden zur Vermeidung von Externalitäten Mechanismen gefordert, die das Unternehmen dazu zwingen, die verursachten (Umwelt-)-Kosten in das Entscheidungskalkül aufzunehmen. Doch wie ist das im privaten Leben?

Nachhaltigkeit wird von Lubin und Esty als „neu entstehender Megatrend" bezeichnet (2010). Im privaten Alltag jedoch hat die Nachhaltigkeit noch ihre Probleme. Im Jahr 2009 gaben 44% von 1100 Befragten bei einer Umfrage in Deutschland an, nicht zu wissen, was mit dem Begriff „nachhaltiger Konsum" gemeint ist. *Mindful consumption* (z.B. Sheth, Sethia & Srinivas, 2010) ist ein Ansatz, der helfen kann, das eigene Leben strategisch auf einen nachhaltigen Konsum umzustellen. Im Zentrum dieser Strategie steht das *Mindful Mindset*: Es soll reflektiert werden, wie man sich um sich selbst (Wohlbefinden), die Natur/Umwelt (Konsumverhalten) und die Gesellschaft (soziales Umfeld) kümmert. Es geht also um eine umfassende Bewusstwerdung über den Umgang

mit der Umwelt, aber auch mit dem eigenen Leben. Denn eine Verhaltensänderung kann nur funktionieren, wenn die Konsequenzen individuell erkannt und bewertet werden können. Das ist logisch: Schließlich konsumieren wir hauptsächlich deshalb alle möglichen Güter, um einen Effekt für unser Wohlbefinden zu generieren. Es ist also kognitive Anstrengung notwendig. Im Folgenden möchten wir dieser Anstrengung gerecht werden und reflektieren, wie eine typische Familie (Ehepartnerin und zwei Kinder zwischen 2 Wochen und 2 ½ Jahren) im Alltag aufmerksam konsumieren, aber auch, wo sie immer wieder scheitern. Hier ist ein Ausschnitt von dem, was sie uns erzählen:

„Die für uns wohl am stärksten spürbare Veränderung haben wir vor einem Jahr vorgenommen. Wir sind umgezogen und haben eine neue Küche gebraucht. In der neuen Küche gibt es, wie in der alten, keinen Warmwasseranschluss. Wir hatten einen Boiler in der alten Küche installiert. So ein Boiler erhitzt eine bestimmte Menge Wasser – immer. Denn Ausschalten war keine praktikable Option: Wenn man den Warmwasserhahn aufdreht, soll auch gleich Warmwasser raus fließen. Wenn also das Wasser abkühlt, wird es gleich wieder erhitzt. Das ist komfortabel, aber nicht nachhaltig, denn das meiste Wasser wird dazu erhitzt, um wieder abzukühlen, um dann wieder erhitzt zu werden und so weiter. In der neuen Küche fließt deshalb nur Kaltwasser. Die Umwelt werden wir damit sicher nicht retten, aber zumindest leisten wir einen infinitesimalen Beitrag und der macht sich zusätzlich auf der Stromrechnung bemerkbar. Inzwischen haben wir uns auch daran gewöhnt und stellen fest: Warmwasser ist in der Küche nicht zwingend notwendig (zugeben: natürlich haben wir eine Spülmaschine). Der nächste Schritt in unserer Küche wird der Kühlschrank sein. Der ist sehr alt, funktioniert einwandfrei, ist aber auch ein enormer Stromverbraucher. Apropos Strom: Beim Umzug sind wir auch auf sogenannten *Grünen Strom* umgestiegen. Das kostet etwas mehr, führt jedoch dazu, dass mehr Strom aus regenerativen Quellen in das Stromnetz eingespeist wird. Eine weitere Umstellung war das Auswechseln aller Glühfadenlampen gegen Halogen-Xenon-Glühlampen. Viele unserer bisherigen Nachhaltigkeitsbemühungen sind also auf die Nutzung von Strom bezogen. Aber es gibt noch zwei weitere Beispiele für mindful consumption in unserem Alltag: Wir essen nur einmal die Woche Fleisch und kaufen dieses in *Bioqualität*. Nicht weil das besser schmeckt (einen nennenswerten Unterschied konnten wir bis jetzt nicht feststellen), sondern weil bei der Herstellung bestimmte Standards eingehalten werden, die dem Tierleben und der Umwelt gerecht werden. Das zweite Beispiel bezieht sich auf unsere Mobilität: Wir haben kein Auto, obwohl wir zwei Kinder haben. Alles wird mit dem Fahrrad oder dem öffentlichen Nah- und Fernverkehr erledigt. Das klappt wunderbar.

Aber es gibt auch Bereiche, mit denen wir noch unzufrieden sind. So wollen wir schon seit ungefähr zwei Jahren überprüfen, was mit dem Geld gemacht wird, welches wir in diversen Versicherungen einzahlen. Immer wieder gibt es Berichte über Spekulationen mit Rohstoffen oder Land. Das wollen wir nicht unterstützen. Aber der Aufwand, sich im Detail über die eignen Anlagen

zu informieren, war uns bis jetzt zu groß. Allein der Gedanke, Versicherungen zu kündigen und neue abzuschließen, hält davon ab, aktiv zu werden. Eine andere Sache ist die Bekleidung. Es gibt inzwischen eine Reihe von Anbietern, die fair hergestellte Kleidung anbieten. Aber uns ist das zu teuer. Gleichzeit wissen wir, dass es wohl teurer sein muss, wenn bei den Rohstoffen, als auch bei der Produktion, auf Nachhaltigkeit geachtet wird. Aber das Angebot an Billigware ist verlockend. Immerhin schmeißen wir getragene Stücke nicht mehr weg, sondern geben sie an Weiterverwerter (z.B. Caritas)…"

Insgesamt zeigt das Beispiel wie manche von uns sich Mühe geben, nachhaltig zu konsumieren. Es braucht Zeit, um Gewohnheiten zu ändern, oder besser: Veränderungen zu neuen Gewohnheiten zu etablieren. Was auf jeden Fall hilft, ist sich immer wieder mit der Thematik zu beschäftigen. Wir können dafür zum Beispiel das Magazin *enorm – Wirtschaft für den Menschen* empfehlen. Ein Beitrag beschäftigt sich mit *kollaborativen Konsum*, auch *Sharing Economy* genannt. Für uns ist dies eine Art Weiterentwicklung des *mindful consumption*, bei der es um Ko-Konsum, also Nutzen statt Besitzen, geht. Wir sind sicher, hier neue Anreize für einen nachhaltigen Konsum zu finden. Auch wenn das etwas pathetisch klingt, manchmal ist es durchaus legitim, sich zu fragen: *Was brauchen wir für ein gutes Leben?*

Literatur

Guggenheim, D. & Gore, A., 2006: *An inconvenient truth. A global warning*. Paramount Classics.

Hofrichter, J., Heinrich, R. & Spengler, T., 2009:*Umfrage von Verbrauchern in Baden Würtemberg zum Thema „Nachhaltiger Konsum" im Auftrag des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg*. Infratest dimap.

Lubin, D.A. & Esty, D.C., 2010: *The sustainabilitiy imperative*. Harvard Business Review, 88 (5), 42-50.

Sheth, J.N., Sethia, N.K.& Srinivas, S., 2010: *Mindful consumption: a customer-centric ap- proach to sustainability.* Journal of Academy of Marketing Science, 39, 21-39.

Wirtschaftswoche Green, 2013: *Investoren warnen: Unternehmen ignorieren Klimakatastrophe.* http://green.wiwo.de/investoren-warnen-klimaschutz-abkommen-ruiniert-unternehmen/ [Zugriff: 18.03.2014].

UNIVERSITÄT LIECHTENSTEIN

Jan vom Brocke

Uni Li, Prof.

Wie durch Sensornetzwerke Emissionen und Energieverbrauch in Häusern reduziert werden können

Informationstechnologien sind längst Bestandteil unseres täglichen Lebens geworden. In erster Linie führen sie durch ihren Energiebedarf zu einem höheren Gesamtenergieverbrauch. Allerdings können Informationstechnologien auch dazu genutzt werden, Emissionen und Energieverbrauch zu reduzieren. Der Einsatz von Informationstechnologien in Häusern kann unter dem Begriff „Smart Home“ oder intelligentes Haus zusammengefasst werden. Smart Home bedeutet, dass Haushaltgeräte mit Mikroprozessoren ausgestattet sind, die es ihnen erlauben, miteinander zu kommunizieren und sich „intelligent“ zu verhalten (Mozer, 1998). Dabei dienen Smart Homes hauptsichtlich dazu, den Bewohnern das Leben zu erleichtern. Sie können aber auch den Energieverbrauch im Haus reduzieren, in dem sie Abläufe automatisieren und optimieren. Dazu gibt es mehrere Beispiele:

(1) Automatisierte Temperaturanpassung: In Verbindung mit Smartphones und Bewegungssensoren könnte das Haus nur dann geheizt werden, wenn sich die Bewohner im Haus aufhalten beziehungsweise sich auf dem Weg zu diesem befinden. Oder es könnten nur Räume, in denen sich in naher Zukunft Bewohner aufhalten werden, geheizt werden (Mozer, 1998). Zusätzlich kann noch entschieden werden, wie geheizt werden soll, zum Beispiel durch Öffnen der Jalousien etc.(Mozer, 1998) um möglichst wenig Energie zu verbrauchen.
(2) Automatisierte Belüftung: Räume werden so belüftet, dass ein optimaler Luftaustausch stattfindet, ohne dass hierzu der Raum zu sehr runtergekühlt beziehungsweise aufgeheizt wird
(3) Intelligente Beleuchtung: Im einfachsten Fall erfolgt die Beleuchtung mit Hilfe von Bewegungssensoren, so dass die Lampen nur eingeschaltet werden, wenn sich jemand im Raum befindet. Durch zusätzliche Sensoren zur Helligkeit im Raum kann die Lichtintensität weiter angepasst werden.
(4) Smart Devices: Dies sind Haushaltsgeräte, die Energie verbrauchen oder speichern, wenn diese im Überfluss vorhanden ist (Mattern, Staake, & Weiss, 2010). Beispiele hierfür wäre eine intelligente Waschmaschine oder auch Kühlgeräte, die möglichst energiereiche Zeiträume zum Kühlen verwenden.

Um eine Anpassung des Energieverbrauchs an die Energieverfügbarkeit zu ermöglichen, ist der Einsatz von sogenannten Smart Meter notwendig. Diese intelligenten Stromzähler erfassen Stromverbrauch, Nutzungsdauer sowie Nutzungszeitpunkt und

bieten die Möglichkeit, mit dem Energieversorger zu kommunizieren. Aufgrund der Schwankungen in der Energieerzeugung durch erneuerbare Quellen wird der Verschiebung des Bedarfs auf Zeiten mit hoher Energieerzeugung eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Durch die Erfassung von Nutzungsdauer und –zeitpunkt können den Kunden differenzierte Stromtarife angeboten werden. Dadurch soll der Kunde dazu angeregt werden, seinen Verbrauch möglichst in Zeiten mit hoher Energieerzeugung, aber niedrigem Energieverbrauch zu legen.
Während die beschriebenen Geräte einige Abläufe automatisieren und dadurch den jeweiligen Energieverbrauch optimieren können, können die grösseren Effekte durch Verhaltensänderungen der Bewohner erzielt werden (Mattern et al., 2010). Ein wichtiger Schritt hierfür ist die Darstellung des Energieverbrauchs. Während durch den Einsatz von Smart Meter nur der Gesamtverbrauch eines Haushalts angegeben werden kann, kann durch den Einsatz von verschiedenen Sensoren der Energieverbrauch einzelner Geräte ermittelt werden. Dabei gibt es zum Einen die Möglichkeit, den Energieverbrauch an jeder Steckdose zu messen (Mattern et al., 2010). Zum anderen kann der Energieverbrauch durch den Einsatz von anderen Sensoren, die zum Beispiel Helligkeit, Temperatur etc. messen, berechnet werden (Beckmann, Consolvo, & LaMarca, 2004; Mattern et al., 2010). Dadurch kann dem Bewohner aufgezeigt werden, welche Geräte besonders viel Energie verwenden.
Somit kommt Sensoren im Hinblick auf den Energieverbrauch in Häusern eine doppelte Rolle zu. Zum einen liefern sie Daten anhand derer intelligente Geräte im Haushalt ihr Verhalten automatisiert anpassen, zum anderen liefern sie Daten, die die Bewohner des Hausers dazu anregen sollen, ihr Verhalten zu ändern.

Beckmann, C., Consolvo, S., & LaMarca, A. (2004). Some Assembly Required: Supporting End-User Sensor Installation in Domestc Ubiquitous Computing Environments. In N. Davies & e. al. (Eds.), *UbiComp 2004* (pp. 10-124). Berlin Heidelberg: Springer.

Mattern, F., Staake, T., & Weiss, M. (2010). *ICT for green: how computers can help us to conserve energy.* Paper presented at the 1st International Conference on Energy-Efficient Computing and Networking.

Mozer, M. c. (1998). The Neural Network House: An Environment that Adapts to its Inhabitants *AAAAI TEchnical Report SS-98-02*.