Elemente des solaren Bauens in der antiken Wohnhausarchitektur am Beispiel von Olynth

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTOR-INGENIEURS

von der Fakultät für Architektur

der

Universität Karlsruhe
(Technische Hochschule)

genehmigte

DISSERTATION

von

Dipl.-Ing. Klaus Reichert
aus Karlsruhe

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 12. 2003

Referent: Prof. Dr. Manfred Klinkott
Korreferent: Prof. Dipl. Ing. Andreas Wagner

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5
1 Einführung und Abgrenzung 11
1.1 Räumliche Abgrenzung 13
1.2 Zeitliche Abgrenzung 13
1.3 Technikverständnis 14
2 Situationsanalyse Olynth 16
2.1 Geographische und geschichtliche Situation Olynths 17
2.2 Städtebau 19
2.3 Simulation 25
2.4 Das Programm Lesocool 25
2.5 Das Programm Helios 26
2.6 Fragestellungen 27
2.7 Grundlagen der Simulation 27
3 Simulation mit Varianten 51
3.2 Auswertung der Simulations-Ergebnisse 61
4 Zusammenfassung 87
5 Anhang 89
5.1 Bibliographie 89
5.2 Abbildungsverzeichnis und Bildnachweis 110
5.3 Internet-Links zur Simulation 115
5.4 Index 116
Tafeln 120

1 EINFÜHRUNG UND ABGRENZUNG

"Unsere Bewunderung für die Antike ist keine Bewunderung des Alten, sondern des Natürlichen."[12]

In der vorliegenden Dissertation betrachte ich Elemente des solaren Bauens in der antiken Wohnhausarchitektur am Beispiel von Olynth. Im Vordergrund stehen die baulichen Gegebenheiten zur weitgehenden Nutzung von regenerativen Energiequellen (Sonne, Wind und Wasser), zur Heizung, Lüftung und Kühlung. Am Beispiel des Pastashauses in Olynth soll diskutiert werden, mit welchen teilweise einfachen baulichen und nicht klimatechnischen Mitteln vorgegangen wurde, um ein angenehmes Raumklima zu erreichen. Dieser Bautypus wurde ausgewählt, weil die prägnante Architektur, beziehungsweise Siedlungsform, die Aufgabe der Klimatisierung ohne "Technik" erfüllt. Die Bauten sind durch amerikanische Ausgrabungen in den dreißiger Jahren gut dokumentiert. Über eine computergestützte Simulation auf Basis der ausführlichen Rekonstruktionen wurde das tatsächliche Maß an Komfort detailliert betrachtet. Diese Methodik ist mittlerweile Teil des Planungsprozesses hauptsächlich bei größeren Büro- und Gewerbebauten. Die Verwendung dieser Methoden für baugeschichtliche Untersuchungen ist nach meinem Wissen neu und stellt ihr ein neues Werkzeug zur Verfügung.

Solararchitektur heute setzt in den meisten Fällen eine Abkehr vom allgemein Üblichen voraus. Gleichzeitig ist es notwendig, für eine erfolgreiche Umsetzung die alten Quellen wieder auszugraben. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich schnell auf. Der Versuch, über die eigene Tradition hinaus eine Lösung für die gestellten Probleme zu finden, kann scheitern. Jedoch, im Falle des Erfolges kommen neue Erkenntnisse auf, die das Leben und die Kulturentwicklung positiv beeinflussen können.[13] Die Forschung hat gezeigt, dass die Betrachtung von historischen Bauten sowie traditioneller städtischer, und ländlicher Strukturen eine reiche Quelle der Inspiration sein kann. Die Erfahrungen von Jahrhunderten können gerade in einer Zeit, die durch die Verwendung von fossilen Energiequellen, Maschinen und Infor-

[12] R.W. Emerson

[13] Gespräch mit Hermann Kienast, DAI Athen, 20.06.97

mationsmedien geprägt ist, wertvoll sein. So soll das ausgewählte Beispiel zu weiteren Forschungen und Entwicklungen anregen und zu Lösungen führen, die mit heutigen Mitteln der Architektur zu erreichen sind. Es geht dabei um eine Kombination traditioneller Methoden mit modernsten Forschungsergebnissen und Werkzeugen. Denn das ist das, was die menschliche Entwicklung bestimmt: Aufbauen des Zeitgenössischen auf den Fundamenten der Vergangenheit. Der bekannte Architekt Norman Foster hat sich mit folgenden Worten zur solaren Architektur bekannt[14]:

"Solar architecture combines tradition and technology. Tradition is the expression of the culture of a time and place. Technology is about the making of things. A high level of technology in the context of one place at one point in time may appear to be a low level of technology in the context of another time or place. The challenge is to identify and apply the appropriate level of technology. It is important to remember that technology is a means and not an end in itself. Buildings are generated by people and their needs. Given the present crises of pollution and energy, solar architecture offers the potential for a true(?) vernacular of today, which would offer variety in its sensitive response to different vocations. Solar architecture is not about fashion - it is about survival."[15]

Unter „solarer Architektur" verstehen wir ein Arbeiten mit dem und nicht gegen das Klima. Ein guter Entwurf setzt nicht nur Kenntnisse und Erfüllung der räumlichen Anforderungen voraus, sondern auch der speziellen Bedürfnisse der Menschen. Dazu gehören vor allem: Licht, Wärme, Kühlung, Lüftung und Komfort. Für eine gekonnte Anwendung der passiv solaren Prinzipien ist es für Architekten und Planer notwendig, über das Klima und die klimatischen Notwendigkeiten genau Bescheid zu wissen.[16] Der Lauf der Sonne über das Jahr hinweg verdient ebenso Aufmerksamkeit wie ein eingehendes Verständnis für physikalische Phänomene erforderlich ist. Es muss klar sein, dass es auf Dauer nicht möglich sein wird, sich von der Natur

[14] Die solaren Vorteile und Komponenten der Architektur Fosters sind umstritten. Unbestritten ein Vorteil für die Sache der Solaren Architektur ist aber der Einsatz eines so prominenten und einflussreichen Architekturbüros.

[15] Norman Foster, ENEA (1997)

[16] "Ein Haus ist kein Haus, wenn es nicht warm im Winter, kühl im Sommer und zu jeder Jahreszeit geeignet ist, der Familie den richtigen Raum zu bieten. Keines seiner Probleme ist gelöst, wenn die Lösung nicht gleichzeitig der Nützlichkeit, der Moral und der Ästhetik dient." Adolf Loos zitiert in Meyer-Bohe (1996) 6

und ihren Anforderungen abzuheben. Kenntnisse über das Makroklima[17], Mikroklima[18] und das Innenklima sind unabdingbare Basis des Planens und Bauens.

Im Rahmen der Arbeit wird der Pastashaustyp in Olynth detailliert untersucht. Die Arbeit befasst sich dabei mit

- den Möglichkeiten der solaren Heizung an diesem Bau
- der natürlichen Lüftung und Möglichkeiten der Kühlung
- und insgesamt dem sparsamen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen im Bereich des Städtebaus, der Materialien und des Betriebs.

Diese Arbeit bemüht sich um eine Untersuchung der raumklimatischen Verhältnisse in einem Haus. Sie wird eine komplette Erfassung aller Bauten aber nicht leisten können. Jedoch wird ein gut dokumentiertes Beispiel mit neuen Methoden erschlossen. Ausgewählt wurde das Wohngebäude des Pastashauses auch im Hinblick auf seine Vorbildfunktion für die zeitgenössische Architektur und Stadtplanung.[19]

1.1 Räumliche Abgrenzung

Ziel der Betrachtung sind Bauten aus der griechischen Antike. Hier finden sich Wohn- und Siedlungsformen, die eine ideale Basis für die hier vorgenommene Untersuchung ergeben. Der Schwerpunkt liegt, auch aufgrund der Zugänglichkeit von Ausgangsmaterial, auf Olynth, obwohl die Länder des Mittelmeerraumes eine Fülle von Beispielen liefern, die aber zumeist nicht in dieser Vollständigkeit publiziert sind.

1.2 Zeitliche Abgrenzung

Die Arbeit konzentriert sich auf den Zeitraum zwischen 432 und 348 vor Christus, umfasst hauptsächlich die Wachstumsphase der Stadt Olynth mit der Erweiterung

---

[17] Das Wettergeschehen einer Region in welcher ein Gebäude steht. Es ist abhängig von Längen- und Breitengrad sowie dem allgemeinen Gelände.

[18] Das lokale Wettergeschehen.

[19] "As an architect I believe it is very important to fall in love with the nature of things instead of fighting for form and style." Jörn Utzon Can Feliz (1996)

auf dem Nordhügel ab 432 vor Christus bis zur vollständigen Zerstörung 348 vor Christus.

1.3 Technikverständnis

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass man die thermisch wirksamen Elemente eines Gebäudes in der Antike auch als Gestaltungselement eingesetzt hat. Sie sind in vielen Fällen deutlich sichtbar, wobei sie sich nicht immer sofort als „technische" Vorrichtungen zu erkennen geben. Für die Betrachtung antiker Architektur, einer Baukunst ohne „technische" Ausrüstung, wird man die Gebäude als Einheit sehen müssen. Die verschiedenen Bauelemente haben ihre eigene, nicht immer im Sinne der Statik und Funktion klar definierte Form. Sie ergeben aber in der Kombination mit den anderen Teilen ein stimmiges Ganzes. In der Gesamtheit können so energetisch-klimatisch sinnvolle Konzeptionen entstehen, die immer im Kontext des Gebäudes zu sehen sind. So stellen Kühlöffnungen oder Windtürme einen grundsätzlichen und nicht austauschbaren Bestandteil des Gebäudes dar, der auch nicht, wie eingebaute Technik, einem beschränkten Lebenszyklus unterliegt.

Solararchitektur, energieeffizientes Bauen, energiebewusstes Bauen, bioklimatische Architektur bedeutet Entwerfen mit dem Klima, ein Vorgang, der über Jahrtausende praktiziert wurde. Diese Faktoren werden und müssen Bestandteil des Denkens und der Planung von Architekten sein. Dabei geht es um die notwendige Verbindung des zu Bauenden mit seiner Umgebung.

"The goal of an 'energy conscious' design is to satisfy the conditions for a bioclimatic thermal comfort by using a minimum of technical equipment that use fossil non renewable energy. [...] We could possibly define it in a schematic way as the whole ensemble of those design solutions that will create a satisfactory level of comfort within a specific building. This should involve a minimum of mechanical equipment needing non renewable energy."[20]

Bauten aus der Antike können somit nach den Kriterien der passiv-solaren und der Niedrigenergie-Bauweise betrachtet werden.[21] Eine solche Bauweise ist keine Stil-

[20] ENEA (1997)

[21] "Eigentlich ist das Niedrigenergiehaus so alt wie die menschliche Behausung selbst. Alle Bauten, die in erster Linie dem Schutz vor Witterung dienten, sind in einem gewissen Sinne als Niedrigenergiehäuser zu be-

richtung und kein „-ismus". Vielmehr ist sie eine Besinnung auf die Verbindung unterschiedlichster Elemente wie Klima, Städtebau, Kultur, zur Verfügung stehenden Materialien und auf die lokale Lebensweise. Die Form folgt nicht allein dem Klima, steht aber mit diesem in enger Verbindung: Vorherrschende klimatische Bedingungen bestimmen nicht die Form, sie beeinflussen sie aber stark.[22]

zeichnen, denn sie versuchten den 'Fremdenergieeinsatz' zu minimieren. In unterschiedlichem Maße sind Vorkehrungen zur Verringerung des Energieverbrauches allen Bauweisen zu eigen. Am deutlichsten hebt sich die Herrschaftsarchitektur von der Niedrigenergiebauweise ab (Kirchen, Kathedralen, Schlösser, Hochhäuser der Banken, etc.)." Humm (1991) 7

[22] siehe hierzu Climatic Dwelling 8

4 ZUSAMMENFASSUNG

Mittels thermischer Gebäudesimulation wurde das Raumklima im exemplarisch ausgewählten Haus Avi6 der Nordhügelbebauung Olynths detailliert betrachtet. Die Arbeit hat, aufbauend auf bestehenden Ergebnissen der Ausgräber Olynths, mittels neuer Methoden zusätzliche Erkenntnisse gebracht über die Bedeutung der Bauten Olynths für die Baugeschichte und für unser heutiges Bauwesen. Mit der Nutzung der thermischen Computersimulation wurde ein neues, bis dato für die Bauforschung unbekanntes Werkzeug erschlossen und ein interdisziplinärer Forschungsbereich eröffnet.

Simulation

Die thermische Computersimulation wurde an drei Räumen eines Hauses des Nordhügels Olynths exemplarisch durchgeführt. Dabei wurden die allgemeinen Annahmen von „kühlen Höfen" und „wärmenden Loggien" kritisch reflektiert und mit Zahlen aus der Simulation verbunden. Durch die Ergebnisse erhielten die Komfortansprüche der damaligen Bewohner eine Dimension ohne diese jedoch abschließend klären zu können. Es bleibt zu sagen, dass der erreichte klimatische Komfort stark abhängig war von der Lebensweise und dem Verhalten der Bewohner, dies unabhängig von der Bauweise und den verwendeten Materialien.

Die Bauten von Olynth haben bis zu einem gewissen Punkt durch ihre Bauweise einen klimatischen Komfort erzeugt. Dies geschieht jedoch weit subtiler, als allgemein beschrieben: so kommt dem Hof und der Pastashalle eine geringere Bedeutung für das Klima zu, als bisher angenommen. Der Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Räume im Winter und der Schutz vor Hitze im Sommer sind zwar teilweise gegeben. Die Auswertung der Simulation zeigt aber, dass diese Maßnahmen nur beschränkt wirksam sind und ein klimatisierender Effekt sich nur aus der Summe verschiedener Faktoren im Zusammenhang mit einer klaren Klimastrategie der Bewohner einstellen konnte.

Die historischen Unwägbarkeiten lassen Detailfragen der Rekonstruktion offen. Ebenso ist das genaue Nutzerverhalten unbekannt, die Profile der Simulation basieren auf Annahmen: die genaue Anzahl der Personen, die Lebensweise, das Lüf-

tungsverhalten sind gleichfalls unbekannte Größen, die aber einen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Energetische Verbesserung der Bauten

Die angewandten passiven Prinzipien in Olynth brachten ein gutes Maß an Komfortverbesserungen. Von der Anwendung einer durchdachten Strategie im Zusammenhang mit jahreszeitlich abhängiger Nutzung von Räumen gehe ich aus.

Verbesserungen des Baukonzepts zur Steigerung des Komforts wären gewesen: bessere Dichtung der Fenster- Tür und der Dachelemente, Verbesserung der Wärmedämmung besonders im Dachbereich, dem Ausbau von Verschattungselementen im Pastasbereich, sowie die Benutzung von Glas in den Tür- und Fensterelementen und dem Pastasbereich. Durch das Fehlen von Glas können solare Gewinne nicht ausreichend realisiert werden. Die Nutzung der winterlichen solar-thermischen Energie zum Heizen ist so lange in der Antike nicht möglich, wie nicht ausreichend klare und große Glasscheiben verfügbar waren.

Vorbild für heutige Bauten

Die Übertragbarkeit des Bautyps und des städtebaulichen Konzepts auf heutige Verhältnisse ist mit nur wenigen Änderungen realisierbar. Das wandelbare städtebauliche Konzept kann gut auf unterschiedliche topographische Verhältnisse und individuelle Bedürfnisse reagieren. Die Grundrisse können leicht an die heutigen Wohnbedürfnisse angepasst werden und bieten Möglichkeiten einer Erweiterung durch Elemente wie Glashäuser, Veranden, Wintergärten (Pastas) und Anbauten (im Hofbereich und auf dem Andron). Mit dem Einsatz von Glas und modernen Dämmstoffen (Wind- und Wärmedämmung), könnten bereits substantielle Verbesserungen erzielt werden. Die Pastashalle würde als ventilierter und sonnengeschützter Glasbau die witterungsgeschützte Erschließungszone darstellen. Der Bautyp weist die Vorteile für rationales Bauen auf: eine rationelle Baumethodik durch Generalplanung und Projektsteuerung, optimale Bodennutzung durch verdichtetes Bauen.