

Zweitveröffentlichung



Warda, Johannes

Das „Ökohaus“ als technisches Denkmal? : Eine architekturgeschichtliche und denkmalkundliche Einordnung

Datum der Zweitveröffentlichung: 05.02.2025

Akzeptiertes Manuskript (Postprint), Beitrag in Sammelwerk

Persistenter Identifikator: urn:nbn:de:bvb:473-irb-1062709

Erstveröffentlichung

Warda, Johannes (2018): Das „Ökohaus“ als technisches Denkmal? : Eine architekturgeschichtliche und denkmalkundliche Einordnung, in: Bernhard Weller und Leonie Scheuring (Hrsg.), Denkmal und Energie 2019 : Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort, Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 163–173, doi: 10.1007/978-3-658-23637-3_13.

Rechtehinweis

Dieses Werk ist durch das Urheberrecht und/oder die Angabe einer Lizenz geschützt. Es steht Ihnen frei, dieses Werk auf jede Art und Weise zu nutzen, die durch die für Sie geltende Gesetzgebung zum Urheberrecht und/oder durch die Lizenz erlaubt ist. Für andere Verwendungszwecke müssen Sie die Erlaubnis der Rechteinhaberinnen und Rechteinhaber einholen.

Für dieses Dokument gilt das deutsche Urheberrecht.

Das „Ökohaus“ als technisches Denkmal? Eine architekturgeschichtliche und denkmalkundliche Einordnung

Dr.-Ing. Johannes Warda¹

1 Bauhaus-Universität Weimar, Bauhaus-Institut für Geschichte und Theorie der Architektur und Planung sowie Professur Entwerfen und Baukonstruktion, 99421 Weimar, Deutschland

Vor dem Hintergrund der Sinn- und Ressourcenkrise der Moderne wird die Architekturproduktion seit der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts zunehmend von den Anforderungen an die energetische „Performance“ der Bauwerke bestimmt. Jenseits von Normen und Bauvorschriften hat sich aber auch eine Architektur entwickelt, die als „ökologisches“ oder „klimagerechtes“ Bauen die Umweltbedingungen bewusst (wieder) zum Thema des Entwurfsprozesses macht. Inzwischen kann diese Strömung als eigenständiger Teil der Architekturgeschichte aufgefasst werden. Sind die landläufig als Ökohäuser bezeichneten Bauten demnach auch für die Denkmalpflege relevant, etwa als technische Denkmale? Anknüpfend an die Nachhaltigkeitsdebatte in der Denkmalpflege, die bislang vor allem von Praktiken wie Weiterverwendung von Bestandsbauten, Reparatur und Instandsetzung geprägt war, erweitert dieser Beitrag die Metageschichte der Ökologie im Bauwesen und stellt eine denkmalkundliche Einordnung des Ökohauses zur Diskussion.

Schlagwörter: Ökohaus, Architekturgeschichte, Denkmalschutz

1 Das Ökohaus – Ansätze zu einer Typologie der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts

Was ist ein Ökohaus? In der Architekturgeschichtsschreibung ist dieser Typus bislang nicht etabliert. Der Begriff ist eher im populären Sprachgebrauch anzusiedeln und bezieht sich vornehmlich auf Wohnhäuser unterschiedlichster Art, die sich durch eine – vermeintliche oder tatsächliche – „ökologische“ Bauweise auszeichnen. [1] Charakteristisch für Letztere sind etwa die Verwendung natürlicher oder recycelter Baustoffe wie Lehm, Holz oder Kunststoffe, Elemente wie Gründächer und Solarfassaden, die die Verbrauchswerte des Hauses oder gar seine Gesamtökobilanz verbessern. Damit sind Aspekte angesprochen, die seit gut zwei Jahrzehnten vor allem unter dem Schlagwort „energieeffizientes Bauen“ diskutiert werden. Eine grundlegende Beschäftigung mit den aktuellen Bezügen der Thematik, die von sich stetig wandelnden gesetzlichen Bestimmungen und Normen geprägt ist, kann hier nicht geleistet werden. [2] Aus architekturgeschichtlicher Sicht ist jedoch eine Unterscheidung zwischen „ökologischem“ und „energieeffizientem“ Bauen sinnvoll. Und zwar nicht nur hinsichtlich der Periodisierung, sondern auch mit Blick auf den erweiterten historischen, sozialen und politischen Kontext sowie die jeweils vorherrschenden Ökologiekonzepte. Denn das Diskursfeld Ökohaus beinhaltet nicht nur konstruktive, bauklimatische oder haustechnische Aspekte, sondern geht auch mit einem unkonventionellen Begriff des Bauwesens selbst einher, teilweise in Richtung einer Gegen- oder Antiarchitektur. Zur näheren Bestimmung und Eingrenzung des Phänomens

„Ökohaus“ lassen sich grob drei miteinander verwobene Entwicklungsstränge ausmachen, die nachfolgend vorgestellt werden.

1.1 Experimentalbauten

Eine wesentliche Problemstellung des Bauens in den mittleren und gemäßigten Klimazonen ist die Herstellung thermischer Behaglichkeit in den Innenräumen, insbesondere in den Wintermonaten und der Übergangszeit. Der mitunter erhebliche zusätzliche Energiebedarf für die Gebäudetemperierung ist demnach auch eine der Hauptmotivationen für die Suche nach ressourcensparenden konstruktiven und haustechnischen Alternativen. Dabei kommt der passiven Solarenergienutzung eine besondere Bedeutung zu – der Energie, die kostenlos vom Himmel scheint, wie es oft heißt. Die Vorläufer dieser Art der Solarenergienutzung sind in den seit der Antike beschriebenen Gewächshausbauten zu sehen, insbesondere dem sog. Anlehnengewächshaus: Ein nach Süden orientierter Glasbau „lehnt“ an einer massiven Rückwand, die sich unter Sonneneinstrahlung aufheizt und die gespeicherte Wärme im Tagesverlauf und nachts abstrahlt. Für diese Anordnung führt Reyner Banham in „The Architecture of the Well-tempered Environment“ den Begriff des konservierenden Prinzips („conservative wall“) ein, den er unmittelbar von den Gewächshausbauten des Sir Joseph Paxton (1803–1865) ableitet. [3] Paxton, der Architekt des Crystal Palace für die Londoner Weltausstellung 1851, begann seine Karriere als Gärtner und entwickelte im herzoglichen Garten von Chatsworth den Gewächshausbau weiter. 1838 entwarf er hier eine „conservative wall“ genannte Orangerie zur Überwinterung kälteempfindlicher Pflanzen (vgl. Bild 1-1).

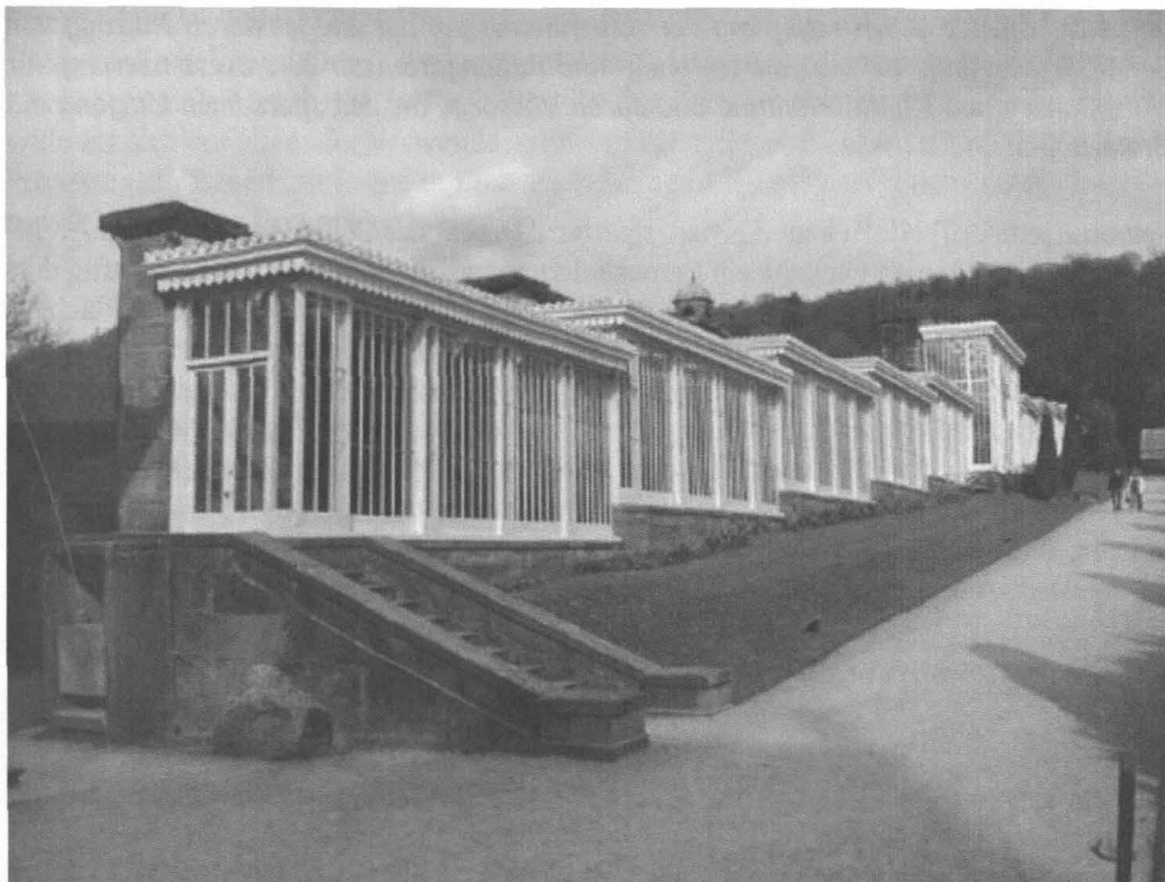


Bild 1-1 Joseph Paxton: Conservative Wall, Chatsworth House, England (1838). Südansicht, ca. 2007. (Foto: Roger Cornfoot, CC BY-SA 2.0; [4]).

Im Zuge der Entstehung der Umweltbewegung und einer verstärkten gesellschaftlichen Aufmerksamkeit für die Ressourcenfrage, ausgelöst durch die Publikation „Die Grenzen des Wachstums“ (1972) [5] und den Ölpreisschock 1973, wurden seit den 1970er Jahren alternative Energiekonzepte entwickelt, die den Ersatz fossiler Energieträger durch eine kompromisslose Umstellung auf Solarenergie forderten. Wohnbauten sollten als „bewohnte Sonnenkraftwerke“ einen entscheidenden Anteil an dieser Energiewende haben. [6] Bereits kurz nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs spielte die passive Solarenergienutzung bei der forschungsgeliteten, experimentellen Entwicklung neuer Konstruktionsweisen eine wichtige Rolle. Pionier auf diesem Gebiet war Frei Otto, der sich seit seinem Diplom 1952 schwerpunktmäßig mit Solarenergienutzung und leichten Konstruktionen beschäftigte. „Fenster sind Fallen für Sonnenstrahlen!“ eröffnete Otto 1955 einen bauklimatischen Aufsatz, in dem er eine Fensterkonstruktion für die optimierte passive Solarenergienutzung vorstellt. [7] Sein eigenes Atelier in Warmbronn, das er mit Rob Krier entwarf (1969), ist das erste veröffentlichte Solarhaus, von Otto als „Großmutter der heutiger Passiv- und Solararchitektur“ bezeichnet. [8] Aus Ottos umfangreichem Werk sind die Experimentalbauten für die IBA Berlin hervorzuheben, die er mit seinem Team zwischen 1987 und 1991 realisierte. Das Projekt firmierte offiziell unter dem Titel „Öko-Haus“ und sollte laut den Zielvorstellungen der IBA eine

umweltschonende Bewirtschaftung der ‚Eigenheime auf der Etage‘ durch Nutzung von Sonne, Wind, Abwärme u.a., durch Innen- und Außengärten zur Klimaverbesserung, für Nutzpflanzen und Kleintierhaltung und durch Vorsorge für den sparsamen Umgang mit Brennstoffen und Wasser

demonstrieren. [9] Hinzu kam das partizipative Element des Selbst(aus)baus. Das Architektenteam um Otto entwickelte ein Betonskelett, innerhalb dessen sich die zukünftig dort Wohnenden selbst einrichten konnten. So wie an Frei Ottos Institut für leichte Flächentragwerke an der Universität Stuttgart (IL) wurde und wird an zahlreichen Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zu alternativen Bauweisen und Energienutzung geforscht – etwa in Darmstadt, Freiburg, München, Rosenheim und Zürich. Am Institut für Umweltforschung in Graz arbeitete Konrad Frey in den 1970er und 80er Jahren an innovativen Energiekonzepten. Frey beschäftigte sich intensiv mit der passiven Solarenergienutzung und realisierte mehrere Wohnbauten, so zwischen 1972 und 1978 mit Florian Beigel das Haus Fischer am Grundlsee als erstes Solarhaus Österreichs. [10]

1.2 Architektur der Gegenkultur

Die Beschäftigung mit alternativen Bauweisen und Energiekonzepten entsprach dem Zeitgeist der sozialbewegten 1970er und 80er Jahre. Die im Westen der USA entstandenen hippiesken Lehm- und Holzhäuser und die berühmten Siedlungen der „Drop-outs“ mit ihren Fullerschen Kuppelbauten aus Recyclingmaterialien wurden als Ausdruck der Gegenkultur breit rezipiert. [11] Neben Beispielen unkonventioneller Architektur bestimmte implizit und explizit auch die These vom in der Moderne verloren gegangenen bauklimatischen Wissen den architektonischen Ökodiskurs. In populären wie an die Fachöffentlichkeit gerichteten Publikationen wurde unter dem Schlagwort „Die Alten bauten besser“ an regional angepasste Bauweisen und Praktiken erinnert. [12] Aber auch in der institutionalisierten Forschung spielte stets die „Systemfrage“ eine Rolle: Schließlich funktionierten die Konstruktionsweisen und Bauprozesse meist nicht oder nur teilweise innerhalb des dominierenden Systems von Normen und Vorschriften, verfügbaren Materialien und bauwirtschaftlichen Mechanismen. Im Rahmen des u.a. am Stuttgarter IL angesiedelten Sonderforschungsbereiches (SFB) 230 „Natürliche Konstruktionen – Leichtbau in Architektur und Natur“ nahm die Erforschung von Selbstbauprozessen breiten Raum ein. Der Selbstbau wurde in kollektiven Bauprojekten hinsichtlich der Machbarkeit untersucht und in seinen gesellschaftlichen Bezügen grundsätzlich reflektiert. Dabei stand die Frage im Mittelpunkt, inwiefern das Bauen unter den Bedingungen der Industrialisierung noch als Ausdruck menschlicher Grundbedürfnisse betrachtet werden könne:

Wie frei ist jedoch ein Mensch, der aus reiner Behausungs-Not mit einigen aufgefundenen Materialien aus dem Müll der Industriegesellschaft selbst baut – im Gegensatz zu einem Lehrer, der in der BRD mit gutem und gesichertem Einkommen ein Schöner-Wohnen-Heim baut? [13]

Dem „Müll der Industriegesellschaft“ widmeten sich seit 1975 Gernot Minke und sein Team im Forschungslabor für experimentelles Bauen an der Gesamthochschule Kassel. Minke, ehemals Mitarbeiter in Frei Ottos Atelier, forschte ebenfalls zum Selbstbau und widmete sich vor allem der Verwendung leicht zugänglicher Baumaterialien. [14] Minkes Projekte zum Bauen mit Lehm führten schließlich zur Wiederentdeckung dieses Baumaterials jenseits der Entwicklungshilfe und Denkmalpflege.

1.3 Vom Ökohaus zum energieeffizienten Bauen

Charakteristisch für das Phänomen Ökohaus ist, dass die Frage nach einer alternativen Architektur nicht nur in alternativen Milieus gestellt wurde. Sie erreichte eine gewisse Breitenwirkung über experimentelle Anordnungen hinaus. 1984 widmete sich eine Ausgabe des Nachrichtenmagazins „Der Spiegel“ in einer ausführlichen Titelgeschichte der „Öko-Architektur“ und porträtierte zahlreiche Bauprojekte in Westeuropa und Nordamerika. [15] In seiner zugespitzten Darstellung erweckt der Artikel den Eindruck, eine komplette Wende im Bauwesen stünde kurz bevor. Tatsächlich beschäftigten sich in den zwei Jahrzehnten zwischen 1975 und 1995, die rückblickend als Boomphase des Ökohauses bezeichnet werden können, auch zahlreiche etablierte Architekten mit dem ökologischen Bauen. Die Wohnhäuser von Thomas Herzog, insbesondere das „Haus in Regensburg“ (1977–79), zeigen, dass auch ein Passivsolarhaus mit seinen spezifischen Funktionsweisen ambitioniert vom Entwurf her gedacht werden kann. [16] O. M. Ungers fächert in seinem Wettbewerbsbeitrag für das Baugebiet Auf der Melkerei in Landstuhl (1979) die typologische Bandbreite ökologischen Bauens auf. [17] Die Entwürfe behandeln sowohl das einzelne Haus als auch ihre städtebaulichen Bezüge und kombinieren Erdhäuser, Solarhäuser und Reihenhäuser in einer bauklimatisch günstigen Verdichtung innerhalb des Baugebiets. Wenn hier bislang vom Ökohaus im Singular die Rede war, so kann im Plural durchaus von Ökosiedlung oder Ökodorf gesprochen werden. Die Planung von Neubausiedlungen in ökologischer Bauweise ist ein typisches Projekt der 1980er und 90er Jahren, getragen zumeist von Kommunen und Zusammenschlüssen von Interessierten. [18] Unter etwas veränderten Vorzeichen fanden die Themen des umweltbewussten Bauens gegen Ende des 20. Jahrhunderts Eingang in das Bauwesen insgesamt: Standen die Vorschriften zum „Wärmeschutz“ vorangegangener Jahrzehnte noch unter dem Primat der Einsparung von Heizkosten, rückte unter dem Eindruck des Klimawandels die Verringerung von Emissionen in den Vordergrund. [19] Sichtbarer Ausdruck dessen ist die 2002 in Deutschland eingeführte und zwischenzeitlich mehrfach novellierte Energieeinsparverordnung (EnEV). Als ihr Geburtsfehler ist zu Recht kritisiert worden, dass die EnEV nur den Energieverbrauch betrachtet und Maßnahmen zu seiner Verringerung nicht im Sinne einer Gesamtökobilanz bewertet werden, wie dies etwa in der Schweiz der Fall ist. [20]

2 Das Ökohaus als (technisches) Denkmal

Wie bei jedem Bauwerk muss im Grundsatz auch bei einem Ökohaus oder einer Ökosiedlung davon ausgegangen werden, dass sie architekturgeschichtliche, baukulturelle Zeug-

nisse sind. Jedoch liegt es gewissermaßen in der Natur der Sache, dass das Denkmalinteresse in diesem Fall an der besonderen Konstruktionsweise, der Materialverwendung, den (haus-)technischen Lösungen und gegebenenfalls auch baukünstlerischen Merkmalen besteht, die unter der spezifischen Prämisse des ökologischen Bauens gewählt wurden. Um hier im Sinne der denkmalpflegerischen Auswahl eine Eingrenzung vorzunehmen, ist zu fragen, ob Ökohäuser als technische Denkmale aufzufassen wären, wie sie in der deutschen Denkmalschutzgesetzgebung vorgesehen sind. Das Thüringische Denkmalschutzgesetz etwa kennt die Erhaltung aus „technischen [...] Gründen“. [21]

2.1 Technische Denkmale

Unter dem Begriff des technischen Denkmals wird ein breites Spektrum beweglicher und unbeweglicher Sachen gefasst, die

das Verständnis für einen Arbeitsvorgang in der ganzen Vielschichtigkeit der Industrie, des Handels, des Verkehrs, der Versorgung und anderer technisch beeinflusster Bereiche wachzuhalten in der Lage [sind]. [22]

Darunter fallen Wind- und Wassermühlen, Schienenfahrzeuge und Segelschiffe [23], Infrastrukturbauten und vor allem Zeugnisse der Industriekultur. [24] Letztere dominieren die Wahrnehmung dieser Denkmalgattung, weshalb technisches und Industriedenkmal oftmals als synonyme Begriffe verwendet werden. Das Spektrum der technischen Denkmale ist, wie angedeutet, jedoch wesentlich größer, weshalb der weiter gefasste Oberbegriff vorzuziehen ist. [25] Die Anwendung des Denkmalbegriffs in der Praxis der Erfassung und Inventarisierung ist grundsätzlich zeitgebunden, also einer stetigen Veränderung unterworfen. Bewertungskriterien und Erfassung beeinflussen sich auch wechselseitig, bedingt durch die relative Eigenständigkeit der Denkmalämter bei gleichzeitigem Austausch untereinander. Während Industriebauten längst ein etablierter Gegenstand der Denkmalpflege sind, rückten zuletzt auch Experimentalbauten als „Pionierbauten und Innovationen“ in den Fokus des Interesses. [26] Die modernen Anlagen der Haustechnik und Versorgungssysteme sind dagegen noch weitgehend unterbelichtet, von kultur- und medienhistorischen Abhandlungen einmal abgesehen. [27] Tatsächlich ist die Ausstattung von Baudenkmalen bisher vor allem für historische Gebäude thematisiert worden. Es ist naheliegend, dass ein erhaltener klassizistischer Kachelofen Denkmalwert besitzt. Wie verhält es sich aber mit der Ausstattung hochinstallierter, moderner Bauten? Andreas Hild spricht in diesem Zusammenhang von der „Verwebung der technischen Systeme mit der gebauten Substanz“ und plädiert für die Erhaltung moderner Haustechnik, da sie „ein wesentlicher Ausdruck der Idee, des Lebensgefühls, ja des Anspruchs ihrer Zeit“ sei. [28].

2.2 Das Ökohaus als Denkmal – mögliche Auswahlkriterien

Mit Blick auf die in 1.3 angesprochene Entwicklung hin zum Niedrig-, Passiv- und Plusenergiestandard ergeben sich eine ganze Reihe von Kennzahlen, die zur Bewertung

von Gebäuden herangezogen werden können. Geht es um eine Denkmalebewertung eines vermeintlichen oder als solches bezeichneten Ökohauses, müsste der Begriff des Ökologischen als konstruktiver und haustechnischer Anspruch sowie in Bezug auf die Baustoffe ernst genommen werden. Unterscheiden ließen sich beispielsweise Konstruktionsweisen bzw. Haustypen und haustechnische Lösungen, die oft konstruktiv und funktional zusammenhängen: Passivsolarhaus und Zusatzheizung in Kombination mit regenerativer Energie, Wärmerückgewinnung; Lüftungsanlagen in neueren Passivhäusern, Grauwasserfilteranlagen und Trenntoiletten usw. [29] Darüber hinaus wäre zu ermitteln, mit welcher Zielstellung das Haus geplant und unter welchen spezifischen und weitergefassten Umständen es errichtet wurde. Lagen besondere Konstellationen bei der Bauherrschaft (zum Beispiel Baugruppen) vor? Inwieweit weicht das Haus von der zur Bauzeit üblichen Bauweise ab? Inwieweit und mit welchen Mitteln wurden geltende Standards übertroffen? Können hier realisierte individuelle Lösungen als modellhaft gelten oder sind andernorts übernommen worden? Die Erfüllung bestimmter Wärmedämmkennwerte durch die Verwendung fragwürdiger, in ihrer Gesamtökobilanz (noch) nicht bewerteter Baustoffe und Konstruktionsweisen sollte allein noch keinen Denkmalanspruch begründen. Die Ökohäuser von Frei Otto und Team sind im Rahmen des Forschungsprojektes F-IBA an der TU Berlin im Hinblick auf ihren baukulturellen Zeugniswert als IBA-Bauten bereits gewürdigt worden. [30] Dies könnte als Vorerfassung verstanden werden. Ähnlich wurde Konrad Freys Haus Zankel in Prévession bei Genf (1976–85) im Kontext der experimentellen und alternativen Architektur der Nach-68er-Zeit diskutiert und als exemplarische Manifestation alternativer Architekturkonzepte seiner Zeit bewertet:

Obwohl einige Ideen aufgrund von Mängeln bei der Herstellung nur für kurze Zeit funktionierten, beeindruckt der in jedem Detail steckende Erfindergeist noch heute. In dieser Hinsicht stellt das Haus Zankel ein herausragendes Beispiel für jene Architekturexperimente der 1970er Jahre dar, die eine ökologische und ökonomische Alternative zum herkömmlichen Wohnbau suchten. [31]

Zusammenfassend kristallisiert sich die Erkenntnis heraus, dass der eigentliche Schutzgegenstand im Falle des Ökohauses über seine Baulichkeit hinausgeht und ebenso im erweiterten gesellschaftlichen und politischen Kontext zu sehen ist.

3 Fazit

Ausschlaggebendes Kriterium für den Denkmalstatus scheint demnach eher der zeithistorische und architekturgeschichtliche Zeugnischarakter der infrage kommenden Bauten. Die besondere Erwähnung technischer Innovationen oder Kuriositäten schließt sich dadurch nicht aus und kann im Einzelfall denkmalkonstituierend sein, etwa bei Häusern, die eindeutig als Experimentalbauten zu bezeichnen sind. Es überwiegt aber der Eindruck, dass Ökohäuser im hier enger gefassten Sinne Ausdruck gesellschaftlicher Strömungen und Entwicklungen waren, die zeitlich recht gut abgegrenzt werden können. Sie stehen für eine Epoche der aktiven, praktisch gewordenen Neudefinition des Verhältnisses von Mensch und Natur. In ihnen wird der Anspruch, die Umwelt anders und sanfter

zu gestalten, baulich manifest – lange bevor sich dieser Anspruch auch in den allgemein gültigen Bauvorschriften niederschlug. In Deutschland kann heute kein Wohngebäude mehr errichtet werden, das nicht einen nahezu passivhausähnlichen Energiestandard aufweist. Hier stellt sich vielleicht die Frage, ob Ökohäuser als Wegbereiter oder Pionierbauten dieser Entwicklung gelten können: Solange der Weg zu mehr Energieeffizienz für die Bewertung (noch) keine Rolle spielt, sicher nicht.

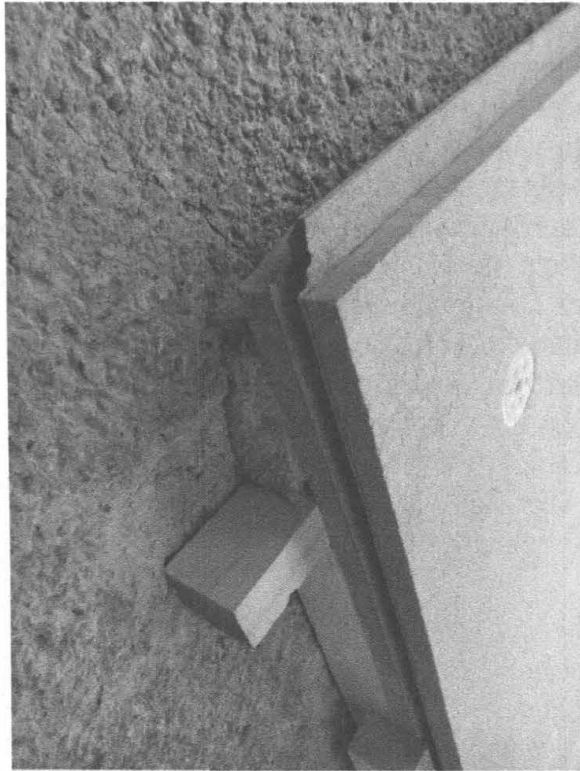


Bild 3-1 Umgekehrte Verhältnisse: Einzeldenkmal mit ökologischer Fassadendämmung, Weimar (2017). Detailansicht, (Foto: Johannes Warda).

4 Literatur

- [1] Vgl. Jaeger, F.: Stilhülse und Ökokern – das Ökohaus als Typus. In: Archithese 34 (2004), Heft 4, S. 48–53.
- [2] Köhl, K.; Frei, K.: Heutige Rahmenbedingungen für energiebewusstes Bauen. In: Hanus, C.; Hastings, R. (Hg.): Bauen mit Solarenergie. Wegweisende Wohnbauten, heutige Rahmenbedingungen, Entwicklungstendenzen. Zürich, vdf, 2007, S. 9–16; Hawkes, D.; Forster, W.: Energieeffizientes Bauen. Energie, Technik, Ökologie. Stuttgart, DVA, 2002.
- [3] Banham, R.: The Architecture of the Well-tempered Environment. London; Chicago, The Architectural Press; The University of Chicago Press, 1969, S. 23f.

- [4] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4423863> (letzter Zugriff am 12.07.2018)
- [5] Meadows, D. L. (Hg): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart, DVA, 1972.
- [6] Mösl, R.: Aufstieg zum Solarzeitalter, eine Veröffentlichung der Planetary Engineering Group. Salzburg, Grauwerte, 1993, S. 237.
- [7] Otto, F.: Vom ungeheizt schon warmen Haus und neuen Fenstern [1955]. In: Ders.: Schriften und Reden 1951–1983. Hg. von B. Burkhardt. Braunschweig; Wiesbaden 1984, S. 19–23, hier S. 19 (Schriften des Deutschen Architekturmuseums zur Architekturgeschichte und Architekturtheorie).
- [8] Zit. in Escher, C./Förster, K.: Ich war Dr. Zelt. Frei Otto über Anpassungsfähigkeit, Ökologie und Ökonomie im Bauen. In: Arch+ 46 (2013), H. 211/212, S. 72–80, hier S. 77.
- [9] Projekt Tiergarten 8. In: Internationale Bauausstellung 1987: Projektübersicht. Berlin, Bausstellung Berlin GmbH, 1987, S. 34; vgl. Wohnbereiche im Garten. IBA Berlin 1987. Vorbereitende Studie für das Bauvorhaben „Ökohaus“ Berlin. Ein Konzept vom Mai 1985. Leonberg, Atelier Frei Otto Warmbronn, 1985.
- [10] Fischer, P.; Böck, I.: Konrad Frey: Könnner, Denker, Abenteurer und Expeditionsleiter. In: Wagner, A.; Böck, I. (Hg.): Konrad Frey: Haus Zankel. Experiment Solararchitektur. Berlin, Jovis 2013, S. 122–132, hier S. 128f.
- [11] Vgl. Ebert, W. M. : Home Sweet Dome. ; Pehnt, W.: , bes. S. 51.
- [12] Faskel, B.: Die Alten bauten besser. Energiesparen durch klimabewußte Architektur. Was für unsere Ahnen selbstverständlich war, müssen wir neu entdecken. Frankfurt am Main, Eichborn, 1982; Herzog, T.; Natterer, J.: Gebäudehüllen aus Glas und Holz. Maßnahmen zur energiebewußten Erweiterung von Wohnhäusern/Habiller de verre et de bios. Lausanne, Presses Polytechniques romandes, 1984.
- [13] Schneider, R.: Natürlich selbst bauen. Zu den Grundlagen der Qualität von Bauprozessen, an denen die Nutzer beteiligt sind. In: Natürliche Konstruktionen. Aus den Teilprojekten. Mitteilungen des SFB 230, Heft 1, Stuttgart 1988, S. 87–103, hier S. 89; vgl. Sulzer, P.: Seiner Natur gemäß bauen und wohnen. In: Entwurfsprozesse in Natur und Architektur. Arbeitsgespräche des SFB 230. Konzepte des SFB 230, Heft 10, Stuttgart 1986, S. 98–106.
- [14] Minke, G.: Low-Cost-Bauen. Anwendungsmöglichkeiten einfacher technologischer Verfahren zur Herstellung von Niedrigkost-Bauten aus Überfluß, Abfall- und Billigbaustoffen. Kassel, 1980.
- [15] N.N.: „Die ganze Stadt als Urlaube“. In: Der Spiegel (1984), Heft 39, S. 228–243.
- [16] Herzog, T.: Bauten 1978–1992. Ein Werkbericht. Stuttgart, Hatje, 1993, S. 20–24.

- [17] Ungers, O. M.: Entwürfe für eine klimagerechte und energiesparende Architektur. Köln, 1980. Vgl. kritisch Jaeger 2004 (wie Anm. 1), S. 48f.
- [18] Vgl. die Projektdatenbank von H. Wolpensinger unter <http://www.oekosiedlungen.de> (28. Juni 2018).
- [19] Warda, J.: Veto des Materials. Denkmaldiskurs, Wiederverwendung von Architektur und modernes Umweltbewusstsein. Bosau, Wohnungswirtschaft Heute, 2016, S. 257.
- [20] Vgl. Merkblatt 2032 Graue Energie von Gebäuden. Zürich, Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, 2008; vgl. Rathert, P.: Ziele der Energieeinsparungspolitik. In: Deutsches Nationalkomitee für Denkmalschutz (Hg.): Energieeinsparung bei Baudenkmalern. Bonn, 2002, S. 15–19.
- [21] Thüringisches Denkmalschutzgesetz §1 (2).
- [22] Slotta, R.: Einführung in die Industriearchäologie. Darmstadt, WBG, 1982, S. 175.
- [23] Vgl. zu grundsätzlichen denkmalkundlichen Überlegungen Hanus, C.: Schienenfahrzeuge und Denkmalpflege. Stuttgart, Transpress 2007; Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein; Schleswig-Holstein Maritim e.V. (Hg.): Kurs Schleswig-Holstein. Maritime Kultur entdecken. Hamburg, Convent, 2007.
- [24] Aus der Fülle der Publikationen zur Industriedenkmalpflege, die teilweise den Anspruch einer Art Denkmaltopographie erheben, seien hier erwähnt Slotta, R.: Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland. Bochum, Bergbaumuseum Bochum 1977 sowie Vereinigung der Landesdenkmalpfleger der Bundesrepublik Deutschland (Hg.): Denkmale der Industrie und Technik in Deutschland. Berlin, Bäßler, 2016.
- [25] Vgl. Föhl, A.: Industriedenkmalpflege in der Bundesrepublik Deutschland. Einige Bemerkungen zum Stand der Dinge. In: Deutsche Kunst und Denkmalpflege 48 (1990), H. 2, S. 122–133, hier S. 122. Eine ausdifferenzierte und nach wie vor hilfreiche Darstellung des breiten Spektrums technischer Denkmale bietet (freilich marxistisch informiert) Wagenbreth, O. (Hg.): Technische Denkmale in der Deutschen Demokratischen Republik. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1983.
- [26] Custodis, P.-G.: Von der Autobahnbrücke bis zur Ziegelei. Zeugnisse aus Technik und Wirtschaft in Rheinland-Pfalz. Regensburg, Schnell&Steiner, 2014, S. 247.
- [27] Giedion, S.: Mechanization Takes Command. A Contribution to Anonymous History. New York, Norton, 1969; Gleich, M.: Vom Speichern zum Übertragen. Architektur und die Kommunikation der Wärme. In: Zeitschrift für Medienwissenschaft 12 (2015), S. 18–32.
- [28] Hild, A.: Der Primat des Sichtbaren. Ein ideeller Widerspruch zwischen Schein und Sein. In: *der architekt* (2018) Heft 3, S. 16–20, hier S. 16.

- [29] Für einen Überblick über wesentliche Haustypen, Konstruktionsweisen und haustechnische Entwicklungen vgl. Oswald, P. (Hg.); Rexroth, S. (Mitarbeit): Wohlt temperierte Architektur. Neue Techniken des energiesparenden Bauens. Heidelberg, C. F. Müller, 1994.
- [30] Dahme, T.; Herold, S., Salgo, A. (Hg.): Re-Vision IBA '87. 25 Jahre Internationale Bauausstellung Berlin 1987. Themen für die Stadt als Wohnort. Berlin, epubli, 2012, S. 40f.
- [31] Rebhandl, I.: Intelligenter Prototyp in Selbstbauweise. Das Haus Zankel im Kontext der experimentellen Architektur der 1970er Jahre. In: Wagner, A.; Böck, I. (Hg.): Konrad Frey: Haus Zankel. Experiment Solararchitektur. Berlin, Jovis 2013, S. 154–159, hier S. 159.