

## G U T A C H T E N

in dem selbständigen Beweisverfahren des

Da insgesamt 724 einzelne Mängelpunkte vorgetragen worden sind, habe ich zur besseren Übersichtlichkeit eine fortlaufende Numerierung vorgenommen.

Im Verlaufe der örtlichen Besichtigung, insbesondere nach Inaugenscheinnahme der weitgehend größten Anzahl der bezeichneten Mängelpunkte, ergab sich bei der Inaugenscheinnahme des Dachraums die Erkenntnis, daß es sich um ein Bauwerk aus vorgefertigten Elementen unter Verwendung von Stahlleichtprofilen und Styropor®-Beton handelt.

Hierzu sind umfangreiche Ausführungen zu machen, denn eine detaillierte Abhandlung zu dieser Art und Weise eines Bauvorhabens ist notwendig, um letztendlich Maßnahmen und Aufwand zur Beseitigung der 724 im einzelnen aufgeführten Mängelpunkte überhaupt darstellen zu können. Weiterhin habe ich mir die vom Gericht zur Verfügung gestellte Akte des Landkreises zum Bauvorhaben VB 435/92, 159/94 Verbrauchermarkt/Wohn- und Geschäftshaus, Straße einbezogen.

Bei den zu begutachtenden Gebäuden handelt es sich um Gebäude, welche in Fertigteilbauweise errichtet worden sind. Als Produzent wurde die Fa. angegeben (Blatt 74 der Akte des Landkreises - Anlage 1).

Gemäß Schreiben des Landkreises, Dezernatverwaltung, Bauordnungsamt vom 05.05.1994 (Blatt 80 der Akte des Landkreises - Anlage 2) handelt es sich dabei um eine Änderung der ursprünglich vorgesehenen Bauausführung.

Mit Schreiben vom 05.05.1994 an das Landratsamts (Blatt 82 der Akte des Landkreises - Anlage 3) wurde seitens der Fa. mit Sitz in angegeben, daß ausführendes Unternehmen die Fa. aus sei.

Mit Schreiben vom 17.05.1994 des Landkreises (Blatt 83 der Akte des Landkreises - Anlage 4) wurde der Bauherr nochmals aufgefordert, die notwendigen Unterlagen, insbesondere zur Statik, vorzulegen.

Mit Schreiben vom 20.05.1994 des Herrn Dipl.-Ing., Prüflingenieur für Baustatik (Blatt 90 der Akte des Landkreises - Anlage 5) ist die Konstruktion wie folgt beschrieben:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| aufgehende Konstruktion: | Wände aus Stahlleichtprofilen, ausgesteift durch Styrobeton, teilweise Stahlstützen.              |
| Deckenkonstruktion:      | Stahlleichtprofile im Abstand 40 bis 60 cm durch Styrobeton ausgesteift, Abfangeträger aus Stahl. |

Unter 4. Wärmeschutz und 5. Schallschutz wurde dargelegt, daß die entsprechenden Unterlagen noch nachzureichen sind.

Unter 6. Schlußbemerkung ist aufgeführt, daß die Bewehrungs- und Konstruktionspläne rechtzeitig vor Baubeginn vorzulegen seien, der beauftragte Betrieb den kleinen Eignungsnachweis gemäß DIN 18.800, Teil 7, Abs. 6.3 (Schweißerprüfung für das Verschweißen von dünnen Blechen - t = 1 mm) besitzen müsse und für die Abnahme der Gründung und tragenden Bauteile sowie Gesamtkonstruktion eine rechtzeitige Anmeldung beim Prüflingenieur vorzunehmen sei.

In der ursprünglichen Baubeschreibung für das Vorhaben - Neubau eines Verbrauchermarkts und eines Wohn- und Geschäftshauses (Anlage I, Blatt 10 der Akte des Landkreises - Anlage 6) ist angegeben, daß die Außenwände zweischaliges bzw. einschaliges Mauerwerk seien, die Brandwände aus Mauerziegel MZ 15, 24 cm dick seien und die Decken aus Ytong- oder Hebeldeckenplatten F 90-A bestünden. Die Treppen sollten als Stahlbetontreppen ausgeführt werden.

In den zur Baugenehmigung gehörenden Plänen (z. B. Anlage I, Blatt 21 der Akte des Landkreises - Anlage 7) ist die ursprünglich beantragte Bauweise dargestellt, nicht eine Ausführung in Stahlleichtkonstruktion mit Styroporbeton-ausfachung. (Bemerkung: Soweit von mir der Begriff *Styropor*<sup>®</sup>-Beton verwendet wird und von Dritten der Begriff *Styrobeton*, ist damit ein und derselbe Baustoff gemeint).

In der Anlage II, Blatt 3 - 25 der Akte des Landkreises (Anlage 8) sind Unterlagen zum statischen System. Ob eine statische Berechnung zum errichteten System überhaupt vorliegt, ist nicht erkennbar.

Nach dem Prüfbericht des Dipl.-Ing. , Prüflingenieur für Baustatik (Anlage II, Blatt 3 der Akte des Landkreises ) waren am 09.06.1994 Montagearbeiten der Wände im Erdgeschoß des Wohn- und Geschäftshauses ausgeführt, beim Verbrauchermarkt die Bewehrung für die Streifenfundamente und die Sohle teilweise verlegt.

Mit Schreiben vom 04.07.1994 der wurde mitgeteilt, daß die Betriebsprüfung für die Erlangung des "Kleinen Eignungsnachweises" zum Schweißen nach DIN 18.800, Teil 7, Abs. 6.3 am 07.07.1994 durchgeführt werden soll.

Daraus ist nicht ersichtlich, ob der "Kleine Eignungsnachweis" tatsächlich erlangt wurde. Ersichtlich ist jedoch, daß selbst für den Fall, daß an dem 07.07.1994 der "Kleine Eignungsnachweis" tatsächlich erlangt worden wäre, dieser für einen Teil der Bauarbeiten nicht vorgelegen hat.

Nicht Nachvollziehbar ist, warum als Anlage zum Schlußabnahmebericht vom 29.11.1994 für den Fall, daß der "Kleine Eignungsnachweis" erlangt worden ist, dieser Nachweis nicht beigelegt worden ist.

Die Berichte zur Eigenüberwachung beschränken sich auf eine äußere visuelle Prüfung, Angaben zur Schweißung der vorgefertigten Elemente, des ordnungsgemäßen Einlegens der Profile, der Druckfestigkeit des Styropor<sup>®</sup>-Betrans, der Einhaltung der Überdeckungshöhen u. dgl. sind nicht enthalten.

Die enthaltenen Berichte einer sogenannten Eigenüberwachung besitzen nur einen völlig unbedeutenden Aussagewert, denn sie geben nur wieder, daß nach Fertigstellung eine visuelle Prüfung des Äußeren der hergestellten Platten stattgefunden haben soll. Aussagen zur tragenden Stahlkonstruktion, zu Verbindungen, zum Korrosionsschutz, zur Gewährleistung von Überdeckungshöhen insbesondere wegen dem Brandschutz, zur Festigkeit des Styropor<sup>®</sup>-Betrans, zur Nachbehandlung des rissegefährdeten Styropor<sup>®</sup>-Betrans sind nicht enthalten.

Die zu begutachtenden Gebäude sind unter Verwendung eines sehr wenig gebräuchlichen Baustoffs (Styropor<sup>®</sup>-Beton) und neuartiger und sehr selten verwendeter Bauteile (CBS-Compound Building System) errichtet worden. Styropor<sup>®</sup>-Beton ist in Fachbüchern kaum beschrieben, sondern nur in wenigen öffentlich zugänglichen Forschungsberichten und einigen, meist älteren Beiträgen in wenig verbreiteten Fachzeitschriften dargestellt.

In Scholz, Baustoffkenntnis, Werner Verlag, 13. Auflage, S. 310 gibt es einige Erläuterungen zu Styropor<sup>®</sup>-Beton. Grundlegend war u. a. Hohwiller, Die Entwicklung von Betonen und Mörteln mit leichten Zuschlägen aus aufgeschäumtem Polystyrol (EPS), Diplomarbeit an der FH Kaiserslautern, Fachbereich Architektur, Juni 1984.

Das CBS-Compound Building System ist nach dem Ergebnis meiner Recherchen nur ein einziges Mal in einem Beitrag einer sehr spezialisierten Fachzeitschrift erwähnt (Anlage 9).

Grundsätzlich kann, ob und inwieweit tatsächlich angetroffene Leistungen dem Soll-Zustand und den Allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, nach VOB/B § 4, Abs. 2 allgemein wie folgt ausgegangen werden:

"Der Auftragnehmer hat die Leistung für unter eigener Verantwortung nach dem Vertrag auszuführen. Dabei hat er die anerkannten Regeln der Technik und die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu beachten."

Im Handkommentar zur VOB, Heiermann u. a., Bauvertrag, 8. Auflage, S. 1.090 f. ist dabei erläutert:

"Anerkannte Regeln der Technik sind solche baurechtlichen Bestimmungen, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt worden sind und die sich in der Praxis bewährt haben und zwar dadurch, daß sie von der Gesamtheit der für die Anwendung der Regeln in Betracht kommenden Techniker, die die für die Beurteilung der Regeln erforderliche Vorbildung besitzen, anerkannt und mit Erfolg praktisch angewandt worden sind."

Das an diesen Häusern zum Ausgießen von vorgefertigten Wand-, Decken-, Dach- und Treppenelementen verwendete Baumaterial Styropor®-Beton ist eine Mischung aus Styropor®, ein Produkt der BASF AG und ihrer Lizenznehmer, meist in Form von kugeligen Partikeln als Zuschlagstoff i.S.d. DIN 4.226, Teil 2 und Zement, Sand, Wasser und sonstigen Zusatzstoffen, insbesondere Schaumbildner und Spleißfasern aus Polyethylen.

Nicht mit dem mir vorliegenden Bauverfahren zu verwechseln sind die in ihrem System völlig anderen Produkte:

- Isorast®, Deutschland,
- Kern-Haus®, Deutschland,
- AmHome®, USA, Florida (Anlage 10),

denn hier werden Styropor® bzw. (englisch) Polystyrene als verlorene Schalung verwendet, um Normalbeton bzw. Stahlbeton, der eigenständige Tragstrukturen bildet, aufnehmen zu können. Diese Bauweise wird dem Stand der Technik entsprechend beurteilt. Es gibt keine auf die Verwendung von Styropor® zurückzuführenden bekanntgewordenen wesentlichen Mängel oder Schäden. Kern-Haus® gibt an, mehr als 1.500 Wohnhäuser (auch als Isorast®-Vorgänger-Variante) errichtet zu haben.

Ich selbst habe etwa 30 Wohnhäuser von Isorast® bzw. Kern-Haus® begutachtet, ohne daß Schäden, die auf die Styropor®-Verwendung zurückzuführen wären, vorlagen.

Es besteht zwischen diesen genannten Bauweisen (Isorast®, Kern-Haus® und AmHome®) kein technischer oder sonstiger Zusammenhang mit dem zu begutachtenden Wohnhaus, weswegen hierzu keine weiteren vergleichenden Betrachtungen im Rahmen dieses Gutachtens angestellt werden.

Styropor® ist ein Polystyrol-Hartschaum der BASF AG und ihrer Lizenznehmer, bestehend aus expandierbarem Polystyrol (EPS) FCKW-frei, Treibmittel Pentan. Fertig verschweißter Hartschaum Styropor® (EPS) entsteht durch Aufschäumen von treibmittelhaltigen Polystyrolgranulat mittels Wasserdampf auf etwa das 50fache des Ausgangsvolumens und besteht aus etwa 98 % Luft und etwa 2 % Polystyrol. Polystyrol ist ein durch Polymerisation erzeugtes Produkt aus den chemischen Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff.

Styropor® in Plattenform o. ä. ist ein in vielen Bereichen der Technik als Baustoff und Verpackungsmittel erprobtes und erfolgreich angewandtes Produkt, gehört zum Stand der Technik. Styropor® P + F in Form von aufgeschäumtem, jedoch nicht miteinander verschweißtem Granulat wird in der Bauwirtschaft erfolgreich als Zuschlagstoff für Wärmedämmputz angewandt und gehört dort zu den anerkannten Regeln der Technik.

Seit den 60er Jahren dieses Jahrhunderts sind Versuche bekannt, Styropor® P + F als Leichtzuschlagstoffe für Beton zu verarbeiten.

Die Besonderheit an Styropor® P + F in Form von aufgeschäumtem Granulat in der Verwendung als Leichtzuschlag zu Beton, entgegen der DIN 4.226, Teil 2, Zuschlag für Beton, ist, daß der Zuschlagstoff bei weitem nicht die Festigkeit des ihn umgebenden Zementsteins hat und teilweise elastisch ist (Anlage 11).

Es wurde von Experimentalbauten in 73770 , Fa. (Anfang der 60er Jahre), wo in ein Stahlskelett Raumeinheiten aus Styropor®-Beton eingeschoben worden sind. Die Entwicklung dieses Tragwerk-Raumteil-Systems wird Rudolf Dörnach zugeschrieben (Anlage 12).

Weiterhin ist in Ostdeutschland ein Gebäude aus einem sehr ähnlichen Produkt - Polystyrol-Beton, damals VEB , Bau 1794, nach Informationen des Herrn Dipl.-Ing. (FH) , vorhanden.

Bekannt ist, daß es erhebliche Probleme bei der Gewährleistung einer einheitlichen Mischung und Struktur des Styropor®- und auch der DDR-Variante Polystyrol-Betons gab, es zu erheblichen Rissebildungen gekommen ist und Fragen des Korrosionsschutzes nicht geklärt waren. Die besondere Rißanfälligkeit ist auch darin begründet, daß die Erhärtung von Zement grundsätzlich ein exothermer Vorgang ist. Insbesondere wegen der hohen Wärmedämmwirkung des Polystyrols (Styropors®) kommt es zu Eigenspannungen, die die geringe Bruchfestigkeit des Betons überschreiten und zu irreversiblen Gefügebrüchen führen.

Die BASF AG, Dipl.-Ing. , berichtete in Beton-Information 5/1974 über Technologie, Eigenschaften und Anwendung von Styropor®-Beton (Anlage 13 mit weiteren Literaturhinweisen). In Heft 321, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, wurde von Weigler, Karl und Jägermann, Technische Hochschule Darmstadt und Technion, Israel Institut of Technology, u. a. von Versuchen mit Styropor®-Beton berichtet.

Aus dem Jahre 1985 liegt ein Forschungsbericht der Universität Karlsruhe vor, R. Baehre, Kaltgeformte, leichte Stahlprofile als Tragwerkskomponenten in bautechnischer Anwendung. Der Forschungsbericht befaßt sich jedoch nur ganz allgemein mit der Verwendung, Bemessung und Ausführung von Konstruktionen aus Stahlleichtprofilen, in keiner Weise mit sogenannter elementierter Bauweise unter gleichzeitiger Verwendung von Styropor®-Beton.

Aus dem Zeitraum Mai 1992 gibt es eine Technische Information "Elementiertes Bauen mit stabilisiertem Leichttragwerk" des Herrn Dipl.-Ing. , Donaueschingen (Anlage 14).

Nach Information des Herrn Dipl.-Ing. wurde diese für die Fa. , in Zusammenhang mit Herrn erarbeitet. Informationen von der zum System konnte ich nicht einbeziehen, da die Fa. ihre geschäftlichen Aktivitäten weitgehend eingestellt hat. Die Fa. war eine Niederlassung der .

Die Fa. war neben Herrn ein Gesellschafter der GmbH, . Informationen zum Produkt konnte ich auch bei dieser Fa. nicht erhalten, da die Geschäftsaktivitäten ebenso wie bei der GmbH, , ehemals Geschäftsführer Herr , eingestellt sind.

In Heft 10/1992, Betonwerk + Fertigteil-Technik, wird von Hohwiler, Ludwigs-hafen, zu "Leichtbeton aus EPS-Recyclat, eine wirtschaftliche Alternative?" (Anlage 15) u. a. über das CBS-Compound Building System der Fa. MBE-CBS, Iserlohn berichtet. Danach wird bei diesem System ein Tragwerk aus dünnwandigen Tragprofilen mit EPS-Leichtbeton, Rohdichte 400 kg/m<sup>3</sup>, zu vorgefertigten Wand- und Deckenbauteilen ausgegossen. Informationen über das Produkt dieser Fa. konnte ich nicht erhalten.

Eine Fa. GmbH, , geschäftsführender Mitgesellschafter , ( war weiterer Gesellschafter) ist nach erfolgter Konkursablehnung mangels Masse aufgelöst. Herr führte und führt mehrere ähnliche Firmen.

Von der weiteren Einholung von Informationen über wirtschaftliche und rechtliche Zusammenhänge bei den damit unmittelbar und mittelbar befaßten Firmen habe ich an dieser Stelle abgesehen, da dieses zur sachverständigen Beantwortung der Beweisfragen nach meiner Auffassung nicht mehr dazugehört.

Ein dem CBS-Compound Building System entsprechendes Bausystem hat auch die GmbH, , AG , u. a. unter dem Produktnamen vertrieben.

Ein von diesem Typ errichtetes Haus konnte ich in feststellen. Dieses Haus ist mit erheblichen Mängeln und Schäden, insbesondere Rissen, behaftet.

In dem Prospekt (Anlage 16) wird u. a. damit geworben: "... die Handwerker ziehen ab und sie ziehen in ein Haus, das keine Restfeuchte etwa durch Putz, Mörtel, nasse Steine, Estrich usw. mehr enthält."

Die o. g. GmbH, "Die Produktion von Leichttragwerk-Styropor-Kalksandstein-Hybridelementen für den Hausbau" wurde am 13.05.1994 gegründet.

Die zu begutachtenden Häuser entsprechen in ihrer Bauweise dem in der Technischen Information "Elementiertes Bauen mit stabilisiertem Leichttragwerk" des Herrn Dipl.-Ing. , ansatzweise beschriebenen System und dem diesem entsprechenden CBS-Compound Building System.

Im vorliegenden Fall ist ein System von Stahlleichtbauprofilen in nicht nachvollziehbarer oder nachgewiesener Art und Weise zu Fertigteilen aneinandergesetzt, mit Styropor®-Beton ausgefüllt und dann vor Ort montiert worden.

Untersuchungen, die ich an Styropor®-Beton in vergleichbaren Häusern habe anstellen lassen, hat eine Druckfestigkeit von  $1,99 \text{ N/mm}^2$  ergeben. Daraus ergab sich, daß der verwendete Baustoff für die Wände und Decken nur 40 % der Mindestdruckfestigkeit eines Betons i.S.d. DIN 1.045 aufweist. Das ist eine geringere Druckfestigkeit als sie ein (einfacher) Mauermörtel Mörtelgruppe II aufweist ( $2,5 \text{ N/mm}^2$ ).

Zum Vergleich soll darauf verwiesen werden, daß die übliche Druckfestigkeit eines Mauerziegels, z. B. aus Poroton der geringsten Festigkeitsklasse  $5,0 \text{ N/mm}^2$  beträgt. Auch die Druckfestigkeit des zum Mauern üblicherweise verwendeten Mörtels ist  $\geq 5,0 \text{ N/mm}^2$ .

Für Porenbeton sind die geringsten üblicherweise zulässigen Druckfestigkeiten bei Dach- und Deckenplatten, bewehrten Wandplatten und geschoßhohen Wandtafeln, bewehrt und unbewehrt  $3,5 \text{ N/mm}^2$ .

Bei Porenbeton darf das Schwindmaß nach DIN 4.164  $0,5 \text{ mm}$  pro Meter nicht überschreiten, es liegt tatsächlich unter  $0,2 \text{ mm}$  pro Meter. Für EPS-Leichtbeton (Styropor®-Beton) werden regelmäßige Schwindmaße von  $1 \text{ mm}$  pro Meter und mehr angegeben, nach Scholz a.o.O. S. 309 für einen Porenleichtbeton mit einer Trockenrohddichte von  $800 \text{ kg/m}^3$   $2,7 \text{ mm/m}$ .

Nach den von Baum (Anlage 17) angegebenen Eigenschaftswerten von Styropor®-Beton in Tafel 2 ist für eine Rohddichte von  $800 \text{ kg/m}^3$  eine Druckfestigkeit von  $4,5 \text{ N/mm}^2$  angegeben. Als Mittelwert im praktischen Betrieb gibt er immer noch  $4,0 \text{ N/mm}^2$  an. Im Bild 9 dieser Veröffentlichung sind auch Schwindverlauf und Schwindmaße angegeben.

Styropor®-Beton ist außergewöhnlich schwind- bzw. bruchempfindlich und besitzt üblicherweise eine sehr geringe Festigkeit.

Ursachen für das Erreichen solch ungewöhnlich niedriger Festigkeit können sein:

1. mangelhafte Mischungszusammensetzung,
2. die angetroffene ungleichmäßige Struktur durch Mischung,
3. übergroße Styroporpartikel,
4. innere Gefügezerstörungen infolge unzureichender Abführung der beim Erhärten entstehenden Hydratationswärme bzw. Verwendung eines Zements mit stark exothermer Erhärtung.

geht in seiner Technischen Information, die Grundlage für das Haus gewesen sein soll davon aus, daß Styropor®-Beton mit der Rohddichte zwischen  $400 \text{ kg/m}^3$  und  $800 \text{ kg/m}^3$  zum Einsatz kommt. Das Maß der Rohddichte steht in einem direkten Zusammenhang mit der Wärmeleitfähigkeit bzw. Wärmedämmfähigkeit. Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß, je höher die Rohddichte, je geringer die Wärmedämmfähigkeit ist.

Ein wärmeschutztechnischer Nachweis ist in den Akten nicht enthalten, üblicherweise liegen auch für den hier verwendeten Styropor®-Beton keine hinreichend genauen Stoffdaten vor, als daß ein solcher Wärmeschutz noch ausgeführt werden könnte.

Nach den Bestimmungen der Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt müssen die u. a. für Decken-, Wände- und Treppenelemente verwendeten Baustoffe und Bauteile eine allgemeine Baustoffzulassung besitzen.

Eine solche allgemeine Baustoffzulassung für Styropor®-Beton liegt nach meinem Kenntnisstand nicht vor.

Soweit Elemente aus an sich bauaufsichtlich allgemein zugelassenen Teilen, hier möglicherweise die Stahlleichtprofile, vorgefertigt werden, müssen diese vorgefertigten Teile eine bauaufsichtliche Zulassung, regelmäßig vom Institut für Bautechnik in Berlin, besitzen (BauO LSA §§ 20 - 28).

Eine solche bauaufsichtliche Zulassung für die verwendeten Elemente ist nicht bekannt.

Der Styropor®-Beton ist in Form von "Elementiertes Bauen mit stabilisiertem Leichttragwerk" zur Anwendung gekommen. Zur sachgerechten Beantwortung der Beweisfrage ist die Betrachtung auf das Gesamtsystem abzustellen.

Der dabei zur Anwendung gekommene Styropor®-Beton hat weder eine Baustoff- noch eine Typzulassung, ebensowenig wie das Gesamtsystem oder die Bauart.

Zu den Betrachtungen des Systems und der Bauart gehören nach den allgemeinen Anforderungen an die Bauausführung gemäß der Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt:

|  |  |
|--|--|
| § 15 Standsicherheit                                     | DIN 1.045 - Beton und Stahlbeton<br>DIN 18.800 - Stahlbauten   |
| § 16 Schutz gegen schädliche Einflüsse                   | DIN 18.195 - Bauwerksabdichtungen<br>DIN 55.928 - Korrosionsschutz von Stahlbauten und Schutz gegen Feuchtigkeit     |
| § 17 Brandschutz   | DIN 4.102 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen<br>DIN 18.232 - Baulicher Brandschutz                        |
| § 18 Wärmeschutz<br>Schallschutz<br>Erschütterungsschutz | DIN 4.108 - Wärmeschutz im Hochbau<br>DIN 4.109 - Schallschutz im Hochbau<br>DIN 4.105 - Erschütterungen im Bauwesen |

Die Betrachtung muß dabei über die gesamte Baukonstruktion erfolgen, lediglich Betrachtungen zu einzelnen Baustoffen der Konstruktion führen zu keiner Aussage, die für die Beurteilung des Werks herangezogen werden könnte.

Umfassungswände, Innenwände, Decken und Teile der Dachkonstruktion sind wandgroße bzw. zimmergroße vorgefertigte Montageelemente, bestehend aus verzinkten Stahlleichtprofilen und Styropor®-Beton als Ausfachung.

Die verwendete Konstruktion könnte grundsätzlich sowohl eine Stahlbetonkonstruktion i.S.d. DIN 1.045 als auch ein Stahlbau nach DIN 18.800 bzw. DAST. Ri 016 sein. Wegen der angegebenen geringen Wanddicken ist vorrangig die DAST. Ri 016 heranzuziehen.

Nach den Prüfungsunterlagen wurde davon ausgegangen, daß es sich um einen Stahlleichtbau handeln soll.

Zur Beurteilung, ob und inwieweit eine Betrachtung als Stahlbetonkonstruktion heranzuziehen ist, ist wie folgt vorzugehen:

Nach der DIN 1.045 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung, 2.1.3.7 (2) gilt:

"Biegesteife Bewehrung ist eine vorgefertigte Bewehrung, die in stählernen Fachwerken oder porfiliierten Stahlleichtträgern, ggf. mit werkmäßig hergestellten Gurtstreifen aus Beton besteht und ggf. auch für die Aufnahme von Deckenlasten vor dem Erhärten des Ortbetons verwendet wird."

Es ist also nicht so, wie weit verbreitet angenommen wird, daß Stahlbeton ausschließlich unter Verwendung runder Bewehrungsstähle hergestellt wird.

Gemäß aus DIN 1.045, 2.1.1 Stahlbeton gilt:

"Stahlbeton (bewehrter Beton) ist ein Verbundbaustoff aus Beton und Stahl (in der Regeln Betonstahl) für Bauteile, bei denen das Zusammenwirken von Beton und Stahl für die Aufnahme der Schnittgrößen nötig ist."

Die Beurteilung als Stahlbetonkonstruktion kann aus folgenden hauptsächlichen Gründen nicht erfolgen:

1. Die nach der DIN 1.045 zulässige geringste Festigkeitsklasse für Beton ist B5 (5,0 kN/mm<sup>2</sup>). Eine solche Druckfestigkeit wird nicht erreicht.
2. Die Metallprofile sind mit einer Feuerverzinkung versehen. Durch das Verzinken der Stahlkonstruktion ist die Verbundwirkung zwischen Beton und Stahl, auch dem eingebetteten Stahl, nicht in ausreichendem Maße gegeben.

Die gute Schutzwirkung dieser unedlen Metallschicht (der Verzinkung) gegenüber edleren Metallen (Stahl) besteht darin, daß es - nach einer in der Anfangsphase bei Zink vorhandenen elektrochemischen Schutzwirkung - zur Bildung korrosionsbeständiger Oxid- und Metallsalzsichten z. B. Zinkoxid, basischem Zinkcarbonat bzw. Zinkhydroxid kommt, die dicht und beständig genug sind, um (nach Aufhören der katodischen Schutzwirkung) den Angriff aggressiver Atmosphärien auf das Grundmetall zu verhindern.

Dieser Schutzmechanismus erklärt gleichzeitig den großen Einfluß von sauren und alkalischen Luftverunreinigungen, auch angrenzender Stoffe, die die Ausbildung derartig schützender Deckschichten stören können.

Bei Sauerstoffmangel und geringer Kohlensäureeinwirkung aus der Luft kommt es auf verzinkten Oberflächen zu lockeren und lose haftenden Zinkoxidschichten, der sogenannten Weißrostbildung.

Begünstigt wird diese z. B. durch Kondens- und Regenwasser, das die Reaktion von Sauerstoff und Kohlensäure mit Zink zu den gewünschten festhaftenden Schichten verhindert.

Als Beispiel sei angeführt, daß verzinkte Kaltwasserleitungen, die von Wässern der Härte > 8 ° dH beansprucht werden, sehr lange Haltbarkeitsdauer zeigen, dagegen verzinkte Bleche, die im Freien direkt aufeinanderliegend gelagert werden, infolge der Ansammlung von Kondenswasser zwischen den Blechen sehr schnell Weißrost bilden.

Verzinkung als Korrosionsschutz ist daher regelmäßig nicht für Stahlbeton oder in Beton eingebettete Stahltragwerke geeignet. Das Verhalten von verzinkten Spannstählen und Bewehrungsstählen ist von Rehm und anderen im Jahre 1974 untersucht worden (Heft 242, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton).

Danach ist festzustellen, daß verzinkter Stahl sich nicht für die Bewehrung in Stahlbeton eignet, da kein ausreichender Korrosionsschutz entsteht, der unverzichtbar ist.

Im Stahlbeton, welcher unter Verwendung von Normalbeton hergestellt worden ist, entsteht bei der Reaktion der Calciumsilikate im Zementstein freiwerdendes Ca(OH)<sub>2</sub>, welches einen pH-Wert von 12,6 bewirkt. Die stahlschützende (passivierende) Wirkung nimmt ab, wenn durch Luftzutritt (z. B. poröser Beton) das Ca(OH)<sub>2</sub> in CaCO<sub>3</sub> überführt wird (wie bei der Erhärtung von Luftkalk). Dann kann die Rostschuttbildung verlorengehen und ab pH-Werten unter 9,5 kann Rostbildung einsetzen. Gemessen habe ich bei einer vergleichbaren Probe einen pH-Wert von 8,0 - 8,5.

Da zur pH-Wert-Messung frische Bruchflächen zur Verfügung stehen müssen, habe ich bei einer vergleichbaren, aus einem gleichen System errichteten Wohnhaus entnommenen Probe den Bohrkern mit der Stahleinlage zerschlagen. Dabei war ersichtlich, daß ein winkelförmiges Teilstück stumpf und ohne Verbindung an dem Tragprofil anlag. Eine aussteifende Verbindung hat nicht bestanden. Die Passivierung des Stahls durch den Beton ist nicht gegeben, vielmehr liegt ein Spalt vor, der die Wirkung des Zink-Korrosionsschutzsystems erheblich beeinträchtigt.

Für den Fall, daß Schweißverbindungen vorgenommen sein sollten, was ggf. durch umfangreiche zerstörende Prüfungen nachzuweisen wäre, bestünde an dieser Stelle überhaupt kein Korrosionsschutzsystem.

Aus diesem Grunde wird auch bei herkömmlichem Porenbeton ein Korrosionsschutz auf die Bewehrung aufgebracht, weil der Porenbeton im Vergleich zum normalen Beton allein wegen seiner hohen Porosität keinen ausreichenden Schutz bietet.

Der Korrosionsschutz wird üblicherweise in einem Tauchbad aufgebracht. Als Rostschutz kommen organische (z. B. Bitumen mit einer Beimischung von Quarz zur Erhöhung der Haftung) und anorganische Materialien (z. B. Zementschlämme mit Beimischung und zur Erhöhung der Geschmeidigkeit) in Frage.

Es ist festzustellen, daß eine Tragwirkung als Stahlbeton in dem hier zu beurteilenden System nicht stattfindet.

Nach den Informationen des Herrn Dipl.-Ing. sollen die einzelnen Elemente mit selbstschneidenden Gewindeschrauben verbunden werden. Ob das auf der Baustelle so erfolgt ist, geht aus den Unterlagen nicht hervor. Feststellungen dazu erfordern zerstörende Prüfungen erheblichen Umfangs, die unter bewohnten Bedingungen nicht durchgeführt werden können.

DIN 18.800, Teil 1, 7.7: "Der Nachweis der Dauerhaftigkeit für Stahlbauten umfaßt auch Maßnahmen gegen Korrosion, die der zu erwartenden Beanspruchung genügen.

Während der Nutzungsdauer darf keine Beeinträchtigung der erforderlichen Tragsicherheit durch Korrosion eintreten. Besondere Maßnahmen gegen Korrosion können erforderlich sein, z. B. - in Fugen und Spalten, - an Berührungsflächen mit anderen Baustoffen."

Dabei ist unter (771) - Unzugängliche Bauteile - zu beachten: "Sind Bauteile zur Kontrolle und Wartung nicht mehr zugänglich und kann ihre Korrosion zu unangekündigtem Versagen mit erheblichen Gefährdungen oder erheblichen wirtschaftlichen Auswirkungen führen, müssen die Maßnahmen gegen Korrosion so getroffen werden, daß keine Instandhaltungsarbeiten während der Nutzungsdauer nötig sind. In diesem Fall ist das Korrosionsschutzsystem Bestandteil des Tragsicherheitsnachweises.

Beispiele solcher Bauteile sind Haltekonstruktionen hinterlüfteter Fassaden, verkleidete Stahlbauteile, Verankerungen u. ä."

Eine solche Überwachung ist für die Verbindungsmittel und an den Kontaktflächen nicht möglich. Ein Versagen der Schraubverbindung der einzelnen wandgroßen Elemente kündigt sich durch sichtbare Korrosion o. ä. nicht an.

Weiterhin ist zu beachten, daß verzinkte Stahlbauteile grundsätzlich nicht oder nur unter besonderen Bedingungen mangelfrei durch Schweißen miteinander verbunden werden können.

Ob und inwieweit die Baustellenschweißungen in ausreichender Qualität durchgeführt worden sind, konnte ich zerstörungsfrei nicht feststellen.

Herr Dipl.-Ing. gibt an, daß geeignete Beplankungstafeln vorgesehen werden müssen. Derartiges konnte ich nicht feststellen.

Es ist festzustellen, daß die - dauerhafte - Standsicherheit gemäß Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt §§ 15 - 18 nicht als sicher gewährleistet angesehen werden kann.

Nach der Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt § 17, Brandschutz, insbesondere auch DIN 4.102 ist folgendes zu bemerken:

Nach den technischen Informationen des Herrn Dipl.-Ing. soll eine Mindestüberdeckung der Stahlleichtprofile von 3 cm gegeben sein, um eine Feuerwiderstandsklasse F 90 zu erreichen. Das setzt jedoch voraus, daß der Styropor®-Beton eine geschlossene Mörteloberfläche hat, eine Rohdichte von  $\geq 350 \text{ kg/m}^3$  und eine Schaumstoffpartikelgröße Durchmesser  $\leq 3 \text{ mm}$  vorhanden ist.

Nach den Ausführungen von soll der Styropor®-Beton in die Baustoffklasse A 2, nicht brennbar, einzustufen sein, wofür es keine Nachweise gibt.



**Zusammenfassend ist festzustellen, daß:**

- **es sich bei dem angetroffenen Bausystem um ein unzureichend erprobtes System handelt,**
- **Hinweise auf die notwendigen bauaufsichtlichen Zulassungen für die vorgefertigten Elemente und**
- **eine ausreichende Überwachung bei der Fertigung aus den Akten nicht erkennbar sind,**
- **davon auszugehen ist, daß insbesondere die dauerhafte Standsicherheit und die Brandsicherheit nicht gewährleistet sind.**

Bei der Beurteilung der wesentlichen Mängel kommt es nicht darauf an, ob und inwieweit ein unangekündigtes Versagen alsbald zu erwarten ist.

Hierzu wird u. a. auf das (Grundsatz-) Urteil (zur dreißigjährigen Verjährung) des:

BGH, 12.03.1992, , Fundstelle NJW 1992, 1754 = BauR 1992, 500,  
 OLG Oldenburg, 15.12.1993, , Fundstelle BauR 1995, 105 verwiesen.

Die technischen Verhältnisse sind hier denen, wie sie in o. g. Urteilen dargestellt sind, sehr ähnlich.

Das Fehlen einer erforderlichen Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Bauteile oder einer erforderlichen Zulassung für vorgefertigte Elemente im Einzelfall ist ein Mangel, das Vorliegen einer solchen Zulassung begründete jedoch nicht die Vermutung der Eignung oder Mangelfreiheit. vgl.:

BayObLG München 1a. Zivilsenat, Az. RReg ,  
 Fundstelle BayObLGZ 1965, 144 LT - "Landshuter Decke".

Zur Problematik auch

BGH, 7. Zivilsenat, 24.09.1992, Az. ,  
 Fundstelle u. a. ZfBR 1993, 20 - 25.  
                   MDR 1993, 47 - 48  
                   NJW-RR 1993, 47 - 48  
                   BauR 1993, 79 - 80

BGH 7., Zivilsenat, 09.07.1987, Az.  
 Fundstelle u. a. NJW-RR 1987, 1305 - 1306  
 OLG Köln, 13. Zivilsenat, 24.05.1989, Az.  
 Fundstelle u. a. BauR 1990, 103 - 104

Bei der Beurteilung einer Bauleistung (insbesondere wie dieser) kommt es nicht unbedingt (nur) auf das vorhandene Schadensbild, sondern auch auf den wahrscheinlichen Eintritt eines Schadens an.

BGH, 7. Zivilsenat, 24.10.1996, Az.  
 Fundstelle: IBR 1997, S. 55

Die zu I. aufgelisteten Baumängel, soweit sie von mir festgestellt worden sind, sind auf ein ungeeignetes Bausystem und mangelhafte Leistung der Ausführenden zurückzuführen.

Welche Ursachen dazu geführt haben, daß derart mangelbehaftete Gebäude errichtet worden sind, kann ich als Gutachter im Rahmen des erteilten Auftrags nicht ausforschen.

Diese Ursachenermittlung würde weitere Maßnahmen, insbesondere Erhebung von Zeugenbeweise und betriebswirtschaftliche Untersuchungen sowie Begutachtungen von betrieblichen Abläufen erfordern, was nach meiner Auffassung in keinem rechtlich und wirtschaftlich vertretbaren Zusammenhang zur Beantwortung der Beweisfragen steht.

**2. Handelt es sich hierbei um planerische oder handwerkliche Fehler?  
Wie sind die Mängel zu I. auf oder die (Mit-) Verursacher zuzuordnen?**

Es handelt sich um einen planerischen Mangel, denn auch dann, wenn eine statische Berechnung vorgelegen hat, was aus den Akten nur indirekt hervorgeht, sind die Standsicherheit, Brandsicherheit, Dauerhaftigkeit und Eignung für eine bestimmungsgemäße Nutzung des Bauwerks nicht nachgewiesen. Die vorliegende öffentlich-rechtliche Baugenehmigung ändert daran nichts.

Nach meiner gutachterlichen Überzeugung sind die Dauerhaftigkeit, die Brandsicherheit und der bautechnische Feuchteschutz nicht gewährleistet. Es bestehen erhebliche Bedenken, daß die dauerhafte Standsicherheit gewährleistet ist.

Weiterhin sind ganz offensichtlich wesentliche Teile der handwerklichen Leistungen mangelhaft ausgeführt worden. Die einzelnen Leistungen sind bei der Beantwortung der Beweisfragen beschrieben.

Wer die einzelnen Mängel verursacht hat, habe ich nicht ausgeforscht. Festzustellen, wer sie ggf. zu vertreten hat, steht mir nicht zu. Verträge, Leistungsbeschreibungen, Rechnungen o. ä., aus denen ich sachverständige Schlußfolgerungen ziehen und fachliche Erkenntnisse mitteilen könnte, liegen nicht vor. Aus diesem Grunde kann ich keine Zuordnung vornehmen.

**3. Welche Maßnahmen sind erforderlich, um die Mängel zu beheben?  
Wie soll die Mängelbeseitigung zu I. erfolgen?**

Es ist kein Verfahren bekannt, wie dieses grundsätzlich mit wesentlichen planerischen und handwerklichen Mängeln behaftete Bausystem nachgebessert werden könnte. Nach dem von mir gewonnenen Erkenntnisstand ist es mit wirtschaftlich vertretbaren Aufwendungen nicht nachbesserungsfähig.

Wegen der ganz erheblichen Bedenken zur Stand- und Brandsicherheit gibt es nach meiner gutachterlichen Überzeugung auch keine wirtschaftliche Grenze für die Kosten der Mängelbeseitigung. Als Mängelbeseitigung kommt nur der Abbruch und der Neuaufbau nach gegenwärtigem Erkenntnisstand in Frage.

Die Beseitigung der einzeln aufgeführten Mängel halte ich für sinnlos und somit für wirtschaftlich unvertretbar, sofern nicht das Gesamtsystem die Allgemein anerkannten Regeln der Technik und die öffentlich-rechtlichen Vorschriften erfüllt.

**4. Welche Kosten sind für die fachgerechte Mängelbeseitigung zu I. erforderlich und wie sind diese prozentual nach Verursacher(n) zu Ziff. 2 zuzuordnen?**

Für die fachgerechte Mängelbeseitigung sind der Abbruch und der Neuaufbau ähnlicher Gebäude in einem erprobten Bausystem erforderlich.

Die Abbruchkosten werden dabei wie folgt geschätzt:

Abbruchkosten:

|                          |  |                             |
|--------------------------|--|-----------------------------|
| Verbraucher-Markt:       | 3.776 m <sup>3</sup> * 20,00 DM/m <sup>3</sup> = | 75.520,00 DM                |
| Wohn- und Geschäftshaus: | 5.238 m <sup>3</sup> * 35,00 DM/m <sup>3</sup> = | <u>183.330,00 DM</u>        |
| insgesamt netto:         |  | 258.850,00 DM               |
| zzgl. 15 % MwSt.         |  | <u>38.827,50 DM</u>         |
| insgesamt:               |  | 297.677,50 DM               |
| gerundet:                |  | <u><u>300.000,00 DM</u></u> |

Herstellungskosten:

Für die Kostenschätzung habe ich die "Baupreistabellen zur überschlägigen Kostenermittlung" 1997, herausgegeben vom Bauinformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, verwendet.

|                          |   |                               |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| Verbraucher-Markt:       | 3.776 m <sup>3</sup> * 265,00 DM/m <sup>3</sup> = | 1.000.640,00 DM               |
| Wohn- und Geschäftshaus: | 5.238 m <sup>3</sup> * 550 DM/m <sup>3</sup> =    | <u>2.880.900,00 DM</u>        |
| insgesamt brutto:        |   | 3.881.540,00 DM               |
| Außenanlagen:            | 4 % von 3.881.540,00 DM =                         | <u>155.262,00 DM</u>          |
|                          |   | 4.036.802,00 DM               |
| Baunebenkosten 11 %      |   | <u>444.048,00 DM</u>          |
| insgesamt:               |   | 4.480.850,00 DM               |
| gerundet:                |   | <u><u>4.500.000,00 DM</u></u> |

Plausibilitätskontrolle:

|                          |   |                               |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| Verbraucher-Markt:       |   |                               |
| gewerblich:              | 753 m <sup>2</sup> * 1.150,00 DM/m <sup>2</sup> = | 865.950,00 DM                 |
| Wohn- und Geschäftshaus: |   |                               |
| gewerblich:              | 438 m <sup>2</sup> * 1.850,00 DM/m <sup>2</sup> = | 810.300,00 DM                 |
| Wohnen:                  | 706 m <sup>2</sup> * 2.250,00 DM/m <sup>2</sup> = | <u>1.588.500,00 DM</u>        |
| insgesamt netto:         |   | 3.264.750,00 DM               |
| zzgl. 15 % MwSt.:        |   | <u>489.712,00 DM</u>          |
| brutto:                  |   | <u><u>3.754.462,00 DM</u></u> |

Die Abweichung ist innerhalb unvermeidbarer Schätzgenauigkeiten.

Insgesamt werden die Mängelbeseitigungskosten mit 4,5 Mill. DM geschätzt.

Nicht enthalten sind darin Beträge, die gegebenenfalls aus Vermögensschaden geltend gemacht werden können, wie Entmietungskosten, Kosten der Rechtsverfolgung, Steuerschaden u. dgl.

**5. Wie hoch wäre die Wertminderung einer mangelhaften Leistung zu I. anzusetzen, die nach Ziff. 3. in der Beseitigung mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand bewertet werden muß?**

Eine Wertminderung kann aus den vorgenannten Gründen nicht angesetzt werden.

**6. Wie hoch wäre die Wertminderung des vom Antragsteller erworbenen Grundbesitzes mit Gebäude mit 6 Läden und 12 Wohneinheiten sowie weiteres Gebäude mit SB Markt unter Berücksichtigung der zu I. festgestellten Mängel anzusetzen?**

Eine verbleibende Wertminderung ist aus den vorgenannten Gründen nicht anzusetzen.

**7. Wie hoch wäre die Wertminderung des vom Antragsteller erworbenen Grundbesitzes mit Gebäude mit 6 Läden und 12 Wohneinheiten sowie weiteres Gebäude mit SB Markt anzusetzen, soweit die nach Ziff. 3. in der Beseitigung mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand bewertet werden muß?**

Eine derzeitige Wertminderung ist aus den vorgenannten Gründen nicht anzusetzen.

Der Sachverständige bescheinigt durch seine Unterschrift zugleich, daß ihm keine der Ablehnungsgründe entgegenstehen, aus denen jemand als Beweiszeuge oder Sachverständiger nicht zulässig ist oder seinen Aussagen keine volle Glaubwürdigkeit beigemessen werden kann.