



Ü-Kennzeichnung auf Fertigteilen

Warum Zulassungen für kerngedämmte Elementwände?

Den einen ist das Ü-Zeichen auf Betonfertigteilen sowohl ein notwendiger Schutz ihrer Produkte vor billigen Nachahmern wie auch ein Garant für eine gleich bleibende Qualität. Den anderen ist es nur eine bürokratische Hürde, die die Preise für Betonwaren künstlich hoch hält. Brauchen wir solche bauaufsichtlichen Zulassungen wirklich?

Allgemeines

Die übliche Verkehrsrisse am Bau gebietet es, dass auch Betonfertigteile mindestens die anerkannten Regeln der Technik erfüllen müssen. Diese Regeln der Technik sind in den Bauordnungen der Länder gelistet. Gemäß dieser Landesbauordnungen sind Hersteller gehalten, eine Übereinstimmung mit den Technischen Regeln zu erklären und ein so genanntes Ü-Zeichen am Fertigteil deutlich sichtbar anzubringen. Für nicht geregelte Bauprodukte, beispielsweise solche Produkte, die in der DIN nicht vollständig erfasst sind, fordern die Landesbauordnungen die Übereinstimmung mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall. Demzufolge hat der Hersteller im Ü-Zeichen die entsprechende Zulassungsnummer anzugeben. Ein Beispiel hierfür ist die kerngedämmte Elementwand, die auch als Thermowand bezeichnet wird. Wenn Elementwände kein Ü-Zeichen aufweisen, weil es sich um ein nicht überwachttes Billigprodukt handelt, drohen den Verwendern höchst unangenehme Konsequenzen. So kann die Bauaufsicht gemäß Landesbauordnung dies als Ordnungswidrigkeit ahnden und eine Geldbuße auferlegen oder gar die Baustelle stilllegen, bis die Billigprodukte gegen solche ausgetauscht worden sind, die den Regeln entsprechen. Oder die Verwendbarkeit der Produkte muss durch aufwändige Bauteiluntersuchungen und Gutachten nachträglich nachgewiesen werden. Die wirtschaftlichen Folgen liegen auf der Hand: Verteuerungen, Terminüberschreitungen, Konventionalstrafen und womöglich langwierige juristische Auseinandersetzungen.

Besonderheiten für kerngedämmte Elementwände

Die kerngedämmten Elementwände („Thermowände“) sind eine Weiterentwicklung der bekannten und langjährig bewährten Doppelwände – zwei durch Gitterträger miteinander verbundene Betonschalen, die auf der Baustelle mit Kernbeton zu einem monolithischen Bauteil veredelt werden. Bei Thermowänden ist bereits werkseitig eine Kerndämmung eingebaut, die den Wänden definierte Wärmeschutzigenschaften verleiht. Die Konstruktion mit speziellen Gitterträgern erlaubt es, die Außenschale statisch zu aktivieren. Für Thermowände, die

Ü marking on precast parts

Why approvals for core-dampened precast walls units?

The first is the Ü designation on precast concrete parts needed both as protection for your products against cheap imitations as well as an assurance for constancy in the quality. The other is just burocracy to keep the prices for concrete products artificially high. Do we really need such approvals from authorities supervising construction?

Introduction

Accepted construction site practice dictates that, as a minimum requirement, prefabricated concrete components should be constructed according to the generally accepted state of the art. The state of the art is defined in the building regulations of the individual states. According to these regional building regulations, manufacturers are obliged to declare compliance with the technical regulations and to attach a so-called “Ü” label to prefabricated components in such a way that it is clearly visible. For building products that are not covered by regulations, e.g. products that are not fully covered by



Bild 1. Übereinstimmungszeichen auf Basis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z 15.2-162

Fig. 1. Compliance label based on the general technical building authority approval no. Z 15.2-162



Dr. Herbert Kahmer, Jahrgang 1953, promovierte in 1981 am Institut für Statik an der TH Darmstadt. Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Tragwerksplanung für konventionelle Wohn-, Gewerbe- und Industriebauten folgte 1986 die Spezialisierung im Fertigteilbau zunächst als Technischer Leiter bei imbau industrielles Bauen GmbH und später als Geschäftsbereichsleiter bei der Fröhlich-Bau AG. Seit 1994: Geschäftsführer der Syspro-Qualitätsgemeinschaft

eine Kerndämmung aus Styroporplatten enthalten, gibt es zurzeit eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und zwar die Z 15.2-162 mit der Syspro-Qualitätsgemeinschaft als Zulassungsinhaber. Das Deutsche Institut für Bautechnik hat beim Zulassungsverfahren anerkannt, dass es sich bei der Thermowand um ein hochwertiges High-Tech-Produkt handelt. Das Ü-Zeichen für die Thermowand darf nur dann angebracht werden, wenn die Eigen- und Fremdüberwachung nach zusätzlichen Kriterien erfolgen, die in gesonderten Prüfplänen des Deutschen Instituts für Bautechnik verankert sind. Diese Prüfpläne umfassen auch Nachweise über die Mitarbeiterqualifikation. Das Instrumentarium der Zulassung hat sich im Falle der Thermowand auch deshalb als wertvoll herausgestellt, da sich im Zulassungsverfahren wichtige, für die Dauerhaftigkeit und Standsicherheit des Bauwerks entscheidende Konstruktionsregeln ergaben. Die Einhaltung dieser Konstruktionsregeln fehlt bei den unautorisierten Nachbauten, die in der jüngsten Zeit bemängelt wurden. Die wohl augenfälligsten Abweichungen waren:

- ▶ Statt gemäß bauaufsichtlicher Zulassung mit speziellen Gitterträgern aus Edelstahl wurden die beiden Wandschalen der Nachbauten mit räumlichen Gitterträgern aus normal rostendem Baustahl verbunden. Die Ausführung mit normal rostendem Stahl verstößt nicht nur gegen die Zulassung der Thermowand, sondern auch gegen die in Abschnitt 6.3 der DIN 1045-1 genannten Grundsätze für den Korrosionsschutz. Letztlich ist auch die Zulassung Z-30.3-6, Tabelle 1, nicht eingehalten worden, die für Bauteile in unzugänglichen Konstruktionen die Verwendung von Edelstahl der Werkstoffnummer 1.4571 vorschreibt
- ▶ Die Polystyrolplatten der Dämmung werden beim Original fugendicht oder mit Zwischenräumen bis 1,5 cm verlegt, wobei die Fugen werkseitig mit PU-Schaum geschlossen werden. Bei den unautorisierten Nachbauten betragen die Dämmplattenabstände 8 und mehr Zentimeter, die Ausschäumung erfolgte ungleichmäßig. In Verbindung mit dem normal rostenden Baustahl (dreimal höhere Wärmeleitfähigkeit als Edelstahl) ist die Dämmwirkung gegenüber dem Original um etwa 80% verschlechtert, d.h. sie ist nahezu unwirksam
- ▶ Bei der statisch-konstruktiven Bearbeitung der Nachbauten wurde unterschlagen, dass es sich nicht um Sandwichplatten nach DIN 1045, Abschnitt 13.7.3 handelt. Die Bemessung der Thermowände nach DIN 1045, Abschnitt 13.7.3 reicht schon deswegen allein nicht aus, weil es sich bei dieser Wandart um ein Halffertigteil handelt, für das gemäß DIN 1045-1, Abschnitt 13.7.1 die Zulassungen gelten. Im Unterschied zu den klassischen Sandwichplatten führen bei den Thermowänden die Temperaturänderungen der Außen-

DIN, regional building regulations require compliance with a general technical building authority approval or an individual approval. Accordingly, the manufacturer has to specify the associated approval number within the Ü label. One example are core-insulated prefabricated walls, also known as thermowalls. The use of sub-standard, unmonitored prefabricated walls without "Ü" label can have very unpleasant consequences. According to the regional building regulations, the building authorities may regard their use as a punishable offence and impose a fine. They may even shut down the site, until the sub-standard products have been replaced with products that comply with the regulations. Alternatively, building authorities may ask for usability of the products to be demonstrated retrospectively through complex component examinations. The economic consequences are obvious: rise in costs, missed deadlines, contract penalties and possibly long-drawn-out legal disputes.

Special features of core-insulated prefabricated walls

Core-insulated prefabricated walls ("thermowalls") represent a further development of tried and tested double walls. A monolithic component is formed from two concrete shells that are joined by lattice beams, using core concrete on site. Thermowalls feature pre-installed core insulation, so that the finished wall has predefined thermal insulation characteristics. The use of special lattice beams enables the external skin to be structurally activated. A general technical building authority approval currently exists for thermowalls with core insulation consisting of polystyrene slabs, i.e. approval no. Z 15.2-162 held by Syspro quality association. During the approval process, "Deutsches Institut für Bautechnik" (German Institute of Construction Engineering) acknowledged that thermowall is a high-quality, high-tech product. The "Ü" label for thermowalls requires in-house and external monitoring according to additional criteria, which are specified in separate German Institute of Construction Engineering quality control plans. These quality control plans also include evidence of staff qualification. For the thermowall, the approval process has proved valuable, since it resulted in important design rules that are crucial for ensuring durability and stability of the structure. Recent unauthorized copies of such walls do not comply with these design rules. The following main deviations were found:

- ▶ Instead of using special stainless steel lattice beams according to the building authority technical approval, in the copies the two wall skins were connected with spatial lattice beams made of ordinary structural steel. This type of construction not only violates the technical approval for ther-



Bild 2. Thermowände im Original mit einreihigen Gitterträgern und Edelstahl-diagonalen
Fig. 2. Original thermowalls with single-row lattice beams and stainless steel diagonals



Bild 3. Unautorisierter Nachbau von Thermowänden mit räumlichen Gitterträgern aus normalem Baustahl
Fig. 3. Unauthorized copy of thermowall with spatial lattice beams made of standard structural steel



schale zu einer erheblichen Zwangbeanspruchung. Dieser Zwang tritt in der gesamten Wand auf. Bei üblichen Wandabmessungen ergibt sich bis zu 5 kN Druck in den Gitterträgerdiagonalen; der Kern erfährt eine Biegung von 6 kNm/m. Diese Beanspruchung tritt zyklisch auf und wird normativ allein in der Zulassung geregelt

Anwendung bei Gewerbehallen

Thermowände in Gewerbehallen bieten beträchtliche wirtschaftliche Vorteile, da anstelle der klassischen Sandwichfassade mit Stütze und Köcherfundament nun die Thermowand als lastabtragendes Element in die Bodenplatte eingespannt werden kann. Damit liegt statisch ein Kragsystem vor, das wie bei Stützwänden am Fußpunkt eine besondere Tragfunktion benötigt. Der Wandfuß ist mit der Bodenplatte biegefest zu verbinden. Daher ist der ansonsten unbewehrte Kernbeton bereits werkseitig mit einer zusätzlichen Bewehrungslage auszurüsten. Diese Kernbewehrung muss mit den Anschlussseisen der Bodenplatte einen Übergreifungsstoß bilden. Auf Grund der Bauweise ist dieser Stoß während der Ausführung nicht einsehbar. Bemessung und Ausführung dieses Fußpunktes bedürfen somit einer besonderen Sorgfalt. Ein häufiger Fehler in der Umsetzung der statischen Berechnung ist die Annahme über die Einspannung der Wände in die Bodenplatte. Das folgende Beispiel verdeutlicht die Problematik. Bei den Nachbauten gehen die Annahmen der Statik unzutreffend von einer monolithischen Tragwirkung am Fußpunkt aus, im Beispiel mit einer statischen Höhe von 23 cm, d. h. es wird von einem in voller Höhe tragenden Querschnitt ausgegangen. Jedoch kann durch die Montageart der Wandplatten weit weniger an Höhe als tragend angesetzt werden. Falls die Innenschale nicht

mowalls, but also the corrosion protection principles specified in section 6.3 of DIN 1045-1. Furthermore, the unauthorized copies do not comply with Table 1 of technical approval no. Z-30.3-6, which specifies that stainless steel 1.4571 should be used for components in inaccessible structures

- In the original wall, the polystyrene slabs are placed without joints, or with joints up to 1.5 cm, which are sealed in the factory using PU foam. In the unauthorized copies, distances between the insulation slabs were found to be 8 centimetres or more, with uneven subsequent application of foam. In conjunction with the fact that standard structural steel was used (which has three times higher thermal conductivity than stainless steel), compared with the original wall the insulating effect was reduced by approximately 80%, i.e. insulation was almost non-existent
- The structural calculations for the copies ignored the fact that the components are not sandwich slabs according to DIN 1045, section 13.7.3. Thermowalls should not be dimensioned according to DIN 1045, section 13.7.3, since this wall type is a semi-prefabricated component, for which the approvals according to DIN 1045-1, section 13.7.1 apply. In contrast to classic sandwich slabs, temperature changes in the external skin of thermowalls lead to significant stress that affects the complete wall. For standard wall dimensions, the pressure in the lattice beam diagonals can be up to 5 kN, with a bending moment in the core of 6 kNm/m. This stress occurs cyclically and is covered exclusively by the technical approval

Application for commercial halls

In commercial halls thermowalls can offer substantial economic benefits, because instead of the classic sandwich façade with column and sleeve foundation, the thermowall can be fixed in the floor slab and act as a load transfer element. Structurally, this arrangement forms a cantilever system that, like retaining walls, requires a special support function at the base point. The bottom of the wall should be rigidly connected with the floor slab. The core concrete, which otherwise is not reinforced, therefore has to be equipped with an additional reinforcement layer in the factory. This core reinforcement must form a lapped joint with the connecting rods of the floor slab. Due to the design, this joint is not visible during construction. The base point therefore has to be dimensioned and executed with particular diligence. One common mistake during the implementation of the structural calculation is the assumption that the walls are constrained in the floor slab. The following example illustrates the problem. In the copies, the structural design incorrectly assumes monolithic structural behaviour at the base point, in this example a structural height of 23 cm, i.e. it the full height of the cross section is assumed to be load-bearing. In reality, due to the way the wall slabs are constructed, much less of the available height can be assumed to be load-bearing. If the internal skin does not sit on pressure-resistant mortar, the structural height may be reduced by approximately 30%.

According to technical approval no. Z 15.2-162, for reinforced and non-reinforced walls, the joint can be used for pressure transfer if it is at least 3 cm high. Larger joint heights are required for cantilever walls, i.e. for joints under bending compression. This is similar to the punching shear range in precast floor slabs, due to the lack of load distribution in smaller bending compression zones. The floor joint of the copies was therefore particularly disturbing. A structurally functional connection between the wall and the floor slab would be particularly important at this point. However, the poured concrete that has seeped out was obviously poorly compacted. For the structural height, this results in the above-mentioned deficit at the point with the greatest load. This deficit is exaggerated through random but foreseeable tolerances in the connecting rebars.

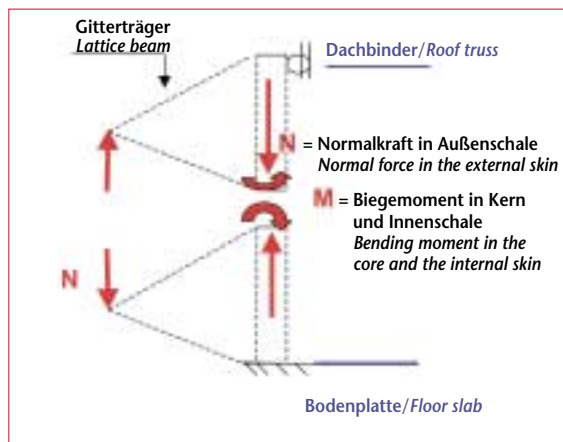


Bild 4. Zwangskräfte infolge Temperaturbeanspruchung der Außenschale
Fig. 4. Constraining forces as a result of temperature stresses in the external skin

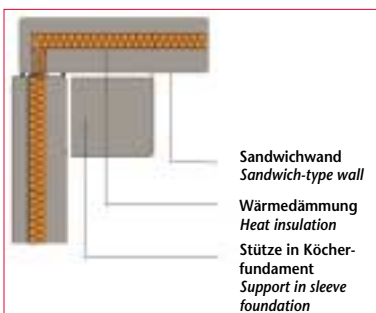


Bild 5. Klassische Sandwichbauweise nach DIN 1045
Fig. 5. Classic sandwich-type method of construction per DIN 1045

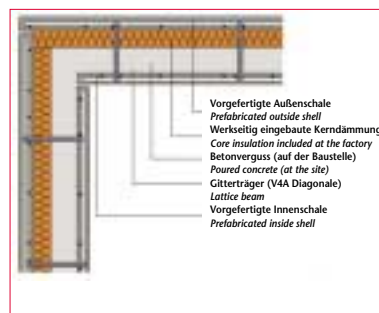


Bild 6. Korrekte Thermowandausführung (Horizontalschnitt)
Fig. 6. Correct thermo-wall design (horizontal section)

druckfest untermörtelt ist, kann sich die statische Höhe um etwa 30% reduzieren.

Bei bewehrten und unbewehrten Wänden kann – gemäß Zulassung Z 15.2-162 – die Fuge zur Druckübertragung herangezogen werden, falls die Fugenhöhe mindestens 3 cm beträgt. Für Kragwände, d.h. Fugen im Biegedruckbereich, sind größere Fugenhöhen erforderlich. Dies ergibt sich in Analogie zum Durchstanzbereich in Elementdeckenbauweise wegen der in kleinen Biegedruckzonen fehlenden Lastverteilungsmöglichkeit. Besonders bedenklich zeigte sich somit die Ausbildung der Bodenfuge der Nachbauten. Gerade dort wäre es auf eine statisch funktionsfähige Verbindung zwischen Wand und Bodenplatte angekommen. Der ausgetretene Vergussbeton war aber augenscheinlich mangelhaft verdichtet. Hieraus folgt für die statische Höhe das oben erwähnte Defizit an der höchst belasteten Stelle. Dieses Defizit wird durch die unplanmäßigen, jedoch vorhersehbaren Toleranzen der Anschlussbewehrung noch vergrößert.

In der Statik eines Beispiels der Nachbauten wurde die Übergreifungslänge zwischen der 12 mm dicken Bewehrung der Bodenplatte und der Kernbewehrung zu 53 cm ausgerechnet. Voraussetzung hierfür war, dass die Bewehrung im Verbundbereich 1 (guter Verbund) liegt. Da aber die mehr als 5 m hohen Wände hier nicht richtig ausbetoniert wurden – die feinkörnige Anschlussmischung in der Regel fehlt, ebenso professionelles Equipment für Betonage, Vernadeln und Verdichtung des dünnen Kerns –, wird wegen der üblichen Baustellenpraxis allenfalls der weniger günstige Verbundbereich 2

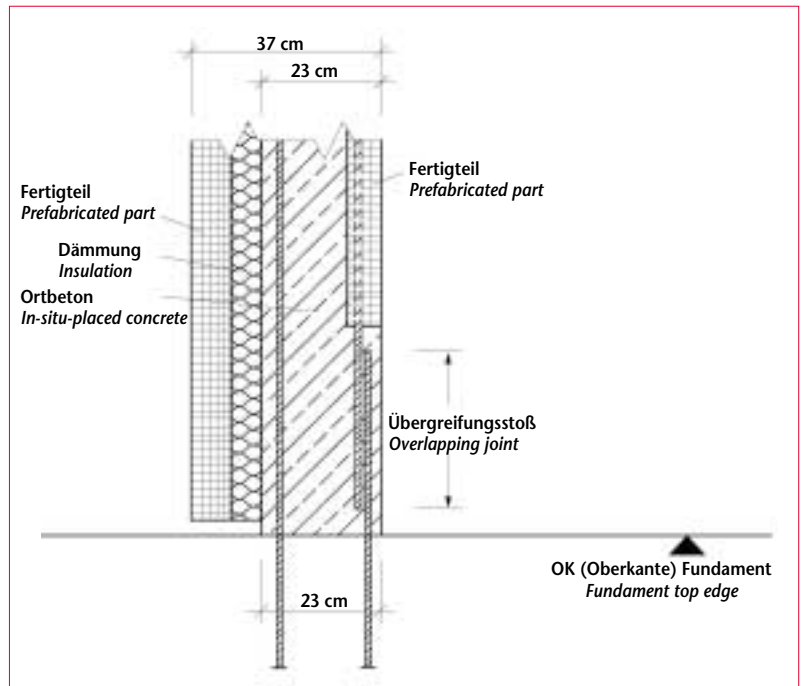


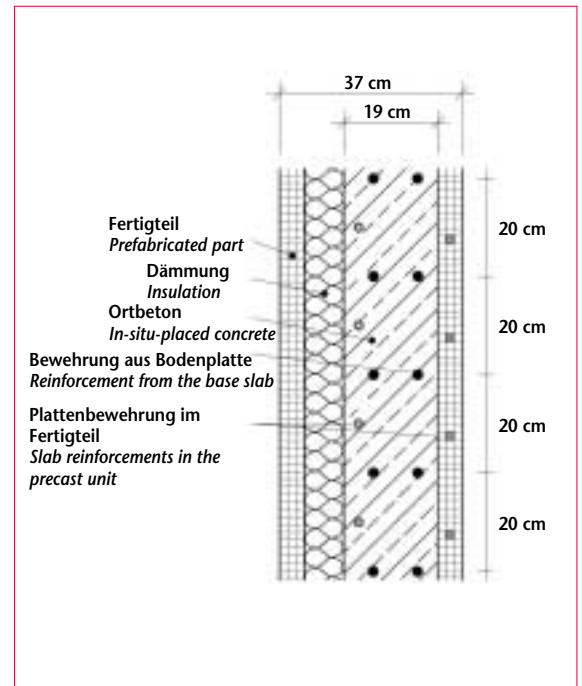
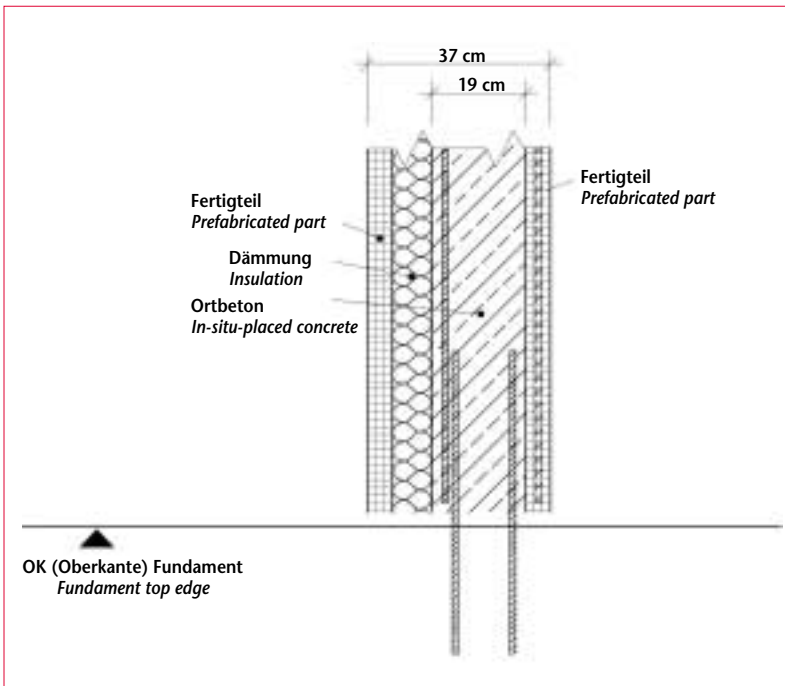
Bild 7. Statische Annahme für die Anschlüsse
Fig. 7. Structural assumption for connections

In structural calculations for a copy, the lap length between the 12 mm dia. reinforcement bars of the floor slab and the core reinforcement was calculated as 53 cm. This value requires reinforcement within bond range 1 (good bond). However, because the concrete for the walls, which had a height of more than 5 m, was not poured correctly (the fine-grained connection mixture was usually missing, as was professional equipment for concreting, anchoring and compacting the thin core), bond range 2 should have been used at best. This requires twice the lap length, i.e. 106 cm. In technical approvals for prefabricated walls and precast floor slabs, and also in DIN 1045-1, Figure 74b, due to the concealed reinforcement joint the above value of 106 cm is increased by a further 10 cm. For standard reinforcement joints, tension bars can be arranged side by side to achieve a maximum distance of four times the bar diameter. However, due to the inadequate construction of the copy, this cannot be guaranteed. Accordingly, a minimum lap length of 116 cm is required. In copies, reinforcement bars are often found to protrude only 90 cm, which means they are approximately 30 cm too short,



Bilder 8 und 9. Mangelhafte Ausführung der Anschlüsse
Figs. 8 and 9. Inadequate construction of connections





Bilder 10 und 11. Ausführung vor Ort
Figs. 10 and 11. Construction on site

anzusetzen sein. Dieser erfordert die doppelte Übergreifungslänge, nämlich 106 cm. In Zulassungen für Elementwände und Elementdecken und auch in DIN 1045-1, Bild 74b, sind diese 106 cm nochmals um 10 cm zu vergrößern, da es sich um eine Bauweise mit verdecktem Bewehrungsstoß handelt. Bei üblichen Bewehrungsstößen ist es möglich, die auf Zug beanspruchten Stäbe unmittelbar nebeneinander anzuordnen, sodass sich der maximale Abstand, d. h. vierfacher Stabdurchmesser, einstellen kann. Dies kann wegen der mangelhaften Bauart nicht zielsicher realisiert werden. Folglich ergibt sich ein Mindestmaß der Übergreifungslänge von 116 cm. Die bei den Nachbauten häufig nur 90 cm herausragenden Bewehrungen sind demzufolge etwa 30 cm zu kurz, dies entspricht einem weiteren Defizit im Sicherheitsniveau ausgerechnet an der höchst belasteten Stelle.

Zusammenfassung

Das Ausmaß der Mängel von Nachbauten der Thermowand als kerngedämmte Elementwand verdeutlicht die Bedeutung von Zulassungen bei der Verwendung von neu entwickelten Bauprodukten. Während die Ausführung durch den Inhaber der Zulassung auf langjährig entwickeltem Know-how basiert, waren die Nachbauten sehr anfällig für Mängel der Gebrauchstauglichkeit, der Tragfähigkeit und des Wärmeschutzes. Der Auftraggeber erhält somit ein Bauwerk, das sich mittelfristig zur Gefahrenquelle entwickeln dürfte. Der juristisch und praktisch korrekte Weg wäre gewesen, eine Lizenz für das patentgeschützte Wandsystem zu erwerben, um sich so das richtige Know-how rechtmäßig erwerben zu können.
Herbert Kahmer, Erlensee

Syspro Qualitätsgemeinschaft
Hanauer Straße 31
63526 Erlensee / Germany
www.syspro.de
E-Mail: syspro.gf@t-online.de

representing a further safety deficit precisely at the point that is subject to the maximum stress.

Summary

The scale of defects found in copies of thermowalls (core-insulated prefabricated walls) illustrates the significance of technical approvals for newly developed building products. While the walls constructed by the holder of the technical approval are based on know-how developed over many years, the copies were very prone to defects in fitness for purpose, load carrying capacity and thermal insulation. Clients are therefore likely to end up with a building that may well develop into a safety hazard in the medium term. The legally and practically correct way would have been to obtain a licence for the patented wall system, in order to officially acquire the required know-how.

LITERATUR

REFERENCES

- [1] Liste der im Land Hessen bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen. Fassung: September 2002.
- [2] Bauordnung Hessen (HBO). 1. Auflage, 2000.
- [3] Mangelhafte Ausführung einer kerngedämmten Elementwand infolge Missachtung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. H. Kahmer, im August 2004, www.syspro.org.
- [4] Wenn Baubehörden das Ü-Zeichen vermissen. G. Wiegand, Materialprüfungsamt der LGA Nürnberg. LGA Rundschau 2000-1.
- [5] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.2.-162 für Thermowände. Deutsches Institut für Bautechnik, 1999.
- [6] Zulassungbedürftigkeit von Thermowänden. Schreiben des DIBt vom 5. Oktober 2004.
- [7] Zuganker aus korrosionsbeständigem Stahl mit Biegebeanspruchung oberhalb der Streckgrenze. G. Utscher, Betonstein-Zeitung 5/1969.