

Anschlusslösungen der Gebäudehülle an das Tragwerk

Dr.-Ing. Heinz Pape
bauart Konstruktions GmbH & Co. KG
Beratende Ingenieure
DE-Lauterbach



Anschlusslösungen der Gebäudehülle an das Tragwerk

1. Einleitung

Energie durch effiziente Nutzungen einzusparen und fossile Energie durch erneuerbare zu substituieren, sind die beiden Kernelemente mit der die Bundesregierung die Ziele der Energiewende erreichen will.

Insbesondere einer Steigerung der Energieeffizienz der Bestandsgebäude kommt eine besondere Bedeutung zu. In der Bundesrepublik entfallen ca. 40 % des gesamten Energieverbrauches auf den Gebäudesektor. Davon wiederum ca. 60 % auf den Gebäudebestand, der zwischen 1950 und 1978 errichtet wurde.

Gerade bei diesen Gebäuden ist es nachweislich technisch möglich und auch wirtschaftlich sinnvoll, durch eine energetische Sanierung den bestehenden Heizwärmebedarf von 200 – 250 kWh/m²a um den Faktor 10 auf 20 bis 25 kWh/m²a zu reduzieren.

Als Anreiz für die Umsetzung der energetischen Sanierung werden für den Wohnungsbau von der Bundesregierung zahlreiche Förderprogramme angeboten. Aber nicht nur der Wohnungsbau auch die kommunalen Bauten werden gefördert. Die KfW-Programme zur CO₂-Gebäudesanierung in Kommunen wurden 2012 nochmals verbessert.

2. Energetische Sanierung – üblicher Standard

Die zurzeit häufigste Form der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden erfolgt durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS) auf der Fassade. In der Regel werden synthetische oder auch mineralische WDVS mit einer Dämmstoffdicke von bis zu 16 cm eingesetzt. Die Systeme werden gemäß den bauaufsichtlichen Regeln geklebt oder gedübelt. Das abschließende Putzsystem wird häufig für gestalterische Verbesserungen genutzt. Im Zuge der Fassadenerneuerung werden auch die bestehenden Fenster ausgetauscht, wenn diese im Bereich der geplanten Nutzungsdauer von ca. 20 – 25 Jahre sind.

Eine energetischen Ertüchtigung von Bestandsgebäuden bis hin zum Passivhaus oder auch eines KfW-Energiesparhauses 40 ist eher selten. Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden Dämmstoffdicken von ca. 30 cm erforderlich. Bereits realisierte Vorhaben zeigen, dass durch die hohe Energieeffizienz dieser Gebäude auch die durchgeführten Maßnahmen langfristig wirtschaftlich sind. Es zeigt sich aber auch, dass mit zunehmender Dämmstoffdicke die Anforderungen an die Bauausführung des Wärmedämmverbundsystems steigen, diese aber nicht in allen Fällen realisiert werden.

3. TES-Energy Fassade

3.1. Allgemeines

Die Wohnungswirtschaft suchte schon seit langem nach Möglichkeiten einer energetischen Gebäudesanierung, die schnell und ohne wesentliche Beeinträchtigungen der Mieter realisiert werden kann. Im Wesentlichen werden kurze Einrüstzeiten und ein optimierter Fensterwechsel gefordert.

Aber nicht nur im Wohnungsbau werden Alternativen zur bisherigen Methode der Sanierung gesucht. Insbesondere bei den Skelettbauten in Stahlbetonfertigteiltbauweise sind hochwärmedämmte Systeme gefragt. Die Außenwände sind i. d. R. als Fertigteilelement konstruiert. Neben Betonsandwichenelementen wurden auch häufig Metall- oder Plattenfassaden eingesetzt. Diese Fassaden erfüllen bei weitem nicht mehr den geforderten energetischen Standard und können nur bedingt durch WDVS-Systeme ertüchtigt werden. Auch hier sind Systeme gesucht, die weitestgehend wärmebrückenfrei eine schnelle Ertüchtigung der Gebäudehülle ermöglichen.

Der Holzbau kann nicht zuletzt aufgrund der Möglichkeiten einer Vorelementierung diese Anforderungen sehr gut erfüllen. Darüber hinaus kann vollständig auf synthetische

Dämmstoffe verzichtet werden und es kommen überwiegend nachwachsenden Rohstoffe zum Einsatz.

Die ersten vorelementierten Holzbaufassaden werden bereits seit 2005 als „Prototypen“ realisiert. Mit dem europäischen Forschungsprojekt „TES-EnergyFassade“ wurden in den Jahren 2008 und 2009 Systematiken zur Umsetzung der vorgefertigten Holzbaulösungen entwickelt. Bis zum heutigen Zeitpunkt konnte in zahlreichen Projekten die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit dieser Fassaden nachgewiesen werden.

3.2. Bestandsuntersuchungen

Eine energetische Gebäudesanierung mittels großformatigen Holzrahmenelementen bedarf einer detaillierten Planung.

Dabei sind besondere Kenntnisse des Bestandes sowohl hinsichtlich der Geometrie als auch der Qualität der vorhandenen Bausubstanz von wesentlicher Bedeutung:

Aufmaß

In der Regel sind die Bestandspläne des energetisch zu ertüchtigenden Gebäudes nicht geeignet, um als alleinige Grundlage für eine werkseitige Vorfertigung großformatiger Fassadenelemente zu dienen.

Die Vermessung der Bestandsfassade ist somit unentbehrlich, um so ein digitales Aufmaß der Fassade für die Fertigung bereitzustellen. Neben der Grundrissgeometrie sind auch alle Öffnungen zu erfassen.

Die Anforderungen an die Genauigkeit dieses Aufmaßes sind direkt abhängig von den Elementgrößen, den Maßtoleranzen bei der werkseitigen Elementfertigung und auch der Montage.

Bestandsuntersuchung

Im Gegensatz zu einem klassischen Wärmedämmverbundsystem, welches entweder gedübelt oder geklebt wird, sind vorelementierte Fassadensysteme konstruktionsbedingt deutlich schwerer. Eine genaue Planung der Verankerungspunkte in Abhängigkeit der Tragfähigkeit der eingesetzten Verbindungsmittel ist somit unumgänglich.

Im Zuge der Planung sind umfassende Untersuchungen des Bestandes erforderlich.

Neben dem Eigengewicht der Fassade von ca. 80 kg/m² müssen auch die Windeinwirkungen auf das Fassadensystem in der Bestandskonstruktion verankert werden.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Verankerungsgrundes sind Vor-Ort-Untersuchungen und daraus resultierend auch Laboruntersuchungen zielführend.

Es ist empfehlenswert, Zugversuche an Dübeln verschiedener Bauart durchzuführen, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad der Verankerungspunkte zu erzielen. In Bild 1 ist exemplarisch der Versuchsaufbau für eine Tragfähigkeitsprüfung von Dübeln in einer Geschossdecke dargestellt. Nach vergleichbarem Vorgehen wird auch die Dübeltragfähigkeit in Mauerwerkswänden ermittelt.



Bild 1: Versuchseinrichtung für Dübelzugversuch in der Stirnseite der Stahlbetondecke

Die gewonnenen Erkenntnisse über die Tragfähigkeit und die Qualität des Bestandes sind die Grundlage für die weitere Tragwerksplanung der Fassade.

3.3. Tragwerksplanung

Im Sinne der Landesbauordnungen ist eine vorgeständerte Fassade eine bauliche Anlage, die standsicher zu erstellen ist.

Somit ist im Gegensatz zu den üblichen WDVS-Systemen, bei denen die Verwendung in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt ist und aufgrund der dortigen Ausführungsregeln ein rechnerischer Nachweis nicht erforderlich ist, für die TES-EnergyFassade ein Nachweis der Standsicherheit zu erstellen.

Die Standsicherheit der Fassade ist i. d. R. für zwei wesentliche Lastfälle nachzuweisen. Dies sind der Lastfall Eigengewicht (vertikaler Lastabtrag) und der Lastfall Wind (horizontaler Lastabtrag). Die Beanspruchung der Verbindungsmittel an den einzelnen Verankerungspunkten ist wesentlich von der Art und Größe der Elemente abhängig. Als Grundlage für die Wahl der Verankerungsmittel sind die Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen (s. Kap. 3.2) heranzuziehen.

Grundsätzliche Überlegungen zum Lastabtrag sind in Bild 2 zusammengestellt. In jedem Einzelfall ist auch unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit des Verankerungsgrundes die Variante des Lastabtrags zu prüfen und auszuwählen. Neben einer Verankerung an der vorhandenen Fassadenfläche sind auch Lösungen eines Vertikallastabtrages am Wandkopf oder am Wandfuß denkbar.

In Bild 3 sind Varianten des horizontalen Lastabtrags dargestellt. Neben gezeigten Alternativen kann der vertikale und horizontale Lastabtrag in Kombination an Befestigungspunkten erfolgen, die kontinuierlich in einem kleinen Abstand über die Fassadenfläche verteilt sind. Diese Variante ist jedoch eher zielführend für die Befestigung kleinteiligere Fassadenelemente.

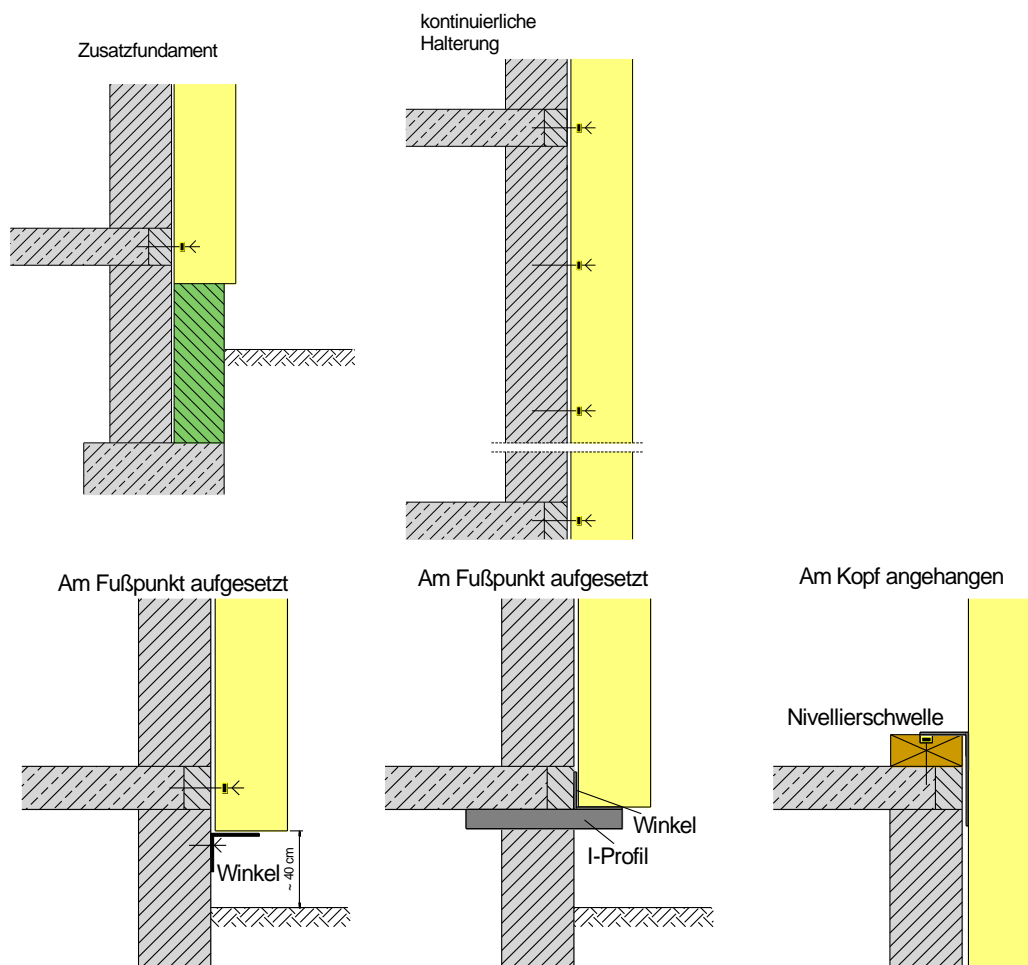


Bild 2: Verankerung der Elemente (vertikaler Lastabtrag)

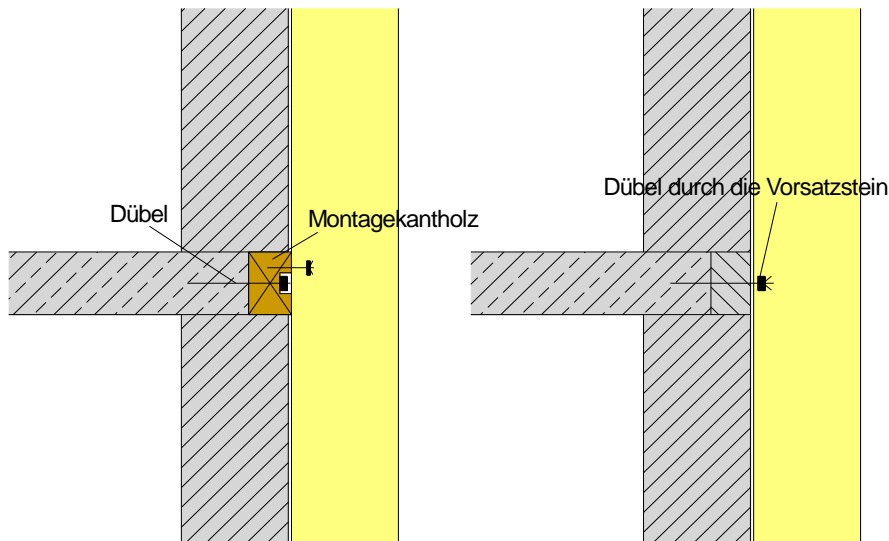


Bild 3: Varianten des horizontalen Lastabtrags im Bereich der Geschossdecken
©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

In Abhängigkeit der verschiedenen Entwurfsüberlegungen kann eine Elementierung sowohl vertikal als auch horizontal erfolgen (s. Bild 4). Die Wahl der Variante ist sowohl von den örtlichen Gegebenheiten als auch von den Randbedingungen im Herstellwerk abhängig. Insbesondere der Einsatz der Hebezeuge Vor-Ort ist sorgfältig zu beplanen. Auch die Notwendigkeit und der Zeitpunkt der Gerüststellung sind in den Planungsprozess der Montagearbeiten einzubeziehen.

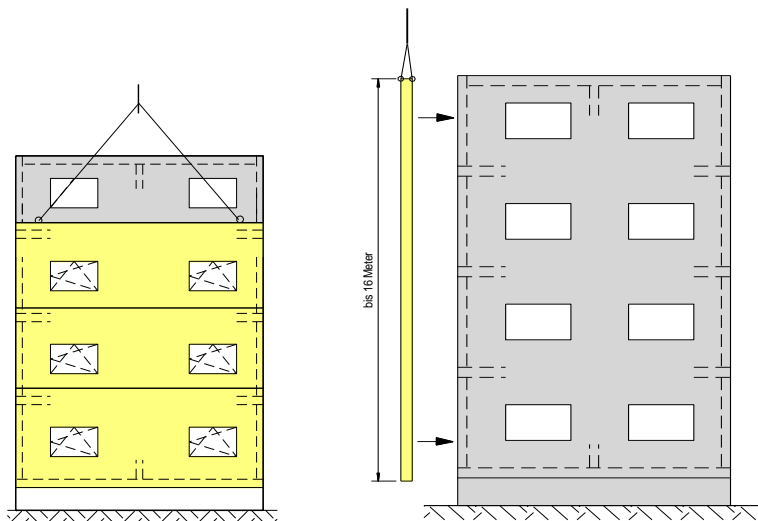


Bild 4: Varianten der Elementierung – horizontal, vertikal
©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

4. Beispiele

4.1. Allgemeines

Der Einsatz der TES-EnergyFassade hat sich besondere bei der energetischen Sanierung von Schulbauten in Skelettbauweise aus Stahlbetonfertigteilen bewährt. Hinsichtlich der Tragwerksplanung gelten die in Kap. 3. zusammengestellten Entwurfsüberlegungen analog. Da auch bei dieser Bauweise die Knotendetail selten einheitlich sind, sondern in Abhängigkeit der Montagebedingungen, der statischen Belastungen und auch der „Vorlieben“ des jeweiligen Fertigteilbauers variieren, sind die TES-Elemente sorgfältig zu planen und auf den Bestand angepasste Anschlussdetails zu erarbeiten. Im Folgenden wird werden einige Beispiele dargestellt.

4.2. Berufliche Schule Ziegenhain

Bei der Schule handelt es sich um einen 4-geschossigen Schulbau in Stahlbetonfertigteilmontagebauweise aus den 70-iger Jahren.

Um einen schnelle Baufortschritt zu gewährleisten, wurde die Verankerung und Elementierung der TES-Elemente auf die Bestandskonstruktion optimiert.

Sowohl der horizontale als auch der vertikale Lastabtrag erfolgte Geschossweise. Nach dem Errichten der Fassadenelemente erfolgte der raumseitige Rückbau der alten Bestandsfassade. Aufgrund dieser Konzeption war es möglich, die Baumaßnahme während des laufenden Schulbetriebes ohne wesentliche Beeinträchtigungen zu realisieren.



Schulbau nach der Sanierung
Planung: Architekturbüro Kirschner+ Partner,
Heringen



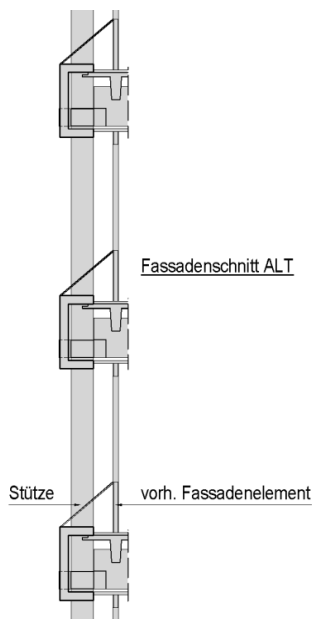
Schule vor der Sanierung



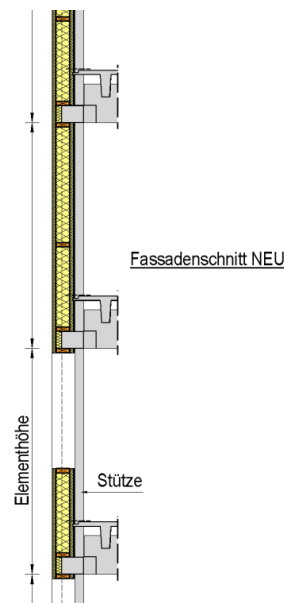
Konstruktion Bestand



Montage der Elemente



Fassadenschnitt Bestand



Fassadenschnitt neu

4.3. Steinwaldschule Neukirchen

Bei der Schule handelt es sich um einen 3-geschossigen Schulbau in Stahlbetonfertigteilmbauweise aus den 70iger Jahren.

Zum Lastabtrag der Windbeanspruchungen und zur Stabilisierung des Systems wurden die Elemente an nur an den Geschossdecken mittels Winkeln verankert. Der vertikale Lastabtrag über alle Geschosse erfolgte direkt auf die bestehende Gründung.



Schulbau nach der Sanierung
Planung: Architekturbüro Kirschner+ Partner,
Heringen



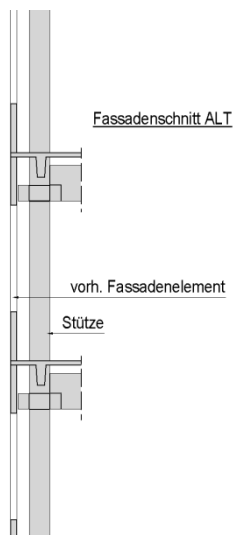
Schule vor der Sanierung



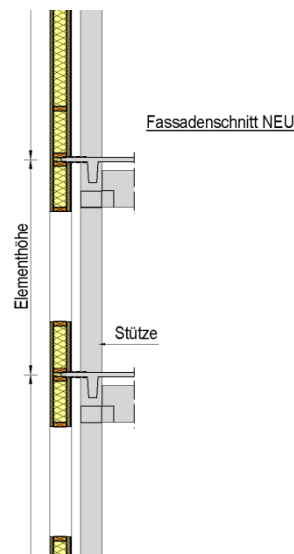
Konstruktion Bestand



Konstruktion Bestand

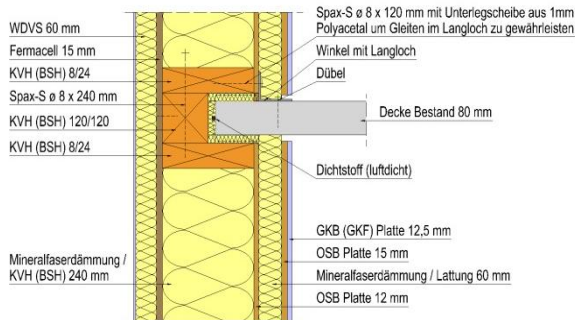


Fassadenschnitt Bestand



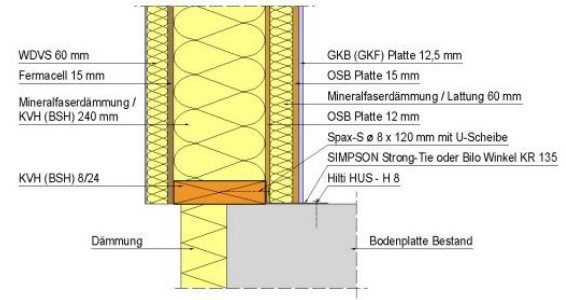
©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Fassadenschnitt neu



©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Detail – Anschluss an Geschossdecken (ausschließlich horizontaler Lastabtrag)



©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Detail – Anschluss am Streifenfundament (vertikaler und horizontaler Lastabtrag)

4.4. Gesamtschule Wetter

Die energetische Sanierung der Schule befindet sich in der Planung. Das energetische Ziel ist, einen spezifischen Heizwärmebedarf $\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ einzuhalten. Somit ist die Verwendung von passivhaustauglichen Komponenten erforderlich.

Der Bauherr und der Generalplaner haben sich für den Einsatz der TES-EnergyFassade entschieden.

Im Erdgeschoss wird auf den Elementen ein mineralisches Putzsystem aufgebracht (Unterputz bereits werkseitig). In den Obergeschossen wird eine sichtbare Holzfassade ausgeführt. Durch die spezielle Ausführung der Holzfassade wird eine Brandweiterleitung über die Fassade behindert. Auf zusätzliche horizontale Brandschotts kann daher verzichtet werden.

Das Gebäude wurde in Stahlbetonfertigteiltbauweise errichtet. Die Betonfassade besteht aus dreischichtigen Sandwichelementen.

Um einen schnelle Baufortschritt zu gewährleisten, werden in die TES-Elemente werkseitig bereits die Fenster eingebaut. Die Verankerung der lastabtragenden TES-Elemente erfolgt an nur wenigen Knotenpunkten des Bestandes. Der vertikale Lastabtrag erfolgt über umlaufende Streifenfundamente.



Schule vor der Sanierung



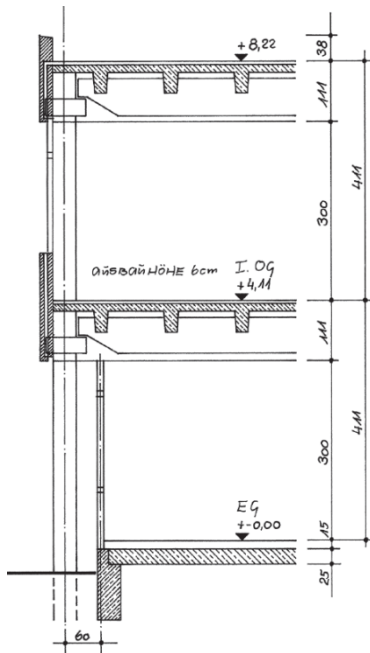
Detail – Eckstütze mit vorgehängter Stahlbetonfertigteiltfassade



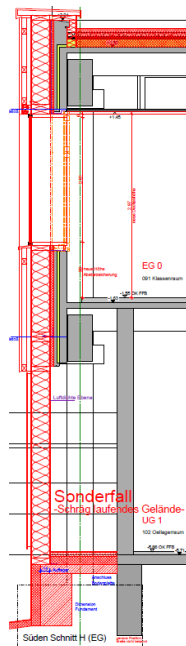
Aktuelle Planung

Generalplaner: C & P Schlüsselfertiges Bauen GmbH & Co.KG, Angelburg

Architekt: Müllerschurr Architekten, Marktoberdorf

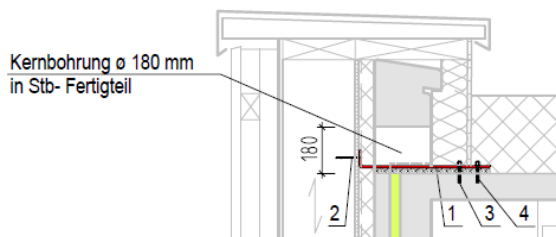


Fassadenschnitt Bestand



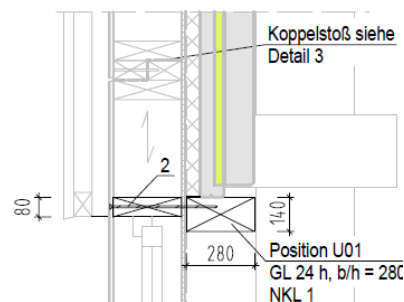
©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Fassadenschnitt neu



©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Detail – Anschluss in Dachebene mittels Winkel



©bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

Detail – Anschluss an Deckeneben über Untergeschoss (Lasteinleitung über ein horizontal verlaufendes BSH, welches an den Stahlbetonfertigteilstützen angeschlossen ist)

5. Ausblick

In Zeiten von steigenden Energiepreisen und des Klimaschutzes ist die Energieeffizienz zu einem zentralen Qualitätsmerkmal von Gebäuden geworden.

Dem Holzbau bietet sich auch bei der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden eine besondere Chance durch vorelementierte Bauweisen.

Unabhängig von der Fassadenoberfläche hat sich die TES-EnergyFassade in zahlreichen Projekten bewährt.

Bei der Umsetzung sind insbesondere die Verankerung und der Lastabtrag der Elemente von Bedeutung. Hierdurch wird wesentlich der Grad der Vorfertigung, die Größe der Elemente und der Bauablauf bestimmt.

Um diese Bauweise flächendeckend für unterschiedlichste Gebäudetypen marktfähig zu machen, ist die weitere Entwicklung von umfassenden standardisierten Detaillösungen notwendig, um den objektspezifischen Planungsaufwand zu minimieren. Dass dieses Vorgehensprinzip zielführend sein kann, beweist der Erfolg der Holzrahmenbauweise in Deutschland, der auch über standardisierte Ausführungen im Rahmen des Holzrahmenbaukataloges kontinuierlich an Marktanteilen gewonnen hat.