

zontalen Mörtelschicht ausgeglichen werden können, besteht diese Möglichkeit bei den Durisol Schalungssteinen nicht. Die durch die Herstellung entstandenen Ungenauigkeiten verursachen bei der Montage relativ selten Schwierigkeiten; sollte es trotzdem vorkommen, können sie durch Schleifen auf der Baustelle leicht ausgeglichen werden.

3.10 Formbarkeit

Bei den **Keramikmauerziegeln** können die Passstücke durch schneiden auf Maß aus den ganzen Elementen gemacht werden. Vor dem Schneiden muss das Maß der individuellen Elemente millimetergenau bestimmt werden. Zu dieser Technik werden Stein-trennmaschinen mit einer Diamantscheibe, Wasserkühlung bzw. motorgetriebene Sägen mit Hartmetall-Schneidezähnen eingesetzt. Es ist nur ein zerstörungsfreies Trennen der Ziegelblöcke zulässig, Schnittkanten müssen gradlinig und eben sein, sonst wird die Tragfähigkeit der Wandkonstruktion stark beeinträchtigt. Es dürfen keine Scharfen bzw. Gratbildungen entstehen, und es ist auf die vertikalen Schnittkanten zu achten.

Der Vorteil der **Durisol** Schalungssteinelemente ist, dass sie beliebig mit einer Handsäge oder Sägemaschine geschnitten werden können. Für das Schneiden gelten die gleichen Prinzipien, wie bei den Keramikmauerziegeln; es ist aber dank der leichten Holzbetonschalen viel einfacher. Durch eine sorgfältige Planung, die die Steinabmessungen berücksichtigt und mit Verwendung der ergänzenden Elemente (Eckelemente) kann die Anzahl der geschnittenen Elemente minimiert werden, was auch ein Vorteil im Vergleich gegenüber den Keramikmauerwerken ist.

3.11 Verlegen von Leitungen und Armaturen

Bei den **Leiertherm** 30 N+F Wänden hängen die Gestaltungsregeln der vertikalen Wandschlitze davon ab, ob die Wandschlitze mit dem Mauerwerk gleichzeitig oder nachträglich errichtet werden. Wenn die Wandschlitze mit dem Mauerwerk gleichzeitig gebildet werden, muss eine Wandstärke von mindestens 21,5 cm erhalten bleiben; die Breite der Wandschlitze darf max. 30 cm sein. Wenn die Wandschlitze nach dem Aufmauern gestemmt werden, ist eine Tiefe von max. 3 cm, und eine Breite von max. 17,5 cm zulässig. Bis zu einer Tiefe von 2 cm können horizontale und schräge Wandschlitze



Abbildung 3.8
Das Schneiden der
Durisol Schalungssteine
auf der Baustelle vor Ort

in unbeschränkter Länge gestaltet werden. Beträgt die Länge der Wandschlitzes max. 125 cm, darf die Wandschlitztiefe max. 3 cm sein.

Der Vorteil der **Durisol** Schalungssteine ist, dass die Schutzrohre der elektrischen Kabel und der Leitungen mit kleinerem Durchmesser in die gefrästen Schlitzes in der holzspanhaltigen Schicht leichter eingebaut werden können. Da diese Schicht keine Lasten trägt, gibt es für die Gestaltung von Schlitzes keine besonderen Beschränkungen. Ein weiterer Vorteil ist, dass wegen der Materialzusammensetzung das Fräsen auch schneller, leichter und einfacher ist. Bei der Gestaltung von Schlitzes muss nur beachtet werden, dass diese nach der Festigung vom Betonkern gefräst werden, und dass die Kabel den Betonkern – um den Schallschutz zu bewahren – nicht berühren. Es ist natürlich nicht zweckmäßig, den Betonkern zu stemmen. Bei den Wänden, die die Wohnungseinheiten trennen, sollen die elektrischen Dosen auf beiden Seiten der Wandkonstruktion um mindestens 50 cm versetzt eingebaut werden.

Rohre mit einem größeren Durchmesser können in kürzeren Abschnitten (WC-Anschlüsse) in dem Betonkern auch verlegt werden. Diese Technik kann auch einfacher und schneller sein, besonders, wenn man vor dem Betonieren an den geplanten Stellen der Rohre maßgeschnittene Verdrängungskörper aus Polystyrol-Schaum einsetzt. Die Stellen der Aussparungen müssen an den Schalungssteinoberflächen natürlich angezeichnet werden. Nach der Betonfestigung werden die Elemente bei den markierten Stellen ausgeschnitten, die Polystyrol Hartschaumfüllung wird entfernt und das Rohr kann gleich eingebaut werden. Der Betonkern muss um die ausgeklinkten Teile mit einer Bewehrung verstärkt werden. Wenn Rohre mit größerem Durchmesser in längeren Abschnitten in die Wandkonstruktionen einbaut werden, wird empfohlen, diese in

Abbildung 3.9
Vorbereitung der
Elektromontage,
Schlitzfräsen in der
Durisol Wand



getrennten Strängen bzw. zu der Wandkonstruktion befestigt von außen zu leiten. Da die Holzbetonschale keine Lasten trägt, müssen sogar leichte Armaturen in den Betonkern gedübelt an der Wandkonstruktion befestigt werden.

3.12 Verputzbarkeit

Die Haftung des Putzes am **Keramikmauerwerk** ist hervorragend. Beim Verputz ist immer die Oberflächenvorbereitung der erste Schritt. Es müssen die unterschiedlichen Unebenheiten und Kalkausblühungen entfernt und die Oberfläche entstaubt werden. Überall, wo Risse entstehen können, ist die Verwendung von einem Verstärkungsnetz (zum Verputz) erforderlich. Das Netz muss eben und knitterfrei in das Verputzmaterial eingebettet werden. Bei einer Verputzverstärkung auf einer großen Fläche ist eine Überlappung von 10 cm notwendig, auf einer kleinen Fläche muss die genetzte Fläche in alle Richtungen mindestens um 10-15 cm größer als die zu verstärkenden Flächen sein. Die Verputzverstärkungsstrukturen können mechanisch befestigt, oder in flexiblen Klebstoff oder in das Verputzmaterial eingebettet werden. Vor dem Verputz ist es notwendig, die Oberfläche zu befeuchten und aufzurauen. Danach folgt das Vorspritzen oder Grundieren des Putzes in Abhängigkeit des Verputzmaterials.

Ein wichtiger Vorteil der **Durisol** Wandkonstruktion mit Schallungssteinen ist, dass sie nicht unbedingt verputzt werden müssen. Wenn die Funktion es zulässt oder verlangt (z.B.: industrielle oder landwirtschaftliche Bauten) kann die Wandfläche sogar außen und innen unverputzt bleiben. Wenn doch verputzt wird, kann hier der Vorteil der äußeren holzspanhaltigen Schicht der Durisol Wandkon-



Abbildung 3.10
Durisol Wand mit
Spitzwurf auf einer
Baustelle in
Nyírcsaholy

struktion ausgenutzt werden, die äußerst gut zu putzen ist und eine Wandfläche mit hervorragender Putz-Haftung garantiert. Vor dem Verputzen wird empfohlen abzuwarten, bis der Betonkern völlig ausgetrocknet ist. Es muss beachtet werden, dass die Trocknungszeit von den Wetterverhältnissen und der örtlicher Lage abhängt.

Weiterer Vorteil der Durisol Schalungssteinwandkonstruktion ist, dass sie im Fall von einem einschichtigen Innenverputz **keine Oberflächenvorbereitung benötigt**. Im Fall vom mehrschichtigen Innen- und Außenverputz kann die Vorbereitung vom Verputzuntergrund bzw. sonstige ergänzende Maßnahmen – in Abhängigkeit vom Verputzmaterial – erforderlich sein.

Als allgemeine Vorschrift gilt, dass die vor dem Verputz im Voraus gestalteten Stellen und Durchbrüche für die Haustechnik, und Elektroinstallationen vorübergehend geschützt werden müssen. Die Druckproben von haustechnischen Leitungen müssen vor dem Verputz durchgeführt werden. Bei den verputzten Flächen muss der Schutz von Türrahmen, Fensterrahmen und Rohren auch beachtet werden. Bei der Abdeckung von Schlitzfenstern und Lücken, die breiter als 5 cm sind, muss bei den Strukturanschlüssen der unterschiedlichen Materialien ein Verstärkungsnetz, so wie bei den Tür- und Fensterrahmen und an den Kanten der Wandenden ein Verputzprofil angebracht werden. Auf der ganzen Fläche der Außenseite muss ein Verstärkungsnetz angebracht werden.

Die technischen Anweisungen des Verputzherstellers müssen immer beachtet werden. Beim Verputzen von Holzbetonflächen können die Empfehlungen der ÖAP (Österreichische Arbeitsgemeinschaft Putz) Hilfe bieten.

3.13 Bauzeit und Baukosten

Die Leiertherm 30 N+F Wandkonstruktion mit manuellen Hohlblockziegeln gebaut weist im Vergleich zu der Durisol Wandkonstruktion mit Schalungssteinen zahlreiche Unterschiede auf, die sowohl den Bauzeitbedarf beeinflussen als auch den Kostenaufwand der Konstruktion bestimmen. Die Bauzeit einer Durisol Wandstruktur mit Schalungssteinen beträgt gemäß der Montageanleitung – in Abhängigkeit von der Kompliziertheit des Grundrisses - mit der Betonierung **0,5-0,7 Stunden/m²**; diese Zeit beinhaltet nicht die Zeit zur Fertigstellung der Betonmischung.

Vorteile der Durisol Wandkonstruktion mit Schalungssteinen hinsichtlich der Bauzeit und Baukosten:

- Zum Verlegen von Schalungssteinen ist weder eine vertikale noch eine horizontale **Mörtelschicht** notwendig, somit kann eine deutliche Menge an Material und Arbeitszeit eingespart werden.
- Durch die Verwendung von ergänzenden Elementen sind **weniger geschnittene Elemente** notwendig, es entsteht dadurch weniger Schnittabfall und die Arbeitszeit wird kürzer. Durch eine sorgfältige Planung kann diese Menge weiter reduziert werden.
- **Schneiden und Fräsen** der Schale – die auch Holzspäne enthält – erfolgt einfacher und schneller. Es kann mit manuellen Werkzeugen durchgeführt werden, es kann dadurch mit der Zeit und mit Kosten gespart werden.
- Die Stückzahl des Materialbedarfs an **großen Schalungssteinen** (8 Stück/m²) ist pro Quadratmeter im Vergleich zu den keramischen Hohlblockziegeln (16 Stück/m²) deutlich weniger. Da das Gewicht von Schalungssteinen mit dem Gewicht von Hohlblockziegel vergleichbar ist, ist die Bauzeit kürzer, und der Arbeitsbedarf am Konstruktionsbau ist auch geringer.

Abbildung 3.11
Mit den Durisol
Produkten ist der Bau
zeit- und kosteneffektiv



- Wandkonstruktionen mit Schalungssteinen, die auch eine **integrierte Wärmedämmung** enthalten, können die für Außenwände geltenden Werte für Wärmedurchgangskoeffizienten erfüllen, eine Fassadendämmung ist dadurch nicht in jedem Fall notwendig.
- Die Gestaltung der **Wandschlitze** in die Schalungen der Durisol Schalungssteine erfolgt im Vergleich zu den Keramikmauerziegeln einfacher und schneller, es werden dadurch Bauzeit und Kosten reduziert.

Aspekte, die hinsichtlich der Bauzeit- und Kosten berücksichtigt werden müssen:

- Wandkonstruktionen mit Schalungssteinen **ohne integrierter Wärmedämmung** entsprechen nur mit dem zusätzlichen Bauen eines Wärmedämmverbundsystems den geltenden Rechtsvorschriften. Damit die Anforderungen erfüllt werden können, müssen die Durisol Wände mit einer stärkeren Wärmedämmung errichtet werden, als die Wandkonstruktionen aus keramischen Ziegeln. Die minimale Wärmedämmungsstärke übersteigt die erforderliche Wandkonstruktionsstärke mit keramischen Ziegeln, damit die Anforderungen erfüllt werden können. Es erhöht aber nur die Menge des verwendeten Wärmedämmstoffes, sonstiger Materialbedarf (Verputz, Klebstoff, Dübel, Kantenschutz usw.) und die Bauzeit ändern sich nicht. Diese geringen Mehrkosten werden dadurch kompensiert, dass **die Gesamtstärke der Wandkonstruktion** durch die dünnere tragende Wandkonstruktion abnimmt und die verwertbare Nutzfläche somit größer wird.
- Bei der Erstellung der Wandkonstruktion mit Schalungssteinen entsteht ein Bedarf für **Beton- und Betonstahl** (Füllung und Bewehrung vom Betonkern). Es muss also die notwendige Zeit und Materialmenge beachtet werden, die dazu nötig sind, Beton zu mischen, einzuarbeiten, nachzubehandeln, sowie die Bewehrung fertigzustellen.
- Es muss berücksichtigt werden, dass die **Baufeuchtigkeit** wegen der Betonierung größer ist, wie bei den Wänden mit Hohlblockziegeln, die eine längere Festigungszeit verursacht. Es muss auch der Zeitbedarf des Abbindens und der Festigung des Betonkernes beachtet werden.
- Wegen den Ungenauigkeiten von Schalungssteinen bei der Herstellung kann es vereinzelt vorkommen, dass eine **Nachbesserung** beim Verlegen von Schalungssteinen durch Schleifen, oder mit Keilen vor Ort notwendig wird. Das kann zu einem zusätzli-

chen Zeitaufwand führen, es sollte damit auch gerechnet werden. Bei den Wänden aus keramischen Hohlblockziegeln können dagegen die Ungenauigkeiten der Wandelemente durch die Änderung der Schichtstärke des Mörtels einfach ausgeglichen werden.

3.14 Umweltwirkungen

Im Vergleich zu den keramischen Hohlblockziegeln haben die Durisol Schalungssteine aus ökologischer Sicht den wichtigsten Vorteil, dass sie 2009 das **NaturePlus-Zertifikat** erhielten. Das NaturePlus-Zertifikat können nur Baustoffe erlangen, die während ihrer Herstellung kein Verfahren benötigen, welches die Natur deutlich belastet; es trägt deutlich zum Schutz der baulichen Umgebung bei, verbessert den Wohnkomfort, und es entsteht nach der Entsorgung auch kein Sondermüll.

Abbildung 3.12
Natureplus-Zertifikat
der Durisol Holzbeton-
produkte



Für alle Produkte gilt ein System mit Grundkriterien allgemein, für bestimmte Produktgruppen sind weitere Spezifikationen maßgeblich. Baustoffe, die über das NaturePlus-Zertifikat verfügen, müssen nachwachsende oder mineralische Rohstoffe zu einem Anteil von mindestens 85% enthalten. Sie dürfen keine giftigen Bestandteile enthalten und die nachwachsenden Rohstoffe dürfen nur im Sinne der Nachhaltigkeit zu der Produktion verwendet werden. Die verwendeten Zusatzmittel dürfen umweltbelastende Bestandteile nur in einem minimalen Maß enthalten. Die Verwendung der Energie und Rohstoffe bei der Herstellung muss geringfügig sein.

Eine österreichische Studie aus den 1990er Jahren erstellte die **Ökobilanz** für alle in Österreich produzierten Holzbetonprodukte (auch für Durisol), in der die zu der Produktion notwendigen Quellen (Materialbedarf, Energiebedarf, Betriebsstoffe, Verpackungsmaterialien), die beanspruchten Umweltelemente (Wasser, Luft, Land) sowie die entsorgten Abfälle (Abfall durch die Herstellung und Verpackung, Abwasser, Luftverschmutzung) betrachtet wurden. Diese

Mauerwerktyp	Bedarf an nicht-erneuerbarer Energie (Primärenergiegehalt)	Treibhauspotenzial (Global Warming Potential)	Versäuerungspotenzial (Acid Precipitation)
	PEI (MJ/m ²)	GWP (kgCO ₂ /m ²)	AP (kgSO ₂ /m ²)
Durisol DSs 37,5/12	204,57	11,70	0,0668
Keramikwand 38 cm	936,17	66,73	0,2202
Stahlbetonwand 18 cm	734,08	79,04	0,2955

Tabelle 3.11
Die Umweltwirkungen der Durisol Produktion im Vergleich zu den Wänden aus Keramik und Stahlbeton

menge erreicht nicht den Wert von 0,5 kg/t (z.B.: keine Paletten nötig); dieser Wert ist auch ziemlich gering (selbst das Verpackungsmaterial besteht zu 75% aus wiederverwendetem Material).

Die Schadstoffemission der tatsächlichen Produktion ist gering, es stammt fast ausschließlich aus Verbrennungsprozessen (Heizung und Lieferung). Die Treibhausgasemissionen bestehen zu 54% aus der Heizung und zu 46% aus dem Verkehr. Hinsichtlich der gesamten Säureemission betragen die Anteile bei der Heizung 19% und durch den Verkehr 81% (es wird Großteils dem hohen Stickstoffgehalt vom Dieselöl zugeschrieben). An der Bildung einer bodennahen Ozonschicht kann die Heizung mit 13%, und der Straßenverkehr mit 87% beteiligt sein.

Die Fähigkeit zur **Kohlendioxidaufnahme** der Durisol Mantelelemente beträgt 395,8 kg/t. Demgegenüber beträgt die Kohlendioxidemission während der Produktion lediglich 275,8 kg/t. Das bedeutet, dass wir bei der Produktion von Schalungssteinen der Atmosphäre pro Tonne Fertigware 120,1 kg Kohlendioxid entzogen werden. Das trägt deutlich dazu bei, die globale Erwärmung zu mildern.

Der Energiebedarf der Durisol Schalungssteine bei der Herstellung beträgt 103,6 kWh/t. Der scheinbar hohe Wert wird in erster Linie durch die Treibstoffe verursacht, die während der relativ langen Lieferstrecken verbrannt werden. Der komplette Energiebedarf bei der Produktion besteht aus elektrischer Energie zu 25,5% (26,4

Produkttyp	Primärrohstoff (%)	Sekundärrohstoff (%)
Produkte ohne Wärmedämmung	43,7	56,3
Produkte mit Wärmedämmung	45,0	55,0
Schalldämmungsprodukte	62,8	37,2

Tabelle 3.12
Primärer und sekundärer Rohstoffbedarf der Durisol Produkte

kWh/t) und fossiler Energie zu 74,5% (77,2 kWh/t). Aus dem letzteren beträgt die Heizenergie: 42,1 kWh/t (40,6%), der Treibstoff für die Auslieferung beträgt: 35,1 kWh/t (33,9%). Es muss hier erwähnt werden, wenn die Produktion beendet ist, und man den Energiebedarf aus nicht erneuerbarer primärer Energiequelle pro 1 m² Wandfläche (204,57 MJ/m²) betrachtet, beträgt hier der Bedarf lediglich 22% vom dem der Keramikwandelemente (936,17 MJ/m²), und 28% vom Bedarf der Stahlbetonkonstruktionen (734,08 MJ/m²).

Das Treibhauspotenzial (GWP = Global Warming Potential) der Durisol Schalungssteine beträgt 11,70 kg CO₂ (Äquivalenzwert) je 1 m² Wandfläche. Dieser Wert ist auch außerordentlich günstig, weil er kaum 18% des bei den Keramikmauerwerken berechneten Wertes (66,73 kg CO₂/m²) und 15% des bei den Stahlbetonkonstruktionen berechneten Wertes erreicht (79,03 kg CO₂/m²).

Das Versäuerungspotenzial der Durisol Schalungssteine pro 1 m² Wandfläche beträgt lediglich 0,0668 kg SO₂ (Äquivalenzwert). Dieser Wert ist ebenfalls sehr günstig, weil er 30% des bei den Keramikwänden berechneten Wertes (0,2202 kg SO₂/m²) und 23% des bei den Stahlbetonkonstruktionen gefundenen Wertes (0,2955 kg SO₂/m²) kaum erreicht.

Bei der Berechnung der zur Produktion notwendigen **Quellen** wird klar, dass Holzmaterial mit 38%, Öle mit 31% (z.B.: beim Transport), Metall mit 14% (z.B.: Fertigungsschablone), formtrennende Materialien mit 7% und sonstige Materialien mit 10% (Papier, Färbungsmittel, Kunststoffe, usw.) notwendig sind. Die Herstellung der Durisol Produkte ist äußerst quellenoptimal, weil die komplette Rohstoffmenge sekundäre Rohstoffe zu 45% (z.B.: Holzspäne), Zement mit 43%, Zuschlagstoffe mit 11% und lediglich 1% sonstiges Material (Metall, Klebstoff, Färbungsmittel) enthält. Produkte ohne integrierte Wärmedämmung enthalten die meisten Sekundärrohstoffe (es sind keine Zuschlagmittel und Wärmedämmungsmaterial enthalten). Die zur Schalldämmung verwendeten Produkte enthalten die meisten primären Rohstoffe (wird durch die Zuschlagstoffe – z.B.: Sand – verursacht).

Die einzige Eigenschaft der Durisol Schalungssteine, die aus ökologischer Hinsicht besonderes beachtet werden sollte, ist der **Energiebedarf beim Transport**. Die durchschnittliche Lieferstrecke aller Durisol Produkte beträgt 81,9 km pro Tonne. Die Lieferstrecke der Schalldämmungsschalungssteine ist dabei die kürzeste (57,8 km), die der Schalungssteine ohne integrierte Wärmedämmung ist

durchschnittlich (82,4 km), jene der Schalungssteine mit integrierter Wärmedämmung ist die längste (107,9 km). Der Energiebedarf beim Transport von Durisol im Vergleich zu den keramischen Hohlblockziegeln kann mit der Optimierung der Logistik für Einkauf und Lieferung ausgeglichen werden, und es kann somit die Schadstoffemission und Rohstoffverwendung auch weiter reduziert werden.

3.15 Recycling-Möglichkeiten

Die Möglichkeit zum Recycling in Bezug auf **Keramikmauerziegel** ist ziemlich beschränkt. Solange die Verwendung der massiven keramischen Ziegel als Abrissbaumaterial sehr verbreitet ist, werden die keramischen Mauerblöcke in Form vom Bauschutt in begrenzter Menge als Schüttung oder als Betonzuschlagstoff verwendet. Das Holzbetonmaterial der Durisol Schalungssteine ist im Gegensatz dazu vollkommen recyclingfähig. Die während der Produktion entstandenen Abfälle und Fehlfabrikate werden zuerst zerkleinert und gemahlen und je nach Farbe selektiert; sie werden danach in den Produktionsprozess zurückgeführt.

Eine größere Herausforderung beim Recycling ist, die aus **Durisol** Schalungssteinen errichtete Wandkonstruktion nach dem Abriss wiederzuverwenden, weil sie nicht nur Holzbeton, sondern andere sonstige Materialien (Beton, Bewehrung, Mörtel bzw. gegebenenfalls Wärmedämmungsmaterialien) auch enthalten kann. In diesem Fall muss nach dem Abriss der Bauschutt nach schweren Stoffen (Stahl, Beton) und leichten Stoffen (Holzbeton, integriertes Wärme-



Abbildung 3.14
Abriss von
Konstruktionen mit
Holzbeton-Schalungs-
steinen und Trennung
von Materialien nach
verschiedenen
Fraktionen

dämmungsmaterial) getrennt werden. Nach der vom VÖB (Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke) in 2017 durchgeführten Forschungsarbeit eignet sich für diese Aufgabe am besten der Zick-Zack-Filter, in dem der Schutt durch einen Gravitationstrichter in das System eingeführt wird; er wird danach einem Quer- und Gegenstromgebläse ausgesetzt. Die Materialtrennung erfolgt nach den unterschiedlichen Senkgeschwindigkeiten. Zum Trennen der leichten und schweren Stoffe kann auch ein Gebläse-Sortierer eingesetzt werden; das Verfahren kann aber auch in einem konventionellen Recycling-Betrieb mit Wangenbrechern, Vibrationsieben, Magnetsortierern und Ventilatoren durchgeführt werden. Der schwere Anteil kann später unter bestimmten Bedingungen als Betonzuschlagstoff verwendet werden, der sortierte leichte Anteil kann in der Durisol Produktion wiederverwendet werden. Die Reste der Wärmedämmungseinsätze kommen in die Polystyrol-Produktion.

4 Vorgefertigte Durisol Wandelemente

4.1 Die Vorteile der Vorfertigung von Wandelementen

Das globale Problem des Bauwesens ist im 21. Jahrhundert der **Arbeitskräftemangel**. Dieses Phänomen hat unterschiedliche, länderspezifische Merkmale. Der Aufschwung in der Bauindustrie kombiniert mit dem Arbeitskräftemangel gibt der **Vorfertigung** einen neueren Schwung, die Facharbeiter unter besseren Bedingungen eine effektivere Arbeit leisten. Die über hervorragende Eigenschaften verfügenden Durisol Holzbeton-Produkte haben ein vielversprechendes Innovationspotenzial, um größere Bedeutung in der heutigen Bauausführung zu erlangen.

Die Durisol Hochbauprodukte bieten auch eine Halbfertig-Technologie für Bauten mit Wandstrukturen an, und vereinen so die Vorteile der gemauerten und monolithischen Bautechnologien. Die Effizienz der halb-monolithischen Technologie und seine daraus resultierende Akzeptanz bestätigt auch die sich immer weiter verbreitende Bauausführung mit Leier Stahlbeton-Hohlwänden und Elementdecken in den letzten Jahren. Die signifikante **Neuigkeit der**

Abbildung 4.1
Durisol Hohlwand-
module sind
lieferungsbereit



Abbildung 4.2
Mit Durisol Hohlwand-
modulen errichtetes
Wohngebäude



Hohlwände ist die große, in Kenntnis der Vorgeschichte der Panelbautechnik überraschende, Flexibilität. Im Gegensatz zu der früher verwendeten Technik, der im Ganzen vorgefertigten Wand-Paneele werden nach der Halbfertig-Technologie die Wandelemente nicht mit einem kleinen Sortiment von Schablonen mit festen Maßen gefertigt, sondern das nach individuellen Bedürfnissen geplante Haus wird auf Elemente aufgeteilt, die als Hohlwände und Elementdeckenplatten produziert, geliefert und eingehoben werden können. Mit dieser Methode sind Baukonstruktionen mit monolithischen Tragwerksverbindungen von größer Belastbarkeit schnell und ohne Schalung zu errichten und neben der besseren Qualität hat man auch eine Ersparnis an Arbeitszeit und Kosten.

Durch den Erfolg der Stahlbeton-Hohlwände und Elementdecken angespornt wurde auch **für Durisol die Baumethode mit stockwerk hohen, vorgefertigten Hohlwänden ausgearbeitet**. Das Prinzip ist ähnlich, es basiert auf der Aufteilung des individuellen Bauplans in Wandelemente. Diese Arbeit wird vom Technikerteam des Herstellers durchgeführt. Mit dieser Möglichkeit kann man mit vorgefertigten, nach den jeweiligen Produktplänen zusammengeklebten, nach Bedarf auch mit Wärmedämmung versehenen, armierten Wandelementen bauen, die vor Ort lediglich aufgestellt, fixiert und mit Beton gefüllt werden. Falls auch die Deckenkonstruktion mit einer Halbfertigtechnologie gebaut wird, können die

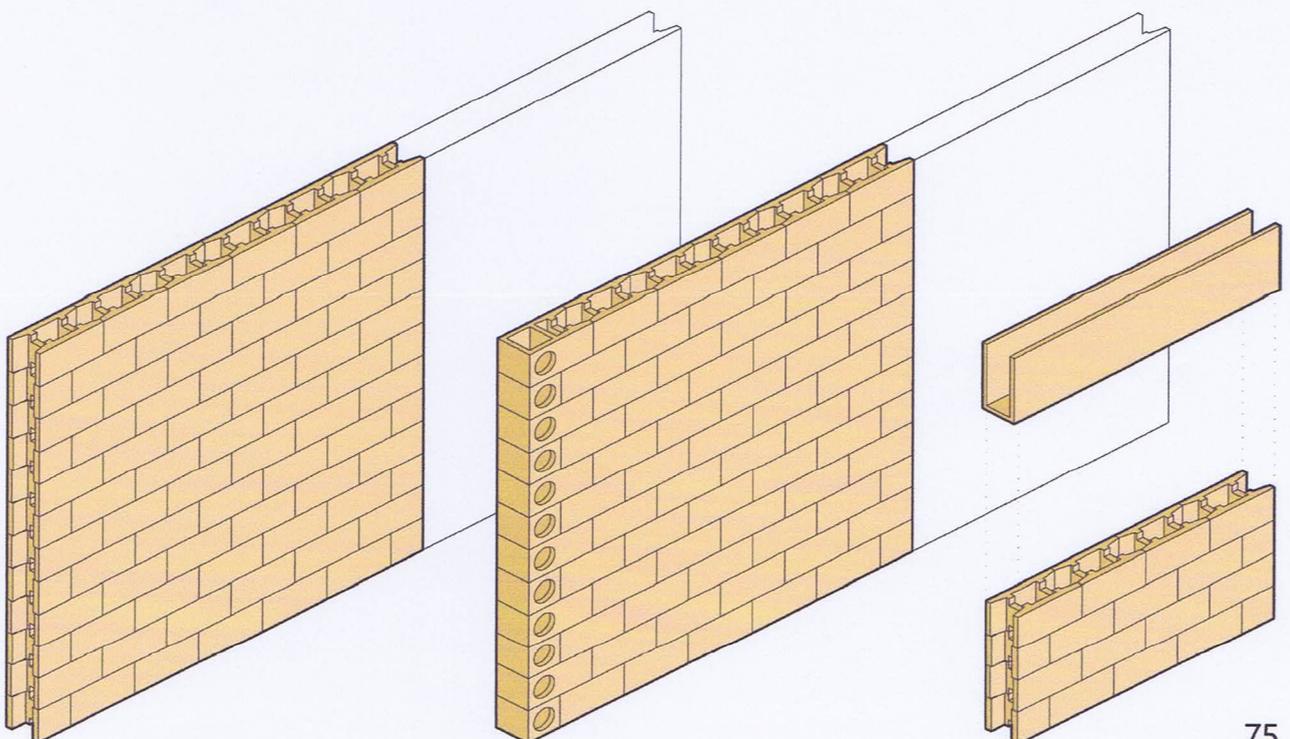
auf das Stützgerüst aufgelegte Elementdeckenplatten zum Beispiel auch die nötigen Gerüste für die Betonierung der Wände ersetzen. Die Wände und die Decke können sogar im gleichen Arbeitsgang betoniert werden. Die so gebauten Hohlwände verfügen über alle vorteilhaften Eigenschaften, die gemauerte Durisol Schalungssteinwände haben.

Der Vorteil der Hohlwandtechnologie ist, dass **der Strukturbau zum größten Teil unter industriellen Bedingungen, mit Hilfe von qualifizierten Facharbeitern, mit hoher Effizienz und bei strenger Qualitätskontrolle realisiert** wird. Damit werden der Arbeitsbedarf, die Zahl der Mitarbeiter und die Arbeitszeit vor Ort reduziert. Der spezifische Arbeitszeitaufwand des Hohlwandbaus kann auch nur **0,15 Stunden/m²** sein, wo auch die Zeit für das Betonieren der Hohlwände – ohne Betonmischzeiten – enthalten ist.

Die Wandelemente werden **im Betrieb** für den Zusammenbau vorbereitet. Es werden zum Beispiel die nötigen Öffnungen für die Verbindungen, die nötigen Fugen für das Heben geschnitten, sowie die nötigen Dübel für die Befestigung der Schrägstützen eingesetzt und mit den notwendigen Bezeichnungen versehen. An der Baustelle braucht man nur Kleinmaterial und ein paar Werkzeuge, Bauhilfsmittel für Stütz- und Befestigungskonstruktionen, die auch vom Durisol Hersteller gekauft oder gemietet werden können.

Der Hohlwandbau ermöglicht eine **saubere, abfallfreie Bauausführung**, da kein Bauabfall aus dem Schneiden der Schalungs-

Abbildung 4.3
Die gewöhnlichen
Gestaltungen der
Durisol Hohlwand-
elemente: normales
Wandelement,
Wanddecke, Stürze,
Parapetmodul



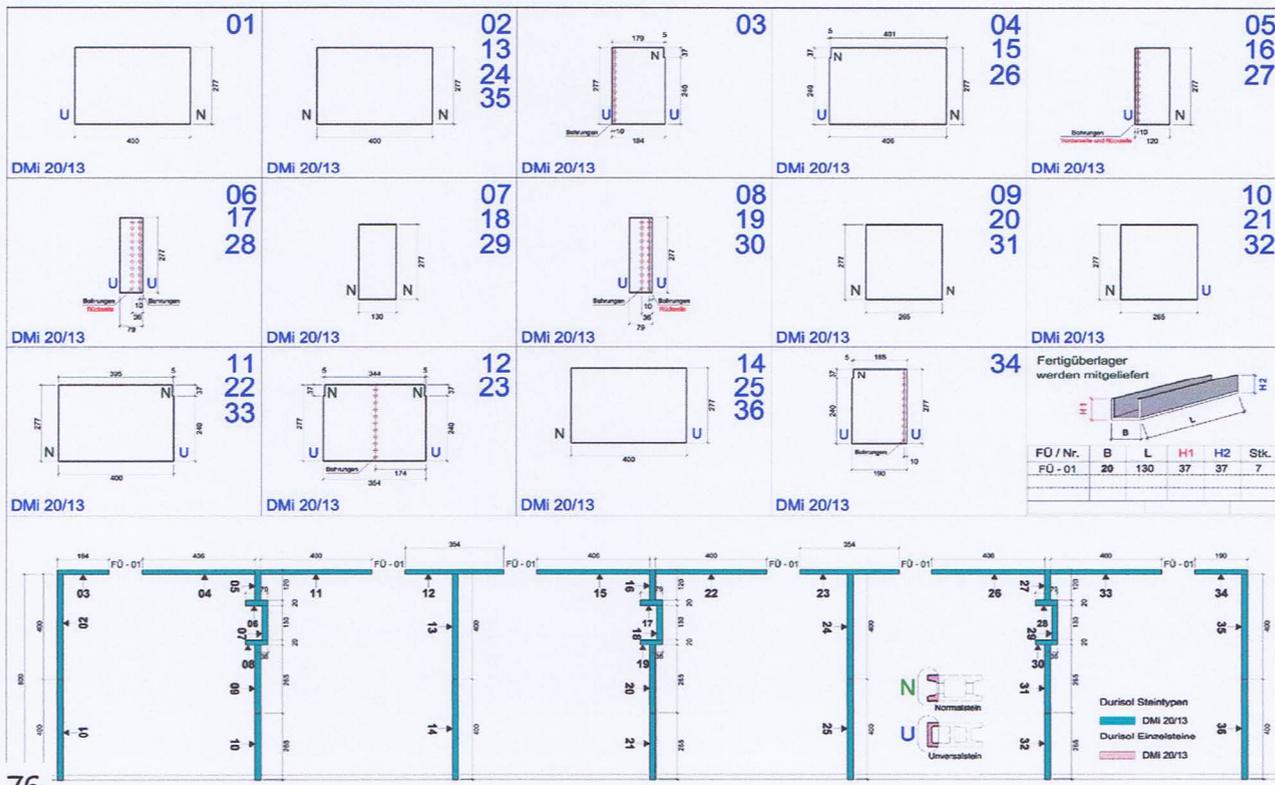
steine entsteht. Das umweltfreundliche Recyceln des im Betrieb entstandenen Abfalls ist viel einfacher, als Abfall von der Baustelle unter unkontrollierten Umständen zurückzuliefern. Da das Recyceln der natürliche Teil des Herstellungsprozesses ist, wird der Abfall diesem entsprechend, die Technologieanweisungen einhaltend, behandelt.

4.2 Planung mit fertiggestellten Wandmodulen

Das wichtige Grundprinzip der modernen Hohlwandbautechnologie ist, dass **das den individuellen Bedürfnissen entsprechend geplante Gebäude in Elemente aufgeteilt** wird. Das bedeutet natürlich nicht, dass alle Gebäude zur Gänze mit dem Hohlwandbau errichtet werden können. Jede Technologie hat ihre Grenzen, die im Laufe der Planung beachtet werden müssen und die die architektonische und baustrukturelle Gestaltung beeinflussen. Die Kenntnis dieser Grenzen ist wichtig, da man sich bei der Planungsarbeit diesen anpassen muss, um die Vorteile der gewählten Bautechnologie bestmöglich ausnützen zu können und um das Umarbeiten der Baupläne in der Vorbereitungsphase der Bauausführung zu vermeiden.

Die Modulkoordination ist wie bei der Planung mit Durisol Schallungssteinen auch für die Planung der Gebäude mit Hohlwänden aus Durisol genauso relevant. Die **Modulkoordination erscheint exponentiell** in diesem Fall. Einerseits muss das Gebäude auf ma-

Abbildung 4.4
Ein Produktplan der Durisol Hohlwandelemente



ximal 3,00 × 5,00 m große, nach Möglichkeit rechteckförmige, herstellbare, lieferbare und einzuhebende Wandelemente aufgeteilt werden: andererseits ist es zweckmäßig, die Wandelemente mit der Verwendung von einem 25 cm großem Modul zu planen. Dieses ist in erster Linie ein wirtschaftlicher Aspekt, da in der betrieblichen Vorfertigung alle Hohlwandmodule entsprechend den technologischen Regeln gestaltet, und falls notwendig, auf individuelle Maße und Formen zugeschnitten werden können, was aber extra Arbeit, Material, und am Ende mehr Kosten bedeutet.

Falls man ein Gebäude mit Durisol Hohlwänden bauen lassen möchte, ist es hilfreich, schon in der Planungsphase **die technischen Berater in Sachen Durisol zu konsultieren**. Sie können bei der bau- und tragstrukturellen Planung helfen, damit die speziellen Aspekte der Aufteilung, der Modulherstellung, der Lieferung der Hohlwände, der Möglichkeit des Verhebens mit einem Kran und des Zusammenbaus zur Geltung kommen. Die technischen Berater für Durisol Produkte leisten bei der tragwerkstrukturellen Planungsarbeit Hilfe, damit der Produktplan der Hohlwände vorbereitet wird, die der Statiker des Gebäudes in die Ausführungsdokumentation einfügt. Für die statische Funktion des Durisol Hohlwandensystems, für die Planung der Bewehrung und die Festlegung der Füllbetonqualität trägt der Statiker die Verantwortung, deshalb ist es wichtig dass er den Produktplan kennt und kontrolliert.

Abbildung 4.5
Die Fertigung eines
Durisol Hohlwand
elementes im Werk
Jánossomorja



4.3 Die Vorbereitung der Ausführung

Die Anzahl der Arbeitsphasen und der Schwerpunkte in der Vorbereitungsphase nimmt bei den Technologien mit vorgefertigten Bauelementen zu. Bei der Verwendung von Durisol Hohlwänden arbeiten der Planer und der Hersteller in der Vorbereitungsphase zusammen den Bauplan, den Polierplan und den Plan der Tragwerkskonstruktion aus. Der Hersteller holt die Pläne des Gebäudes und andere wesentliche Projektinformationen ein, um die konkrete Produktplanung der einzelnen Wandelemente zu erstellen. Über den **Produktplan** wird mit dem Statiker konsultiert, der die Pläne kontrolliert. Der Inhalt wird in die eigenen Pläne integriert, falls sie entsprechend sind. Anhand der Produktpläne werden die Wandelemente vertragsgerecht, wie mit dem Bauträger vereinbart, fertiggestellt. Für die Aufstellung vor Ort wird ein so genannter **Versetzplan** gezeichnet (Abbildung 4.4.).

Bei der Vorfertigung ist die **planmäßige Herstellung** der Hohlwandelemente ein Teil der Vorbereitungsphase der Bauausführung. Die Wandmodule werden aus Durisol Schalungssteinen der Hochbauproduktfamilie auf einer geeigneten Fläche zusammengestellt. Die Hohlwände können aus normalen Schalungssteinen oder aus integrierte Wärmedämmung enthaltenden Schalungssteinen gebaut werden. Falls es nötig ist, werden zugeschnittene

Abbildung 4.6
Die Lieferung von
Durisol Hohlwand-
elementen in
Transportgestellen





Steine, mindestens in der Größe eines halben Steines oder größer, entsprechend der Technologieanweisungen verwendet. Die Schalungssteine werden vertikal und horizontal zusammengeklebt. Dank der geneigten Auflagefläche ist die Ebenheit der Wandelemente gesichert. Bei Bedarf werden die Unebenheiten (zum Beispiel wegen ausquellendem Klebstoff) abgehobelt. Falls es nötig ist, werden die Wandelemente auf Maß geschnitten, wenn beispielsweise die Wandhöhe zum Maß der Module nicht passt oder die Anschlusselemente für schräge Decken. Bei den Wandmodulen mit „T“- oder „L“-förmigen Verbindungen sind in allen Schalungssteinreihen die Öffnungen für die Verbindung des Füllbetons von einem Element zum anderen durchzubohren. Im unteren Bereich des Wandmoduls werden Nuten für die Hebegurte ausgeschnitten. Im oberen Bereich des Wandmoduls werden an zwei Stellen Dübel in Verbindungsstege des Schalungssteines gebohrt und verklebt, um später die Schrägstützen befestigen zu können. Alle Wandmodule werden an der Kante gekennzeichnet, um sie laut Versetzplan zu identifizieren. Falls das Wandelement mit Holzbetonschichten unterschiedlicher Stärke gefertigt wird, dann wird auch die stärkere Seite markiert.

Die Durisol Hohlwandelemente werden in Liefergestellen vom Herstellerwerk mit eigenen Fahrzeugen zum vereinbarten Zeitpunkt direkt vor dem Einbau auf die Baustelle **geliefert**. Bei der Erstellung

Abbildung 4.7
Das Heben eines Durisol
Hohlwandelementes mit
Hebegurten am Kran

des Produktplanes wird der effiziente Einsatz von Transportmitteln, Liefergestellen und Fahrzeugen berücksichtigt. Auf dem Lieferschein werden die Liefergestell-Nummern und die Wandelementnummern bei jedem Transport verzeichnet. Die Wandelemente werden direkt vom Fahrzeug aus den Gestellen mit Hilfe von Hebegurten und einem Kran **gehoben**. Der Kran kann entweder ein Baustellenkran oder ein Autokran sein. Obwohl die Elemente ziemlich groß sein können, bedeutet das Gewicht der Hohlwandmodule aus Holzbeton keine extreme Belastung (1.080-2.040 kg/Element). Im Falle von großen Hebehöhen und/oder enger Stellen ist mit dem Kran vorsichtig und durchdacht zu arbeiten. Aufgrund der Krancharakteristik wird die Kapazität bei der Produkt- und Versetzplanung beachtet, es wird in der Planung die Aufteilung auf kleinere und leichtere Wandelemente gewählt. Auf der Baustelle muss die angemessene Belastbarkeit des Zufahrtsweges und des Abladeplatzes für Lastzüge mit 40 t Gesamtgewicht gesichert sein. Das sind alles wichtige **Organisations- und Planungsaufgaben** für alle Baustellen, bei denen die technischen Berater der Firma Leier den Planern und Bauträgern gerne zur Verfügung stehen.

4.4 Bauen mit vorgefertigten Wandelementen

Die Arbeit auf der Baustelle beginnt mit dem **Aufriss** der Wandelemente. Im Falle der Hohlwandelemente muss die Versetzebene eine auf ± 1 cm genaue Fläche sein. Falls es nötig ist, muss die horizontale Isolierung gegen Bodenfeuchtigkeit unter den Wänden verlegt werden und falls es der Statik Plan vorschreibt, müssen im Fundament Verankerungseisen für die Wandkonstruktion eingebaut werden. Mittels **Nivellierens** muss die komplette Empfangsebene

Abbildung 4.8
Die notwendigen
Werkzeuge für den
Hohlwandbau auf der
Baustelle





Abbildung 4.9
Die Abstützung der
Durisol Hohlwände mit
Schrägstützen

für die Wandmodule an den Stellen, wo die Elemente laut Versetzplan aufgerissen sind, horizontal mit Hilfe von Unterlegeplatten verschiedener Stärke ausgerichtet werden. Unter ein Wandmodul kommen 4-6 Nivellierpunkte im Allgemeinen. Die auf Hebegurten hängenden Hohlwandmodule werden mit Hilfe des Krans auf ihren geplanten Platz – genau auf die Nivellierpunkte sitzend – **eingehoben und positioniert**.

Die Aufhängung der Elemente darf nur dann gelöst werden, wenn wenigstens **zwei Schrägstützen** pro Wandelement montiert sind. Für die Befestigung der Stützen werden die Dübel schon im Herstellerwerk eingesetzt. Das andere Ende der Stützen muss in die

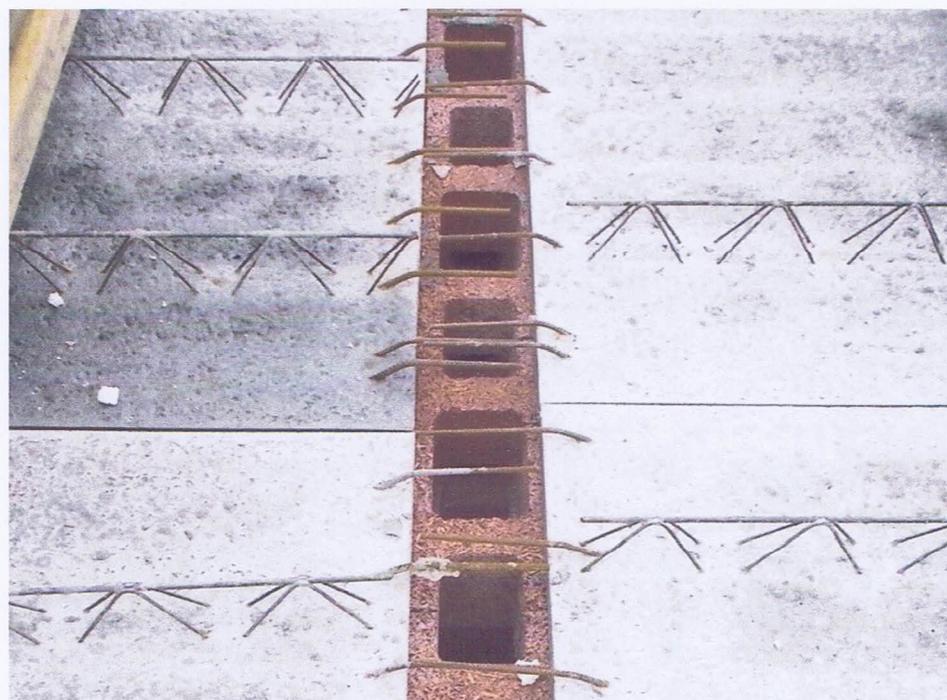


Abbildung 4.10
Wenn die Durisol
Hohlwände zusammen
mit den Leier Stahlbeton-
Deckenelementen
verwendet werden,
gibt es auch eine
Arbeitsebene für das
Betonieren der Wände

festen Bodenplatte gedübelt werden. Die Schrägstützen ermöglichen mit Hilfe einer Gewindespindel die genaue vertikale Einstellung des Wandmoduls. Beim Heben muss beachtet werden, dass die Tragegurte den oberen Teil des Wandmoduls nicht beschädigen und im unteren Teil in den dafür geschnittenen Nuten sitzen, um sie dann herausziehen zu können.

Nach der Positionierung und der Befestigung der Hohlwandelemente kann die Füllung der Schalung mit Beton beginnen. Das **Betonieren der geschoßhohen Elemente** darf nur mit einem Beton laut Kapitel 2, unter strengster Einhaltung der technologischen Vorschriften erfolgen. Diese vorgefertigten Hohlwandkonstruktionen aus Durisol werden im Allgemeinen mit einem unbewehrten Beton gebaut, obwohl diese Methode die Positionierung von Ergänzungsbewehrungen und auch die Bewehrung der ganzen Wand nicht ausschließt. Das Einlegen einer Bewehrung kann aber die grundsätzlich schnelle Bauausführung bedeutend verlangsamen. Die Abstützung der Wandelemente darf nur nach der Verfestigung des Betons entfernt werden. Die weiteren Arbeitsphasen (Nachbehandlung, Installationsarbeiten, Verputzen), die die Wände betreffen, sind gleich wie bei den in Kapitel 2 beschriebenen gemauerten Wänden.

4.4.1 Wandelementausgestaltung

Die Aufteilung der vertikalen Tragkonstruktionselemente der mit vorgefertigten Durisol Hohlwandelementen gebauten Gebäude wird vom Hersteller und dem Statiker gemeinsam erarbeitet. Die Aufteilung auf Elemente muss so durchgeführt werden, dass das Tragwerk des Gebäudes in jeder Hinsicht funktional bleibt. Es sind aber auch weitere technologische und wirtschaftliche Aspekte zu beachten.

Zu den **technologischen Aspekten** gehören folgende:

- Ein Wandelement sollte die maximale Größe von 3,00 × 5,00 m aus Gesichtspunkten der Produktion und Logistik nicht überschreiten.
- Bei der Bestimmung der maximalen Größe sowie des Gewichtes muss auch die Hebekapazität des Kranes auf der Baustelle beachtet werden.
- Das Wandmodul soll mindestens 1 Meter breit sein, damit die nötigen, vertikalen Höhlen für den Betonkern mit den Schalungssteinen entsprechend gestaltet werden können.

- Das Wandmodul sollte wegen der sicheren Lieferung und dem Heben nach Möglichkeit rechteckförmig sein.
- Die Formen, die sich vom Rechteck unterscheiden, können durch Schneiden nach Maß (zum Beispiel mit einer oberen schrägen Kante, die sich nach der Dachneigung richtet) gestaltet werden. In diesen Fällen müssen konkave Formen angestrebt werden. Alle Formen, die zum Bruch bei der Lieferung und dem Versetzen führen können, sind zu vermeiden.
- Das Wandmodul sollte möglichst keine Fensteröffnung enthalten. Die Lieferung und das Versetzen der Module mit Fensteröffnungen bedeuten ein unvertretbares Risiko. In diesem Fall lohnt es sich, die Wandöffnung mit zwei Wandmodulen einzufassen, und unten eine getrennte Fensterbrüstung, oben einen getrennten Sturz zu planen.

Zu den **wirtschaftlichen Aspekten** gehören folgende:

- Die Größe der Wandelemente muss sich nach der Modulgröße des Schalungssteines von 25 cm richten, um den Schnittabfall zu minimieren.

Abbildung 4.11
Die Aufteilung von Fassadewänden mit Fenstern und mit dem Dach angepassten, schräggeschnittenen Wandelementen



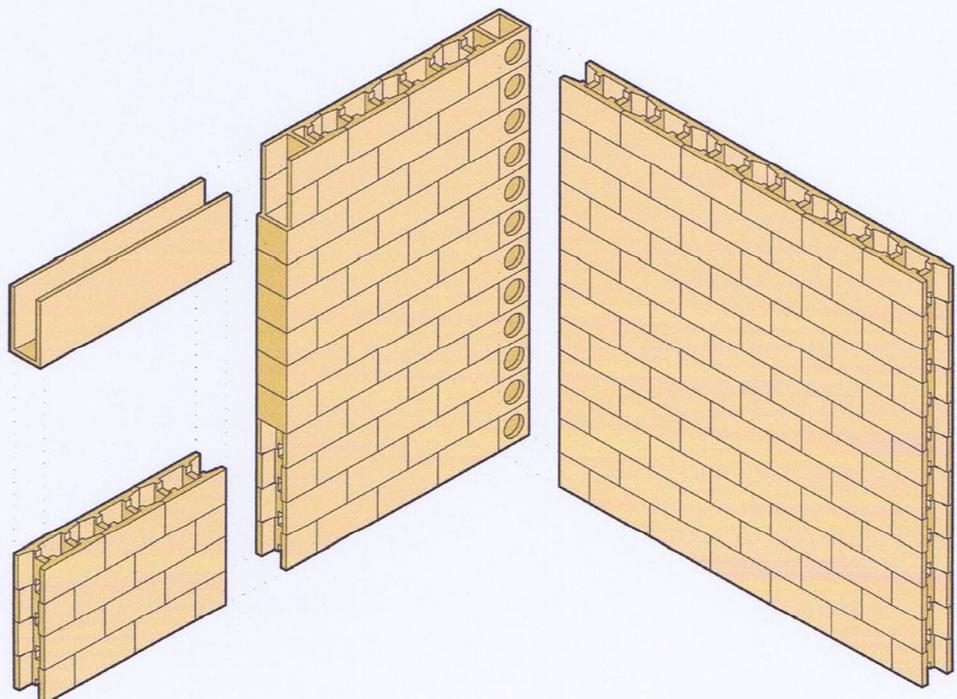
- Man muss auf die maximale Kapazitätsausnutzung der Transportmittel, Gestelle und Fahrzeuge bedacht sein, um die Lieferkosten zu minimieren.
- Die kleineren Wandmodule, zum Beispiel die Ausführung der Fensterbrüstungen aus Schalungssteinen kann vor Ort gemauert kostengünstiger sein, als die Lieferung in Form von Hohlwandelementen.

4.4.2 Wandelementverbindungen

Bei der Errichtung der Schalungssteinwände wird bei Aufbringung aller Reihen auf die Gestaltung von Wandformstücken große Sorgfalt gelegt. Bei den „T“- oder „L“-förmigen Anschlüssen müssen die Betonkerne der in unterschiedlichen Ebenen stehenden Wände verbunden werden, damit eine monolithische Konstruktion zustande kommt. Zur Verstärkung dieser Verbindungen kann eine ergänzende Bewehrung verwendet werden: alle 3 Reihen je 1 Stück Betonstahl, mit einem Überstand in beide Richtungen von mindestens 0,75 m. Wenn man das Gebäude aus Durisol Hohlwandelementen bauen möchte, dann müssen die Verbindungen der einzelnen Wandelemente anders gestaltet werden.

Falls die Hohlwandelemente **geradlinig** miteinander verbunden werden, gibt es keine besondere Aufgabe. Da ist das Ende der Wandmodule offen. So wird der Betonkern kontinuierlich, und in der Anschlusslücke wird eine Betonkernsäule entstehen.

Abbildung 4.12
„L“-Verbindung
der Durisol
Hohlwandelemente,
Fenster-öffnungen



Bei einem „**L**“-förmigen Anschluss wird das zur Ecke laufende Ende des Wandmoduls mit universellen Schalungssteinen gefertigt, auf deren Seite Öffnungen gebohrt oder geschnitten werden müssen, um eine monolithische Verbindung mit dem dazu seitlich anschließenden anderen Betonkern, der mit einem normalen Endelement ausgeführt ist, zu schaffen.

Beim einem „**T**“-förmigen Anschluss muss die Art des Zusammenfügens der einzelnen Module entschieden werden. Einerseits kann man die im rechten Winkel stehende Wand auf die äußere Wandfläche auslaufen lassen. In diesem Fall muss es mit universellen Elementen abgeschlossen werden und auf beiden Seiten müssen Öffnungen gebohrt oder geschnitten werden, um die monolithische Verbindung mit dem Betonkern der sich von zwei Seiten anschließenden Wände zu sichern. Man kann aber auch die rechtwinklig stehende Wand bis an die anzuschließende Wandfläche mit normalen Steinen abgeschlossen führen. In diesem Fall sind Öffnungen in der anderen Wand an der zu verbindenden Stelle zu schneiden oder zu bohren, um so die monolithische Verbindung der Betonkerne zu erreichen.

In den Wandmodulen sind die Schalungssteine mit **Klebschaum** zusammengeklebt. Dieser Klebschaum ist auch auf der Baustelle für die Lückendichtung, bei der Anpassung der Wandelemente, sowie zwischen dem Fundament und den Wandelementen zu verwenden. Für die Verbindung der Wandmodule wird relativ selten eine

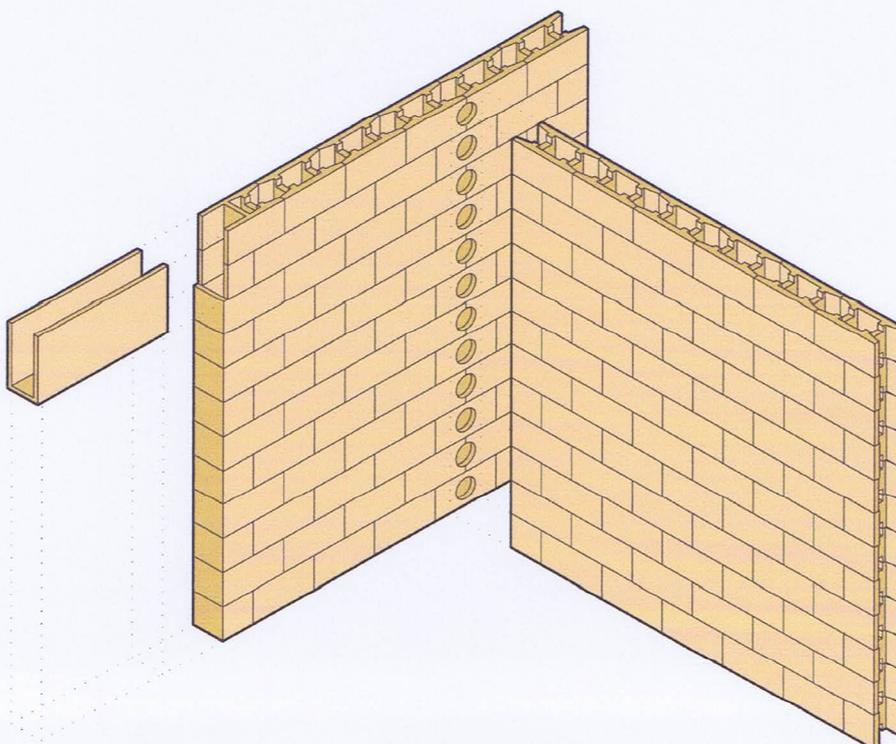


Abbildung 4.13
„T“-Verbindung
der Durisol
Hohlwandelemente,
Türöffnungen

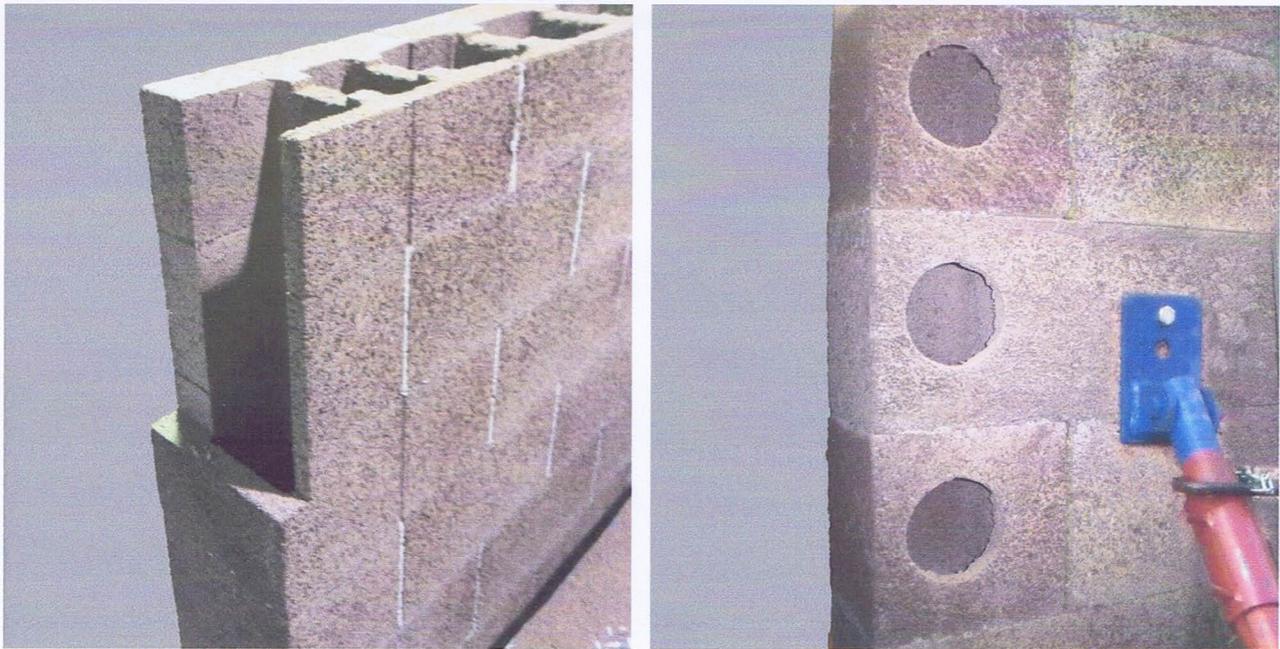


Abbildung 4.14
Die notwendigen
Änderungen der
Hohlwandelemente für
das Anschließen werden
noch in der betrieb-
lichen Vorfertigung
ausgeführt

Zusatzbewehrung eingebaut, da das Einsetzen der Bewehrung das Versetzen der Wandelemente umständlich macht. In diesem Fall ist das zweite Element seitlich heranzuführen, damit die horizontal herausstehenden Eisen in die entsprechenden Hohlräume eingeführt werden können.

Im Allgemeinen werden Öffnungen von 10-12 cm Durchmesser bei den „T“- oder „L“-förmigen Anschlüssen auf der Verbindungsseite des anderen Wandelementes gebohrt, um eine **monolithische Verbindung zwischen den Betonkernen** zu schaffen. Falls diese Verbindung statisch oder akustisch (bei Lärmschutzwänden) nicht entspricht, kann die Schalung dort, wo die Öffnungen sein müssten, ganz aufgeschnitten werden, um die komplette Verbindung der Betonkerne zu sichern. Dieser Schnitt sollte vor Ort nach der endgültigen Positionierung gemacht werden, damit das Hohlwandelement während der Lieferung und dem Versetzen nicht geschwächt ist.