

Abbruchreste von heute sind die Rohstoffe von morgen

Tragende Fertigteile aus Recyclingbeton für Pilotprojekte in Thionville und Pirmasens

Text: Prof. Dr.-Ing. Christian Glock, Timo Hondl, Dr.-Ing. Thomas Kranzler, Dr.-Ing. Tim Noll



*Ausgeführte Lärmschutzwand auf einem Rastplatz an der französischen Autobahn A 31 nahe Thionville
Quelle: TU Kaiserslautern, Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion*

Im Frühjahr 2021 endete das EU-Projekt SeRaMCo (Secondary Raw Materials for Concrete Precast Products). Ziel des Projektes war die Einführung von marktfähigen Lösungen zur Rezyklierung und Wiederverwendung von Bau- und Abbruchmaterial zur Herstellung von Fertigteilen aus Stahlbeton. An dem dreijährigen Forschungsprojekt mit über 7 Mio. Euro Gesamtvolumen waren elf europäische Forschungspartner aus Wissenschaft, Industrie und öffentlicher Hand beteiligt, darunter die TU Kaiserslautern als Lead Partner.

Die zum Abschluss des Projektes durch ein Mitglied der Syspro-Gruppe produzierten Betonfertigteile zeigen in den realisierten Pilotprojekten eindrucksvoll auf, welchen positiven Beitrag eine

durchdachte Materialaufbereitung und die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen zum nachhaltigen Bauen der Zukunft haben werden.

Das von INTERREG Nord-West-Europa mit 4,4 Mio. Euro geförderte EU-Projekt SeRaMCo wurde vor dem Hintergrund entwickelt, dass etwa 50 % der Primärrohstoffe in der EU im Bausektor verwendet werden, der zugleich für 1/3 aller Abfälle verantwortlich ist. Heute werden in Europa 70 bis 95 % der Inertabfälle wie z.B. Beton, Mauerwerk, Dachziegel u. Keramik von Abbruchgeländen als Füllmaterial und für den Straßenunterbau benutzt. Nur ein sehr geringer Teil (ca. 5 %) wird derzeit in der Lieferkette der Zement- und Betonherstellung verwertet. Das Projektziel war

deshalb Materialrecycling in echter Kreislaufwirtschaft: dies beginnt beim planmäßigen Abriss und endet beim Bau eines neuen Gebäudes aus wiederaufbereiteten Materialien.

Im Rahmen des gut dreijährigen Projektes wurde Forschungs- und Entwicklungsarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette vorangetrieben: An der Universität Liège wurden gemeinsam mit dem belgischen Unternehmen Tradecowall Aufbereitungsmöglichkeiten des Abbruchmaterials untersucht und verbessert. Unter anderem konnten durch Waschen der Gesteinskörnung die Feinanteile reduziert und unerwünschte Bestandteile entfernt werden. Das aufbereitete Material wurde an der Universität Lorraine und dem französi-

schen Unternehmen Vicat zur Herstellung von Zement genutzt. Insgesamt wurden im Rahmen von SeRaMCo 3.000 to Zement mit bis zu 15 % Anteil rezyklierter Feinbestandteile produziert, mit zu herkömmlichem Zement vergleichbaren Eigenschaften. Die TU Kaiserslautern und die Universität Luxemburg entwickelten aus dem vorab produzierten Zement und den rezyklierten Gesteinskörnungen neue Betonrezepturen. Dabei wurden auch rezyklierte Feinanteile verwendet. Diese Betone wurden von den beteiligten Fertigteilwerken Prefer aus Belgien und Beton Betz aus Deutschland zur Herstellung innovativer Produkte verwendet, die unter Leitung der TU Delft entworfen wurden. Diese Produkte umfassten sowohl tragende als auch nichttragende Betonfertigteile und Be-

tonwaren, welche mit herkömmlichen Produkten sowohl qualitativ als auch wirtschaftlich vergleichbar sind. Der Prozess und das Potenzial der Kreislaufwirtschaft wurde von dem französischen Partner Cerema in einer Lebenszyklusanalyse bewertet. Das belgische Unternehmen Schuttelaar & Partners untersuchte neue Geschäftsfelder und unterstützte das Projekt bei der Öffentlichkeitsarbeit.

Den Abschluss des Projekts bildet die praktische Anwendung der innovativen Betonfertigteile aus recycelten Ausgangsstoffen mittels dreier Pilotprojekte. Dieser Anwendungsfall stellte zugleich auch einen Test für die durch die SeRaMCo Partner verwirklichte Wertschöpfungskette dar.

Für zwei dieser Projekte produzierte und lieferte das Syspro-Mitglied Beton-

Betz aus Kirchartd die Fertigteile. Die Syspro-Gruppe Betonbauteile e.V., ist ein Zusammenschluss innovativer Unternehmen der Fertigteilindustrie zu einer Qualitätsgemeinschaft. Der Anspruch der Gruppe liegt seit ihrer Gründung im Jahr 1991 darin, Präzisionsbauteile aus Beton auf höchstem Niveau unter Wahrung von eigenen Qualitätsmerkmalen zu gewährleisten. Da die Mitglieder der Syspro-Gruppe zu dem Gedanken der Nachhaltigkeit und dem energetischen Bauen in seiner höchsten Ausprägung stehen, war man gerne bereit an dem Projekt SeRaMCo mitzuwirken.

Im September 2020 wurde der Öffentlichkeit eine repräsentative Lärmschutzwand auf einem Parkplatz an der französischen Autobahn A 31, 15 km von der Stadt Thionville entfernt mit der In-



Fertiggestellter Pavillon aus R-Beton auf der Husterhöhe in Pirmasens
Quelle: Ingenieurbüro Thiele Tragwerksplanung GmbH, Pirmasens

schrift „Thionville – Porte de France“ präsentiert. Es ist eine Wand aus L-Fertigteilen mit integriertem Namen des Rastplatzes, die den Besucher dort willkommen heißt. Die aus fünf Teilen zusammengesetzte Wand ist 27 Meter lang, einen Meter hoch und 15 Zentimeter dick. Sie besteht zu 100 % aus recycelter Gesteinskörnung und liegt damit deutlich über dem französischen Grenzwert von maximal 20 %. Die Herstellung in Kirchhardt erfolgte nach Entwürfen des Projektpartners TU Delft.

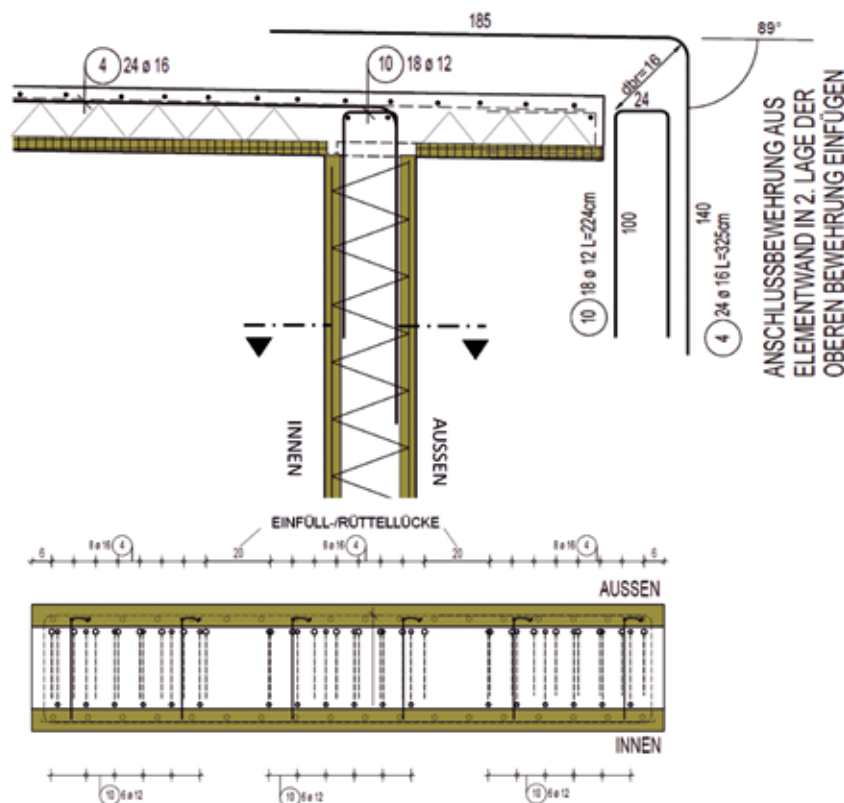
Eine weitere praktische Anwendung der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse erfolgte mit der Realisierung eines freistehenden, eingeschossigen Pavillons in Pirmasens. Auch hier hatten wieder Partner aus Forschung und Entwicklung mit der öffentlichen Hand zusammengearbeitet und das Design bzw. die Materialien geliefert. Auf dem Hochschulgelände entstand auf der Pirmasenser Husterhöhe auf einer Fläche von knapp fünf mal sieben Metern ein Pavillon, welcher sowohl eine Begegnungsstätte für Jung und Alt darstellt als auch eine attraktive Bühne für Musik und Künstler bieten kann. Der offen gestaltete Pavillon wurde aus mehreren Halbfertigteilen mit Ortbetonergänzung aus R-Beton (Elementdecken und Doppelwandelemente) hergestellt. Die auch für dieses Projekt erforderliche vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (VBG) wurde seitens der TU Kaiserslautern beantragt und beauftragt. Grundlagen für die erteilte VBG lieferten entsprechende Gutachten und Stellungnahmen, die auch die Erkenntnisse des Forschungsprojektes SeRaMCo berücksichtigen. Diese betreffen insbesondere die Verwendung von Fertigelementen aus Beton RC 25/30 mit R-Zement und 10% Brechsand plus 35% recycelte Gesteinskörnung, was deutlich über den Vorgaben der DAfStb-Richtlinien liegt. Kompliziert wird das Vorhaben mittels eines Ortbetons C25/30 mit Gesteinskörnungskategorie Typ 1 (max. 35 Vol-% Anteil RC-Gesteinskörnung) nach DAfStb-Richtlinie.

In o.g. Gutachten wurden bemes-



Elementdecke aus R-Beton mit Gitterträgern.

Quelle: Ingenieurbüro Thiele Tragwerksplanung GmbH, Pirmasens



Bewehrungsplan Detail Wand-Decke

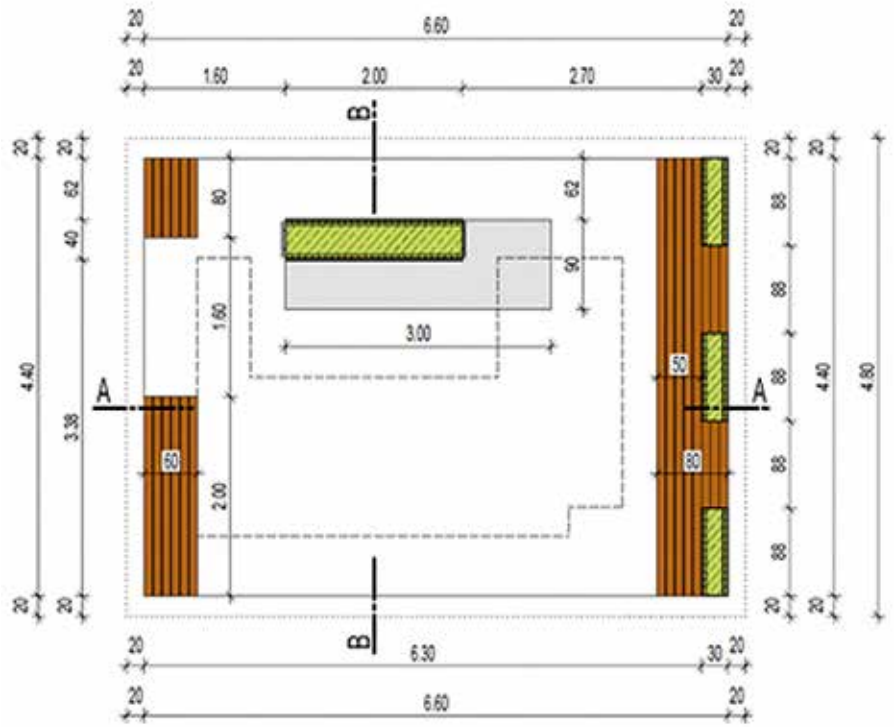
Quelle: Ingenieurbüro Thiele Tragwerksplanung GmbH, Pirmasens

sungsrelevante Materialkenngrößen vorgegeben. Hiernach wurde für den eingesetzten RC 25/30 u.a. ein Rechenwert der Betondruckfestigkeit $f_{cd} = 14,62 \text{ N/mm}^2$, ein E-Modul $E_{cm} = 27.409 \text{ N/mm}^2$ und eine Endkriechzahl $\Phi = 3,0$ angesetzt. Diese Materialpara-

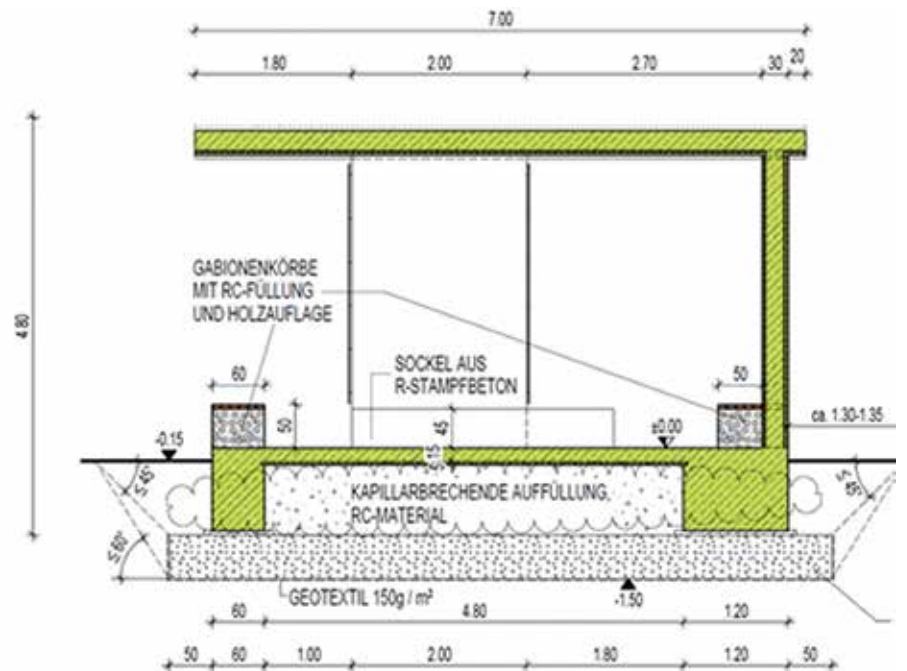
meter liegen in der Größenordnung eines Betons C25/30 nach Norm bzw. geringfügig darunter. Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit wurde der vollständige Materialdatensatz in der verwendeten Bemessungs-

software implementiert. Auf der Einwirkungsseite wurden neben Wind- und Schneelasten auch Temperaturlasten aus Sonneneinstrahlung sowie Dachausbaulast für extensive Begrünungen berücksichtigt. Die Bemessung und Nachweisführung erfolgten nach EC 2. Aufgrund einer gegenüber Normalbetonen ausgeprägteren Verformungsneigung bei RC-Betonen wurde für das auskragende Dach die Verformung im Zustand II mittels 3D-FE-Modell und Näherungsansätzen nach Krüger/Mertzsch konservativ abgeschätzt. Bezogen auf die Systemstützweite wurde eine aus Gründen des äußeren Erscheinungsbilds akzeptable Verformung von etwa $u_z / L \sim 1/200$ ermittelt. Gemäß den Gutachten und der erteilten VBG mussten für Einbau und Verarbeitung der RC-Betone keine über die normativen Regelungen hinausgehenden Maßnahmen und Güteüberwachungen durchgeführt werden.

Durch das Projekt SeRaMCo wurde aufgezeigt, dass durch die Wiederverwendung inerter Bau- und Abrissabfälle in der Zement- und Betonfertigteilproduktion das während Gebäudeabrissarbeiten entstehende Abfallaufkommen beträchtlich verringert werden kann. Gleichzeitig wird die Ausbeutung natürlicher Ressourcen in Steinbrüchen gemindert und dadurch der ökologische Fußabdruck von Bauprojekten reduziert. Die das Projekt finalisierenden Pilotprojekte zeigen auf eindrucksvolle Weise auf, was heute mit Betonfertigteilen aus recycelten Baumaterialien möglich ist und sind ein weiterer Schritt des Bauwesens auf dem Weg zum klimaneutralen Bauen bis 2050.



Der Grundriss Ausführungsplanung zeigt die zweiseitig gelagerte bzw. punktgestützte Decke
Quelle: Ingenieurbüro Thiele Tragwerksplanung GmbH, Pirmasens



Der Schnitt Ausführungsplanung zeigt Doppelwandpfeiler, in die die Decken eingespannt sind
Quelle: Ingenieurbüro Thiele Tragwerksplanung GmbH, Pirmasens

