

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

Bemessung und Konstruktion von selbstaufschwimmenden Hochwassersperrern in Beton-Sandwichbauweise: „Selbstaufschwimmende Hochwassersperrern“

Anlass/ Ausgangslage

Die Europäische Hochwasserrisikomanagementrichtlinie ist 2007 in Kraft getreten und setzt einen EU-weiten rechtlichen Rahmen zur Reduzierung nachteiliger Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf die menschliche Gesundheit, wirtschaftliche Tätigkeiten, die Umwelt und das Kulturerbe. Zwischenzeitlich ist die Richtlinie EU-weit in nationales Recht überführt worden. Der Schwerpunkt liegt eindeutig auf der Vorsorge, zu der auch die Bauvorsorge gehört.

Diese Bauvorsorge umfasst u. a. Maßnahmen des hochwasserangepassten Bauens sowie die hochwasserangepasste Ausführung von Architekten-, Ingenieur- und Handwerksleistungen.

Eine konkrete Aufgabenstellung besteht im Schutz von Gebäuden durch selbsttätige Hochwassersperrern, wie sie an Gebäudeeingängen, Lichtschächten, Einfahrten von Tiefgaragen etc. eingesetzt werden können. Auch die Schaffung von innerstädtischem, temporären Stauraum auf Straßen und Plätzen zur Rückhaltung von Wasser aus lokalen Starkregenereignissen stellt eine Herausforderung dar, für die im Rahmen dieses Projektes Lösungen angeboten werden sollen.

Im Rahmen des hier beantragten Vorhabens sollen Sandwichelemente mit Polystyrolkern und Deckschichten aus Beton bei einer Aufstauhöhe bis zu 100 cm für alle in Frage kommenden Einwirkungen einschl. Befahrbarkeit ausgelegt werden. Zu den Entwicklungszielen zählen vor allem Systemzuverlässigkeit, Robustheit und Dauerhaftigkeit.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Hochwassersicheres Bauen ist eine Aufgabe, der in vielen gewässernahen Regionen Deutschlands große sicherheitstechnische und volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt. Zusätzliche Herausforderungen entstehen durch die statistisch belegte erhebliche Zunahme lokaler Starkregenereignisse, die mit geringer Vorwarnzeit eintreten.

Der Aufbau der zur Verfügung stehenden mobilen Schutzeinrichtungen erfordert eine Vielzahl von eingewiesenen Arbeitskräften, die erfahrungsgemäß im Ernstfall – erst recht bei ohne Vorwarnung auftretenden lokalen Starkregenereignissen – nicht im erforderlichen Umfang zur Verfügung steht. Bekannte selbstaufschwimmende Systeme erfüllen bisher nicht die gestellten Anforderungen an Robustheit (Befahrbarkeit) und Dauerhaftigkeit.

Die Verwendung des Werkstoffes Beton ermöglicht – wie im Bauwesen insgesamt – kostengünstige Lösungen mit einer hohen Lebensdauer. Hochleistungsbetone lassen dabei filigrane Konstruktionen mit hoher Dichtheit möglich werden.

Aus diesen Gründen wurde im Rahmen des Vorhabens ein für Hochwassersperrern völlig neuartiges Konstruktionsprinzip verfolgt, bei dem vor allem Systemzuverlässigkeit, Robustheit und Dauerhaftigkeit bei geringen Herstellkosten und geringem Wartungsaufwand als Entwicklungsziele im Mittelpunkt standen.

Die Schutzelemente sollten selbsttätig aufschwimmen und eine im Hochwasserfall möglicherweise unterbrochene Stromversorgung entbehrlich machen. Sie sollten zudem unabhängig

von durch Einsatzkräfte zu erbringende Arbeitsleistungen funktionsfähig sein. Bei der Auslegung des Prototypen waren auch eine rutschfeste Profilierung der Oberfläche, Schneeräumbarkeit, der Schutz vor Verschmutzung, die leichte Spülung der Anlage nach Eintreten des Hochwasserfalles zu Reinigungszwecken etc. zu beachten.

Sandwichelemente mit dünnen Deckschichten aus Hochleistungs-Feinkornbeton sind bisher vor allem von eigenen Vorarbeiten bekannt. Die Anwendung der Bauweise beim Bau von Wassersperren ist völlig neu. Die entwickelte Sperre mit wasserdichtem Betongelenk (Patent Nr. 102017130818, Erfinder: Kasem Maryamh) ist im Betonbau ohne Vorbild.

Im ersten Schritt wurde eine umfangreiche Recherche über bestehende Praxisbeispiele selbstaufschwimmender Hochwassersperrungen und deren Einsatzmöglichkeiten durchgeführt. Parallel wurden ein Konstruktionsprinzip entwickelt und eine Vordimensionierung erstellt. Dabei wurden die maßgebenden Einwirkungen ermittelt und die Materialeigenschaften festgelegt.

Zusätzlich wurden die Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten der Sperre als Sandwichbauteil an geometrisch vereinfachten Probekörpern untersucht. Hierfür wurden der Kernaufbau und dessen Festigkeit, der Bewehrungsgehalt und die Bewehrungsform variiert. Parallel dazu wurden Probekörper in einem karusellartigen Versuchsstand mit einem gummbereiften Rad bei üblicher Straßenverkehrslast (halbe Achsenlast eines Personenkraftwagens) mit mehr als 25.000 Umdrehungen überfahren.

Die in den Versuchen gewonnenen Erkenntnisse wurden zum Bau eines Prototyps genutzt. Hierbei wurde die Sperre mit angeformtem Gelenk und Adapterteil im Originalmaßstab mit einer Breite von 20 cm hergestellt. Der Prototyp wurde im Ruhezustand sowie im Einsatzzustand unter quasi-statischer und dynamischer Belastung untersucht.

Zur Überprüfung der Funktionalität des entwickelten Systems wurde eine 20 cm breite Sperre mit angeformtem Gelenk und Adapterteil in eine speziell hierfür konzipierte Versuchseinrichtung eingebaut. Der Versuchsstand besteht aus einem Stahlrahmen, der mit Plexiglasscheiben wasserdicht ausgekleidet wurde.

Die durchgeführten experimentellen Untersuchungen haben unter Beweis gestellt, dass das entwickelte selbsttätige Hochwassersperrsystem sowohl im Ruhezustand unter Befahrung als auch im Einsatzzustand unter Wasserdruck eine ausreichende Tragfähigkeit besitzt.

Fazit

Als ein Beitrag zur Begrenzung von Hochwasserschäden wurde an der TU Kaiserslautern eine selbsttätig aufschwimmende Hochwassersperre entwickelt, die allen Anforderungen hinsichtlich Funktionalität, Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit gerecht wird. Die Konstruktion besteht aus einem Sandwichelement mit Deckschichten aus Hochleistungsbeton und zeichnet sich durch die Verwendung eines wartungsfreien, wasserdichten Betongelenkes aus, das in jeder Position alle auftretenden Kräfte überträgt. Das System soll nach Projektabschluss weiterentwickelt und zu einer Pilotanwendung an einem Flusslauf in Rheinland-Pfalz gebracht werden.

Eckdaten

Kurztitel: Selbstaufschwimmende Hochwassersperrungen, Hochwasserschutz, UHPC

Forscher/Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell (TU Kaiserslautern), Kasem Maryamh M.Sc. (TU Kaiserslautern)

Gesamtkosten: 156.058,15 EUR

Anteil Bundeszuschuss: 89.523,06 EUR

Projektlaufzeit: 15.12.2014 - 15.06.2016 (Laufzeitverlängerung bis 05.07.2017)

BILDER/ ABBILDUNGEN:

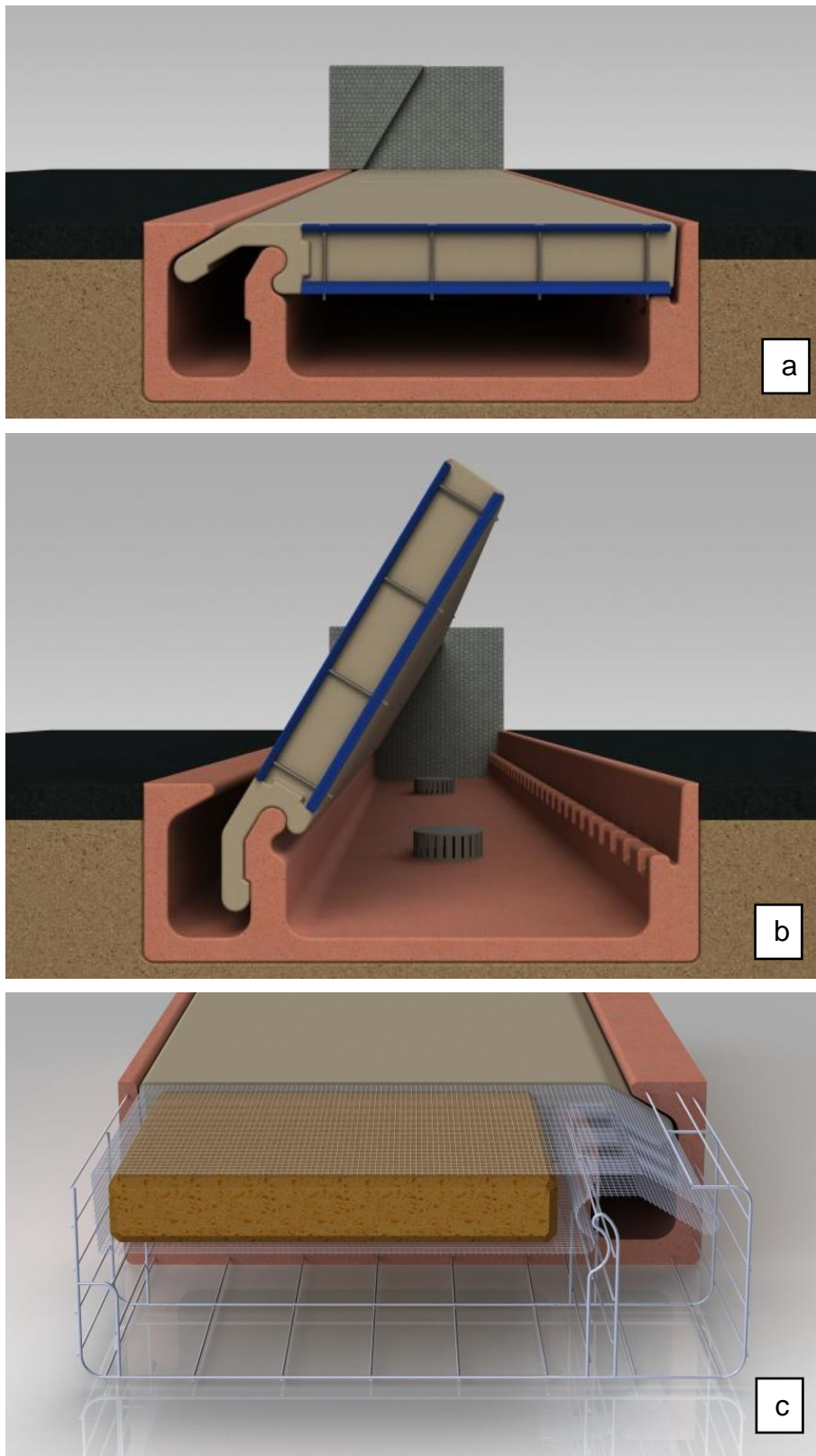


Bild 1: a) seitliche Ansicht des Entwurfs im Ruhezustand. b) seitliche Ansicht im Einsatzzustand. c) Styrodurkern und die Position der Bewehrung bzw. der Mikrobewehrung

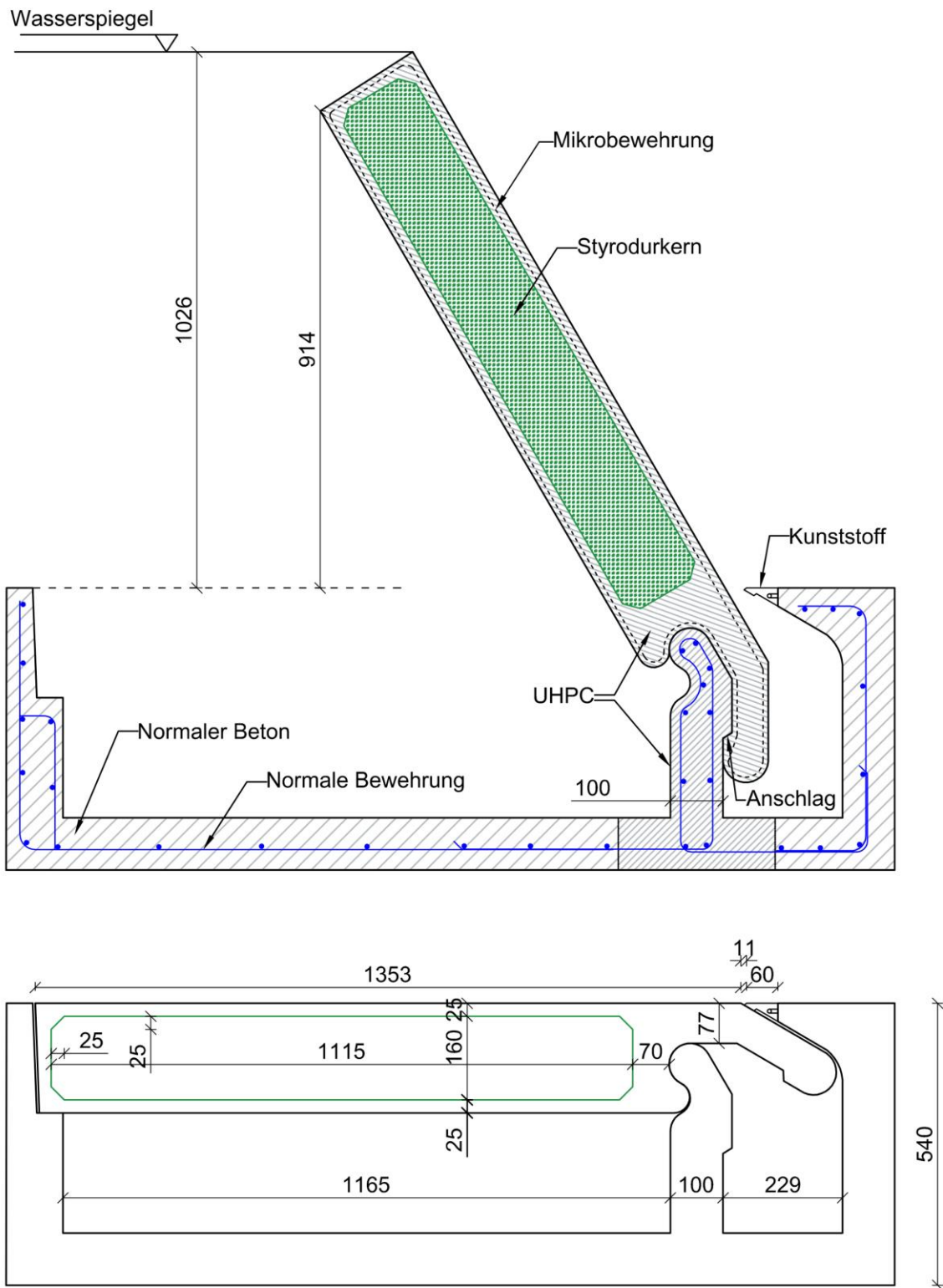


Bild 2: Abmessungen, die Bewehrung and Kennzeichnung von UHPC und Normalbeton Baustoffe

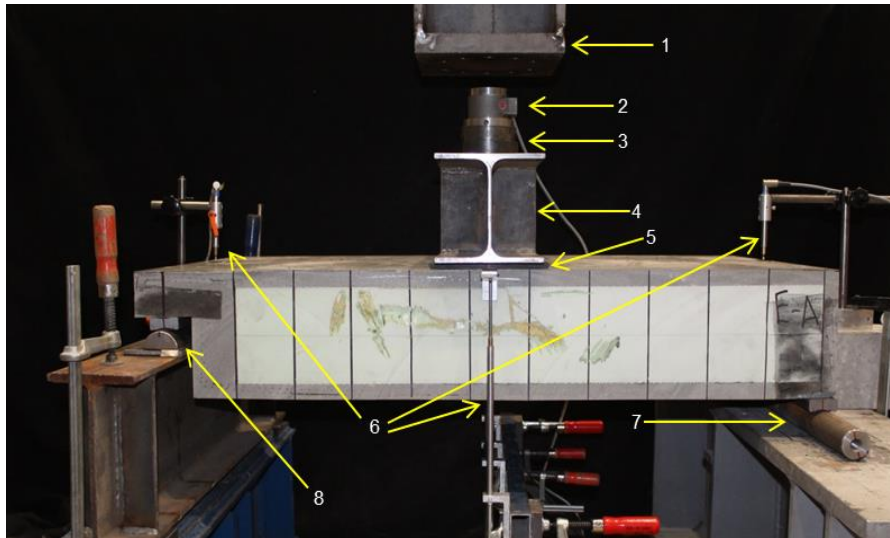


Bild 3: Versuchsaufbau des Biegeversuchs der geometrisch vereinfachten Probekörper

- 1- Stahlträger(mit Prüfzylinder verbunden), 2-Kraftmessdose, 3-Kalotte, 4-Stahlträger (zur Kraftübertragung), 5-Gummimatte, 6-Wegaufnehmer, 7-Rollenlager, 8-Festlager

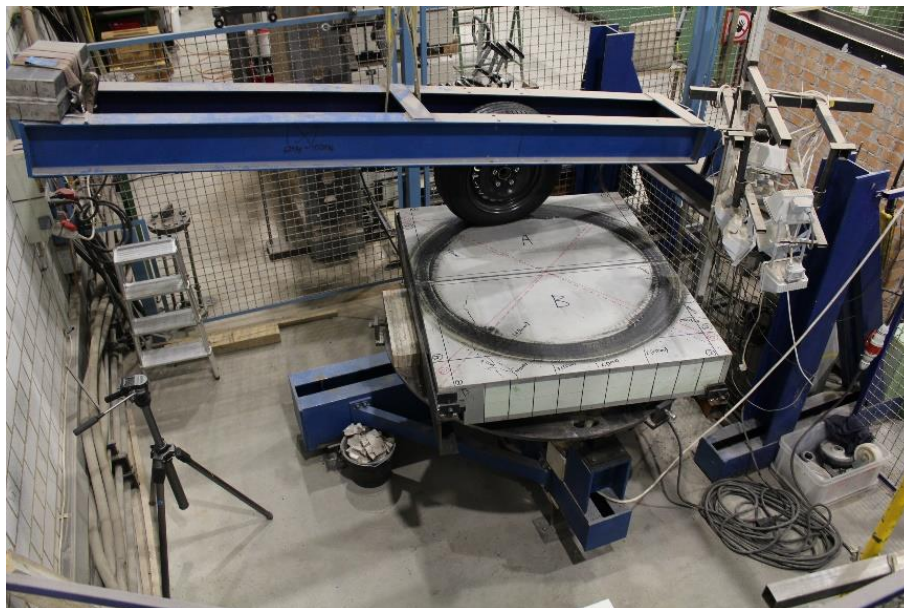


Bild 4: Befahrversuch in einem karusellartigen Versuchsstand

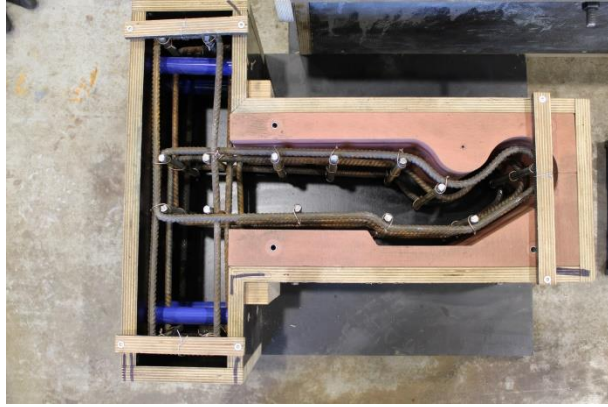


Bild 5: Schalung des Prototyps (Adapterteil / Fundament) mit der Bewehrung

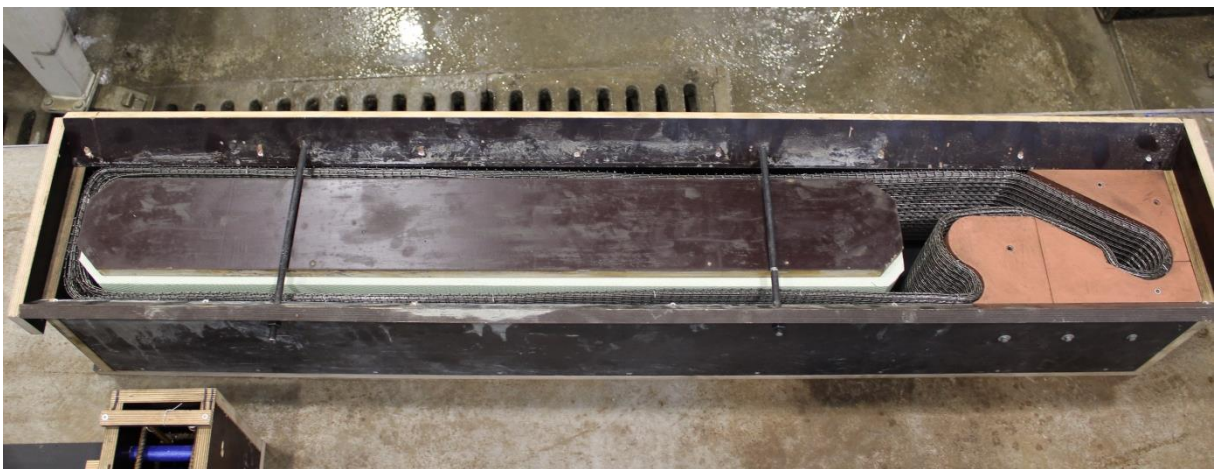


Bild 6: Schalung des Prototyps (Sperre) mit Kern, Mikrobewehrung und Einsatzform.

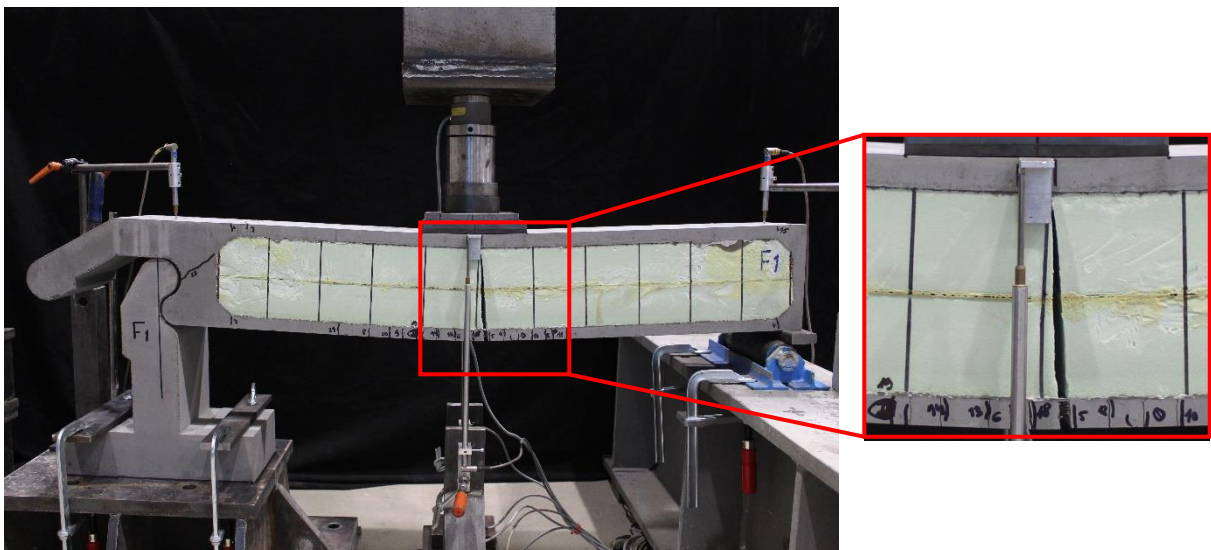


Bild 7: Untersuchung des Prototyps im Ruhezustand, Versagen der Bewehrung am unteren Bauteilrand in Feldmitte

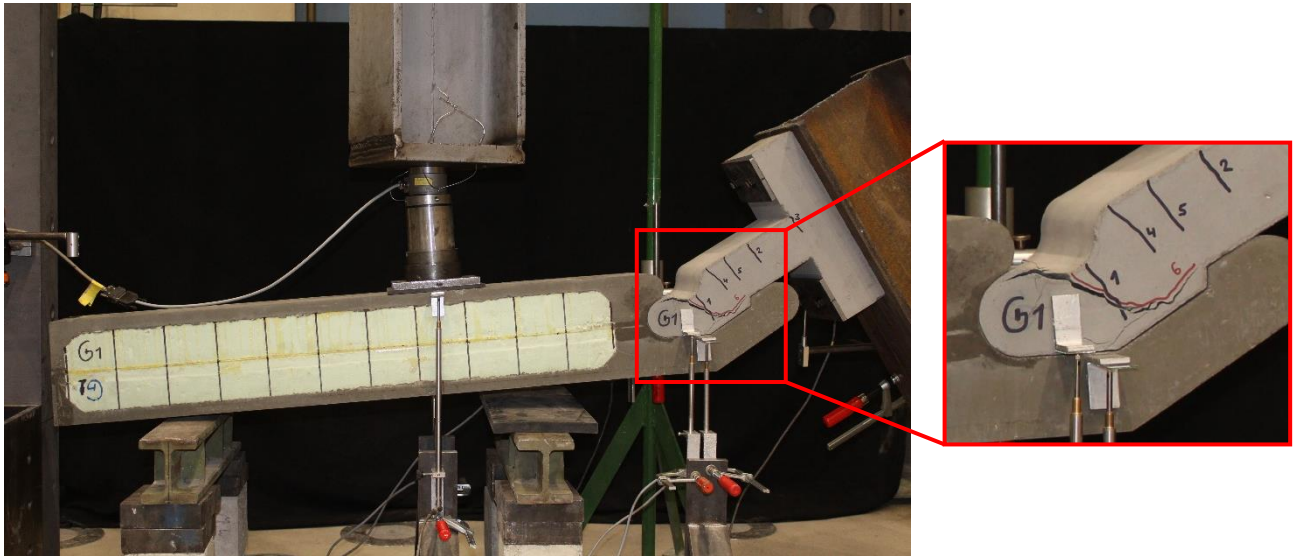


Bild 8: Untersuchung des Prototyps im Einsatzzustand, Versagen des Adapterteils

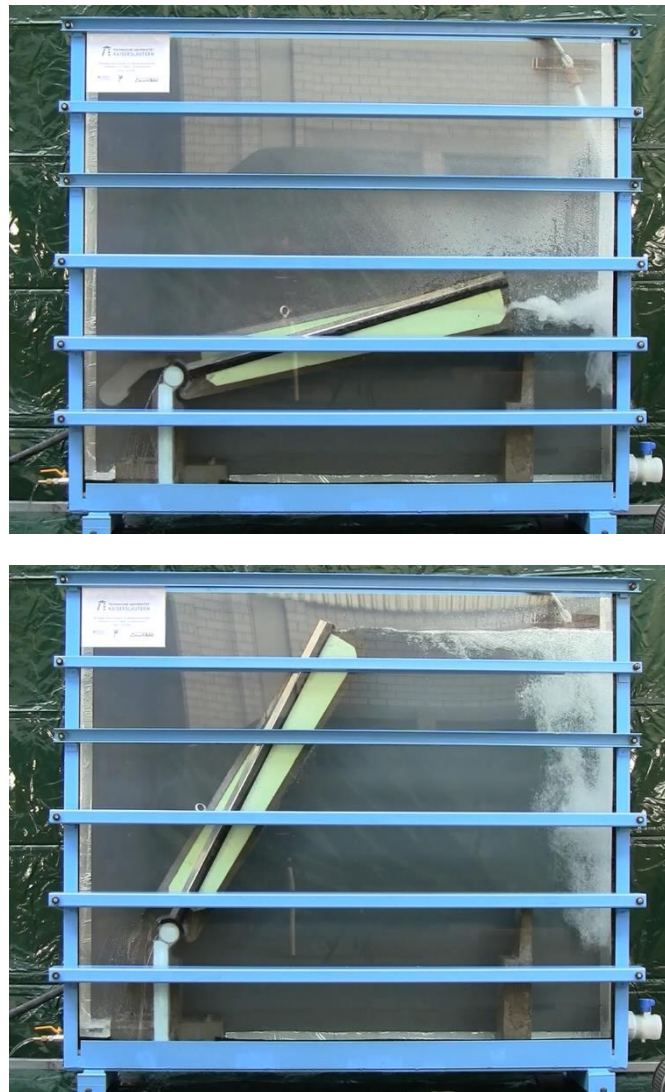


Bild 9: oben) Versuchssituation steigender Wasserspiegel; unten) Versuchssituation bei maximaler Anstauhöhe