

Brücke Ko360 über der Ahr
Bad Neuenahr-Ahrweiler

PROJEKTBECHREIBUNG

Ausgangssituation
Am 14. Juli 2021 wurde das Ahrtal von einer schweren Naturkatastrophe getroffen. Heftige Regenfälle haben die Ahr ansteigen lassen und eine 6-10 m mächtige Flutwelle wälzte sich durch das Tal. Fast die komplette Infrastruktur in der Region wurde zerstört. Neben zahlreichen Brücken war auch das gesamte Versorgungsnetz aus Strom-/Wasser-/Abwasser-/Gas- und Telefonleitungen außer Betrieb. Höchste Priorität in der „Großschadenslage“ hatten Sicherungs- und Abbruchmaßnahmen, um weitere Schäden zu vermeiden (Gefahrenabwehr).
Besondere Herausforderungen:
• Fachlich begründete Entscheidungen auf der Grundlage ingenieurtechnischen Wissens
• Rechnerische Nachweise auf Basis des Verständnisses der mechan. Grundlagen der Bemessungsnormen und nicht der Normentexte
• Handeln auch außerhalb des vertrauten Erfahrungsumfelds
Für Aufräumarbeiten, Helfer und Anwohnerversorgung auf schnellem Wege war es erforderlich, die Standsicherheit der Verkehrsinfrastruktur zu beurteilen und sie wieder nutzbar zu machen.
Die Brücke über die L83 (zentrale Funktion in der region. Infrastruktur) war stark zerstört. Die Flut hatte südliche Widerlager unter dem Überbau beschädigt. Es hat sich samt der angrenzenden Unterführung verkippt und wurde bis zu 6 m tief eingespült. Das Randfeld der Brücke hing damit an seinem südlichen Auflager vollständig frei und hatte sich ca. 20 cm nach unten verformt.

Aufgabe und Projektteam
Die Aufgabe war, den Überbau zu erhalten und in kurzer Zeit wieder als Brücke zu nutzen. Dafür wurde in Schritt 1 der Zustand durch eine Bauwerksprüfung und einer rechnerischen Untersuchung festgestellt. Basierend darauf wurde die Planung für die Wiederherstellung durchgeführt. Die Untersuchungen vor Ort und die Koordinierung der Projektbeteiligten wurde von den Becker Ingenieuren übernommen. Die rechnerische Beurteilung des Brückenbauwerks erforderte erfahrene Ingenieur*innen in der Nachrechnung/Bewertung von Bestandsbrücken. Hier konnte ZM-I ihr Know-how einbringen.

Bauwerkszustand
Bei der Brücke Ko 360 (Baujahr 1968, Brückenklasse 60 nach DIN 1072) über die L83 handelte es sich um ein dreifeldiges Bauwerk. Sie überspannt die Ahr mit den seitlichen Vorlandbereichen. Der Überbauquerschnitt besteht aus einem Vollquerschnitt mit seitlichen Kragarmen. Die Brücke ist in Längsrichtung mit Spanngliedern VT 108 vorgespannt. Am nördlichen u. südlichen Widerlager schließen unmittelbar zwei Durchlässe an. Der Überbau lagert schwimmend auf Elastomerlagern auf. In den Pfeilerachsen sind jeweils 7 Lager angeordnet. In den Widerlagerachsen lagert der Überbau auf 4 Elastomerlagern auf. Die Unterbauten sind senkrecht zur Brückenachse angeordnet und bestehen aus 2 Kastenwiderlagern sowie 2 Pfeilerstüben, die jeweils flach gegründet sind.
Das Auflager des südlichen Randfeldes war zerstört. Am Überbau zeigten sich die zu erwartende Risse.

Nachweis der Standsicherheit
Mit einer Nachrechnung wurde der Zustand der tragenden Struktur bewertet. Hierzu wurden die Beanspruchungen für das havarierte System mit auskragendem Randfeld ermittelt und die Querschnittsbeanspruchung berechnet. Die Ergebnisse am Gesamtquerschnitt zeigten, dass die rechnerische Tragfähigkeit unter Ansatz der außergewöhnlichen Bemessungskombination nachgewiesen werden kann. Für den havarierten Zustand konnte ein stabiles Gleichgewicht nachgewiesen werden. Von einem unmittelbaren Einsturz des Bauwerks war nicht auszugehen. Die Arbeiten vor Ort konnten beginnen.
Für eine Nutzung des Bauwerks nach der Wiederherstellung des Widerlagers musste der Zustand der Betonstahl- u. Spannstahlbewehrung beurteilt werden. Dabei ging es insbesondere um die Frage, ob der Stahl kritische Dehnungen erreicht hat, die zu einer Reduktion der Tragfähigkeit führen könnten.

Am Berechnungsmodell wurden die Bauteildehnungen unter Ansatz der einwirkenden Lasten und eingepägten Zustände aus der Herstellung, der Havarie und dem späteren Anheben des Überbaus berechnet und ausgewertet. Für den Zustand mit frei auskragendem Randfeld zeigte sich, dass die max. Dehnungen für den Betonstahl bei 5,8 ‰ lagen. Damit hat der Stahl rechnerisch seine Streckgrenze erreicht, lag dennoch deutlich unter der Bruchdehnung. Für den Spannstahl ergaben sich die max. Dehnungen zu 4,0 ‰, sodass sich dieser noch im elastischen Bereich befand. Aufgrund der parabolförmig verlaufenden Spanngliedgeometrie und der abgestuften Längsbewehrung zeigten sich dabei die maßgebenden Nachweisschnitte nicht an der Stelle des größten Biegemoments, sondern, ausgehend von der Pfeilerachse, zw. dem Viertelpunkt und der halben Spannweite des Randfeldes.
Die Voraussetzung für eine weitere Nutzung waren geben! Mit dem Ergebnis wurde die Errichtung eines Widerlagers und der Anhub des Überbaus geplant.
Nachdem der Überbau angehoben und das Widerlager erneuert wurde, konnte das ursprüngliche Lagerungssystem wieder aktiviert werden. Das statische System entspricht damit dem planmäßigen Endzustand vor der Havarie. Da die Bemessungsergebnisse am auskragenden System zeigten, dass der Betonstahl bereichsweise ins Fließen gekommen ist, wurde die Tragfähigkeit lediglich unter Ansatz des Spannkraftzuwachs unter der ständig und vorübergehenden Einwirkungskombination nachgewiesen. In Hinblick auf die Standsicherheit war eine Nutzung des Bauwerks mit dem eingestuftem Lastbilds der Brückenklasse 60 möglich.

Wiederherstellung des Tragwerks
Die Herausforderungen waren vielfältig. Neben den Randbedingungen eines Katastrophengebietes (Dringlichkeit, Materialverfügbarkeit, Transportwege und Zugänglichkeit) waren flexible, kurze Entscheidungswege essentiell. Hier zeigten sich die Vorteile agiler mittelständischer Unternehmen.
Die Wiederherstellung erfolgte in 2 Schritten. Erst wurde das Randfeld in seine ursprüngliche Lage angehoben, um dann ein neues Widerlager zur Auflagerung zu schaffen. Für das Anheben des Überbaus wurden 4 Stahlstützen mit Stellingpressen auf Hilfsfundamente gestellt. Der Überbau wurde auf die berechneten Auflagerkräfte kraftgesteuert angehoben, die Höhenlage messtechnisch überwacht. Das Widerlager wurde als Stahlbetonbalken in Fertigteilbauweise hergestellt und auf Ortbetonfundamenten gegründet. Das Lagerungskonzept des Überbaus mit den Verformungslagern in der südlichen Widerlagerachse entsprach dem Bestandszustand. Nach der Herstellung der Fußgängerquerungen, der seitlichen Stützwände und der Erdarbeiten konnte die Brücke für die eingestufte Brückenklasse wieder für den Verkehr freigegeben werden.

Ergebnis
Das Hochwasser hat neben dem menschlichen Leid gezeigt, mit welcher Wucht die Infrastruktur einer ganzen Region in kürzester Zeit zerstört werden kann. Bei einer Katastrophe in diesem Ausmaß sind schnelle Entscheidungen auf kurzen Wegen unabdingbar, um die notwendige Infrastruktur schnell wieder nutzbar zu machen.
Das schwer beschädigte Brückenbauwerk über die L83 konnte:
• innerhalb von zwei Monaten - als erste Brücke in der Region - wieder für seine ursprüngliche Brückenklasse für den Verkehr freigegeben werden.
• Mit rechnerischen Nachweisen konnte die Standsicherheit des geschädigten Tragwerks bewiesen werden.
• Durch die Weiternutzung konnte eine schnellere Verfügbarkeit erreicht werden als mit einer Hilfsbrücke.
Der Wiederaufbau der Brücke durch den schnellen, smarten, unbürokratischen Einsatz aller Beteiligten ist daher auf seine Art einzigartig. Es zeigt, dass zu unserem Berufsstand mehr gehört als die Anwendung von Normen/Richtlinien. Intuitives Wissen über Technik und Strukturen ist gefordert, um reaktionsschnell pragmatische Lösungen für außergewöhnliche Situationen zu entwickeln. Durch überregionale Vernetzung und vertrauensvolles Miteinander rücken gemeinschaftliche Interessen in den Vordergrund und beschleunigen die Prozesse des Wiederaufbaus.

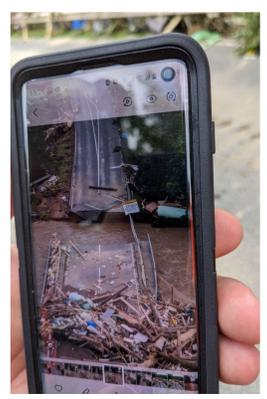
PROJEKTEINREICHER
Zilch + Müller Ingenieure GmbH
Erika-Mann-Straße 63
80636 München

BEWERBERTEAM
Zilch + Müller Ingenieure GmbH (München) und
Becker Ingenieure GmbH (Grafschaft)

WEITERE PROJEKTBETEILIGTE



Schaden nach Überschwemmung
Verklauster Durchflussquerschnitt der zur Umspülung des südlichen Widerlagers geführt hat
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)



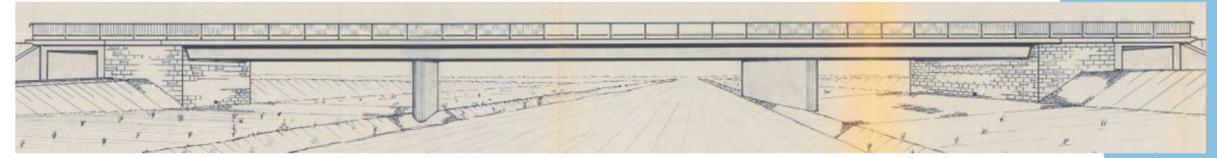
Zerstörte Brückenverbindung am südlichen Widerlager
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)



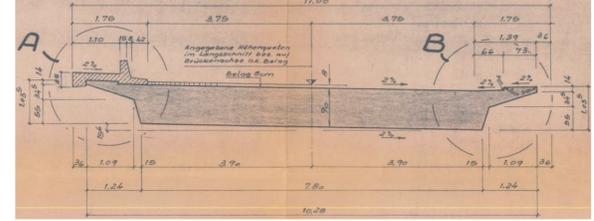
Treibgut
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)



Havariert Zustand des Überbaus
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)

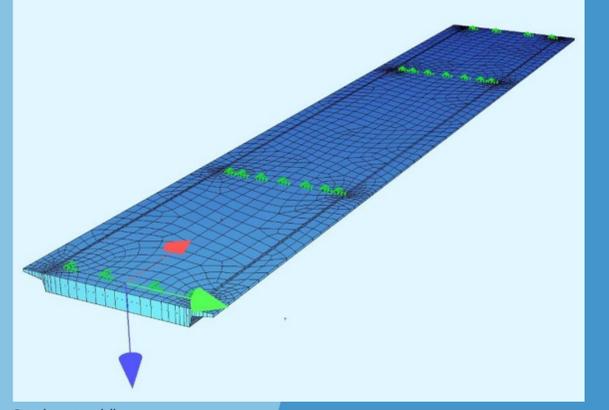


Brücke Längsschnitt



Brücke Querschnitt

Brückenbauwerk	
Art der Konstruktion:	Betonplattenbrücke
Statisches System:	Dreifeldträger
Gesamtlänge Überbau [m]:	54,10
Spannweiten [m]:	14,20 // 24,00 // 14,20
Breite von Außenkante Kappe [m]:	11,00
Br.fläche [m²]:	595,1
Kreuzungswinkel: (ca.)	k.A.
Querschnitt:	Vollplatte
oberer Verkehrsweg	Straße



Berechnungsmodell
(Modell von ZM-I)



Brückenübergang nach Wiederherstellung des Auflagers
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)



Überbaulagerung auf neuem Widerlager
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)



Fußgängerquerung
(Foto: Becker Ingenieure GmbH)

