

Ingenieurmäßiger Rückbau von Großbrücken - Fragestellungen aus der Planung und Prüfung

<https://doi.org/10.14459/mbs28.09>

Jan Lingemann



Dr.-Ing. Jan Lingemann

1995-2001 Studium Bauingenieurwesen,
RWTH Aachen
2001-2005 Projektingenieur, Aachen
2005-2009 Wissenschaftlicher Mitarbeiter Lehrstuhl
für Massivbau, TUM
2009-2014 Büchting + Streit AG, München
seit 2015 Mitglied des Vorstands der
Büchting + Streit AG
seit 2018 Prüfenieur Fachrichtung Massivbau

Im Zuge des Erhalts der Verkehrsinfrastruktur wurden in der Vergangenheit bereits zahlreiche Brücken durch Neubauten ersetzt. Der hierbei erforderliche Rückbau von Großbrücken stellt eine komplexe Aufgabe dar. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte statische Besonderheiten beim Rückbau von Großbrücken erläutert und Erfahrungen aus zurückliegenden Projekten aufgezeigt.

In the course of maintaining the transport infrastructure, numerous bridges have already been replaced by new structures in the past. The necessary dismantling of large bridges is a complex task. In this article, selected special structural features of the dismantling of large bridges are explained and experiences from past projects are presented.

Einführung

Ein großer Teil der im Bereich der Bundesfernstraßen bestehenden Brückenbauwerke in Deutschland hat aktuell ein Alter von 40 bis 60 Jahren erreicht. Das durchschnittliche Alter der bestehenden Eisenbahnüberführungen in Deutschland ist noch höher. Aufgrund des Alters der Bauwerke hat die Frage der Bewertung des Zustands sowie der Tragfähigkeit von bestehenden Brückenbauwerken in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Vor dem Hintergrund, dass sich bei einigen Bauwerken in der Nachrechnung Defizite hinsichtlich der Tragfähigkeit zeigen [1], wird deutlich, dass in Zukunft im Zuge der Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland der Rückbau bzw. der Ersatzneubau von zahlreichen bestehenden Großbrücken zu erwarten ist.

Die bereits vorliegenden Erfahrungen aus dem Rückbau von großen Brückenbauwerken zeigen, dass es sich hierbei um eine sehr komplexe Aufgabe handelt, bei der hohe Anforderungen an die beteiligten Bauherren, Planer sowie an die ausführenden Firmen gestellt werden [2, 3]. Im vorliegenden Beitrag werden daher ausgewählte, häufig auftretende statische Fragestellungen beim Rückbau von großen Spannbetonbrücken erläutert. Der vorliegende Beitrag basiert auf einem bereits in der Zeitschrift Beton- und Stahlbetonbau veröffentlichten Aufsatz [4].

Häufige Fragestellungen beim Rückbau von Großbrücken

Abschnittsweiser Rückbau

Der Rückbau von *kleineren Brückenbauwerken* (z. B. Straßen- und Wegeüberführungen) ist heute eine fast alltägliche Aufgabe im Zuge des Unterhalts und der Erhaltung des Straßennetzes. Die Überbauten kleinerer Bauwerke werden dabei innerhalb relativ kurzer Sperrpausen (z. B. innerhalb eines Wochenendes) vollständig zurückgebaut.

Sofern der untenliegende Verkehrsweg für den Rückbau nicht vollständig gesperrt werden kann oder darf, oder wenn das zurückzubauende Überführungsbauwerk zu groß ist, um es innerhalb einer vorgesehenen Sperrpause

zurückzubauen, dann kann ein abschnittsweiser Rückbau des Überbaus sinnvoll sein. In statischer Hinsicht ist hierbei zu beachten, dass für das Bauwerk im teiltrückgebauten Zustand eine ausreichende Tragfähigkeit nachzuweisen ist.

Bei *Großbrücken* ist – sofern der Rückbau nicht durch Sprengung erfolgt – in der Regel ebenfalls ein abschnittsweiser Rückbau erforderlich. Beim abschnittsweisen Rückbau wird das Längssystem des Überbaus in Rückbauabschnitte unterteilt, die sukzessive zurückgebaut werden (Abb. 1). Durch die Einteilung von Rückbauabschnitten lässt sich wie auch beim Neubau eine effiziente Abwicklung der Baumaßnahmen sicherstellen und der Einsatz von evtl. erforderlichen Traggerüstkonstruktionen minimieren. Beim abschnittsweisen Rückbau müssen die jeweils noch nicht zurückgebauten Abschnitte noch eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, solange sie Teil des tragenden statischen Systems sind bzw. nicht durch Hilfskonstruktionen unterstützt oder anderweitig gesichert sind.



Abb. 1 Abschnittsweiser Rückbau des Überbaus der Talbrücke Unterrieden auf Vorschubrüstung

Wenn die Rückbauabschnitte so gewählt werden können, dass sie den Bauabschnitten der Herstellung des Bauwerks entsprechen, werden die damaligen Bauzustände des Bauwerks bei Rückbau in umgekehrter Reihenfolge nachvollzogen. Da das Bauwerk für die Beanspruchungen aus den ursprünglichen Bauzuständen ausgelegt ist, können die Einwirkungen aus dem Eigengewicht der Konstruktion in den Rückbauzuständen in der Regel aufgenommen werden. Einwirkungen, die in den ursprünglichen Bauzuständen nicht wirksam waren, müssen jedoch beim Nachweis der Rückbauzustände zwingend zusätzlich berücksichtigt werden. Dies ist z. B. der Fall,

wenn die Kappen nicht vorlaufend zurückgebaut werden und bis zum Rückbau des Überbaus auf dem Überbau verbleiben. In diesem Fall muss sichergestellt sein, dass das Eigengewicht der Kappen in den entsprechenden Rückbauzuständen aufgenommen werden kann. Auch die Belastung aus Eigengewicht der Rückbaugeräte ist in der Regel besonders zu untersuchen.

Im Zuge eines abschnittswisen Rückbaus wird bei Talbrücken häufig zu einem bestimmten Zeitpunkt der Längsfestpunkt des Überbaus unwirksam. In diesem Fall muss unmittelbar vor der Deaktivierung des Längsfestpunkts eine temporäre Längsfesthaltung eingebaut werden.

Vorlaufende Entfernung von Teilen des Querschnitts

Im Zuge des abschnittswisen Rückbaus werden teilweise einzelne Querschnittsteile des Überbaus vorlaufend abgetrennt. Hieraus können sich Auswirkungen auf die Wirkung der Vorspannung ergeben. Bei Überbauten mit Hohlkastenquerschnitt werden z. B. teilweise die Kragarme vorlaufend entfernt, um den Überbau zu leichtern. Dies hat Auswirkungen auf die Querschnittswerte des Überbauquerschnitts. So wird durch ein Entfernen der Kragarme die Querschnittsfläche reduziert, was eine höhere Normalspannung infolge Vorspannung zur Folge hat. Außerdem verschiebt sich der Schwerpunkt des Querschnitts nach unten. Die Verschiebung des Schwerpunkts hat Einfluss sowohl auf die statisch bestimmte als auch auf die statisch unbestimmte Schnittgröße aus Vorspannung und auf die Widerstandsmomente des Querschnitts.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit des Überbaus in Bauwerksquerrichtung ist bei einem Abtrennen der Kragarme zu berücksichtigen, dass die abgetrennten Bauteile in der Regel gesichert bzw. ausgehoben werden müssen. Sofern dies durch auf dem Überbau angeordnete Geräte erfolgt, muss die Fahrbahnplatte auch nach dem Abtrennvorgang die entsprechenden Lasten in Querrichtung aufnehmen können.

Im Zustand nach der Abtrennung von Gurtplatten muss darüber hinaus sichergestellt sein, dass ein Kippen der Längsträgerstege verhindert wird.

Verankerung von Spanngliedern über Verbund

Bei Spannbetonbrücken ist die Wahl der Rückbauabschnitte entsprechend den ursprünglichen Bauabschnitten auch im Hinblick auf die Verankerungen der Längsspannglieder relevant. Sofern beim Rückbau die ursprünglichen Bauzustände nachvollzogen werden, ist am Ende eines Rückbauabschnitts in der Regel auch eine Koppelfuge mit entsprechenden Spanngliedankern vorhanden, sodass die Verankerung der benötigten Anzahl an Längsspanngliedern beim Rückbau in allen Zuständen sichergestellt ist.

Wenn beim Rückbau nicht am Ende jedes Rückbauabschnitts Spanngliedverankerungen der Längsspannglieder in ausreichender Anzahl vorhanden sind, ist der Verankerung der Längsspannglieder bei der Planung des Rückbaus besondere Beachtung zu schenken (Abb. 2). Im Rahmen von Rückbauzuständen können sich verpresste Spannglieder i.A. über die Verbundwirkung verankern. In diesem Fall sollte eine Grenzfallbetrachtung hinsichtlich der Verankerung erfolgen, sofern keine genaueren Angaben zum Verbund der Spannglieder vorhanden sind.



Abb. 2 Rückbauzustand der Döllbachtalbrücke mit Verankerung der Längsspannglieder über Verbund

Für den Nachweis der Tragfähigkeit in Bauwerkslängsrichtung sollten in der Regel untere Grenzwerte der übertragbaren Verbundspannungen angenommen werden. Hiermit ergibt sich ein oberer Grenzwert der Lastübertragungslänge, was für den Nachweis der Tragfähigkeit in Bauwerkslängsrichtung im Allgemeinen ungünstig ist. Die Spaltzugbeanspruchung im

Verankerungsbereich selbst sollte unter der Annahme der oberen Grenzwerte der Verbundspannungen bestimmt werden.

Während für Spaltzugbeanspruchungen in vertikaler Richtung bei Stegspanngliedern in der Regel die vorhandenen Stegbügel angesetzt werden können, ist zur Aufnahme von horizontalen Spaltzugbeanspruchungen im Bestandsüberbau in der Regel keine Bewehrung vorhanden. Zur Aufnahme der Spaltzugbeanspruchungen wurde in einigen Fällen bereits teilweise die Betonzugfestigkeit angesetzt. Hierfür existieren somit einige Erfahrungswerte, jedoch derzeit noch keine allgemein anerkannten Bemessungsansätze.

Die Verbundverankerung von größeren Bündelspanngliedern sowie die hieraus resultierenden Spaltzugbeanspruchungen sind darüber hinaus noch Gegenstand der Forschung. Zur Klärung des Tragverhaltens der Verbundverankerung von Längsspanngliedern aus Bündeln von gerippten Einzeldrähten wurden inzwischen im Zuge des Rückbaus einer Talbrücke umfangreiche Messungen durchgeführt [5].



Abb. 3 Links: Abgebohrtes Längsspannglied; Foto: Adam Hörnig Baugesellschaft mbH, rechts: Planmäßiger Einzug von durchtrennten Spanngliedern

Zum Nachweis der tatsächlichen Wirksamkeit der Verankerung können Spannglieder im Zuge des Rückbaus z. B. hüllrohrweise durchtrennt werden (Abb. 3). Anschließend wird der Einzug der Spannglieder gemessen. Ausgehend von der Annahme, dass alle Spannglieder beim Bau der Brücke entsprechend vorgespannt und verpresst wurden, kann, wenn der Einzug nicht größer ist als ein rechnerisch vorab ermittelter Grenzwert, von einer erfolgreichen Verankerung ausgegangen werden. Praktisch wird in der sta-

tischen Berechnung in der Regel zunächst die im jeweiligen Rückbauzustand erforderliche Anzahl an Längsspanngliedern ermittelt. Dann wird festgelegt, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Reihenfolge die Spannglieder abzubohren sind. Beim Abbohren ist sicherzustellen, dass zu jedem Zeitpunkt eine ausreichende Anzahl noch nicht abgebohrter oder bereits erfolgreich verankerter Spannglieder vorhanden ist, sodass die Tragfähigkeit des Überbaus zu jeder Zeit gewährleistet ist.

Hilfsunterstützungen und Hilfsfeiler

Beim abschnittswisen Rückbau von Brücken mit großen Stützweiten kommen teilweise Hilfsunterstützungen zur Unterstützung des Überbaus in den Rückbauzuständen zum Einsatz. Diese werden teilweise mit Hydraulikpressen ausgestattet, durch welche die jeweilige Hilfsunterstützung zum gewünschten Zeitpunkt mit einer vorgegebenen Kraft aktiviert werden kann. Bei der Planung sollte hierbei beachtet werden, dass die im Aktivierungszustand wirkenden Gewichte des Bestandsüberbaus in der Regel nicht genau bekannt sind. Zur Berücksichtigung dieser Einflüsse sowie evtl. Ungenauigkeiten der Pressenkraft sollte im Zuge der Planung untersucht werden, ob es bei Ansatz unterer Grenzwerte der einwirkenden Lasten und oberer Grenzwerte der Pressenkräfte zu Überbeanspruchungen des Überbaus kommen kann (z. B. negatives Moment über der Hilfsunterstützung). Ebenso sollte ggf. untersucht werden, ob die Tragfähigkeit auch bei Ansatz des oberen Grenzwerts des Eigengewichts in Kombination mit dem unteren Grenzwert der Pressenkraft nachweisbar ist.

Für Hilfsunterstützungen werden häufig Stellingpressen verwendet. Nachdem die Pressen auf die gewünschte Last angefahren wurden, werden die Stellingringe angedreht, sodass der Lastabtrag über die Stellingringe erfolgen kann. Hinsichtlich der Wahl der Pressen ist zu beachten, dass die in späteren Rückbauzuständen auftretende Last am Hilfsfeiler deutlich größer sein kann als die Kraft, mit der der Hilfsfeiler aktiviert wird.

Sofern der Überbau mit Hydraulikpressen nicht nur mit einer definierten Kraft unterstützt wird, sondern der Überbau von den Lagern freigegeben werden soll, entspricht die hierfür erforderliche Pressenkraft direkt der freizuhebenden Auflagerkraft. In diesem Fall ist der Ansatz unterschiedlicher Sicherheitsbeiwerte für die äußeren Lasten und die Pressenkraft nicht sinnvoll.

Fazit

Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte, bei bereits durchgeführten Rückbauten von Großbrücken gesammelten Erfahrungen hinsichtlich der Planung des Rückbaus aufgeführt und erläutert. Es wäre wünschenswert, die Planungssicherheit durch ein entsprechendes Regelwerk für den Rückbau zu verbessern. Erste Ansätze hierzu wurden in der Vergangenheit bereits erarbeitet [6].

Literatur

- [1] Fischer, O.; Lechner, T.; Wild, M.; Müller, A.; Kessner, K. (2016) Nachrechnung von Betonbrücken, systematische Auswertung nachgerechneter Bauwerke. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Brücken- und Ingenieurbau, Band 124.
- [2] Wagner, P. (2017) Rückbau großer Talbrücken – Konzepte und Verfahren aus Sicht eines Generalunternehmers. Vortrag beim VSVI Hessen, Tagung Brücken für die Zukunft, 24.05.2017.
- [3] Schacht, G.; Müller, L.; Kromminga, L.; Krontal, S.; Marx, S. (2018) Tragwerksplanung beim Rückbau von Spannbetonbrücken. Bautechnik 95, H. 1, S. 6–15. <https://doi.org/10.1002/bate.201700093>
- [4] Lingemann, J.; Sonnabend, S. (2011): Erfahrungen aus der Planung und Prüfung des Rückbaus von Großbrücken. Beton- und Stahlbetonbau 118, Sonderheft Rückbau von Betonbrücken S1, Februar 2023. <https://doi.org/10.1002/best.202200101>
- [5] Burger, H.; Betz, P.; Richter, B.; Herbers, M.; Schramm, N.; Diers, J.; Schacht, G.; Lingemann, J.; Marx, S.; Fischer, O.: Untersuchungen zur Verbundverankerung von durchtrennten Spanngliedern beim Brückenrückbau. Zur Veröffentlichung in: Beton- und Stahlbetonbau. In Vorbereitung.
- [6] Krill, A.; Lingemann, J.; Schacht, G. (2023) Regelungsbedarf und Ansätze einer Rückbaurichtlinie für Brückenbauwerke. Beton- und Stahlbetonbau 118, Sonderheft Rückbau von Betonbrücken S1, Februar 2023. <https://doi.org/10.1002/best.202200097>