

# Zurück in die Zukunft – Brückenbau im Zeichen des Klimawandels neu denken und lenken

Michael Kleiser, Dipl.-Ing. Dr.techn. ASFINAG Bau Management GmbH

## 1 Einleitung

Nachhaltig Bauen ist Gebot der Stunde, nachdem ca. 40% der Treibhausgase mittelbar und unmittelbar durch das Bauen verursacht werden [1]. Der Klimawandel zwingt uns unser Denken und Handeln zu verändern und Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen schnellstmöglich umzusetzen, um das 2015 in Paris vorgegebene Ziel der Netto-Treibhausgas (THG)-Emissionen mit 2050 auf null zu reduzieren. Infrastrukturbetreiber wie die ASFINAG stehen im Besonderen vor großen Herausforderungen, da die Kernaufgabe im Zurverfügungstellen eines funktionsfähigen und sicheren Straßennetzes besteht. Das Beispiel der prognostizierten Neubauaktivitäten und damit einhergehenden THG-Emissionen im Bestandsnetz der ASFINAG zeigt eine gegenläufige Entwicklung zum Netto-THG-Emissionspfad der europäischen Klimaziele (Bild 1). Daraus ist klar ableitbar, dass wir in den nächsten Jahren grundsätzlich das Bauen und Betreiben unserer Infrastruktur neu denken lernen müssen. Ermutigend ist anzuführen, dass eine Studie aus Großbritannien Ingenieure und Ingenieurinnen einen immens großen Hebel zuschreibt, Treibhausgase durch ein verändertes Mindset in der konzeptionellen Planungsphase in großer Menge einzusparen [2].

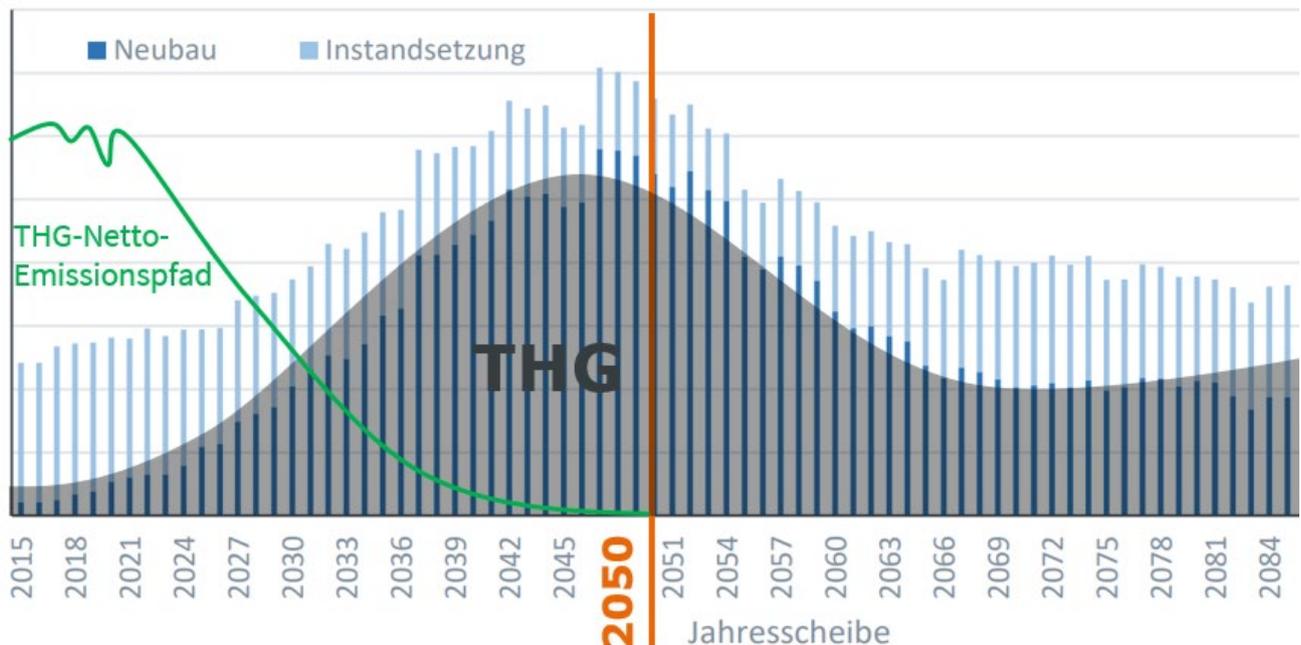


Bild 1: Prognostizierte Erhaltungsaufwendungen im Brückenbau aus [3] und den entsprechend analog angenommenen THG-Emissionen im Widerspruch zum vorgegebenen THG-Netto-Emissionspfad © ASFINAG

Es ist zwingend erforderlich in der künftigen konzeptionellen Denk- und Herangehensweise den Klimaschutz gleichrangig mit den traditionellen Entwurfsziele aus Funktion, Wirtschaftlichkeit und Ästhetik [4] zu berücksichtigen (Bild 2).

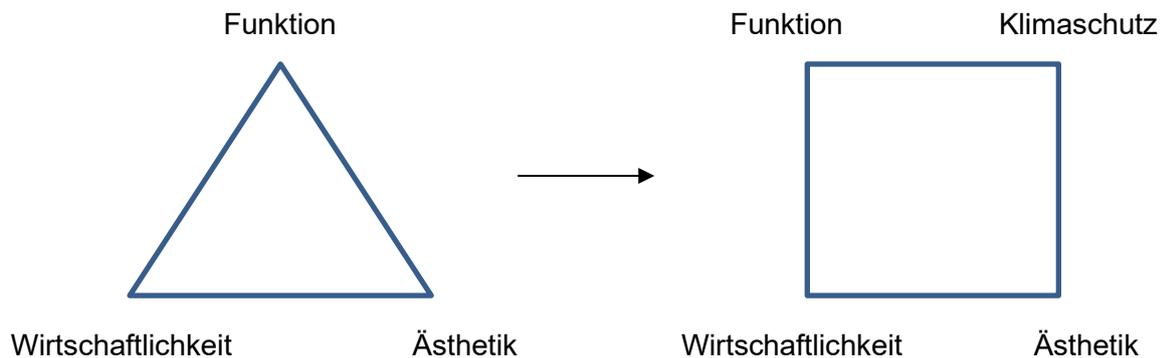


Bild 2: Erweiterung der traditionellen Entwurfsziele im Bauwesen um den Entwurfparameter des Klimaschutzes © Kleiser

In der Folge wird eine Zeitenwende eingeläutet, die herkömmliche, erprobte und bewährte Entwurfsphilosophien und Bauweisen wieder zur Diskussion stellt. Werden schlanke und massereduzierte Tragsysteme aus dem 20. Jahrhundert wieder spruchreif, ein Zeitalter, in dem die Arbeitskraft billig und das Material teuer war? Wird ein Herantasten an aufgelöste und filigrane Konstruktionen wieder aktuell, ohne gleichzeitig Fehler der Vergangenheit wie z.B. das Aushungern von Tragwerken zu wiederholen? Stehen die derzeit hohen Anforderungen einer Robustheit und Langlebigkeit der Ressourcenminimierung diametral entgegen oder können diese optimal vereint werden? Können bestehende Vorbehalte gegenüber vergangenen Konstruktionsweisen (z.B. der Fertigteilm Bauweise) abgelegt und diese mit adaptierter Konzeption wieder in Betracht gezogen werden? Oft haben Fehlentwicklungen in den Details über die Anwendung ganzer Konstruktionssysteme entschieden, ohne diese mit neuen Erkenntnissen weiter zu verfeinern.

Es liegen spannende und herausfordernde Zeiten vor uns, um die Brücke der Zukunft durch sorgfältiges Abwägen und Bewerten aller Entwurfparameter zu entwickeln, ein Unterfangen, das an ein artistisches Jonglieren vieler Bälle mit dem Ziel alle gleichzeitig in der Luft zu halten erinnert. Wir Ingenieure und Ingenieurinnen haben es in der Hand und stehen in der Pflicht, unsere Zukunft entsprechend zu gestalten.

## 2 THG-Reduktionspotentiale

Seitens ASFINAG wurden folgende THG-Reduktionspotentiale methodisch identifiziert, um diese unter Berücksichtigung möglicher Zielkonflikte bewerten zu können:

1. Verwendung der bestehenden Bausubstanz, Erhöhung der Restnutzungsdauer
2. Verwendung von klimaschonenden Materialien
3. Materialeffiziente Konstruktionen
4. CO<sub>2</sub>-optimierte Bau- und Abbruchprozesse

Bevor auf die Optimierung von neuen Tragwerken eingegangen wird, ist es oberste Priorität die Nutzungsdauern im Brückenbestand möglichst zu verlängern und dadurch Brückenerneuerungen in den nächsten 25 Jahren deutlich zu reduzieren. Die Erkenntnisse der gemeinsamen Forschungsinitiativen der ASFINAG mit dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie und anderen Infrastrukturbetreibern in den letzten 10 bis 20 Jahren hinsichtlich neuer Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmöglichkeiten sowie präziseren Nachrechnungsmodellen sollten nun in der Breite angewendet werden.

### **3 Klimaschonende Materialien**

Oft sind jedoch für die Aufrechterhaltung einer funktionsfähigen Infrastruktur komplette Ersatzneubauten unumgänglich. Dadurch werden in Zukunft nachhaltige und kreislauffähige Materialien, die auch sämtliche Dauerhaftigkeitsanforderungen erfüllen, eine immer größere Rolle spielen. Die Österreichische Bautechnik Vereinigung veröffentlichte dazu im Jänner 2023 die neue Richtlinie „Beton mit reduzierter Frührisseignung“, die auf den Erfahrungen der wasserundurchlässigen Bauweise basiert und den Einsatz von klinkerarmen Betonsorten u.a. für den Brückenbau regelt [5]. Im Zuge einer Pilotanwendung eines ca. 800 m langen Wannengebäudes auf der neuen Fürstenfelder Schnellstraße S7 wurden klinkerreduzierte Betonsorten eingesetzt, infolgedessen auch ca. 15% risssteuernde Bewehrung eingespart werden konnte. Auch andere Industriezweige, wie die Stahlbau- und Asphaltindustrie bemühen sich um das Zurverfügungstellen von nachhaltigeren Materialien durch Hinzunahme von erhöhten Recyclinganteilen und klimaschonenderen Herstellungsverfahren.

### **4 Materialeffiziente Konstruktionen**

Wie schon beschrieben, ist es nicht nur notwendig nachhaltige Materialien zu verwenden, sondern diese auch sparsam und effizient einzusetzen. Dazu ist es hilfreich in die Vergangenheit zu blicken, um materialreduzierte Konzepte aus den frühen Jahren des Eisenbetonzeitalters näher zu betrachten. Gemeinsam mit den derzeitigen normativen Anforderungen und Erkenntnissen über Dauerhaftigkeit und Robustheit sollten die Bau- und Konstruktionsweisen der Zukunft neu durchdacht und entwickelt werden. Dies kann mitunter wieder zu gegliederten Konstruktionen aus verschränkten Scheiben- und Flächenelementen, Plattenbalkenbrücken sowie aufgelöste Widerlagerkonstruktionen an Stelle von massenkonzentrierter Platten- und Volumenkonstruktionen führen. Der Skepsis von großen, instandzuhaltenden Betonflächen werden Argumente von optimierten Nachbehandlungsmethoden für eine dichte und dauerhafte Oberfläche und die Errungenschaft der aktuell anzuwendenden, normativen Betondeckungen entgegenzuhalten sein. Auch Forschungen von hochfesten Halbfertigteilen mit einer werkseitig hergestellten, dichten Oberfläche - wie beim Brückenklappverfahren auf der S7 angewendet [6] – kann zur Verbreitung von aufgelösten Tragwerksystemen verhelfen.

Des Weiteren werden Konstruktionskonzepte wieder attraktiv, bei denen Baustoffe gezielt nur dort angeordnet werden, wo sie auch hinsichtlich der Beanspruchungen gebraucht werden [7]. Bei Konstruktionen, deren Form sich z.B. an der Biegemomentenverteilung orientieren, wird neben der Ressourceneffizienz einhergehend eine entsprechende ästhetische Qualität mitgeliefert, da Formen per se durch eine sichtbare Nachvollziehbarkeit der Kraftableitung als angenehm empfunden werden. Damit wird nicht nur ein wesentliches Entwurfsziel aus Bild 2, sondern auch die geforderte gestaltbildende Einheit von Form und Konstruktion gemäß dem neuen Handbuch „Baukultur“ der ASFINAG entsprochen [8]. Das oft angeführte Argument des hohen Schalungsaufwandes wird gegebenenfalls durch die reduzierte Verwendung von Betonmassen und die dadurch verbesserte THG-Bilanz relativiert.

Nicht zuletzt auch durch die Anwendung von Hochleistungsmaterialien wie Ultrahochleistungs- oder Carbonbeton werden die gängigen Konstruktionsphilosophien auf den Kopf stellen. Mit der neuen öbv-Richtlinie „UHPC“ ist es möglich, neue Konstruktionskonzepte zu entwickeln, die durch einen Minimaleinsatz von Ressourcen und eine hohe erwartbare Dauerhaftigkeit eine größtmögliche nachhaltige Wirkung erzeugen [9].

### **5 THG-Bewertungen**

Voraussichtlich ab Sommer 2023 wird eine erste Version eines transparenten Tools zur THG-Bewertung für Planungsbüros zur Verfügung stehen, auf dessen Basis eine erste Einschätzung des

Carbon Footprints über alle Lebensphasen einer Brücke erstellt werden kann. Dieses Tool beinhaltet auch eine einfache Lebenszyklusermittlung, um die wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte verschränkt betrachten zu können. Die dabei hinterlegten, standardisierten Ökodaten sind derzeit im Zuge einer Arbeitsgruppe der Österreichischen Bautechnik Vereinigung in Abstimmung, sodass eine Vergleichbarkeit und Prüfbarkeit des Carbon Footprints erreicht werden kann. Es wird angestrebt, dass dieses Tool zukünftig bei allen Neubaubrücken der ASFINAG im Zuge von Variantenuntersuchungen in der Vorentwurfsphase angewendet wird.

## **5 Fazit und Ausblick**

Die klimapolitischen Vorgaben verlangen durch Hinzunahme des Entwurfsparameters Klimaschutz ein neues Mindset in der Brückenkonzeption. Spannende Jahrzehnte neuer Konstruktionsweisen und Entwicklungen innovativer Technologien stehen vor uns. Wir sollten dies als Chance und nicht als Bürde wahrnehmen, da voraussichtlich ein neues Zeitalter des Ingenieurwesens ähnlich wie im 19. Jahrhundert anbrechen wird. Damals hatten Ingenieure durch ihre Lösungskompetenz und Innovationskraft das Bauwesen und die Gesellschaft entscheidend geprägt und modernisiert. Diese Gelegenheit sollten wir nicht ungenützt lassen.

## **Referenzen**

- [1] Österreichische Bautechnik Vereinigung (2022) Ökologisierung & Nachhaltigkeit im Bauwesen Sachstandsbericht, Ausgabe April 2022
- [2] The Institution of Structural Engineers (2022) „How to calculate embodied carbon“, second edition
- [3] ASFINAG (2021), Netzzustandsbericht 2020, Langfassung
- [4] Kleiser, M. (2017) Formlogik und Formdynamik am Beispiel von integralen Überführungsbrücken. Dissertation, Technische Universität Wien.
- [5] Österreichische Bautechnik Vereinigung (2023) Richtlinie „Beton mit reduzierter Frührissneigung“, Ausgabe Jänner 2023.
- [6] Wimmer, D. (2016) Entwicklung eines neuen Brückenbauverfahrens durch die Kombination von dünnwandigen Betonfertigteilen und Vorspannung. Dissertation, Technische Universität Wien.
- [7] Kleiser, M. (2017) Formentwicklung einfeldriger Rahmenüberführungen anhand statisch-konstruktiver Überlegungen. Beton- und Stahlbetonbau 112, Heft 5, S. 272-281.
- [8] ASFINAG (2022) Handbuch HB\_040 Baukultur, Version 1.00 (derzeit nur intern erhältlich).
- [9] Österreichische Bautechnik Vereinigung (2023) Richtlinie „UHPC“, Ausgabe März 2023.