

# BetonKalender 2025

## Inhaltsverzeichnis

### **BIM-basierte Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastruktursystemen am Beispiel von Tunnelbauwerken**

**Michelle Kaus, Sabine Hartmann, Jan-Iwo Jäkel, Theresa Maier und Katharina Klemt-Albert**

#### **1 Einleitung**

Ein Hauptziel der Klimaziele ist die Schonung von vorhandenen, weltlichen Ressourcen und eine Reduzierung von schädlichen Umweltauswirkungen wie z. B. der Kohlendioxid(CO<sub>2</sub>)-Emissionen. Diese essenziellen Ziele für den Erhalt unseres globalen Ökosystems haben auch Auswirkungen auf die Bauwirtschaft. Diese trägt im Kontext des globalen Klimawandels auch eine große Last, da die Branche insgesamt für die Erzeugung von ca. 35 % der Abfälle in der Europäischen Union, die Gewinnung von 50 % der Rohstoffe und die Produktion von mindestens 5 bis 12 % der nationalen Treibhausgasemissionen verantwortlich ist . Neben Brückenbauwerken zählen Tunnel auch zu Ingenieurbauwerken und sind ein wesentlicher Bestandteil von Infrastrukturen. Diese verantworten für nationale Verkehrssysteme die effiziente Beförderung von Personen und Gütern und haben dadurch einen großen Einfluss auf die Wirtschaft und Gesellschaft. Die Etablierung der digitalen Methode Building Information Modeling (BIM) wird durch die Veröffentlichung von geltenden Strategiepapieren aktiv vorangetrieben . Der Kern der Methode stellt ein digitales Bauwerksmodell mit allen relevanten geometrischen und semantischen Informationen dar. Dieses wird entlang des gesamten Lebenszyklus genutzt und fördert eine konsistente und transparente Datenverwaltung und gleichzeitig die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten. Diese BIM-Modelle können auch mit weiteren Datenbanken verknüpft werden, sodass der Fundus von zusätzlichen Informationen erweitert wird. Durch diese Datenbasis sind multiple Simulationen und Analysen auf Basis des digitalen Modells möglich. Auf diese Weise können auch Faktoren wie Energieeffizienz, Umweltauswirkungen, Kosten, Nutzerzufriedenheit, technische und Prozessqualität berücksichtigt und die Performance des Bauwerks während seines gesamten Lebenszyklus untersucht werden. Um sicherzustellen, dass die Tunnelbauwerke, die für Wirtschaft und Gesellschaft wichtig sind, auch digital abgebildet werden, können abstrakte und parameter- fundierte Geometriemodelle aus 2D-Bestandsunterlagen erstellt werden . Damit Tunnel und alle weiteren Ingenieurbauwerke über den langen Lebenszyklus über mehrere Jahrzehnte nachhaltig geplant, gebaut und betrieben werden können, ist die Integration eines Bewertungssystems für die Nachhaltigkeit von Tunnelbauwerken auf Basis von digitalen Bauwerksmodellen zu etablieren [ . Dieser Aspekt der BIM-basierten Nachhaltigkeitsbewertung wird in diesem Beitrag untersucht und dessen Machbarkeit an einem Demonstrator dargestellt. Dazu werden zunächst Grundlagen zur Nachhaltigkeitsbewertung von Tunnelbauwerken im Stand der Technik und Wissenschaft erforscht. Eine Grundlage bietet auch der im Jahr 2014 von Ernst & Sohn veröffentlichte Beitrag „Nachhaltigkeit im Tunnelbau“.

#### **2 Aufbau des Beitrags**

#### **3 Theoretische Grundlagen**

- 3.1 Ingenieurbauwerke
  - 3.1.1 Instrumentierung und Überwachung
  - 3.1.2 Ingenieur- und Tunnelbauwerke in der Infrastruktur
  - 3.1.3 Tunnelbauwerke
  - 3.1.4 Nachhaltigkeit
  - 3.1.5 Dreiklang der Nachhaltigkeit
  - 3.1.6 Building Information Modeling
- 3.2 Grundlagen der Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastruktur
  - 3.2.1 Stand der Technik – eine Untersuchung nach dem Schneeballprinzip
  - 3.2.2 Nachhaltigkeitsbewertungssysteme im Hochbau und in der Infrastruktur
  - 3.2.3 Nachhaltigkeitsbewertungen und Pilotstudien im Rahmen von BAST-Berichten 192
  - 3.2.4 Das Rechenverfahren nach DIN EN 17472 194
  - 3.2.5 Art der Bewertung
  - 3.2.6 Stand der Wissenschaft

# BetonKalender 2025

Inhaltsverzeichnis

## **BIM-basierte Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastruktursystemen am Beispiel von Tunnelbauwerken**

**Michelle Kaus, Sabine Hartmann, Jan-Iwo Jäkel, Theresa Maier und Katharina Klemt-Albert**

### **4 Fallbeispiel einer Tunnel-Nachhaltigkeitsbewertung**

- 4.1. Modellinformationen
- 4.2. Durchführung der Untersuchung
- 4.3. Ergebnisse

### **5 Fazit und Ausblick**

Mit diesem Beitrag wird die modellbasierte Nachhaltigkeitsbewertung von Tunnelbauwerken auf Bewertungssysteme, bestehende Forschungsinhalte, praktische Umsetzungen in Pilotprojekten und die digitale Umsetzbarkeit auf Bauteilebene mit Autodesk Dynamo und ÖKOBAUDAT-Umweltdaten untersucht. Die ökologische Nachhaltigkeit mit der Berechnung von Treibhausgasemissionen steht klar im Fokus. Die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zur Darstellung des aktuellen Stands der Wissenschaft zeigen auf, dass es bereits Ansätze für die Nachhaltigkeitsbewertung von Tunnelbauwerken gibt, die auch in der Praxis angewandt werden. Die Analyse zeigt insbesondere in China viele Fallbeispiele auf. Auffallend ist jedoch, dass in den meisten Fällen nur die Bauphase und nicht der gesamte Lebenszyklus betrachtet wird. In den analysierten Publikationen unterscheiden sich die Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit stark, was darauf hindeutet, dass ein internationaler Standard bisher nicht implementiert ist. Die in diesem Beitrag aufgeführten bestehenden Bewertungsverfahren geben keine ganzheitliche sowie standardisierte Berechnungs- und Bewertungsgrundlage für eine digitale Umsetzung. Für Letzteres wird an eine notwendige Parametrisierung der Bauwerksmodelle verwiesen, welche Eingangsparameter für die Nachhaltigkeitsbewertung berücksichtigt und möglichst einheitlich benannt werden. Dadurch sollen automatische Abfragen, die die Bauwerksparameter referenzieren, vereinfacht werden. Auf eine korrekte Wahl von repräsentativen Umweltdaten aus Datenbanken sowie die Bewertung aller in einer Nachhaltigkeitsdimension enthaltenen Kriterien ist zu achten, sodass eine Verzerrung der Ergebnisse vermieden wird. Mit der Machbarkeit der modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung in der Umgebung Autodesk Dynamo hat sich bereits das Forschungsprojekt „BIM und Nachhaltigkeit“, gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr, auseinandergesetzt. Da die Machbarkeit für die modellbasierte Bewertung einiger ökologischer Kriterien dargestellt ist, gilt es, dieses Wissen zu vertiefen und die Untersuchungen auf weitere Kriterien, unter anderem auch der ökonomischen, sozialen, prozessualen und technischen Nachhaltigkeitsaspekte zu erweitern. Unter anderem damit befasst sich auch das Projekt SusInfra ebenso gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr.

### **6 Literatur**

(Änderungen vorbehalten)