

## Ziel des Forschungsprojekts Tragwerk-FMEA

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines computerbasierten Qualitätssicherungssystems (QS-Systems) für die Genehmigungsplanung (GP) und bautechnische Prüfung von Tragwerken mit Hilfe der genormten Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (System-FMEA) und der bauteilorientierten Verhaltensmodellierung (VM); kurz modellbasierte FMEA für Tragwerke.

Das System soll die Qualität von Standsicherheitsnachweisen für Tragwerke – unabhängig von Ihrer Größe – sicherstellen, indem es mögliche Planungsfehler erfasst und die daraus resultierenden Folgen für die Standsicherheit des Tragwerks ableitet. Es geht insbesondere um die schnelle und bauteilbezogene Identifikation kritischer Bereiche von Tragwerken, die in der Praxis meistens mit der Finiten-Elemente-Methode (FEM) berechnet werden, sowie um die klare Definition von Prioritäten bei der Qualitätssicherung von statischen Berechnungen.

Da zum Thema modellbasierte FMEA erste Erfahrungen ausschließlich im Bereich der Luftfahrtindustrie ohne die Anbindung von FE-Programmen gewonnen wurden, ergeben sich folgende Fragestellungen:

- > Wie lässt sich die modellbasierte FMEA, die für Produkte in Serienfertigung entwickelt wurde, auf die Planung von Einzelartefakten wie Baukonstruktionen übertragen und um FE-Berechnungen erweitern?
- > Wie schätzen Ingenieure bzw. Prüfer heute Folgen von Planungsfehlern ab, und wie kann dies in die Entwicklung der modellbasierten FMEA für Tragwerke einfließen?
- > Wie werden Daten aus Berechnungsprogrammen bauteilbezogen abstrahiert, damit Ingenieure ein Verständnis über das Tragverhalten erlangen?
- > Wie muss eine bauteilbezogene Lastpfadmethode mit integralen Schnittgrößen ausgestaltet werden, um das Tragverhalten – auch von Fehlverhalten – abzubilden und zu simulieren?

Die Fragestellungen sollen von vier Arbeitsgruppen bearbeitet werden:

- > Institut für Baustatik und Baudynamik, Fachbereich Bauingenieurwesen der Universität Kassel (Prof. Friedel Hartmann),
- > Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Fachbereich Bauingenieurwesen der Universität Kassel (Prof. Werner Seim),
- > Lehrstuhl IX, Fakultät für Informatik der TU München (Prof. Peter Struss),
- > Eisfeld Ingenieure, Kassel (Dr. Michael Eisfeld).
- > Dabei werden in zwei weiteren Ingenieurbüros Fallstudien durchgeführt sowie die Softwarefirma OCC'M aus München extern zur Anpassung des Softwareprototypen beauftragt.

Das Projekt ist eine Anwendungsforschung, um eine geschlossene Lösung zur QS für die Genehmigungsplanung zu entwickeln. Langfristig kann die Tragwerk-FMEA um FMEA in der

Konstruktion und Ausführung ergänzt werden, um eine geschlossene Qualitätssicherung im Bauwesen zu gewährleisten.

## **Motivation des Forschungsprojekts Tragwerk-FMEA**

Die gesellschaftlich und politisch gewollte Verkürzung von Planungs- und Genehmigungsverfahren führt zu verkürzten Planungsabläufen; das schließt auch die Qualitätssicherung und Prüfung ein. Gleichzeitig nimmt die Übersichtlichkeit der Unterlagen (statische Berechnungen, Pläne) durch den Einsatz von EDV – meistens FE-Programme - immens ab. Hinzu kommt das durch eine Flut neuer und damit fehlerhafter Bemessungsnormen für Tragwerke der Ingenieur nicht mehr in der Lage ist, sich das erforderliche Normenwissen anzueignen und damit immer abhängiger von EDV-Programmen zur Nachweisführung wird. Selbst erfahrenen Ingenieuren unterlaufen Fehler bei der EDV-unterstützten Planung. Dies führt in Zeiten immer stärker werdenden Kosten- und Termindrucks zu wachsenden Risiken für Planungsfehler, die für die steigende Zahl von Bauschäden - im schlimmsten Fall den Einsturz eines Gebäudes – verantwortlich sind und maßgeblich alle Folgekosten beeinflussen. Das vorhandene Sicherheitsniveau kann nicht durch eine nachgeordnete Schadensregulierung, sondern nur als gesellschaftliches Gut präventiv geschützt werden.

Es gibt heutzutage in der computerbasierten Genehmigungsplanung für Tragwerke keine standardisierte QS. Lediglich für größere Baukonstruktionen wird durch interne Bürokontrollen oder die bautechnische Prüfung die Sicherheit und Funktion und damit die Qualität im Sinne des Bauherren und der Allgemeinheit gewährleistet. Diese Problematik spitzt sich um so mehr zu, je mehr Deutschland den Dienstleistungsmarkt EU-weit öffnet und die bautechnischen Prüfung abgeschafft wird. Es besteht somit Handlungsbedarf von Seiten des Staates im Sinne der Bürger und von Seiten der Planer im Sinne der Bauherren.

Im einzelnen bedeutet dies:

### **Notwendigkeit**

Heutzutage bedeutet Planen immer mehr Rechnen, da in der Praxis keine Zeit zum Verstehen des Tragverhalten und der darauf aufbauenden statischen Modellierung bleibt. Berechnungen sind aber oft fehlerhaft, so dass bei unzureichenden Kontrollen das Sicherheitsniveau reduziert, im schlimmsten Fall durch Fehler aufgezehrt wird.

### **Dringlichkeit**

Die Erbringung von Planungsleistungen auf dem europäischen Markt lässt die Qualität weiter sinken, so dass eine standardisierte und allen Planern vorgeschriebene QS zwingend notwendig ist, wenn der Staat seiner Verpflichtung, das Grundrecht auf körperliche Unversehrtheit zu schützen, nachkommen will.

### **Innovation**

Die Verbindung der bekannten und sehr erfolgreichen eingesetzten FMEA-Methode im Maschinenbau mit einer modellbasierten Betrachtung des Tragwerks gibt dem Ingenieur ein Werkzeug in die Hand,

mit dem er vollständig, transparent und fokussiert nach Prioritäten die Funktion und damit die Qualität des Tragwerks sicherstellen kann.

### **Beitrag zur Stärkung der deutschen Wirtschaft**

Es ist davon auszugehen, dass Bauschäden durch die präventive Qualitätssicherung in Form der modellbasierten Tragwerk-FMEA abnehmen, Planungs- und Bauzeiten verkürzt und damit Folgekosten reduziert werden können.

---

Kontakt: [Michael.Eisfeld@e3p.de](mailto:Michael.Eisfeld@e3p.de)