

CILIA Erweiterte Inspektionsmethoden zur Erhaltungs- und Lebenszyklusplanung von Brückenbauwerken

Alfred Strauss
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Wien

Marian Ralbovsky
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Thomas Simandl, Johann Glatzl
ÖBB-Infrastruktur AG



Comprehensive Infrastructure Life-Cycle Assessment (CILIA)



AIT Mobility: Wissenschaftliche Grundlagenforschung und angewandte Forschung im Bereich Fahrzeug, Transportinfrastruktur und Personenmobilität.



BOKU: Mehrjährige Erfahrung mit Zuverlässigkeitsbewertung von Ingenieurbauwerken; internationaler Experte im Bereich LCC Betrachtung von Betonstrukturen.



PSP: Neben klassischen Aufgaben des konstruktiven Ingenieurbaus zählt die Risiko- und Zuverlässigkeitsanalyse technischer Systeme zu den Kernaufgaben von PSP.

AP1: Definition Workflow

RVS basiertes NOTENSYSTEM
Schadensbewertung Global
Bauteilbezogen, Datenbank- Software Tool

AP2: Numerische Simulationen - Datenbankverdichtung

ONR 28004 **LEVEL 3**
Stochastische Lastmodelle
Stochastische Widerstandsmodelle
Numerische Simulation

AP3: Erweiterte Datenbank – Lebenszyklus-Prognosemodelle

Entscheidungsbasis
Optimierte Erhaltungs- Erneuerungsman.

Qualitätssicherung bauliche Erhaltung
Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten

Blatt 0.0

STRASSENBRÜCKEN

RVS 13.03.11

*Quality Assurance for Structural Maintenance
Surveillance, Checking and Assessment of Bridges and Tunnels
Road Bridges*

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, GZ BMVIT-300.041/0086-IV/ST-ALG/2011
Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr



ONR 24008

*Bewertung der Tragfähigkeit
bestehender Eisenbahn- und
Straßenbrücken*



Comprehensive Infrastructure
Life-Cycle Assessment (CILIA)

AP1: RVS Bauteilbezogen

MAKRO-STRUKTURBAUM - DATENBANK										PROGNOSE MODELLE / Dr. Petschacher			
		Service Limit State SLS(t)		Ultimate Limit State (t)		Wichtungsfaktoren		Performance Teilgruppen Note / Index	Wichtungsfaktoren	Performanceindex Gesamt-Gruppe	Performanceindex Gesamtstruktur		
		Note	Zuverlässigkeitsindex	Note	Zuverlässigkeitsindex	SLS(t)	ULS(t)						
UNTERBAU	Lagemäßige Veränderung der Pfeiler	U-KL _{SLS,1}		U-KL _{ULS,1}		SLSg1	ULSg1	UG1	G1	PERFORMANCE INDEX UNTERBAU			
	Lagemäßige Veränderung der Widerlager	U-KL _{SLS,2}		U-KL _{ULS,2}		SLSg2	ULSg2						
	Lagemäßige Veränderung der Flügel	U-KL _{SLS,3}		U-KL _{ULS,3}		SLSg3	ULSg3						
	Gerinnesicherung	U-KL _{SLS,4}		U-KL _{ULS,4}		SLSg4	ULSg4	UG2	G2				
	Kolke						ULSg5						
	Anlandungen						ULSg6						
	Wasseraustritte							ULSg7	UG3			G3	
	Böschungen							ULSg8					
	Gelände							ULSg9	UG4			G4	
	Holzjoche							ULSg10					
	Stahljoche								ULSg11			UG5	G5
	Holzpfähle								ULSg12				
	Widerlager								ULSg13				
	Flügel								ULSg14				
	Pfeiler								ULSg15				
	Auflagerbänke								ULSg16				

AP1: RVS Bauteilbezogen

STRUKTURBAUM - DATENBANK				PROGNOSE MODELL	
		Qualitätssicherung bauliche Erhaltung Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten	Blatt 0.0	Wichtungsfaktoren	Performanceindex Gesamt-Gruppe
UNTERBAU	Lagemäßige Veränderung der Pflanzflächen	STRASSENBRÜCKEN	RVS 13.03.11	G1	PERFORMANCE INDEX UNTERBAU
	Lagemäßige Veränderung der Widerlager			G2	
	Lagemäßige Veränderung der Fluchtlinien	G3			
	Gerinnesicherung	G4			
	Kolke	G5			
	Anlandungen	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, GZ BMVIT-300.041/0086-IV/ST-ALG/2011 Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr			
Wasseraustritte					
Böschungen	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> ÖBB - Inspektionsblätter </div>				
Gelände					
Holzjoche					
Stahljoche					
Holzpfähle					
Widerlager					
Flügel					
Pfeiler					
Auflagerbänke					

AP1: RVS Bewertungssystem auf Bauteilebene
 Gebrauchstauglichkeit
 Tragsicherheit

AP2: ONR 24008 Numerische Erweiterung Bewertungssystem

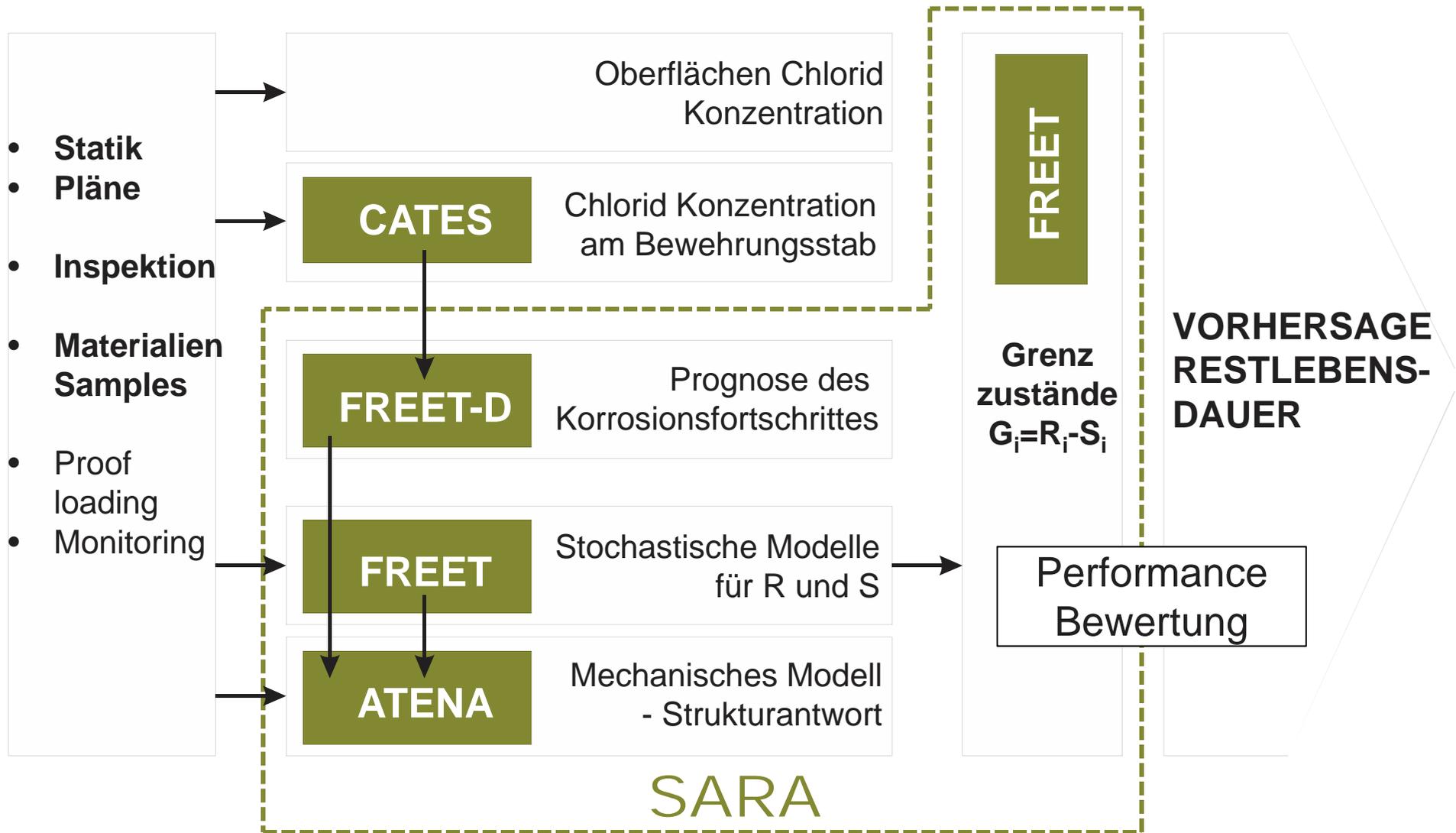
AP2: Stochastische Numerische Simulation

- 
- Materialeigenschaften, Lasten,
 - EN 1991-1; 2

- 
- Deterministische Modellbildung
 - Stochastische Modellbildung

- 
- Spannungen,
Dehnungen, Durchbiegungen,
Rissbreiten, Ermüdung

- 
- **Zuverlässigkeitsbewertung**
 - **Lebenszyklus-Vorhersage**





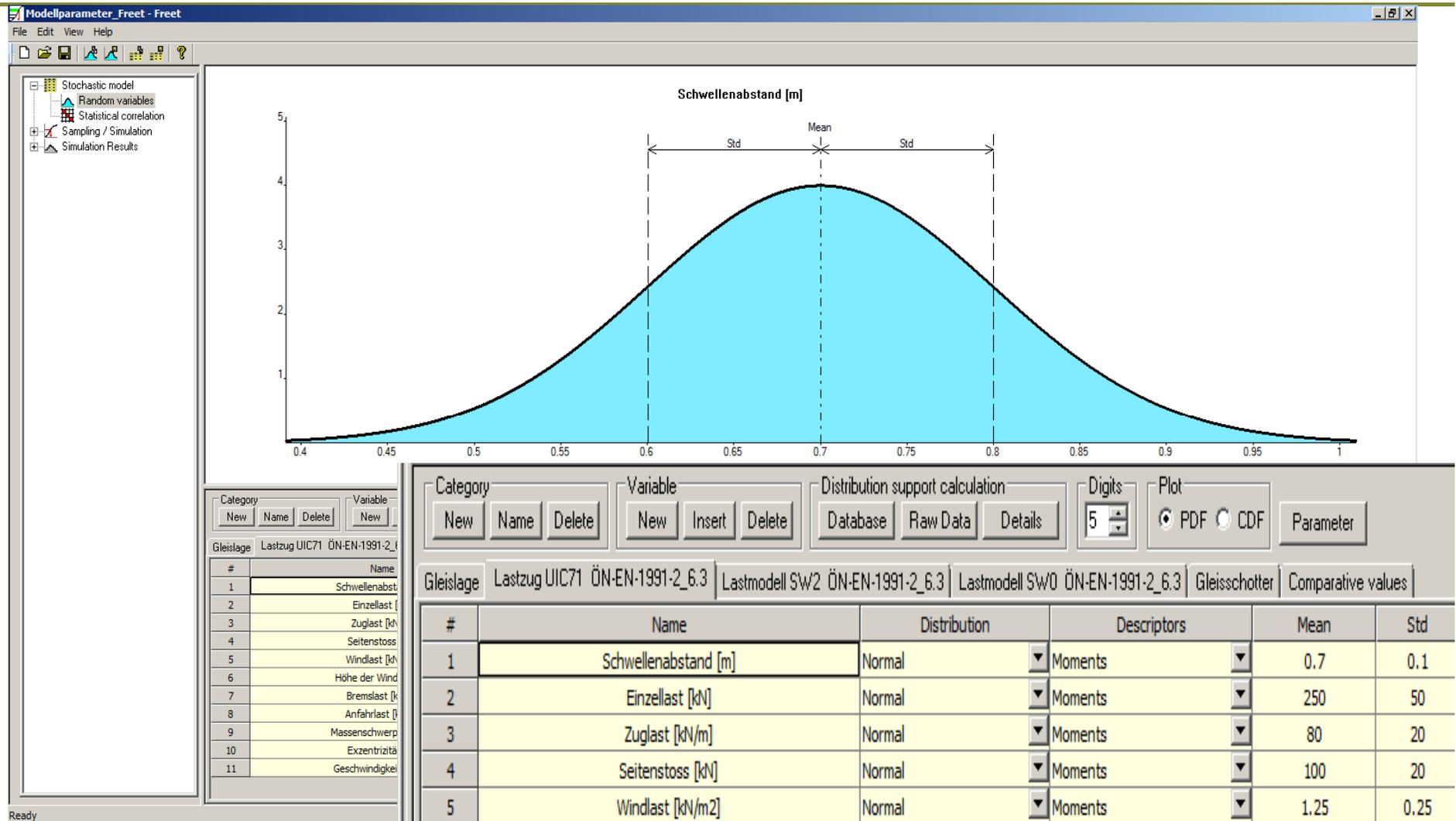
ONR 24008

*Bewertung der Tragfähigkeit
bestehender Eisenbahn- und
Straßenbrücken*

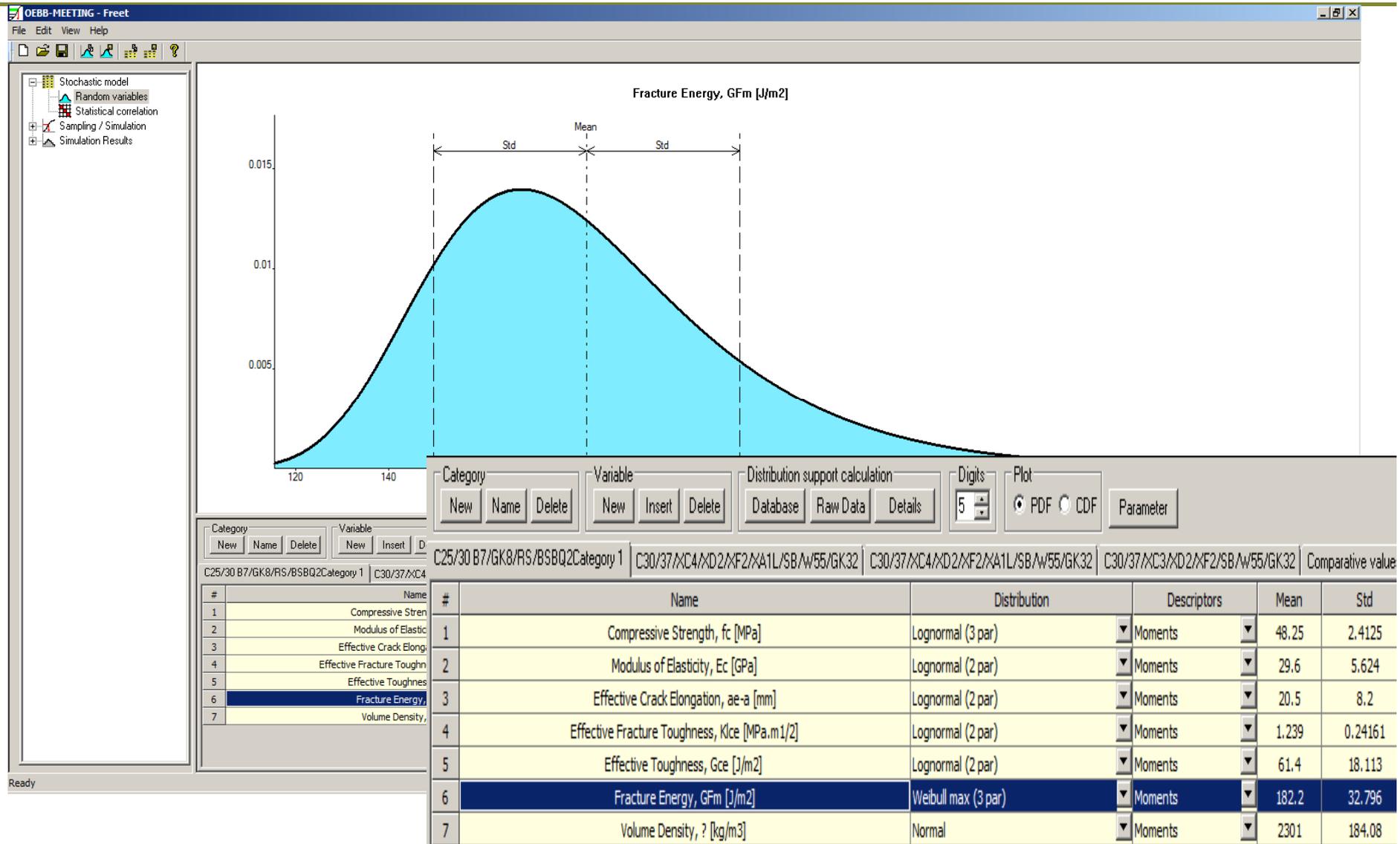
Stufe I
Stufe II
Stufe III (Datenbank Input)

Stochastische **Lastmodelle**
Stochastische **Widerstandsmodelle**

Stochastische LASTMODELLE



Stochastische WIDERSTANDSMODELLE



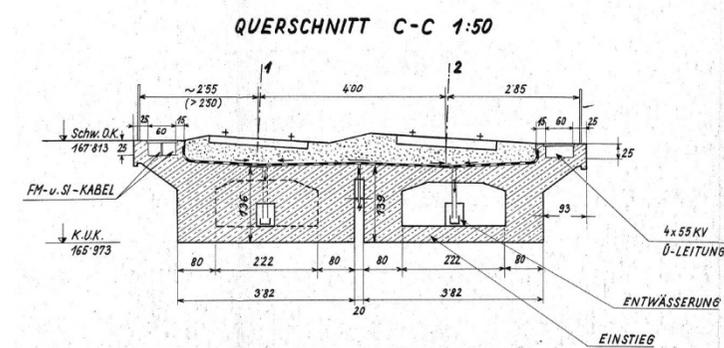
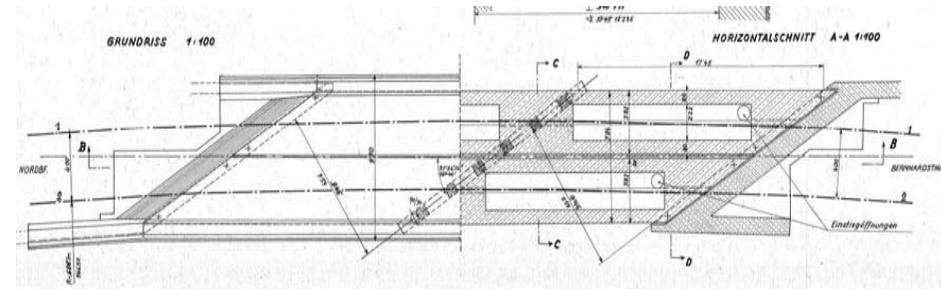
Fallstudien

Streuende Eingangsgrößen

→ Probabilistische Analyse (**FREET & FREET-D**)

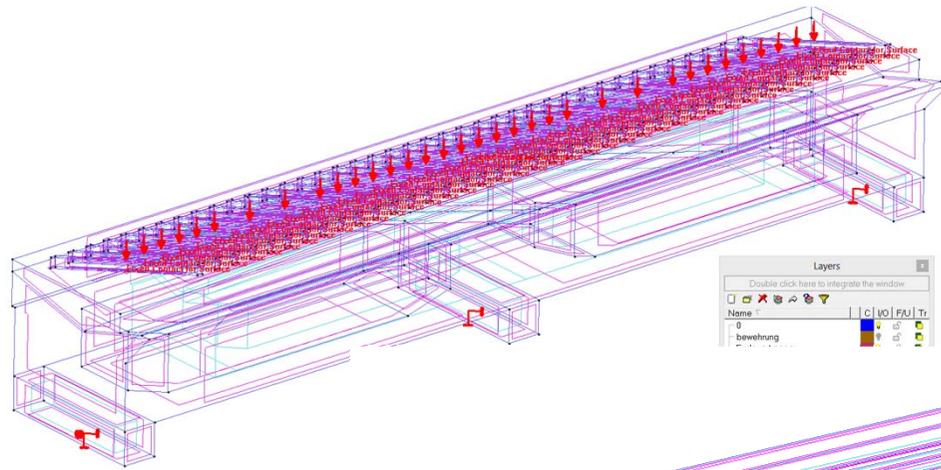
Brücke Pasettistrasse

Basis Variablen	Statistischen Eigenschaften			
	PDF	Mean	Std	COV
Sleepers spacing [m]	LN	0,7	0,1	0,15
Single load [kN]	LN	250	50	0,20
Distributed load [kN/m]	LN	80	20	0,25
Impact load [kN]	LN	100	20	0,20
Wind load [kN/m ²]	LN	1,25	0,25	0,20
Wind load height [m]	LN	3,5	0,25	0,25
Brems load [kN/m]	LN	20	5	0,15
Start-up load [kN/m]	LN	-33	5	0,15
Center of gravity [m]	LN	1,8	0,25	0,15
Eccentricity [m]	LN	0,16	0,05	0,30
Speed [km/h]	LN	200	20	0,10



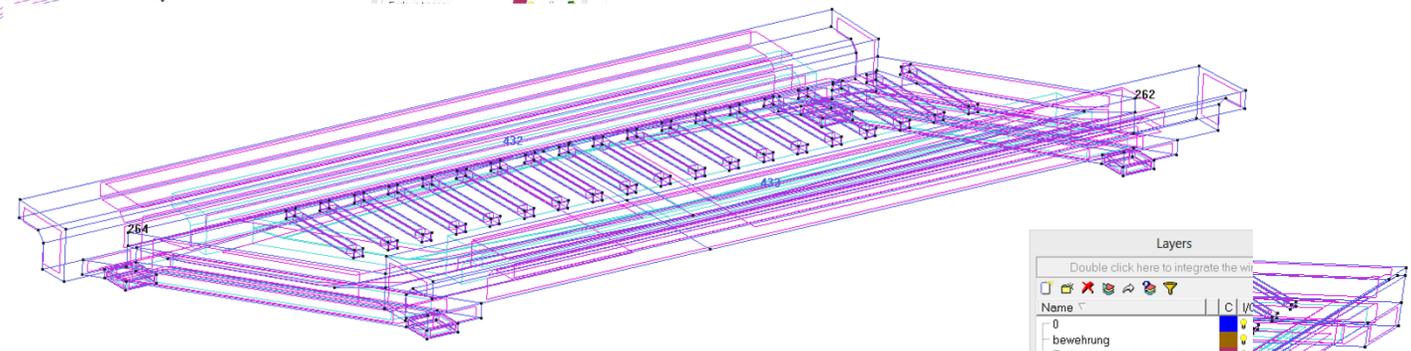
Fallstudien

FE Modell & UIC 71 Lastmodelle



Pasettistrasse

Weikendorf



Wienerbergstrasse





ONR 24008

*Bewertung der Tragfähigkeit
bestehender Eisenbahn- und
Straßenbrücken*

Stufe I
Stufe II
Stufe III (Datenbank Input)

Stochastische Lastmodelle

Stochastische Widerstandsmodelle

Stochastische **Antwortgrößen β – Werte**

SLS (Ermüdung, Verformungen etc.)

ULS (Biegung, Querkraft, Lager)

AP3: Erweiterte Datenbank – Lebenszyklus-Prognosemodelle

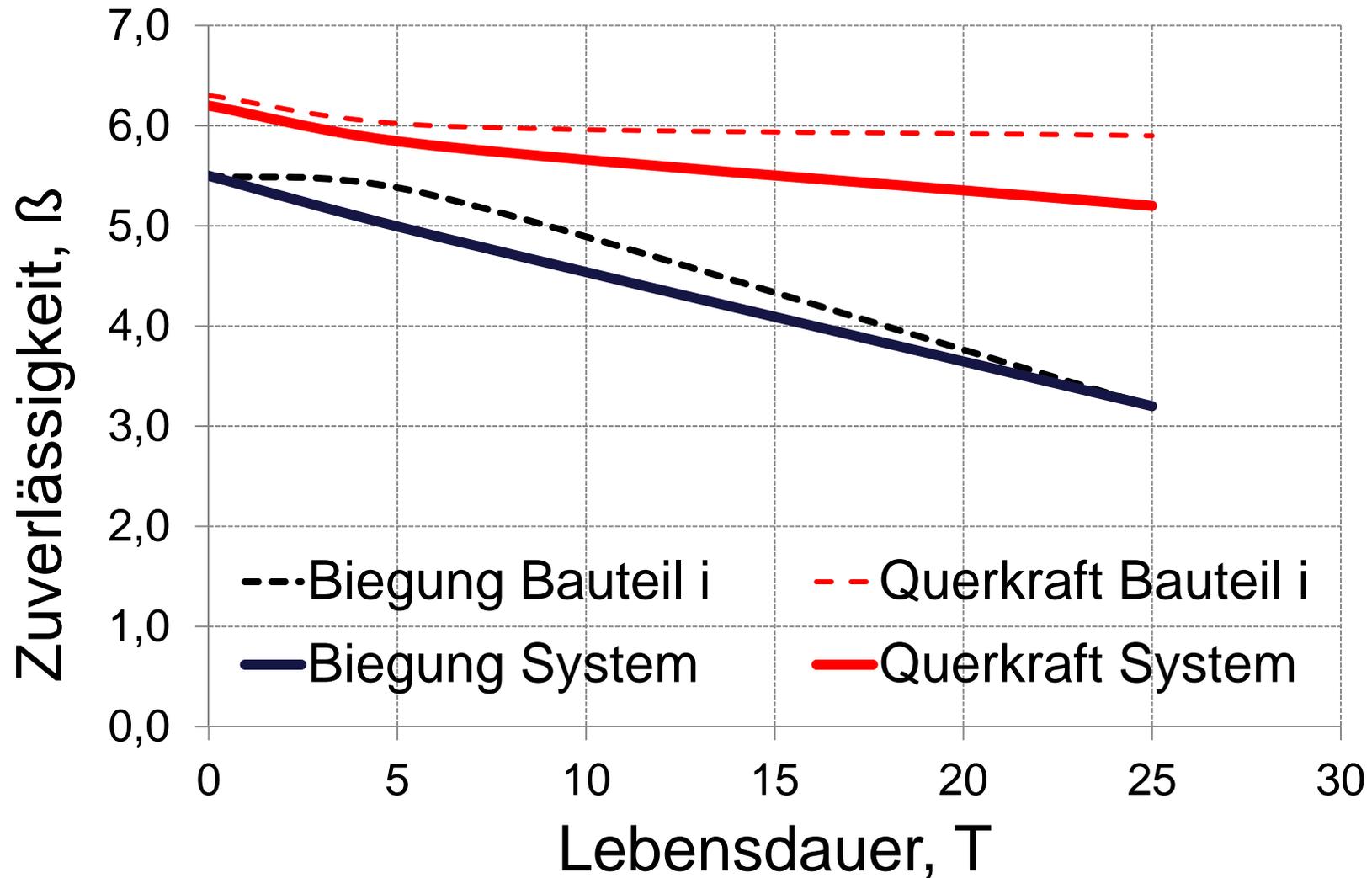
GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT & TRAGSICHERHEIT

ULS Nachweise (numerisch)	t_0	Prognosezeitraum		Restlebensdauer T_R
		p_1	p_2	
UIC stochastische Lastmode FREET* Stochastische Korrosionsmo FREET* Stochastische Widerstands-M FREET D*		UIC 71; WB(m_X, v_X) fib Model Code f_c, f_t, G_f, E_c, E_s		
Bauteil- Querschnittsantwort i	LN(m_X, v_X)	LN(m_X, v_X)	LN(m_X, v_X)	
Ermüdung Beton Bauteil i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 2.9	2.7	2.5	$T_{R, ErmBi}$
Ermüdung Stahl Bauteil i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 4.2	3.6	3.2	$T_{R, ErmSi}$
Theoretische verb. Lastspeilzahl i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 4.3	4.1	4.0	$T_{R, Lastspi}$
Systemantwort	LN(m_X, v_X)	LN(m_X, v_X)	LN(m_X, v_X)	
Ermüdung Beton Bauteil i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 3.9	3.7	3.0	$T_{R, ErmBi}$
Ermüdung Stahl Bauteil i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 4.2	3.6	3.2	$T_{R, ErmSi}$
Theoretische verb. Lastspeilzahl i	SARA FREET+ENG.SOFTWARE 4.3	4.1	4	$T_{R, Lastspi}$

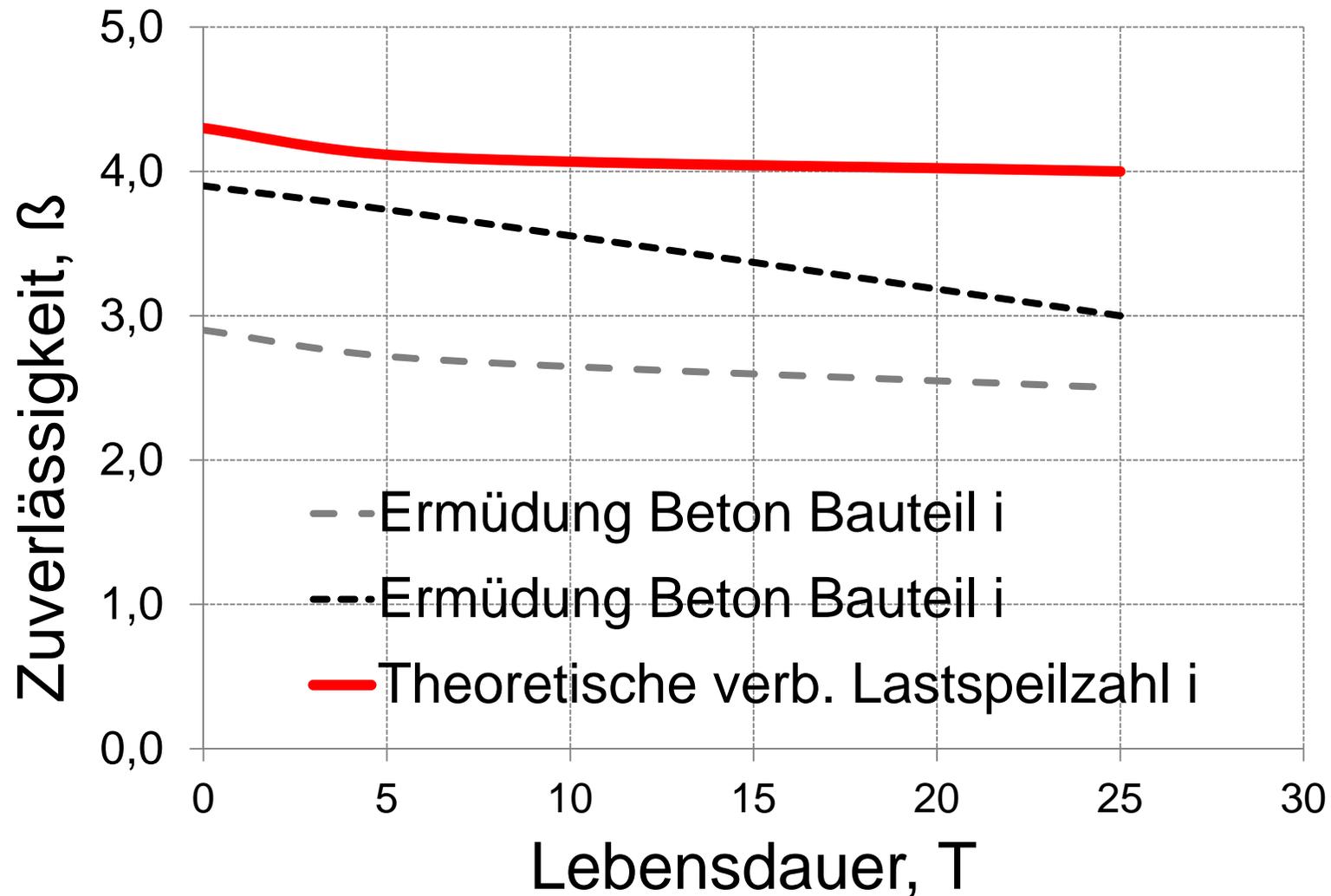
*) wird in Datenbank abgeleg

**) Modelle werden bei Bedarf abgelegt

TRAGSICHERHEIT PASETTISTRASSE



GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT PASETTISTRASSE



AP3: Erweiterte Datenbank – Lebenszyklus-Prognosemodelle

Prognose - Erhebungstool

The screenshot displays the 'Baut6 - Bauwerksdatenbank Austria' software interface. The main window is titled 'MasterObjekt [Neu]' and contains the following fields and sections:

- Klasse:** Brücke (dropdown)
- Status:** Erhaltung (dropdown)
- Nummer:** Str_2053 Wienerstr
- Name:** EB Wienerstraße
- Zuständigkeiten:** Verkehrslinie, Standort, Anmerkung, Foto
- Verkehrslinie:** E Eisenbahn
- Station:** 24,809 - 24,809 [km]
- Lichtraumbeschränkung Höhe:** 0,00 [m]
- Untenliegende Verkehrslinien:**

Typ	Bezeichnung	Station
S	B 1 Wiener Straße	0,000
- Objekte:**

No	Anmerkung	Konstruktion	Status
1	W1	Eisenbahnbrücke	E

The 'Objekt' window is overlaid on top, showing:

- Klasse:** Brücke (dropdown)
- Konstruktion:** Eisenbahnbrücke (dropdown)
- ObjNo.:** 1
- Anmerkung:** W1
- Status:** Erhaltung (dropdown)
- Buttons:** > Neu > (left), < Löschen < (right)
- Ausgewählte Bauteile:** Unterbau, Überbau, Ausrüstung
- Buttons:** OK (green checkmark), Abbrechen (red X)

The bottom status bar shows 'Drucken', a star icon, and the date '29.05.2012 ()'.

AP3: Erweiterte Datenbank – Lebenszyklus-Prognosemodelle

Prognose - Erhebungstool

Eisenbahnbrücke [Str_2053 Wienerstr/1]

MO B Str_2053 V EB Wienerstraße
LL E Eisenbahn 24,809 [km] Masterobjekt öffnen

Bauteile << Überbau Tragwerk, Spannweiten, Material

Unterbau
Überbau
Sonstige Ausrüstung

Objekt

Klasse: Brücke Konstruktion: Eisenbahnbrücke

ObjNo.	Anmerkung	Status
1	W1	Erhaltung

Verfügbare Bauteile: > Neu >
Ausgewählte Bauteile: < Löschen <

Unterbau
Überbau
Ausrüstung

OK Abbrechen

Drucken 29.05.2012 (bm)

AP3: Erweiterte Datenbank – Lebenszyklus-Prognosemodelle

Datenbank

Serviceability Limit State I (SLS)

- Rissmomente
- Rissbreiten
- Spannungsnachweise
- Spannungsbegrenzung unter Quasi Permam
- Spannungsbegrenzung unter Charakteristischer Einwirkung

Serviceability Limit State II (SLS)

- Lagerkräfte
- Lagerverschiebungen
- Lagerverdrehungen
- Durchbiegungen

Tragsicherheit (ULS)

- Biegung
- Querkraft
- ...
-

Danke für Aufmerksamkeit !

- Contact information
- Universität für Bodenkultur Wien
 - Department für Bautechnik und
 - Naturgefahren
- Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
 - Peter Jordan Straße 82
 - A-1190 Wien
 - Tel: (+43 1) 47654 - 5252
 - Fax: (+43 1) 47654 - 5299
 - mail: alfred.strauss@boku.ac.at
 - Homepage:
- <http://www.baunat.boku.ac.at/486.html>

