

Aufgaben des LISt bei der Bauwerksprüfung und -nachrechnung für die Baudienststellen der Straßenbauverwaltung Sachsen

Inhalt

- 1 Organisatorische Grundlagen, Leistungsspektrum
- 2 Bauwerksprüfung
- 3 Nachrechnung, Einstufung
 - 3.1 Grundlagen
 - 3.2 Nachrechnung von Bogenbrücken
 - 3.2.1 Vorbemerkung
 - 3.2.2 Theoretische Grundlagen
 - 3.2.3 Anwendungsalgorithmus
 - 3.3 Nachrechnung von Stahlbetonplattentragwerken mit dem Statikprogramm „4H-ALFA“ von pcae
 - 3.3.1 Vorbemerkung
 - 3.3.2 Anwendungsgrundlagen
- 4 Dokumentation
 - 4.1 Brückenbuch
 - 4.2 Bestandszeichnungen

Bisher erschienen:

- 1/96 Bewertung der Ergebnisse von Untersuchungsstrecken in der sächsischen Straßenbauverwaltung
- 2/96 Arbeitsunfallstatistik in den Straßenbauämtern der sächsischen Straßenbauverwaltung
- 3/96 Verkehrs- und Unfallstatistik
- 4/96 Das Netzknottensystem der Straßendatenbank / Hinweise zur Nutzung
- 5/96 Hinweise zu Wartung und Betrieb von Regenrückhaltebecken (RRB) einschließlich Regenklärbecken und RiStWag-Anlagen
- 1/97 Die historische Entwicklung des Straßennetzes in Sachsen
- 2/97 Lichtzeichenanlagen in der Straßenbauverwaltung Sachsen
- 3/97 Die Straßendatenbank - Organisations- und Steuerungsinstrument für die Straßenbauverwaltung - Einführung
- 4/97 Dienstleistungsangebot des Referates 31 (Straßenbautechnik und Labor) im Landesinstitut für Straßenbau
- 5/97 Brückennachrechnung und -prüfung im Sächsischen Landesinstitut für Straßenbau

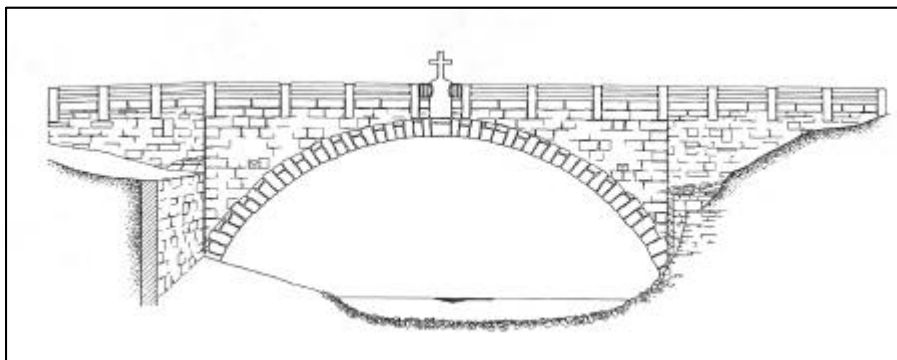


Abb.: Typische historische Bogenbrücke

1 Organisatorische Grundlagen, Leistungsspektrum

Das LIST unterstützt mit seinem Referat 32 (Brückenbautechnik, -prüfung und -unterhaltung) die Dienststellen der sächsischen Straßenbauverwaltung. Aufgabenschwerpunkte sind die Bauwerksprüfung, Einstufung und Dokumentation, insbesondere in Fällen, die einen erhöhten Untersuchungs- und Nachrechnungsaufwand erfordern (z.B. Gewölbe) sowie bei besonders anspruchsvollen Einstufungsproblemen.

Das Referat verfügt über drei Bauwerksprüfingenieure und eine Bauzeichnerin.

Die Ausstattung mit einem Prüffahrzeug sowie mit Rechentechnik ermöglicht die komplette Zustandsermittlung und Einstufung auch in Fällen, die bisher zum Teil Leistungen von Ingenieurbüros erforderlich machten.

Darüber hinaus werden im Zusammenwirken mit dem Referat 22 (Kartographie und Vermessung) fehlende Bestandsunterlagen neu erstellt.

Im Jahr 1997 werden geleistet:

- a) ca. 25 Hauptprüfungen
- b) ca. 5 einfache und Sonderprüfungen
- c) ca. 60 Einstufungsberechnungen

Im nächsten Jahr wird sich die Kapazität durch die Weiterentwicklung der DV-Technik noch erhöhen.

Die Aufträge können durch die Abteilungsleiter Konstruktiver Ingenieurbau oder die zuständigen Referatsleiter der Ämter direkt mit dem AL 3 bzw. dem RL 32 des LIST besprochen werden.

2 Bauwerksprüfung

Auf Grundlage der DIN 1076 übernimmt das LIST Hauptprüfungen sowie einfache und Sonderprüfungen. Die Auswertung auf Grundlage der RI-EBW-PRÜF mit dem Programmsystem BW PRUF II entspricht der Qualität einer amtseigenen Prüfung.

Prüfung.

Erforderlichenfalls werden Materialkennwerte mit heute üblichen

3 Statische Nachrechnung und Einstufung

3.1 Grundlagen

Nachrechnung und Einstufung erfolgen auf der Grundlage der

- ⇒ DIN 1072 (12/1985) "Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen"
- ⇒ STANAG 2021 (Standardization Agreement); Norm für militärische Fahrzeuge und Brückenbelastungen

Das wichtigste Arbeitsmittel ist die

- ⇒ Richtlinie zur Tragfähigkeitseinstufung bestehender Straßenbrücken des BMV

Darüber hinaus werden zur Nachrechnung u. a. herangezogen:

- ⇒ DIN 1075 (04/1981) "Betonbrücken; Bemessung und Ausführung"
- ⇒ DIN 1076 (03/1983) "Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung"
- ⇒ DIN 1045 (07/1988) "Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung"
- ⇒ DIN 4227 Teil 1 "Spannbeton; Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung"
- ⇒ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 240; "Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken"
- ⇒ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Kunstbauten (ZTV-K 88)
- ⇒ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 220; "Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen"
- ⇒ Der Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau; Beispielsammlung für die statische Nachrechnung bestehender Straßenbrücken...

Der Leistungsumfang für Nachrechnungen umfaßt alle Tragwerksarten für Straßen- und Wegebrücken. Für die gebräuchlichsten Brückentypen wird die Nachrechnung mit Hilfe von computerunterstützten Berechnungsmethoden effektiver durchgeführt.

Da im Brückenbestand der sächsischen Straßenbauverwaltung eine

Vielzahl von alten Bogenbrücken existieren und deren Tragfähigkeitseinstufung ein besonderer Aufgabenschwerpunkt ist, wurde im Referat 32 ein EXCEL-unterstütztes Programm erstellt. Damit kann der Ingenieur direkt am Bildschirm durch Variation der Eingangswerte den tatsächlichen statischen Verhältnissen näherkommen und so die günstigste vertretbare Brückenklasse ermitteln. Platten- und Plattenbalkentragwerke werden mit dem Finite Elemente-Programm „4H-ALFA“ von pcae berechnet.

Die Nachrechnungen werden nach den empfohlenen Verfahren der BMV-Richtlinie zur Tragfähigkeitseinstufung bestehender Straßenbrücken durchgeführt.

Die Ergebnisse werden in der notwendigen Ausführlichkeit unter Berücksichtigung der Nachvollziehbarkeit und Plausibilität dargestellt. Dabei werden vor allem bei Rechnungen nach der FEM-Methode nur Ergebnisplots der maßgebenden Punkte visualisiert, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

3.2 Nachrechnung von Bogenbrücken

3.2.1 Vorbemerkung

Der Nachrechnung von Bogentragwerken kommt ein hoher Stellenwert in den Straßenbauämtern zu. Aus diesem Grund wurde ein teilautomatisiertes MS-EXCEL Programm entwickelt, um die Nachrechnung mit mehreren Systemmodellierungen für die maximalen Einstufungsklassen rationell durchführen zu können.

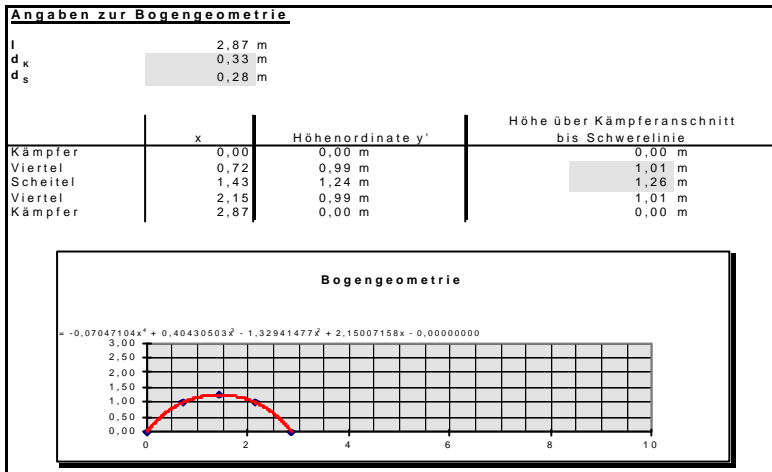
3.2.2 Theoretische Grundlagen

Die Berechnung für eine Vielzahl von Bogenbrücken kann zweckmäßigerweise nach der Theorie des elastischen Bogenträgers durchgeführt werden. Dazu werden die bewährten Ansätze nach dem Berechnungsverfahren von A. Strassner genutzt und mit Hilfe eines Programms ausgewertet. Für die nach der Kraftgrößenmethode ermittelten Elastizitätsgleichungen stehen umfangreiche Ergebnistabellen zur Verfügung.

Hierbei existieren für alle gebräuchlichen Bogenverhältnisse entsprechende Einflußlinien zur Ermittlung der maßgebenden Schnittkräfte. Mit dem Einsatz der Tabellenkalkulation kann durch Variation der Systemkennwerte die oft schwierige Tragwerksmodellierung mit Hilfe einer Grenzwertbetrachtung unterstützt werden.

3.2.3 Anwendungsalgorithmus

- Eingabe der vorhandenen Geometriekennwerte
 - Eingabe der vorhandenen Systembelastungen
 - Festlegung der Materialkennwerte



$g_{\text{Ü}}$	22,00 kN
g_{B}	27,00 kN
h_{K} (Mittelwert)	1,72 m
\bar{u}_s	0,43 m
f_0	1,00 m
l_0	2,50 m
d_k	0,33 m
d_v	0,30 m
d_s	0,28 m
j_{K}	65,97 °
Bogenbreite	7,90 m
FB-Breite	6,00 m

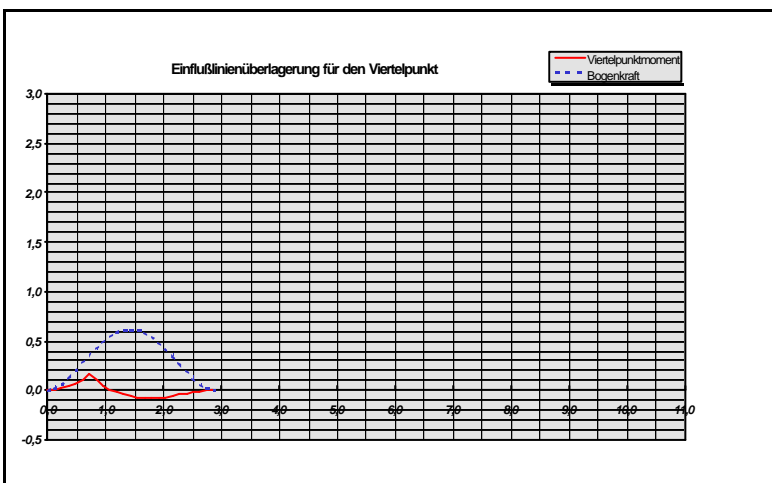
$$b = \arctan 2 - j_{\text{K}} = -2,54^\circ$$

$$h_f = \sin b \times \sqrt{d_k^2 + \left(\frac{d_k}{2}\right)^2} = -0,02 \text{ m}$$

$$l = l_0 + \cos b \times \sqrt{d_k^2 + \left(\frac{d_k}{2}\right)^2} = 2,87 \text{ m}$$

$$f = f_0 + d_s / 2 + h_f = 1,12 \text{ m}$$

- Auswertung der erzeugten Einflußflächenplots durch Zuordnung der entsprechenden Lastkollektive



3. - Darstellung der ermittelten Nachweisschnittkräfte
- Darstellung der ermittelten Querschnittsspannungen
- Nachweise

Tragsicherheitsnachweise für den Bogen

Mit den Schnittkräften $M = M_g + M_p$ und $N = N_g + N_p$ werden die nachfolgenden Spannungsnachweise geführt. Ab einer resultierenden Exzentrizität $e = \frac{M}{N} > \frac{d}{6}$ wird mit ausfallender Zugzone des Querschnitts (Zustand II) gerechnet.

Brückenklasse 30/30

Nachweis-schnitt	Schnitt-stärke	W	M	zugeh N	Exzentrizität e	spannungs-relevante Höhe x_0	S_0	S_u
	[m]	[m ² /m]	[MNm/m]	[MN/m]	[m]	[m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
Scheitel	0,28	0,0131	0,0044	-0,0441	0,099	0,122	-0,73	-
			-0,0006	-0,0322	-0,019	0,280	Druckzone zu klein!	-0,16
Viertel	0,30	0,0150	0,0037	-0,0564	0,066	0,252	-0,45	-
			-0,0021	-0,0535	-0,038	0,300	-0,32	-0,04
Kämpfer	0,33	0,0182	0,0056	-0,0737	0,076	0,267	-0,55	-
			-0,0059	-0,0757	-0,079	0,259	-	-0,58

Die zulässige Druckspannung für das vorhandene Mauerwerk ergibt sich nach DIN 1053 Teil 1, Abschnitt 7.2.1, Tabelle 3, wie folgt:

Steinfestigkeitsklasse \geq 50 }
Mörtelgruppe IIa } $zul S_0 = -2,0 \text{ MN/m}^2$

Spannungsnachweis für maßgebende Beanspruchungskombination:

vorh S_0	-0,73	MN/m ²	f	zul S_0	-2,0	MN/m ²
------------	-------	-------------------	---	-----------	------	-------------------

3.3 Nachrechnung von Stahlbetonplattentragwerken mit dem Statikprogramm "4H-ALFA" von pcae

3.3.1 Vorbemerkungen

Für die Nachrechnung von Plattenbrücken wird das Plattenmodul "4H-ALFA" von pcae nach Abschluß einer eingehenden Testphase seit April 1997 im Referat 32 genutzt. Damit lassen sich Plattenmodelle für die statische Nachweisführung modellieren, die über variable Geometrie-, Lagerungs- und Belastungskennwerte verfügen können.

3.3.2 Anwendungsgrundlagen

Das Programm basiert auf der Methode mit finiten Elementen.

Vor allem komplizierte Tragwerksgeometrien lassen sich hierbei gut darstellen, auch in Verbindung mit Querschnittssprüngen und Balkenverstärkungen (Plattenbalkenquerschnitte). Die Netzgenerierung kann manuell beeinflusst werden, um wirklichkeitsnahe Ergebnisse zu erzielen.

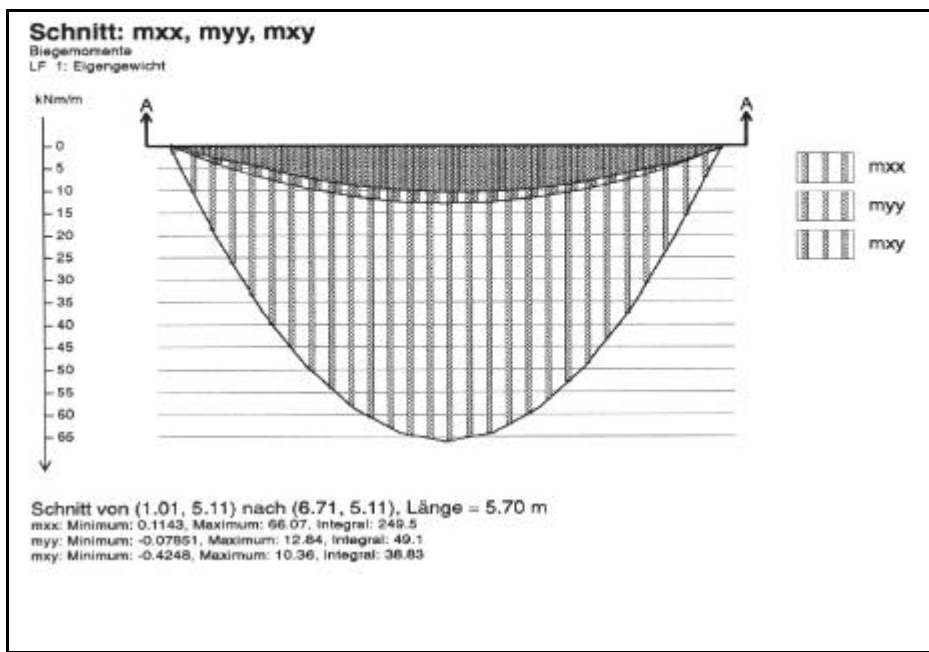
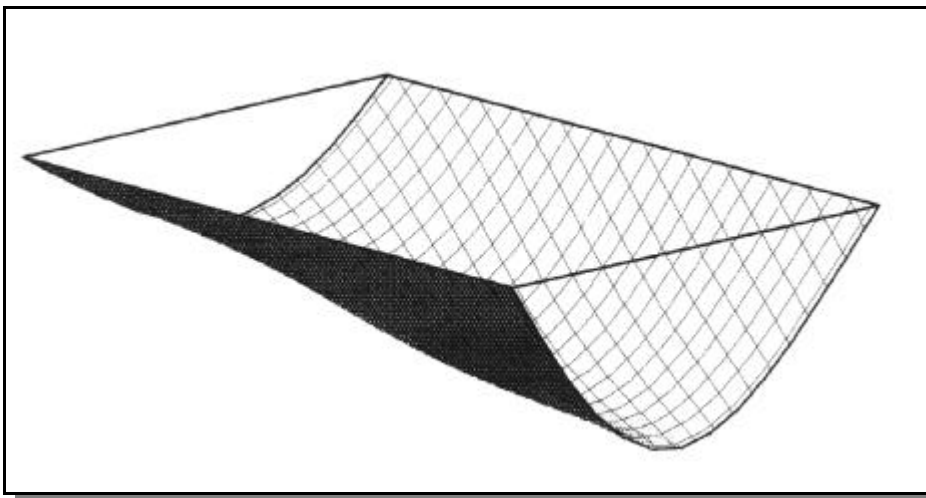
Außerdem können so schnell die Ergebnisse nach der klassischen Plattenstatik als Plausibilitätskontrolle für einfache Plattenbereiche herangezogen werden.

Besonders effektiv lassen sich mit "4H-ALFA" Einstufungsrechnungen für die Verkehrslasten durchführen. Dabei können die Lastansätze einfach variiert und in einer tabellarischen Gegenüberstellung leicht ausgewertet werden.

Die Auswertung ist individuell steuerbar. So kann in Verbindung mit den in der Brückenprüfung festgestellten Bauwerksschäden das statische Modell in Hinsicht auf das geänderte Tragverhalten variiert werden.

Als Ergebnisse lassen sich Verformungen, Einflußflächen, Lagerschnittgrößen, vektorielle Darstellungen der Bewehrung bzw. Schnittgrößen sowie für die Nachweisführung relevante Schnitte für die erforderliche Bewehrung darstellen.

Deformationsfläche eines Plattentragwerkes



Darstellung der Schnittkräfte im Systemschnitt

4 Dokumentation

4.1 Brückenbuch

Im Sächsischen Landesinstitut für Straßenbau werden auch im Zusammenhang mit den Brückenprüfungen die dazugehörigen Brückenbücher nach DIN 1076 aktualisiert bzw. neu erstellt.

4.2 Bestandszeichnungen

Gelegentlich kommt es vor, daß für Brückenbauwerke, insbesondere der älteren Baujahre, keine Bestandspläne mehr vorhanden sind. In Zusammenarbeit mit dem Referat 22 (Kartographie und Vermessung) besteht die Möglichkeit, diese Bauwerke zu vermessen.

Auf der Grundlage der Vermessungsergebnisse können Bestandszeichnungen neu erstellt werden.

Bearbeiter:

Dr.-Ing. T. Dibeh
Dipl.-Ing. T. Pfeifer
Dipl.-Ing. (FH) S. Hein

Sächsisches Landesinstitut für
Straßenbau
Telefon: (0 37 37) 7 84 - 1 88

Herausgeber:

Sächsisches Landesinstitut für
Straßenbau
Telefon: (0 37 37) 7 84 - 0
Telefax: (0 37 37) 7 84 - 2 03