



**Bundesamt für Strassen • Office fédéral des routes
Ufficio federale delle strade • Uffici federal da la vias**



KUBA



Technisches Handbuch



Bundesamt für Strassen • Office fédéral des routes
Ufficio federale delle strade • Uffizi federal da la vias

Technisches Handbuch

Bern 2000

Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern

Preis Fr. 30.--

Art. Nr. 308.654.d

Verfasst durch:

Dr. M. Schläfli,

Dr. R. Hajdin

Dr. J. Grob & Partner AG

Vorwort

Die Kunstbautendatenbank (KUBA-DB) ist seit 1991 in verschiedenen Kantonen in Betrieb. Mit der Einführung der Version KUBA-DB 3.0 wird dem Benutzer eine umfassende Benutzerdokumentation zur Verfügung gestellt. Diese setzt sich aus Dokumenten der Betriebsdokumentation, wie den Benutzerhandbüchern für KUBA-DB 3.0 und KUBA-MS-Ticino, und aus Fachdokumenten, wie der Richtlinie für die Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA, den dazugehörigen Fallbeispielen sowie dem vorliegenden Technischen Handbuch zusammen.

Das Technische Handbuch übernimmt innerhalb der Benutzerdokumentation KUBA die Funktion einer Klammer, welche das ganzheitliche Verständnis des Systems KUBA fördern soll und hierzu die Informationen der anderen Dokumente auf verständliche Art und Weise zusammenfasst.

Das Ingenieurbüro Dr. J. Grob & Partner AG hat in enger Zusammenarbeit und unter Führung des Bundesamtes für Strassen das Konzept für die Benutzerdokumentation erarbeitet und das Technische Handbuch verfasst.

Im Verbund mit der restlichen Benutzerdokumentation soll das Technische Handbuch zu einem nützlichen Arbeitsinstrument für die Mitarbeiter von Bund und Kantonen werden.

M. Donzel

Leiter Bereich Kunstbauten
Bundesamt für Strassen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Gliederung.....	7
1.1.	Ausgangslage.....	7
1.2.	Begriffe	8
1.2.1.	Erhaltung.....	8
1.2.2.	Dokumente.....	8
1.2.3.	Systeme und Software-Instrumente.....	9
1.3.	Grundlagendokumente.....	9
1.4.	Veranlassung und Ziele des Technischen Handbuchs	10
1.5.	Übersicht über die Benutzerdokumentation	11
1.6.	Gliederung des Technischen Handbuchs	12
2	Bauwerkserhaltung mit KUBA	13
2.1.	Einführung	13
2.1.1.	Erhaltungsziele.....	13
2.1.2.	Organisation der Erhaltung	13
2.1.3.	Software-Instrumente.....	15
2.2.	Beginn der Erhaltung.....	15
2.3.	Überwachung	15
2.3.1.	Beobachtung	15
2.3.2.	Inspektion.....	15
2.3.3.	Kontrollmessungen	17
2.3.4.	Funktionskontrolle.....	17
2.4.	Überprüfung	17
2.5.	Erhaltungsplanung.....	18
2.5.1.	Überblick	18
2.5.2.	Erhaltungsplanung auf Netzebene	18
2.5.3.	Erhaltungsplanung auf Bauwerksebene	19
2.6.	Projektierung von Erhaltungsmaßnahmen	19
2.7.	Ausführung der Erhaltungsmaßnahmen.....	19
2.7.1.	Instandhaltung (betrieblicher Unterhalt)	20
2.7.2.	Instandsetzung (baulicher Unterhalt) und Erneuerung	20
2.7.3.	Umgestaltung.....	20
3	Beschrieb des Systems KUBA	23
3.1.	Software-Instrumente	23
3.1.1.	KUBA-DB	24
3.1.1.1.	Beschrieb	24
3.1.1.2.	Grobe Datenstruktur	25
3.1.1.3.	Auswertungsmodus	27
3.1.2.	KUBA-EA1.....	28
3.1.2.1.	Zusatzinformationen	28
3.1.2.2.	Berichte.....	28
3.1.2.3.	Serienbriefe.....	28
3.1.2.4.	Bauwerksheft	29
3.1.2.5.	Routen und Sondertransporte.....	29
3.1.3.	KUBA-MS-Ticino	29
3.1.4.	KUBA-EA2.....	31

3.1.4.1.	Checkliste für Bauwerksteile	32
3.1.4.2.	Beurteilungsblatt für das Bauwerk	33
3.1.5.	TRUCK	33
3.1.5.1.	Einleitung	33
3.1.5.2.	Eingabedaten	33
3.1.5.3.	Berechnungsgrundlagen	33
3.2.	Positionierung der Instrumente	34
4	Fachwissenkataloge KUBA-DB	37
4.1.	Einleitung	37
4.2.	Übergang von KUBA-DB 2.3 auf 3.0 und Ausblick auf KUBA-DB 3.1	37
4.3.	Festlegung der Katalognamen	38
4.4.	Kataloge für Substanzdaten	39
4.4.1.	Bauwerksarten [BWA]	40
4.4.2.	Bauwerksfunktionen [BWF]	40
4.4.3.	Werkmängelstatus [WEMA]	40
4.4.4.	Normen [NRM]	40
4.4.5.	Bauwerksteiltypen [BET]	41
4.4.6.	Baumaterialien [BMAT]	41
4.4.7.	Bauarten [BA]	41
4.4.8.	Herstellungsverfahren [HST]	41
4.4.9.	Geometrische Merkmale [GEOM]	41
4.4.10.	Spezielle Informationen [SPZ]	42
4.4.11.	Bauarten Oberflächenschutz [BAS]	42
4.4.12.	Bauwerksteiltypen Oberflächenschutz [BETS]	42
4.4.13.	Baumaterialien Oberflächenschutz [BMATS]	42
4.4.14.	Geometrische Merkmale Oberflächenschutz [GEOMS]	42
4.4.15.	Herstellungsverfahren Oberflächenschutz [HSTS]	42
4.4.16.	Spezielle Informationen Oberflächenschutz [SPZS]	42
4.4.17.	Spezielle Materialinformationen Oberflächenschutz [SPZM]	43
4.5.	Kataloge für Überwachungsdaten	43
4.5.1.	Bauwerks-Inspektionsarten [BWIA]	43
4.5.2.	Sofortmassnahmenarten [SOMA]	43
4.5.3.	Bauwerksteil-Untersuchungsmethoden [BTUM]	44
4.5.4.	Zustandsbewertung [ZUST]	44
4.5.5.	Schadensarten [SCHD]	44
4.5.6.	Schadensarten Oberflächenschutz [SCHS]	44
4.6.	Kataloge für Unterhaltsdaten, Dokumente und Beteiligte	44
4.6.1.	Erhaltungsmassnahmen [ERMA]	44
4.6.2.	Dokumentarten [DOKU]	45
4.6.3.	Beteiligtenfunktionen [BETF]	45
4.7.	Beschreibung der künftigen Kataloge: Messtechnische Kontrolle	45
4.7.1.	Messarten [MESA]	45
4.7.2.	Messmethoden [MESM]	45
4.7.3.	Umweltbedingungen (äussere Bedingungen) [UMWB]	45
5	Fachwissenkataloge KUBA-MS-Ticino	45
5.1.	Textkataloge zu den Bauwerksdaten	46
5.1.1.	Bauwerksarten	46
5.1.2.	Bauwerksgeometrie	46

5.1.3.	Bauwerksmassnahmen.....	46
5.1.4.	Bauwerksteiltypen und Bauarten.....	47
5.1.5.	Inspektionsarten.....	47
5.1.6.	Sofortmassnahmenarten.....	47
5.2.	Spezialkataloge für die Massnahmenplanung.....	47
5.2.1.	Schadensprozesse.....	47
5.2.2.	Schadenskatalog.....	48
5.2.3.	Verfallsmatrizen	48
5.2.4.	Einflüsse.....	48
5.2.5.	Einflussmatrizen.....	48
5.2.6.	Massnahmenkatalog.....	48
5.2.7.	Einheitskosten und Erfolgsvektoren (Parameter der Massnahmen)	48
5.2.8.	Zuweisungsfunktionen	49
5.2.9.	Kombinationen	49
5.2.10.	Basisstrategien.....	49
5.3.	Verzeichnisse	49
5.3.1.	Eigentümer.....	49
5.3.2.	Standortgemeinden.....	49
5.3.3.	Achsen	49
5.3.4.	Abschnitte	50
5.3.5.	Masseinheiten	50
6	Leitfaden für Neuerfassung.....	51
6.1.	Beschrieb des Bauwerks.....	51
6.2.	Erfassung von Bauwerksteilen	53
6.2.1.	Unterteilung des Bauwerks in Bauwerksteile	53
6.2.2.	Merkmale bei der Erfassung der Bauwerksteile	55
6.2.3.	Erfassung der Segmente (KUBA-MS-Ticino).....	55
6.2.4.	Oberflächenschutz	55
6.3.	TRUCK-Daten	56
7	Leitfaden für Überwachung (Überprüfung) und Unterhalt	57
7.1.	Bauwerksdaten.....	57
7.2.	Bauwerksteildaten	58
7.3.	Segmentdaten	59

1 Einleitung und Gliederung

1.1. Ausgangslage

Der Unterhalt der Nationalstrassen stützt sich auf die Bundesverfassung, auf Gesetze und Verordnungen. In Artikel 36bis/Absatz 2 der Bundesverfassung wird der Grundsatz klar beschrieben: „Die Kantone bauen und unterhalten die Nationalstrassen nach den Anordnungen und unter Oberaufsicht des Bundes.“ Die Kantone sind demnach die Bauwerkseigentümer und haben die Unterhaltspflicht für ihre Kunstbauten. Dem ASTRA als Vertreter des Bundes kommt die Aufgabe der Oberaufsicht, der Genehmigung und der Finanzierung der vielfältigen Neubau- und Unterhaltstätigkeiten auf dem Nationalstrassennetz zu.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

In der Schweiz wurde in den sechziger Jahren mit dem Bau eines umfassenden Nationalstrassennetzes begonnen, von dem heute über 88 % realisiert sind. Auf dem Nationalstrassennetz der Schweiz sind neben anderen Kunstbauten über 3'300 Brücken mit einer Gesamtlänge von 265 km realisiert worden. Die bestehenden Kunstbauten weisen heute ein durchschnittliches Alter von über 25 Jahren auf und sind damit als relativ jung zu bezeichnen.

Vorhandene Infrastruktur

Da das Nationalstrassennetz nun beinahe fertiggestellt ist, gilt es in der Zukunft dessen hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten. Dies ist eine komplexe Aufgabe, weil z. T. widersprüchliche Aspekte berücksichtigt werden müssen:

Verfügbarkeit des Nationalstrassennetzes

- Die Verfügbarkeit der Nationalstrassen wird mit dem zunehmenden Alter durch den natürlichen Verfall beeinträchtigt.
- Bauliche Massnahmen führen oft zu einer Verminderung der Verfügbarkeit des Nationalstrassennetzes.
- Die verfügbaren finanziellen Mittel der öffentlichen Hand sind knapp.

In der obigen Auflistung werden nur wirtschaftliche und technische Kriterien angesprochen. Hinzu kommen die politischen Kriterien und Entscheide. Die Verantwortlichen für Nationalstrassen müssen alle diese Kriterien bei der Festlegung wann, wo und welche baulichen Massnahmen ausgeführt werden, berücksichtigen. Als Grundlage für diesen Entscheidungsprozess muss der aktuelle Zustand der Nationalstrassen ausreichend bekannt sein. Die meisten Strassen- und Brückeningenieure kennen alle Schwachstellen der ihnen zugewiesenen Strassenstücke, Brücken, usw. Diese wertvollen Daten wurden anfänglich in Papierform oder in einer Kartei festgehalten. Mit dem Einzug der Informatik in den Verwaltungen werden hierfür elektronische Datenbanken eingesetzt. Eine elektronische Datenbank hat viele Vorteile gegenüber einer Datenhaltung auf Papier:

Einbezug der Informatik

- Grosse Datenmengen können mit einem vertretbaren Aufwand verwaltet werden.
- Die Daten sind einfach zugänglich und können mit gezielten Auswertungen zu wertvollen Informationen verdichtet werden.
- Die Daten sind für mehrere Benutzer gleichzeitig verfügbar.
- Man kann die Daten nach verschiedenen Kriterien schnell und effizient vergleichen.

- Widersprüchliche Daten werden weitgehend eliminiert (Zwang zur Systematik).

Entwicklung von KUBA

Im Jahre 1987 wurde die erste „elektronische Kunstbautenkartei“ mit dem Namen KUBA-DB erstellt. KUBA-DB wurde dazu benutzt, einen Überblick über die zu verwaltenden Kunstbauten zu erhalten und einzelne Bauwerke zu dokumentieren. Die Datenbedürfnisse der Benutzer waren sehr unterschiedlich, was die unterschiedliche Praxis der Kantone bei der Planung von baulichen Massnahmen widerspiegelt. Bei der Entwicklung von KUBA-DB war man stets bemüht, unterschiedliche Datenbedürfnisse abzudecken. Im Jahre 1992 startete das Bundesamt für Strassen (ASTRA) ein Projekt mit dem Ziel, die Planung der Unterhaltsmassnahmen zu vereinheitlichen. In den darauffolgenden Jahren wurde ein computerunterstütztes Verfahren zur Planung von Unterhaltsmassnahmen entwickelt und ausgetestet. Die Software, welche dieses Verfahren unterstützt erhielt einen Namen: KUBA-MS. Zur Zeit ist KUBA-MS als Prototyp Version KUBA-MS-Ticino verfügbar.

Zukünftige Entwicklung

Es ist naheliegend, dass die künftige Software KUBA-MS die Daten aus der bestehenden Datenbank KUBA-DB bezieht. Dies ist das Ziel der künftigen Entwicklungen.

1.2. Begriffe

Die Begriffsdefinitionen in diesem Dokument wurden aus [1] übernommen. Hier werden lediglich jene Begriffe definiert welche in [1] nicht erwähnt wurden.

1.2.1. Erhaltung

Erhaltung

Der Begriff „Erhaltung“ wird hier als Sammelbegriff für Überwachung, Überprüfung, Unterhalt und Umgestaltung (Erweiterung) verwendet (siehe [8] und [9]). Die Begriffe Überwachung und Überprüfung sind in [1] (Kapitel 4 und 6) erläutert.

Erhaltungsmassnahme

In Anlehnung an UPlaNS wird in diesem Dokument der Begriff Erhaltungsmassnahmen als Sammelbegriff für Unterhalts- und Umgestaltungsmassnahmen verwendet.

MSE

Das Management der Strassenerhaltung (MSE) umfasst die Führung, die Koordination und die Überwachung der gesamten Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Strassenerhaltung.

Umgestaltung

Mit dem Begriff „Umgestaltung“ wird die Veränderung einer bestehenden Strassenanlage und ihrer technischen Einrichtungen bezeichnet (z. B. Bau von zusätzlichen Fahrstreifen, Standstreifen usw.).

Unterhalt

Der Begriff „Unterhalt“ wird im vorliegenden Technischen Handbuch als Oberbegriff für Instandhaltung, Instandsetzung, Erneuerung und Anpassung verwendet (anderslautende Definition gemäss Nationalstrassen-Verordnung: siehe [1], Anhang 1).

1.2.2. Dokumente

Benutzerdokumentation

Die Benutzerdokumentation ist diejenige Dokumentation, die der Endbenutzer für seine Arbeit braucht.

Benutzerhandbücher beschreiben die Bedienung eines Systems oder mehrerer Systeme. Sie werden für jedes Release einer Software erstellt bzw. ergänzt.

Benutzerhandbuch

Die verbindlichen Vorgaben zur Verwendung der Software werden als Richtlinien für die Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA veröffentlicht.

Richtlinie für die Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA

Das Technische Handbuch enthält klare und übersichtliche Information zu KUBA und deren Umfeld.

Technisches Handbuch KUBA

1.2.3. Systeme und Software-Instrumente

UPlaN S ist das übergeordnete System zur Unterhaltsplanung vom Gesamtsystem „Nationalstrassen“, welches eine umfassende Planung von Unterhaltsmassnahmen an den Teilsystemen „Kunstbauten“, „elektromechanische Einrichtungen“ und „Strassenoberbau“ ermöglichen soll.

UPlaN S

Das System STRADA-DB (DatenBank für STRAssenDAten) umfasst den gemeinsamen Kern der Strassendatenbanken der Kantone, des ASTRA und anderer Bundesstellen und kantonaler Ämter (siehe [11]).

STRADA-DB

KUBA ist ein Sammelbegriff für Systeme, im wesentlichen Software-Produkte (Synonym: Software-Instrumente), zu Erhaltung, Nutzung und Betrieb von Kunstbauten.

KUBA

KUBA-DB ist ein System, in welchem die für das Kunstbautenmanagement der Nationalstrassen benötigten Daten erfasst, verwaltet und ausgewertet werden können. Das System KUBA-DB wird im Endausbau zu einer Komponente des Systems KUBA.

KUBA-DB

TRUCK ist eine Software zur Beurteilung der Befahrbarkeit von Brücken, die von Schwertransporten befahren werden - Es bestehen zwei Varianten dieser Software: eine unabhängige Software mit eigener Datenhaltung und eine als in das System KUBA-DB integrierte Komponente.

TRUCK

KUBA-EA1 ist eine Software für spezielle Auswertungen der Daten in der KUBA-DB Datenbank.

KUBA-EA1

KUBA-MS ist ein System zur Planung von baulichen Massnahmen an Kunstbauten (Management-System). Zur Zeit ist nur die Unterstützung der Erhaltungsplanung vorgesehen. Das System KUBA-MS wird im Endausbau zu einer Komponente des Systems KUBA.

KUBA-MS

KUBA-MS-Ticino ist ein Prototyp des Systems KUBA-MS mit eingeschränkter Funktionalität.

KUBA-MS-Ticino

KUBA-EA2 ist ein Werkzeug zur Rationalisierung der Bauwerksinspektionen. KUBA-EA2 generiert einheitliche Formulare und Berichte aus Daten der KUBA-DB und KUBA-MS-Ticino.

KUBA-EA2

1.3. Grundlegendokumente

[1] ASTRA Richtlinie „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen“, Bern, Ausgabe 1998

[2] ASTRA Richtlinie „Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen“, Bern, Ausgabe 1999

- [3] ASTRA Richtlinie „Richtlinie für die Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA“, Bern, Ausgabe 2000 (Vernehmlassungsentwurf)
- [4] ASTRA Richtlinie „Richtlinie für die Zuordnung von Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Unterhalt (Strasse allgemein)“, Bern, 1993
- [5] KUBA-DB 3.0, „Benutzerhandbuch“, Ausgabe 2000
- [6] KUBA-MS-Ticino, „Handbuch für die Datenerfassung“, Ausgabe 1998
- [7] KUBA-MS-Ticino, „Benutzerhandbuch“, Ausgabe 1998
- [8] Norm SIA 469 „Erhaltung von Bauwerken“, Ausgabe 1997
- [9] Empfehlung SIA 162/5 „Erhaltung von Betontragwerken“, Ausgabe 1997
- [10] SN 640 910 „Räumliches Basis-Bezugssystem für Strassendaten“, VSS Norm, September 1989
- [11] STRADA-DB, „Strassendatenbank für das MSE, Leitfaden für die Einführung und den Betrieb“, Bericht Nr. 295, Bundesamt für Strassenbau, 1994
- [12] „Fachkonzept Unterhaltsplanung Gesamtsystem“, ASTRA, Bern, 1999

1.4. Veranlassung und Ziele des Technischen Handbuches

Veranlassung

Das System KUBA-DB ist seit 9 Jahren im Einsatz. In diesen 9 Jahren wurden von verschiedenen Kantonen ca. 7'700 Bauwerke mit rund 35'000 Bauwerksteilen erfasst. Bei der Zusammenführung dieser Datenmenge durch das ASTRA wurde festgestellt, dass eine Auswertung dieser Daten nicht ohne weiteres möglich ist. Die Kantone haben die Freiheiten ausgenutzt, welche das System KUBA-DB innehat, und ihre Bauwerke ihren Bedürfnissen entsprechend unterschiedlich erfasst. Für die effiziente Nutzung der Daten durch das ASTRA haben sich insbesondere folgende Sachverhalte als hinderlich erwiesen:

- Uneinheitliche Bezeichnung der Nationalstrassen und der Brückenbauwerke
- Uneinheitliche Verwendung der Katalogeinträge oder gar uneinheitliche Verwendung der ganzen Kataloge (z. B. Bauart)
- Unterschiedliche Erfassungstiefe (z. B. keine Bauwerksteildaten)
- Rege Verwendung der unstrukturierten, freien Texte zur Beschreibung der Sachverhalte, welche ohne weiteres mit Hilfe der Fachwissenkataloge erfasst werden könnten.

Um eine bundesweite Vereinheitlichung der Datenerfassung mindestens im Bereich der Nationalstrassen zu erzielen, hat das ASTRA eine Benutzerdokumentation vorbereitet und an die Kantone verteilt. Das vorliegende Technische Handbuch ist ein Teil dieser Benutzerdokumentation.

Ziele

Das Technische Handbuch KUBA soll zur Verwirklichung folgender Ziele beitragen:

- Verbesserung des fachlichen Verständnisses der KUBA-Benutzer
- Vereinheitlichung der Begriffe, insbesondere deren Verwendung
- Aufzeigen der Anwendungsmöglichkeiten der Software Produkte

Das technische Handbuch nimmt innerhalb der Benutzerdokumentation die Funktion einer Klammer ein, welche die Informationen zu den einzelnen Software-Produkten zusammenfasst und zu einem ganzheitlichen Verständnis von KUBA beitragen sollte.

Position innerhalb der Benutzerdokumentation

1.5. Übersicht über die Benutzerdokumentation

Die Richtlinie zur Datenerfassung in KUBA, die Fallbeispiele und das Technische Handbuch bilden zusammen mit den bereits bestehenden Benutzerhandbüchern, welche den Softwarelieferungen der KUBA-Instrumente beiliegen, sowie den Fachwissenkatalogen die KUBA-Benutzerdokumentation (Bild 1).

Zusammensetzung

Im Abschnitt 1.4 wurde die Bedeutung einer einheitlichen und strikten Datenerfassung unterstrichen. Diverse Kantone haben zur

Bedarf an einer Richtlinie zur Datenerfassung

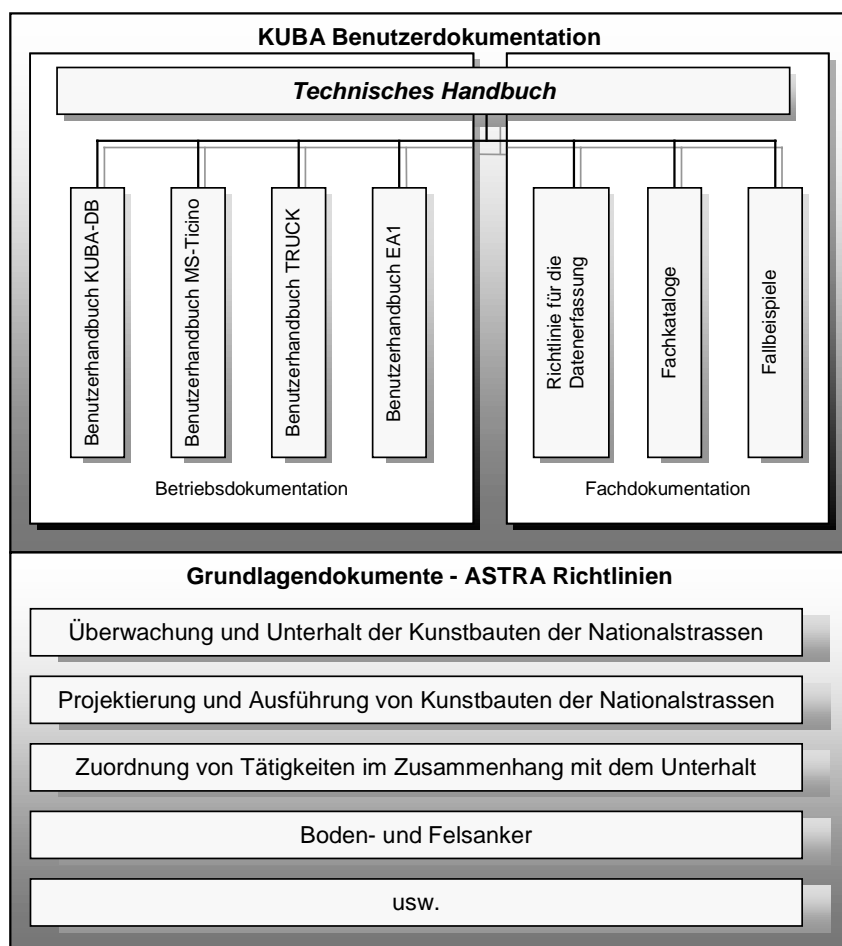


Bild 1: Übersicht über die KUBA-Benutzerdokumentation

Datenerfassung eigene Konzepte oder Richtlinien verfasst, welche ihre eigenen Bedürfnisse widerspiegeln, sich jedoch von Kanton zu Kanton unterscheiden. Es besteht das Bedürfnis für eine bundesweite Richtlinie zur Datenerfassung [3], welche so weit wie möglich die bestehenden kantonalen Regelungen berücksichtigt.

Fallbeispiele

Um die Verständlichkeit der Richtlinien zu verbessern, werden für die häufigsten Bauwerksarten Fallbeispiele bereitgestellt. Die Fallbeispiele veranschaulichen den Weg von Bauwerksakten zu Daten, welche in KUBA erfasst werden müssen.

1.6. Gliederung des Technischen Handbuchs

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen der Bauwerkserhaltung im Zusammenhang mit KUBA und auf der Basis der Richtlinie des ASTRA zur „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen“ [1] erklärt. Wichtige Begriffe werden darin definiert, die Erhaltungstätigkeiten beschrieben und in eine Systematik eingeordnet. Im weiteren, werden zu jeder Erhaltungstätigkeit jene Daten aufgelistet, welche in KUBA Datenbanken erfasst werden können.

Im Kapitel 3 folgt ein Beschrieb des Systems KUBA. Es werden alle Instrumente in Bezug auf KUBA positioniert und beschrieben. Zu jedem Software-Instrument werden fachliche Informationen bereitgestellt, welche den praktischen Einsatz erklären und wichtige Hintergründe erhellen.

In Kapitel 4 werden die Fachwissenkataloge der KUBA-DB 3.0 behandelt. Es wird eine Einführung über den Zweck und den Umfang der Fachwissenkataloge gegeben, gefolgt von der detaillierten Behandlung der einzelnen Fachwissenkataloge. Parallel wird das notwendige Hintergrundwissen für die Gründe der Vereinheitlichung der Datenerfassung vermittelt.

In Kapitel 5 werden die Fachwissenkataloge von KUBA-MS-Ticino behandelt.

In den folgenden Kapiteln 6 und 7 werden Leitfäden für die Neuerfassung, Überwachung und Unterhalt bereitgestellt, welche die Datenerfassung erläutern.

2 Bauwerkserhaltung mit KUBA

Dieses Kapitel beschreibt die Grundsätze der Bauwerkserhaltung im Hinblick auf die Benutzung von KUBA, basierend auf den ASTRA-Richtlinien „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen“ [1] und „Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen“ [2].

2.1. Einführung

2.1.1. Erhaltungsziele

Die Kunstbauten der Nationalstrassen sollen unter minimaler Behinderung des Verkehrs technisch und wirtschaftlich optimal instandgehalten und instandgesetzt werden. Im Rahmen der Erhaltung werden die Bauwerke überwacht, überprüft, instandgehalten und falls erforderlich instandgesetzt. Die detaillierten Erhaltungsziele in bezug auf Planung, Projektierung und Ausführung von Erhaltungsmassnahmen sind in [1] (Abschnitt 3.1) formuliert.

2.1.2. Organisation der Erhaltung

Fachlich wird innerhalb der Erhaltung unterschieden zwischen (Bild 2)

Fachliche Gliederung

- Überwachung
- Überprüfung
- Unterhalt
- Umgestaltung.

Die aufgelisteten Tätigkeiten bedürfen einer sorgfältigen Planung. Hierfür wird analog zum Begriff „Erhaltung“ der Begriff „Erhaltungsplanung“ verwendet, welcher die Planung von Überwachung sowie Überprüfung und die Planung von Unterhalts- und Umgestaltungsmassnahmen umfasst (siehe Bild 2). Im System KUBA ist die Unterstützung der Planung von Überwachung und Überprüfung¹ zur Zeit nicht vorgesehen. Aus diesem Grund wird in diesem Dokument der Begriff „Erhaltungsplanung“ als Synonym für Planung von Erhaltungsmassnahmen (Unterhalts- und Umgestaltungsmassnahmen) verwendet (siehe 2.5).

Erhaltungsplanung

Für Überwachung (in der Regel ohne Beobachtung), Überprüfung und Unterhalt (ausser Instandhaltung) ist der Bereich „Unterhalt“ zuständig. Für Instandhaltung und in der Regel für die Beobachtung ist der Bereich „Betrieb“ verantwortlich. Dem Bereich „Bau“ ist die Umgestaltung zugeteilt. Mit „Bereich“ ist die entsprechende Organisationseinheit des Kantons (Bauherren) bezeichnet (siehe [1]). Für diese drei Bereiche gelten unterschiedliche Beitragssätze des Bundes (siehe [4]).

Zuständigkeiten

¹ Unter Planung von Überwachung versteht man v.a. die Ressourcenplanung (Personal und Geräte).

Bild 2a) Datenerhebung und Datenerfassung

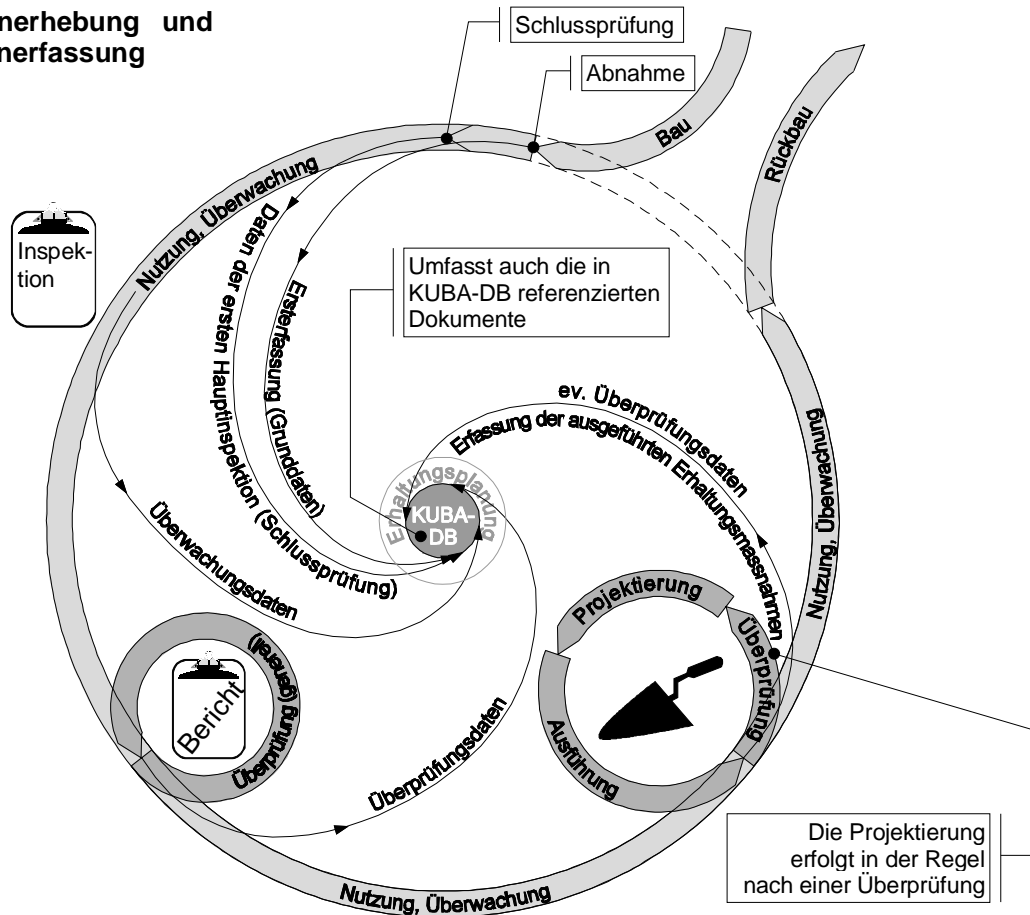


Bild 2b) Planung und Lenkung

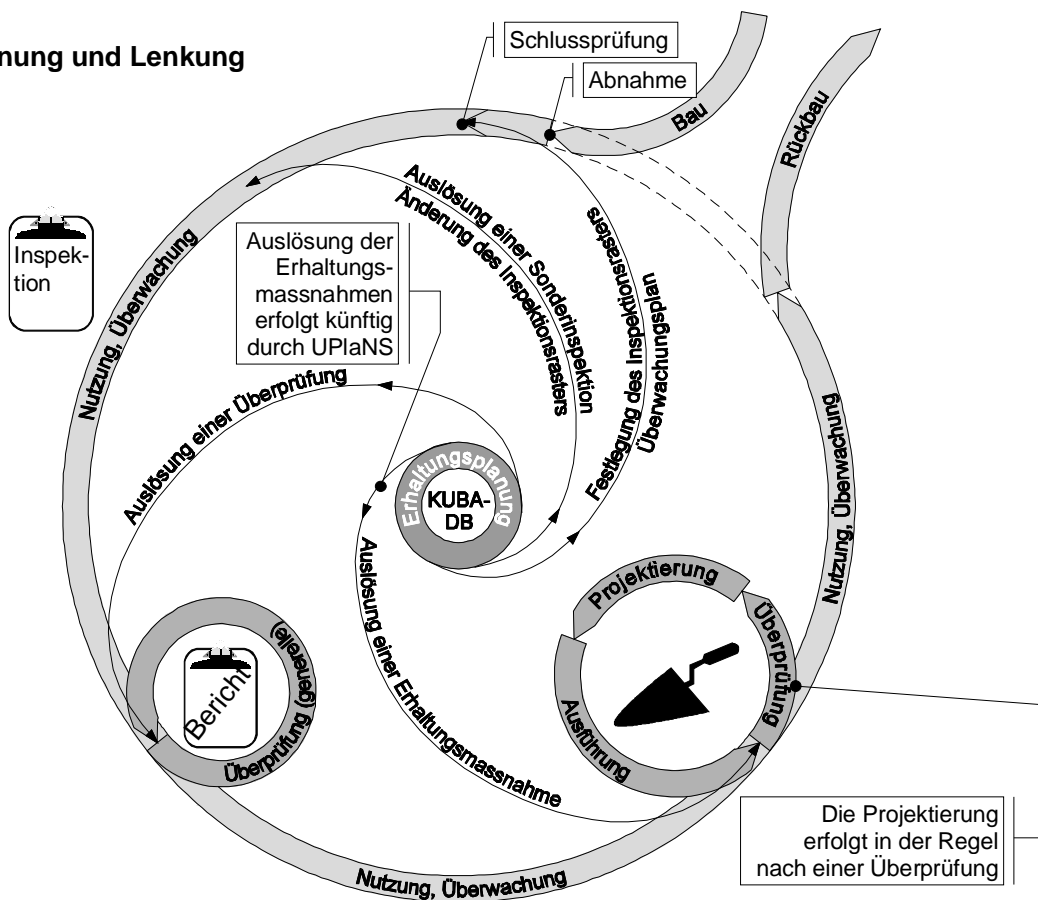


Bild 2: Ablaufschema der Bauwerkserhaltung

2.1.3. Software-Instrumente

Die Erhaltungspflichtigen haben oftmals eine grosse Anzahl von Kunstbauten zu erhalten. Um einen Überblick über die ihnen anvertraute Bausubstanz zu gewinnen und um die Tätigkeiten rund um die Bauwerkserhaltung effizienter zu gestalten, ist die Anwendung von EDV-Hilfsmitteln unerlässlich. Das vom ASTRA entwickelte System KUBA nimmt innerhalb der Erhaltung eine Schlüsselposition ein, indem es Instrumente zur **Erfassung der Informationen** (siehe Bild 2a) zu Bausubstanz, Überwachung und Unterhalt/Umgestaltung (KUBA-DB) und Instrumente zur **Planung der Erhaltungsmassnahmen** (siehe Bild 2b) zur Verfügung stellt, welche als Führungs-, Planungs- und Organisationsinstrumente eingesetzt werden können.

2.2. Beginn der Erhaltung

Nach der Abnahme des geprüften Werkes geht das neue Bauwerk in der Regel innerhalb der Organisation des Kantons vom Bereich „Bau“ in den Bereich „Unterhalt“ über. Vor dem Ablauf der Garantiefrist ist die Schlussprüfung durchzuführen. Sie entspricht der ersten **Hauptinspektion**.

Nach der Abnahme werden die für die Erhaltung relevanten Daten in KUBA erfasst. Dies sind vor allem die Substanzdaten (Grunddaten zum Bauwerk, zu Bauwerksteilen usw.) sowie die Daten zu Beteiligten und zu Dokumenten (siehe hierfür Abschnitt 6). Die Ergebnisse der Schlussprüfung sind als erste Hauptinspektion unbedingt zu erfassen.

2.3. Überwachung

Die Überwachung hat zum Ziel, den Bauwerkszustand festzustellen, zu bewerten sowie Empfehlungen für weitere Massnahmen abzugeben. Ein Teil der Überwachungstätigkeiten ist periodisch. Zu diesen Tätigkeiten gehören Haupt- und Zwischeninspektionen, Kontrollmessungen und Funktionskontrollen. Tätigkeiten ausserhalb dieser periodischen Überwachung sind Beobachtungen Dritter oder im Einzelfall angeordnete Sonderinspektionen.

2.3.1. Beobachtung

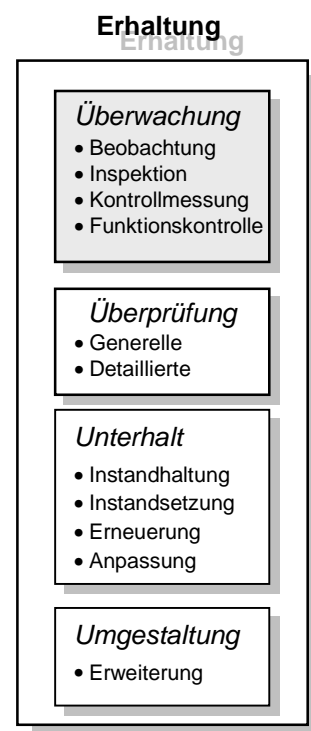
Die Beobachtung besteht aus einfachen Kontrollen zur Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit. Die Beobachtung erfolgt in der Regel im Rahmen des Betriebes.

Beobachtungen werden in KUBA nicht direkt erfasst.

2.3.2. Inspektion

Inspektionen bilden das Grundgerüst der Überwachung von Kunstbauten. Inspektionen bezwecken, den Zustand des Bauwerks durch gezielte, in der Regel visuelle Untersuchungen festzustellen (Zustandserfassung), zu bewerten (Zustandsbewertung) und die im Überwachungsplan ([2], Abschnitt 9.5) bauwerkspezifischen Kontrollen am Bauwerk durchzuführen.

Die sorgfältige Durchführung und Erfassung der Inspektionen erlaubt, jede bedeutsame Veränderung des Zustandes eines Bauwerks zu verfolgen und zu dokumentieren. Die für Unterhaltstätigkeiten nützlichen



Resultate

Angaben werden erfasst und somit die Grundlage für die Erhaltungsplanung mit KUBA geschaffen.

Inspektionsarten

Es wird unterschieden zwischen den folgenden Inspektionsarten:

- Hauptinspektionen
- Zwischeninspektionen
- Sonderinspektionen

Durch Inspektionen werden grundsätzlich folgende Daten in KUBA erfasst:

- Daten zur Identifikation der Inspektion (u.a. laufende Nummer und Datum)
- Untersuchungsmethoden
- Zustandsdaten und Massnahmenempfehlungen

Checklisten

Um eine einheitliche, systematische Dokumentation der Ergebnisse zu gewährleisten, werden für die Inspektionen Checklisten verwendet. Ist eine Kunstbaute mit Bauwerks- sowie Bauwerksteildaten in KUBA erfasst, können diese Checklisten automatisch mit KUBA generiert werden. Die Checklisten werden im Verlauf der Inspektion ausgefüllt, um die Daten später in KUBA zu erfassen.

Zustandsbewertung

Im Rahmen der Inspektion wird eine Zustandsbewertung sowohl für das Bauwerk als auch für seine Bauwerksteile vorgenommen. Dabei werden folgende Zustandskategorien angewendet (siehe auch 7):

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 in gutem Zustand | keine / geringfügige Schäden |
| 2 in annehmbarem Zustand | unbedeutende Schäden |
| 3 in schadhaftem Zustand | bedeutende Schäden |
| 4 in schlechtem Zustand | grosse Schäden |
| 5 in alarmierendem Zustand | Die Sicherheit ist gefährdet; Massnahmen sind vor der nächsten Hauptinspektion erforderlich; dringliche Massnahme. |
| 9 Zustand nicht überprüfbar | Bei nicht inspizierbaren Bauwerksteilen |

Erfassung von Schäden

Schäden sind prinzipiell soweit in KUBA zu erfassen, dass sie eindeutig lokalisiert werden können, ihr Ausmass (Dimensionen) festgehalten werden kann und Vorhersagen über Schadensentwicklungen zulassen.

Nicht einsehbare Bauteile

Alle Bauwerksteile, welche nicht oder nur auf Distanz eingesehen werden können, sind speziell zu erwähnen und als solche in KUBA zu erfassen.

Massnahmen

Im Rahmen der Inspektionen werden, falls erforderlich, Empfehlungen für bauliche Massnahmen abgegeben und erfasst. Falls die Ergebnisse der Inspektion dies erfordern, müssen dringliche Massnahmen oder Sofortmassnahmen angeordnet werden und in KUBA erfasst werden.

Sofortmassnahmen

Unter Sofortmassnahmen versteht man Massnahmen, welche eine sofortige Durchführung verlangen und der unverzüglichen Verbesserung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks dienen. Sofortmassnahmen werden aufgrund von Ergebnissen der Überwachung oder der Überprüfung veranlasst und sind ohne Verzug auszuführen. Es kann sich dabei um eine Intensivierung der Überwachung, um bauliche

Sofortmassnahmen, Nutzungsbeschränkungen (wie beispielsweise Lastbeschränkungen) handeln oder es kann im Extremfall auch eine Sperrung des Bauwerks umfassen.

Die Art der angeordneten Sofortmassnahmen wird in KUBA erfasst.

Unter dringlichen Massnahmen versteht man Massnahmen, welche innert den nächsten 5 Jahren durchgeführt werden müssen. Dringliche Massnahmen werden wie Sofortmassnahmen aufgrund von Ergebnissen der Überwachung oder der Überprüfung veranlasst. Sie verlangen im Gegensatz zu diesen jedoch nicht die sofortige Ausführung. Um die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit weiterhin gewährleisten zu können, ist keine unmittelbare Behebung notwendig. Der mutmassliche Schadensverlauf verlangt jedoch eine Behebung der Schäden bis zur nächsten Inspektion. Als Massnahmen kommen nur bauliche Massnahmen in Betracht.

Die dringlichen Massnahmen werden in KUBA erfasst (siehe 2.7).

Dringliche Massnahmen

2.3.3. Kontrollmessungen

Bei der Kontrollmessung handelt es sich um ein messtechnisches Erfassen ausgewählter Kenngrössen wie Setzungen oder Deformationen. Das Ziel der Kontrollmessungen ist das rechtzeitige Erkennen eines abnormalen Verhaltens oder das Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes.

In den künftigen KUBA-DB Versionen werden voraussichtlich sowohl die Art der messtechnischen Kontrolle, als auch die Messwerte erfasst werden können.

2.3.4. Funktionskontrolle

Die Funktionskontrolle hat im Kontext der Erhaltung von Kunstbauten nur eine untergeordnete Bedeutung. Funktionskontrollen dienen zum Nachweis des Funktionierens von technischen Anlagen und anderen Teilen des Bauwerks. Von der Funktionskontrolle sind insbesondere elektrische und mechanische Teile technischer Anlagen betroffen wie Entwässerungen, Fahrbahnübergänge, Pumpenstationen und Beleuchtungen.

Funktionskontrollen werden in KUBA nicht erfasst.

2.4. Überprüfung

Die Überprüfung hat die Beurteilung der Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks oder eines Bauwerksteils zum Ziel. Die Überprüfung wird im allgemeinen in zwei Stufen mit einer ersten „generellen“, und einer zweiten, „detaillierten“ Stufe durchgeführt (siehe [1]). Die Überprüfung dient als Grundlage für die Projektierung von Erhaltungsmassnahmen (siehe Bild 2).

Die Überprüfung wird in KUBA wie eine Inspektion erfasst, wobei insbesondere die angewandten Untersuchungsmethoden zur Zustandserfassung erfasst werden.

Erhaltung

Überwachung

- Beobachtung
- Inspektion
- Kontrollmessung
- Funktionskontrolle

Überprüfung

- Generelle
- Detaillierte

Unterhalt

- Instandhaltung
- Instandsetzung
- Erneuerung
- Anpassung

Umgestaltung

- Erweiterung

2.5. Erhaltungsplanung

2.5.1. Überblick

Der Begriff „Erhaltungsplanung“ wird hier für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen verwendet. Streng genommen sollte die Erhaltungsplanung auch die Planung von Überwachung sowie Überprüfung umfassen. Da das System KUBA diese Tätigkeiten nicht oder nur rudimentär unterstützt, beschränkt sich die Erhaltungsplanung in KUBA auf die Planung von Erhaltungsmaßnahmen.

Unter Erhaltungsplanung wird das Ausarbeiten eines Erhaltungskonzeptes für ein Bauwerk oder für eine Anzahl Bauwerke verstanden. Dies umfasst z. B. die Erhaltungsplanung der Nationalstrassen auf Bundesebene, d.h. die Erhaltungsplanung von einer grossen Anzahl Bauwerke. Dementsprechend wird der Ablauf bei der Planung (Bild 3) differenziert in Planung auf Netzebene (Kapitel 2.5.2) und der Erhaltungsplanung auf Projektebene (Kapitel 2.5.3).

Durch KUBA wird die Erhaltungsplanung unterstützt.

2.5.2. Erhaltungsplanung auf Netzebene

Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Netzebene

Die Erhaltungsplanung auf Netzebene erstreckt sich über die Gesamtheit aller Bauwerke. Dieser Vorgang wird durch KUBA wirkungsvoll

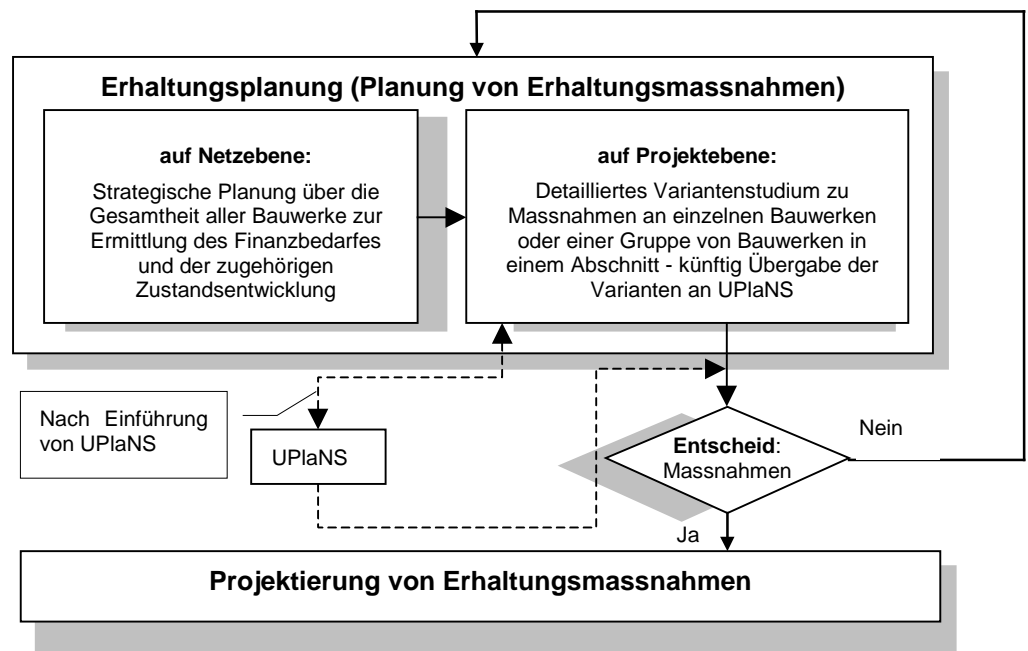


Bild 3: Planungsbereiche in der Bauwerkserhaltung

unterstützt. Dabei werden nur die Betreiberkosten (Kosten der Erhaltungsmaßnahme) berücksichtigt. Das System KUBA-MS-Ticino, (siehe Kapitel 3.1.3) unterstützt auf Netzebene lediglich die Planung von Unterhaltsmaßnahmen und nicht von Umgestaltungsmaßnahmen. Hierfür werden die Benutzerkosten **nicht** berücksichtigt. Für die Erhaltungsplanung auf der Bauwerksebene werden sie hingegen einbezogen (siehe 2.5.3).

Als Resultat dieser Wirtschaftlichkeitsanalyse liefert KUBA die optimale Strategie zur Realisierung der Unterhaltsmassnahmen an Bauwerksteilen und den zugehörigen Finanzbedarf. Die hierfür notwendigen langfristigen Prognosen über die Zustandsentwicklung der Bauwerksteile sind ohne KUBA nicht zu bewältigen. Es ermöglicht fundierte Entscheidungen, wenn aufgrund der grossen Anzahl von Bauwerken die Datenmenge unüberschaubar wird. Auf dieser Ebene werden Bauwerke, deren Bauwerksteile Unterhaltsmassnahmen bedürfen, identifiziert.

Finanzbedarf und Entwicklung des Bauwerkszustandes

2.5.3. Erhaltungsplanung auf Bauwerksebene

Ziel der Erhaltungsplanung auf Bauwerksebene ist die Ausarbeitung eines Erhaltungskonzeptes mit Beschreibung der optimalen Erhaltungsvariante für ein Bauwerk oder für mehrere zusammenhängende Bauwerke. Die Vorgehensweise entspricht einem Variantenvergleich möglicher Erhaltungsvarianten. Die Kriterien für die Wahl der Bestvariante sind die Gesamtwirtschaftlichkeit und das Einhalten der Vorgaben und Randbedingungen.

Ziel

Aufgrund der Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Netzebene werden in KUBA mehrere Varianten für Unterhaltsmassnahmen an Bauwerken gebildet. Die Umgestaltungsmassnahmen werden hinzugefügt und gemeinsam mit den Unterhaltsmassnahmen einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen. Als Resultat der Wirtschaftlichkeitsanalyse liefert KUBA (zur Zeit KUBA-MS-Ticino) eine Prioritätenliste der Erhaltungsmassnahmen.

Für ein Bauwerk kann die optimale Erhaltungsvariante in der Regel aufgrund der Wirtschaftlichkeit und der minimalen Beeinträchtigung der Nutzung (Minimierung der Benutzerkosten) eruiert werden. Massnahmen, die für die Aufrechterhaltung der Sicherheit zwingend sind, müssen in jedem Falle ausgeführt werden.

Optimale Erhaltungsvariante

Mit der Einführung von UPläNS wird die Erhaltungsplanung über das Gesamtsystem „Nationalstrassen“ erstreckt. Hierfür wird KUBA an UPläNS (siehe [12]) bis zu 6 Varianten von Erhaltungsmassnahmen pro Bauwerk liefern. Diese werden einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen, welche die Ermittlung einer optimalen Gesamtlösung für alle drei Teilsysteme (Kunstbauten, Strassenoberbau und Elektromechanische Anlagen) ermöglicht. Die auszuführende Erhaltungsvariante für eine Kunstbaute wird somit durch UPläNS aufgrund einer Optimierung im Gesamtsystem ermittelt.

Einführung von UPläNS

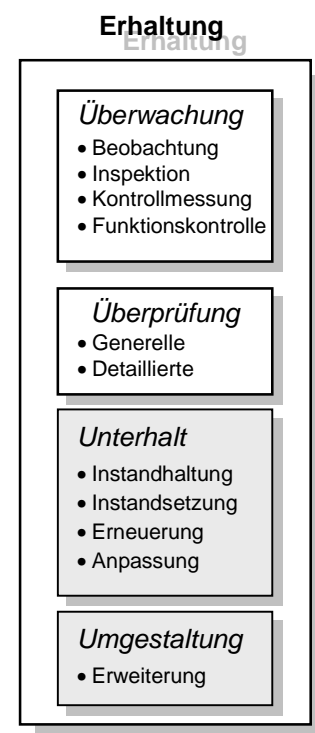
2.6. Projektierung von Erhaltungsmassnahmen

Die Projektierung erfolgt in der Regel aufgrund der Ergebnisse einer Überprüfung. Zur Projektierung von Erhaltungsmassnahmen gehört die Erstellung eines Massnahmenkonzeptes, auf dessen Basis sodann ein Massnahmenprojekt ausgearbeitet wird. Das Massnahmenkonzept dient der genauen Definition eines Massnahmenprojektes (siehe [1]).

KUBA bietet keine Unterstützung für Projektierung von Erhaltungsmassnahmen.

2.7. Ausführung der Erhaltungsmassnahmen

Auf der Basis des Massnahmenprojektes werden Unterhaltsmassnahmen durchgeführt. Durch den Unterhalt von Kunstbauten soll deren Funktions- und Gebrauchstauglichkeit mit ausreichender Sicherheit und vereinbarter



Dauerhaftigkeit gewahrt werden. Durch den Unterhalt erfolgt in der Regel keine wesentliche Veränderung der Nutzung und/oder des ursprünglichen Wertes. Der Unterhalt gliedert sich in Instandhaltung (betrieblichen Unterhalt), Instandsetzung (baulichen Unterhalt) und Erneuerung.

2.7.1. Instandhaltung (betrieblicher Unterhalt)

Die Instandhaltung dient der Wahrung der Gebrauchstauglichkeit durch regelmässige und üblicherweise einfache Massnahmen. Sie umfasst ebenfalls die Behebung kleinerer Schäden. Als synonyme Begriffe für Instandhaltung werden auch Funktioneller Unterhalt (Wahrung der Funktionstauglichkeit), Betrieblicher Unterhalt (Instandhaltung durch betriebseigene Organe) oder Wartung (Instandhaltung von technischen Anlagen) verwendet.

Typische Instandhaltungs- massnahmen

Typische Instandhaltungsmassnahmen sind beispielsweise:

- Reinigen von Entwässerungsanlagen, verschmutzter Oberflächen und von Fahrbahnübergängen
- Entfernen der Vegetation an Böschungsschutz und an Natursteinmauerwerk
- Richten bzw. Ersetzen von Teilen der Leitschranken, Leitholmen und Geländern nach Unfällen
- Ausbessern von kleinen und örtlich begrenzten Belagsschäden
- Wartung von Einrichtungen
- Instandhaltung von Fugen

Gewisse Instandhaltungsarbeiten wie z.B. Reinigungsarbeiten können zeitlich mit Überwachungstätigkeiten zusammengelegt werden.

Instandhaltungsarbeiten werden in KUBA nicht erfasst.

2.7.2. Instandsetzung (baulicher Unterhalt) und Erneuerung

Zweck

Die Instandsetzung dient der Wiederherstellung der Funktions- und Gebrauchstauglichkeit für eine vereinbarte Nutzungsdauer und unter Einhaltung einer ausreichenden Sicherheit. Die Erneuerung hat zum Ziel, zumindest in Teilbereichen die vollständige Wiederherstellung oder den vollständigen Ersatz einer bestehenden Kunstbaute. Der **Ersatz** des ganzen Bauwerks gilt als eine vollständige Erneuerung.

Die Art der Massnahmen und die Beteiligten werden in KUBA erfasst. Vor Ablauf der Garantiefrist erfolgt die Schlussprüfung, die in der Regel als Hauptinspektion zählt. Nicht behobene Werkmängel sind zu verzeichnen und werden ebenfalls in KUBA erfasst. Die mit der Instandsetzung behobenen Schäden, sofern sie ursprünglich erfasst wurden, sind ebenfalls einzugeben.
--

Beim Ersatz eines Bauwerks wird das ersetzte Bauwerk in KUBA gelöscht. Daraufhin muss man das neue Bauwerk erfassen (siehe 2.2)

2.7.3. Umgestaltung

Die Umgestaltung umfasst alle Eingriffe in die Bausubstanz, die mit einer *wesentlichen Änderung* der Nutzung und/oder des ursprünglichen Wertes verbunden sind. Die Änderung erfolgt in Folge von Anpassungen an neue Anforderungen (z. B. Kapazitätssteigerung). Die Erweiterung beschreibt jenen Fall von Umgestaltung, bei dem die Bausubstanz mit wesentlichen

neuen Teilen ergänzt wird. Die Umgestaltung beinhaltet im allgemeinen auch Unterhaltsmassnahmen (z. B. Instandsetzungsmassnahmen).

Die Art der Umgestaltungsmassnahmen und die Beteiligten werden in KUBA erfasst. Vor Ablauf der Garantiefrist erfolgt die Schlussprüfung, die in der Regel als Hauptinspektion zählt. Nicht behobene Werkmängel sind zu verzeichnen und werden ebenfalls in KUBA erfasst. Werden bei Umgestaltungen Bauwerksteile ersetzt oder neue Bauwerksteile erstellt, so sind die Substanzdaten in KUBA entsprechend anzupassen. Die im Rahmen der Umgestaltung behobenen Schäden, sofern sie ursprünglich erfasst wurden, sind ebenfalls einzugeben.

3 Beschreibung des Systems KUBA

Im folgenden Kapitel werden alle Software-Produkte des Systems KUBA kurz erläutert und mit den Tätigkeiten innerhalb der Bauwerkserhaltung sowie zueinander in Verbindung gesetzt. Im weiteren wird die Datenstruktur des Systems KUBA erläutert. Dies wird erlauben, alle Instrumente im Zusammenhang mit KUBA zu positionieren und das Verständnis für die Zusammenhänge zu vertiefen.

3.1. Software-Instrumente

Das System KUBA befindet sich zur Zeit in Entwicklung. Im Endausbau wird das System KUBA als ein einziges System bestehen, welches mehrere Komponenten (Module) umfassen wird. Insbesondere werden alle für die Bauwerkserhaltung erforderlichen Daten in einer Datenbank abgespeichert werden.

Angesichts der Komplexität des künftigen Systems KUBA ist eine schrittweise Entwicklung zweckmässig. Die einzelnen kritischen Komponenten dieses Systems werden zuerst als unabhängige Systeme² d.h. mit einer eigenen Datenhaltung realisiert. Auf diese Weise können diese Komponenten in der Praxis ausgetestet und angepasst werden, bevor sie in das künftige System KUBA eingebaut werden. Der Nachteil dieses Vorgehens ist, dass gewisse, wenige Daten mehrfach erfasst werden müssen. Hierfür wurden allerdings die Hilfsanwendungen entwickelt, welche eine Datenübertragung zwischen den Systemen erlauben.

Das System KUBA

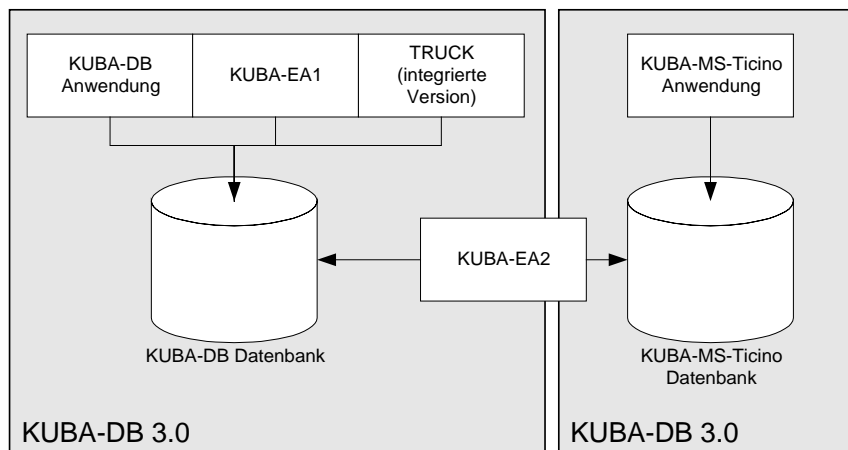


Bild 4: Das System KUBA – Stand 2000

Folgende Komponenten des künftigen Systems KUBA wurden als unabhängige Systeme entwickelt:

Komponenten des Systems

- KUBA-DB

² In diesem Zusammenhang enthält ein System sowohl die Anwendung (Computerprogramm) als auch die Datenbank.

- KUBA-MS-Ticino
- TRUCK

Im weiteren wurde die externe Anwendung für die Datenauswertung (KUBA-EA1) realisiert. Sie greift allerdings auf die Datenbank von KUBA-DB zu und ist daher als ein Teil der KUBA-DB zu betrachten. Die Software TRUCK existiert in zwei Varianten. Die unabhängige Version hat eine eigene Datenhaltung und kann völlig losgelöst von KUBA-DB eingesetzt werden. Die zweite Version ist ähnlich wie KUBA-EA1 ein Bestandteil der KUBA-DB.

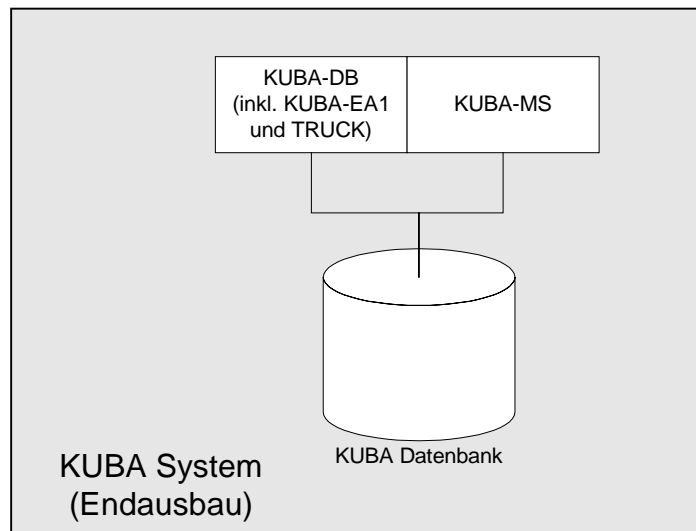


Bild 5: Das System KUBA - Endausbau

Das System KUBA-DB Version 3.0 enthält bereits als Komponenten die Software TRUCK und KUBA-EA1. Im Endausbau von KUBA kommt auch die Software KUBA-MS als weitere Komponente hinzu.

KUBA-MS

Um den Einsatz der Mittel für die Erhaltung der Kunstbauten zu planen und zu optimieren, wird das ManagementSystem KUBA-MS entwickelt. Zur Zeit besteht nur der Prototyp KUBA-MS-Ticino. KUBA-MS befindet sich erst im Entwicklungsstadium.

KUBA-EA-2

Da derzeit KUBA-MS-Ticino und KUBA-DB nicht auf der gleichen Datenbank basieren, wurde als verbindendes Instrument KUBA-EA-2 entwickelt. KUBA-EA-2 erlaubt es, aus beiden Datenbanken Informationen für Inspektionszwecke zu einem Bauwerk zu beziehen.

3.1.1. KUBA-DB

3.1.1.1. Beschreibung

Das System KUBA dient in erster Linie dazu, Fakten über bestehende Kunstbauten systematisch zu erfassen und zu erhalten. Es unterstützt als wirkungsvolles Führungsinstrument die mit der Erhaltung der Kunstbauten betreuten Personen, indem darin der Zustand des Bauwerks sowie relevante Informationen bezüglich ausgeführter Massnahmen aufgeführt sind. Diese Informationen bilden mit wenigen Ausnahmen die Basis für alle anderen Software-Instrumente des Systems KUBA.

Erfassbare Daten

Folgende Daten können in KUBA-DB erfasst werden:

- Informationen über die Bauwerkssubstanz, d.h. über die Bauwerke und deren Bauwerksteile
- Informationen über den Zustand der Bauwerke und deren Bauwerksteile sowie Schäden an Bauwerksteilen
- Informationen über durchgeführte bauliche Erhaltungsmaßnahmen an den Bauwerken und deren Bauwerksteilen
- Informationen über die beteiligten Personen und Organisationen, im Zusammenhang mit der Erstellung, Überwachung oder mit dem Unterhalt von erfassten Bauwerken
- Informationen über die für die Erhaltung relevanten Dokumente (NSU-Pläne, Verträge, Richtlinie usw.) im Zusammenhang mit den erfassten Bauwerken
- Angaben über das vereinfachte statische System, welches eine schnelle Beurteilung der Befahrbarkeit der Brücken durch Sondertransporte ermöglicht (innerhalb des Moduls TRUCK) sowie die Achslasten und Achsabstände der jeweiligen Sondertransporte

Somit sind alle für die Erhaltung wichtigen Informationen strukturiert in der KUBA-DB abgelegt.

Auswertung der erfassten Daten

Damit die Daten aus KUBA-DB ausgewertet werden können, ist eine möglichst gleichartige Datenerfassung anzustreben. Ausgewertet werden können im allgemeinen nur strukturierte Daten; Informationen, welche in sogenannten freien Textfenstern in Prosa beschrieben werden sind einer automatischen Auswertung nicht zugänglich. Solche Textfenster dürfen daher nur Zusatzinformationen zu den strukturierten Daten aus den Fachwissenkatalogen enthalten, diese jedoch nicht ersetzen. Die Datenstruktur der KUBA-DB ist in Kapitel 3.3 beschrieben.

Die eigentliche Bauwerksdokumentation (Akten, Pläne, Erhaltungsdokumente) bleibt neben der KUBA-DB mehrheitlich bestehen.

Bauwerksdokumentation

3.1.1.2. Grobe Datenstruktur

In der Kunstbauten-Datenbank werden die Anwenderdaten in einem relationalen Datenmodell abgelegt. In einem relationalen Datenmodell sind die Programme zur Verarbeitung der Daten von der Datenbank völlig getrennt. Dies ermöglicht, die Verarbeitungsprogramme jederzeit zukünftigen Bedürfnissen anzupassen, ohne das Datenmodell verändern zu müssen.

Relationales Datenmodell

Die Datenstruktur der Kunstbauten-Datenbank (KUBA-DB) besteht im wesentlichen aus vier Teilen. Es kann zwischen Bauwerksdaten und Daten betreffend Dokumenten, Beteiligte und Sondertransporte unterschieden werden. Die in KUBA erfassten Daten betreffen zum grössten Teil Daten zum Beschrieb des Bauwerks und seiner Bauwerksteile. Die Bauwerksdaten gliedern sich funktional in

Funktionelle Gliederung

- Substanz (Beschrieb des Bauwerks)
- Überwachung (Inspektion)
- Unterhalt / Umgestaltung (z.B. bauliche Massnahmen)

Diese funktionale Gliederung wird sinnvollerweise durch eine Gliederung geometrischer Art ergänzt. Es wird daher innerhalb der funktionalen Gliederung weiter zwischen Daten unterschieden, die sich auf ein ganzes Bauwerk beziehen (Bauwerksdaten) und Daten, welche bestimmten Teilen des Bauwerks (Bauwerksteile und Oberflächenschutz) zugeordnet werden. Der Oberflächenschutz wird dabei von den Bauwerksteilen getrennt und wie ein sekundäres Bauwerksteil behandelt.

Geometrische Gliederung

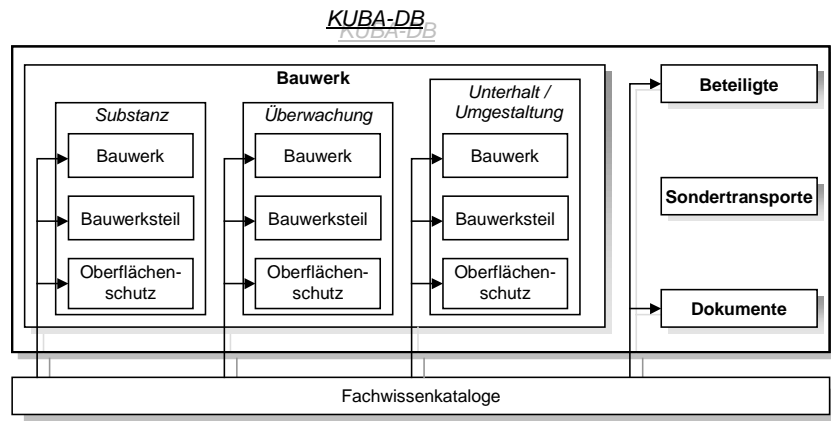


Bild 6: Allgemeine Datenstruktur von KUBA-DB

Fachwissenkataloge

Die Datenerfassung wird von KUBA mit den Fachwissenkatalogen unterstützt (Kapitel 1). Ein Fachwissenkatalog besteht aus mehrsprachigem, hierarchisch strukturiertem Fachwissen zu einem bestimmten Thema. Der Fachwissenkatalog „Baumaterialien“ umfasst beispielsweise eine logisch gegliederte Liste von Baumaterialien, aus denen die zutreffenden Baustoffe bei der Bauwerkserfassung ausgewählt werden können. Die Fachwissenkataloge erleichtern einerseits die Erfassung von Daten, da weniger eingetippt werden muss und machen auch die so erfassten Daten direkt vergleichbar, da sie einer gegebenen Struktur folgen. Neben diesen Katalogen besteht auch die Möglichkeit, Daten in freien Textfeldern einzugeben. Da diese Daten weder vergleichbar noch auswertbar sind, muss die Verwendung dieser freien Textfelder auf Fälle beschränkt werden, in denen die gewünschten Informationen nicht in den Fachwissenkatalogen verfügbar sind.

Das in Bild 7 dargestellte Schema zeigt die grundlegende Struktur der Bauwerksdaten anhand eines Beispiels ohne Oberflächenschutzdaten. Auf der obersten Ebene steht der Beschrieb des Bauwerks als Ganzes mittels den Bauwerksdaten. Dazu werden sowohl Substanz- und Überwachungsdaten als auch Unterhaltsdaten erfasst. *Substanzdaten* werden entweder nach dem Bau des Bauwerks oder bei einer Neuerfassung eines bestehenden Bauwerks erfasst. Erfasst werden unter anderem die Bauwerksnummer und die Lage im Verkehrsnetz als auch die Art und Funktion des Bauwerks.

Überwachungsdaten

Die während der Inspektionen erfassten Daten werden als *Überwachungsdaten* bezeichnet. Es wird festgehalten, welche Art von Inspektion durchgeführt wurde und in welchem Zustand das Bauwerk sich befindet.

Unterhaltsmassnahmen

Nach Ausführung von Unterhaltsmassnahmen am Bauwerk werden in der Datenbank eine enummer der Unterhaltsmassnahme und die Art der Massnahme erfasst.

Bauwerksteiltypen

Das Bauwerk wird nach Bauwerksteiltypen gegliedert, indem jedes Bauwerksteil einem Bauwerksteiltyp zugeordnet wird. Vom Bauwerksteiltyp Lager sind beispielsweise in Bild 7 zwei Bauwerksteile vorhanden. Diese Unterteilung des Bauwerks in Bauwerksteile ermöglicht es, den Zustand einzelner Bauwerksteile individuell zu erfassen und somit auch die Massnahmen detaillierter zu planen. Aus dem nach Kosten gewichteten Mittel des Zustands der einzelnen Bauwerksteile wird in KUBA sodann der Zustand des gesamten Bauwerks abgeleitet.

Die korrekte Unterteilung des Bauwerks in Bauwerksteile ist daher ein wichtiger Schritt zu einer gezielten Erhaltungsplanung auf Projektebene und einer Erhaltungsplanung auf Netzebene (Kapitel 2.5). Um die Schadenserfassung noch weiter zu präzisieren, können die Bauwerksteile

Segmente

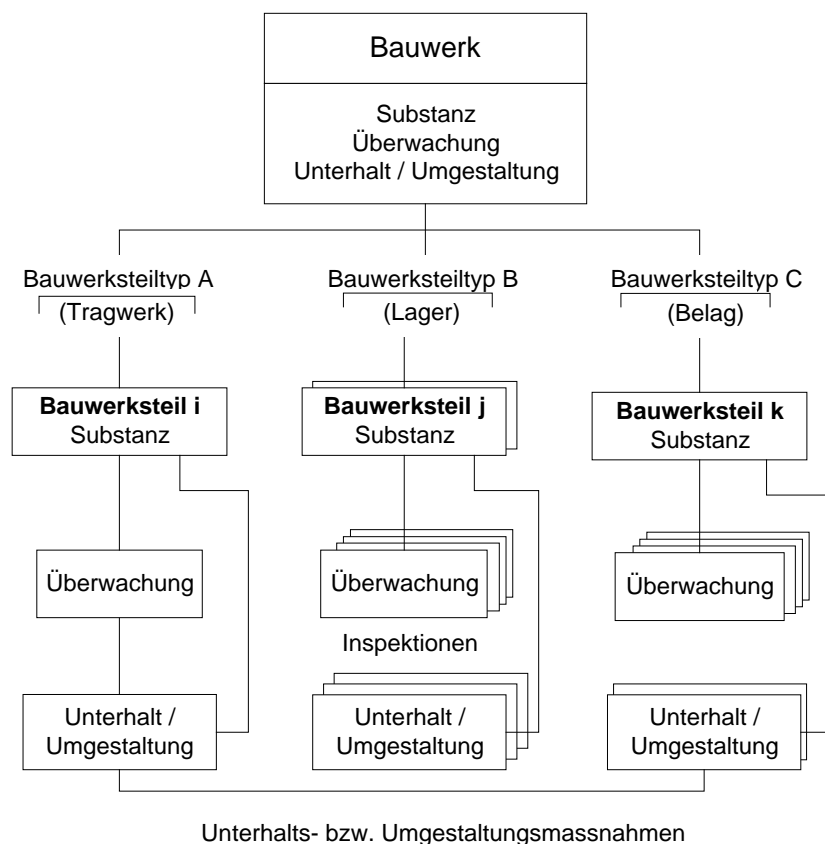


Bild 7: Vereinfachtes Schema der Bauwerksdaten

für den Gebrauch in KUBA-MS-Ticino zusätzlich noch in Segmente unterteilt werden. Dies ist vor allem bei grossen Bauwerksteilen wie Fahrbahnplatten und Trägern sinnvoll (siehe [6]).

Für jedes einzelne Bauwerksteil werden Substanzdaten, Überwachungsdaten, aus einer oder mehreren Inspektionen, sowie Daten zu Unterhalts- bzw. Umgestaltungsmaßnahmen erfasst. Die Erfassung der Daten wird wirkungsvoll durch Prüflisten und Fachwissenkataloge unterstützt. Um den Zusammenhang von Überwachung und Unterhalt ersichtlich zu machen und spätere Bewertungen der verschiedenen Bauwerksteile bezüglich Dauerhaftigkeit und Unterhaltsaufwand vornehmen zu können, kann die Geschichte des Bauwerks aus den erfassten Daten rekonstruiert werden.

Erfasste Daten der Bauwerksteile

3.1.1.3. Auswertungsmodus

In KUBA-DB 3.0 können beliebige Auswertungen vorgenommen werden. Die Abfragen werden mit Hilfe eines graphischen Editors erstellt. Die Visualisierung der Abfragen erlaubt dem Benutzer die hoch komplexen Abfragen besser zu verstehen. Grundsätzlich können

- Filter oder
- Berichte erstellt werden.

Filter	Eine Abfrage wird durch einen Filter definiert. Einerseits werden aus der Gesamtheit aller Objekte diejenigen ausgewählt, welche den Filterkriterien entsprechen und andererseits ist die Auswahl der gewünschten Datenfelder durch Filter festgelegt.
Berichte	Das Ergebnis einer Abfrage ist eine Tabelle. Diese Tabelle muss aufbereitet werden, d.h. sie wird formatiert und in einem Bericht angezeigt. Der Bericht kann abgespeichert und/oder ausgedruckt werden.
Layout	Der Benutzer kann das Erscheinungsbild (Layout) seiner Abfragen selbst bestimmen oder ein vordefiniertes Standard-Layout übernehmen (siehe [5]).

3.1.2. KUBA-EA1

Um die Auswertung der wichtigsten Daten aus KUBA-DB Version 2.3 zu vereinfachen und zu standardisieren, wurde mit KUBA-EA1 (Erweiterungs-Applikation) ein leicht anwendbares Auswertungstool geschaffen. KUBA-EA-1 ist auf der Basis des kommerziell erhältlichen relationalen Datenbank-Managementsystems Microsoft Access entwickelt worden. Diese Software ist nun Bestandteil von KUBA-DB 3.0. KUBA-EA1 ermöglicht den Benutzern die Kombination der wichtigsten Bauwerksdaten aus KUBA-DB mit eigenen Daten (Zusatzinformationen). Die Benutzer können diese Daten der KUBA-DB einschliesslich der Zusatzinformationen mit EA1 auswerten, Drucklayouts den eigenen Bedürfnissen anpassen und selbst Listen, Tabellen und Seriendokumente herstellen. Die EA1 zur Verfügung stehenden Daten können vor Erstellen der gewünschten Auswertung mit der zugrundeliegenden KUBA-Datenbank synchronisiert (aktualisiert) werden. Die Programmteile von EA1 werden in der Folge kurz beschrieben.

3.1.2.1. Zusatzinformationen

In diesem Teil von EA1 können eigene Daten, die nicht zum standardmässigen Inhalt der KUBA-DB gehören, in die Daten der KUBA-DB eingebunden werden. Es wird zwischen zwei Arten von Zusatzinformationen unterschieden:

- Bemerkungen können für jedes Bauwerk in Form eines freien Textes hinzugefügt werden.
- Unter Sonstiges können Angaben gespeichert werden, wie z. B. ob das Bauwerk der Kategorie „Ausserorts“ oder „Innerorts“ angehört.

3.1.2.2. Berichte

Dieser Teil von EA1 ermöglicht die Ansicht und das Ausdrucken der wichtigsten Bauwerks-, Inspektions- und Unterhaltsdaten in Berichten. Zuvor erfolgt die Abfrage, d.h. die Auswahl und Sortierung der Daten anhand vom Benutzer je nach Verwendungszweck zu definierenden Kriterien. Der Aufbau der Berichte wird jeweils gespeichert, so dass sie jederzeit mit der aktuellen Datenbasis wiederholt werden können. Ein Bericht hat die Form einer Tabelle, wobei jede Zeile die Daten von jeweils einem Bauwerk und jede Spalte eine Bauwerkseigenschaft enthält. Der Benutzer wählt mittels Filter selber die Bauwerke und die Bauwerkseigenschaften aus, die er im Bericht aufgelistet haben möchte.

3.1.2.3. Serienbriefe

Ein Serienbrief besteht aus feststehenden Elementen, die in allen Exemplaren identisch sind, sowie variablen Elementen, welche aus einem

einigen Datensatz (Tabellenzeile in einer Datenbank) stammen. Seriodokument wäre an und für sich ein besserer Begriff für diese Funktion von EA1, da damit nicht nur Briefe, sondern auch Datenblätter und Formulare entworfen werden können.

Ein Serienbrief besteht aus einem Hauptdokument, welches in einem Textformat (z. B. Word) erstellt wird. Es enthält gleichbleibende Elemente sowie „Platzhalter“ für die variablen Elemente. Im Hauptdokument ist zudem vermerkt, welche Daten für die variablen Textteile zu verwenden sind, und wo diese Daten zu finden sind. Damit wird eine Verbindung zur Datenquelle hergestellt. In EA1 kann der Benutzer eine solche Datenquelle selbstständig aus KUBA-DB erstellen. Die Auswahl der für einen Serienbrief verfügbaren Datensätze (d. h. Bauwerke) erfolgt mittels anzugebender Kriterien durch Filtrierung. Die Einstellungen für die einzelnen Serienbriefe werden jeweils gespeichert, womit die Serienbriefe jederzeit mit aktualisierten Daten erstellt werden können.

Aufbau und Filterung

3.1.2.4. Bauwerksheft

Ein Bauwerksheft ist eine Zusammenstellung von Daten eines Bauwerks in einem Textdokument. Der Benutzer kann auswählen, welche Gruppen von Daten das Bauwerksheft enthalten soll. Somit können mehrere Bauwerkshefte mit jeweils unterschiedlicher Zusammenstellung der Datengruppen definiert und gespeichert werden. Ein Bauwerksheft hat die Form eines meist mehrseitigen Dokuments in Textformat, in dem Daten eines Bauwerks nacheinander aufgelistet werden. Alle Daten werden einschliesslich der Bezeichnung des Datenfeldes aufgeführt (Bsp. „Bauwerkseigentümer: ZH Zürich“, nicht nur „ZH Zürich“).

Die gewünschten Datengruppen können aus Bauwerksdaten der Gruppen Bauwerksverwaltung, Inspektionen, Unterhaltsmassnahmen, Sondertransporte, Beteiligte, Dokumente oder Zusatzinformationen sowie aus Bauwerksteildaten wie Grunddaten, Inspektionen Unterhaltsmassnahmen und Beteiligte ausgewählt werden.

Auswahl der Datengruppen

3.1.2.5. Routen und Sondertransporte

Mit dem Modul Routen und Sondertransporte können die in KUBA-DB enthaltenen Daten über Sondertransport-Routen (Liste „Routen“) und die Lasten bzw. Lastverteilungen der Sondertransporte (Liste „Sondertransporte“) in einem Textdokument ausgegeben werden.

Die Liste „Routen“ erzeugt eine Liste aller in KUBA-DB enthaltenen Sondertransport-Routen. Die Daten einer Route beinhalten deren Identifikation, Bezeichnung sowie eine Folge der entlang der Route befindlichen Bauwerke.

Liste „Routen“

Die Liste „Sondertransporte“ erzeugt eine Liste aller in KUBA-DB enthaltenen Sondertransporte. Die Daten der Sondertransporte umfassen den Antragsteller, den Transportcode, die Bezeichnung, Achslasten und Achsabstände.

Liste „Sondertransporte“

3.1.3. KUBA-MS-Ticino

Das Software-Instrument KUBA-MS (Kunstbauten-Management-System) und dessen Prototyp KUBA-MS-Ticino unterstützt die Erhaltungsplanung (Kapitel 2.5) auf Netzebene. Es handelt sich dabei um die zukunftsgerichtete Planung von Erhaltungsmaßnahmen für eine grössere Anzahl Kunstbauten, z. B. auf einem Unterhaltsabschnitt. Die Anwendung des Prototyps KUBA-MS-Ticino ist vorläufig auf Brücken beschränkt. Auf der Netzebene werden Bauwerke, welche

Prinzip von KUBA-MS

Erhaltungsmassnahmen bedürfen, identifiziert und einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen. Dabei können neben den Betreiberkosten (Investitionskosten, Betriebskosten, Finanzierungskosten) auch die Benutzerkosten (Kosten infolge Umwegfahrten und Stauzeiten, Unfallkosten) berücksichtigt werden.

Resultate der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Resultate dieser Wirtschaftlichkeitsanalyse sind:

- Darstellung einer wirtschaftlich optimalen Erhaltungsstrategie³ für Einzelbauwerke als auch für eine Anzahl Bauwerke, wobei Budgetrestriktionen berücksichtigt werden können. Die wirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Abweichung von dieser optimalen Erhaltungspolitik können dargestellt werden.
- Auflistung der optimalen Erhaltungsprojekte für einen beliebigen Planungshorizont sowie Ermittlung des kurzfristigen (für 5-10 Jahre) und des mittelfristigen (10 - 20 Jahre) Finanzbedarfs.
- Aufzeigen der Entwicklung des mittleren Bauwerkszustandes für verschiedene Budgetrestriktionen.

Gliederung von KUBA-MS-Ticino

KUBA-MS-Ticino besteht aus einer Datenbank der Bauwerksdaten, einer Fachwissenbasis und einer Anwendung. Die Datenbank der Bauwerksdaten speichert Daten der Bausubstanz, Inspektionsdaten und Daten von ausgeführten Massnahmen. Die Grunddaten können direkt von KUBA-DB übernommen werden wofür es auch eine Hilfsanwendung gibt. Die Fachwissenbasis enthält Fachwissenkataloge aus KUBA-DB, ergänzt mit spezifischen Katalogen für die Erhaltungsplanung sowie eine Reihe von Verzeichnissen. Die Anwendung erlaubt einerseits die Ermittlung des langfristigen Finanzbedarfes als auch die Optimierung von Erhaltungsvarianten unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten und bildet das Herzstück der künftigen KUBA-MS.

Zustandsentwicklung

Die Bauwerke werden gleich wie in KUBA-DB in Bauwerksteile unterteilt. Der Ausgangspunkt für die Planung von Unterhaltsmassnahmen ist der Bauwerkszustand, d. h. der Zustand dieser Bauwerksteile. Die Zustandsentwicklung von Bauwerksteilen derselben Bauart verläuft für verschiedene Bauwerke bei vergleichbaren äusseren Bedingungen ähnlich. Die Zustandsentwicklung der Bauwerke bzw. derer Teile kann daher mittels aus Erfahrung gewonnenen Verfallsmatrizen bestimmt werden (siehe [7]).

Zustandsbewertung

Die Bewertung des Zustands erfolgt wie in KUBA-DB mit Zustandsklassen. Ein Schadensprozess ist ein komplizierter Vorgang, weil er von vielen Einflüssen abhängig ist. Als Beispiel kann die Korrosion der Bewehrung im Stahlbeton herangezogen werden. Angefangen mit der Dicke der Überdeckung spielt nicht nur die Qualität des Überdeckungsbetons (Durchlässigkeit, Alkalinität), sein Alter oder die Häufigkeit und Weite von Rissen eine Rolle, auch die Umwelteinflüsse (Feuchtigkeit, Temperatur, Frostwechsel und Vorhandensein von Schadstoffen, insbesondere Tausalz) haben einen massgeblichen Einfluss. Die Annahme einer einzigen Verfallsmatrix für einen Schadensprozess kann daher eine zu grosse Vereinfachung darstellen. Vor allem um die Schädigung von Bauwerksteilen, die Ausführungsmängel aufweisen oder extremen Umweltverhältnissen ausgesetzt sind, besser nachzubilden, werden sogenannte Einflussmatrizen eingesetzt. Sie verändern die Verfallsmatrix in Richtung eines verzögerten oder beschleunigten Verfalls.

³ Erhaltungsstrategie = Unterhaltsstrategie + Umgestaltungsstrategie

Zu jeder Kombination aus Schadensprozess und Bauart werden die möglichen Unterhaltsmassnahmen katalogisiert. Jeder Unterhaltsmassnahme werden die zugehörigen Einheitskosten und deren Wirksamkeit zugeordnet. Die Anzahl der möglichen Unterhaltsmassnahmen an Bauwerksteilen ist grundsätzlich nicht begrenzt. Für alle Kombinationen kommt als gemeinsamer volkswirtschaftlicher Parameter der Diskontsatz hinzu. Unter Einbezug der Kosten inklusive des Diskontsatzes lässt sich ein mathematisches Modell definieren, mit dem die oben erwähnte Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt werden kann. Um den zukünftigen Zustand mit und ohne Massnahmen abschätzen zu können enthält KUBA-MS-Ticino ein probabilistisches Rechenmodell.

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Der Prototyp von KUBA-MS, KUBA-MS-Ticino, weist bereits heute die gleichen Charakteristiken auf, wie sie KUBA-MS einmal haben wird. Die Anwendung von KUBA-MS-Ticino ist jedoch auf Brücken beschränkt. KUBA-MS-Ticino ist ein Erprobungswerkzeug, um den Einsatz eines Managementsystems proben zu können. In KUBA-MS-Ticino sind nur 10 Bauwerksteiltypen berücksichtigt, von denen angenommen wurde, dass sie kostenbestimmend sind. Als kostenbestimmende Bauwerksteile werden jene Bauwerksteile bezeichnet, welche einen überragenden Anteil der Gesamtkosten einer Intervention ausmachen. Für KUBA-MS wurden unterdessen 18 kostenbestimmende Bauwerksteile mittels einer umfangreichen Analyse dokumentierter Instandsetzungsmassnahmen bestimmt. Die Rechenmodelle sowie die Regeln, nach welchen Massnahmen samt deren Kosten und Wirksamkeit geplant werden, werden in KUBA-MS selbstlernend sein, das heisst sie werden historische Daten verwenden, um ihre Genauigkeit zu verbessern. Dies ist in KUBA-MS-Ticino noch nicht der Fall.

KUBA-MS <-> KUBA-MS-Ticino

3.1.4. KUBA-EA2

KUBA-EA2 ist ein Werkzeug zur Rationalisierung der Inspektionen. Mit Hilfe des Programmes können Formulare für die Bauwerksinspektion generiert werden. Die dazu notwendigen Daten über Bauwerksteile und Segmente werden aus KUBA-DB und KUBA-MS-Ticino gelesen und in einem Dokument zusammengefasst. KUBA-EA2 kann auch ohne KUBA-MS-Ticino betrieben werden. Die Formulare enthalten dann jedoch lediglich die in KUBA-DB erfassten Daten.

KUBA-EA2 stellt eine Benützungsoberfläche zur Verfügung, mit deren Hilfe der Anwender die wichtigsten Daten, z.B. Bauwerksnummer, Datum, Inspektionsart, eingeben kann. Der Formulargenerator greift auf KUBA-DB und auf KUBA-MS-Ticino zu und liest die notwendigen Daten für die Formulare aus den Datenbanken heraus (Bild 8).

Die Formulare werden auf der Basis von MS-Word97-Vorlagen erzeugt. Der Formulargenerator öffnet ein neues Dokument unter Verwendung dieser Vorlagen, generiert die entsprechenden Tabellen und füllt diese aus. Anschliessend steht das Formular als MS-Word97-Dokument zur Verfügung, welches gespeichert oder ausgedruckt werden kann (Bild 8).

Ablauf

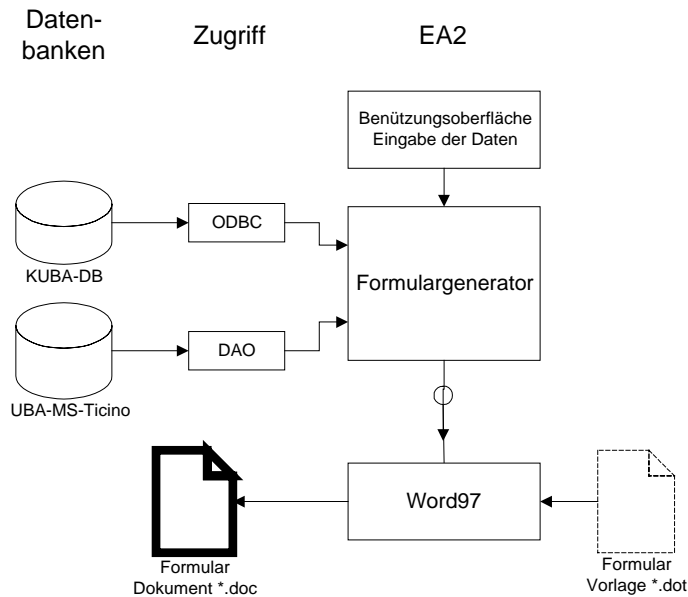


Bild 8: Architektur von KUBA-EA2

Mit KUBA-EA2 können zwei Formulare generiert werden:

1. Die Checkliste für die Bauwerksteile
2. Das Beurteilungsblatt für das Bauwerk

Die Basisdaten des Bauwerks, wie Nummer und Bezeichnung, werden immer durch den Generator eingetragen. Im Vorfeld einer Inspektion sind noch keine Inspektionsdaten vorhanden, folglich sind diese Felder *leer* und das Formular dient folglich der Vorbereitung einer Inspektion. Nach der Erfassung einer Inspektion liegen die Inspektionsdaten vor, die Felder sind *ausgefüllt*.

3.1.4.1. Checkliste für Bauwerksteile

Die Checkliste für Bauwerksteile ist ein mehrseitiges Dokument. Es besteht aus einem Titelblatt mit den wichtigsten Daten zu Bauwerk und Inspektion. Weiterhin befindet sich auf dem Titelblatt eine Inhaltsangabe und die Legende der Kontrollmethoden. Die zweite Seite der Checkliste enthält einen Platzhalter für das Beurteilungsblatt des Bauwerks. Für jedes Bauwerksteil folgt dann ein eigener Abschnitt, der in der Regel einen Umfang von zwei Seiten aufweist. Er unterteilt sich in die folgenden Abschnitte:

- Schadenserfassung der Bauwerksteile gemäss KUBA-DB
- Schadenserfassung der Segmente gemäss KUBA-MS-Ticino
- Zustandsbeurteilung
- Empfohlene baulichen Massnahmen

Je nach Version (leer oder ausgefüllt) weist das Formular unterschiedliche Inhalte auf.

Leeres Formular

Im leeren Zustand werden die empfehlbaren baulichen Massnahmen und die Zustandsbeurteilung tabellarisch ausgegeben. Für jeden Eintrag wird ein Feld zum Ankreuzen erzeugt. Die Schadenserfassung gemäss KUBA-DB gibt für jedes Bauwerksteil zuerst alle plausiblen Schäden in

Abhängigkeit der Bauart und der Bauwerksteiltypen aus. Im Anschluss daran werden 3 Zeilen ausgegeben, in welchen die beobachteten Schäden eingetragen werden sollen. Die Schadenserfassung gemäss KUBA-MS-Ticino gibt für jedes Segment alle plausiblen Schadensprozesse in tabellarischer Form aus. Sind für ein Bauwerksteil keine Segmente erfasst worden, so wird dies im Formular vermerkt.

Nach der Inspektion ist das Formular ausgefüllt, d.h. die empfohlene bauliche Massnahme ist markiert. Die Zustandsbeurteilung wird durch ein grafisches Symbol (Kreis mit Segmenten und Füllungen) dargestellt. Die Schadenserfassung gemäss KUBA-DB gibt für jedes Bauwerksteil alle erfassten Schäden aus. Die Schadenserfassung gemäss KUBA-MS-Ticino gibt für jedes Segment alle erfassten Schadensprozesse aus. Sind für ein Bauwerksteil keine Segmente erfasst worden, so wird dies im Formular vermerkt.

Ausgefülltes Formular

3.1.4.2. Beurteilungsblatt für das Bauwerk

Das Beurteilungsblatt für das Bauwerk ist ein einseitiges Formular und ist immer zusammen mit der Checkliste zu generieren. Es besteht aus mehreren Abschnitten:

- Angaben zum Objekt
- Angaben zur Bauwerksinspektion
- Zustandsbeurteilung des Bauwerks

Je nach Version (leer oder ausgefüllt) weist das Formular unterschiedliche Inhalte auf. Im leeren Formular sind die Abschnitte „Angaben zum Objekt“ und „Angaben zur Bauwerksinspektion“ ausgefüllt. Der Abschnitt „Zustandsbeurteilung“ ist nicht ausgefüllt. Nach der Inspektion sind alle Abschnitte des Formulars (bis auf die Unterschriften) ausgefüllt.

3.1.5. TRUCK

3.1.5.1. Einleitung

Das Programm TRUCK ist ein Hilfsmittel zur raschen Beurteilung der Befahrbarkeit von Brücken durch Sondertransporte. Es berücksichtigt beliebige Sondertransporte durch Eingabe deren Achslasten und Achsabstände. Beim Programm TRUCK handelt es sich nicht um ein Rechenprogramm für den Nachweis von Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Brücken unter Sondertransporten, sondern um einen Filter, der eine rasche Beurteilung der Befahrbarkeit einer Brücke durch einen gegebenen Sondertransport erlaubt.

Das Programm Truck kann als Einzelprogramm (Insellösung) oder im Verbund mit KUBA-DB 3.0 eingesetzt werden.

Verbindung mit KUBA-DB 3.0

3.1.5.2. Eingabedaten

Die Eingabedaten von TRUCK umfassen neben den Lastangaben des Sondertransportes (Achslasten und Achsabstände) die Querschnittsgeometrie, Eigenlast und Auflasten, Spannweiten der Brücke sowie Normen und Korrekturfaktoren.

3.1.5.3. Berechnungsgrundlagen

Mittels einer vereinfachten statischen Analyse bestimmt das Software-Instrument TRUCK, ob und wie eine Brücke vom Sondertransport

befahren werden kann. Das Programm liefert Vergleichswerte der Maximalbeanspruchung am Haupttragwerk (in Längsrichtung) unter dem Sondertransport und den für die Brücken massgebenden Normverkehrslasten. Sämtliche schweizerischen Normverkehrslasten seit der ersten Bundesverordnung von 1892 sind im Programm gespeichert. Diese Vergleichswerte bilden die Grundlage für die Beurteilung der Befahrbarkeit.

Berechnung

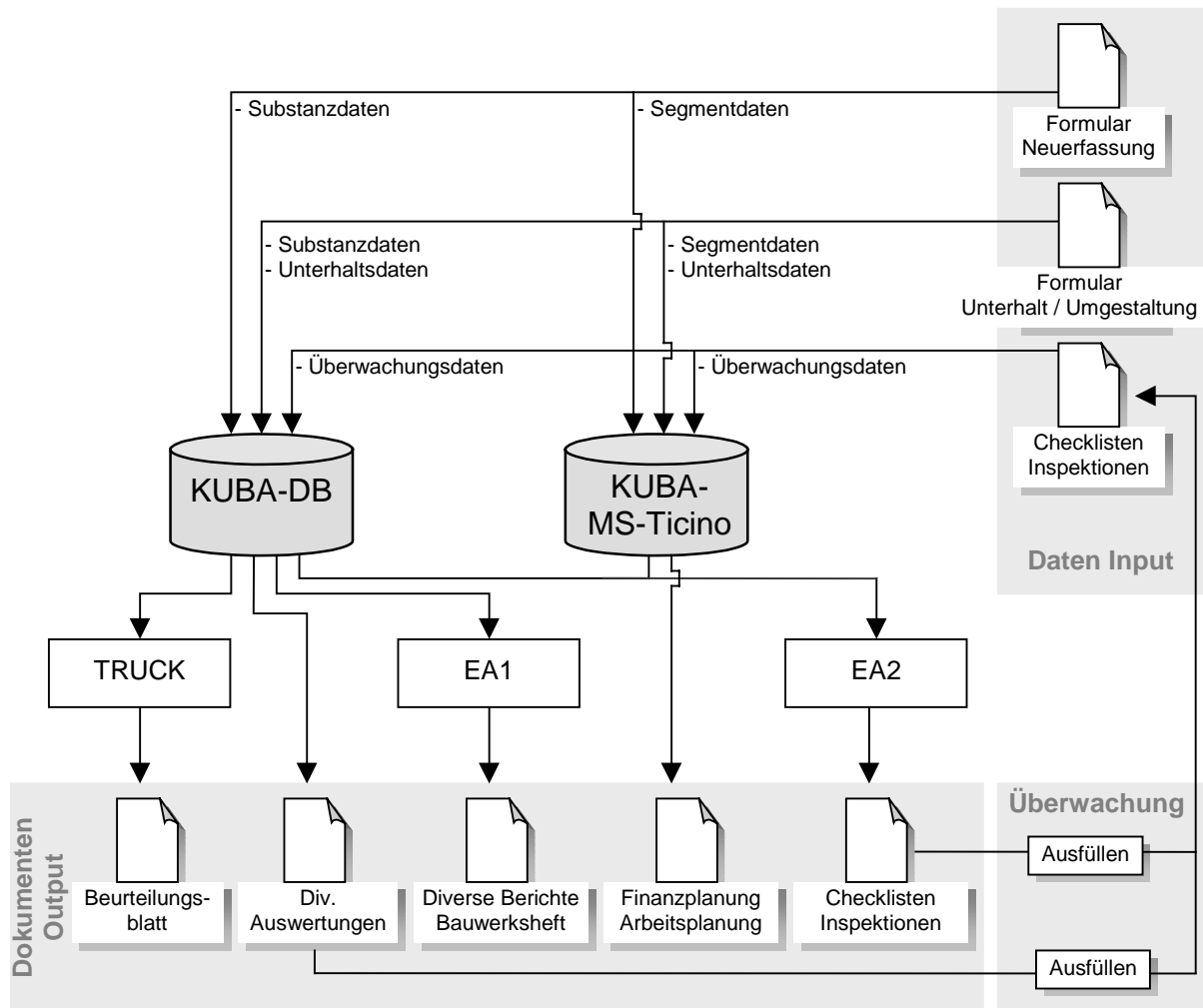
Die in Querrichtung tragenden Bauwerksteile wie Fahrbahnplatte und Querträger werden durch das Programm rechnerisch nicht untersucht, hingegen wird die Lastverteilung in Querrichtung durch Angabe massgebender oder mitwirkender Querschnittsbreiten berücksichtigt. Die Ermittlung der Vergleichswerte erfolgt an einem vereinfachten Grundsystem, um die Informationen der Brückentragwerke auf das Wesentlichste reduzieren zu können. Dazu wird jedes Brückentragwerk in eine Serie einfacher Balken mit charakteristischen Spannweiten und für die Überfahrt massgebender Querschnittsbreiten zerlegt. Die an diesem Grundsystem einfacher Balken bestimmten Vergleichswerte geben das Verhältnis der maximalen Beanspruchung am Haupttragwerk unter dem Sondertransport und den entsprechenden Werten unter den gewählten Normverkehrslasten an. Für Vergleichswerte bis und mit 1.0 sind hinsichtlich Tragsicherheit bzw. Beanspruchungen ausreichende Reserven vorhanden. Die Vergleichswerte können in numerischer sowie grafischer Form ausgegeben werden.

Möglichkeiten der Überfahrt

Es werden verschiedene Möglichkeiten der Überfahrt, wie zentrische oder exzentrische Überfahrt, sowie Überfahrt mit oder ohne weiteren Verkehr oder mit oder ohne weitere Schwerfahrzeuge untersucht. Als Ergebnis kann beispielsweise folgen, dass der Sondertransport die Brücke nur zentrisch befahren kann, und damit während der Überfahrt die Gegenfahrbahn gesperrt werden muss.

3.2. Positionierung der Instrumente

In Bild 9 wird das gegenwärtige System KUBA integral dargestellt. Im Zentrum des Informationssystems stehen die beiden Datenbanken der Software-Instrumente KUBA-DB und KUBA-MS-Ticino. Als grosse Blöcke sind im unteren Bereich der Grafik der Dokumentenoutput und rechts oben der Dateninput der verschiedenen Instrumente positioniert. Die Instrumente TRUCK sowie KUBA-EA1 und KUBA-EA2 dienen unter anderem der vereinfachten Aufbereitung der Daten. Wirkungslinien zeigen die Beziehungen der Instrumente untereinander auf. Zur Auswertung der Daten aus Datenbanken stehen die Instrumente TRUCK, KUBA-EA1 sowie KUBA-EA2 zur Verfügung. Zum Erstellen von Checklisten (und Beurteilungsblätter) für Inspektionen können Daten aus KUBA-DB als auch aus KUBA-MS-Ticino von EA2 verarbeitet werden. Die Checklisten werden während den Inspektionen ausgefüllt und die so erfassten Überwachungsdaten in KUBA-DB und KUBA-MS-Ticino eingegeben. Für die Neuerfassung verwenden manche Kantone eigene Formulare, welche in der Regel dem Projektverfasser zur Ausfüllung abgegeben werden. Es werden Substanzdaten für KUBA-DB sowie die Segmentdaten für KUBA-MS-Ticino erfasst. Auch die Erfassung von Unterhalts- bzw. Umgestaltungsarbeiten wird mit Formularen stark vereinfacht.

**Bild 9: Positionierung der KUBA-Instrumente**

4 Fachwissenkataloge KUBA-DB

4.1. Einleitung

Wo immer möglich, wird die Datenerfassung durch systematisch geordnete Kataloginformation mit Fachwissen unterstützt (siehe 3.1.1.2). Um die in der Datenbank abgelegten Informationen gezielt auswerten und daraus optimale Schlüsse hinsichtlich der Bauwerkserhaltung ziehen zu können, müssen diese in schematisch klar definierter Form vorliegen. Datenobjekte von Bauwerken und Bauwerksteilen werden beschrieben, indem ihnen die betreffenden Begriffe aus dem Katalog zugeordnet werden. Die Kataloge können aber auch in gleicher Weise beim Definieren von Suchbegriffen für Auswertungen benutzt werden.

KAT_ID	KAT_H_CODE	KAT_SEL_CD	KAT_TEXT
BA*)	\	+	andere Bauart
BA	1		Tragende Bauwerksteile
BA	11	+	Konstruktion
BA	111		Mauerwerkskonstruktionen
BA	1111	*	Mauerwerk
BA	1112	*	Ausbetoniertes Mauerwerk
BA	112		Betonkonstruktionen

*) BA=Bauart

Tabelle 1: Aufbau eines Fachwissenkatalogs am Beispiel Bauart

Die Kataloge sind hierarchisch aufgebaut. Die Einträge mit der einstelligen KAT_H_CODE gehören zu oberster Stufe. Die zweistelligen KAT_H_CODE identifizieren die zweite Stufe, die dreistelligen die dritte Stufe usw. So ist z. B. der Eintrag in der Kolonne KAT_TEXT mit dem KAT_H_CODE „1“ Sammelbegriff für alle darunter aufgeführte Texte mit den KAT_H_CODE's „11“, „12“, „111“, „112“, „1111“ usw.

Um eine logische Zuordnung von Katalogfolgedaten zu gewährleisten (Beispiel: Das Baumaterial „Beton“ kann die Schadenart „Abplatzungen“ aufweisen), werden die einzelnen Kataloge miteinander verknüpft. Diese logischen Katalogverknüpfungen verhindern somit ein unlogisches Zuordnen von Katalogbegriffen zu den Datenobjekten (Beispiel: Das Baumaterial „Beton“ kann keine Schadenart „Holzfäulnis“ aufweisen) und erleichtern die Datenerfassung wesentlich.

Katalogverknüpfungen

4.2. Übergang von KUBA-DB 2.3 auf 3.0 und Ausblick auf KUBA-DB 3.1

Im Rahmen der völligen Neugestaltung der KUBA-DB im Übergang von Version 2.3 zur Version 3.0 wurden auch die Kataloge überarbeitet und entsprechend den neuen Funktionalitäten erweitert. Zu den bestehenden Katalogen kommen Fachwissenkataloge für den Oberflächenschutz sowie für die Erfassung von Dokumenten hinzu.

Änderungen der Katalogcodes

Bei der Überarbeitung wurde darauf geachtet, möglichst keine Änderungen an den Katalogcodes vorzunehmen, da dies zu Konflikten mit bestehenden Daten führt. Bekannte Mängel in der logischen Struktur einiger Kataloge konnten daher nicht behoben werden. Diese kleinen Mängel wurden vorgemerkt und deren Behebung wird Gegenstand der nächsten Versionen von KUBA-DB.

Kostenbestimmende Bauwerksteiltypen

Die Kataloge werden auch zukünftig dem Fortschritt in der technischen Entwicklung angepasst werden. Die Erfahrungen, die bei der Benutzung von KUBA-DB gemacht wurden, sollen ebenfalls gebührend berücksichtigt werden. Zudem soll das Wissen einfließen, das in unmittelbarer Zukunft im Rahmen der Studie „Kostenbestimmende Bauwerksteiltypen für die Erhaltung von Kunstbauten“ gewonnen wird. Damit wird erreicht, dass die KUBA-DB die Anforderungen eines Managementsystems erfüllt und direkt als Datenbasis für die Erhaltungsplanung herangezogen werden kann.

Das nachfolgende Kapitel gibt einen groben Überblick über die betroffenen Änderungen und Neuerungen.

4.3. Festlegung der Katalognamen

Bisher wurden in KUBA-DB die einzelnen Fachwissenkataloge nur über ihre „ID“, d.h. ihre Kurzbezeichnung identifiziert. Eine einheitliche Namensgebung bestand nicht. In der Revision der Fachwissenkataloge wurden die Namen aller Kataloge festgelegt, und wo erforderlich die Kurzbezeichnung angepasst.

BA	Bauarten	ERMA	Erhaltungsmassnahmenarten
BET	Bauwerksteiltypen	GEOM.....	Geometrische Merkmale
BETF	Beteiligtenfunktionen	HST	Herstellungsverfahren
BMAT	Baumaterialien	NRM	Normen
BTUM.....	Bauwerksteil-Untersuchungsmethoden	SCHD	Schadensarten
BWA.....	Bauwerksarten	SOMA.....	Sofortmassnahmenarten
BWF	Bauwerksfunktionen	SPZ.....	Spezielle Informationen
BWIA.....	Bauwerks-Inspektionsarten	WEMA	Werkmängel-Status
DOKU.....	Dokumentarten	ZUST	Zustandsbewertungen

Neue Kataloge für die Erfassung von Dokumenten:

- DOKU Dokumentarten

Neue Kataloge für den Oberflächenschutz:

Oberflächenschutz

Unter Oberflächenschutz wird der Schutz von Oberflächen von Bauwerksteilen gegen das Eindringen von Schadstoffen verstanden, wobei in KUBA nur Fachwissenkataloge für Oberflächenschutzsysteme für Stahl und Beton vorliegen. Ein Oberflächenschutz wird in KUBA als ein „sekundäres Bauwerksteil“ modelliert, mit allen Eigenschaften eines Bauwerksteils. Im Sinne von KUBA-DB entspricht dieses „sekundäre“ Bauwerksteil einer Schicht. Die Kataloge des Oberflächenschutzes weisen demzufolge eine ähnliche Systematik auf wie diejenigen der Bauwerksteile:

- BAS Bauarten Oberflächenschutz
- BETS Bauwerksteiltypen Oberflächenschutz
- GEOMS Geometrische Merkmale Oberflächenschutz
- HSTS Herstellungsverfahren Oberflächenschutz
- SPZS Spezielle Informationen Oberflächenschutz

- BMATS Baumaterialien Oberflächenschutz
- SPZM Spezielle Material-Informationen Oberflächenschutz
- SCHS Schadensarten Oberflächenschutz
- dazugehörige Verknüpfungen

Kataloge für die messtechnische Kontrolle (ab KUBA-DB 3.1):

- MESA Messarten
- MESM Messmethoden
- UMWB Umweltbedingungen (Äussere Bedingungen)
- dazugehörige Verknüpfungen

Im Folgenden werden die einzelnen Kataloge definiert und gegeneinander abgegrenzt werden. Wo eine Abgrenzung nicht möglich ist, wird dies speziell erwähnt. Innerhalb der einzelnen Kataloge werden die wichtigsten Begriffe erklärt und die richtige Anwendung von oft missverständlich angewendeten Inhalten aufgezeigt. Die Unterteilung folgt der Gliederung von Bild 6. Zuerst werden die Kataloge für die Bauwerksdaten vorgestellt, wobei diese in Kataloge für die Erfassung von Substanz-, Überwachungs- und Erhaltungsdaten gegliedert sind. Es folgen die Kataloge zum Erfassen der Dokumente und der Beteiligten. Am Schluss werden kurz die geplanten Fachwissenkataloge zur messtechnischen Kontrolle vorgestellt.

4.4. Kataloge für Substanzdaten

Die Erfassung des Bauwerks als Ganzes wird von mehreren Katalogen unterstützt. Diese lassen sich folgendermassen in die Datenstruktur einordnen:

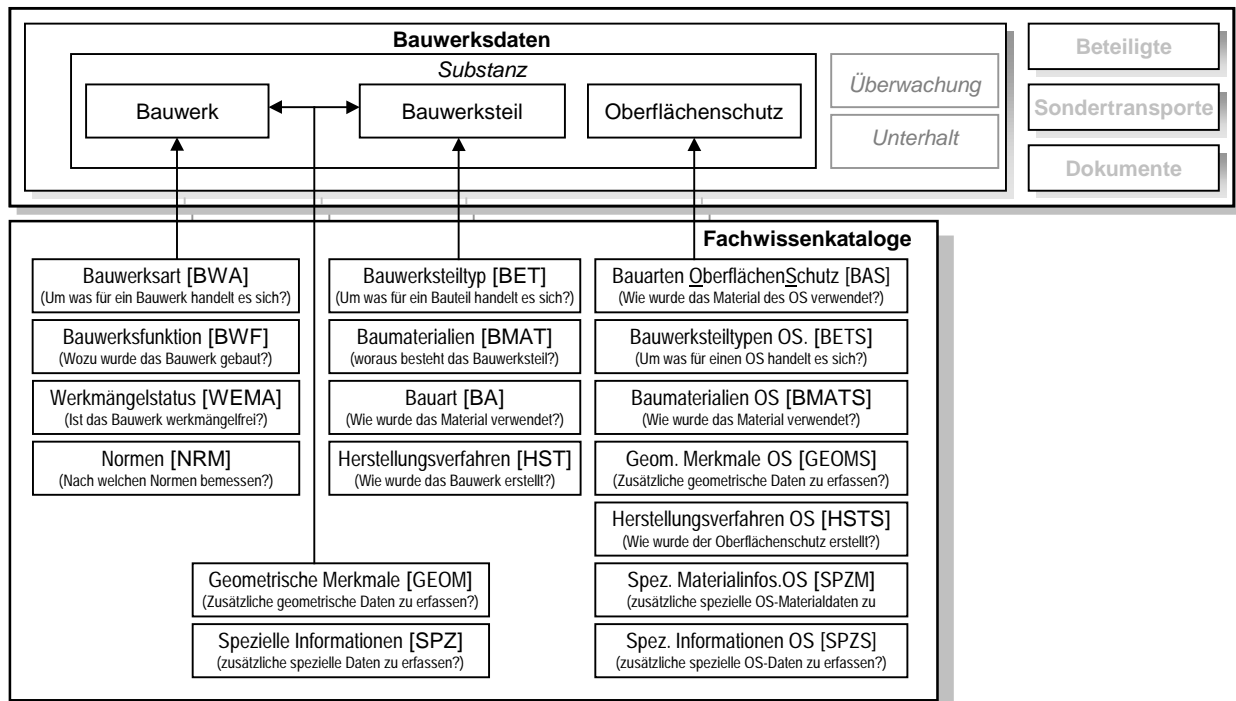


Bild 10: Fachwissenkataloge zur Beschreibung der Bauwerkssubstanz

BWA	Katalog
Brücke, Viadukt	BWA 1*
Galerie	BWA 2*
Tagbautunnel	BWA 3*
Durchlass	BWA 4*
Stützbauwerk	BWA 5*
Schutzbauwerk	BWA 6*
Bergmän. Tunnel	BWA 7

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

4.4.1. Bauwerksarten [BWA]

Die EDV-gestützte Kunstbauten-Datenbank unterstützt in der heutigen Version die in nebenstehender Tabelle aufgezählten Bauwerksarten durch die im System gespeicherten Fachwissenkataloge. Die Bauwerksart beschreibt den Typ und die Geometrie des erfassten Bauwerks. Die Bauwerksart „Brücken“ umfasst die bekannten Brückentypen wie beispielsweise Einfeld- und Durchlaufträger, Sprengwerke und Bogenbrücken sowie Schrägseilbrücken. Als „Durchlass“ werden Bauwerke mit Brückencharakter jedoch mit einer Spannweite von weniger als 5m bezeichnet. „Tagbautunnels“ grenzen sich von „bergmännischen Tunnels“ durch ihre Erstellung in einer offenen Baugrube ab (im Gegensatz zum Vortrieb unter dem Gebirge). „Stützbauwerke“ dienen dem Abfangen von dauernd wirksamen Lasten wie z.B. Erdlasten, „Schutzbauwerke“ dem Schutz vor ausserordentlichen Einwirkungen wie Lawinen, Erosion und Steinschlag.

BWF	Katalog
Nutzung/Verkehr	BWF 1*
Trag- oder Stützftkt.	BWF 2*
Schutzfunktion	BWF 4*

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

4.4.2. Bauwerksfunktionen [BWF]

Der Fachwissenkatalog Bauwerksfunktion beschreibt die Art der Nutzung oder des Verkehrs sowie die Trag- Stütz- oder Schutzfunktion des Bauwerks. Diese Funktion kann, wie beispielsweise in der Bezeichnung der Bauwerksart „Lawinenverbauung“ bereits in der Bauwerksart implizit erwähnt sein. Sie wird trotzdem eigens erfasst, da die Funktion vieler Bauwerksarten nicht aus deren Bezeichnung hervorgeht. Nur mittels Eingabe der Bauwerksfunktion kann beispielsweise bei einer Schrägseilbrücke eindeutig festgehalten werden, ob sie dem Strassen-, Schienen- oder dem Fussgängerverkehr dient. Bei Stützmauern sollte beispielsweise präzisiert werden, ob diese den Hang oder die Strasse sichern. Schutzbauwerke wie Ablenkmauern oder Schutzdächer sollten durch ihre Funktion als Lawinen- oder Steinschlagschutz oder beides gekennzeichnet werden. Die Verwendung dieses Katalogs ist in [3] beschrieben.

4.4.3. Werkmängelstatus [WEMA]

Mit dem Werkmängelstatus wird für jedes Bauwerk erfasst, ob Werkmängel vorliegen oder bereits behoben worden sind. Es kann erfasst werden, ob keine oder mit Vorbehalt Werkmängel vorhanden sind, Werkmängel zu beheben oder bereits behoben worden sind.

4.4.4. Normen [NRM]

Für jedes Bauwerk sollte angegeben werden, nach welcher Norm es erstellt wurde und nach welcher es in einem späteren Zeitpunkt überprüft wurde. Diese Angaben helfen dem Ingenieur bei einer allfälligen weiteren Überprüfung. Im Fachwissenkatalog sind alle SIA Normen für Stahlbauten, Betonbauten und Holzbauten sowie für Grundbauten und Einwirkungen aufgelistet. Des weiteren sind einige Bundesverordnungen betreffend Einwirkungen und Bau ab 1892 enthalten.

4.4.5. Bauwerksteiltypen [BET]

Ein Bauwerksteiltyp wird prinzipiell durch seine Geometrie und Funktion definiert. Der Katalog wird auf der ersten Stufe unterteilt in Bauwerksteiltypen des Grundbaus, des Tragwerks und der nichttragenden Bauwerksteile. Als ein Beispiel für die Zuweisung eines Bauwerksteiltyps aufgrund der Funktion kann die Entwässerung mit Pumpbetrieb angegeben werden. In diesem Falle wird unterschieden in Entwässerungen mit zeitweisem oder permanentem Pumpbetrieb. Klar geometrische Abgrenzungen können beispielsweise bei den Pylonen angegeben werden, bei denen unter anderem zwischen A- und H-förmigen und zwischen Einzel- oder Doppelpylonen unterschieden wird.

BET	Katalog
Grundbau	BET 1*
Tragwerk	BET 2*
Nichttragende Bauteile	BET 4*
Einrichtungen	BET 5*

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

4.4.6. Baumaterialien [BMAT]

Mit den Fachwissenkatalog „Baumaterialien“ wird das Material, aus dem ein Bauwerksteil besteht, charakterisiert. Es stehen alle gängigen Materialien zur Auswahl wie Böden, bituminöse Beläge, Beton und Stahl. Der Oberflächenschutz wurde ausgegliedert und durch andere Kataloge erfasst.

4.4.7. Bauarten [BA]

Die Bauart bezeichnet die Art und Weise, wie ein Baustoff verwendet wird. Der Fachwissenkatalog ist auf erster Ebene in „tragende“ oder „nichttragende“ Bauwerksteile unterteilt. In weiteren Gliederungsstufen werden grundsätzlich unterschiedliche Anwendungen von Werkstoffen beschrieben, beispielsweise Konstruktionen aus Mauerwerk, Beton, Metall, Kabel und Seilen oder Holz. Innerhalb der Betonkonstruktionen wird unter anderem zwischen Stahlbeton und Spannbetonkonstruktionen unterschieden. Des weiteren werden Bauarten aus dem Spezialtiefbau, von Lagern, Abdichtungen und Belägen angegeben. Die Erfassung der Bauart ist wichtig, wenn die Daten weiter mit KUBA-MS-Ticino ausgewertet werden sollen.

BA	Katalog
Tragende Bauteile	BA 1*
Nichttragende Bauteile	BA 2*

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

4.4.8. Herstellungsverfahren [HST]

Mit dem Fachwissenkatalog „Herstellungsverfahren“ können systematisch Informationen zur Art und Weise, wie ein Bauwerksteil ursprünglich gebaut worden ist, gesammelt werden. Es handelt sich um komplementäre Informationen, denen keine unmittelbare Bedeutung zukommt.

4.4.9. Geometrische Merkmale [GEOM]

Der Fachwissenkatalog „Geometrische Merkmale“ ist ein Sammelkatalog für spezifische geometrische Zusatzangaben zu den Bauwerken und Bauwerksteilen. Er ergänzt die Angaben der Fachwissenkataloge „Bauwerksart“ und „Bauwerksteiltypen“. So kann mit Hilfe des Fachwissenkatalogs die Art des Brückenquerschnitts (Vollquerschnitt, Kastenquerschnitt etc.), als auch Details der Abdichtung (hochgezogene oder stumpf angeschlossene Abdichtungen) sowie der Lager (fix, beweglich) und des Belags (Gefälle) eingegeben werden. Mit dem Katalog können des weiteren Angaben zur Zugänglichkeit von Bauwerksteilen angegeben werden, welche die Planung und Auswertung von Inspektionen vereinfachen.

GEOM	Katalog
Zugänglichkeit	GEOM 1*
Querschnitt tragender Bauteile	GEOM 2*
Bewegungsmöglichkeit	GEOM 3*
Randanschlüsse	GEOM 4*
Maximalgefälle des Belags	GEOM 5*
Sicherheitseinrichtungen	GEOM 6*

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

SPZ	Katalog
Bauwerks- informationen	SPZ 1*
Bauteil- informationen	SPZ 2*
Baumaterial- Informationen	SPZ 3*
Verschiedene Angaben	SPZ 4*

*: weitere Gliederungsstufe
vorhanden

4.4.10. Spezielle Informationen [SPZ]

Unter speziellen Informationen werden Zusatzinformationen verstanden, welche die Einträge in den übrigen Fachwissenkatalogen ergänzen. Der Katalog nimmt daher eine ähnliche Funktion wahr wie der Fachwissenkatalog Geometrische Merkmale, nur dass diese Informationen nicht nur geometrischer Art sind. Der Katalog enthält Informationen zum Bauwerk sowie zu den Bauwerksteilen und den verwendeten Materialien.

4.4.11. Bauarten Oberflächenschutz [BAS]

Die Oberflächenschutzbauart beschreibt die Art und Weise, wie ein Baumaterial um Zwecke des Oberflächenschutzes verwendet worden ist. Der Fachwissenkatalog gliedert sich in die Teile „Schutz von Stahloberflächen“, „Schutz von Betonoberflächen“, „Abdichtungsarten“, „Strassenbeläge“ und „Verkleidungen“.

4.4.12. Bauwerksteiltypen Oberflächenschutz [BETS]

Der Fachwissenkatalog „Bauwerksteiltypen Oberflächenschutz“ gliedert sich auf dieselbe Weise wie derjenige der „Bauarten Oberflächenschutz“. Er beschreibt jedoch nicht die Art und Weise, wie ein Material verwendet wird, sondern den Typus des Oberflächenschutzes. Am Beispiel des Schutzes von Stahloberflächen lässt sich der Unterschied einfach aufzeigen: Der Typus einer Beschichtung ist beispielsweise „Grundbeschichtung“ oder „Deckbeschichtung“.

4.4.13. Baumaterialien Oberflächenschutz [BMATS]

Um die Materialien zu erfassen, aus denen der Oberflächenschutz zusammengesetzt ist, wird erneut die gleiche Gliederung wie für die Bauart und die Bauwerksteiltypen des Oberflächenschutzes angewandt. Mit dem Fachkatalog können dem Oberflächenschutz Materialien zugewiesen werden, wobei Mehrfachnennungen möglich sind.

4.4.14. Geometrische Merkmale Oberflächenschutz [GEOMS]

Mit diesem Fachkatalog wird erfasst, ob ein Oberflächenschutz auf einer Sichtfläche oder auf einer speziellen Oberfläche wie einem Randbord oder einer Leitmauer liegt. Für den Oberflächenschutz von Fahrbahnen kann das Gefälle der Fahrbahn angegeben werden.

4.4.15. Herstellungsverfahren Oberflächenschutz [HSTS]

Es wird unterschieden zwischen im Werk oder auf der Baustelle erstellten Oberflächenschutzsystemen.

4.4.16. Spezielle Informationen Oberflächenschutz [SPZS]

Dieser Fachwissenkatalog bietet ein Sammelsurium spezieller ergänzender Informationen zur Art und Funktion der Oberflächenschutzsysteme. Im Abschnitt Schutzsysteme kann beispielsweise die Art der Untergrund- und Oberflächenbehandlung sowie die Anzahl Schichten und die Schichtdicken erfasst werden. Des weiteren kann angegeben werden, ob ein Oberflächenschutz auf befahrenen oder unbefahrenen Flächen liegt. Mit dem Abschnitt „Abdichtung“ können die

Rand- sowie die Schachtab schlüsse der Fahrbahnabdichtung genauer erfasst werden.

4.4.17. Spezielle Materialinformationen Oberflächenschutz [SPZM]

Mit den speziellen Materialinformationen werden ergänzende Eigenschaften der Materialien des Oberflächenschutzes erfasst. Der Katalog gliedert sich in einen Teil „Oberflächenschutz“, in dem angegeben werden kann, ob der Oberflächenschutz Zementvergütet oder Kunststoffvergütet ist und ob er chemisch widerstandsfähig ist. Mit dem Teil „Beton“ können die Zementdosierung und das Maximalkorn sowie allfällige Zusätze erfasst werden. Des weiteren können mit dem Fachwissenkatalog Rechenwerte wie die Haftzugfestigkeit oder die Fließgrenze erfasst werden.

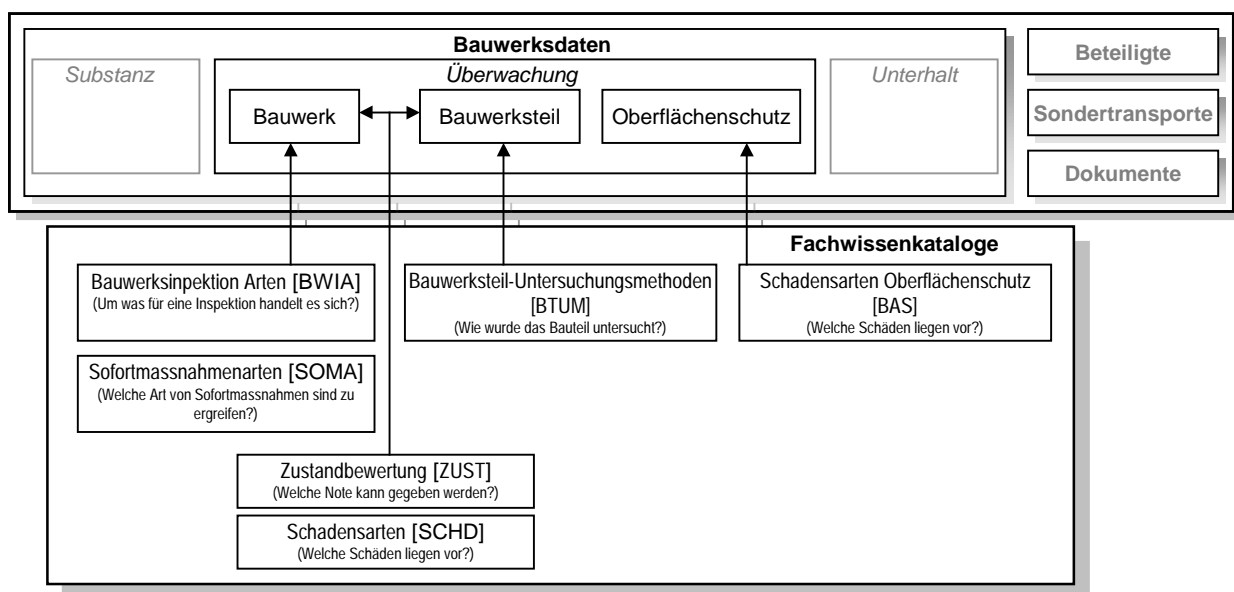


Bild 11: Fachwissenkataloge zur Beschreibung der Bauwerks-Überwachung

4.5. Kataloge für Überwachungsdaten

4.5.1. Bauwerks-Inspektionsarten [BWIA]

Wie in Kapitel 2.3.2 beschrieben, sind in KUBA die vier Inspektionsarten Hauptinspektion, Zwischeninspektion, Sonderinspektion sowie Überprüfung⁴ vorgesehen.

4.5.2. Sofortmassnahmenarten [SOMA]

Als Sofortmassnahmen stehen eine Intensivierung der Überwachung, bauliche Sofortmassnahmen oder Nutzungsbeschränkungen zur Wahl.

⁴ Eine Überprüfung wird in Bezug auf KUBA gleich behandelt wie eine Inspektion

4.5.3. Bauwerksteil-Untersuchungsmethoden [BTUM]

Mit diesem Katalog wird erfasst, auf welche Art das Bauwerksteil untersucht worden ist. Eine solche Untersuchung kann beispielsweise eine Sichtkontrolle oder Laboruntersuchungen umfassen.

4.5.4. Zustandsbewertung [ZUST]

Die Zustandsbewertung erfolgt für das Bauwerk sowie für die Bauwerksteile nach der in Kapitel 2.3.2 angegebenen Skala (siehe Kapitel 7).

SCHD	Katalog
Struktur-Schäden	SCHD 1*
Materialspezifische Schäden	SCHD 2*
Spezial-Bauteile	SCHD 3*
Schäden an Leitungen und Einrichtungen	SCHD 4*

*: weitere Gliederungsstufe vorhanden

4.5.5. Schadensarten [SCHD]

Der Fachwissenkatalog „Schadensarten“ umfasst eine umfassende Zusammenstellung von Bauschäden. Der Katalog ist gegliedert in Strukturschäden, materialspezifische Schäden sowie in Schäden an Spezial-Bauwerksteilen wie Lagern. Des weiteren werden auch Schäden an Leitungen und Einrichtungen wie Sicherheitseinrichtungen erfasst. Der Katalog in KUBA-DB ist weitreichender als derjenige, welcher in KUBA-MS zur Erfassung von Schäden angewandt wird.

4.5.6. Schadensarten Oberflächenschutz [SCHS]

Der Fachwissenkatalog „Schadensarten Oberflächenschutz“ entspricht dem Katalog „Schadensarten“ [SCHD] (Kapitel 0) für den Bereich von Schäden am Oberflächenschutz. Die Gliederung entspricht derjenigen der Kataloge „Bauart Oberflächenschutz“ sowie „Bauwerksteiltypen Oberflächenschutz“.

4.6. Kataloge für Unterhaltsdaten, Dokumente und Beteiligte

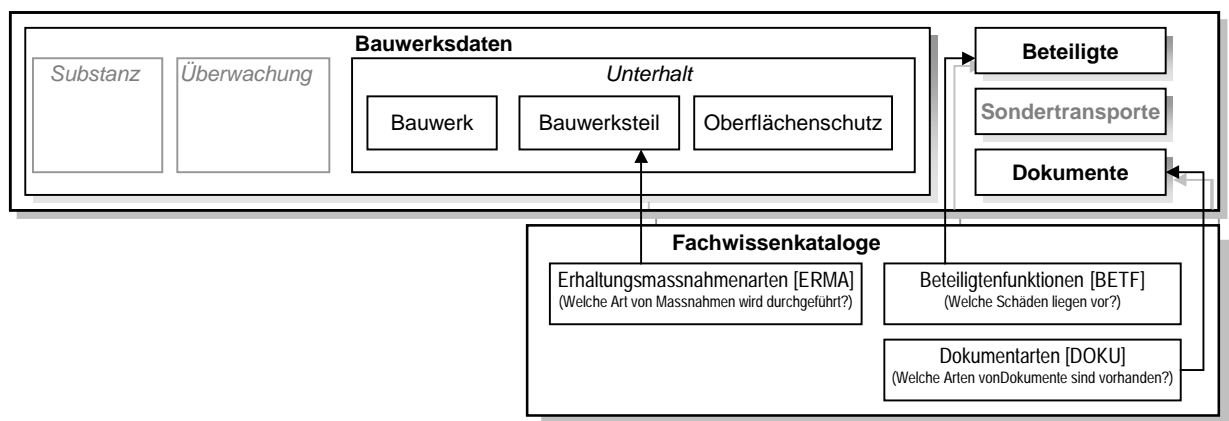


Bild 12: Fachwissenkataloge zur Erfassung von Unterhaltsdaten, Dokumenten und Beteiligten

4.6.1. Erhaltungsmassnahmen [ERMA]

Dieser Fachwissenkatalog enthält die in Kapitel 2 aufgeführten Massnahmen zur Erhaltung von Kunstbauten. Der Katalog entspricht nicht genau dem Katalog der Erhaltungsmassnahmen von KUBA-MS. Ein

Abgleich ohne Datenverlust wird bei der Entwicklung von KUBA-MS 1.0 vorgenommen.

4.6.2. Dokumentarten [DOKU]

Mit dem Fachwissenkatalog „Dokumentarten“ werden alle Dokumente erfasst, welche für das zu erfassende Bauwerk vorliegen. Der Katalog ist logisch gegliedert und enthält unter anderem Vorgaben für Dokumente der Projektunterlagen, der Ausführungsunterlagen sowie für Berichte.

4.6.3. Beteiligtenfunktionen [BETF]

Mit dem Fachwissenkatalog „Beteiligtenfunktionen“ werden den am Bau und Unterhalt / Umgestaltung Beteiligten, Funktionen wie beispielsweise Bauherr, Planer oder Unternehmer zugeordnet.

4.7. Beschreibung der künftigen Kataloge: Messtechnische Kontrolle

4.7.1. Messarten [MESA]

Die Messart beschreibt, was gemessen wird. Innerhalb des Fachwissenkatalogs „Messarten“ wird unterschieden zwischen der Messung von geometrischen Werten wie Längen oder Winkeln, mechanischen Werten wie Kräfte und hydraulischen Werten wie beispielsweise Wasserstand oder Wasserdruck.

4.7.2. Messmethoden [MESM]

Die Messmethoden beschreiben die Art und Weise, wie eine Messung gewonnen wird. So kann für den Fall von Rissöffnungsmessungen angegeben werden, ob diese mit einer Messlupe oder einer Schublehre aufgenommen worden sind. Die Gliederung des Fachwissenkatalogs ist gleich wie im Kapitel 4.7.1.

4.7.3. Umweltbedingungen (äussere Bedingungen) [UMWB]

Unter Umweltbedingungen versteht man die klimatischen Bedingungen sowie die Nutzung. Es kann somit unterschieden werden zwischen Einträgen, welche das Wetter, die Feuchtigkeit und die Temperatur beschreiben als auch Angaben zum Strassenverkehr wie Fahrzeugmenge und Fahrgeschwindigkeit.

5 Fachwissenkataloge KUBA-MS-Ticino

Die Fachwissenkataloge in KUBA-MS-Ticino werden in vier Gruppen unterteilt:

1. Textkataloge zu den Bauwerksdaten
2. Spezialkataloge für die Massnahmenplanung
3. Verzeichnisse

4. Parametersatz-Identifikation.

5.1. Textkataloge zu den Bauwerksdaten

Die Textkataloge zu den Bauwerksdaten vom KUBA-MS-Ticino entsprechen weitgehend den Fachwissenkatalogen aus KUBA-DB. Da für ein Managementsystem nicht alle Kataloge der KUBA-DB gebraucht werden, konnte man sich auf die folgenden Kataloge beschränken:

- Bauwerksarten
- Bauwerksgeometrie (Geometrische Merkmale)
- Bauwerksmassnahmen (Bauwerks-Erhaltungsmassnahmen)
- Bauwerksteiltypen (reduzierte Auswahl)
- Bauarten (reduzierte Auswahl)
- Inspektionsarten
- Sofortmassnahmenarten

KUBA-MS-Ticino wurde nicht für alle Kunstbauten, sondern nur für Brücken konzipiert, weshalb die Fachwissenkataloge aus der KUBA-DB nicht in ihrem gesamten Umfang gebraucht werden. Die Kataloge „Bauwerksteiltypen“ und „Bauarten“ wurden nur in reduziertem Umfang übernommen, wobei nur jene Bauwerksteiltypen berücksichtigt wurden, welche erfahrungsgemäss bei Erhaltungsmassnahmen kostenbestimmend sind. Die aus der KUBA-DB stammenden Fachwissenkataloge wurden ergänzt durch:

- **Prioritäten:** Geben die Dringlichkeit von kleinen Erhaltungsmassnahmen an, welche nicht in die Optimierung von Instandsetzungsprojekten eingehen. Die Prioritäten werden bei einer Massnahmenempfehlung angegeben (spezifisch für Bauwerkserhaltung im Kanton Tessin).
- **Verhalten:** ganz grobe Klassifizierung von Messungen in „normales (reguläres) / abnormales (irreguläres) Verhalten“ (spezifisch für Bauwerkserhaltung Kanton Tessin).
- **Verrechnung:** Angabe, ob die Erhaltung über die Nationalstrassen oder die Kantonsstrassen läuft.

5.1.1. Bauwerksarten

Die Bauwerksarten sind im Abschnitt 4.4.1 beschrieben.

5.1.2. Bauwerksgeometrie

Der Katalog „Bauwerksgeometrie“ beschreibt die geometrischen Merkmale des Bauwerks wie zum Beispiel die Gesamtlänge, die Gesamtbreite, die Hauptspannweite, usw.. Der Inhalt des Katalogs stammt aus dem KUBA-Katalog „Spezielle Informationen [SPZ] (Kapitel 4.4.10)“. Es wurden nur die geometrischen Merkmale übernommen, die Brücken betreffen.

5.1.3. Bauwerksmassnahmen

Der Katalog „Bauwerksmassnahmen“ beschreibt die Massnahmen, die an einem Bauwerk ausgeführt werden können. Der Inhalt des Katalogs kommt aus dem KUBA-Katalog „Erhaltungsmassnahmen [ERMA]“. Der Inhalt dieses KUBA-Katalogs wurde allerdings nur teilweise übernommen.

5.1.4. Bauwerksteiltypen und Bauarten

Die Kataloge „Bauwerksteiltypen“ und „Bauarten“ sind nur in reduziertem Umfang von KUBA-DB übernommen worden. Ihre enge Beziehung mit der Fachwissenbasis würde eine zu grosse Anzahl von Berechnungen in KUBA-MS-Ticino ergeben. In KUBA-MS-Ticino können somit nur die 10 Bauwerksteiltypen erfasst werden, welche vorläufig als sogenannte „kostenbestimmende“ Bauwerksteile angenommen wurden. Für KUBA-MS wird der Katalog auf 18 kostenbestimmende Bauwerksteiltypen für alle Bauwerksarten erweitert. Die Auswahl von 10 Bauwerksteiltypen für KUBA-MS-Ticino bedeutet einerseits eine gewisse Einschränkung, andererseits jedoch eine wesentliche Vereinfachung, ohne dass dadurch das zu Grunde liegende Konzept verändert wird.

5.1.5. Inspektionsarten

Dieser Katalog ist identisch mit dem KUBA-DB Katalog „Bauwerks-Inspektionsarten [BWIA]“.

5.1.6. Sofortmassnahmenarten

Dieser Katalog ist mit dem KUBA-DB Katalog „Sofortmassnahmenarten [SOMA]“ voll identisch.

5.2. Spezialkataloge für die Massnahmenplanung

Für die Massnahmenplanung werden folgende zehn Kataloge verwendet:

- Schadensprozesse
- Schadenskatalog
- Verfallsmatrizen
- Einflüsse
- Einflussmatrizen
- Massnahmenkatalog
- Einheitskosten und Erfolgsvektoren
- Zuweisungsfunktionen
- Kombinationen
- Basisstrategien

5.2.1. Schadensprozesse

Der Katalog der regulären Schadensprozesse, auf dem der Schadens- und Massnahmenkatalog aufbaut; ist ein wesentlicher Bestandteil der Fachwissenbasis.

- Bewehrungskorrosion bei Stahlbeton
- Bewehrungskorrosion bei Spannbeton
- Frost auf Betonoberfläche
- Ausspülung von Beton
- Verfall von Mauerwerk
- Korrosion bei Baustahl
- Verfall von Fahrbahnabdichtung und Belag

- Verfall von Fahrbahnübergängen
- Verfall von Lagern

5.2.2. Schadenskatalog

Im Schadenskatalog werden die Zustandsklassen aller Schadensprozesse beschrieben. Jedem Bauwerksteiltyp ist fest eine Masseinheit zugeordnet. Die Schadensausmasse pro Zustandsklasse der Schadensprozesse werden in dieser Einheit erfasst.

Zuweisungsfunktion

Neben der Beschreibung der Zustandsklasse ist angezeigt, welche Zuweisungsfunktion (siehe 5.2.8) verwendet wird, um Schadensausmasse der betreffenden Zustandsklasse in Massnahmenausmasse umzurechnen.

5.2.3. Verfallsmatrizen

Zu jedem Schadensprozess gehört eine Verfallsmatrix, die beschreibt, wie sich der Zustand eines Segmentes entwickelt, welches diesem Schadensprozess ausgesetzt ist, falls keine Unterhaltsmassnahmen ergriffen werden. Jede Verfallsmatrix besteht aus zehn Koeffizienten, die man im Programm nachschlagen und ändern kann. Eine Simulation der Schadensentwicklung ist auch bei diesem Katalog verfügbar.

5.2.4. Einflüsse

Die Erfassung von Einflüssen erlaubt eine genauere Modellierung der Schadensentwicklung der einzelnen Segmente. Die Angaben „kein Einfluss“ / „positiver Einfluss“ / „negativer Einfluss“ geben an, wie sich das Segment im Verhältnis zum Durchschnitt verhält.

5.2.5. Einflussmatrizen

Um die Schädigung von Segmenten, die extremen Umweltverhältnissen ausgesetzt sind, besser nachzubilden, werden sogenannte Einflussmatrizen eingesetzt. Sie verändern die Verfallsmatrix in Richtung eines verzögerten oder beschleunigten Verfalls. Diese Einflussmatrizen sehen wie die Verfallsmatrizen aus.

5.2.6. Massnahmenkatalog

Der Massnahmenkatalog baut auf dem Schadenskatalog auf, d.h. für jede der definierten Zustandsklassen eines Schadensprozesses werden eine oder mehrere Massnahmen definiert. Die Ermittlung des definitiven Massnahmenkatalogs für KUBA-MS wird durch das Forschungsprojekt „KUBA-MS: Einheitskosten“ ausgeführt.

Dieser Massnahmenkatalog ersetzt den [ERMA] Katalog für Unterhaltsmassnahmen an Bauwerksteilen in KUBA-DB.

5.2.7. Einheitskosten und Erfolgsvektoren (Parameter der Massnahmen)

Zu jeder zulässigen Kombination Bauwerksteiltyp – (Bauwerksteil-) Massnahme gehören einerseits die Einheitskosten der Massnahme und andererseits der Erfolg der Massnahme. Der Erfolg wird in Form von vier Faktoren beschrieben, die zusammenfassend als „Erfogsvektor“

bezeichnet werden. Das Forschungsprojekt „KUBA-MS: Einheitskosten“ ermittelt die definitiven Einheitskosten und Erfolgsvektoren für KUBA-MS.

5.2.8. Zuweisungsfunktionen

Die Schadensausmasse entsprechen selten den Massnahmenausmassen da die letzteren in der Regel grösser sind. Als „Zuweisungsfunktionen“ werden die Funktionen bezeichnet, mit denen Schadensausmasse in Massnahmenausmasse umgerechnet werden.

5.2.9. Kombinationen

Beim Bauwerksteiltyp, der Bauart und dem Schadensprozess handelt es sich um drei Informationen von zentraler Bedeutung. Die Verknüpfung dieser Informationen schlägt die Brücke von den Substanzdaten zu den Überwachungs- und Unterhaltsdaten und gleichzeitig weiter zur Fachwissenbasis. Andererseits wird die Fachwissenbasis durch die Festlegung der „zulässigen Kombinationen“ in ihrem Umfang begrenzt, um die Anzahl der Massnahmen samt zugehöriger Werte in einem überschaubaren Rahmen zu halten.

5.2.10. Basisstrategien

Dieser Katalog bietet die Auswahl zwischen „optimaler Strategie“ und „minimaler Strategie“. Die optimale und die minimale Strategie sind in [7] eingehend erläutert.

5.3. Verzeichnisse

Neben den bereits abgehandelten Katalogen besteht noch eine Reihe weiterer Kataloge, die hier als Verzeichnisse bezeichnet werden. Folgende Verzeichnisse sind in KUBA-MS-Ticino enthalten:

- Eigentümer
- Standortgemeinden
- Achsen
- Abschnitte
- Masseinheiten

5.3.1. Eigentümer

Mit „Eigentümer“ ist der Bauwerks-Eigentümer gemeint. Im Normalfall ist dies der Kanton, der für die Erhaltung des Bauwerks zuständig ist. Jedes Bauwerk verfügt über einen einzigen Eigentümer. Zusammen mit der Bauwerksnummer bildet er den Identifikationsschlüssel des Bauwerks.

5.3.2. Standortgemeinden

Das Verzeichnis „Standortgemeinden“ enthält eine Liste aller Gemeinden samt Postleitzahl, die als Standortgemeinden von Bauwerken auftreten können.

5.3.3. Achsen

Das Verzeichnis „Achsen“ enthält die Namen und Kurzbezeichnungen aller wichtigen Strassenachsen. Die Strassenachse dient zusammen mit

Richtung und Kilometerangabe für diese Achse zur Lokalisierung eines Bauwerks. Es liegt am Benutzer, dieses Verzeichnis zu vervollständigen, um es gezielt einsetzen zu können. Zusätzlich zu Kurzbezeichnung und Name können auch Richtwerte des Verkehrsaufkommens auf einer Achse erfasst werden. Dies ist selbstverständlich nur zweckmässig, wenn die Achse auf ihrer Länge ungefähr gleich stark belastet ist. Die betreffenden Zahlen können direkt bei der Berechnung von Benutzerkosten eines Projektes auf dieser Achse übernommen werden.

5.3.4. Abschnitte

Das Verzeichnis „Abschnitte“ beinhaltet Teilstücke von Strassen, die je nach Bedarf definiert werden können. Sie dienen zur Gruppierung von Bauwerken in Bezug auf Erhaltungsmassnahmen oder Verkehrsführung. Dieses Verzeichnis ist durch den Benutzer zu erstellen, wodurch er es dementsprechend genau seinen Bedürfnissen anpassen kann.

5.3.5. Masseinheiten

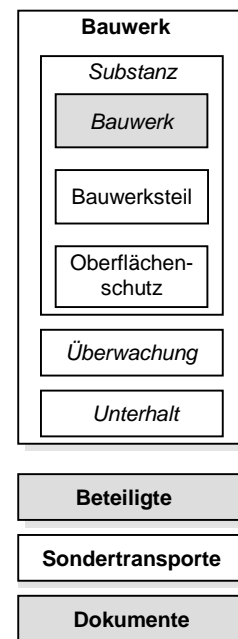
In „Masseinheiten“ sind die Kurzbezeichnungen der Masseinheiten gespeichert, die im Programm verwendet werden. Dieses Verzeichnis hat keine Bedeutung für den Benutzer und ist nicht zu verändern.

6 Leitfaden für Neuerfassung

Die Erfassung von Daten beim Neubau umfassen die Substanzdaten des Bauwerks, der Bauwerksteile sowie des Oberflächenschutzes als auch die Daten der Beteiligten und der Dokumenten. Werden bestehende Kunstbauten in KUBA neu erfasst, werden auch bereits vorhandene Überwachungs- und Unterhaltsdaten erfasst, was in [7] behandelt wird. Zu den Bauwerksdaten gehört auch die Bauwerksskizze, welche gemäss [3] aufzubereiten ist.

Der Beschrieb einer Kunstbaute umfasst in einem ersten Schritt die Beschreibung der Kunstbaute als Ganzes. Danach wird die Kunstbaute in Bauwerksteile und sekundäre Bauwerksteile (Oberflächenschutz) unterteilt. Die Erfassung von sekundären Bauwerksteilen erfolgt auf dieselbe Art wie diejenige der Bauwerksteile und wird daher nicht in einem eigenen Kapitel behandelt. Für die Kunstbaute als auch für die Bauwerksteile werden Beteiligte und Dokumente erfasst.

Um die Erfassung zu erleichtern stehen den Benutzern die Dokumente „Richtlinie für Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA“ und „Fallbeispiele“ zur Verfügung.



6.1. Beschrieb des Bauwerks

Bei der Erfassung der Daten des Bauwerks sollte auf die korrekte Verwendung der Fachwissenkataloge geachtet werden. Die korrekte Verwendung der Fachwissenkataloge ist im Kapitel 4 beschrieben. In den folgenden Ausführungen wird ergänzend auf oft gesehene Fehler bei der Verwendung der Fachwissenkataloge hingewiesen. Des weiteren gibt es einige Punkte, welche speziell zu beachten sind:

- Bauwerke von anderen juristischen Eigentümern als den Kantonen werden von demjenigen Kanton erfasst, in welchem sie liegen. Grenzbauwerke werden nach Absprache von einem Kanton erfasst, die Daten sind allen Kantonen zugänglich, wobei nur der erfassende Kanton als Eigentümer Änderungen oder Ergänzungen vornehmen kann (siehe unten).
- Der Eigentümer wird automatisch vom Programm KUBA-DB erfasst (Feld: Eigentümer⁵). Wird ein Bauwerk beispielsweise in der Datenbankumgebung „Zürich“ erfasst, so wird der Kanton Zürich automatisch zum Eigentümer. Nur der Kanton Zürich besitzt damit die Rechte, die Daten zu ändern oder zu ergänzen.
- Die juristischen Eigentümer einer Kunstbaute werden als Beteiligte erfasst. Institutionelle Eigentümer wie die SBB oder die Gemeinden und Kantone werden durch bekannte Abkürzungen (beispielsweise SBB, ZH, AG, Gemeinden durch ihre Nummer im eidg. Gemeinderegister 0035=Marthalen) erfasst.
- Die Numerierung der Bauwerke und deren Namensgebung ist den Erfassenden freigestellt. Doppelt erfasste Bauwerke werden in Zukunft durch die erweiterte ASTRA-Kostenstellennummer identifiziert werden können (siehe auch [3]).

Grenzbauwerke

Die Rolle des Eigentümers

Weitere Eigentümer

Namensgebung und Identifizierung

⁵ Der Begriff „Eigentümer“ bezeichnet den Datenbankeigentümer.

ASTRA-Kostenstellennummer	<ul style="list-style-type: none">• Der 5-stelligen ASTRA-Kostenstellennummer wird die Nationalstrassennummer voran, und die Nummer der Untergruppe (falls vorhanden) hinten nachgestellt (z. B. 01-64.491-15), was die eindeutige Identifizierung jeder Kunstbaute erlaubt.
Bestimmung der Bauwerksart	<ul style="list-style-type: none">• Folgende Abgrenzungen sind nützlich zur Bestimmung der Bauwerksart einer Kunstbaute:<ul style="list-style-type: none">- Als Durchlässe werden Brücken mit einer Spannweite von 5 m und weniger bezeichnet.- Für bergmännisch erstellte Tunnels können in KUBA-DB 3.0 nur Grunddaten erfasst werden. Weitergehende Erfassung ist zur Zeit noch nicht möglich da die entsprechenden Fachwissenkataloge fehlen. Als Tagbautunnels werden Tunnel bezeichnet, welche in einer offenen Baugrube erstellt wurden.- Stützbauwerke sind für ständige Einwirkungen wie Erdlasten bemessen. Im Gegensatz dazu können Schutzbauwerke durch ihre Bemessung auf aussergewöhnliche Einwirkungen wie Lawinen oder Steinschlag identifiziert werden.
Bauwerksfunktion	<ul style="list-style-type: none">• In erster Linie wird als Bauwerksfunktion eine Trag- oder Stützfunktion eingesetzt. Liegt keine solche vor, wird eine Schutzfunktion gewählt. Die Bauwerksfunktion Nutzung/Verkehr bestimmt sich in Bezug auf das von der Nationalstrasse über- oder unterquerte, hierarchisch tiefere Hindernis (siehe Richtlinie zur Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA [3]). Die Trag- oder Stützfunktion bestimmt sich in Bezug auf Einwirkungen, die sich bergseits befinden.
Eigentümer der Referenzachse und Abkürzungen	<ul style="list-style-type: none">• Der Eigentümer der Referenzachse ist für Nationalstrassen immer der Bund. Die Nationalstrassen werden wie in der ASTRA-Buchhaltung üblich mit dem Kürzel N bezeichnet (siehe [3]). Die kürzlich eingeführte Änderung der Abkürzung von N auf A (z. B. A1 anstelle N1) ergibt Verwechslungen mit den Alpenstrassen, welche mit dem Kürzel A bezeichnet werden. Liegt ein Bauwerk an der Kreuzung mehrerer Nationalstrassen, so wird als Referenzachse die Nationalstrasse mit der tieferen Nummer eingegeben (N2 kreuzt N1: Referenzachse ist N1).
Kilometrierung und Koordinaten	<ul style="list-style-type: none">• Die Kilometrierung wird immer in Bezug auf die geometrische Mitte des Bauwerks vorgenommen. Die Ortung des Bauwerks aufgrund des räumlichen Basisbezugssystem (RBBS, siehe [10]) ist nicht möglich. Auf diesen Punkt werden auch die Koordinaten bezogen (Ost-West / Süd-Nord, z. B. 556'245 / 201'320). Wenn das Bauwerk nur eine Fahrrichtung der Nationalstrasse trägt, so wird bei aufsteigender Kilometrierung der Nationalstrasse das Zeichen + und bei absteigender Kilometrierung das Zeichen – eingesetzt. Liegen beide Fahrrichtungen oder keine auf dem Bauwerk, so wird kein Zeichen eingesetzt.
Beteiligte	<ul style="list-style-type: none">• Als Erhaltungspflichtiger wird ein verantwortlicher Erhaltungspflichtiger bestimmt. Als weitere Beteiligte werden Organisationen oder Personen erfasst, die mit dem Gesamtbauwerk in irgendeiner Art verbunden sind. Von Bedeutung sind dabei folgende Beteiligte:<ul style="list-style-type: none">- weitere Eigentümer- weitere Unterhaltungspflichtige- Projektverfasser und Berichtverfasser (z.B. Prüfenieur)- Bauleitung- Unternehmung, ARGE (federführende Unternehmung)

- Spezialist (z.B. Geotechniker)
- Für jeden Beteiligten wird eine Kurzbezeichnung aus bis zu 10 Zeichen eingegeben, welche einen schnellen Aufruf und Verweis auf den Beteiligten ermöglicht. Jede Nennung der Funktion des Beteiligten in der Kurzbezeichnung ist unerwünscht, da dies zu Redundanzen in der Datenbank führt (die Funktion wird an anderer Stelle erfasst!). Auch kann ein Beteiligter in einem oder auch in mehreren Projekten in unterschiedlicher Funktion tätig sein. Beispielsweise ist ein Unternehmer, der seine eigene Unternehmensvariante ausführt, sowohl Unternehmer als auch Ingenieur. Es sollten Abkürzungen verwendet werden, wie sie für Internetadressen verwendet werden (Bsp.: GROPAR für Dr. Grob & Partner, nicht ING_GRP).
- Als spezielle Informationen müssen folgende Daten erfasst werden:
 - Länge, Breite und Höhe des Bauwerks, wobei als Höhe die grösste Höhe angegeben wird. Die Breite und Länge des Bauwerks können für Brücken und Unterführungen oder auch Mauern angegeben werden.
 - Oberfläche
 - Maximale Spannweite (für Brücken, Viadukte und Durchlässe)
- In KUBA-DB wird von einem Raster der Hauptinspektionen von 60 Monaten (5 Jahre) ausgegangen. Wird bei der Erfassung das letzte Inspektionsdatum erfasst, so berechnet KUBA-DB aufgrund dieses das Datum der nächsten Inspektion. Das von KUBA automatisch eingesetzte Datum der nächsten Inspektion wird durch den Inspektionsraster bestimmt (in der Regel 5 Jahre nach der letzten Hauptinspektion).

Spezielle Informationen

Inspektionsraster

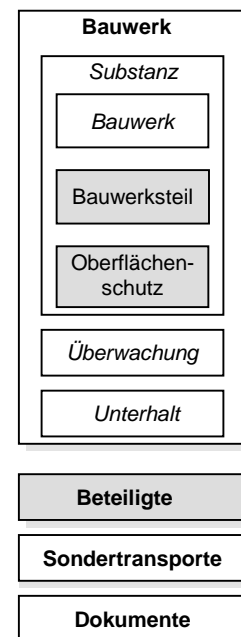
6.2. Erfassung von Bauwerksteilen

Unter Bauwerksteilen werden gegeneinander funktional oder geometrisch abgrenzbare Teile des Bauwerks verstanden. Es kann sich hierbei um Teile des Tragwerks (Stützen, Platten usw.) oder auch um nichttragende Einrichtungen (Entwässerung, Leitschranken usw.) handeln.

Dem Schutz der Oberflächen des Bauwerks kommt wegen den aggressiven Umgebungsbedingungen grosse Bedeutung zu. Die verwendeten Schutzsysteme werden im allgemeinen auf die Bauwerksteile aufgebracht oder aufgetragen und können auch wieder entfernt werden. Sie werden in KUBA nicht als Teil eines Bauwerksteils betrachtet, sondern als sekundäres Bauwerksteil. Als sekundär werden sie bezeichnet, da sie immer zusätzlich auf ein bestehendes Bauwerksteil aufgebracht werden. Die Erfassung des Oberflächenschutzes erfolgt nach genau denselben Regeln wie diejenige der Bauwerksteile, wobei für den Oberflächenschutz neue Fachwissenkataloge geschaffen wurden (Kapitel 4.3).

6.2.1. Unterteilung des Bauwerks in Bauwerksteile

Die korrekte Unterteilung des Bauwerks in Bauwerksteile und deren Klassifikation nach Bauwerksteiltypen ist von grösster Wichtigkeit für die Erhaltungsplanung (Kapitel 3.1.1.2). Erst die Zustandserfassung einzelner Bauwerksteile erlaubt die Planung von Unterhaltsmassnahmen. Wird nur das Bauwerk als ganzes erfasst, kann in KUBA-DB nur der Zustand des gesamten Bauwerks angegeben werden, welcher jedoch keine Aussagen über den Massnahmenbedarf zulässt. Die korrekte Unterteilung des



Bauwerks in Bauwerksteile ist daher ein wichtiger Schritt zu einer gezielten Erhaltungsplanung auf Projektebene und einer strategischen Planung auf Netzebene (Kapitel 2.5). Folgende Regeln sollten bei der Erfassung befolgt werden:

Abgrenzung gegenüber der Umwelt

1. Im ersten Schritt wird das Bauwerk gegenüber seiner Umwelt abgegrenzt. Es wird entschieden, ob beispielsweise beim Widerlager auch die Widerlager-Hinterfüllung oder die Böschungspflasterung mit erfasst werden soll. In solchen Grenzfällen sollte ein Bauwerksteil als zum Bauwerk gehörig definiert und erfasst werden, wenn sein Zustand erfasst werden kann und er aus Erfahrung auch Unterhaltsmassnahmen erfahren oder auslösen könnte. Eine Böschungspflasterung erfüllt beide Bedingungen und sollte daher auch erfasst werden. Die Hinterfüllung eines Widerlagers oder einer Schleppplatte ist nicht direkt inspizierbar. Sie kann jedoch Setzungen erzeugen, was bei einer Inspektion festgestellt werden kann. Es muss daher aus der Erfahrung bestimmt werden, ob Hinterfüllungen oft Unterhaltsmassnahmen bedürfen oder auslösen und somit erfasst bzw. nicht erfasst werden.

Zerlegung in Bauwerksteile

2. In einem nächsten Schritt wird das Bauwerk auf dem Papier (Querschnitte, Situation und Längsschnitt) in Bauwerksteile zerlegt. Die einzelnen Bauwerksteile werden gemäss dem Katalog [BET] Bauwerksteiltypen zugeordnet. Diese Zuordnung sollte so genau vorgenommen werden wie möglich. So kann bei einer Mauer ein Mauertyp und bei einem Träger der Trägertyp angegeben werden. Die Bauwerksteile müssen klare geometrische Grenzen aufweisen, so dass keine Überlappungen vorkommen und die Abgrenzung der einzelnen Bauwerksteile zueinander klar und eindeutig definiert wird. Diese Aufteilung in Bauwerksteile sollte in diesem Stadium detailliert vorgenommen werden (siehe Fallbeispiele). Auf dieser Ebene sollten noch *keine* Bauwerksteile zu Bauwerksteilgruppen zusammengefasst werden (z.B. Stützen zu Stützenreihen, Streben zu Strebenreihen etc.). Dies ergibt bei grossen Bauwerken eine relativ grosse und unübersichtliche Liste von Bauwerksteilen. Die Darstellung darf vereinfacht werden, indem die Bauwerksteile beispielsweise nur in den Normquerschnitten eingezeichnet werden und die Aufteilung in Längsrichtung durch ein System beschrieben wird.

Zusammenfassung zu Bauwerksteilgruppen

3. In einem letzten Schritt wird überprüft, welche Bauwerksteile sinnvollerweise zu Bauwerksteilgruppen zusammengefasst werden können. In Galerien kommen oft lange Stützenreihen vor, bei denen alle Stützen die gleichen Schäden aufweisen und deren Unterhaltsmassnahmen daher auch ähnlich sind. In solchen Fällen ist es sinnvoll, die Stützen in eine oder mehrere Stützenreihen zusammenzufassen. Die Aufteilung auf mehrere Reihen ist sinnvoll, wenn beispielsweise eine Gruppe von Stützen einer stärkeren Tausalz-Beanspruchung ausgesetzt ist (erste Stützen einer sehr langen Galerie) oder die Stützengeometrie unterschiedlich ist. Lange Stützmauern aus vorfabrizierten Elementen werden sinnvollerweise in vertikale Streifen mit der Breite eines Elementes und nicht in mehrere hundert Betonelemente unterteilt. Eine Zusammenfassung von Bauwerksteilen zu Bauwerksteilgruppen sollte nur vorgenommen werden, wenn die Bauwerksteile der Gruppe erfahrungsgemäss gleichartige Schäden aufweisen oder die Schäden innerhalb der Bauwerksteilgruppe wie im Beispiel der Stützmauer aus vorfabrizierten Elementen von Gruppe zu Gruppe ein ähnliches Erscheinungsbild aufweisen (z.B. Korrosionsschäden treten immer an den unten liegenden Betonelementen auf).

6.2.2. Merkpunkte bei der Erfassung der Bauwerksteile

Folgenden Punkten ist während der Erfassung besondere Aufmerksamkeit zu schenken:

- Die Numerierung der Bauwerksteile ist den Kantonen freigestellt. Es ist darauf zu achten, dass eine logische Zuordnung vorgenommen wird und diese eine schnelle Orientierung zulässt (siehe auch [3]).
- Es ist auf eine korrekte Verwendung der Fachwissenkataloge zu achten (Kapitel 4.4.5 bis 4.4.8).
- In den Fachwissenkatalogen GEOM(S) und SPZ(S) stehen geometrische Merkmale und spezielle Informationen zur Auswahl. Bevor freie Texteingaben verwendet werden, sollte geprüft werden, ob diese Informationen nicht mit diesem Feld angegeben werden können.

Bauwerksnumerierung

Fachwissenkataloge

Spezielle Informationen

6.2.3. Erfassung der Segmente (KUBA-MS-Ticino)

Die Erfassung der Segmente ist im Abschnitt 7.3 beschrieben.

6.2.4. Oberflächenschutz

Oberflächenschutzsysteme werden nicht nach den verwendeten Materialien sondern einerseits nach den Anforderungen bzw. Anwendungsbereichen und andererseits nach der Anzahl der aufgetragenen Schichten definiert. Die Oberflächenschutzsysteme lassen sich in folgende drei Gruppen zusammenfassen:

- Schutzsysteme für nicht befahrbare Flächen
 - OS-1 Hydrophobierende Imprägnierung
 - OS-2 Versiegelung für nicht befahrbare Flächen
 - OS-4 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen
 - OS-5 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen mit mindestens sehr geringer Rissüberbrückung
 - OS-9 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen mit mindestens erhöhter Rissüberbrückung
- Schutzsysteme für befahrbare Flächen
 - OS-3 Versiegelung für befahrbare Flächen
 - OS-6 Chemisch widerstandsfähige Beschichtung für mechanisch gering beanspruchte Flächen
 - OS-8 Chemisch widerstandsfähige Beschichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen
 - OS-11 Beschichtung für befahrbare Flächen mit mindestens erhöhter Rissüberbrückung
 - OS-12 Beschichtung mit Reaktionsharzbeton bzw. -mörtel für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen
- Schutzsysteme für Flächen unter bituminösen und anderen Schutz- und Deckschichten
 - OS-7 Beschichtung unter bituminösen Dichtungsschichten bei Brücken und ähnlichen Bauwerken
 - OS-10 Beschichtung als Dichtungsschicht unter bituminösen oder anderen Schutz- und Deckschichten mit sehr hoher Rissüberbrückung

Bei der Erstellung eines Oberflächenschutzes nach einem der 12 vorgegebenen Oberflächenschutzsysteme, muss der Aufbau des Oberflächenschutzes dem Regelaufbau des gewählten Systems entsprechen. Der Regelaufbau definiert die Anzahl Schichten, sowie die Art der zur Erstellung der Schicht verwendeten

Oberflächenschutzmassnahme und unter anderem die Mindestdicke für jede Schicht. Für einige Oberflächenschutzsysteme sind auch mehrere Regelaufbauten definiert. Es ist mit der übrigen Systematik in der KUBA-DB nicht vereinbar, ein Oberflächenschutzsystem als ein Bauwerksteil zu erfassen, speziell wenn man detaillierte Informationen zu den einzelnen Schichten erfassen möchte. In KUBA-DB wird daher jede einzelne Schicht eines Oberflächenschutzes als ein eigener Bauwerksteil erfasst.

Die Erfassung eines Oberflächenschutzes wird in KUBA-DB durch einen Assistenten gesteuert. Damit kann gewährleistet werden, dass alle Informationen korrekt erfasst werden und das System die einzelnen Schichten als Teil eines Oberflächenschutzsystems erkennt. Ausserdem wird durch KUBA-DB gewährleistet, dass keine unzulässigen Änderungen an den Daten vorgenommen werden können. Es ist wichtig zu bemerken, dass nur das gesamte Oberflächenschutzsystem ersetzt, geändert und / oder erweitert werden kann.

6.3. TRUCK-Daten

Die Erfassung von TRUCK-Daten ist im entsprechenden Handbuch detailliert beschrieben (siehe Bild 1).

7 Leitfaden für Überwachung (Überprüfung⁶) und Unterhalt

Die Erfassung von Daten der Überwachung (Überprüfung) und des Unterhalts umfassen die Daten der Inspektionen sowie der ausgeführten Massnahmen als auch Daten der Beteiligten und von Dokumenten.

Die Daten werden sowohl für das Bauwerk, als auch für die einzelnen Bauwerksteile erfasst.

Um die Erfassung zu erleichtern stehen dem Benutzer die Dokumente „Richtlinie für Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA“ und „Fallbeispiele“ zur Verfügung.

7.1. Bauwerksdaten

In KUBA müssen folgende Daten zur Überwachung und zum Unterhalt des gesamten Bauwerks erfasst werden:

Daten zur Identifikation der Inspektion

- Inspektionsnummer (wird automatisch vergeben)
- Inspektionsdatum
- Inspektionsart
- Inspektionsbericht (Berichtsverfasser)

Untersuchungsmethoden

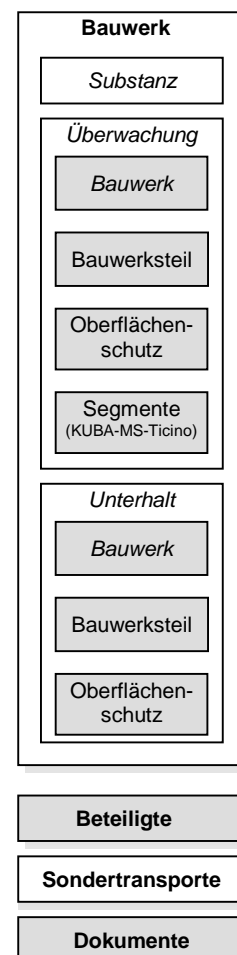
- Bauwerksteil-Untersuchungsmethoden

Zustandserfassung und Massnahmen

- Zustandserfassung
- Empfohlene Massnahmen

Erfahrungsgemäss ist es für den Inspizierenden sehr schwierig, den Zustand des gesamten Bauwerks anzugeben. Es stellt sich die Frage, wie die Bedeutung lokaler Schäden auf das Gesamtbauwerk zu beurteilen sind. Dabei muss immer vergewärtigt werden, dass für die Bauwerksteile eine eigene Zustandsbewertung vorgenommen wird, und mit der Zustandsbewertung des gesamten Bauwerks keine Interventionen oder Kosten verbunden sind. Der Sinn dieser Zustandsbewertung liegt damit darin, dass der Erhaltungspflichtige einen *generellen Überblick* über den Bauwerkszustand erhält. Die Notenskala für das Bauwerk entspricht jener für einzelne Bauwerksteile:

1 in gutem Zustand	keine / geringfügige Schäden
2 in annehmbarem Zustand	unbedeutende Schäden
3 in schadhaftem Zustand	bedeutende Schäden
4 in schlechtem Zustand	grosse Schäden
5 in alarmierendem Zustand	Die Sicherheit ist gefährdet; Massnahmen sind vor der nächsten



⁶ Die Überprüfung wird in KUBA wie eine Inspektion behandelt (siehe 2.4)

Hauptinspektion erforderlich; dringliche Massnahme.

9 Zustand **nicht überprüfbar** Bei nicht inspizierbaren Bauwerksteilen

Erhaltungsmassnahmen

Es gibt generell zwei Methoden, um den Zustand des gesamten Bauwerks (Bauwerkszustand) aus dem Zustand der einzelnen Bauwerksteile zu bestimmen. Dazu wird in beiden Fällen der Bauwerkszustand als gewichtetes Mittel aus den Benotungen des Zustands der Bauwerksteile ermittelt. Die Gewichtung jeder Benotung eines Bauwerksteils kann entweder aufgrund

- der Gefährdung beim Ausfall dieses Bauwerksteils (Sicherheitsüberlegung) oder durch
- Gewichtung aufgrund der Kosten erfolgen.

Sicherheitsüberlegungen erfordern eine Analyse des Tragwerks mit Ereignisbäumen und bedingen damit eine genaue Kenntnis der Tragstruktur. **Da dieses Verfahren sehr aufwendig ist, wird in KUBA der Bauwerkszustand als ein nach Kosten gewichtetes Mittel des Bauwerksteil-Zustandes definiert.** Mit KUBA-MS 1.0 wird der Zustand des Bauwerks automatisch aus den nach Kosten gewichteten Zuständen der Bauwerksteile ermittelt werden können. Bis zur Einführung von KUBA-MS 1.0 müssen die Benutzer die Gewichtung und die Berechnung des Bauwerkszustandes selber vornehmen.

Erhaltungsmassnahmen

Die getroffenen Erhaltungsmassnahmen werden numeriert und mit Hilfe des Fachwissenkatalogs ERMA umschrieben. In KUBA-DB werden des weiteren das Datum der Abnahme, die Mängel und die Beteiligten (vgl. Kapitel 6.1, Abschnitt Beteiligte) erfasst.

Ersatz / Abbruch

Die Erneuerung kann den Ersatz von Bauwerksteilen umfassen. Als Ersatz wird das Ersetzen eines Bauwerksteils mit einem anderen, gleichwertigen Bauwerksteil verstanden. Der Abbruch und die Neuerstellung eines Bauwerksteils wird nicht als Ersatz bezeichnet. Einmal eingegebene Substanzdaten sollten nicht mehr geändert werden, da sonst die Informationen der gelöschten Bauwerksteile in der Datenbank verloren gehen und damit die Geschichte der Kunstbaute nicht mehr rekonstruierbar ist.

7.2. Bauwerksteildaten

Für jede erfasste Inspektion wird in KUBA der Zustand jedes Bauwerksteils benotet. Beispiele für die Benotung können dem „Handbuch für die Datenerfassung“ KUBA-MS-Ticino [1] entnommen werden. Nach der Richtlinie für die Datenerfassung [3] müssen die Schäden nicht zwingend in KUBA-DB erfasst werden. Diese Regelung basiert auf der Überlegung, dass sich die Schadenskataloge in KUBA-DB sehr gut zur Schadensbeschreibung, jedoch nicht für die Erhaltungsplanung eignen. Zu diesem Zwecke wurde KUBA-MS und sein Prototyp KUBA-MS-Ticino geschaffen, der einen auf die Erhaltungsplanung ausgerichteten Schadenskatalog aufweist. In KUBA-DB wird daher nur zwingend die Erfassung von vom Inspizierenden vorgeschlagenen Erhaltungsmassnahmen verlangt.

Erhaltungsmassnahmen

Von den ausgeführten Erhaltungsmassnahmen werden Art der Unterhaltsmassnahmen und die Beteiligten zwingend erfasst. Fakultativ können die Massnahmen mittels freiem Text beschrieben werden.

Nach der Schlussprüfung wird diese als Hauptinspektion erfasst. Die im Rahmen der Erhaltungsmassnahme behobenen Schäden sind in KUBA als solche zu erfassen (siehe auch [5])

Erfassung der behobenen Schäden

7.3. Segmentdaten

In KUBA-MS-Ticino werden nur die kostenbestimmenden Bauwerksteile aus KUBA-DB übernommen (vgl. Kapitel 3.1.1.2 und 5.1.4). Zusätzlich werden die Bauwerksteile in ein oder mehrere Segmente unterteilt. Die Segmente sollten Zonen gleicher Schadenserwartung umfassen, d.h. dass die Stütze einer Galerie beispielsweise in einen Stützenfuss und den Rest der Stütze unterteilt wird, da der Stützenfuss einem höheren Chlorideintrag ausgesetzt ist. Wurden Stützenreihen als Bauwerksteile definiert, so können die einzelnen Stützen als ein oder als mehrere Segmente erfasst werden. Grosse Bauwerksteile wie Fahrbahnplatten können geometrisch in Segmente unterteilt werden, um das Schadensausmass detaillierter erfassen zu können und diese besser lokalisieren zu können.

Die Numerierung der Segmente ist verbindlich in der Richtlinie zur Datenerfassung KUBA [3] geregelt. Des weiteren muss jedes Segment kurz beschrieben werden und sein Ausmass (z. B. in m, m² etc.) erfasst werden.

Numerierung der Segmente