

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Bödefeld, Jörg**

## **Auswertung der Bauwerksinspektion**

Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102665>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bödefeld, Jörg (2002): Auswertung der Bauwerksinspektion. In: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 84. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 117-126.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



# Auswertung der Bauwerksinspektion

## АНАЛИЗ ИНСПЕКЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

DIPL.-ING. JÖRG BÖDEFELD, BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU  
БЁДЕФЕЛЬД Й., БАВ

в связи с тем, что в ведении Управления водных путей России имеется большое количество старых гидросооружений и что очевидно интересно ознакомиться с систематическим анализом и оценкой инвентарных объектов представляю Семинару настоящий сокращенный доклад [10].

Auf Grund des großen Bestandes an alten Bauwerken im Verantwortungsbereich der russischen Wasserstraßenverwaltung und dem daraus vermuteten Interesse an einer systematischen Auswertung bzw. Beurteilung des Bestandes wurde der vorliegende Beitrag als gekürzte Fassung aus [10] auf dem Symposium erneut vorgetragen.

### Содержание:

- 1 Исходная ситуация.
- 2 Анализ Инспекционных отчетов
  - 2.1 Основа данных
  - 2.2 Анализ дефектов
- 3 Балльная оценка сооружений
  - 3.1 Алгоритм „Одноразрядная балльная оценка состояния“
- 4 Обобщение и выводы
- 5 Литература.

### 1 Исходная ситуация

Инструкция „VV-WSV 2101 - Инспекционное обследование сооружений“ [1] была введена с 01.01.1985г. как административное предписание УВПС. В ней регулированы процессы инспекции имеющихся сооружений. Она направлена на заблаговременное обнаружение дефектов в целях предотвращения внезапного отказа сооружений и их конструктивных деталей. Наряду с постановлениями чисто формального и организационного характера, такими как, напр., составление Инспекционного акта, определение разных видов инспекции (надзор, ревизия объектов) и определение сроков их проведения она предусматривает анализ дефектов в смысле определения „слабых мест“.

Памятки „Инспекционное обследование гидросооружений“, изданные институтом БАВ (см. [2],[3], [4]), представляют основу систематизации в виде унификации терминов, применяемых для отдельных частей сооружений, отдельных видов дефектов и их категоризации, начиная с 0 (без дефекта), затем 1 (дефект незначительный, нет необходимости вмешательства), вплоть до 4 (серьезное разрушение - необходимость

### Inhalt

- 1 Ausgangssituation
- 2 Auswertung von Inspektionsberichten
  - 2.1 Datengrundlage
  - 2.2 Analyse der Schäden
- 3 Zustandsnote für Bauwerke
  - 3.1 Algorithmus „einzahlige Zustandsnote“
- 4 Zusammenfassung und Ausblick
- 5 Literatur

### 1 Ausgangssituation

Die VV-WSV 2101, „Bauwerksinspektion“ [1], wurde zum 01.01.1985 als Verwaltungsvorschrift der WSV eingeführt und regelt die Abläufe der Bauwerksinspektion. Sie zielt auf ein rechtzeitiges Erkennen von Schäden ab und beugt mehr oder weniger plötzlichem Versagen von Bauteilen oder Bauwerken vor. Neben rein formalen und organisatorischen Festlegungen, wie z.B. die Erstellung einer Inspektionsakte, verschiedener Arten von Bauwerksinspektionen (-überwachung, -prüfung) und Terminierungen, ist die Analyse von Schäden im Sinne einer Schwachstellenanalyse vorgesehen.

Merkblätter „Bauwerksinspektion“ der BAW, vgl. [2], [3] und [4], bildeten hierfür die Grundlage für eine Systematisierung durch eine Vereinheitlichung von Begriffen für Bau(werks)teile, Schäden und Schadenseinstufungen, die von 0 (= kein Schaden) über 1 (= geringer Schaden, kein vordringlicher Handlungsbedarf) bis zu 4 (= gravierender Schaden, sofortiger Handlungsbedarf) reichen. Ein für Prüfungen nach seinerzeit geltender DIN 1076 [5] benutztes Programmsystem der Straßenbauverwaltung namens BWPRUF wurde als WSVPruf für Inspektionen von Wasserbauwerken nach VV-WSV 2101 adaptiert.

незамедлительного вмешательства). Для этих целей была адаптирована программная система BWPRUF, применявшаяся для инспекции в рамках Управления автодорожного строительства, для нужд инспекций гидросооружений с наименованием WSVPruf в соответствии с Инструкцией VV-WSV 2101.

Преимущество системы: наряду с наглядной и быстро доступной формой отчета, в которой документируются результаты инспекции, в частности, компьютеризованная информация об анализах „слабых мест“. Система BWPruf сейчас совершенствована под наименованием „SIB-сооружения“ (см. [6], в этой новой системе „книга о мостах“ ведётся полностью в рамках компьютеризованной сети, с применением высокопроизводительной электронной техники, напр. с возможностью включения электронных рисунков и схем, и дает - по специальному алгоритму на основе заданных инспектором отдельных балльных оценок дефектов отдельных узлов - общую балльную оценку состояния сооружения, что позволяет определять приоритеты будущих мероприятий по техническому содержанию [7]. Работы по совершенствованию этой компьютеризованной системы направлены на создание менеджментной системы по сооружениям „BMS“ [8].

Эта разработка была и импульсом для создания пилотного проекта „Балльная оценка состояния“ по заказу Восточной дирекции ВПС в институте БАВ, который направлен на будущую стратегическую систему Восточной дирекции ВПС для определения приоритетов при ремонтных мероприятиях сооружений, мостов, береговых

Die Vorteile sind neben einer übersichtlichen und schnell verfügbaren Berichtsform der Dokumentation der Inspektion insbesondere die digitale Information zur Schwachstellenanalyse. BWPRUF ist mittlerweile zu SIB-Bauwerke weiterentwickelt, vgl. [6], lässt das Brückenbuch vollständig digital führen, weist eine erweiterte digitale Ausstattung auf, wie z.B. Einbindung digitaler Bilder und Pläne, ... und bildet nach einem speziellen Algorithmus aus der durch den Prüfer vergebenen Einzel-Schadensnote eine Gesamt-Zustandsnote für das Bauwerk, das zukünftig eine Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen zulässt [7]. Die Entwicklungen dieses EDV-Systems hat den Aufbau eines Bauwerksmanagementsystems (BMS) zum Ziel [8].

Diese Entwicklung war u.a. Motivation für das Pilotprojekt „Zustandsnote“, das von der WSD Ost bei der BAW beauftragt wurde und für die künftige Instandhaltungsstrategie der WSD Ost eine Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen für feste Anlagen, Brücken, Uferdeckwerke und Wasserfahrzeuge zum Ziel hat. Diese Instandhaltungsstrategie soll auf der Grundlage objektiver Zustands-Kennzahlen für Objekte Rangfolgen für Maßnahmen und Ausgaben festlegen und dabei die Bedeutung dieser Objekte, die Verkehrsfrequenz und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen berücksichtigen.

Nachfolgend wird auf den bei der BAW prioritär bearbeiteten Teil dieses Pilotprojektes für die Entwicklung eines Algorithmus zur Bildung einer Zustandsnote für Wasserbauwerke eingegangen [9].

Vor der Ausarbeitung eines Verfahrens zur Bildung von Zustandsnoten steht die sorgfältige Analyse von Daten, die nachfolgend exemplarisch und konzentriert aufgezeigt wird.

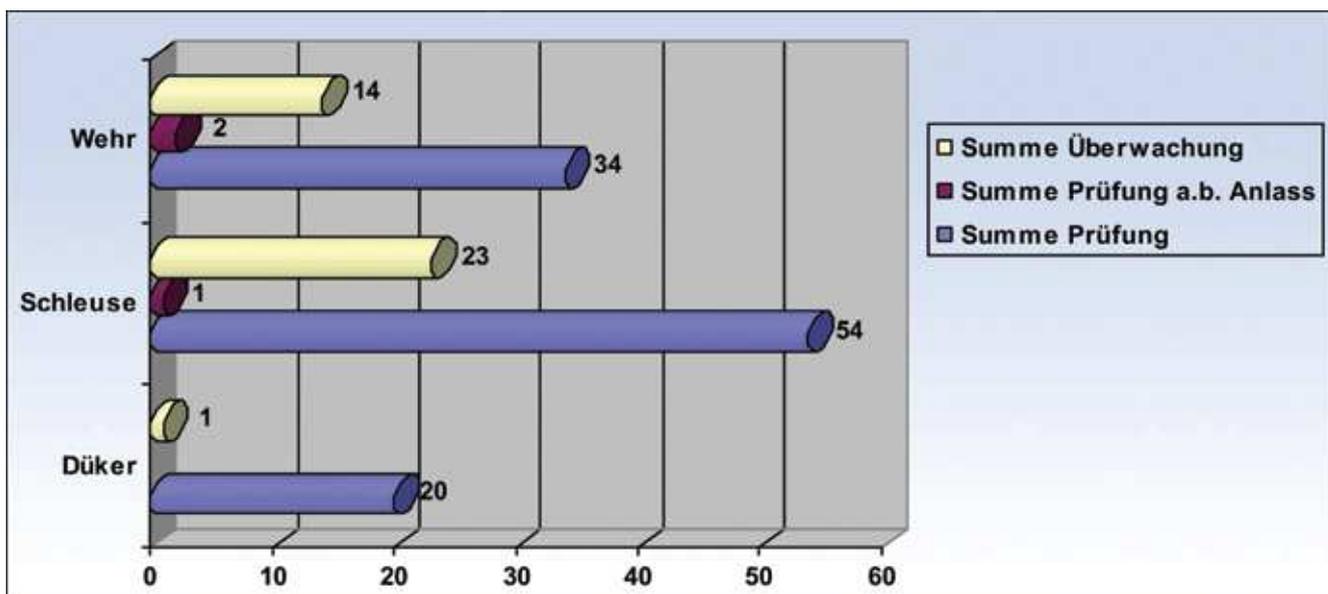


Bild 1: Häufigkeit der digitalen Inspektionsberichte

Рис. 1: Частота компьютеризированных Инспекционных отчетов.

укреплений, а также плавучих средств. Эта ремонтная стратегия должна определять приоритетность по проводимым мероприятиям и расходам на основе объективных показателей технического состояния объектов с учетом их значимости, интенсивности движения и эффективности принимаемых мер.

Ниже рассматривается та часть указанного пилотного проекта, который в основном разрабатывается институтом БАВ и направлен на разработку алгоритма для создания балльной оценки состояния гидросооружений [9].

До разработки соответствующего порядка необходимо провести тщательный анализ имеющихся данных, который представляется в сосредоточенном виде и на примерах.

## 2 Анализ Инспекционных отчетов

### 2.1 Основа данных

В виду того, что программа WSVPruf пока внедрена не во всей ФРГ, имеется в распоряжение пока лишь ограниченное число компьютеризованных Инспекционных отчетов (рис. 1). Ввиду большого наличия, по группе шлюзов проведена основная часть инспекций - их 55. Поэтому по ним и получено большинство

## 2 Auswertung von Inspektionsberichten

### 2.1 Datengrundlage

Da das Programm WSVPruf bislang noch nicht bundesweit eingeführt ist, stehen derzeit nur eine begrenzte Auswahl an digitalen Inspektionsberichten zur Verfügung, Bild 1. Entsprechend ihrer Häufigkeit bildet die Gruppe der Schleusenanlagen mit 55 Prüfungen auch den größten Anteil bislang verfügbarer digitaler Inspektionsberichte. Die Berichte stammen zur Hälfte aus dem Direktionsbereich der WSD Ost und zur anderen Hälfte aus den übrigen Direktionsbereichen.

### 2.2 Analyse der Schäden

Eine erste Analyse der Schäden findet über die Anzahl der jeweils angegebenen Schäden statt. Hier zeigt sich eine typische Schadensverteilung, wobei die Schäden durch die Prüfberichte repräsentiert werden; die Mehrzahl der Prüfberichte hat jeweils nur eine geringe Anzahl von Schäden, Prüfberichte mit sehr vielen Schäden nehmen prozentual ab, Bild 2. Der Mittelwert der untersuchten Stichprobe liegt bei 36 Schäden je Prüfbericht.

In den Merkblättern zur Bauwerksinspektion der Bundesanstalt für Wasserbau, [2], wird empfohlen, die im Prüfbericht aufgeführten Schäden in Schadensklassen

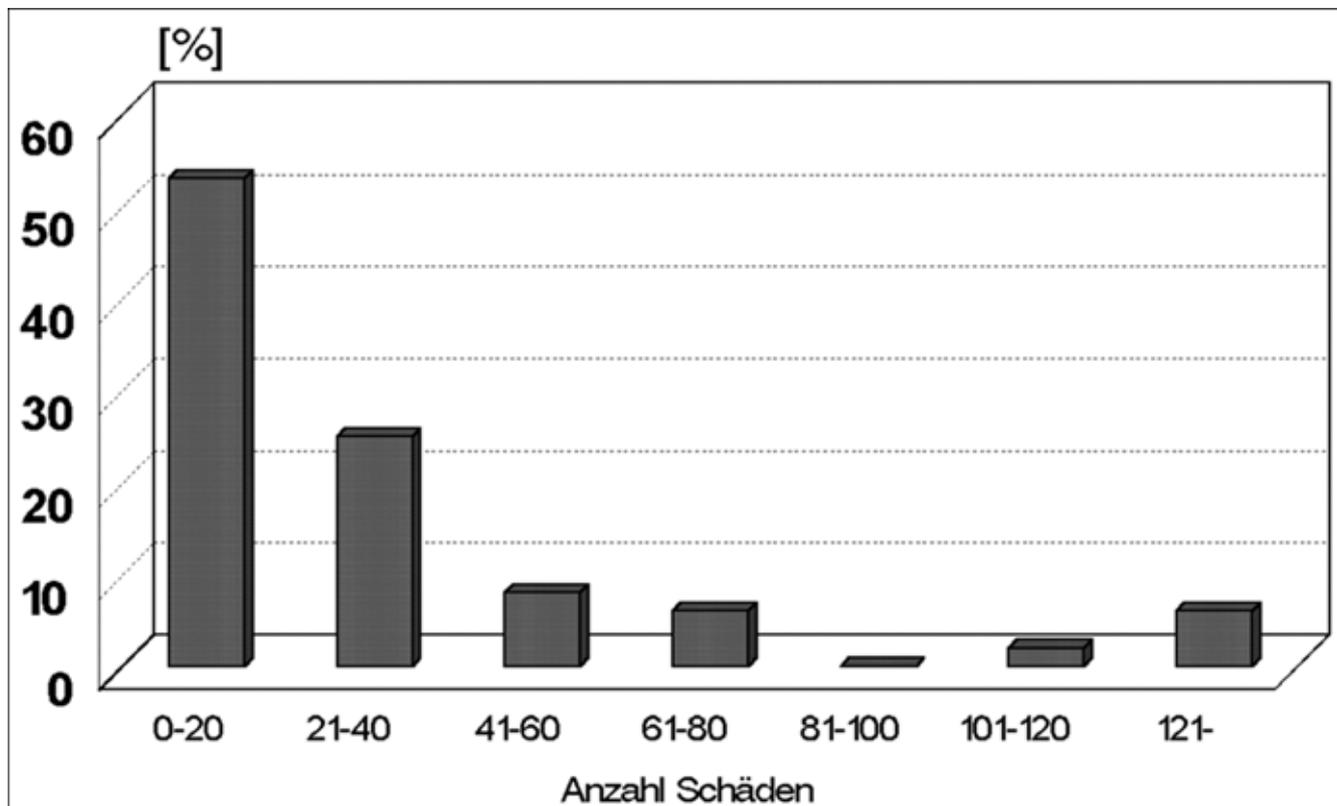


Bild 2: Häufigkeit der Anzahl von Schäden je Inspektion

Рис. 2: Частота количества дефектов, обнаруженных во время инспекции

компьютеризованных Инспекционных отчетов. Половина отчетов получена от объектов Восточной дирекции ВПС, а другая половина - от остальных дирекций ВПС Федерации.

## 2.2 Анализ дефектов

Первый анализ проводится по количеству обнаруженных дефектов. Это показывает характерное распределение дефектов, представленных в Инспекционных отчетах. В большинстве этих отчетов представляется только незначительное количество дефектов. Процентная доля Инспекционных отчетов с многочисленными дефектами небольшая (рис. 2). Усредненное значение, полученное на основе селективной проверки, составляет 36 дефектов на один отчет. В технических памятках об инспекции сооружений, разработанных БАВ [2], рекомендуется классифицировать приводимые в Инспекционных отчетах дефекты на отдельные классы для уточнения размера дефектности. Программа WSVPruf требует обязательного указания класса дефектности при вводе данных. Установлено 4 классы дефектности, описанные в литературе [2] до [4]:

- класс 0: без дефекта
- класс 1: незначительный дефект без влияния на безопасность и стабильную работу

einzuteilen, um ein genaueres Bild vom Ausmaß des Schadens zu bekommen; die Eingabe der Schadensklasse im Programm WSVPruf ist zwingend.

Die Beschreibungen der 4 Schadensklassen gemäß [2] bis [4] sind:

- Schadensklasse 0: beschreibt Schäden „ohne Befund“.
- Schadensklasse 1: Kleinerer Schaden, der kein Risiko für die Sicherheit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerkes darstellt.
- Schadensklasse 2: Leichter Schaden, der langfristig die Dauerhaftigkeit des Bauwerks oder eines Bauteiles beeinträchtigen kann und Instandsetzung erfordert.
- Schadensklasse 3: Schaden, der absehbar die Sicherheit des Bauwerkes beeinträchtigen kann und kurzfristige Instandsetzung erfordert.
- Schadensklasse 4: Schwerer Schaden, der eine erkennbare oder vermutete Gefahr für die Sicherheit des Bauwerkes darstellt; sofortiges Handeln (gegebenenfalls Nutzungseinschränkung, Sicherung, Sperrung) erforderlich.

In Bild 3 ist die prozentuale Verteilung der ausgewerteten Schäden in den einzelnen Schadensbewertungen 1-4 angegeben.

Es wird deutlich, dass der Schwerpunkt (57,5 %) in Schadensklasse 1 liegt und insgesamt lediglich 9,1 %

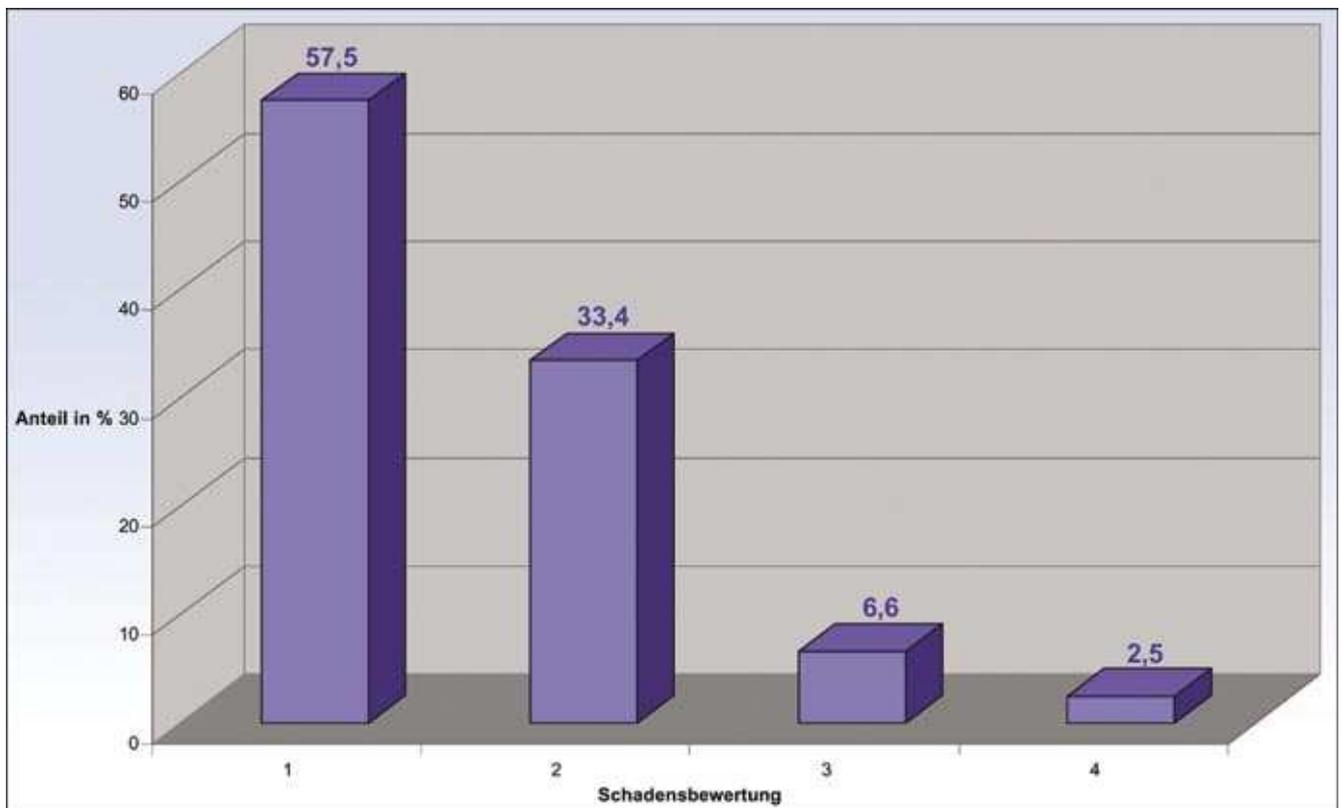


Bild 3: Prozentuale Verteilung der Schäden nach Bewertung

Рис. 3: Процентное распределение дефектов по их оценке

- сооружения
- класс 2: небольшой дефект, который в перспективе может отрицательно сказываться на стабильную работу у сооружения и требует ремонта.
- класс 3: дефект, который в ближайшее время может снизить безопасность сооружения и требует срочного ремонта.
- класс 4: серьёзное нарушение, представляющее видимую или скрытую опасность для безопасной работы сооружения. Необходимо незамедлительное вмешательство (при необходимости ввести ограничение использования, провести крепежные работы, закрыть эксплуатацию).

На рис. 3 представляется процентное распределение проанализированных дефектов по отдельным классам дефектности от 1 до 4. Отсюда вытекает, что основная доля дефектов (57,5 %) относится к классу 1 и лишь 9,1 % - к классам 3 или 4. Если пренебрегать инспекциями с обнаружением свыше 100 дефектов, то распределение изменяется лишь незначительно (кл.1-50,3 %, кл.2 -40,1 %, кл.3 7,6 %, кл.4 -1,9 %). Заметно незначительное процентное отклонение между классами 1 и 2, что означает, что при

eine Bewertung 3 bzw. 4 aufweisen. Wenn die Prüfungen mit über 100 Schäden vernachlässigt werden, verändert sich die Verteilung nur unwesentlich (SK1: 50,3 %, SK2: 40,1 %, SK3: 7,6 %, SK4: 1,9 %). Es zeigt sich eine leichte Verschiebung von SK1 nach SK 2, was bedeutet, dass bei einer großen Anzahl von Nennungen der Anteil an SK1 größer ist als bei einer geringeren Anzahl von Nennungen.

Eine weitere zielführende Auswertung von Schäden ergab sich durch die Bildung von Kategorien der Bauteile in Anlehnung an [7]. Die Bauteilgliederung in WSVPruf wurde seinerzeit in Anlehnung an die räumliche Struktur einer Schleusenanlage gewählt, sodass sich z.B. unter dem Oberbegriff Unterhaupt sowohl die massivbaulichen Teile (Wände, Sohle), die stahlwasserbaulichen Teile (Tore, Antriebe) wie auch Ausrüstungsteile (Leitern, Poller) befinden. Diese Bauteilgliederung erweist sich für eine Auswertung als zu inhomogen. Nunmehr wurden 12 Kategorien aufgestellt und alle über WSVPruf „abgebildeten“ Bauteile jeweils einer Kategorie zugeteilt. Die Kategorien sind Massivbau, Stahlwasserbau, Korrosionsschutz, Antriebe, Einrichtungen für den Schiffsverkehr, Festmachevorrichtungen, Fugen, Dichtungen, Lager/Rollen, Sicherungen, Oberbegriffe, Sonstiges. Eine Aufteilung der Schäden in die einzelnen Kategorien zeigt Bild 4.

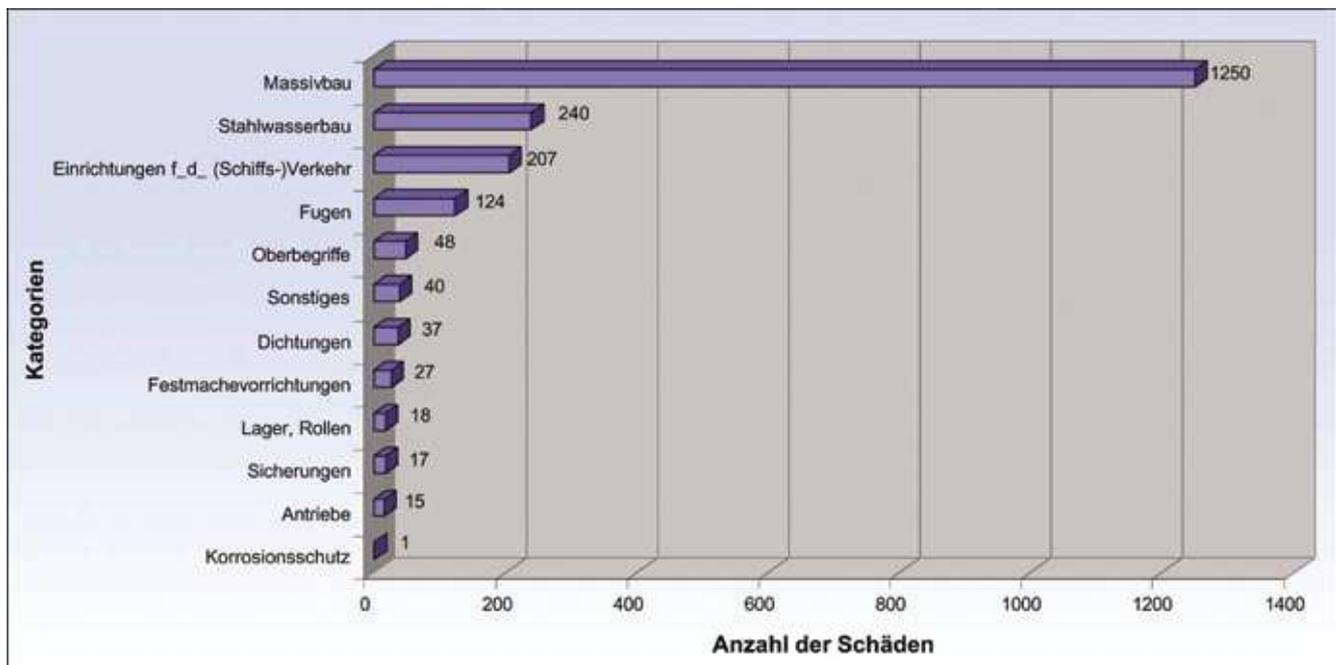


Bild 4: Anteil der Schäden je Kategorie

Ris. 4: Доля дефектов в категории

большом количестве перечисленных дефектов доля дефектности по классу 1 больше чем при уменьшенном количестве.

Другой целевой анализ дефектов получился в результате категоризации конструктивных деталей, см. [7]. В программе WSVPruf категории

Neben der Massivbau- und Stahlwasserbaukategorie treten bei dieser Auswertung noch die Kategorie Einrichtungen für den (Schiffs-)Verkehr und die Kategorie Fugen deutlich hervor. Unter ersterem verstehen sich im wesentlichen Steigeleitern und deren Befestigungen sowie Laufstege, Maste, etc. Die restlichen Kategorien haben einen geringen Anteil.

были выбраны исходя из пространственной структуры шлюза так, что напр. под общее понятие „нижняя голо-ва“ подпадали как монолитные части (стенки, днище), стальные конструкции (ворота, приводные механизмы), а также оснастка (стремянки, рымы). Такая категоризация оказалась неудовлетворительной для анализа. Поэтому впоследствии было принято 12 категорий с тем, что все „отображенные“ в программе „WSVPruf“ детали были категоризированы, а именно: монолитные конструкции, стальные конструкции, элементы антикоррозионной защиты, приводные механизмы, устройства для обслуживания судоходства, швартовные устройства, швы, уплотнения, подшипники/ролики, предохранительные устройства, общие понятия, прочие. Распределение дефектности по отдельным категориям показано на рис. 4.

Наряду с категориями монолитных и стальных конструкций при анализе явно выделяются категории „устройства для судоходства“ и „швы“. Под категорией „устройства для судоходства“ понимаются в основном стремянки и их крепления, а также ходовые мостики, мачты и т.п. доля дефектов в остальных категориях незначительна.

На рис. 5 иллюстрируется распределение классов дефектности по отдельным категориям.

Bild 5 verdeutlicht die Verteilung der Schadensklassen in den einzelnen Kategorien. Die meistgenannte Kategorie Massivbau weist im wesentlichen Schäden der Schadensklasse 1 und 2 auf; die Kategorie Festmachevorrichtungen hat dagegen einen signifikant hohen Anteil von Schäden in Schadensklasse 3 und 4. Es ist dabei aber die geringe Anzahl der Schäden in dieser Kategorie zu beachten, welche die prozentuale Verteilung beeinflusst. Nur wenige Schäden erfordern größere Instandsetzungsmaßnahmen bzw. die Erneuerung von Bauteilen.

### 3 Zustandsnote für Bauwerke

#### 3.1 Algorithmus „einzahlige Zustandsnote“

Aus 55 vorliegenden Berichten zu Schleusenprüfungen werden 39 Bauwerke mit der einstufigen Bewertung der Schäden aus der Bauwerksinspektion und nach den für Schleusen eingeführten Kategorien ausgewertet. In Anlehnung an [7] wurde ein Algorithmus aufgestellt, der im Folgenden erläutert wird.

Alle in WSVPruf aufgenommenen Schäden müssen einer Bewertung unterzogen werden, sodass für jeden Schaden eine ganzzahlige Zustandsnote  $Z_1$  zwischen 1 und 4 vorliegt.

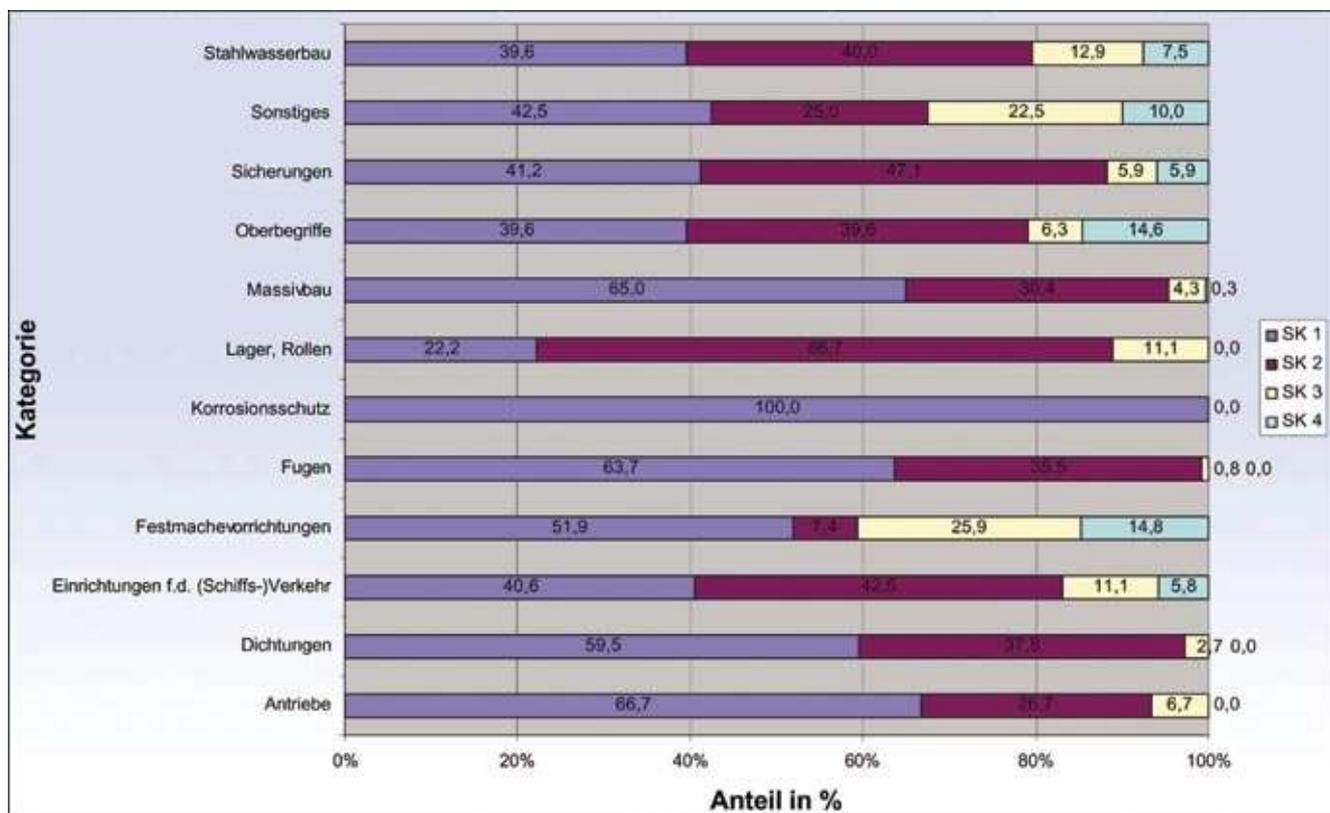


Bild 5: Verteilung der Schadensklassen in den einzelnen Kategorien

Рис. 5: Распределение дефектов по классам в отдельных категориях

Большинство дефектов обнаружено в категории „монолитные конструкции“. Эти дефекты относятся в основном к классам 1 и 2. Однако в категории „швартовые устройства“ обнаружено чрезвычайно большое количество дефектов, относимых к классам 3 и 4. Но при этом следует учесть незначительное количество дефектов в этой категории, которые сказываются на процентное распределение. Лишь небольшое количество дефектов требует проведения крупных ремонтных работ или замены деталей.

### 3 Балльная оценка состояния сооружений

#### 3.1 Алгоритм „Одноразрядная балльная оценка состояния“

Из числа 55 представленных отчетов о ревизиях шлюзов анализируются 39 сооружений по одноразрядной балльной оценке при ревизии и по категориям, введенным для шлюзов. Аналогично тому, что указано в [7], разработан алгоритм, который ниже поясняется.

Все включаемые в программу „WSVPruf“ дефекты должны быть оценены по балльной системе так, чтобы каждый дефект получил одноразрядную балльную оценку  $Z_1$  в пределах от 1 до 4.

Когда выясняется, что дефект имеет большой объем, одноразрядная балльная оценка получает коэффициент  $\Delta Z_1 = 0,1$ . Так как программа „WSVPruf“ не требует указывать размер дефекта и количественные объемы указываются только в незначительных случаях, можно учитывать лишь условно размер дефекта на основе представленной информации.

В рамках отдельных категорий определяется наихудшая балльная оценка и в зависимости от количества дефектов в рамках категории добавляется плюсовой или минусовой коэффициент по следующим критериям:

$$n < 3 \rightarrow \Delta Z_2 = - 0,1$$

$$3 \leq n \leq 5 \rightarrow \Delta Z_2 = 0$$

$$n > 5 \rightarrow \Delta Z_2 = + 0,1$$

Это относится ко всем категориям.

На основе балльной оценки по отдельным категориям впоследствии определяется балльная оценка состояния всего сооружения, с тем, что наихудшая балльная оценка каждой категории получает плюсовой или минусовой коэффициент исходя из количества дефектных категорий. При

Wenn aus dem Text deutlich wurde, dass der Schaden einen größeren Umfang hat, wurde die genzahlige Schadensnote mit einem Zuschlag  $\Delta Z_1 = 0,1$  versehen. Da in WSVPruf keine Verpflichtung besteht, die Schadensmenge anzugeben und nur in wenigen Fällen eine Mengenangabe gemacht wurde, kann eine Berücksichtigung des Schadensausmaßes allein durch die vorliegenden Informationen nur bedingt erfolgen.

Innerhalb der Kategorien wurde die schlechteste Zustandsnote ermittelt und je nach Anzahl der Schäden innerhalb der Kategorie ein Zu- bzw. Abschlag nach den folgenden Regeln berücksichtigt:

$$n < 3 \rightarrow \Delta Z_2 = - 0,1$$

$$3 \leq n \leq 5 \rightarrow \Delta Z_2 = 0$$

$$n > 5 \rightarrow \Delta Z_2 = + 0,1$$

Die Regelungen gelten für alle Kategorien.

Aus den Zustandsnoten in den einzelnen Kategorien wurde anschließend eine Zustandsnote für das Bauwerk ermittelt, in dem die schlechteste Zustandsnote einer Kategorie mit einem Zu-/Abschlag für die Anzahl der geschädigten Kategorien beaufschlagt wurde. Dabei galt folgende Regel:

$$\leq 4 \text{ Kategorien geschädigt} \rightarrow \Delta Z_3 = - 0,1$$

$$5 - 8 \text{ Kategorien geschädigt} \rightarrow \Delta Z_3 = 0$$

$$\geq 9 \text{ Kategorien geschädigt} \rightarrow \Delta Z_3 = + 0,1$$

Das Ergebnis der Auswertung ist in Bild 6 dargestellt.

Es wird das gesamte Notenspektrum von 1,0 bis 4,0 ausgenutzt. Auf Grund der einstelligen Zustandszahl auf Schadensebene und der maximal möglichen drei Ab-/Zuschläge, bewegen sich die Noten immer im Bereich der Ganzzahlen ( $\pm 0,3$ ). Von den 55 Schleusen sind 34 Schleusen im Zustandsnotenbereich „noch ausreichend“ oder besser.

Zu dem Verfahren sind folgende Punkte anzumerken:

- Innerhalb der Kategorien wird die Anzahl der Schäden durch einen Zu-/Abschlag ebenso berücksichtigt wie die Anzahl der geschädigten Kategorien des gesamten Bauwerks. Dies geschieht in geringem Maße, sodass die prüferspezifische Art der Dokumentation speziell im Bereich der Schadensanzahl die Gesamtnote nicht signifikant beeinflusst.
- Die schlechteste Einzelnote beeinflusst die Gesamtnote und kann durch Zu-/Abschläge maximal um 0,3 gehoben bzw. gesenkt werden. Dadurch können selbst viele gute Schadensbewertungen einen schweren Schaden nicht kompensieren.

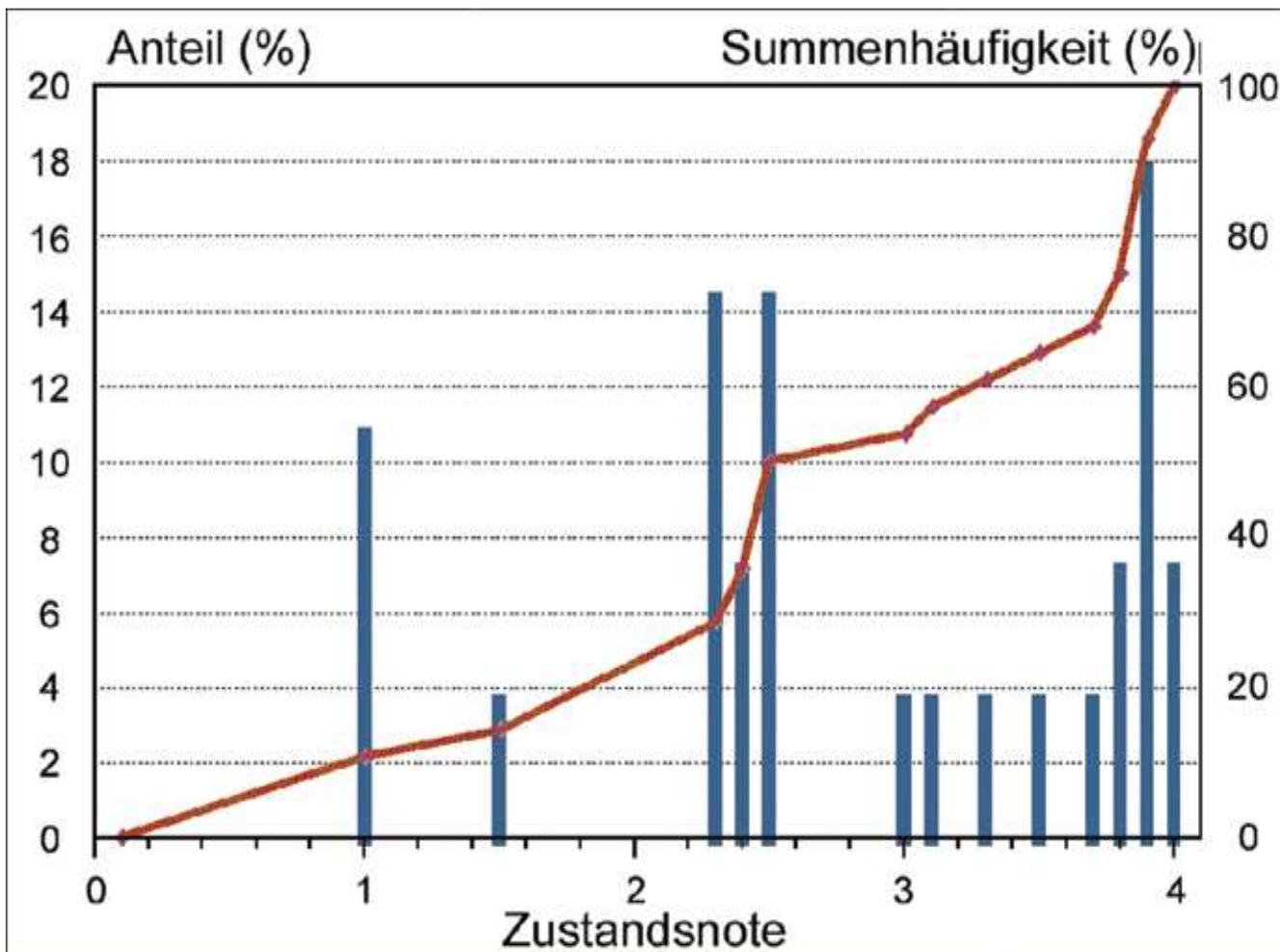


Bild 6: Verteilung der Zustandsnote

Рис. 6: Распределение балльной оценки технического состояния

этом подход следующий:

≤ 4 категории дефектны →  $\Delta Z_3 = - 0,1$

5 - 8 категории дефектны →  $\Delta Z_3 = 0$

≥ 9 категории дефектны →  $\Delta Z_3 = + 0,1$

Результат анализа показан на рис. 6.

При этом используется весь спектр балльности от 1 до 4. В связи с одноразрядной балльностью дефектов и максимально возможными тремя плюсовыми и минусовыми коэффициентами балльные оценки находятся всегда в пределах полных чисел (+0,3). Из числа 55 шлюзов 34 оцениваются „еще удовлетворительными“ или лучше.

По принятому порядку следует дополнить следующие замечания:

- Eine Berücksichtigung der Bedeutung des Bauteils findet nicht statt.

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Erstmals wurden Prüfberichte nach VV-WSV 2101 stichprobenweise einer systematischen Auswertung zugeführt. Am Beispiel geprüfter Schleusenanlagen werden Schwerpunkte der geschädigten Bereiche und Ansätze für eine Schwachstellenanalyse deutlich.

Für eine beabsichtigte Priorisierung der geprüften Bauwerke für Instandsetzungsmaßnahmen auf der Grundlage einer Zustandsnote wurde mit Hilfe der einzahligen Zustandsbewertung und der vorgenommenen Kategorisierung ein Algorithmus entwickelt, mit dem bereits eine ausreichend genaue Reihung der Bauwerke nach Erhaltungszustand erreicht werden kann. Das Verfahren kann damit auf alle mit WSVPruf erstellten Prüfberichte angewendet werden. Problematisch ist einzig die Berücksichtigung von Instandsetzungsmaßnahmen, die in engem zeitlichen Zusammenhang mit der Inspektion stehen und damit den Erhaltungszustand des Bauwerks verändern.

- В рамках каждой отдельной категории количество дефектов учитывается так же как количество дефектных категорий по всему сооружению. Это случается в небольшом объеме так, что характерный для ревизии вид документации, в частности по количеству дефектов, сказывается на общую балльную оценку только в незначительной мере.
- Наихудшая отдельная балльная оценка влияет на общую оценку и может изменяться максимально лишь на 0,3 в результате учета плюсовых и минусовых коэффициентов. Этим обеспечивается, что в результате большого количества малодефектных оценок не может быть компенсирован серьёзный дефект.
- Значимость конструктивного узла при оценке не учитывается.

#### 4 Обобщене и выводы

Впервые были систематически проанализированы селективным способом Инспекционные отчеты по Инструкции VV-WSV-2101. На примере проверенных шлюзов выявляются главные места дефектных зон и первые выводы из анализа „слабых мест“.

В целях определения приоритетности по проверенным сооружениям для принятия ремонтных мероприятий на основе балльной оценки их состояния был разработан соответствующий алгоритм посредством одноразрядной балльной оценки и принятой категоризации. С помощью этого алгоритма можно получать с достаточной точностью оценку сооружений по отношению к степени их сохранности. Этот метод можно применять для всех Инспекционных отчетов, составляемых по программе „WSVPruf“. Проблемой является только учет ремонтных мероприятий, которые тесно связаны со сроком проведения инспекционного обследования, изменяя тем самым техническое состояние сооружения.

Эти модули являются первыми шагами по пути создания менеджментной системы по сооружениям.

#### 5 Литература

См. немецкий текст

Дiese Module sind erste Schritte auf dem Weg zu einem Bauwerks-Management-System.

#### 5 Literatur

- [1] VV-WSV 2101, Verwaltungsvorschrift „Bauwerksinspektion“, BMV(BW), Bonn 1984
- [2] Merkblatt Bauwerksinspektion „Schiffsschleusenanlagen - Massivbau“, und „Schiffsschleusenanlagen - Stahlwasserbau“, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, August 1998
- [3] Merkblatt Bauwerksinspektion „Wehranlagen“, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, August 1998
- [4] Merkblatt Bauwerksinspektion „Düker“, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, Juni 1994
- [5] DIN 1076, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung, November 1999
- [6] ASB, Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Bauwerksdaten, 1999.
- [7] Haardt, P.; Algorithmen zur Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken. In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B22, Bergisch Gladbach, Februar 1999.
- [8] Krieger, et al., Die objektbezogene Untersuchung und Bewertung von Brücken im Rahmen des Bauwerks-Management-Systems. In: Bautechnik 77, 2000.
- [9] 2. Zwischenbericht zum Pilotprojekt „Zustandsnote für Objekte“, im Auftrag der WSD Ost, Bundesanstalt für Wasserbau, September 2000, unveröffentlicht.
- [10] Kunz, C., Bödefeld, J.: Von der Bauwerksinspektion zum Bauwerksmanagement, Mitteilungsblatt der BAW Nr. 83, Oktober 2001

