

Jörg Bödefeld

Erhaltungsmanagement von (Verkehrs-)Wasserbauwerken

Schutzsysteme gegen Naturgefahren -
Dauerhaft fit durch Systems Engineering?

München, 13. Oktober 2015



Inhalt

1. Organisation (BMVI, WSV, BAW)
2. Bauwerke der WSV
3. Besonderheiten
4. Inspektionsregime
5. EMS

Geschichtlicher Hintergrund

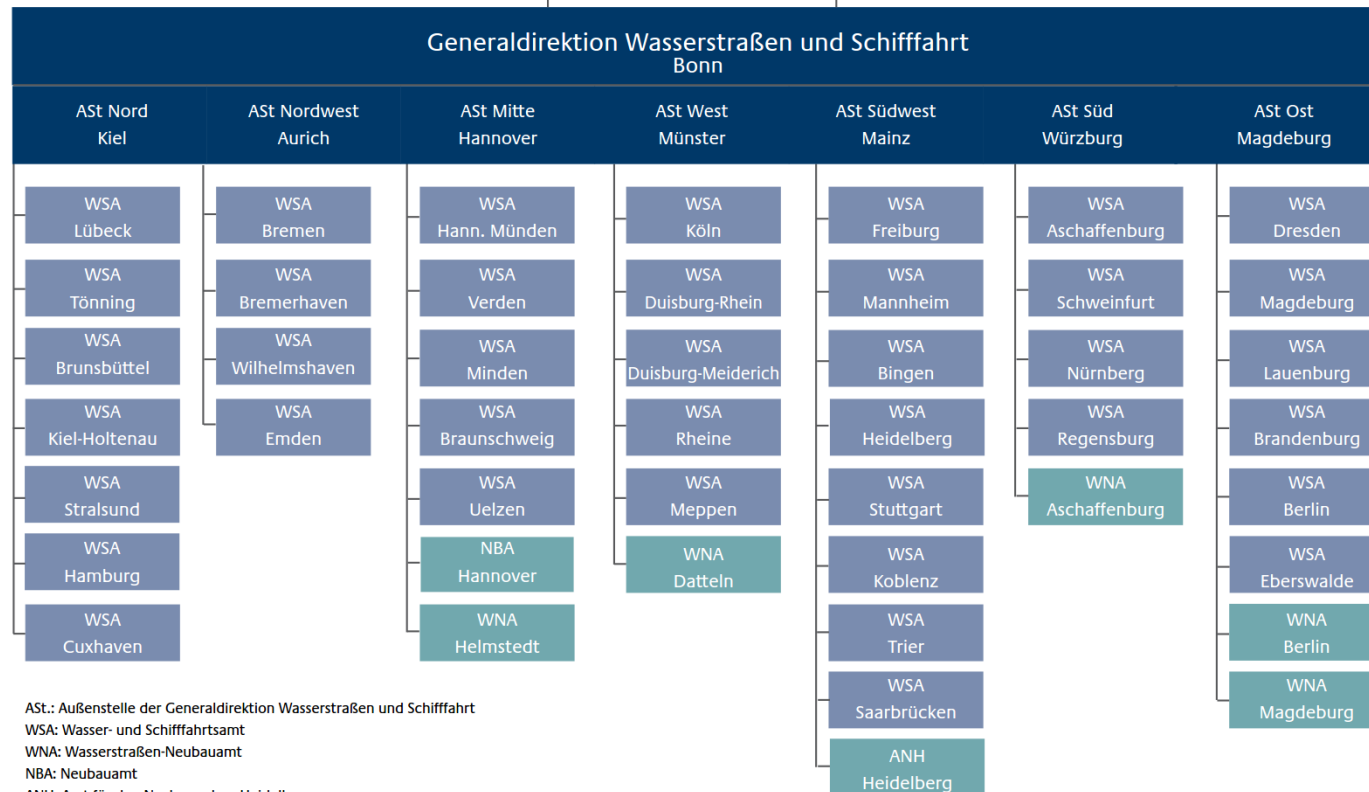
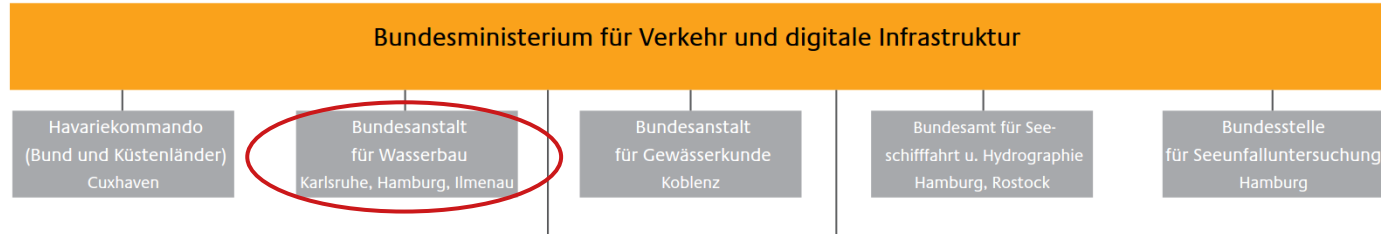
Ursprünglich: Ländersache

1921: Staatsvertrag betreffend den Übergang der Wasserstraßen von den Ländern auf das Reich, vom Reichstag als Gesetz beschlossen durch Reichsgesetz vom 29. Juli 1921

1949: Art 89 GG:

- (1) Der Bund ist Eigentümer der bisherigen Reichswasserstraßen.
- (2) Der Bund verwaltet die Bundeswasserstraßen durch eigene Behörden.
→ Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

Einordnung im Organigramm des BMVI



Stand: 1. Januar 2014

Bundeswasserstraßen

- 7350 km Binnenwasserstraßen

davon

- 750 km Seeschiffahrtsstraßen
- 6600 km Binnenschiffahrtsstraßen

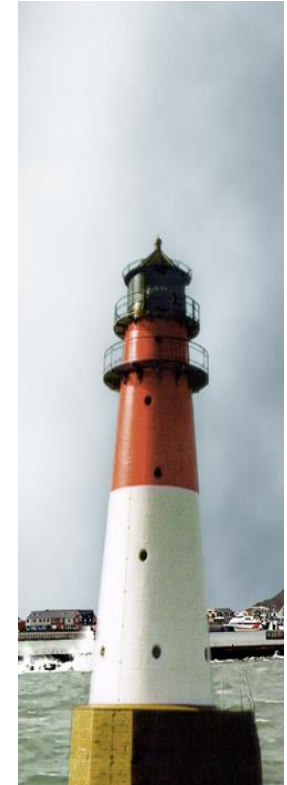
davon

- 2830 km freie/ geregelte Flusstrecken
- 2790 km staugeregelte Flusstrecken
- 1730 km Kanalstrecken

- 23.000 km² Seewasserstraßen



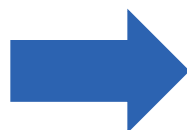
Objektvielfalt



Besonderheit 1

Anlagen WSV

- 319 Schiffsschleusenanlagen
- 307 Wehranlagen
- 5 Schiffshebwerke
- 41 Kanalbrücken
- 354 Dükeranlagen
- 72 Durchlassanlagen
- 675 Leuchtfeueranlagen
- ca. 1600 Brücken
- ...



4356 Objekte in 67 Objektarten

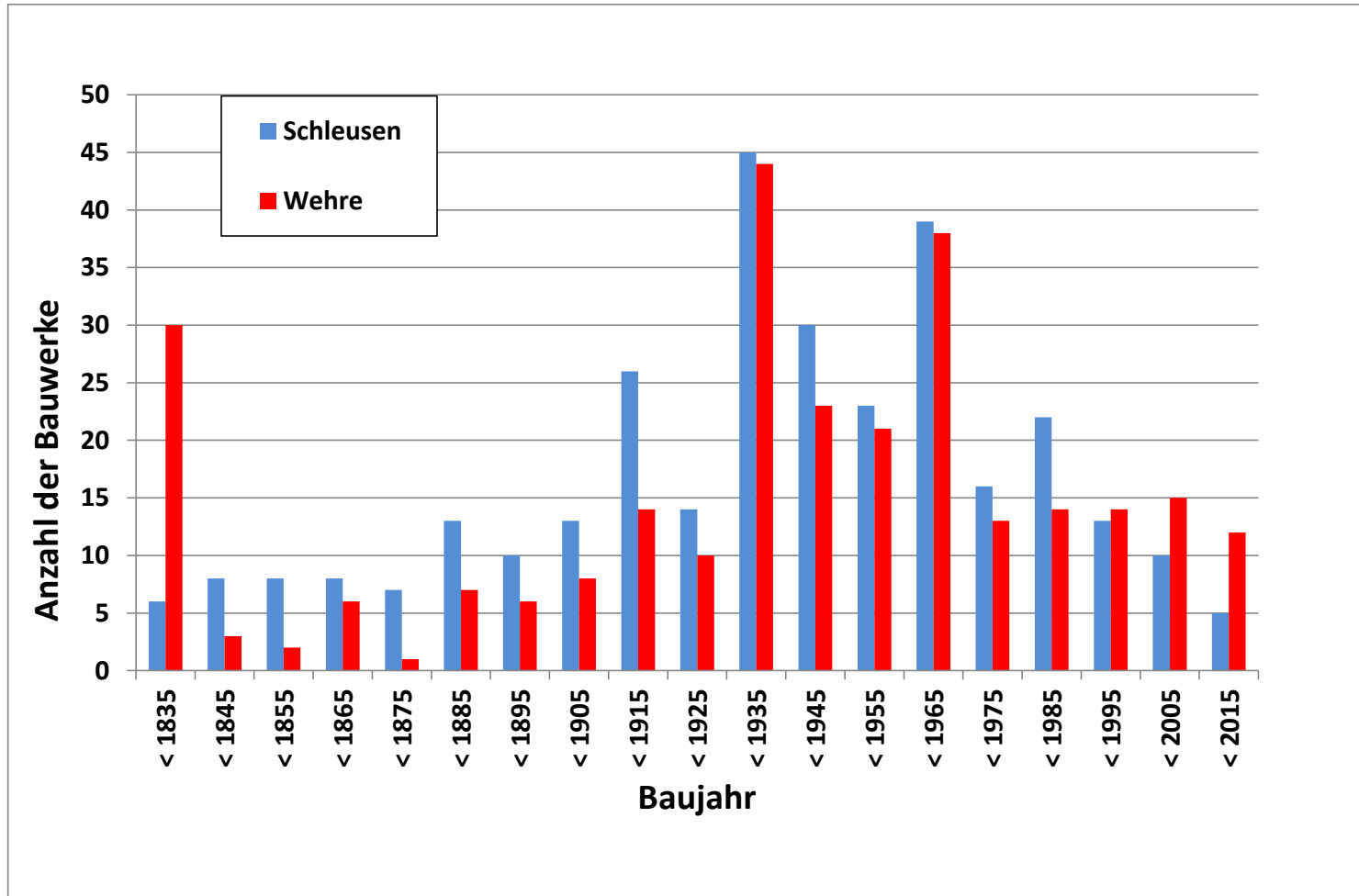
Besonderheit 2



Besonderheit 2



Besonderheit 3



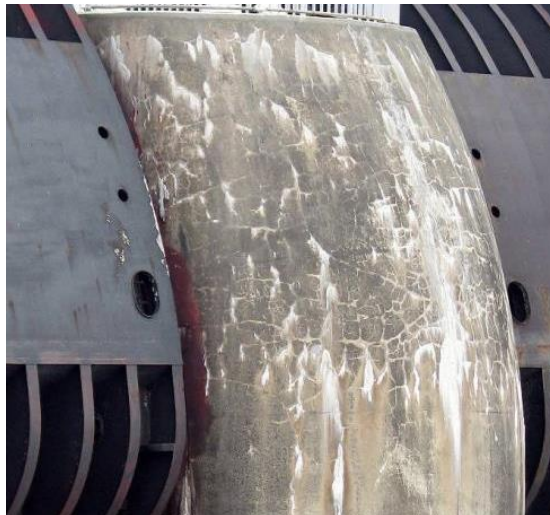
Altersstruktur WSV- Schleusen

Besonderheit 3

Schatzkiste

- Wehranlage Wetzlar (oberes Wehr 1050, unteres Wehr 1250)
- Wehranlage Großes Wehr Naunheim 1550
- Überlauf Würzburg 1644
- Wehranlage Nievern 1671
- Wehranlage Oberbiel 1681
- Fulda/Werra, 11 Bootsschleusen / 12 Wehre 1752
- Saale, 5 Schleusen 1820/1822
- 1824, 1826, 1828, 1830, 1831, 1833, 1834

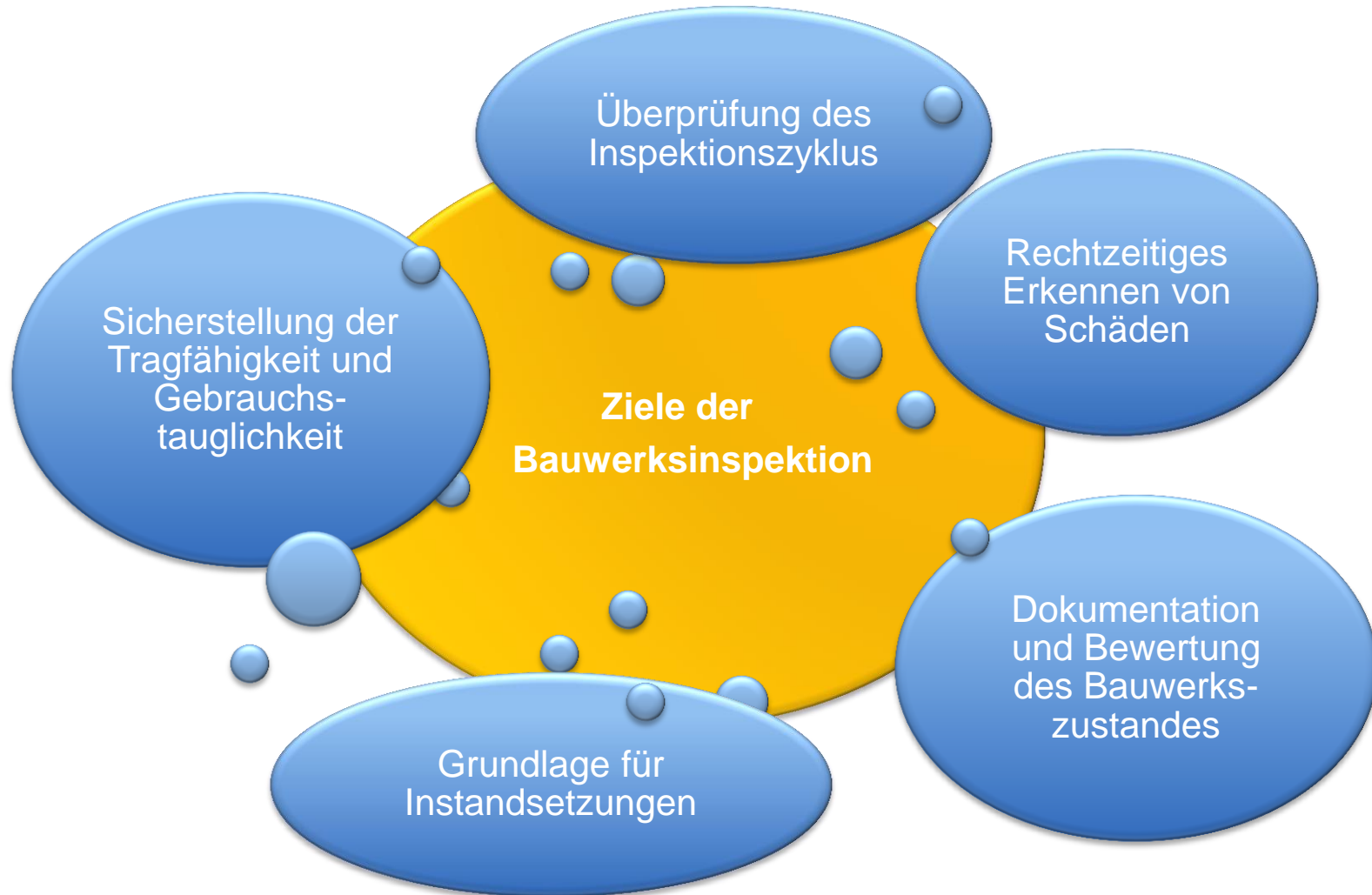
Besonderheit 4

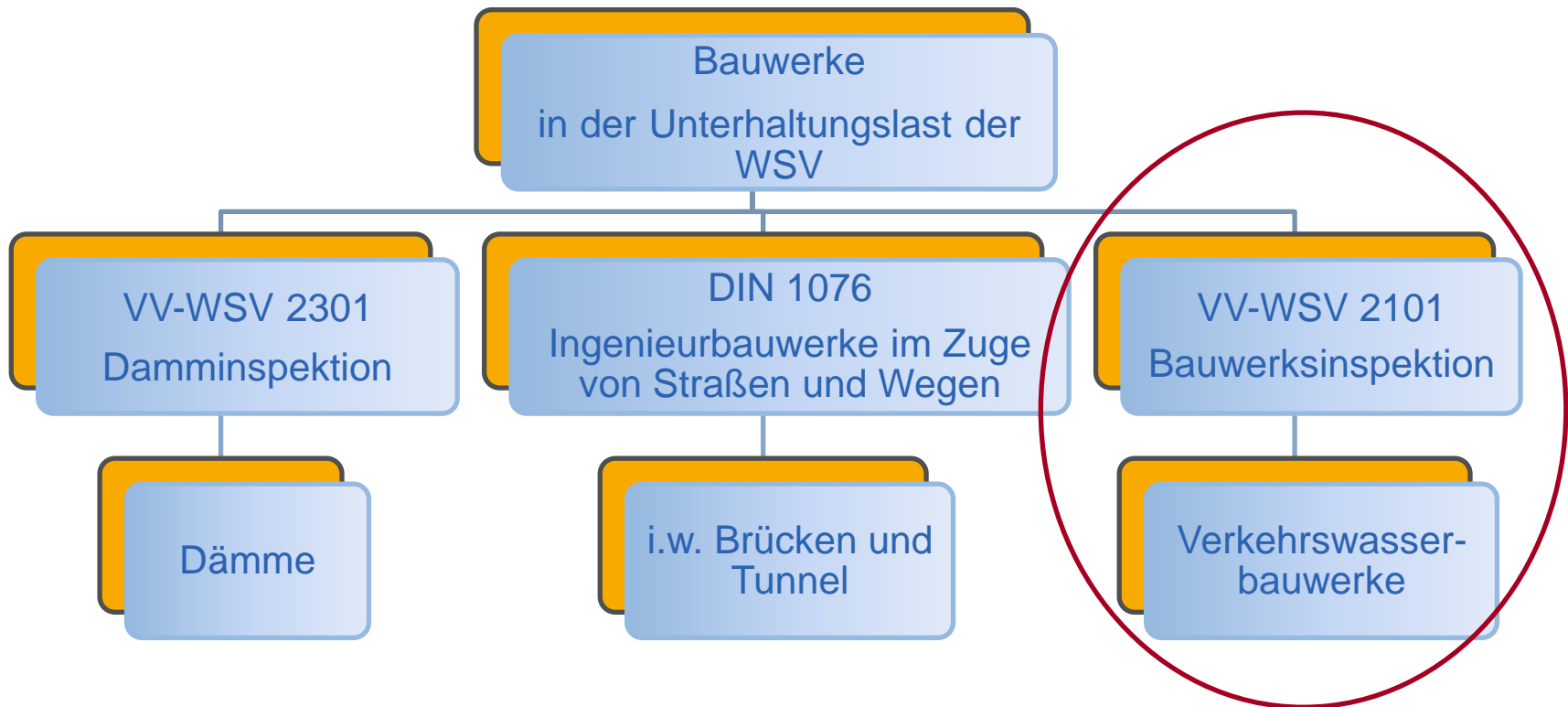


Zusammenfassung

1. viele, unterschiedliche Objektarten
 - unterschiedlichste Expositionen
2. einzelne Objektarten in sehr unterschiedlicher Ausprägung
3. Bauwerksalter sehr hoch
 - unterschiedlichste Bauweisen, Normen, Bemessungen
 - unterschiedlichste Materialien und Techniken
4. unterschiedlichste Verfallsprozesse

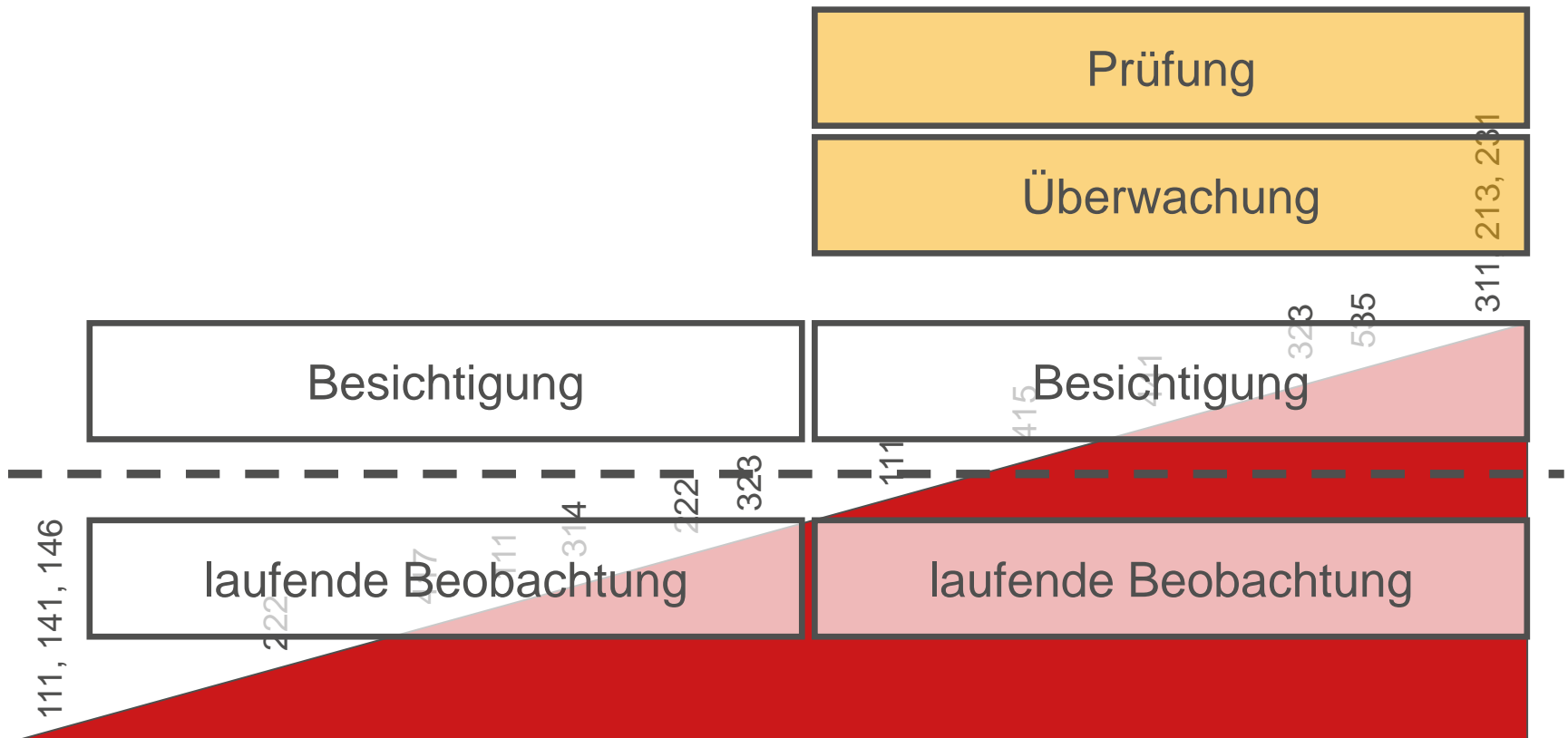
→ **sehr inhomogener Bestand!**





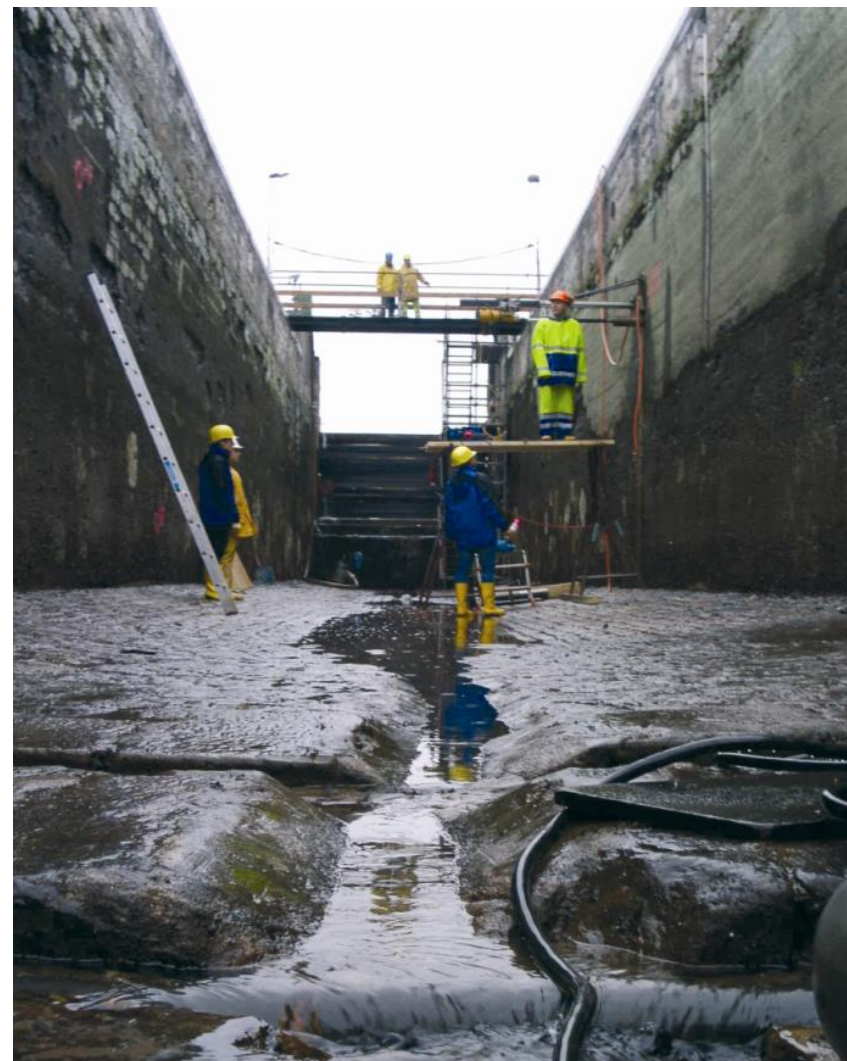
Kategorie B

Kategorie A



Besonderheiten

- Zugänglichkeit
- nur Teilinspektion möglich
- Sperrung der Wasserstraße
- Trockenlegung
- Reinigung
- Verknüpfung mit anderen Maßnahmen



Dokumentation

Besonderheiten: Aufgabenblätter für Überwachung und Prüfung

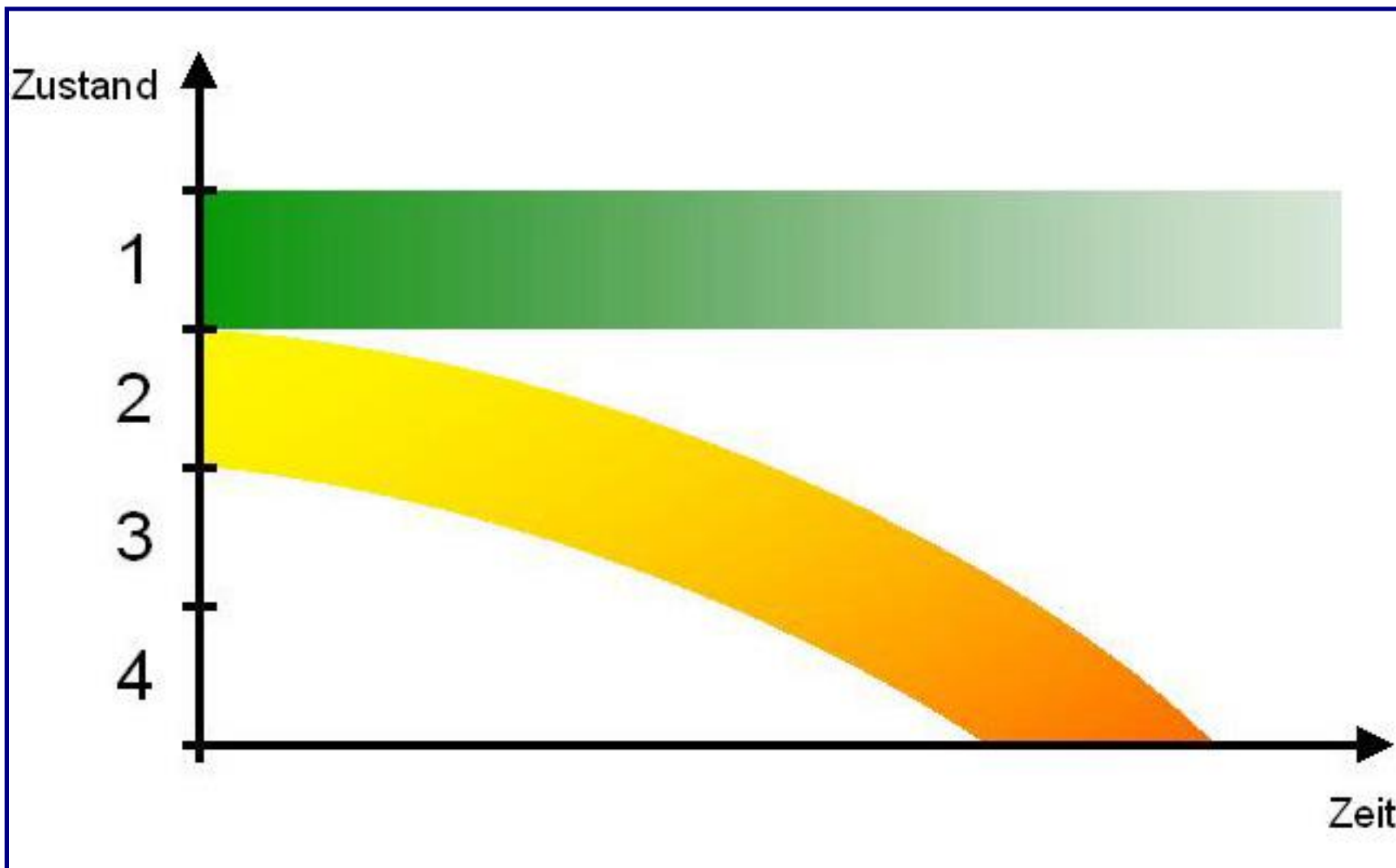
Dokumentation:



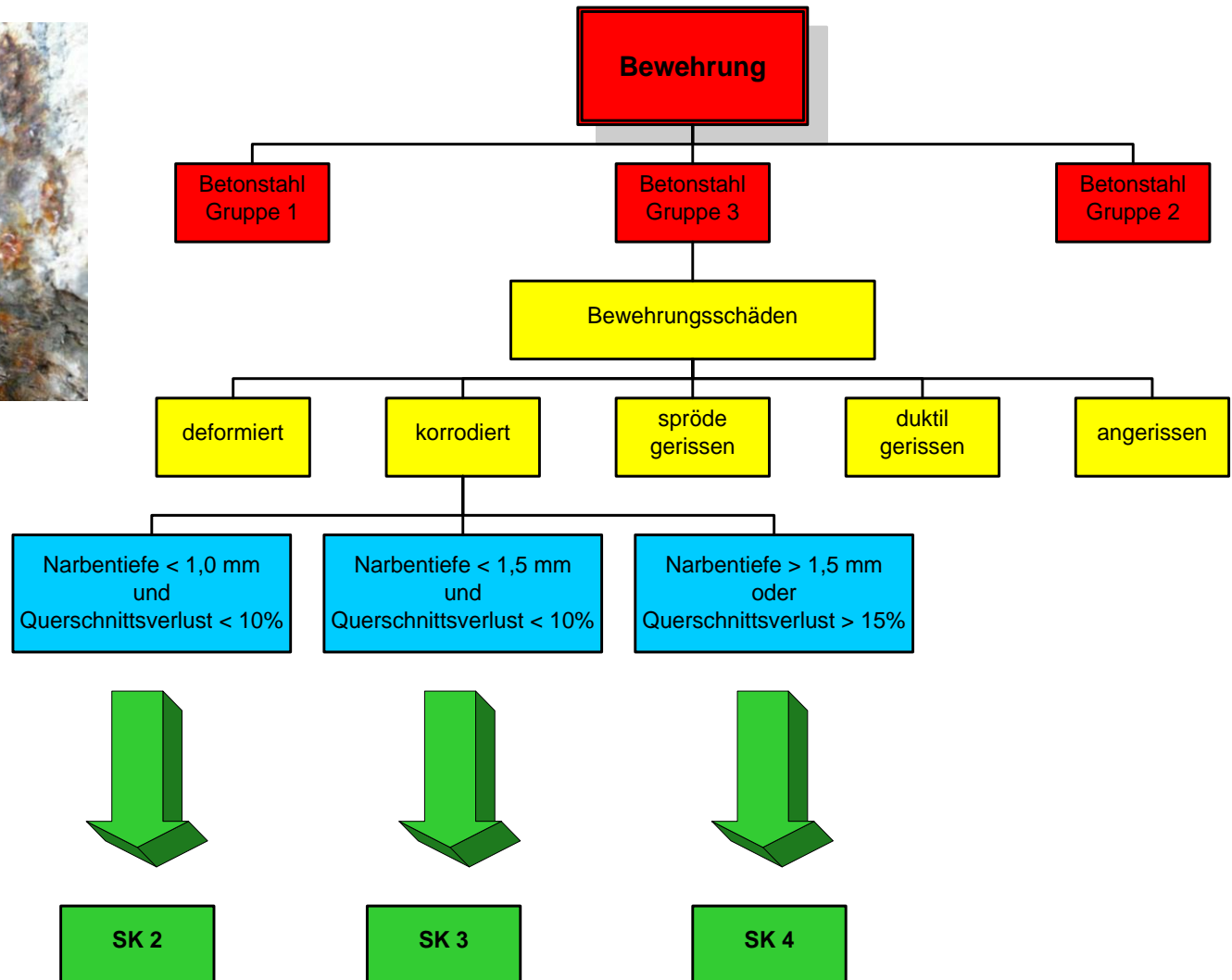
Bewertung: SK 1 bis SK 4
Merkblatt Schadensklassifizierung

Kennzahlen: Prüfnote

Definition der Schadensklassen



Schadensklassifizierung





WSD Mitte
WSA Minden
ABz Bramsche
Schiffsschleusenanlage Hollage

Objektidentnr.: 3113712001
WaStr.-km: 7.238
WaStr.: 3103

Prüfbericht

Schiffsschleusenanlage



Berichtsnummer: 2012-0122
Inspektionsjahr: 2012
Baujahr: 1915

Prüfnote: 4

Bauwerksprüfer/-in:
Bauwerksprüfung vom: 23.05.2012 bis 31.07.2012
Inspektionsrichtung:

vom 20.09.2012

1 von 34




WSD Mitte
WSA Minden
ABz Bramsche
Schiffsschleusenanlage Hollage

Objektidentnr.: 3113712001
WaStr.-km: 7.238
WaStr.: 3103

Nr.	Ort	Schadensbeschreibung	SK
1	oberer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, West	unlegierter Stahl (Baustahl), flächige Korrosion, an allen Bauteilen, Flächige Korrosion bis 30 % der Gesamfläche, größtenteils im Bereich der Tragkonstruktion [122]	2
2	oberer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, West Beschichtung	Korrosionsschutz, schadhaft, an allen Bauteilen, Beschichtungsschäden bis 30 % der Gesamfläche [20]	3
3	oberer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, Ost	unlegierter Stahl (Baustahl), flächige Korrosion, an allen Bauteilen, Flächige Korrosion bis 30 % der Gesamfläche, größtenteils im Bereich der Tragkonstruktion [123]	2
4	oberer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, Ost Beschichtung	Korrosionsschutz, schadhaft, an allen Bauteilen, Beschichtungsschäden bis 30 % der Gesamfläche [21]	3
5	unterer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, Ost	unlegierter Stahl (Baustahl), flächige Korrosion, an allen Bauteilen, Flächige Korrosion bis 30 % der Gesamfläche, größtenteils im Bereich der Tragkonstruktion [124]	2
6	unterer Vorhafen Ausrüstung Leitwerk, Ost Beschichtung	Korrosionsschutz, schadhaft, an allen Bauteilen, Beschichtungsschäden bis 30 % der Gesamfläche [22]	3

vom 20.09.2012

2 von 34


 Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
WSD Mitte
WSA Minden
ABZ Bramsche

Objektidentnr.: 3113714001
WaStr.-km: 12.694
WaStr.: 3103

Zustandsbericht

Schiffsschleusenanlage



Baujahr: 1915

Teilnoten:

Konstruktion	3,2
Stahlbau	3,2
Ausrüstung	3,1
Korrosionsschutz	4
Sonstiges	--

Zustandsnote: 3,2

(Schaden im Bereich des korrosionsschutz sind nicht Bestandteil der Zustandsnote)

Bericht erstellt am: 02.10.2012

vom 02.10.2012 1 von 30

- Schadensklasse
- Teilnoten
- Zustandsnote

Teilnoten:

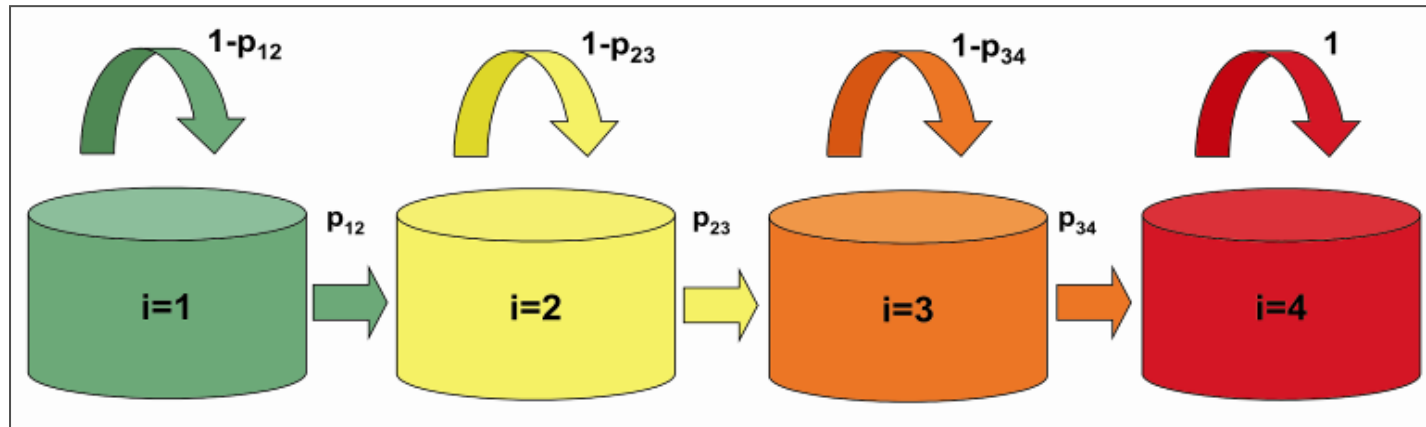
Konstruktion	3,2
Stahlbau	3,2
Ausrüstung	3,1
Korrosionsschutz	4,0
Sonstiges	--

Aktueller Zustand!

Überblick



Objektidentnr.	Baujahr	Konstruktion	Stahlbau	Ausrüstung	Korrosionsschutz	Sonstiges
2135916001	1934	2,1	3,2	1,8	--	2,1
2135916002	1934	3,2	2,2	2	--	3,2
2135916003	1932	3	3,2	--	--	--
2135918001	1953	3,2	2,1	--	--	--
2135918005	1988	1	2,2	1	--	1,9
2135918004	1981	3,1	1	2,8	--	--
2135920001	1971	3,2	3,1	--	2,8	--
2136120002	1930	3	2,1	--	--	--
2136320001	1930	3,2	3,2	--	--	2
2136320002	1932	4	3	--	--	2
2136322001	1935	2,2	2	--	3,2	--
2136322002	1937	2,2	1	--	--	--
2136122001	1937	3,2	1,9	--	--	--
2136124001	1939	--	3,1	--	2,1	--
2136324001	1954	3,2	4	3	3	1,9
2136324002	1950	3,1	3,2	--	3,1	--
2136326001	1952	2	3,2	2,9	2	--
2136326002	1954	2,1	3,2	1	2,8	--
2136326003	1955	3,2	3,2	3	2,9	--
2136326004	1958	2,1	3,2	2	3	--
2136126001	1957	1,9	3	1,8	3,2	--
2136126002	1951	2,1	3,2	--	3,1	--
2136126003	1955	2,9	3,2	2,9	3,1	--
2135926001	1962	3	3,2	3	1,9	--
2135928001	1961	--	3,2	2,8	3	--
2135928002	1958	2,2	2,9	3,1	3	--
2136128001	1951	2,1	3,1	3	1,9	--
2136130001	1925	3	4	--	1,8	--



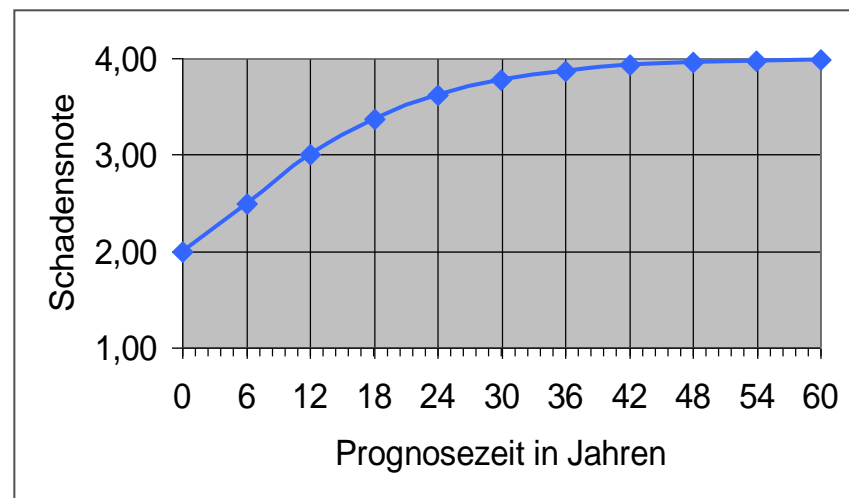
$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 \\ \dots & p_{22} & p_{23} & 0 \\ \dots & \dots & p_{33} & p_{34} \\ \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Markov-Ketten

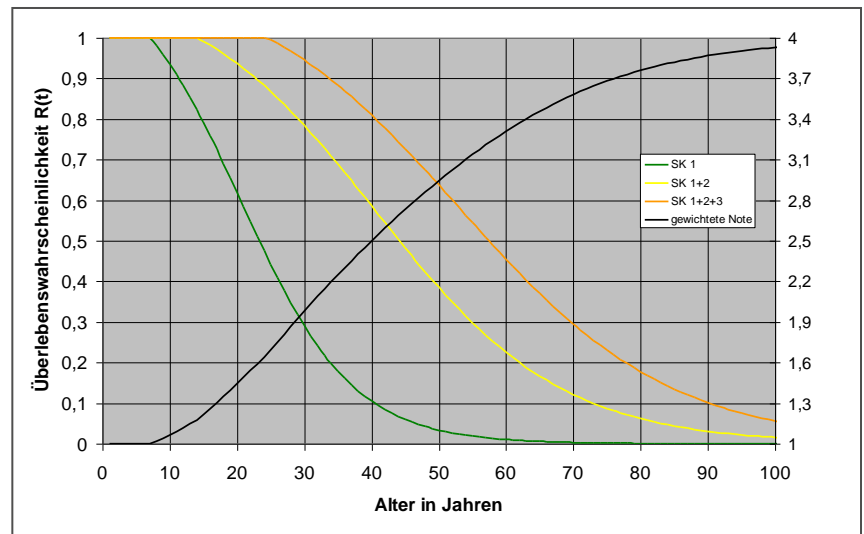
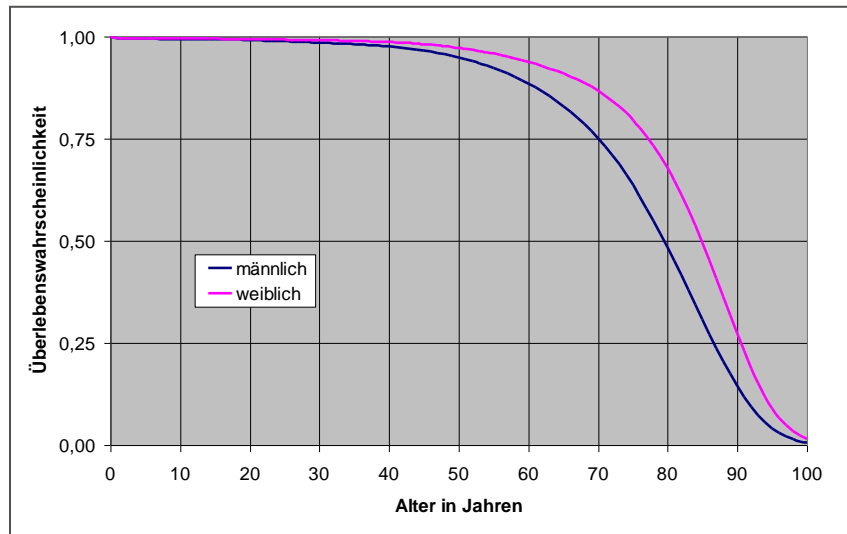
Prognose von erfassten Schäden:

- Erfasste Schäden werden mit Markov-Matrizen prognostiziert.
- Jeder Schadensbegriff ist einem Verfallsprozess zugeordnet.
- Jeder Verfallsprozess besitzt eine Markov-Matrix.

$$\begin{bmatrix} 0,72 & 0,28 & 0 & 0 \\ 0 & 0,87 & 0,13 & 0 \\ 0 & 0 & 0,83 & 0,17 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

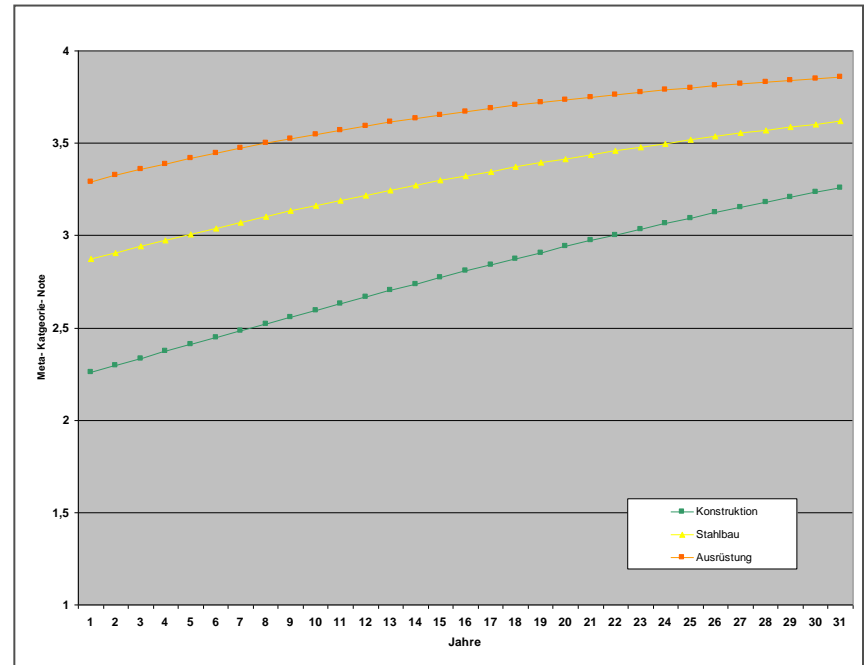
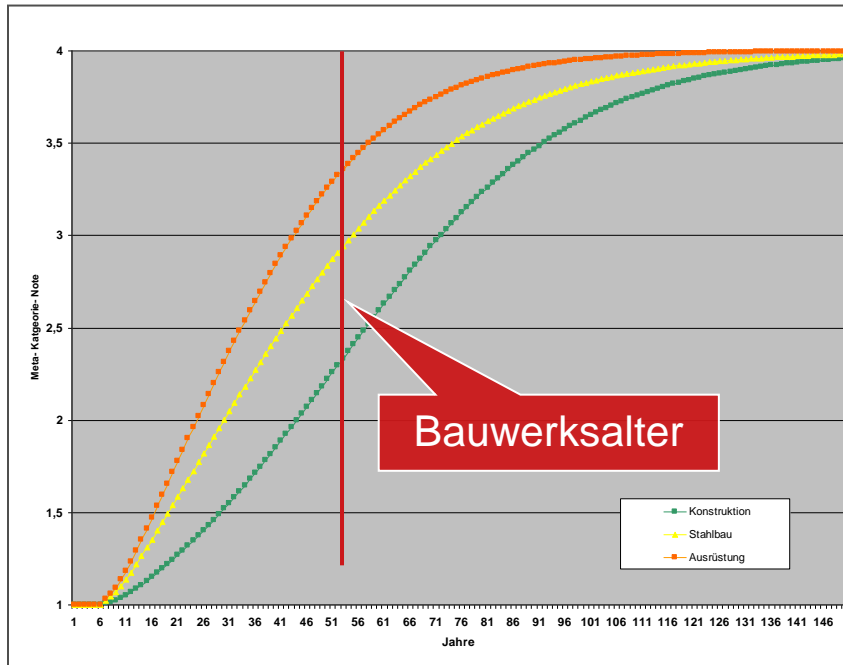


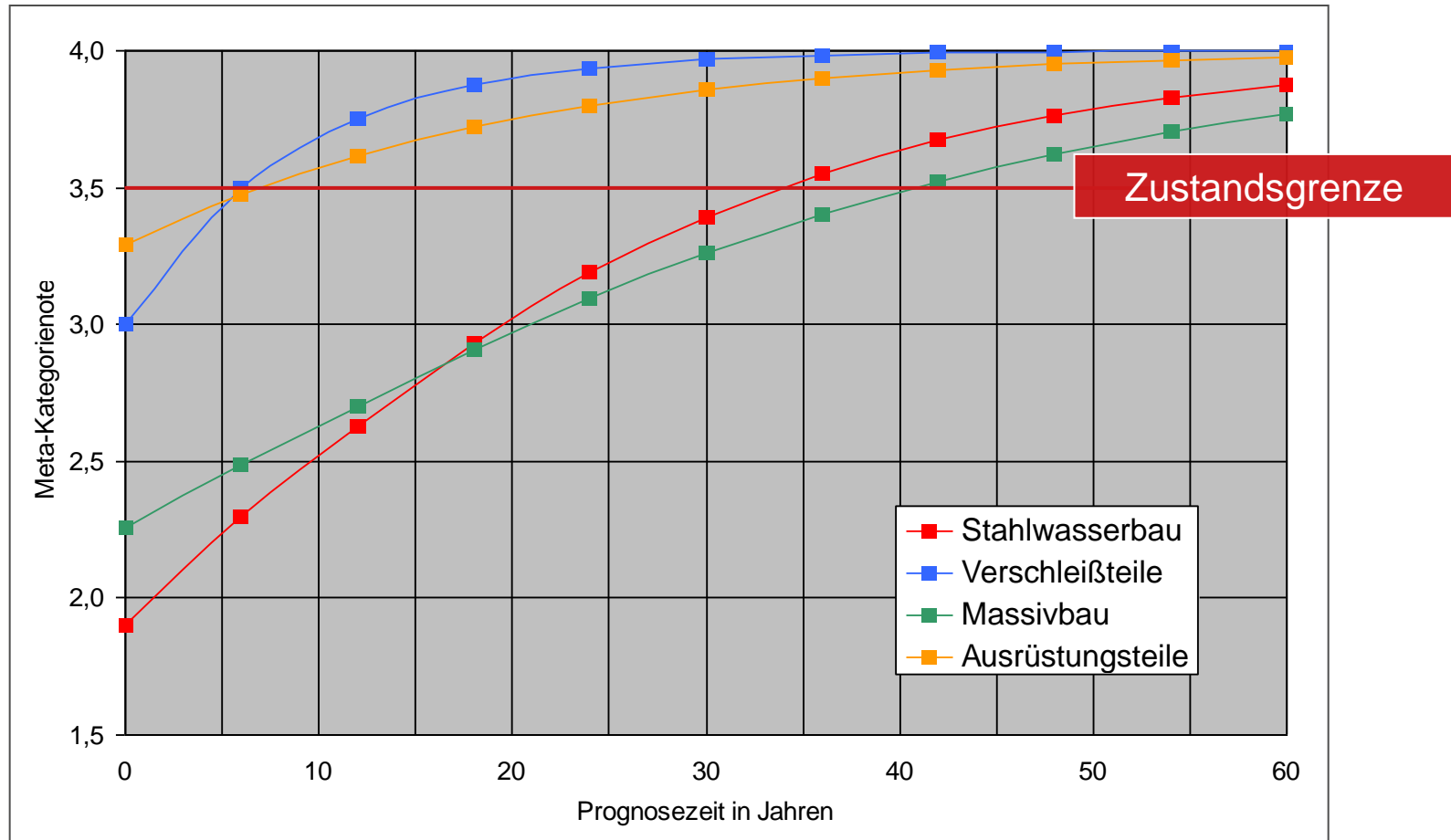
Überlebensfunktionen



Prognose von ungeschädigten Teilnotenkategorien:

Für jede Teilnotenkategorie wird eine Überlebensfunktion aufgestellt.





Objektidentnr.	Restnutzungsdauer in Jahren			
	Zustandsgrenze 3,5		Zustandsgrenze 3,8	
	Konstruktion	Stahlbau	Konstruktion	Stahlbau
2135916001	5	3	13	6
2135916002	3	12	7	18
2135916003	9	14	20	20
2135918001	5	21	13	mehr als 30
2135918005	29	12	mehr als 30	18
2135918004	8	19	19	27
2135920001	5	3	13	6
2136120002	9	3	18	7
2136320001	6	3	13	7
2136320002	0	15	0	23
2136322001	24	15	mehr als 30	22
2136322002	24	19	mehr als 30	27
2136122001	5	15	13	23
2136124001	mehr als 30	4	mehr als 30	8
2136324001	mehr als 30	0	mehr als 30	0
2136324002	8	2	19	5
2136326001	mehr als 30	2	mehr als 30	5
2136326002	mehr als 30	2	mehr als 30	5
2136326003	5	2	14	5
2136326004	mehr als 30	2	mehr als 30	5
2136126001	mehr als 30	4	mehr als 30	9
2136126002	mehr als 30	2	mehr als 30	5
2136126003	9	2	20	5
2135926001	9	2	20	5
2135928001	10	2	27	5
2135928002	mehr als 30	15	mehr als 30	22
2136128001	mehr als 30	2	mehr als 30	5
2136130001	9	0	18	0

Umfangabschätzung

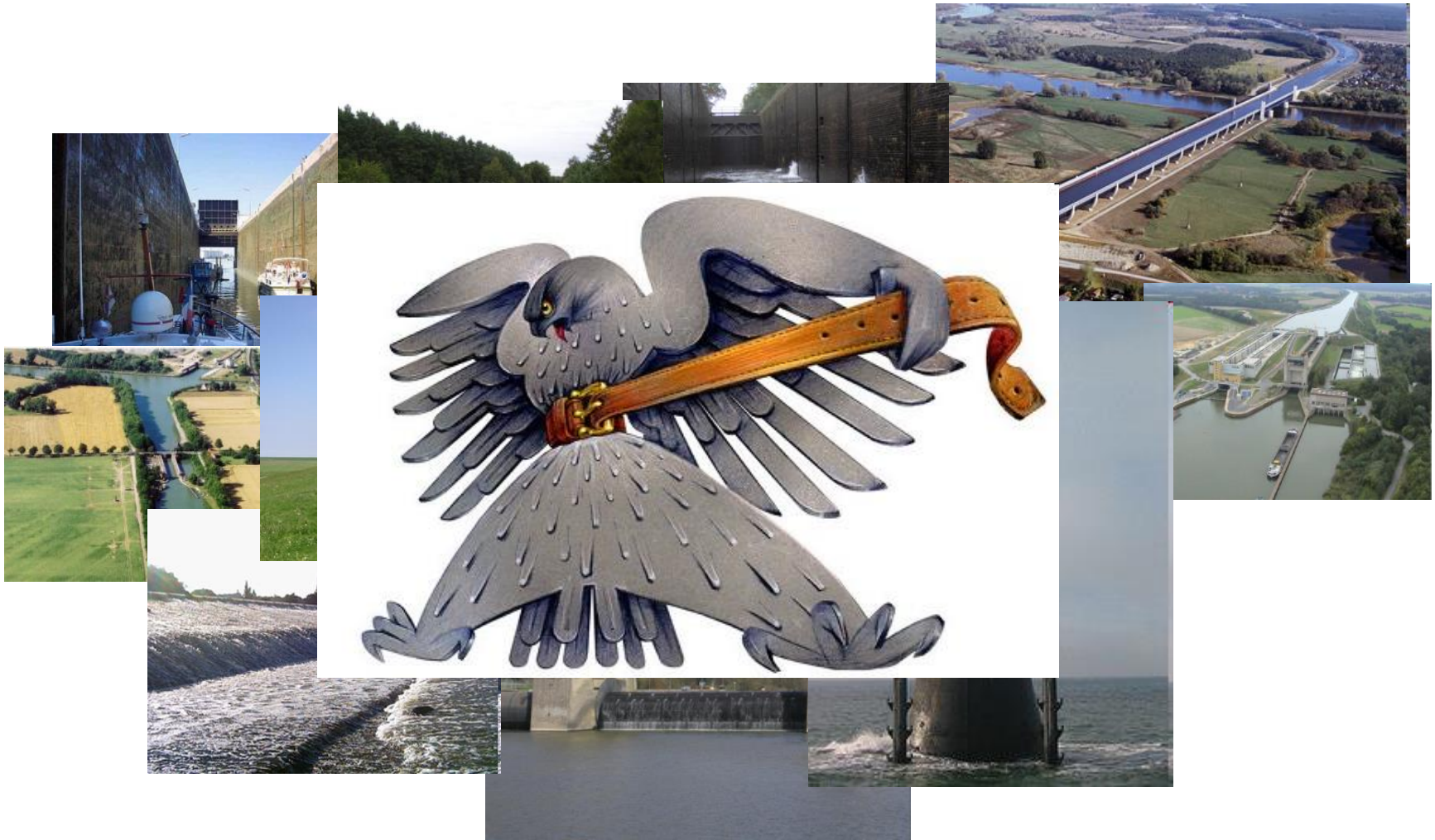
1. Bestimmung der geschädigten Bauteile
2. Abschätzung des Umfangs der erforderlichen Maßnahme
 - a) Lokale Maßnahme (1-3 Bauteile betroffen)
 - b) Mehrere lokale Maßnahmen (mehrere einzelne Bauteile betroffen)
 - c) Große Instandsetzung/ Neubau
3. Berechnung des Zustandes nach der Instandsetzung

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Wehr 1 - Konstruktion	große Instandsetzung / Neubau									
Wehr 2 - Stahlbau	große Instandsetzung / Neubau									
Wehr 3 - Stahlbau	große Instandsetzung / Neubau									
Wehr 4 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 5 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 6 - Stahlbau					lokale Maßnahme					
Wehr 7 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 8 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 9 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 10 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 11 - Stahlbau					mehrere lokale Maßnahmen					
Wehr 12 - Stahlbau					lokale Maßnahme					
Wehr 13 - Stahlbau						lokale Maßnahme				
Wehr 14 - Stahlbau						lokale Maßnahme				
Wehr 15 - Konstruktion							lokale Maßnahme			
Wehr 16 - Stahlbau							lokale Maßnahme			
Wehr 17 - Stahlbau							lokale Maßnahme			
Wehr 18 - Stahlbau								große Instandsetzung / Neubau		
Wehr 19 - Stahlbau								große Instandsetzung / Neubau		
Wehr 20 - Stahlbau									lokale Maßnahme	

Legende

große Instandsetzung / Neubau
mehrere lokale Maßnahmen
lokale Maßnahme

Weitere Priorisierung



		Schadensausmaß				
		100	110	120	130	140
		vernachlässigbar	gering	mäßig	groß	katastrophal
Eintrittswahrscheinlichkeit über die Teilnote	4	400	440	480	520	560
	3,9	390	429	468	507	546
	3,8	380	418	456	494	532
	3,2	320	352	384	416	448
	3,1	310	341	372	403	434
	3	300	330	360	390	420
	2,9	290	319	348	377	406
	2,8	280	308	336	364	392
	2,2	220	242	264	286	308
	2,1	210	231	252	273	294
	2	200	220	240	260	280
	1,9	190	209	228	247	266
	1,8	180	198	216	234	252
	1,2	120	132	144	156	168
	1,1	110	121	132	143	154
	1	100	110	120	130	140

- 4er- Schäden sind immer inakzeptabel,
- 3er-Schäden sind immer im ALARP-Bereich,
- 3er-Schäden sind inakzeptabel, wenn das Schadensausmaß mindestens groß ist.

inakzeptabel	$R \geq 350$
ALARP	$250 < R < 350$
akzeptabel	$R \leq 250$



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Bundesanstalt für Wasserbau
76187 Karlsruhe

www.baw.de