

# **Ermittlung des Erhaltungsbedarfs (für die Straßeninfrastruktur) aufgabenorientierter und ganzheitlicher Ansatz**

**Günther Maerschalk**

## **Ermittlung des Erhaltungsbedarfs (der Straßeninfrastruktur) - Gliederung**

**Begriff „aufgabenorientiert“**

**Begriff „ganzheitlich“**

**Ganzheitliche Umsetzung der Aufgaben**

**Mengengerüst**

**Prognoseverfahren**

**Anwendungsbeispiele**

**Ausblick – Verbesserungen des Prognoseinstrumentariums**

## §§ rechtliche Bestimmungen

Straßen- und Wegegesetze  
Haushaltsgesetze, -ordnungen

### Ziele der Straßenerhaltung

#### Verfügbarkeit (Gebrauchsfähigkeit)

- **Befahrbarkeit**  
Vermeidung unangemessener physischer Beanspruchungen der Straßennutzer sowie der Fahrzeuge/Nutzlast
- **Verkehrssicherheit**  
Vermeidung jeglicher vom Befestigungszustand ausgehender Unfallgefahr (auch für Fußgänger und Radfahrer)
- **Optimierung von Erhaltungsbaustellen**  
Minimierung der Zeit-, Betriebs- und Unfallkosten für die Straßennutzer

#### Umwelt/Dritte

minimale Beeinträchtigungen für die Umwelt und betroffene Dritte (z. B. Lärm, CO<sub>2</sub>)

#### Substanzerhalt

langfristig nachhaltige Verfügbarkeit und gesamtwirtschaftlich optimale Erhaltung des Anlagevermögens („Life Cycle“-Analyse)

<b>KONTROLLE / FORSCHUNG</b> (z.B. Zustandserfassung, Laboranalysen)	
<b>E R H A L T U N G</b>	<b>BETRIEBLICHE UNTERHALTUNG (WARTUNG)</b> (z.B. Bankettschneiden, Straßenreinigung, Winterdienst)
	<b>BAU - LICHE</b> (örtlich-punktueller oder kleinflächige Maßnahmen) <b>BAULICHE UNTERHALTUNG (INSTANDHALTUNG)</b> (z.B. Vergießen von Rissen, kleinflächige Flickarbeiten)
	<b>IN STAND - SETZUNG</b> (größere flächige Maßnahmen)
	<b>ERNEUERUNG</b>
	<b>ERHAL - TUNG</b> (größere flächige Maßnahmen)
	<b>I1 - auf der Deckschicht</b> (z.B. Oberflächenbehandlung, Dünnschichtbelag)
	<b>I2 - an der Deckschicht</b> (z.B. Hoch-/Tiefenbau der Deckschicht)
	<b>E1 - an der Decke</b> (z.B. Hoch- oder Tiefenbau der Decke)
	<b>E2 - an Tragschicht(en) / am Oberbau</b> (z.B. Verstärkung, Tiefenbau der Tragschicht)
<i>(über bauliche Erhaltung hinausgehende Veränderungen, keine Kapazitätserweiterung)</i>	
<b>UM - UND AUSBAU</b> (z.B. Anbau -Standstreifen, Verbreiterung, Anpassung Lage-/Höhenplan, Umprofilierung)	
<b>ERWEITERUNG</b> (Erhöhung der Kapazität vorhandener Straßen, z.B. Anbau eines Fahrstreifens)	
<b>NEUBAU</b> (Erstmalige Herstellung einer Straße)	

### Ziele der Bauwerkserhaltung

#### Standssicherheit

Niveau eines Bauwerks/einzeller Bauwerksteile für die schadlose Aufnahme der planmäßigen Beanspruchung

#### Verkehrssicherheit

Maß für die Bauwerksausbildung, welche die Anforderungen an Sicherheit und Ordnung hinsichtlich der gefahrlosen und bestimmungsgemäßen Nutzung des Bauwerks beinhaltet

#### Dauerhaftigkeit

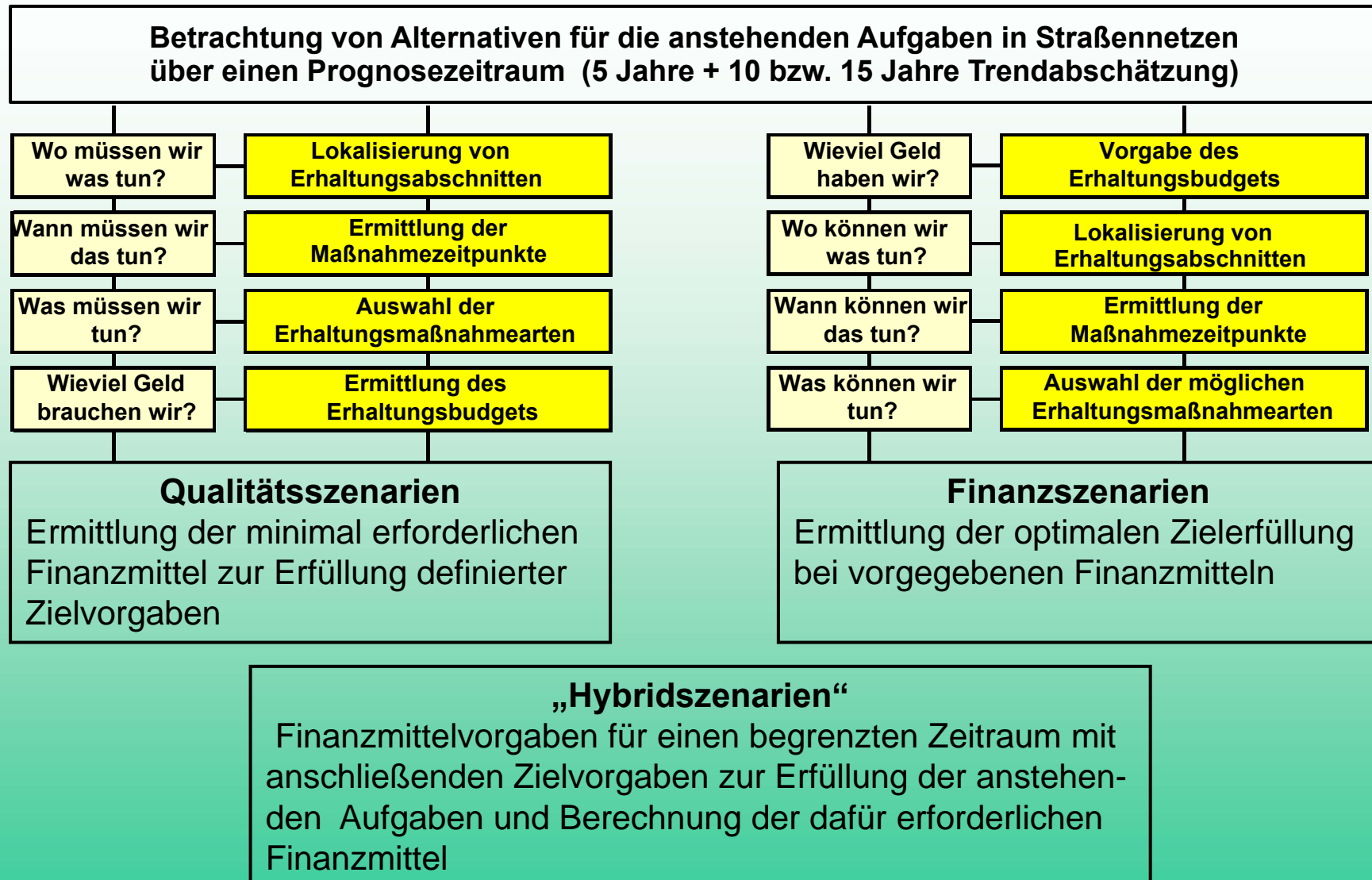
Widerstandsfähigkeit eines Bauwerks/einzeller Bauteile, um eine möglichst lange Nutzungsdauer unter Aufrechterhaltung der Standssicherheit/Verkehrssicherheit zu erreichen

# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs– Begriff „Ganzheitlich“

STRASSENVERKEHRSANLAGEN		
Verkehrsflächen- befestigung	Fahr - bahnen	durchgehende Fahrstreifen Äste, Beschleunigungs-/Verflechtungsstreifen
	Neben - flächen	Radwege, Gehwege Parkstreifen/-plätze/-buchten, Stand-/Trennstreifen,
Sonstige Anlagen- teile von Straßen	Entwässerungs- einrichtungen	Abläufe, Tiefenentwässerung und Sickerstränge Entwässerungsleitungen, Gerinne, Gräben, Mulden
	Erdkörper	Dammschüttungen, Böschungen
	Unterbau	Bankette
	Bepflanzung	Begrünung, Baumreihen, Baumgräben, Hecken
	Ausstattung Zubehör	Leit-/Schutzeinrichtungen, Verkehrsleitsysteme, Mar- kierung, Beschilderung, Fernmeldeanlagen, u.ä.
	Durchlässe	rechtwinklig zwischen den Widerlagern oder Wandungen gemessene Öffnungen von weniger als 2 m lichter Weite
Ingenieur- bauwerke	Brücken	rechtwinklig zwischen den Widerlagern oder Wandungen gemessene Öffnungen von mindestens 2 m lichter Weite
	Verkehrszeichenbrücken	Tragkonstruktionen zur Befestigung von Schildern bzw. Zeichengebern über dem Verkehrsraum
	Tunnel-/ Trogbauwerke	Bauwerke in geschlossener Bauweise oder in offener Bauweise mit einer Länge von mehr als 80 m
	Stütz - bauwerke	Stützmauern, Stützwände (sichtbare Höhe $\geq 1,50$ m) Hangverankerung u.ä.
	Lärmschutz- bauwerke	Lärmschutzwände, -wälle (sichtbare Höhe $\geq 2,00$ m) Einhausungen (sofern kein Tunnel)
NEBENANLAGEN		
Betriebsflächen von Nebenanlagen	Flächen von Bauämtern und Straßenmeistereien, Rastanlagen, Tankanlagen, Parkanlagen, Motels/Hotels	
Gebäude der Nebenbetriebe	Rastanlagen, Tankanlagen, Motel-/Hotelanlagen	
Hochbauten der Straßenverwaltung	Gebäude von Bauämtern und Meistereien	



# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs– Ganzheitliche Umsetzung der Aufgaben



## Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – Mengengerüst

Daten aus Straßen-/Bauwerksdatenbanken (TTSIB, NWSIB, SIB-Bauwerke) und externen Dateien

**Ordnungssystem** Netzknoten-Stationierungs-System mit den Längen

**Leitdaten** Straßenklasse, Baulast, administrative Angaben, (Teil-) Bauwerksnummer

### Straßenoberbau



**Verkehrsdaten** (DTV, DTV-SV)

**Querschnittsdaten** (Streifenarten, Breiten)

**Bauweisedaten** (Art, Dicke, Einbaujahr vorhandener Schichten, letzte Maßnahmeart/-jahr)

**Zustandsdaten** (gemäß ZEB, visuell)

### Brücken/restliche Ingenieurbauwerke



**Bauwerksdaten** (Verkehrsweg oben/unten, Stadium, Baujahr, Baulasten, Überbau-Baustoff)

**Konstruktionsdaten** (Bauwerksart, Länge, Breite, Fläche, vorhandene Bauteilgruppen, Erhaltungsmaßnahmen)

**Zustandsdaten** (Schadensbewertung aus Hauptprüfung/ einfacher Prüfung, Zustandsnoten/ Substanzkennzahlen der Bauteilgruppen, Tragfähigkeitsentwicklung)

### Sonstige Anlagenteile

(Art, Anzahl, Länge, Fläche)

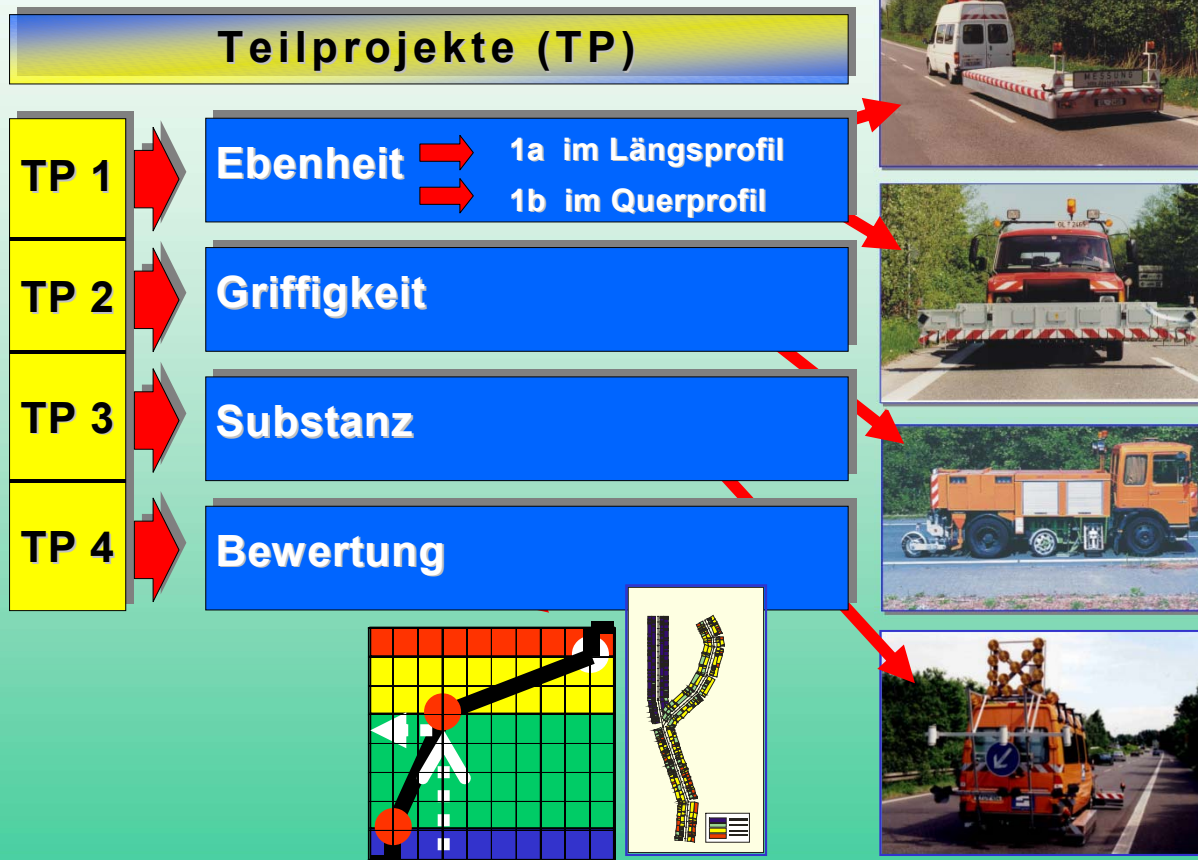
Vollständigkeit, Aktualität, Präzision und Differenzierung der Datengrundlagen bestimmen die Prognoseverfahren und die Prognosequalität

Erhaltungsmaßnahmen verändern den Zustand und ggf. den vorhandenen Bestand (Alter, Bauweise)

► **Zustandsdaten** sind bei der Ermittlung des Erhaltungsbedarfs die wichtigste Datengruppe

## Zustandserfassung/-bewertung Fahrbahnen (ZEB)

im 4-Jahres-Turnus für Bundesfernstraßen



## Ingenieurbauwerke

„handnahe“ Besichtigung aller Einzelteile eines Bauwerks nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF)  
„Richtlinien zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen“

Hauptprüfungen (6 Jahre)  
einfache Prüfungen (3 Jahre)

zusätzliche Untersuchungen  
rechnerische Prüfungen

Zuordnung der Schäden zu den Zielkriterien mit Schadensbewertungskatalog und Beispielsammlungen

## Ermittlung des Erhaltungsbedarfs- Zustandsbewertung

### Fahrbahnen

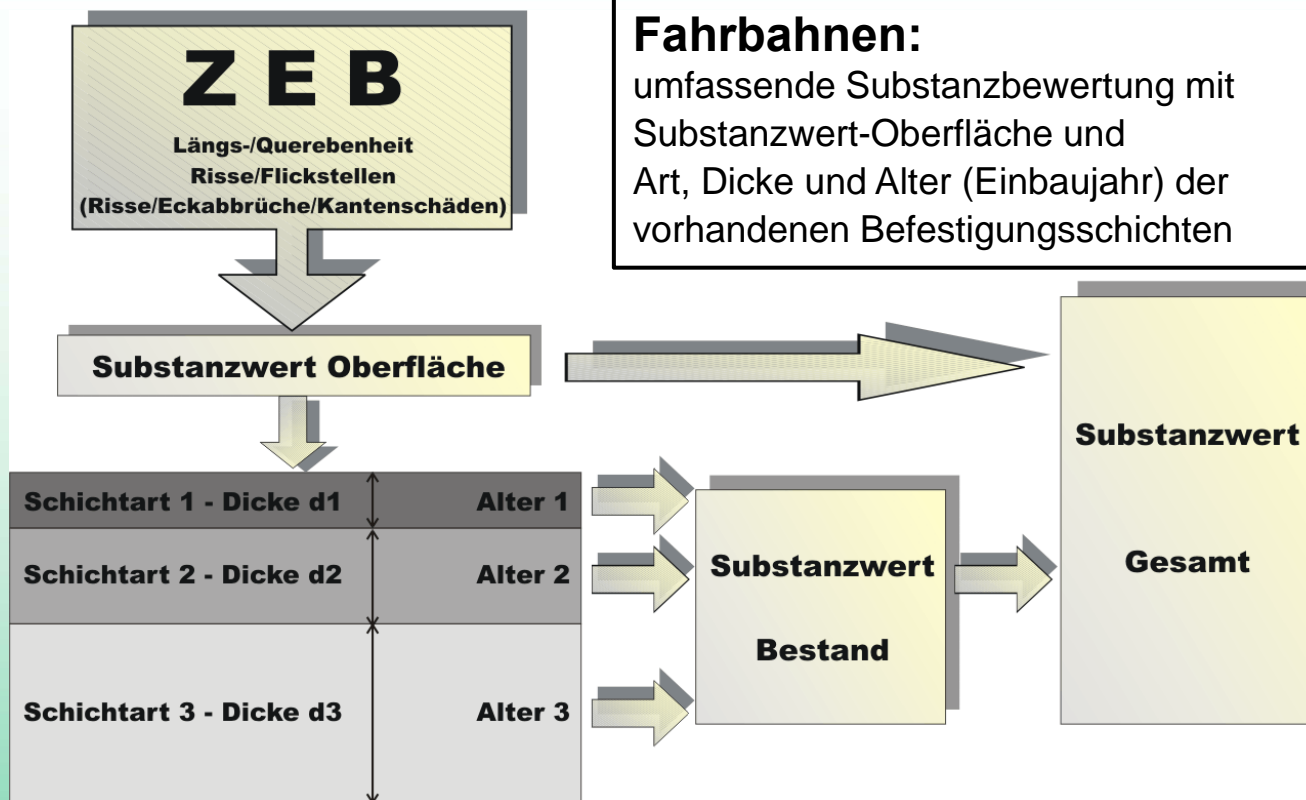
Zustandswerte (Noten von 1,0 bis 5,0)	Gewichtung	Teilwerte (Noten von 1,0 bis 5,0)
Zustandswert Griffigkeit ZWGRI	0,50	Gebrauchswert TWGEB
Zustandswert Fiktive Wassertiefe ZWSPH	0,25	
Zustandswert Spurrinntiefe ZWSPT Zustandswert Allgemeine Unebenheiten ZWAUN	0,25	
	Max.	
Zustandswert Risse ZWRISS	0,50	Substanzwert-Oberfläche TWSUB Asphaltdecken
Zustandswert Flickstellen ZWFLI	0,25	
	0,35	Substanzwert-Oberfläche TWSUB Betondecken
Zustandswert Längs-/Querrisse ZWLQR	0,30	
Zustandswert Eckabbrüche ZWEAB	0,20	
Zustandswert Kantenschäden ZWKAS	0,15	

### Ingenieurbauwerke

Schadensbewertung (Schadenswerte 0, 1, 2, 3, 4)	Gewichtung	Zustandsbewertung (Noten 1,0 bis 4,0)
Standsicherheit S	abhängig von Schadens- werten	Zustandsnoten Substanzkennzahlen für Bauteile/Bauteilgruppen für Bauwerk insgesamt
Verkehrssicherheit V		
Dauerhaftigkeit D		
	Bauteile Bauteil- gruppen	



# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – Substanzbewertung / Grenzwerte



**Fahrbahnen:**  
umfassende Substanzbewertung mit Substanzwert-Oberfläche und Art, Dicke und Alter (Einbaujahr) der vorhandenen Befestigungsschichten

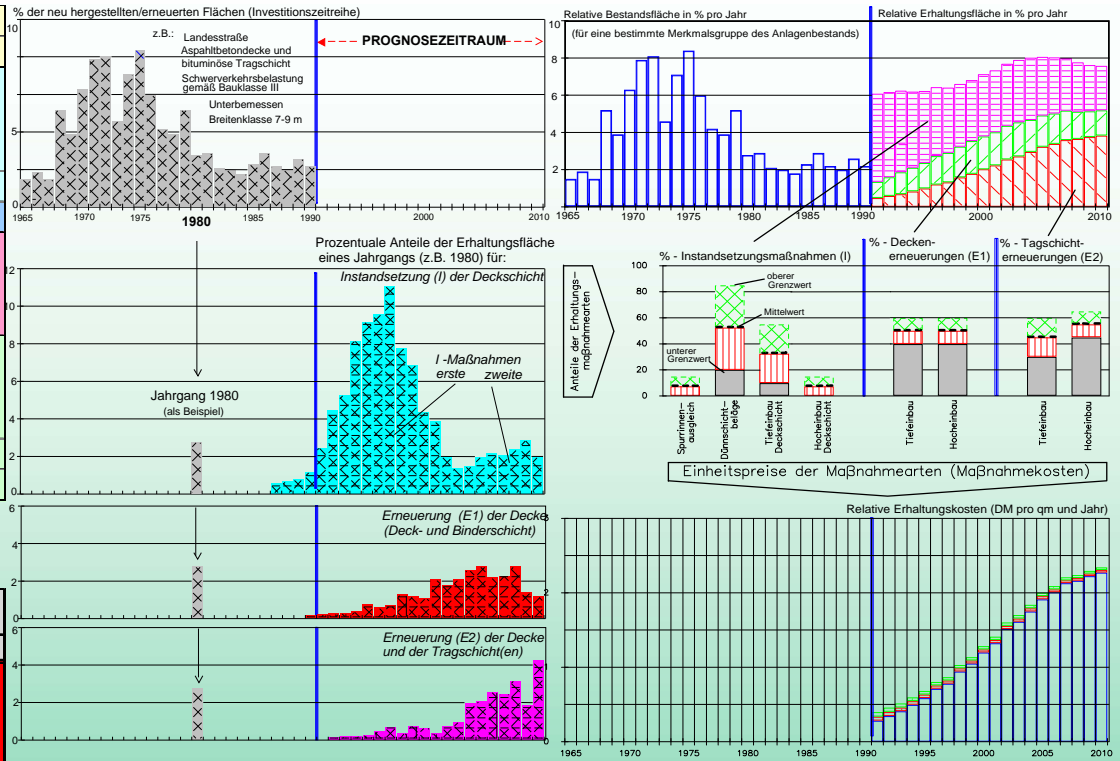
Eingreifbereich zwischen Warn- und Schwellenwert	Fahrbahnen (Noten 1,0 bis 5,0)	Ingenieurbauwerke (Noten 1,0 bis 4,0)
Warnwert : Analyse der Ursachen für die Zustandsverschlechterung und Planung von geeigneten Maßnahmen	Warnwert : 3,5	2,5
Schwellenwert : Einleitung von Erhaltungsmaßnahmen oder (zeitweisen) Verkehrsbeschränkungen	Schwellenwert : 4,5	3,5

# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs– Prognoseverfahren

Jahr	Zustandsdaten und differenzierte Bestandsdaten	Differenzierte Bestandsdaten (mit Altersstruktur)	Globale Bestandsdaten (Mengen von Bestandsgruppen)
1985		<b>Bestandsbezogenes Strategiemodellverfahren</b> (durchgehende Fahrbahnen, Äste, Brücken)	<b>Abgangs-/Abschreibungsrechnung</b> (restliche Ingenieurbauwerke, sonstige Anlagenteile, Hochbauten)
1990	<b>Bestands-/zustandsbezogenes Strategiemodellverfahren</b> mit visuell erfassten Zustandsdaten  (durchgehende Fahrbahnen)	<b>Bestandsbezogenes Strategiemodellverfahren</b>  (Äste, Brücken, restliche Ingenieurbauwerke)	
1995			
2000	<b>Verfahren mit Wirksamkeits-Kosten-Bewertung und netzweiter Optimierung von Erhaltungsmaßnahmearten</b>		<b>Abgangs-/Abschreibungsrechnung</b> (sonstige Anlagenteile, Hochbauten)
2005	(PMS mit ZEB-Daten für durchgehende Fahrbahnen)  (BMS mit Zustandsnoten für Bauteile bzw. Bauteilgruppen der Ingenieurbauwerke)	<b>Bestandsbezogenes Strategiemodellverfahren</b>  (Äste, Durchlässe)	
2010	<b>Szenarien möglich</b>		

# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – Prognoseverfahren (Strategiemodell)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Strategiemodellverfahren</b>
<b>Charakteristik</b>	<b>Abbildung von Handlungsweisen der Erhaltungspraxis</b>
<b>Ausgangsinformationen</b>	<p>Merkmale für Einteilung des Straßen-/Brückenbestands in verhaltens- und erhaltungshomogene Gruppen (Straßenklasse, Querschnitt, Bauweise, Verkehrsbelastung)</p> <p>Altersstruktur der Bestandsgruppen und/oder baulicher Zustand aus Messung oder visueller Erfassung</p>
<b>Modellparameter</b>	Erhaltungsstrategien als Verknüpfung von Erhaltungsmaßnahmearten, Maßnahmekosten (Einheitspreise) und empirisch ermittelten Nutzungszeitverteilungen
<b>Ergebnisse</b>	<p>Erhaltungsflächen und Erhaltungskosten pro Jahr und pro Bestandsgruppe für vorgegebene Strategievarianten aufgedgliedert nach Instandsetzung bzw. Erneuerung</p> <p>Erhaltungskosten pro Jahr für Brückenarten/-bauteile</p> <p>mittlere Erhaltungskosten für 5-Jahresintervalle</p>



Max. aus Allg. Unebenheiten/Spurrinnen (Gebrauchswert)	Zustandswert für Risse, Oberflächenschäden und Fleckstellen (Schadenswert)				K I a s s e U
	≤ 1,5	> 1,5 bis < 3,5	≥ 3,5 bis 4,5	> 4,5	
≤ 1,5 (Zielwert)	<b>Klasse S</b> (sehr gut)	<b>Klasse Lo</b> (gut, leichte Schäden-langfristig)	<b>Klasse Ko</b> (schlecht wegen Oberflächenschäden - kurzfristig)		
> 1,5 (Zielwert) bis < 3,5 (Warnwert)	<b>Klasse Lu</b> (gut - leichte Unebenheiten - langfristig)	<b>Klasse M</b> (mittelmäßig - mittelfristig)			
≥ 3,5 (Warnwert) bis 4,5 (Schwellenwert)		<b>Klasse Ku</b> (schlecht wegen Längs-/Querunebenheiten - kurzfristig)	<b>Klasse V</b> (sehr schlecht - vordringlich)		
> 4,5 (Schwellenwert)	<b>Klasse U</b> (sehr schlecht - überfällig)				

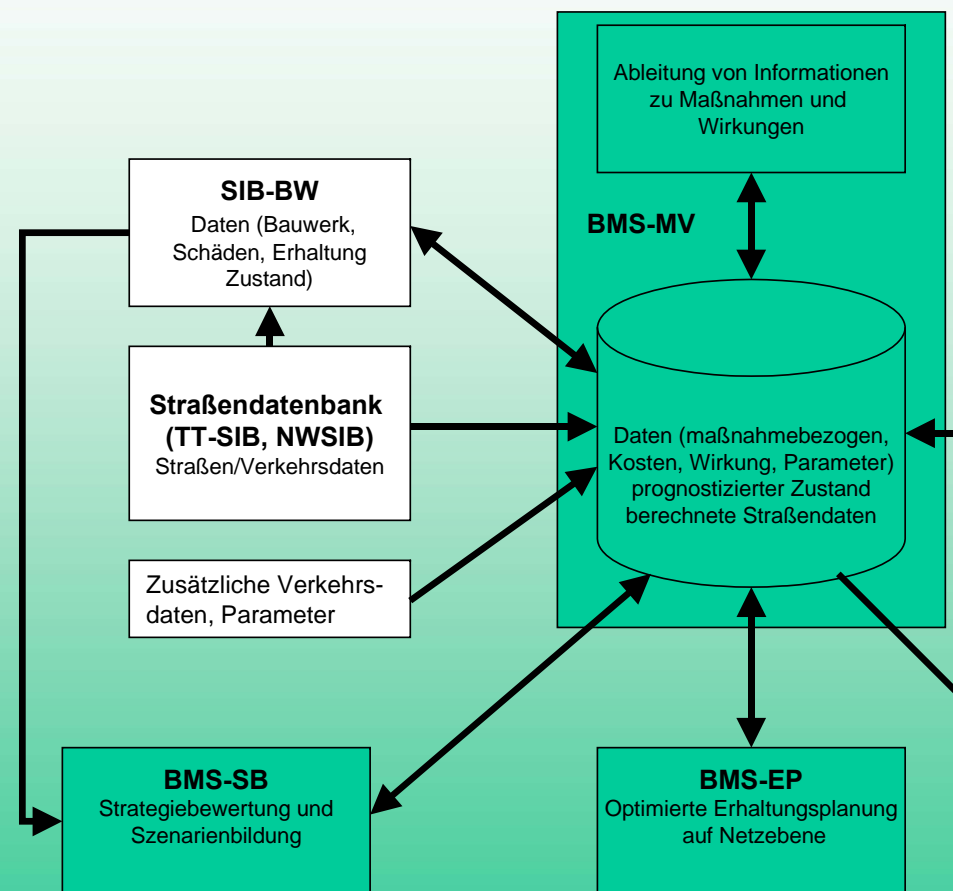
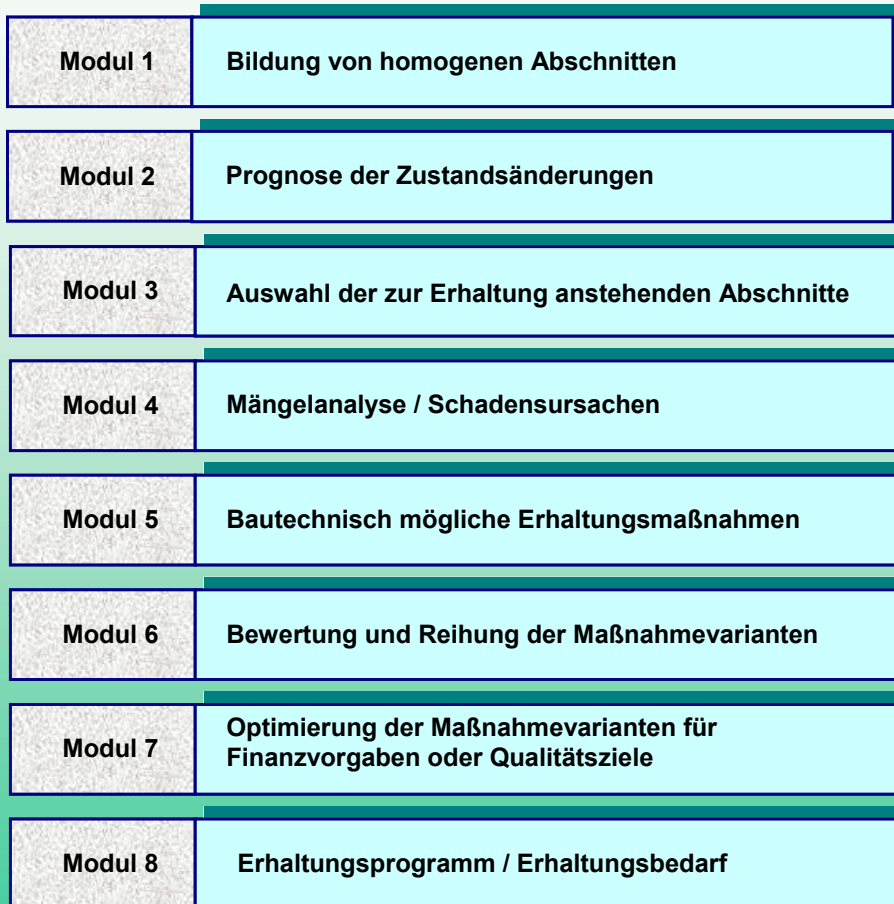
**Mathematisch-statistische Verfahren**  
 („Theorem von Bayes“; „Markov-Ketten“ → Übergangswahrscheinlichkeiten)

%-Länge	Substanzwert-Oberfläche ZEB 2005/06					Σ
Substanzwert-Oberfl. ZEB 2001/02	< 1,5	1,5 bis < 2,5	2,5 bis < 3,5	3,5 bis < 4,5	≥ 4,5	
< 1,5	81,5	8,4	1,4	4,6	4,1	100,0
1,5 bis < 2,5		44,8	9,8	30,0	15,4	100,0
2,5 bis < 3,5			27,5	42,4	30,1	100,0
3,5 bis < 4,5				67,2	32,8	100,0
≥ 4,5					100,0	100,0

# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – objektbezogene Prognoseverfahren

**Pavement Management System (PMS)**  
 Erhaltungsabschnitte der Fahrbahnen  
 (seit ca. 2002)

**Bauwerks-Management-System (BMS)**  
 Teilbauwerke der Ingenieurbauwerke  
 (derzeit Erstanwendung)



## Ermittlung des Erhaltungsbedarfs– Wertegerüst (für Prognoseverfahren)

Modellparameter	Beschreibung der Parameter
Regeln für Zustandsbewertung	Funktionen zur Umwandlung von Zustandsgrößen in Zustandswerte und zur Verknüpfung zu Teilwerten
Regeln für Substanzbewertung	Funktionen zur Ermittlung des Substanzwerts-Bestand gemäß FGSV-Arbeitspapier Nr. 9/S zur Erhaltungsplanung. Reihe S.
Verhaltensfunktionen	Funktionsstypen zur Beschreibung der zeitlichen Entwicklung der einzelnen Zustandsmerkmale und Standardfunktionen für verhaltenshomogene Gruppen
Erhaltungsmaßnahmen	Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmearten (mit deutlich unterschiedlichen Kosten und Wirkungen)
Maßnahmenbündelung	Zusammenfassung von Maßnahmebereichen (z.B. bei Brücken)
Verkehrslenkung	Verkehrsführungen (nach RSA)
Maßnahmekosten	Einheitskosten der Maßnahmearten (z.B. Euro/qm)
Mängelklassen	kategorisierte Schadensursachen aus Zustandskonstellationen
Maßnahmewirkungen	Rücksetzbereiche der Zustandswerte und Zustandsverläufe nach Maßnahmen (in Abhängigkeit der Mängelklassen)

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT ARBEITSAUSSCHUSS

Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen

**RPE-Stra 01**

Ausgabe 2001

**Wirksamkeits-Kosten-Bewertung und netzweite Optimierung von Erhaltungsmaßnahmearten**

(Spezifische Adaptionen von PMS und BMS)

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

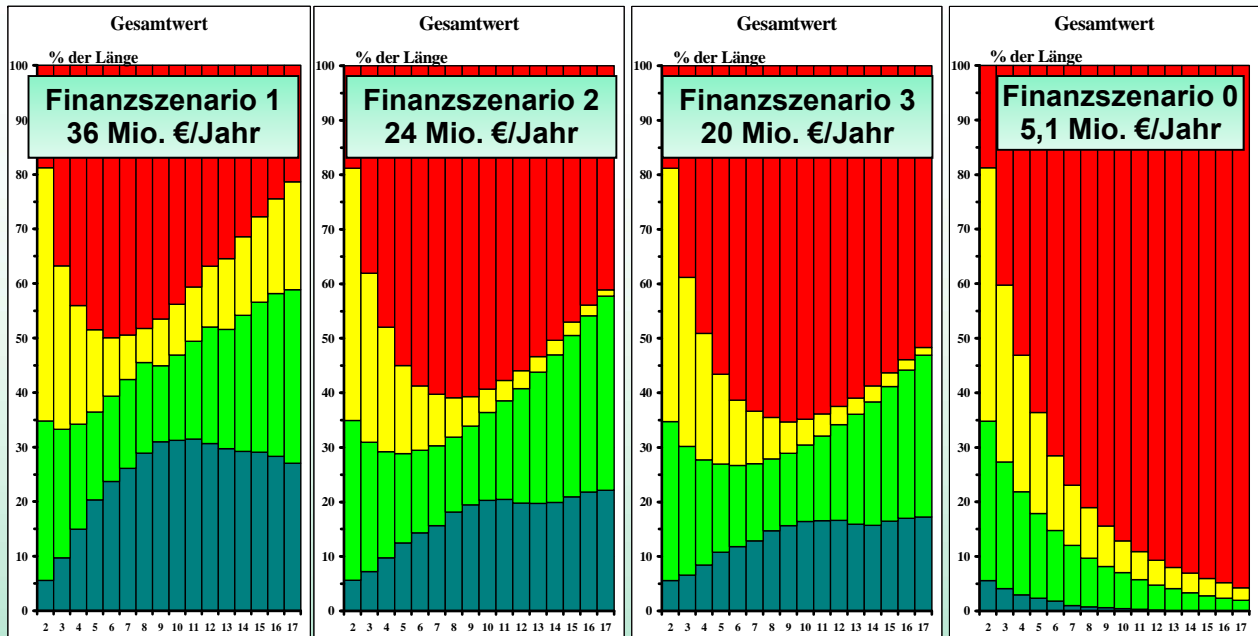
Sammlung Brücken- und Ingenieurbau

Erhaltung

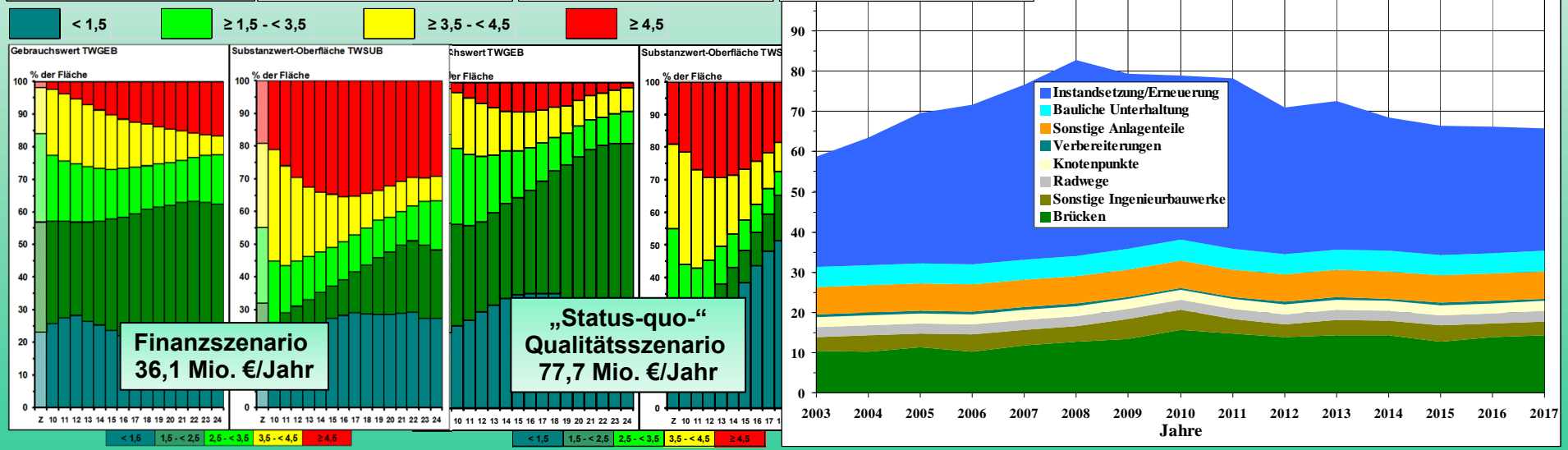
Richtlinie zur Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Ingenieurbauwerken

**RPE-ING**

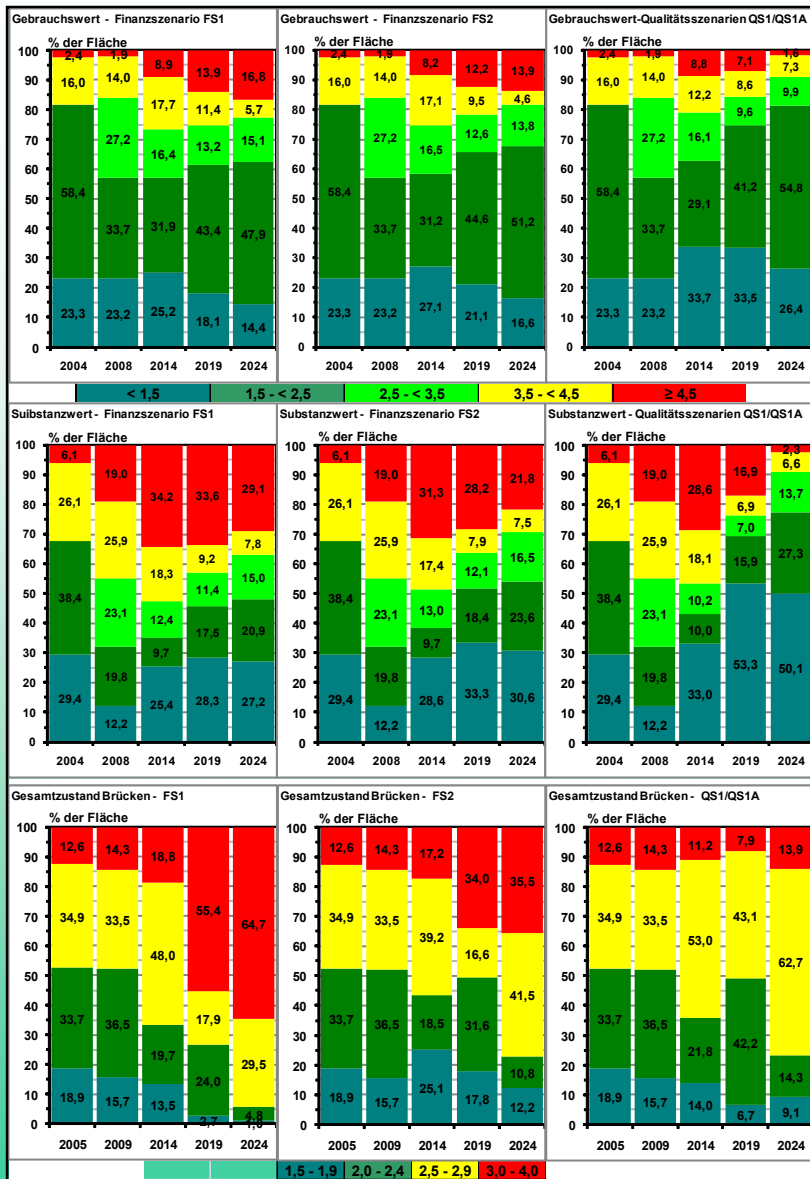
# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – Ergebnisbeispiele



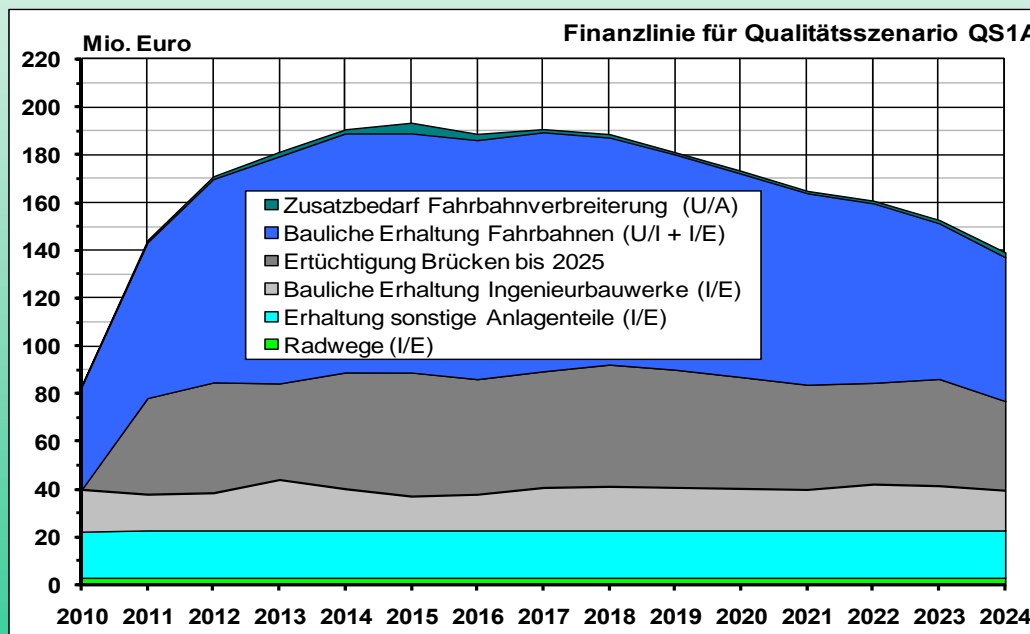
Finanzbedarf für Qualitätsszenario QS1



# Ermittlung des Erhaltungsbedarfs – Ergebnisbeispiele



Alle Szenarien Kostenstand 1.1.2010 inklusive 19 % MwSt.	Summe 2010 bis 2024			Mittlerwerte Mio. Euro/Jahr			
	Mio. Euro			2010	2011 bis 2024		
	FS1	FS2	QS1	Alle	FS1	FS2	QS1
Bauliche Unterhaltung Fahrbahnen	28,5	28,5	74,4	2,1	1,9	1,9	5,2
Instandsetz./Erneuer. Fahrbahnen	541,4	603,0	1.165,7	40,9	35,8	40,1	80,3
Bauliche Erhaltung Fahrbahnen	569,9	631,5	1.240,1	43,0	37,7	42,1	85,5
Erhaltung Ingenieurbauwerke	233,7	232,5	325,3	17,6	15,4	15,4	22,0
Brückenertüchtigung (bis 2035)	0,0	358,8	357,4	0,0	0,0	25,6	25,6
Erhaltung/Ertüchtigung Ing.-Bauw.	233,7	591,3	682,7	17,6	15,4	41,0	47,6
Fahrbahnen + Ingenieurbauwerke	803,6	1.222,8	1.922,8	60,6	53,1	83,1	133,1
Erhaltung Sonst. Anlagenteile (SAT)	215,1	215,1	302,7	16,6	14,1	14,1	20,4
Fahrbahnen+Ing.-Bauwerke+SAT	1.018,7	1.437,9	2.224,5	77,2	67,2	97,2	153,5
Radwege	41,4	41,4	41,4	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>Gesamt (mit Radwegen)</b>	<b>1.060,1</b>	<b>1.479,3</b>	<b>2.265,9</b>	<b>80,0</b>	<b>70,0</b>	<b>100,0</b>	<b>156,3</b>



### Verbesserung des Prognoseinstrumentariums

#### Straßenoberbau

FE 09.139/2005/MRB: Auswertung von Forschungsarbeiten zur Verbesserung eines Informationssystems für das Management der Straßenerhaltung, SEP 2008

#### Aktualisierungen

**Ersatz fehlender Daten** (FE 04.212/2007/MRB, Oertelt, Heller Ing.-Ges., SEP 2009)

**Anpassung der Maßnahmekosten** (FE 29.0196/2008, Uni Siegen 2011)

**Erweiterung des Katalogs der Erhaltungsmaßnahmearten**

**Zustandsprognose für Zustandsgrößen** (FE 09.125/2001/MGB, SEP 2004; FE 09.128/2002/MGB, Oertelt 2006)

**Homogene Abschnitte und maßgebliche Zustandsgrößen**

**Neukonzeption für den Substanzwert-Bestand** (FE 04.228/2009/MRB, SEP, in Bearbeitung)

**Bessere Einbeziehung der Nutzerkosten bzw. der Verfügbarkeit in die Bewertung/Optimierung**

#### Erstellung neuer Fachkomponenten

**Berücksichtigung neuer Zustandsgrößen** (FE 29.0202/2008/BASSt, SEP, RWTH Aachen, Heller Ing.-Ges. 2011)

**Anpassung der Zustandsbewertung** (FE 04.212/2007/MRB, Oertelt, Heller Ing.-Ges., SEP 2009)

**Bessere Berücksichtigung von Um- und Ausbaumaßnahmen**

#### Brücken /Ingenieurbauwerke:

Erstanwendung des Bauwerks Management Systems (BMS) läuft derzeit

#### Sonstige Anlagenteile:

FE 04.0214/2008/MGB: „Grundlagen für die Einbeziehung der sonstigen Anlagenteile einer Straße in die systematische Straßenerhaltung ....“. Uni Siegen, Schlussberichtsentswurf liegt vor.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**