

„Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Busspuren in Betonbauweise im Life Cycle“

M.Eng. Lena Pauli





- **Einführung**
- **Projektbeispiel: Busspur in der Theodor – Heuss – Straße in Konstanz**
- **Bemessung / Dimensionierung**
 - RStO 12
 - M VaB Teil 1
 - RDO Beton
- **Erstellung eines Leistungsverzeichnisses**
- **Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsuntersuchung**
 - vereinfachte Betrachtung (Kapitalwertmethode)
 - Komplexe Darstellung im Lebenszyklus





Motivation: Betonbauweise für Sonderflächen?

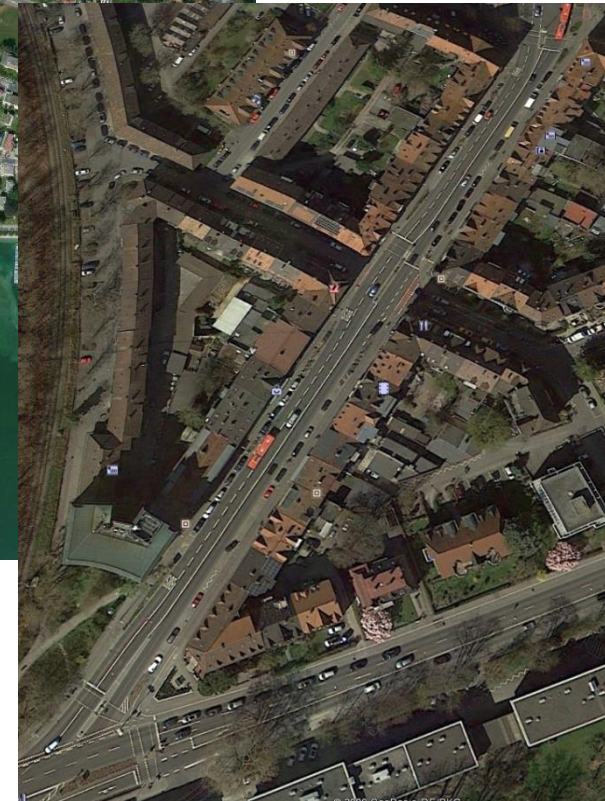
- Beton nimmt Schub-, Quer-, Bremsbelastungen gut auf, keine bleibende Verformung unter Last und Temperatur in Form von Spurrinnen, etc.
- Planungs- und Ausführungskosten der Betonbauweise liegen um ca. 20 bis 25 % höher
- Geringere Aufwendungen der Betonbauweise für den Unterhalt
- Betonflächen haben längere Nutzungsdauer als Asphaltflächen



?

?

?



- Busspur in der Theodor – Heuss – Straße
- hauptsächlich für ÖPNV freigegeben
- Länge ca. 400 m
- Breite ca. 3.50 m



Angaben zur Busspur:

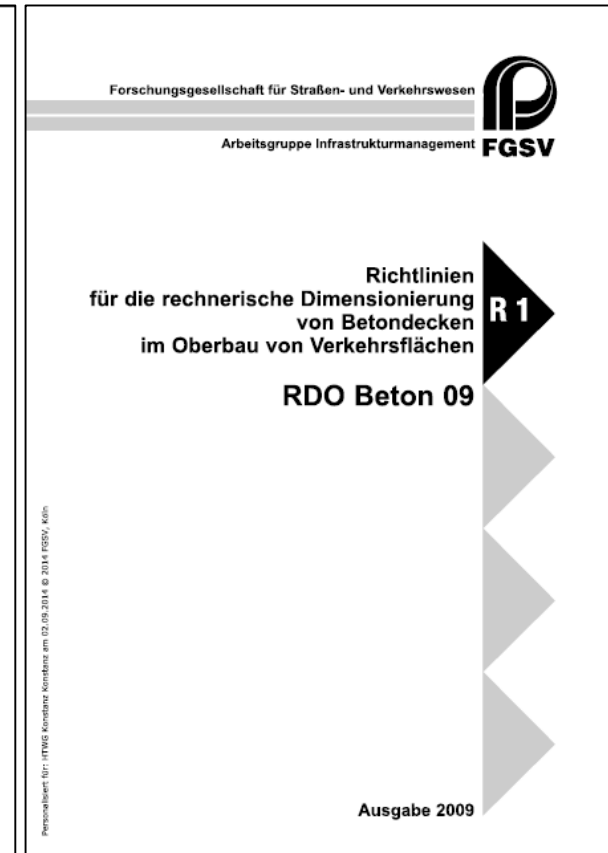
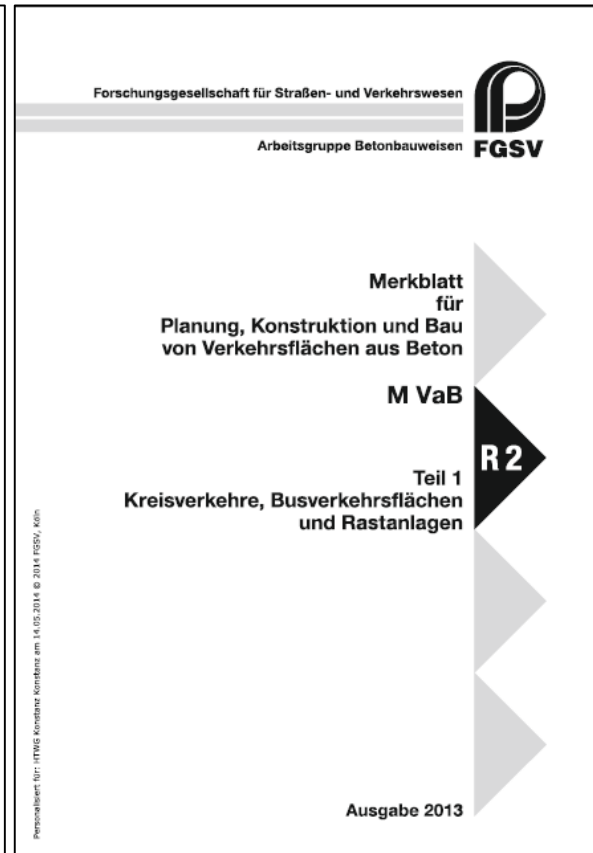
- Sanierung im Jahre 2008
- Aufbau
 - 4 cm Splittmastixasphalt 0/11 S
 - 8 cm Asphaltbinder 0/16 S
 - 14 cm Asphalttragschicht CS 0/32
 - 26 cm

→ = Bauklasse II (RStO 01)

Schadensbilder u. a. mit:

- Rissbildung
- Spurrinnen
- Verformungen
(Verdrückungen)

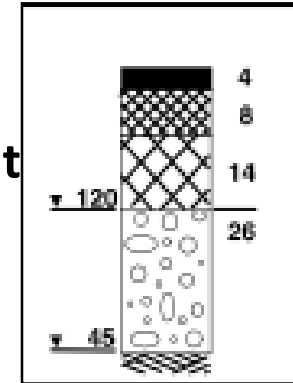




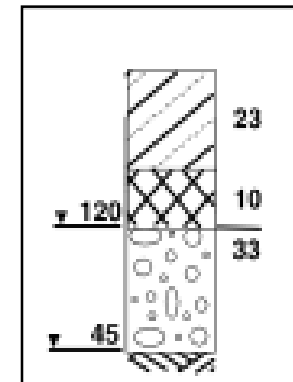
Verkehrsbelastung (werktags): 366 Busse/Tag



Asphalt

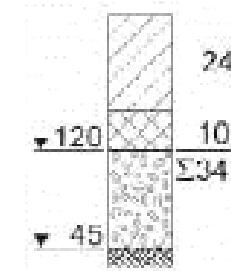
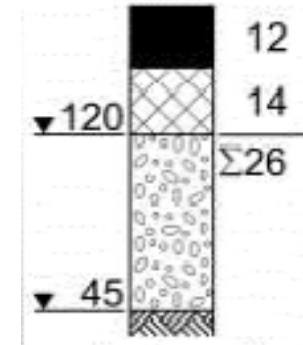
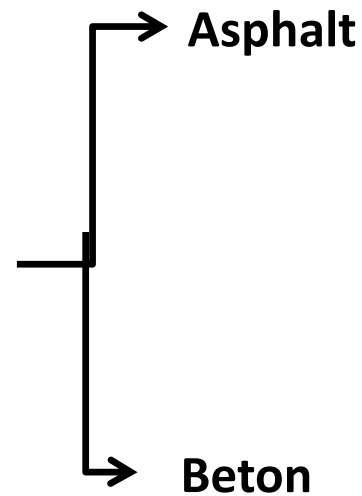


Beton



Quelle: RStO 01

Verkehrsbelastung (werktags): 366 Busse/Tag



Quelle: RStO 12

- M VaB enthält Empfehlungen für die Realisierung von Kreisverkehren, Busverkehrsflächen und Rastanlagen



Breite des Busfahrstreifens	Empfohlene Plattenlänge	Anzahl Busse pro Tag		Empfohlene Deckendicke auf Asphalt nach RStO	Empfohlene Deckendicke auf ungebundener Tragschicht nach RStO
		(2-achsig)	(3-achsig)		
ca. 3,25 m	ca. 3,50 m	300	500	26 cm	29 cm
		50	175	25 cm	28 cm
		35	45	24 cm	27 cm
		20	25	23 cm	26 cm
		15	15	22 cm	24 cm
		10	–	–	–
ca. 3,50 m	ca. 4,00 m	250	700	26 cm	29 cm
		50	250	25 cm	28 cm
		40	60	24 cm	27 cm
		30	30	23 cm	26 cm
		20	15	22 cm	24 cm
		15	–	–	–
ca. 3,75 m	ca. 4,00 m	300	750	26 cm	29 cm
		100	250	25 cm	28 cm
		55	60	24 cm	27 cm
		45	25	23 cm	26 cm
		25	15	22 cm	24 cm
		15	–	–	–

<u>Annahmen:</u>	
•Plattenlänge	4.00 m
•Plattenbreite	3.50 m
•Querfuge	mit Dübel
•Unterlage	Asphalt

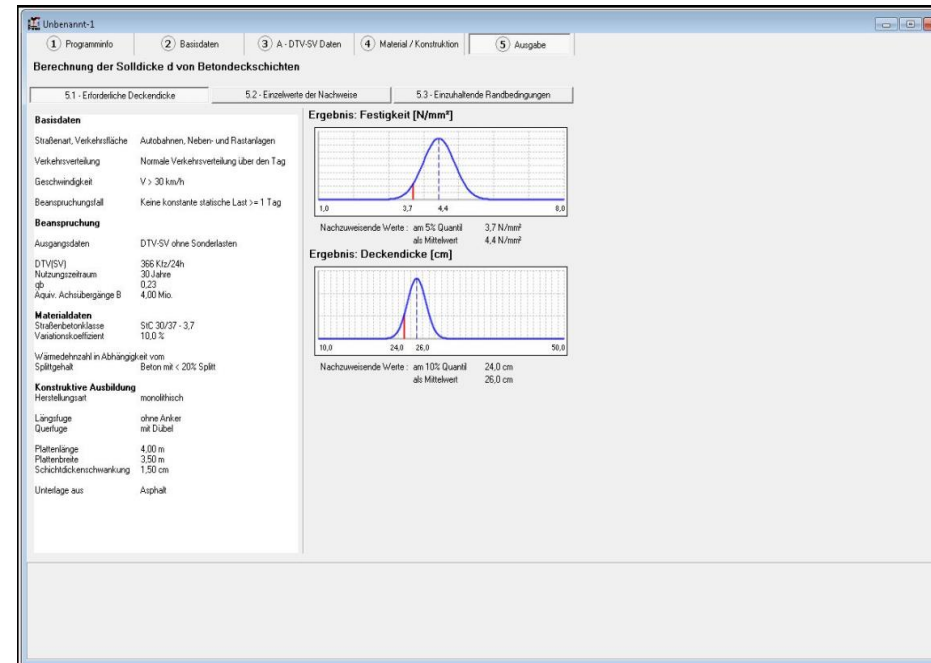
- | | | |
|-----|---|---|
| 3.1 | Betondecke auf Asphalttrag- bzw. Asphaltzwischen-schicht
Betondecke
Asphalttragschicht (ATSuB)
Frostschutzschicht (FSS) |  |
|-----|---|---|

Berechnung RDO Beton:

Aufnehmbares Moment > Einwirkendes Moment

Einwirkendes Moment = Einwirkende Momente aus Verkehrsbelastung +
Einwirkende Moment aus Temperaturbelastung

$$\text{Einwirkendes Moment} = \text{Einwirkende Momente aus Verkehrsbelastung} + \text{Einwirkende Momente aus Temperaturbelastung}$$



Ergebnis RDO Beton / AWDSTAKO

Dicke der Betondecke: 26 cm



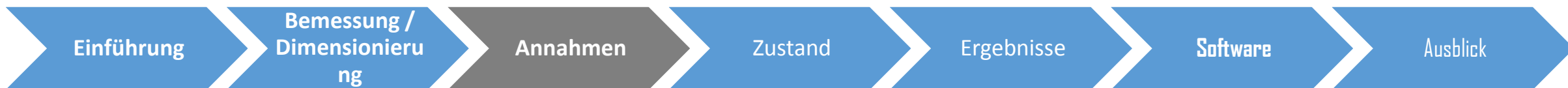
Berechnungsmethode

Ergebnis

RStO 12	→	24 cm Beton auf 10 cm ATS
M VaB Teil 1	→	26 cm Beton auf 10 cm ATS
RDO Beton	→	26 cm Beton auf 10 cm ATS
AWDSTAKO	→	26 cm Beton auf 10 cm ATS

Ergebnis für weiteres Vorgehen

Dicke der Betondecke = 26 cm



Erstellung des Leistungsverzeichnisses und Kostenvergleich

- Leistungsverzeichnis Asphaltbauweise der Stadt Konstanz: 149.406,00 €
- Leistungsverzeichnis in Betonbauweise: 181.757,00 €
- Ergebnis Herstellungskosten Beton ist um 32.351,00 € teurer (ca. 21 %)

Annahme: Planungs- und Ausführungskosten ca. 10 - 20 % höher



Kostenvergleich

- Anpassung der Leistungsverzeichnisse über Baupreisindex nicht zielführend
- Leistungsverzeichnis wurde über einen Kostenvergleich der Jahre 2008 und 2014 erstellt



Erfahrungen aus Expertengesprächen

Ansätze für Asphaltbauweise

Maßnahmen Asphalt:

Erneuerung Asphaltdecke alle 7/10 Jahre

Ansätze für Betonbauweise

- Schadhafte Fugenfüllungen
 - Heißverguss → alle 5 oder 7/8 Jahre
 - Kaltverguss → alle 15 Jahre
- Alle anderen Erhaltungsmaßnahmen zusammenführen
 - Abwandern von Platten / Plattenbewegungen
 - Längs- und Querrisse
 - Kantenschäden / Eckausbrüche

Annahme:

- 5% (BAB) – 10 % (Innerorts) der Gesamtfläche müssen bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren erhalten werden



Annahmen zum Betrachtungszeitraum

- Betrachtungszeitraum: 30 Jahre
- Maßnahmen Asphalt: Erneuerung Asphaltdecke alle 7/10 Jahre
- Maßnahmen Beton: Fugenpflege alle 7 Jahre
Betonplattenaustausch (10% der Gesamtfläche bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahre)

Annahmen Kosten

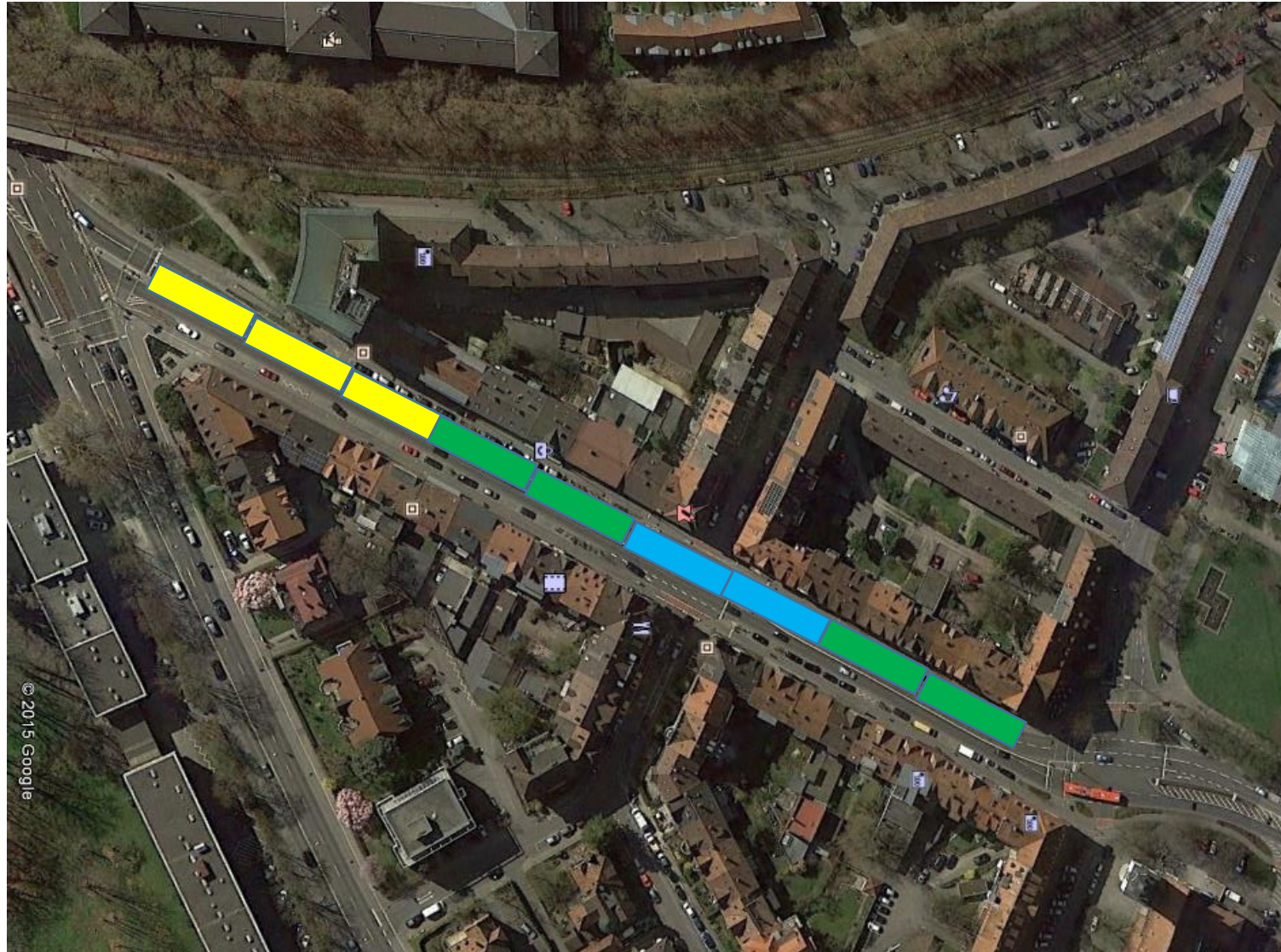
- | | | |
|------------|------------------------|----------------------|
| – Asphalt: | Erneuerung Decke | 50 €/m ² |
| – Beton: | Fugenerhalt | 5 €/m ² |
| | Austausch Betonplatten | 150 €/m ² |

Zustand 2008



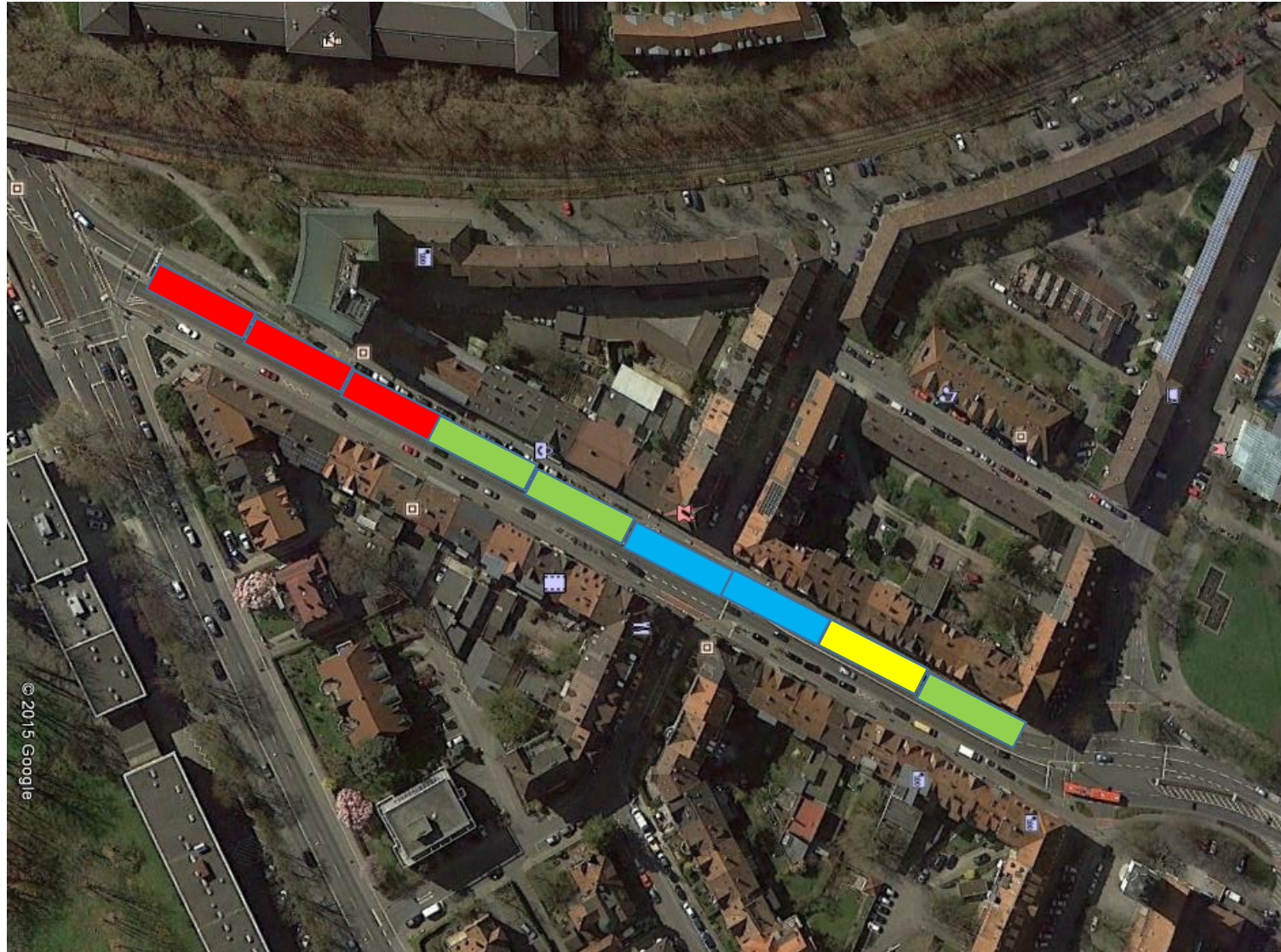
- Sehr gut
- Gut
- Mittel
- Schlecht
- Sehr schlecht

Zustand 2011

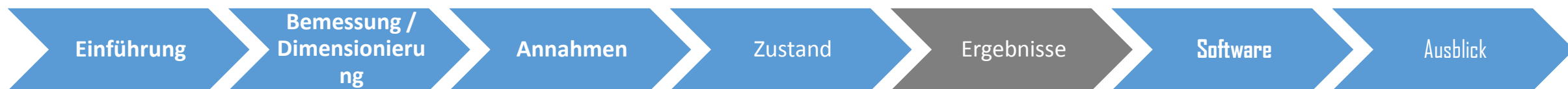


- Sehr gut
- Gut
- Mittel
- Schlecht
- Sehr schlecht

Zustand 2015



- Sehr gut
- Gut
- Mittel
- Schlecht
- Sehr schlecht



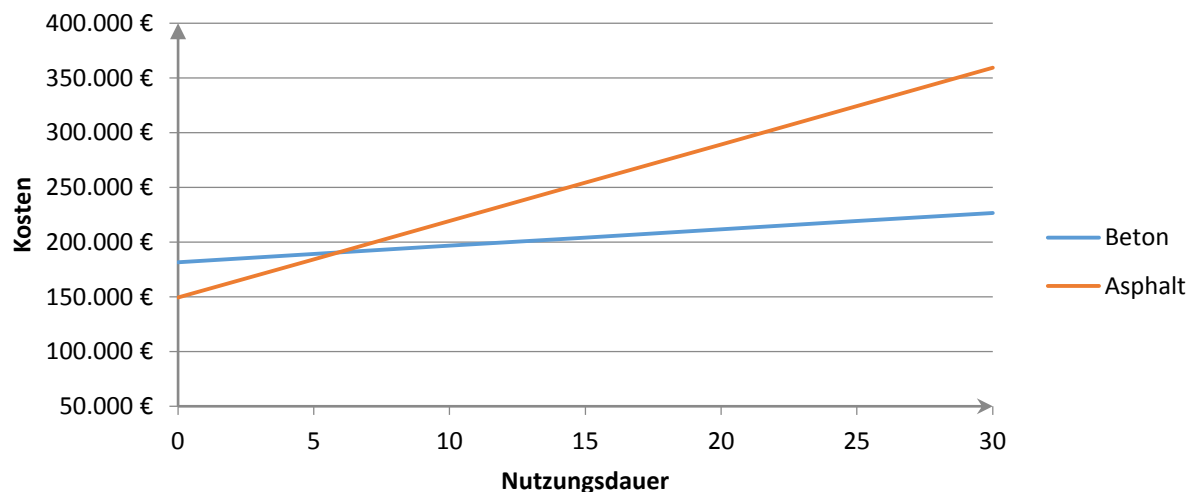
➤ Betrachtung der Nutzungsdauer 30 Jahre (Life Cycle)

Asphalt: 1. Erneuerung alle 10 Jahre, 100 % → 359.406,00 € 58 % (132.649,00 €)

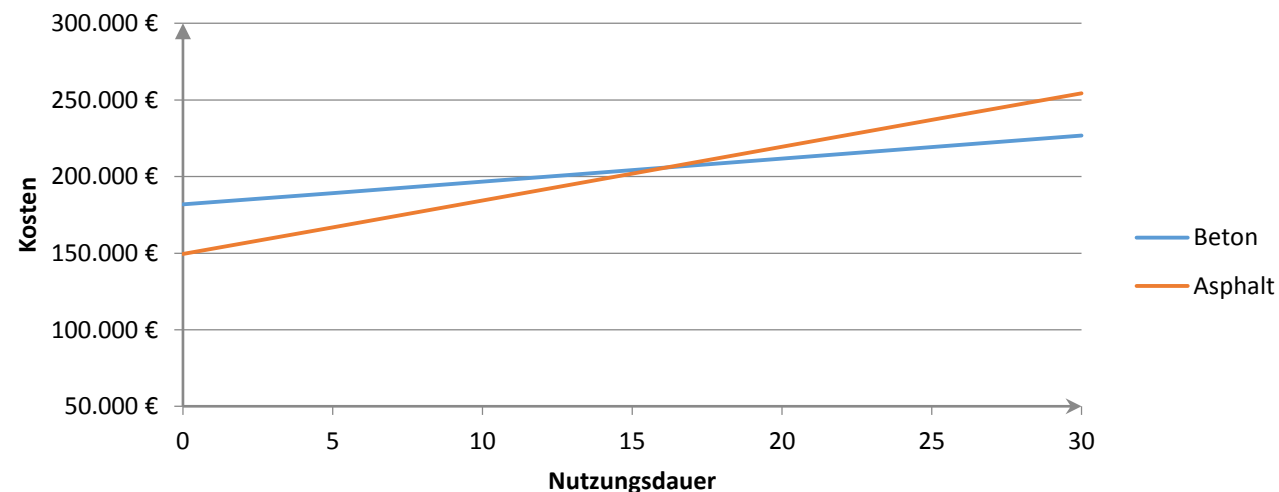
2. Erneuerung alle 10 Jahre, 50 % → 254.406,00 € 12,2 % (27.649,00 €)

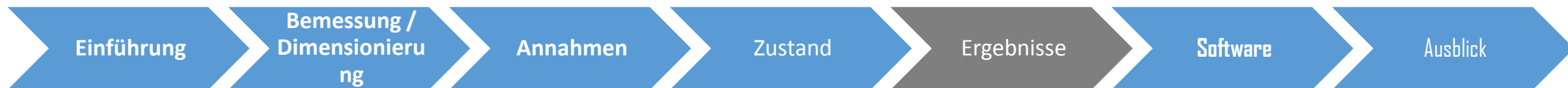
Beton: → 226.757,00 €

Kostenvergleich der betrachteten Bauweisen
über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren



Kostenvergleich der betrachteten Bauweisen über
eine Nutzungsdauer von 30 Jahren





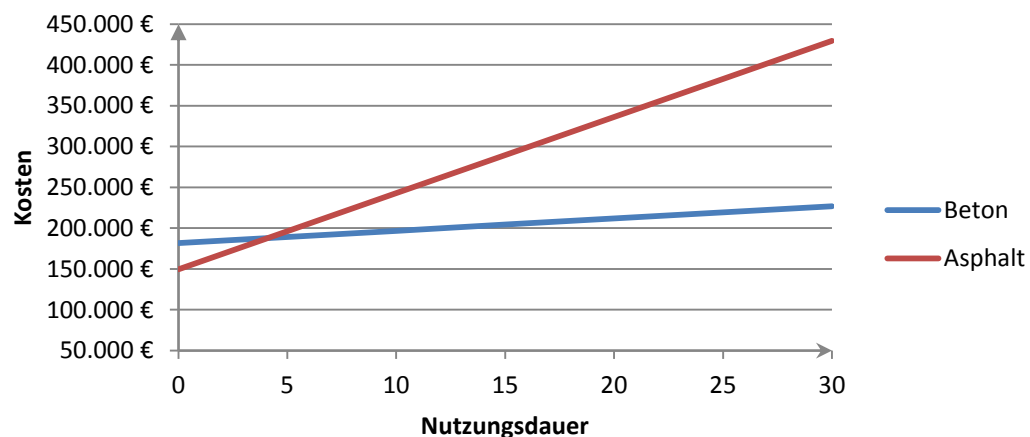
➤ Betrachtung der Nutzungsdauer 30 Jahre (Life Cycle)

Asphalt:

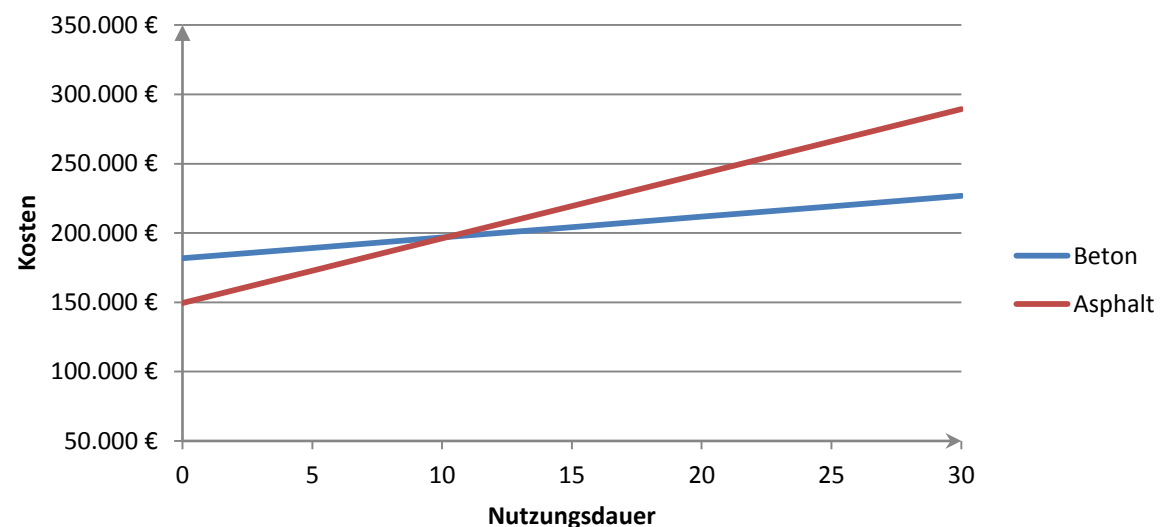
- 1. Erneuerung AB alle 7 Jahre, 100% → 429.406,00 € **89 % (202.649,00 €)**
- 2. Erneuerung AB alle 7 Jahre, 50 % → 289.406,00 € **27,63 % (62.649,00 €)**

Beton: → 226.757,00 €

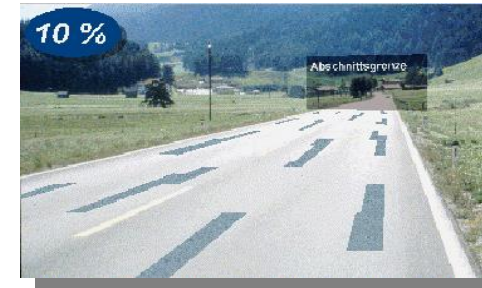
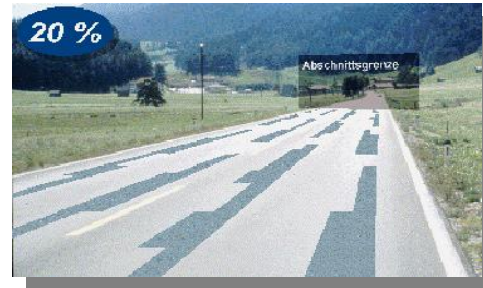
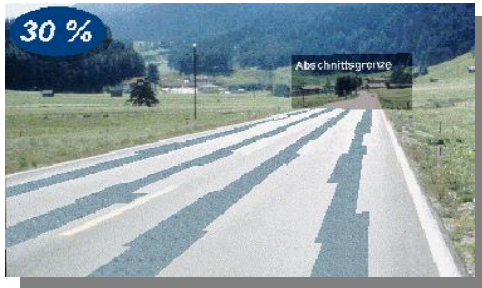
Kostenvergleich der betrachteten Bauweisen über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren



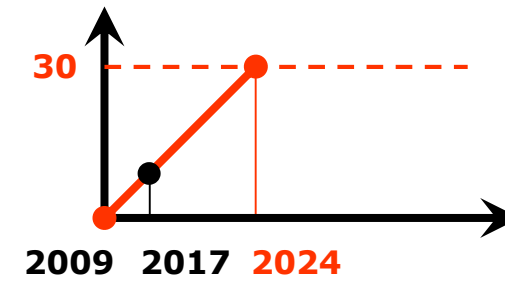
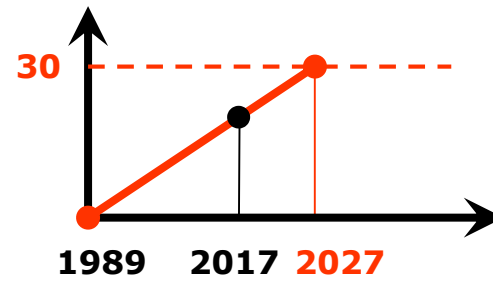
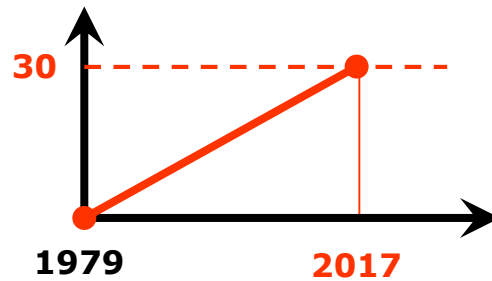
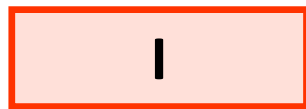
Kostenvergleich der betrachteten Bauweisen über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren



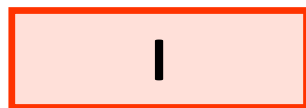
Was ist ein strategisches Erhaltungsmanagement?



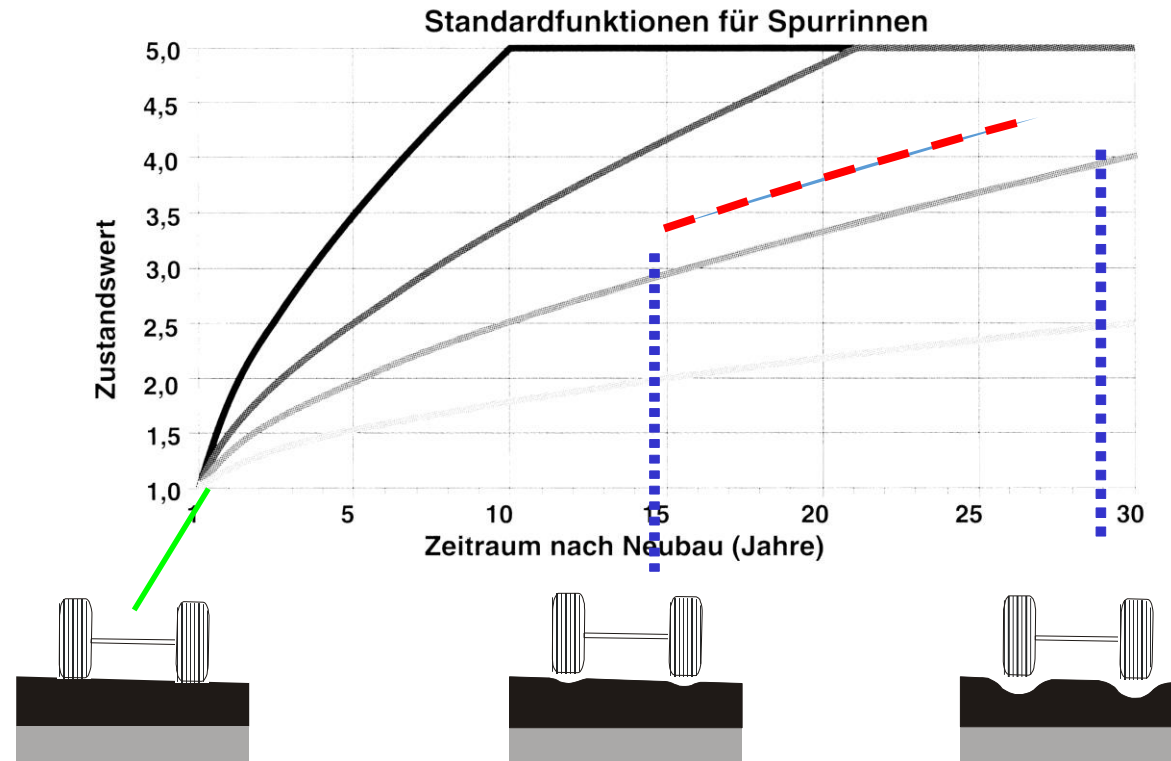
Dringlichkeitsreihung:



Dringlichkeitsreihung:

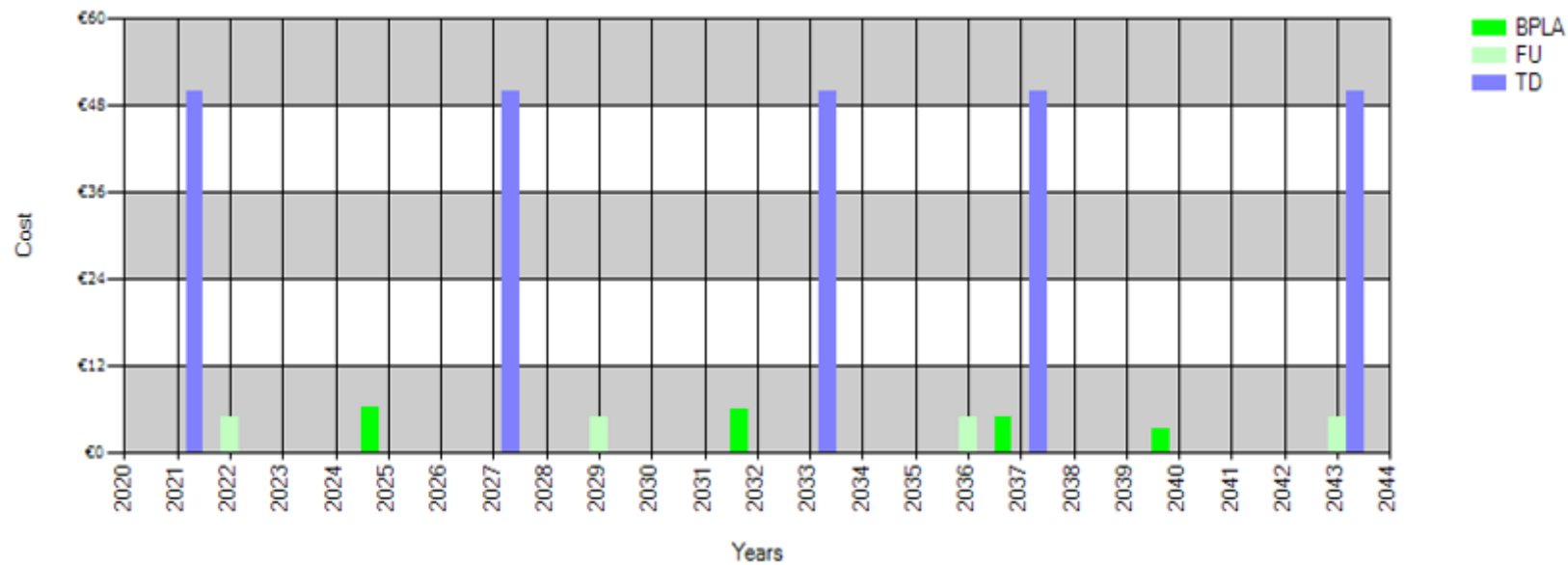


Was ist ein strategisches Erhaltungsmanagement?

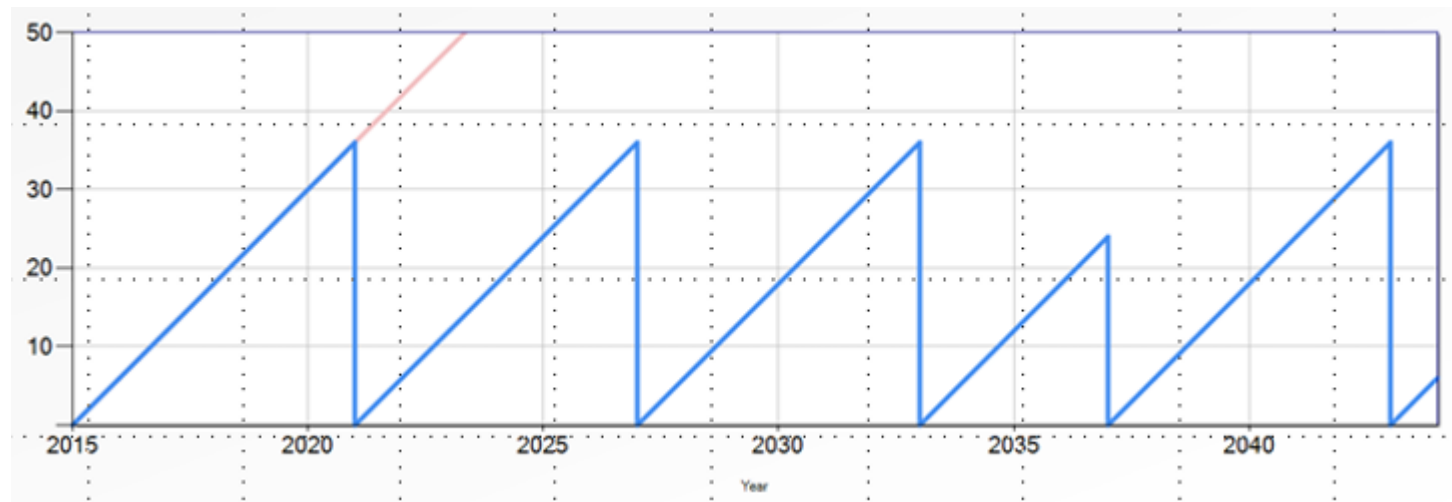


Maßnahmenzuordnung in Software

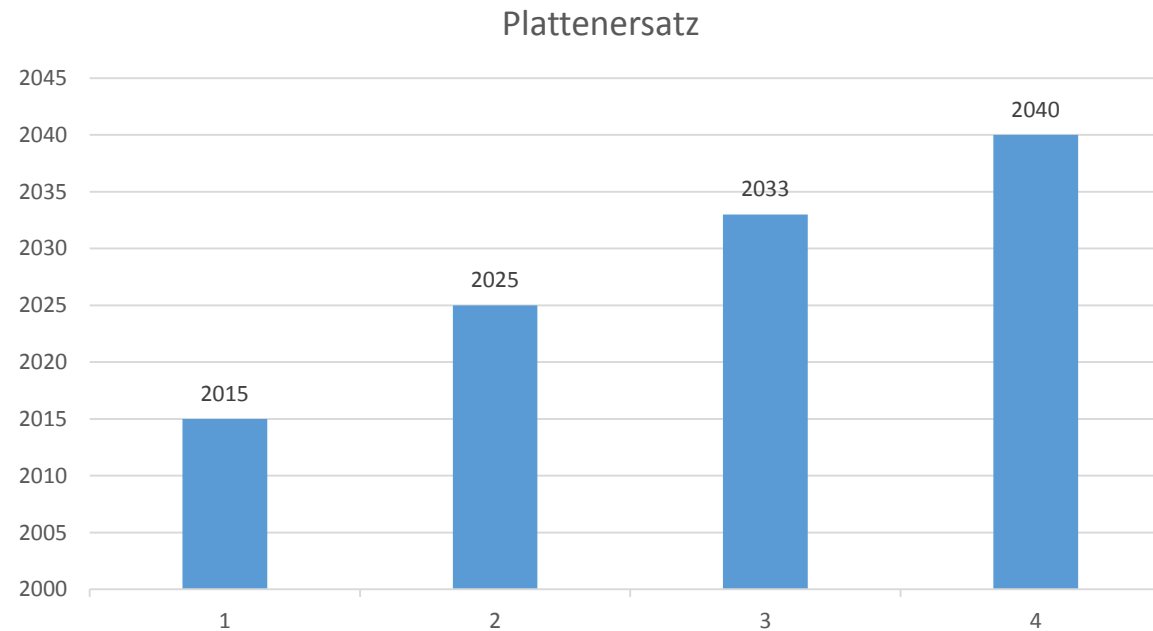
- **Asphalt:** Erneuerung Decke/Binder 50 €/m²
- **Beton:** Fugenerhalt 5 €/m²
Betonplattenaustausch 150 €/m²



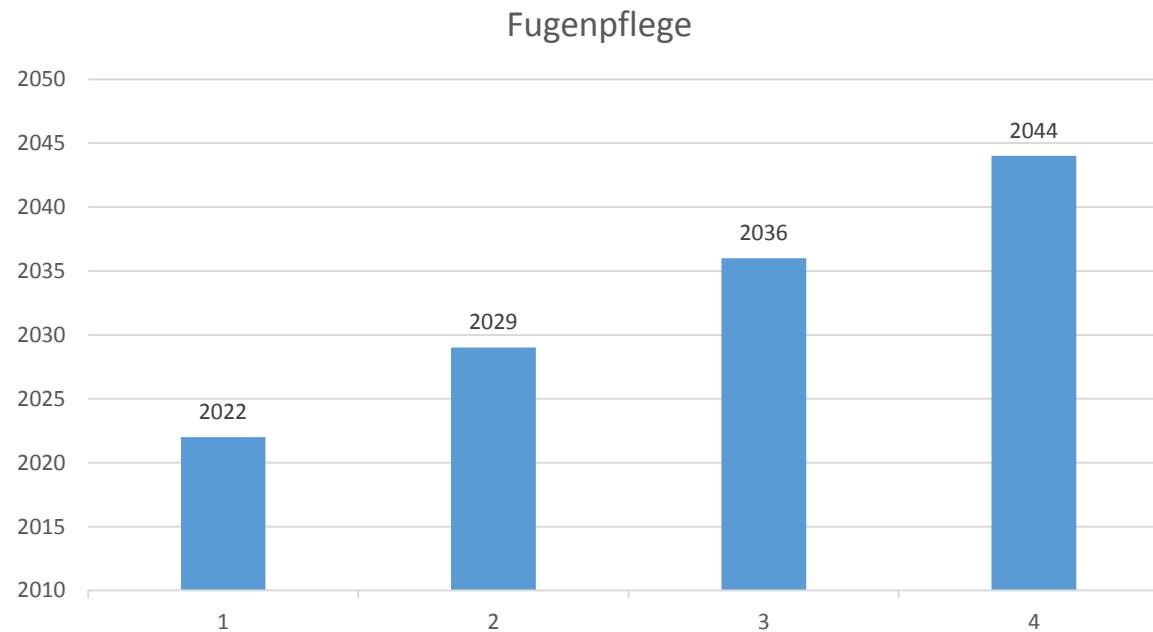
Szenario Asphalt

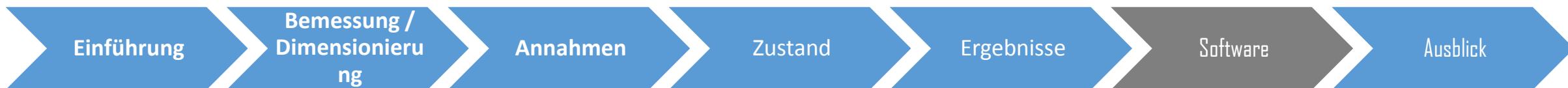


Maßnahme Beton: Plattenersatz



Maßnahme Beton: Fugenpflege

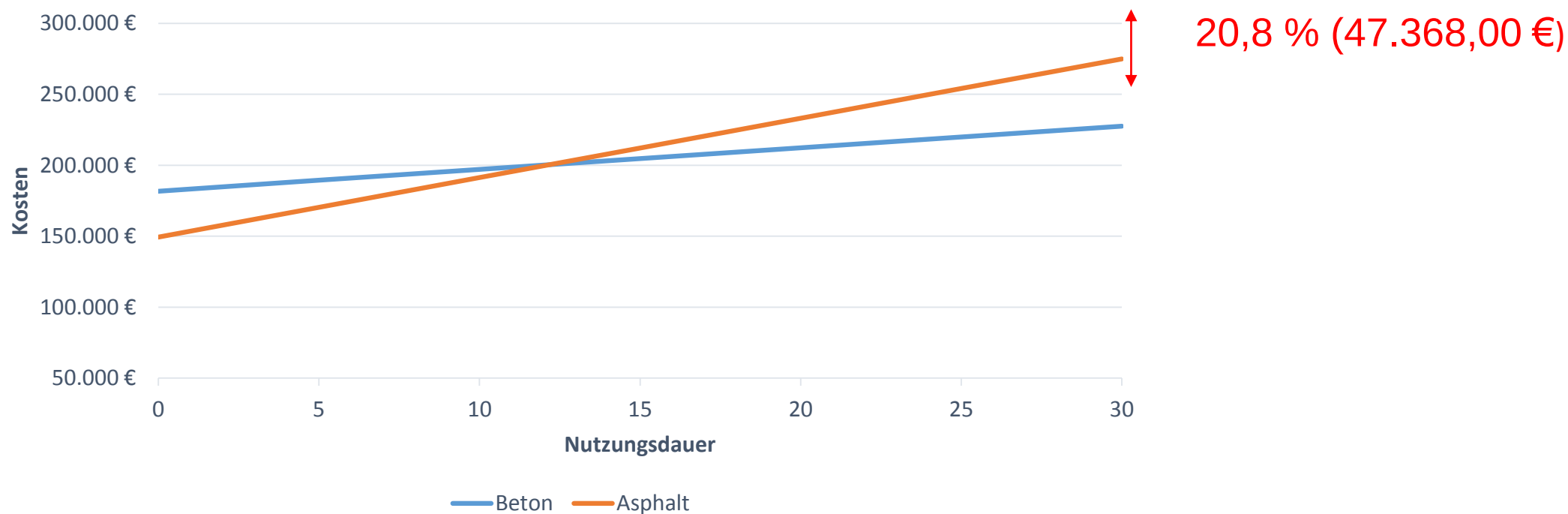


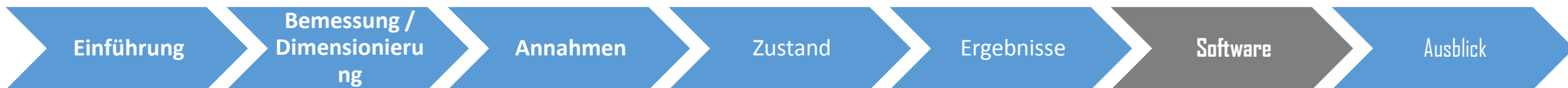


Asphalt: 275.000,00 €

Beton: 227.632,00 €

Kostenvergleich der betrachteten Bauweisen über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren



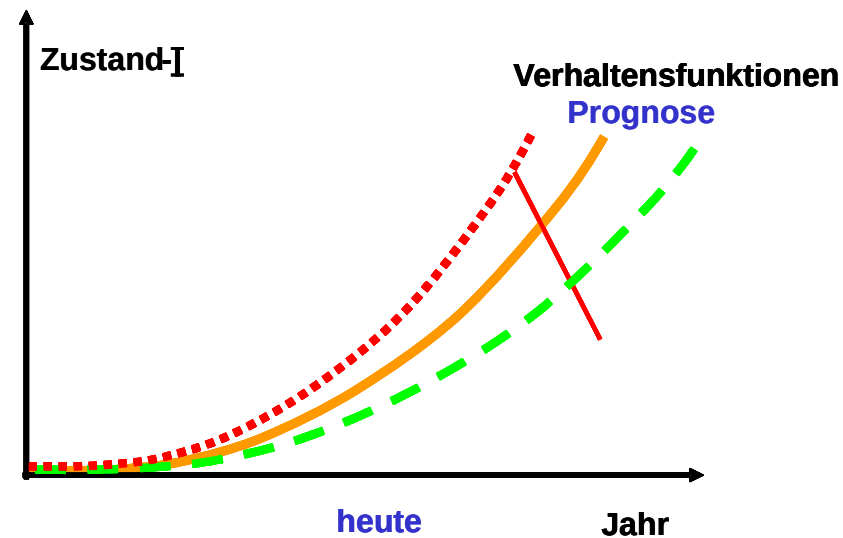


	Asphalt	Beton	Wirtschaftlichkeit
Lebenszyklusbetrachtung			
Barwert	149,406 €	181,757 €	20,8 %
Endwert	275,000 €	227,632 €	
Erneuerung Decke alle 7 Jahre (100%)			
Barwert	149,406 €	181,757 €	89,4 %
Endwert	429,406 €	227,632 €	
Erneuerung Decke alle 7 Jahre (50%)			
Barwert	149,406 €	181,757 €	27,63 %
Endwert	289,406 €	227,632 €	
Erneuerung Decke alle 10 Jahre (50%)			
Barwert	149,406 €	181,757 €	12,2 %
Endwert	254,406 €	227,632 €	

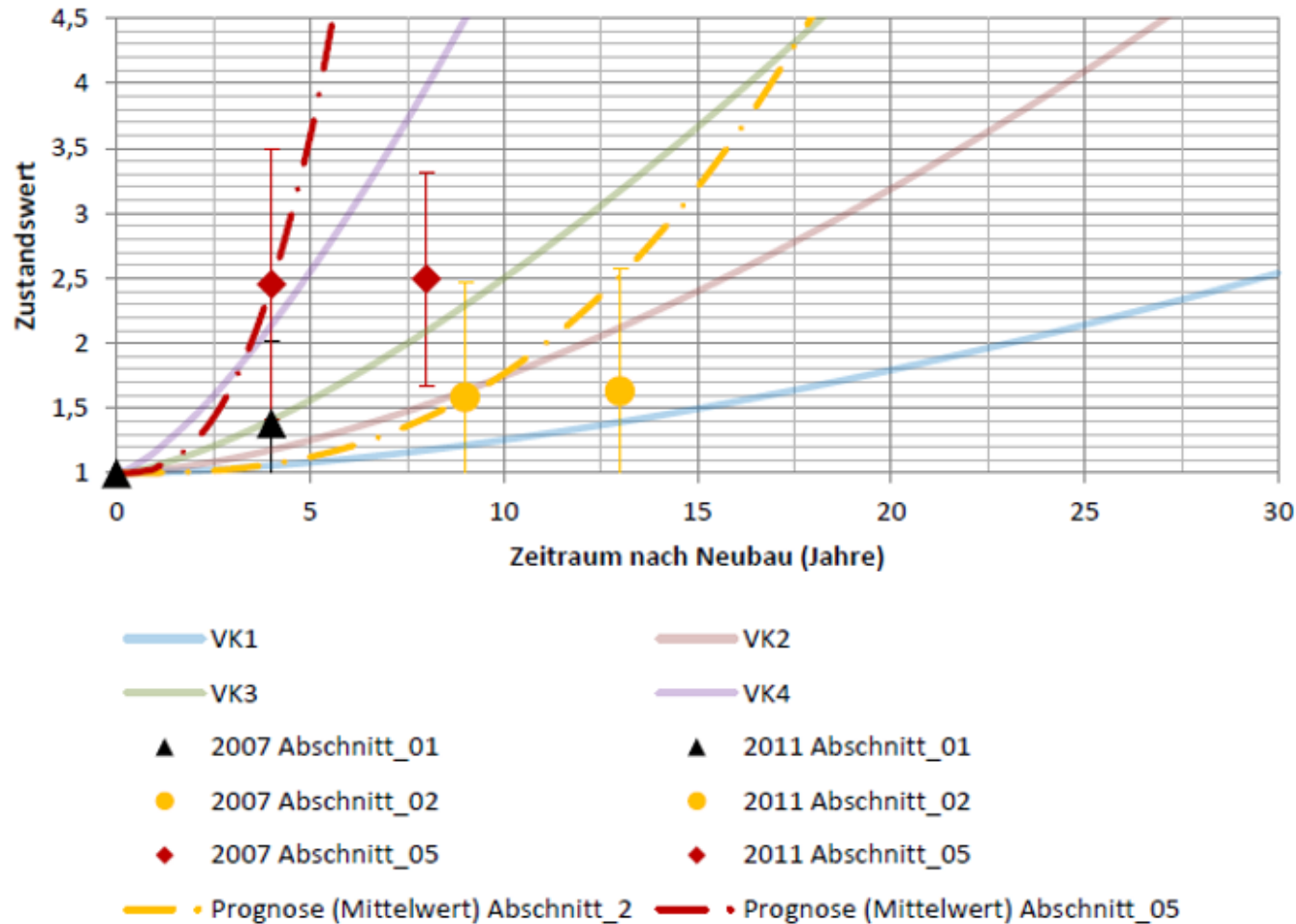
1. Volkswirtschaftlicher Nutzen

- Unfallkosten
- Staukosten
- Wegekosten
- Lärmkosten
- Klimakosten

2. Anpassung der Verhaltensfunktionen



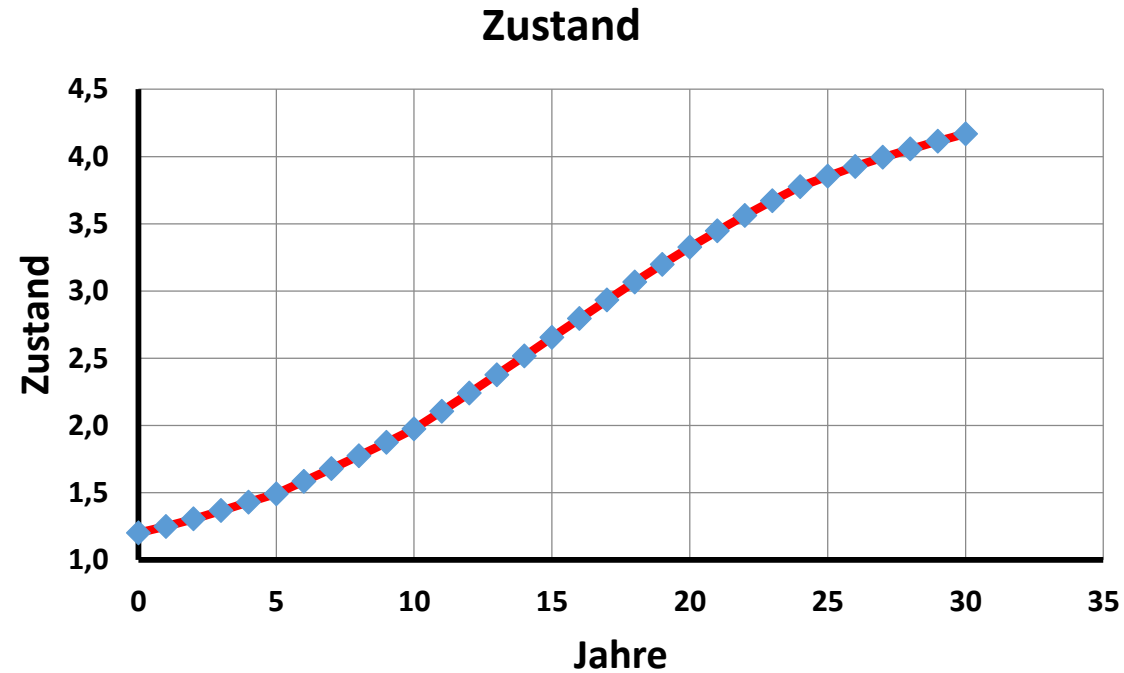
Prognose für PGR

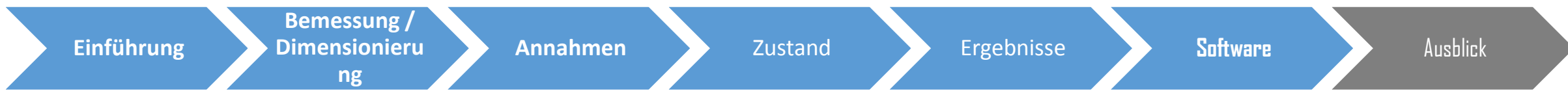


Erkenntnis: Deterministische Funktionen sind abhängig von den verfügbaren Informationen, den Erfahrungen, dem Bestimmtheitsmaß, dem Vertrauen in die Funktionen,

Probabilistischer Ansatz → Markov Ketten

$$P = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & \cdots & p_{1,10} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & \cdots & p_{2,10} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{10,1} & p_{10,2} & \cdots & p_{10,10} \end{pmatrix}$$





Erkenntnisse für Sonderflächen in Betonbauweise:

- Betonbauweise hat bei richtiger Dimensionierung, Konstruktion und Ausführung eine längere Nutzungsdauer
- Planungs- und Ausführungskosten der Betonbauweise liegen um ca. 15 bis 25 % höher (je nach Ausschreibung)
- Dimensionierung nach RDO Beton zielführend bzw. notwendig
- Entwicklung von spezifischen Verhaltenskurven erforderlich
- Einsparpotential je nach Sonderfläche; vorliegend 20,8 %

Besten Dank für die Aufmerksamkeit

