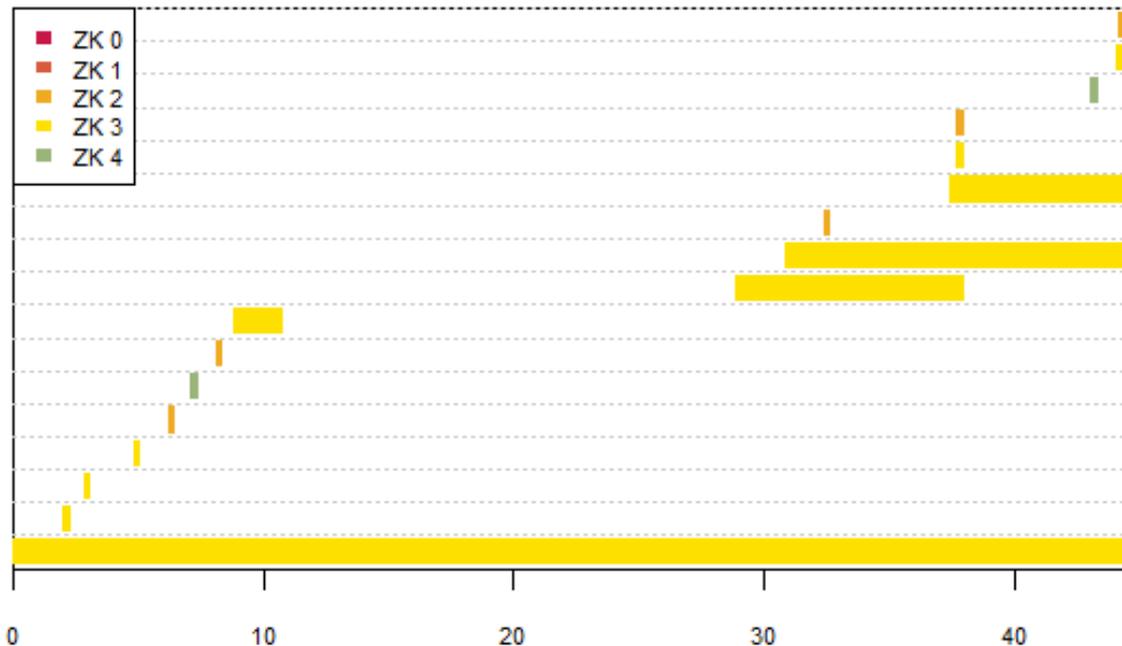


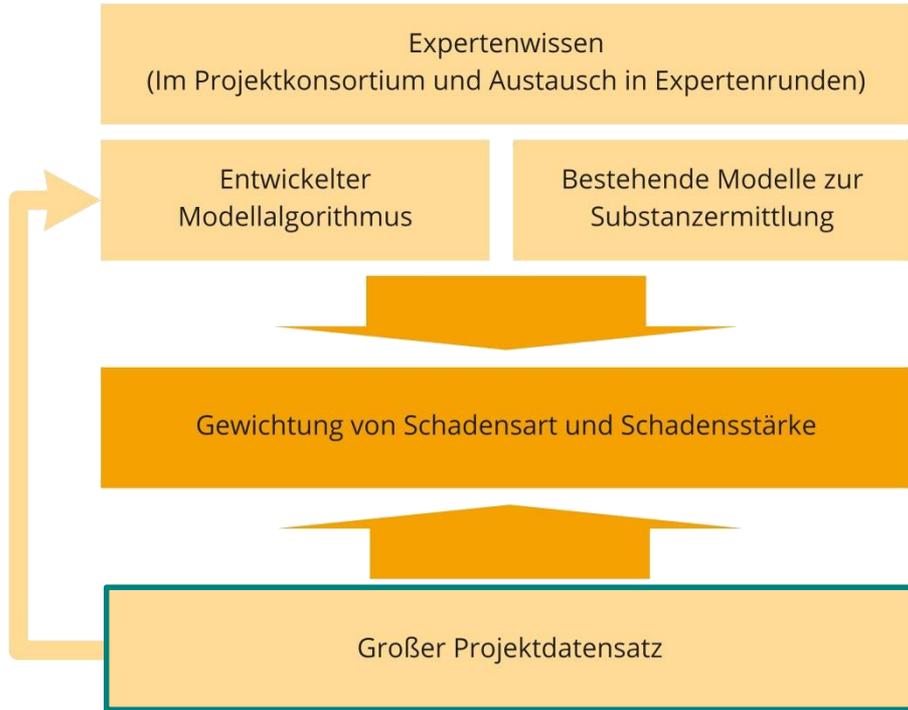
Nutzung von Inspektionsdaten und Expertenmeinungen für die Kalibrierung und Validierung der Substanzermittlung

Malte Zamzow, Pascale Rouault –
Kompetenzzentrum Wasser Berlin

Welche Restsubstanz besitzt diese Haltung?



ZK 0	ZK 1	ZK 2	Zk 3	ZK 4	ZK 5	StrS	PktS	UmfS
1	?	?	?	?	0	1	?	?



Anforderungen an den Datensatz:

- Realitätsnah
 - Möglichst heterogen bezüglich der Schadensbilder
- erfordert eine große Inspektionsanzahl

Der Datensatz:

- Sammlung aus verschiedenen Städten
- Insgesamt gut 100 000 Inspektionen (knapp 4 000 km)
- 80 000 mit relevanten Schäden für die Substanz
- Plausibilisiert und anonymisiert

Repräsentativität

(Ein Vergleich mit der DWA-Umfragen zum Zustand der Kanalisation 2015/2020)

- Stammdaten
 - ✓ **Alter**
 - ✓ Nutzung
 - ✓ **Materialart**
 - ✓ Haltungslänge
- Inspektionsdaten
 - ✓ Verteilung der Schäden zur baulichen Struktur
 - ✓ Verteilung der Schäden zur betrieblichen Struktur
 - ✓ Zustandsklassen auf Haltungsebene
 - ✓ **Schadensdichte**

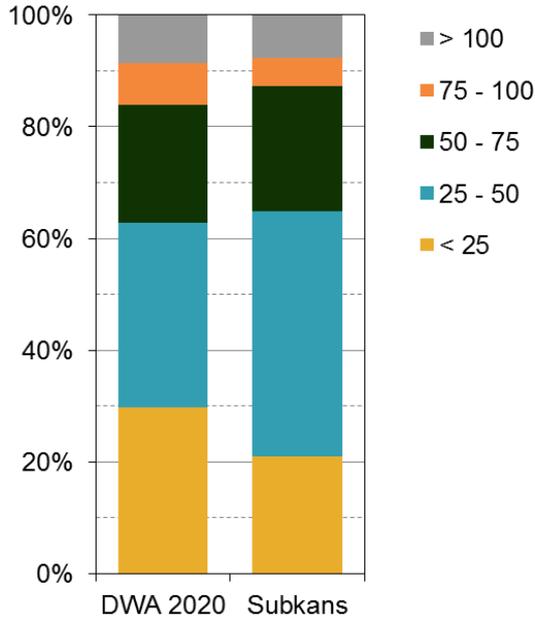
Heterogenität

- Stammdaten
 - ✓ Durchmesser
 - ✓ Mittlere Tiefe
- Inspektions- und Schadensdaten
 - ✓ Variabilität in der Schadensdichte
 - ✓ **Anteil der Schadensarten, Schadensausprägungen**, Zustandsklassen
 - ✓ Kombinationen unterschiedlicher Schadensarten
 - ✓ Kombinationen unterschiedlicher Schadensschweren
 - ✓ Kombinationen unterschiedlicher Schadensausprägungen
 - ✓ Schadenscodes pro Schadensart

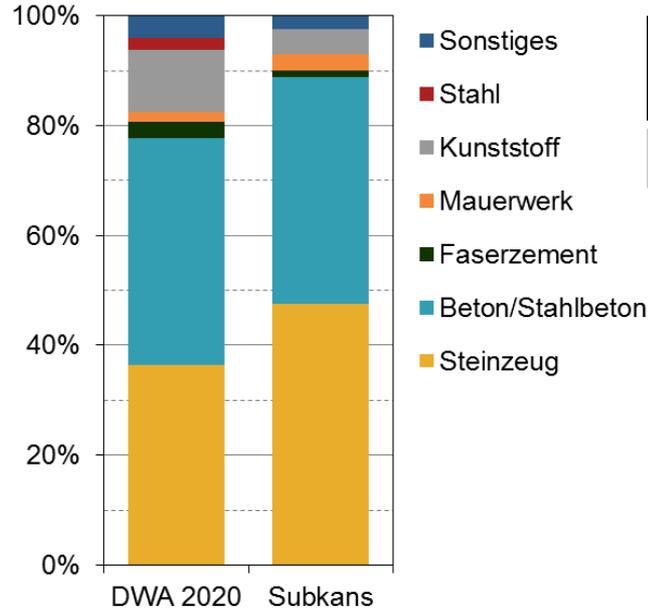
Repräsentativität des Projektdatensatzes



Alter



Material

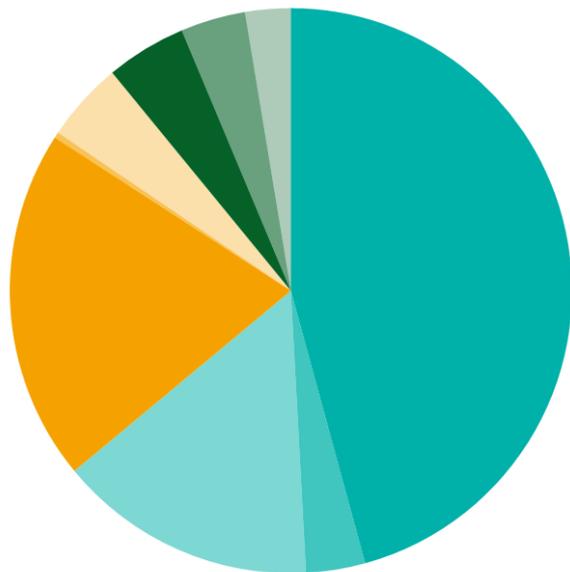


Schäden pro schadhafter Haltung

DWA 2015	SubKanS - Projektdatensatz
3,5	4,9

- Stammdaten sind realitätsnah verteilt
- Der Projektdatensatz besitzt eine etwas höhere Schadensdichte

Anzahl der Schäden



Punktschaden

Umfangsschaden

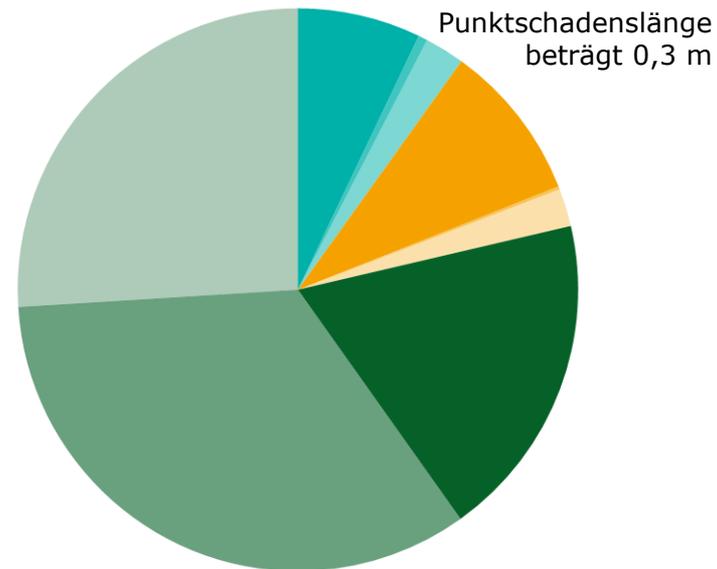
Streckenschaden

Durchdringender S.

Oberflächenschaden

Ohne Bezug zum
Rohrmaterial

Länge der Schäden



- Schadensart, Schadensausprägung und die Schadensschwere sind in vielen Kombinationen im Projektdatensatz enthalten



Expertenwissen:

- Einzelschadensbewertung (DWA-M 149) und dessen Bezug auf die Substanz (SubKanS-Projekt)
- Entwickelter Modellalgorithmus (SubKanS-Projekt)
- Fünf verschiedene bestehende Modelle zur Substanzermittlung

Anforderungen an die Kalibrierung:

- Eine objektive Methode zur Nutzung des unterschiedlichem Expertenwissen für die Kalibrierung

Vorbereitung

Haltung	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
1	30%	15%	32%	10%	55%

Haltung	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
1	5	5	4	5	5
2	4	2	6	6	2
3	6	6	6	6	6
4	9	5	6	9	5

Haltung	Ziel
1	5
3	6



Bewertungskriterium

		Klassifizierung des SubKanS Modells									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Klassifizierung der bestehenden Modelle	1	■	■								
	2	■	■								
	3		■	■							
	4			■	■						
	5				■	■					
	6					■	■				
	7						■	■			
	8							■	■		
	9								■	■	
	10									■	■

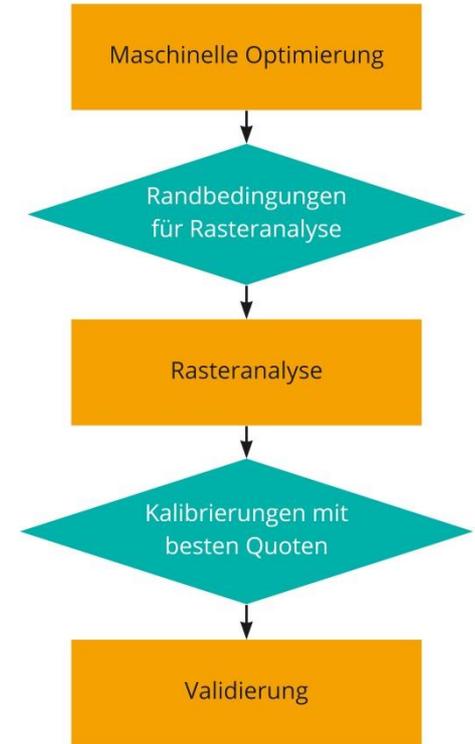
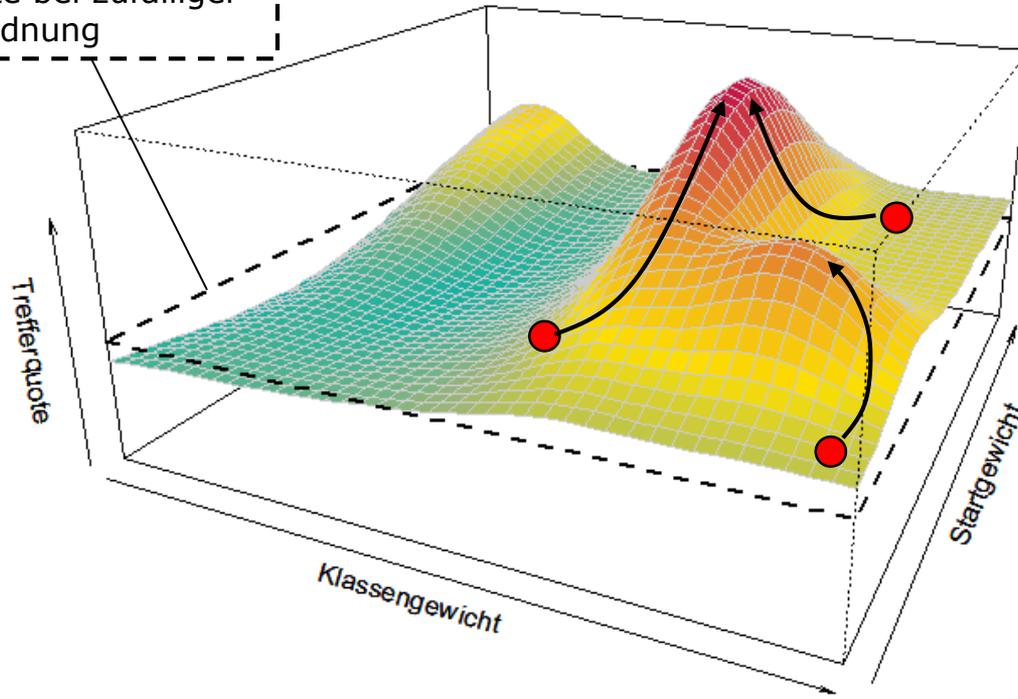
Trefferquote (SubKanS-Modell ordnet in die gleiche Klasse ein)

Erweiterte Trefferquote (SubKanS-Modell ordnet ± 1 Klasse richtig ein)

Beide Kennwerte sollen maximal werden \rightarrow Optimierungsproblem

Methode: Maschinelle Optimierung und Rasteranalyse

Quote bei zufälliger Anordnung



Bestehende Modelle vs. kalibriertes SubKanS-Modell



ca. 15 000
Haltungen

		Klassifizierung des SubKanS Modells									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Klassifizierung der bestehenden Modelle	1	1405	389	17	2	2					
	2	411	1546	298	35	4	3		1		
	3		355	560	187	50	6	2			
	4		9	271	324	110	22	2	2		
	5			11	184	281	149	13	3		
	6			1	8	185	402	179	37		
	7					9	203	325	206	21	4
	8						27	237	853	323	16
	9							10	348	1429	477
	10								6	491	2086

- Trefferquoten: 63,4 % (Validierung: 62,8%)
- erweiterten Trefferquoten: 97,8% (Validierung: 97,6%)

Experteneinschätzung der Abnutzung vs. kalibriertes SubKanS-Modell



ca. 100
Haltungen

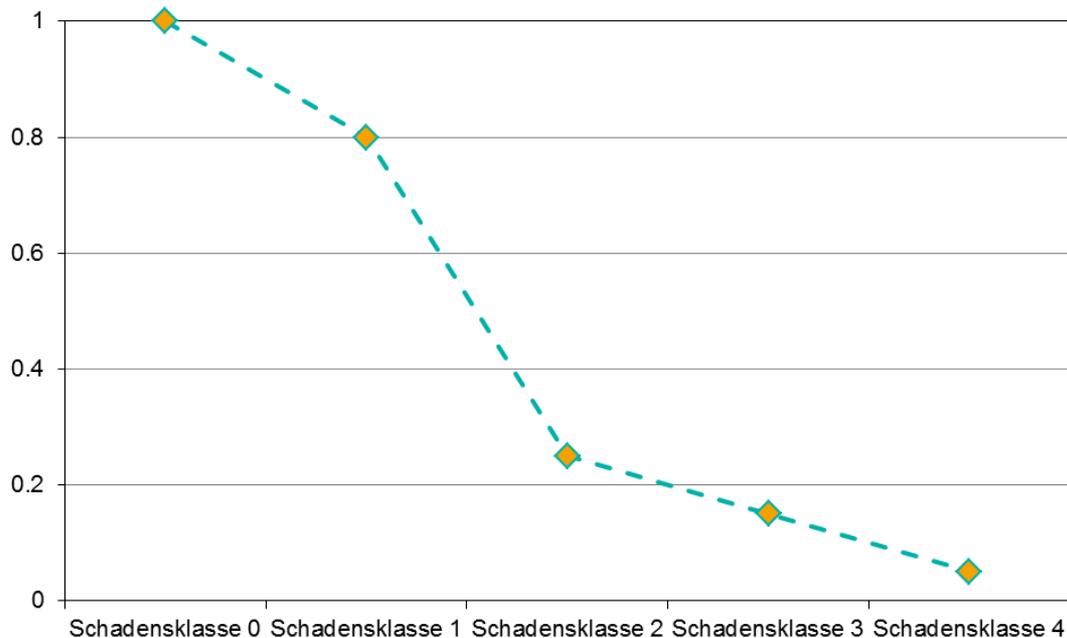
		Klassifizierung des SubKanS Modells									
		0 - 10 %	10 - 20 %	20 - 30 %	30 - 40 %	40 - 50 %	50 - 60 %	60 - 70 %	70 - 80 %	80 - 90 %	90 - 100 %
Experteneinschätzung	0 - 10 %	7	7								
	10 - 20 %	21	18	4	1	1					
	20 - 30 %	1	8	18	4	1	1				
	30 - 40 %		1		2	3		1	1		
	40 - 50 %	1					1				
	50 - 60 %			1					1		
	60 - 70 %				1				1		
	70 - 80 %							1		1	
	80 - 90 %										
	90 - 100 %										

➤ Die Skala des SubKanS-Modells stimmt in etwa mit der Einschätzung von HanseWasser überein, obwohl diese nicht zur Kalibrierung verwendet wurde

Das Ergebnis der Kalibrierung



ZK 0	ZK 1	ZK 2	ZK 3	ZK 4	ZK 5	StrS	Pkts	UmfS
1	0,8	0,25	0,15	0,05	0	1	8	3



Schadenslänge eines ZK0-

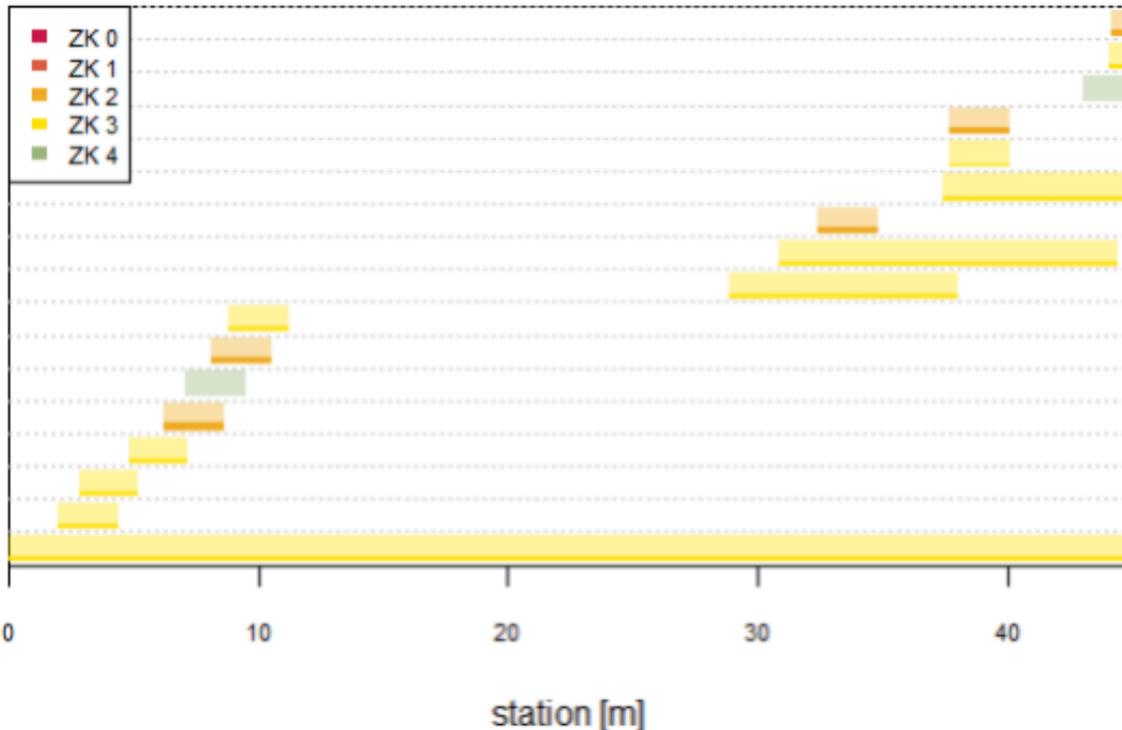
Punktschadens	$0,3\text{ m} \times 1 \times 8 = 2,40\text{ m}$
Umfangschadens DN250	$0,79\text{ m} \times 1 \times 3 = 2,36\text{ m}$
Umfangschadens DN800	$2,51\text{ m} \times 1 \times 3 = 7,54\text{ m}$
Streckenschadens Länge 3,5 m	$3,50\text{ m} \times 1 \times 1 = 3,50\text{ m}$
Streckenschadens Länge 0,5 m	2,40 m

Ein Streckenschaden kann niemals kürzer sein als ein entsprechender Punktschaden

Das SubKanS-Modell – fertig kalibriert und einsatzbereit



Abnutzung: 31,5 % (Restsubstanz: 68,5 %)



- Das Modell wurde objektiv anhand bestehender Modelle zur Ermittlung der Substanz (Einigkeitsprinzip) ohne Vorgabe von Randbedingungen kalibriert
- Die Gewichtung konnte mit knapp 15 000 Inspektionen validiert werden
- Die Skala der ermittelten Substanz wurde abgeglichen mit Modellunabhängigen visuellen Einschätzungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Malte Zamzow

E-Mail: Malte.zamzow@kompetenz-wasser.de
Mobil: +49 1512 5142745

KOMPETENZZENTRUM
Wasser Berlin