

Technische Maßnahmen im Rohrnetz

Wie alt werden Trinkwasserleitungen?

Wann ist eine Leitung zu erneuern?

Dipl.-Ing. Dr.techn. Daniela Fuchs-Hanusch
DDipl.-Ing. Franz Friedl

Institut für Siedlungswasserwirtschaft
und Landschaftswasserbau

Technische Universität Graz



Einleitung

- **70% Anlagevermögen im unterirdischen Rohrnetz**
- **Langfristige Werterhalt des WV-Netzes angestrebt!**
- **rechtzeitig „zustandsorientierte“ Instandhaltung**
 - Wie hoch sind meine **Wasserverluste**?
 - Wo sind meine **Schwachstellen** im Netz?
 - **Wann** und **wo** sind Leitungen zu reparieren?
 - Welche **Materialien** und **Durchmesser** habe ich in meinem Rohrnetz?
Wann und **Wo** wurden sie eingebaut?

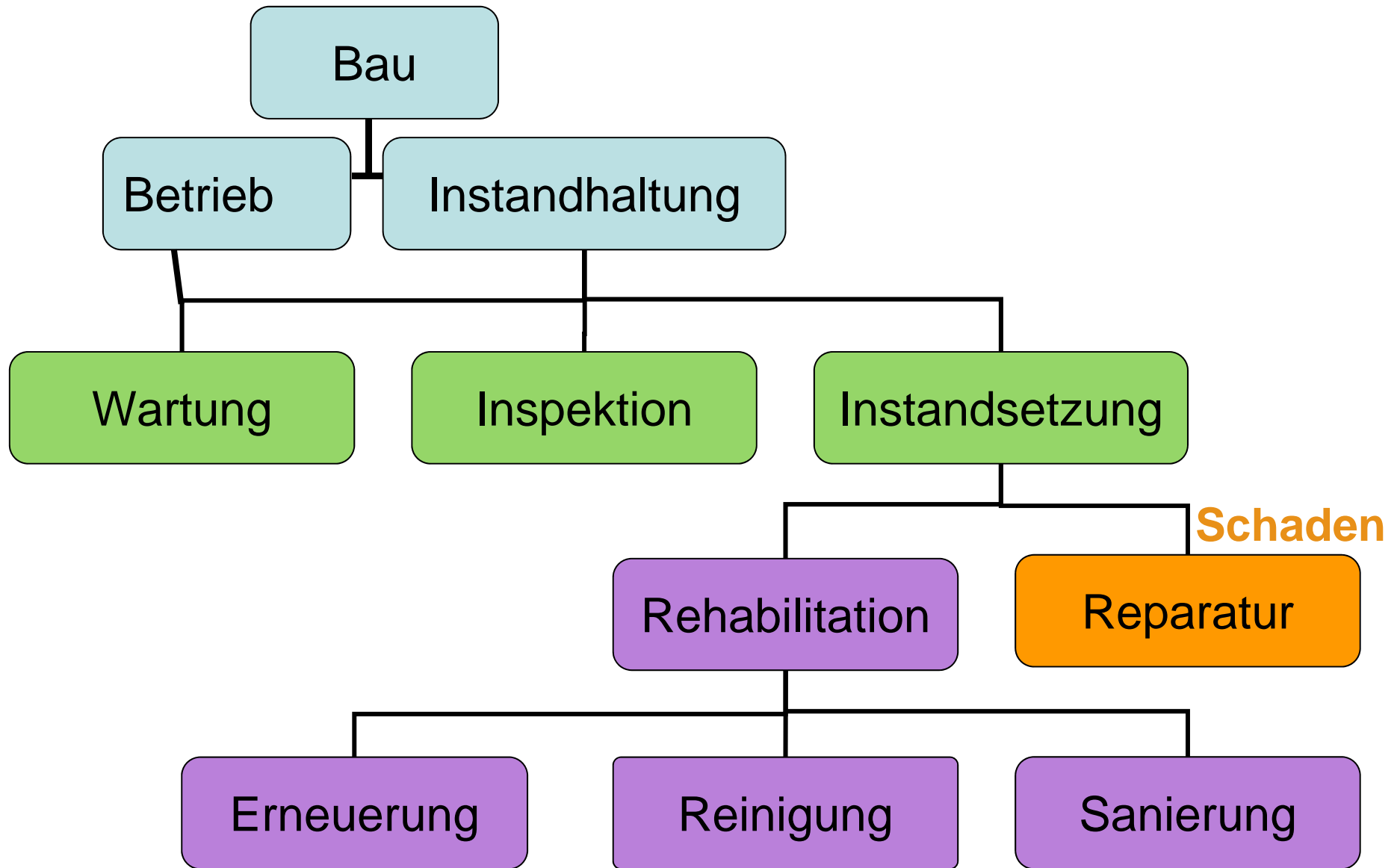
Einleitung

- **rechtzeitig „zustandsorientierte“ Instandhaltung**
 - **Wann** und **Wo** sind Leitungen zu tauschen/erneuern?
 - **Was** sind die geeigneten Bauverfahren dafür?
- **Ziele unter Berücksichtigung finanzieller Mittel**
 - Ziel → z.B.: möglichst konst. jährlicher Finanzierungs- bzw. Budgetaufwand
 - Ziel → durch Koordinierung mit anderen Leitungsträgern Kostenoptimierung (Einsparung) in der Erneuerung möglich



Neubau - Einbau

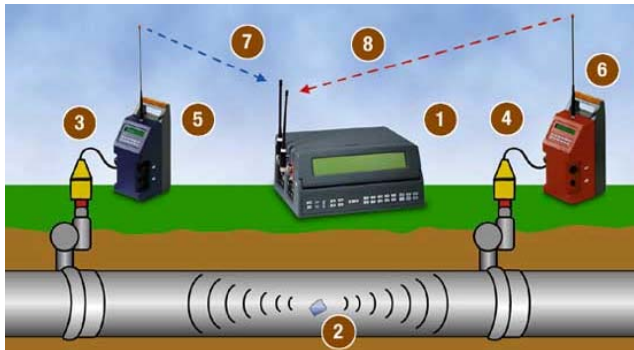




Quelle: ÖVGW W 100 (2007)

Instandhaltung (ÖVGW W 100, 2007)

Wasserverlustmanagement



Wartung
und Inspektion



Quelle: www..avt.at

Reparatur



Rehabilitation
(Erneuerung
und Sanierung)

Rehabilitations-
planung

Dokumentation

Technische Maßnahmen

Instandhaltung = zuerst Wartung und Inspektion

- Umgang mit meinem System
- Mit Bau/Verlegung meiner Anlage nicht das Ende der Betrachtungszeit erreicht!
- Wasserbilanz ermittelbar
 - Welche Daten dafür notwendig?
 - In welchen zeitlichen Abständen Ermittlung notwendig?
 - Mit welcher Genauigkeit?
- Methoden der Wasserverlustermittlung
 - Welche Kennzahlen werden/können ermittelt werden?

Rohrbruch DN 750 Wien, November 2006



Quelle: MA 31 Wien

Wasserbilanz (ÖVGW W 63)

System- ein- speisung Q_{SYS}	Wasser- abgabe	entgeltliche Abgabe	gemessener, entgeltlicher Verbrauch	In Rechnung gestellte Wasser- menge
			nicht gemessener, entgeltlicher Verbrauch	
		un- entgeltliche Abgabe	gemessener unentgeltlicher Verbrauch	
			nicht gemessener, unentgeltlicher Verbrauch	
	Wasser- verluste Q_{VR}	scheinbare Verluste	Zählerabweichungen und Fehler bei der Rechnungslegung	Nicht in Rechnung gestellte Wasser- menge Q_{NRW}
			Schleichverluste	
			Unzulässige Wasserentnahmen	
		Reale Wasser- verluste Q_{VR}	Zubringerleitungen	
Behälter				
	Versorgungsleitungen			
	Anschlussleitungen bis zum Wasserzähler			

Technische Maßnahmen

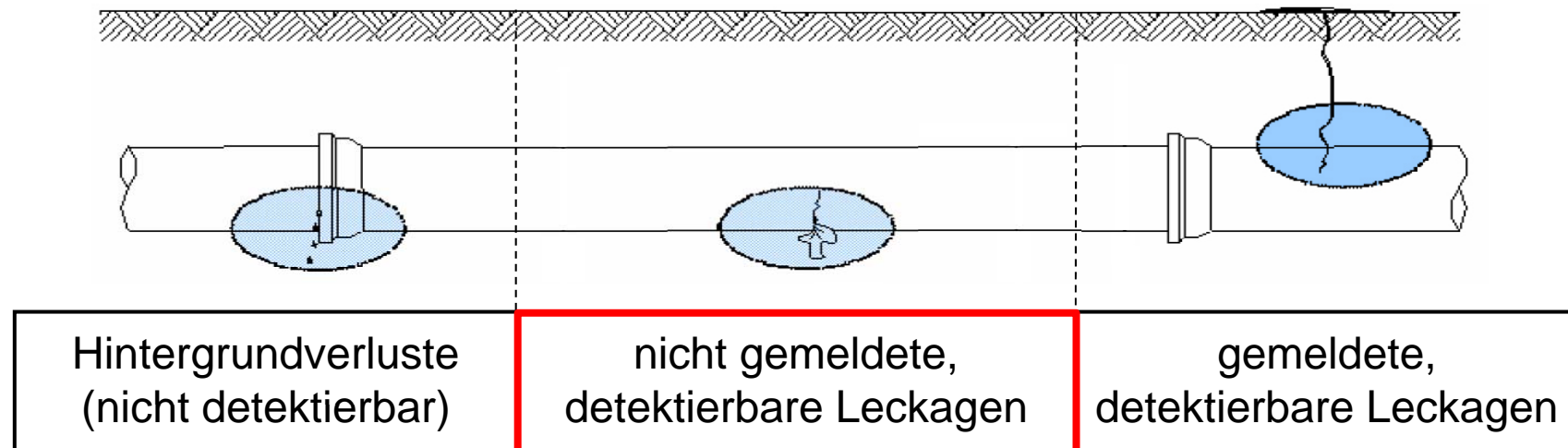
Vorgehensweise Wasserverluste

- Wasserverluste ermittelt durch
 - Wasserbilanz
 - Nachtmindestverbrauchsmessung
- Ist definierter Wasserverlust-Grenzwert überschritten?
- Gebiet wird eingegrenzt
- Gezielte Leckortung zur Auffindung des Schadens/Verlustes
 - Ausführung intern
 - Ausführung extern

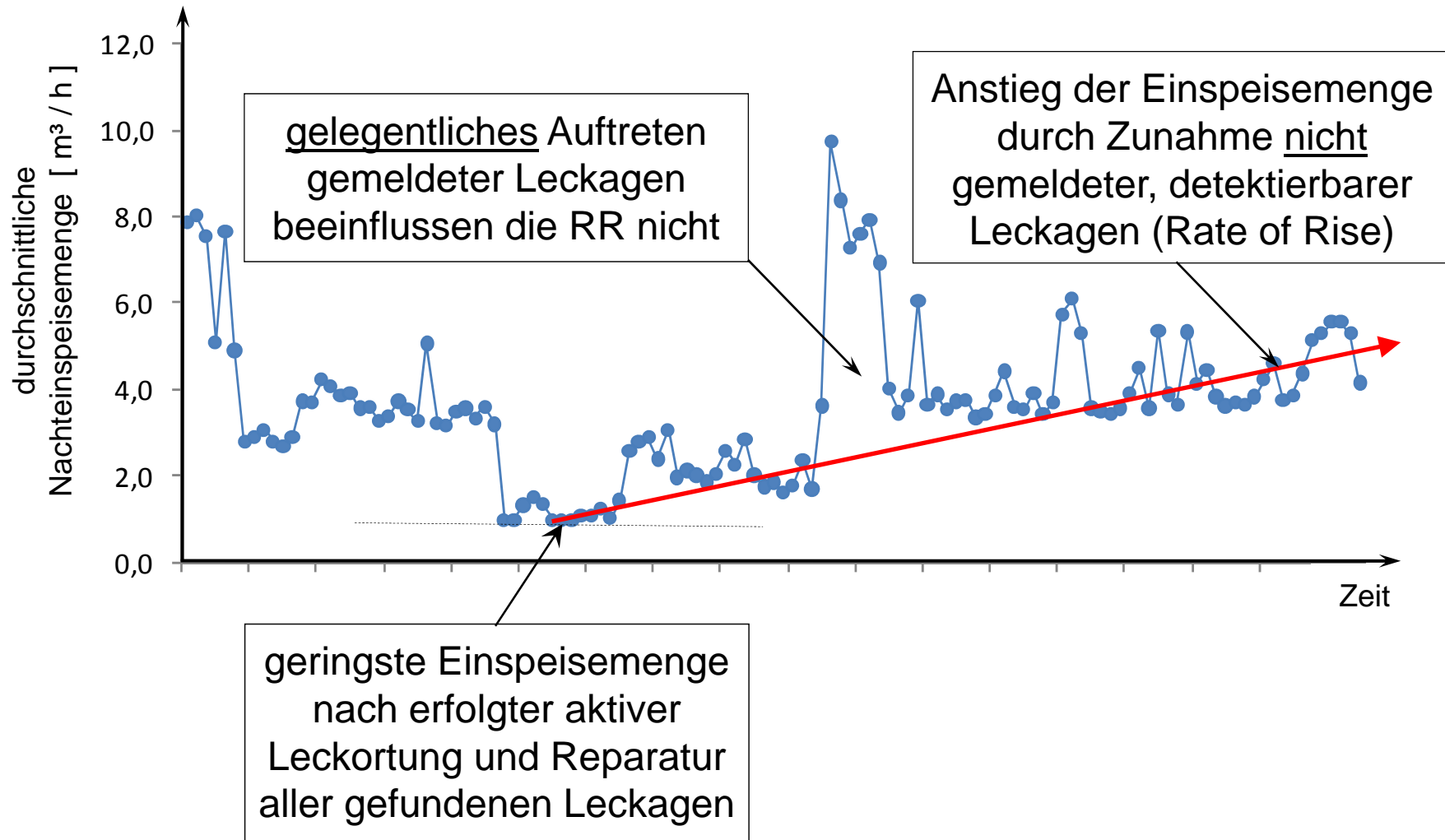
Kategorien realer Wasserverluste

Background and Bursts Estimates (BABE), Lambert 1993

- 🔹 aktive Leckkontrolle zur Verringerung der Laufzeiten nicht gemeldeter, detektierbarer Leckagen



Berechnung des Anstieges unbekannter Wasserverluste



Wasserverlustkennzahlen

$$q_{VR} = \frac{Q_{VR}}{Q_{SYS}} \times 100$$

Einheit: %

q_{VR} = prozentuelle Wasserverlustrate (%)

Q_{VR} = jährliche reale Verluste (m³/a)

Q_{SYS} = jährliche Systemeinspeisung (m³/a)

$$q_{AL} = \frac{Q_{VR} \times 1000}{n_{AL} \times 365}$$

Einheit: l/(AL x d)

q_{AL} = reale Verluste bezogen auf Anschlussleitung und Tag (l/(AL x d))

Q_{VR} = jährliche reale Verluste (m³/a)

n_{AL} = Anzahl Anschlussleitungen

Bsp.: Klassifizierung ÖVGW W 63

Tabelle 7: Klassifizierung für reale Verluste je Anschlussleitung und Tag (Kölbl 2009)

Anschluss- dichte (AL/km)	Reale Verluste bezogen auf Anschlussleitungen und Tag q_{AL} (l/AL.d) bei einer durchschnittlichen Versorgungsdrukhöhe von											
	20 m				30 m				40 m			
	<110	110-220	220-435	>435	<165	165-325	325-655	>655	<220	220-435	435-870	>870
10	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
15	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
20	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
30	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
40	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
50	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D

Wasserverlustkennzahlen

$$q_L = \frac{Q_{VR}}{l \times 8760}$$

Einheit: $m^3/(km \times h)$

q_L = reale Verluste bezogen auf Kilometer Leitungslänge ($m^3/(km \times h)$)

Q_{VR} = jährliche reale Verluste (m^3/a)

l = Länge Zubringer*-, Haupt- und Versorgungsleitungen (km)

Tabelle 5: Bewertungsschema q_L für Versorgungssysteme <20 AL/km nach DVGW W 392

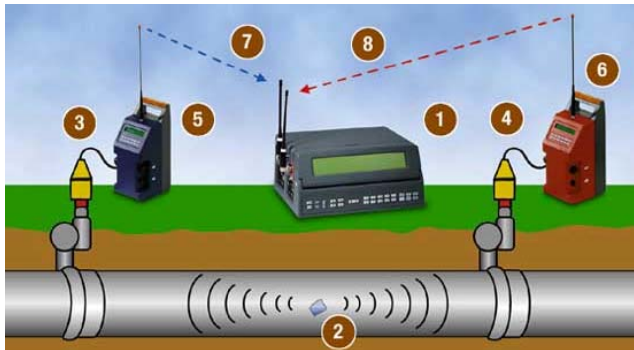
Wasserverlustbereich	Versorgungssystem <20 AL/km
Geringe Wasserverluste	< 0,05 $m^3/ (km \times h)$
Mittlere Wasserverluste	0,05 - 0,10 $m^3/ (km \times h)$
Hohe Wasserverluste	> 0,10 $m^3/ (km \times h)$



Quelle: MA 31 Wien

Instandhaltung (ÖVGW W 100, 2007)

Wasserverlustmanagement



Wartung
und Inspektion



Quelle: www..avt.at

Reparatur



Rehabilitation
(Erneuerung
und Sanierung)

Rehabilitations-
planung

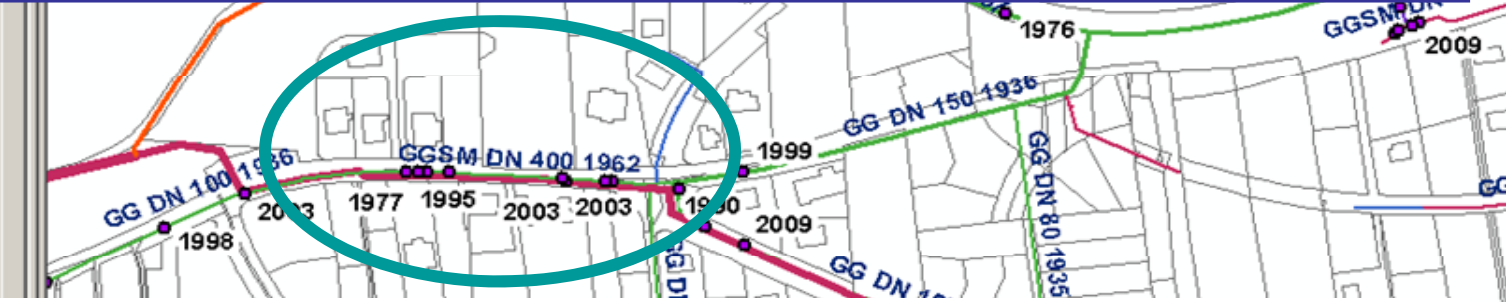
Dokumentation

Anhang A Schadens Erfassungsblatt **Bsp.: Schadens Erfassungsblatt**

Grunddaten	Bearbeiter:	Schadensnummer:					
Datum Schadensaufnahme:	Schadensfeststellung:		Undichter Bauteil	Rohr	Formstück	Armatur	Verbindung
	<input type="checkbox"/> von extern	<input type="checkbox"/> Betriebsüberwachung	genauere Spezifikation des undichten Bauteils	<input type="checkbox"/> AZ <input type="checkbox"/> GFK <input type="checkbox"/> GG <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> GGG <input type="checkbox"/> PE-..... <input type="checkbox"/> Stahl <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> T-Stück <input type="checkbox"/> Kreuzstück <input type="checkbox"/> Krümmer <input type="checkbox"/> Blindflansch <input type="checkbox"/> Reduktion <input type="checkbox"/> Reparaturschelle	<input type="checkbox"/> Anschlussventil <input type="checkbox"/> Klappe <input type="checkbox"/> Hydrant <input type="checkbox"/> Be- / Entlüftung <input type="checkbox"/> Schieber <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Stemmuffe <input type="checkbox"/> Schweißung <input type="checkbox"/> Steckmuffe <input type="checkbox"/> Flansch <input type="checkbox"/> Schraubmuffe <input type="checkbox"/> Gewinde <input type="checkbox"/> Kupplung <input type="checkbox"/> Klemmverbinder <input type="checkbox"/> Sonstiges: <input type="checkbox"/> Anbohrschelle
Schadensortung:	<input type="checkbox"/> sichtbarer Wasseraustritt	<input type="checkbox"/> Horchdose	Schadensart:	<input type="checkbox"/> Scherbenbruch	Anmerkung:		
<input type="checkbox"/> Bodenmikrofon	<input type="checkbox"/> Spürgas		<input type="checkbox"/> Längsriss	<input type="checkbox"/> Loch			
<input type="checkbox"/> Korrelator			<input type="checkbox"/>				
Schadensort:	Außenbeschichtung:		<input type="checkbox"/> PP <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> PUR <input type="checkbox"/> Zement <input type="checkbox"/> Zink <input type="checkbox"/> Bitumen <input type="checkbox"/> nicht eindeutig <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/>				
	Rohrzustand:		Bettung:				
Leitungart:	<h2 style="color: blue;">ÖVGW W 105 - Schadensstatistik</h2> <h3 style="color: blue;">dzt. Stellungnahmeverfahren</h3>						
<input type="checkbox"/> Versorgungsleitung							
<input type="checkbox"/> Anschlussleitung							
Dimension DN (ID/OD):							
Druckstufe (wenn feststellbar):							
Überdeckungshöhe:							
Betriebsdruck:							
Verlegejahr:							
Erweiterte Zustands- und Umgebungsbedingungen:							
Oberfläche:							
<input type="checkbox"/> befestigt							
<input type="checkbox"/> unbefestigt							
Außenbeschichtung:							
Innenauskleidung:	vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		<input type="checkbox"/> gut				
Umgebungsmaterial:	<input type="checkbox"/> nicht bekannt		<input type="checkbox"/> schlecht				
Rohr im Grundwasser:	<input type="checkbox"/> ja		<input type="checkbox"/> nein				

Entwurf ÖVGW, W 105

Formular => Datei, Datenbank oder GIS



Wo sind Schwachstellen im Netz?
 Wann ist die Leitung zu erneuern?
 Wieviele Leitungen sind jährlich zu erneuern?

Anhang B Beispiel einer Schadensdatei

Schadensnummer	Datum der Schadensaufnahme	Schadensort	Leitungsart	Dimension (mm)	Überdeckungshöhe (cm)	Verlegjahr	undichter Bauteil	genauere Spezifikation des undichten Bauteils	Anmerkungen	Schadensart	Reparaturart	Schadensursache	Schadensortung - W 100 Ortungsart	Rohrzustand - W 100 Leitungszustand	W 100 Bettung	W 100 Name des Bearbeiters	W 100 Gesamtaufwand Schadensbeseitigung
367	15.12.2009	Hauptstrasse 14	Versorgungsleitung	150	150	1956	Rohr	GG	-	Scherbenbruch	Rohrersatz	Frost	Sichtbarer Wasseraustritt	In Ordnung	nicht feststellbar	Mustermann	7500
368	12.01.2010	Nebenstrasse 3	Anschlussleitung	80	120	1986	Verbindung	Anbohrschelle	Modell xy	-	Tausch	Materialfehler	Horchdose	In Ordnung	Sand	Musterfrau	3250
369	14.01.2010	Nebenstrasse 15	Versorgungsleitung	150	135	1986	Formstück	T-Stück	Stahl durchgerostet	-	Tausch	Materialfehler	Korrelator	korrodiert	Kies	Musterfrau	4000
370	27.01.2010	Am Felde 4	Zubringerleitung	300	205	1947	Armatur	Schieber	Stopfbüchse undicht	-	Dichtring	Materialalterung	Bodenmikrofon	leicht korrodiert	keine	Mustermann	6000
371	03.03.2010	Hausgasse 4	Anschlussleitung	32	135	1986	Rohr	PE	-	Längsriss	Rohrersatz	Verlegfehler	Bodenmikrofon	Riefen	keine	Mustermann	3600



Richtwerte Kennzahlen Schäden

- Schadensraten Gesamtnetz (nach ÖVGW W 100)

Bereiche für Schadensraten	Rohrschadensraten (Voraussetzung bedarfsorientierte Leckortung)		Empfehlung
	Haupt- und Versorgungsleitungen	Schäden je 100 km und Jahr	
Niedrige Schadensrate	< 7		Standard halten
Mittlere Schadensrate	7 bis 20		Standard verbessern
Hohe Schadensrate	> 20		Dringender Handlungsbedarf

Schwerpunkt aktuelle Richtlinien - Richtlinien zur Unterstützung

- B 2539 (= ÖVGW W 59) – Technische Überwachung WV Anlagen (2005)
- ÖVGW W 100 – Betrieb und Instandhaltung Verteilnetz (2007)
- ÖVGW W 63 – Wasserverluste (2009)
- ÖVGW W 85 – Betriebs und Wartungshandbuch (2008)
- ÖVGW W 104 Leitungskataster (2010)
- ÖVGW W 105 Schadensstatistik (derzeit im Stellungnahmeverfahren)

Technische Maßnahmen betreffend Leitungen

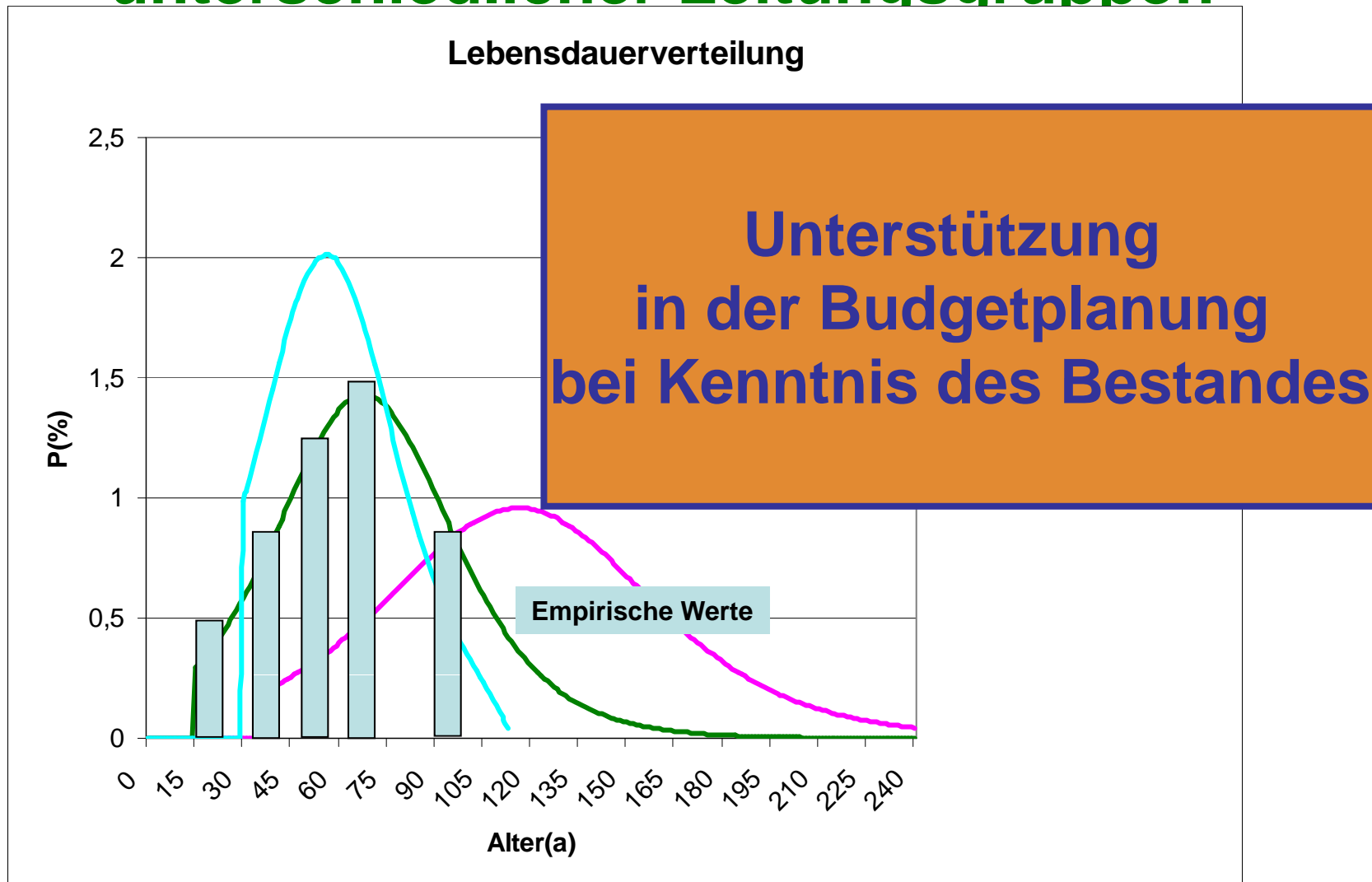
- Welchen Bestand an Leitungen habe ich?
- Welche Materialien, Durchmesser, Längen, Verlegezeiträume, usw.?
- Welche Abschnitte/Leitungen müssen erneuert werden?
- Wieviel Erneuerungslänge ergibt sich pro Jahr?
- Welches Budget für Erneuerung muss ich dafür vorhalten pro Jahr?

Wie alt werden Leitungen?

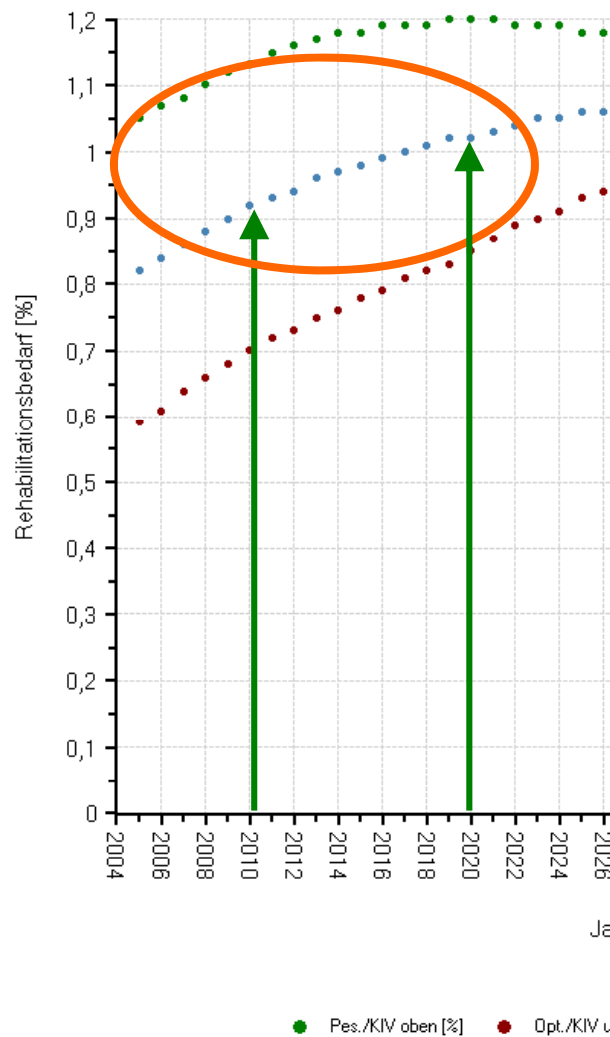
Datenbasis: Wien, Linz, Graz, Salzburg, Villach
Schadensdaten tw. ab 1974

Leitungsgruppen	Alter 100%	Alter 50%	Alter 10%
AZ < 100	22	72	107
AZ >= 100	50	90	140
GG < 250 bis 1920	40	120	180
GG < 250 vom 1921 bis 1940	40	110	160
GG < 250 nach 1940	15	70	110
GG >= 250	45	110	150
PVC < 150	15	70	95
PVC >= 150	12	50	80
PE	50	100	150
GGG alt	30	60	90
GGG neu	50	100	150
ST alt	40	62	70
ST neu	20	47	75

Verteilung der Lebensdauer von Rohren unterschiedlicher Leitungsgruppen



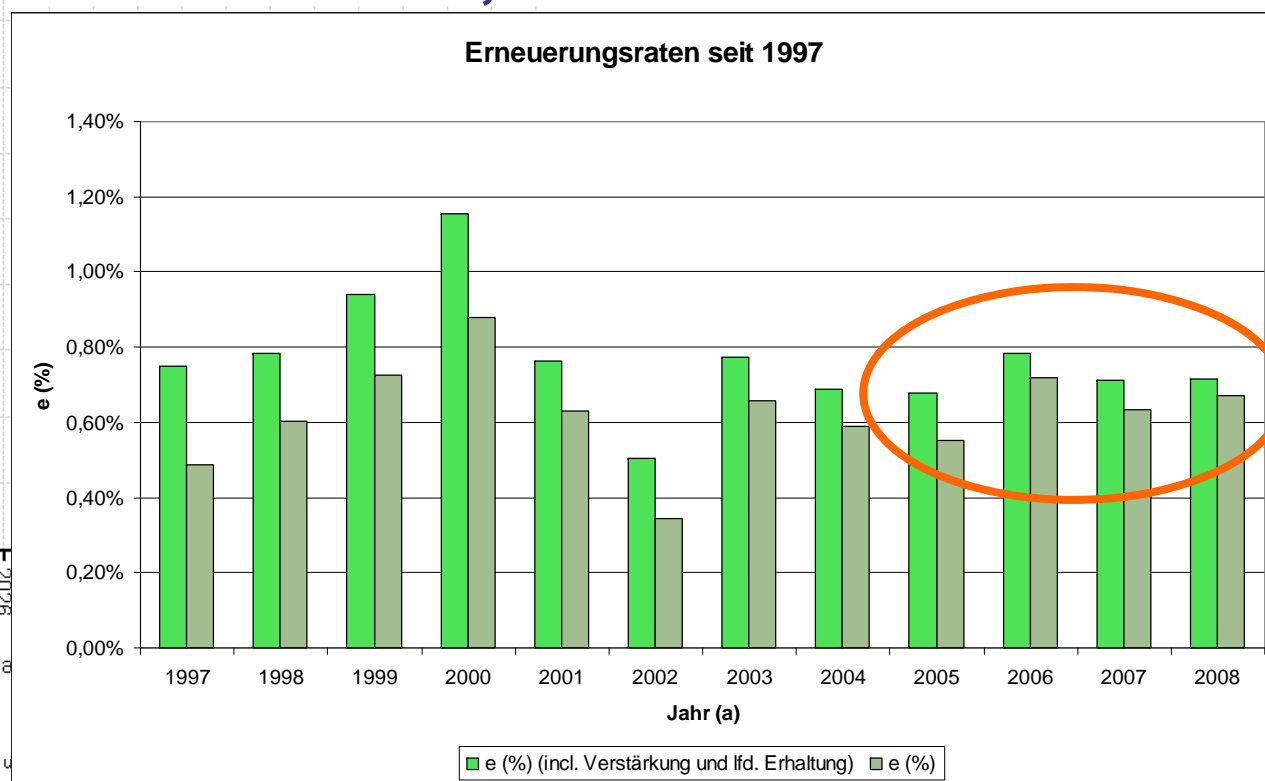
Bsp.: Rehabilitationsbedarf Gesamtnetz (%) (Summe aller LG Rehab Längen / Gesamtnetzlänge)

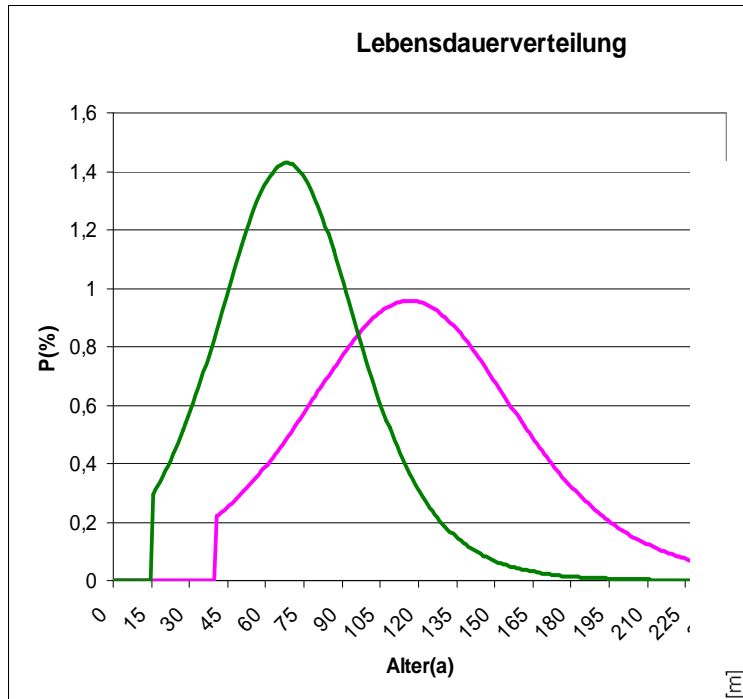


⇒ Budgetbereitstellung

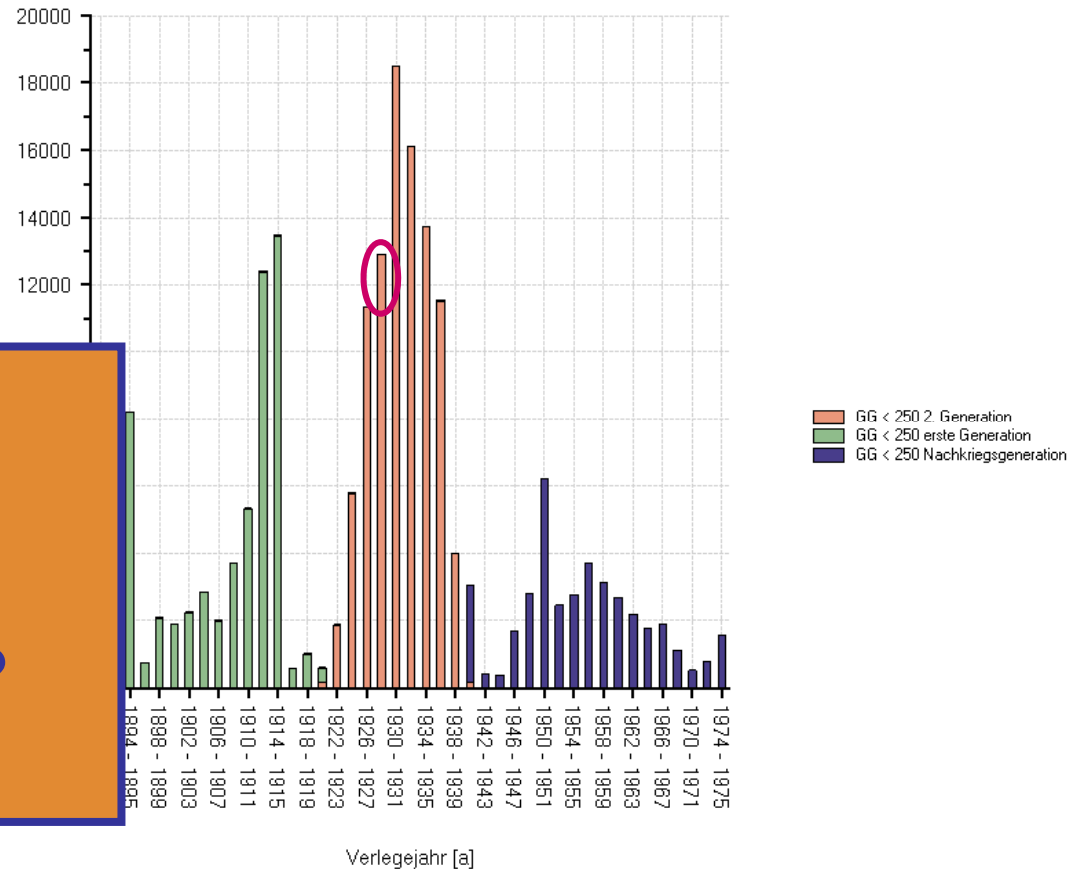
⇒ 0,9 % 2010

⇒ 1,0 % 2020





Kohortenlängen
 GG < 250 2. Generation, GG < 250 erste Generation, GG < 250 Nachkriegsgeneration



Welche Leitungen sind nun aber wann zu tauschen?





Quelle: MA 31 Wiener Wasserwerke



Quelle: MA 31 Wiener Wasserwerke



**Hohe Instandsetzungskosten incl.
Fremd- und Imageschäden**

Ziel: Risikominimierung

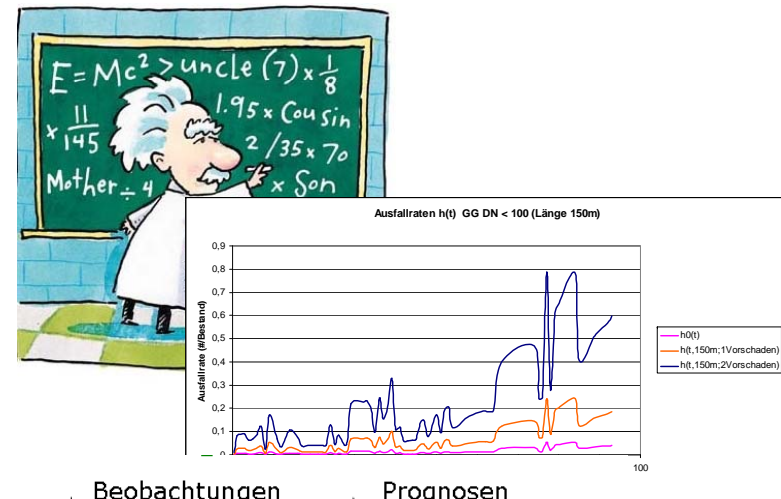


Risiko

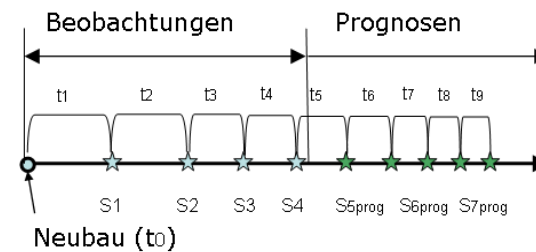
Schadensausmaß

×

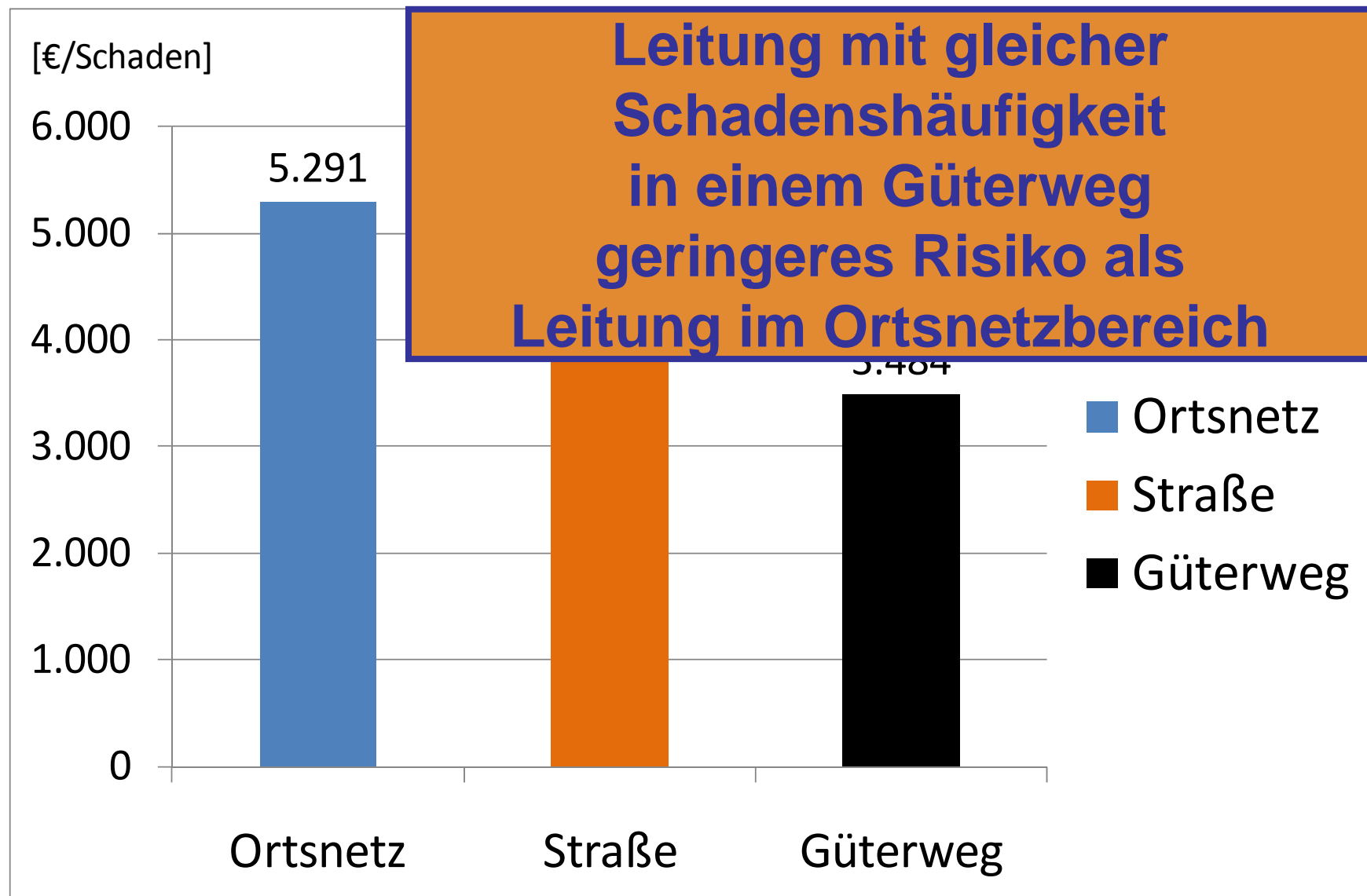
Schadenshäufigkeit



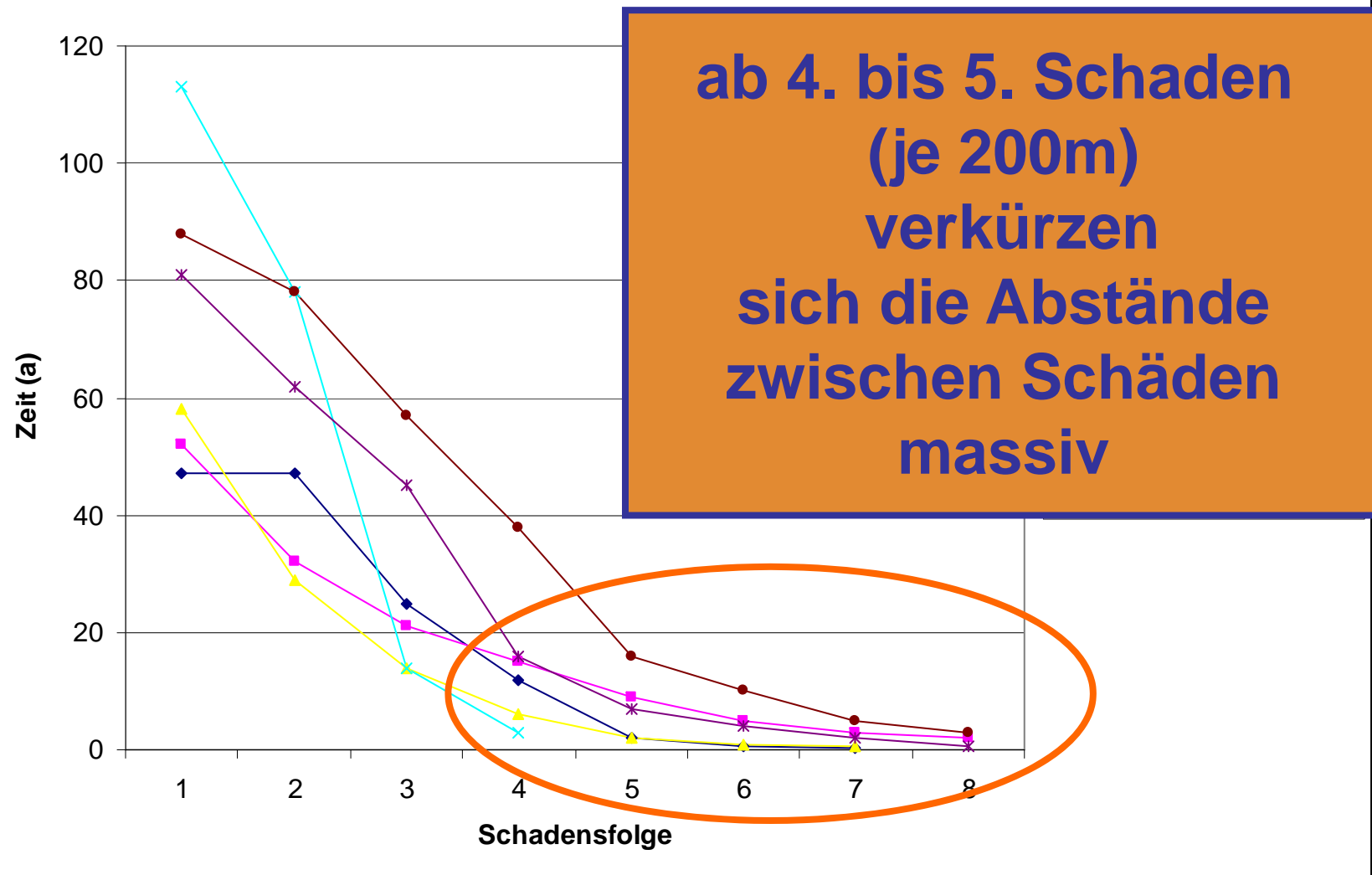
×



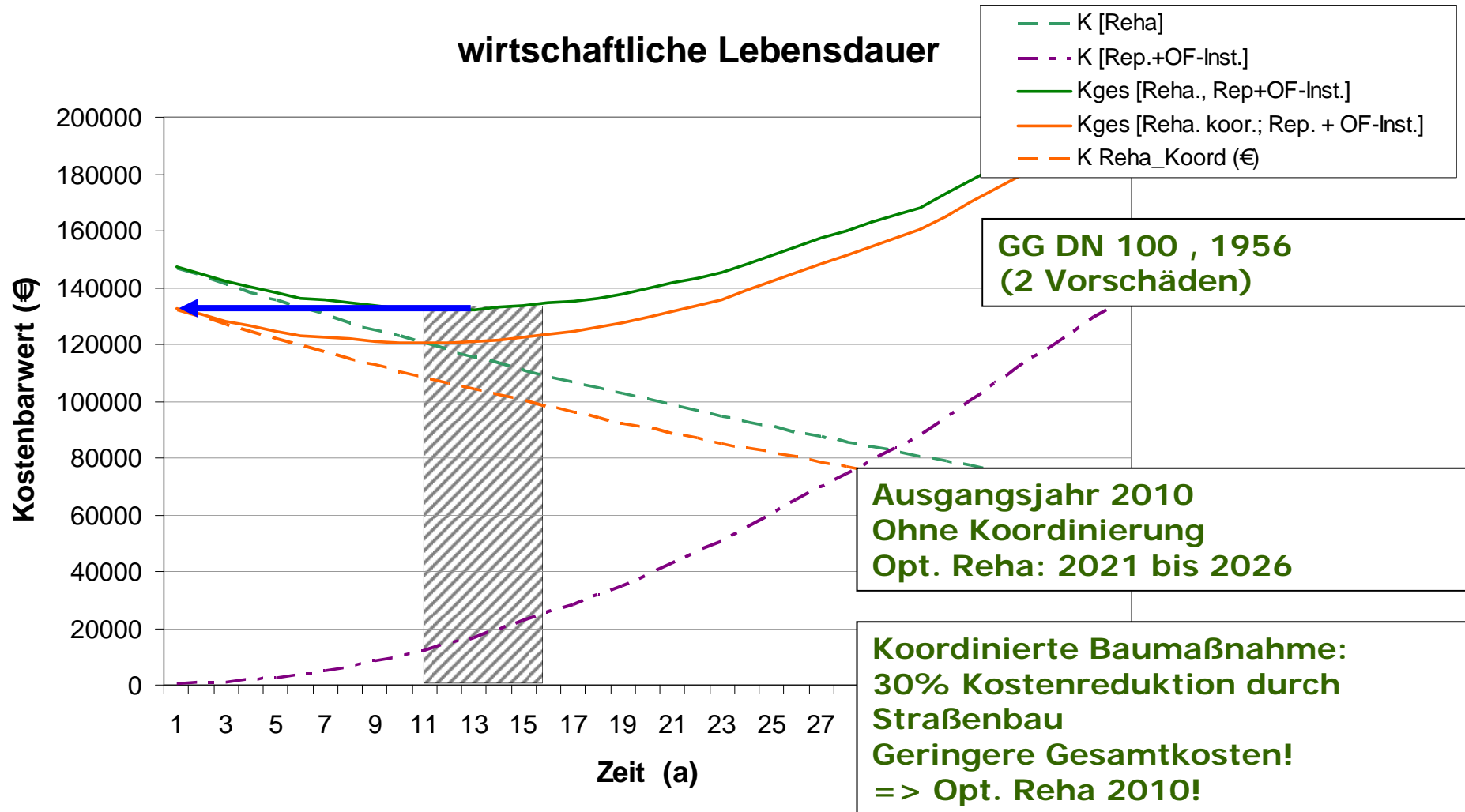
Bsp.: Einfluss Schadensausmaß



Zeit zwischen Schadenserreignissen (Wien) incl. Erstschaden (Median Cox Regression - PiReM)



Bsp.: Koordinierung von Baumaßnahmen



Bsp.: Prioritätenermittlung

Tab: Auszug Liste Leitungsabschnitte mit höchster Priorität

FNAME	MATERIAL	Nennweite	VJ	Länge	Priorität
Pfaffenbergengasse	SGSM	DN 100	1971	76,79	1
Arltgasse	GGSM	DN 100	1956	119,58	1
Niederpointenstraße	GGSM	DN 100	1957	111,61	1
Eichbachgasse	GGSM	DN 100	1956	138,12	1
Wilhelm-Legler-Gasse	GGSM	DN 80	1956	71,83	1
Rohrergasse	GGSM	DN 150	1959	218,20	1
Abelegasse	GG	DN 100	1937	83,44	1
Pierrongasse	GG	DN 100	1950	146,27	1
Sturzgasse	GG	DN 80	1905	83,14	1
Anzbachgasse	GG	DN 100	1915	109,02	1
Nestroygasse	GGSM	DN 100	1960	155,73	1
Wolfenweg	GG	DN 100	1967	125,33	1
Zagorskigasse	GG	DN 100	1929	131,64	1
Sonnenweg	GG	DN 150	1933	224,80	1
Savoyenstraße	GGSM	DN 150	1956	163,52	1
Demuthgasse	GG	DN 100	1934	159,10	1

Leitungen mit **opt. Rehabilitationszeitpunkt bis 2015 =>**

Prioritätsklasse 1

Länge je Jahr aus Budgetplanung gemäß

Lebensdauerverteilungen und Bestand

Resümee

- Zustandsbeschreibung erfolgt bei Reparatur =>
 - Wasserverlustanalyse
 - bedarfsorientierte aktive Leckkontrolle und -ortung
 - Datenerhebungen in entsprechender Qualität und Quantität
 - Schadensformulare => Statistik, Tabellen
 - GIS (Bestand, Schäden,)
 - Wartungs- und Betriebshandbuch (ÖVGW W 85, 2008)
- Analyse der Schäden und des Bestandes
 - Netz, Leitungsgruppen sowie Leitungsabschnitt
 - Basis für strategische Rehabilitationsplanung

dokumentieren – **analysieren** – agieren statt reagieren