

---

# Wasserwirtschaftliche Planungsmethoden

## 2. Wirtschaftlichkeitsanalysen

o.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. H.P. Nachtnebel  
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver Wasserbau

# Definition der Wirtschaftlichkeit

---

**Wirtschaftlichkeit** beschreibt das Verhältnis zwischen Kosten und Leistung bzw. Aufwand und Ertrag

Ein Projekt ist wirtschaftlich, wenn

- der erbrachte Nutzen die verursachten Kosten übersteigt

# Der Zeithorizont

---

## Lebensdauern

### Technische Lebensdauer

Ist dann erreicht, wenn die Anlage physikalisch oder technisch die Anforderungen nicht mehr erfüllen kann

### Wirtschaftliche Lebensdauer

Ist dann erreicht, wenn die Kosten des weiteren Betriebes den Nutzen überwiegen

# Der Zeithorizont

---

## Kalkulatorische Lebensdauer

Umfasst den Planungshorizont

## Ausbauhorizont

Ist dann erreicht, wenn z.B. Bedarfssteigerung nicht mehr möglich ist. Meist ident mit dem Planungshorizont

## Amortisationsdauer

Ist dann erreicht, wenn die Summe der Nutzen gleich ist wie die bisherigen Kosten

# Zinssatz

---

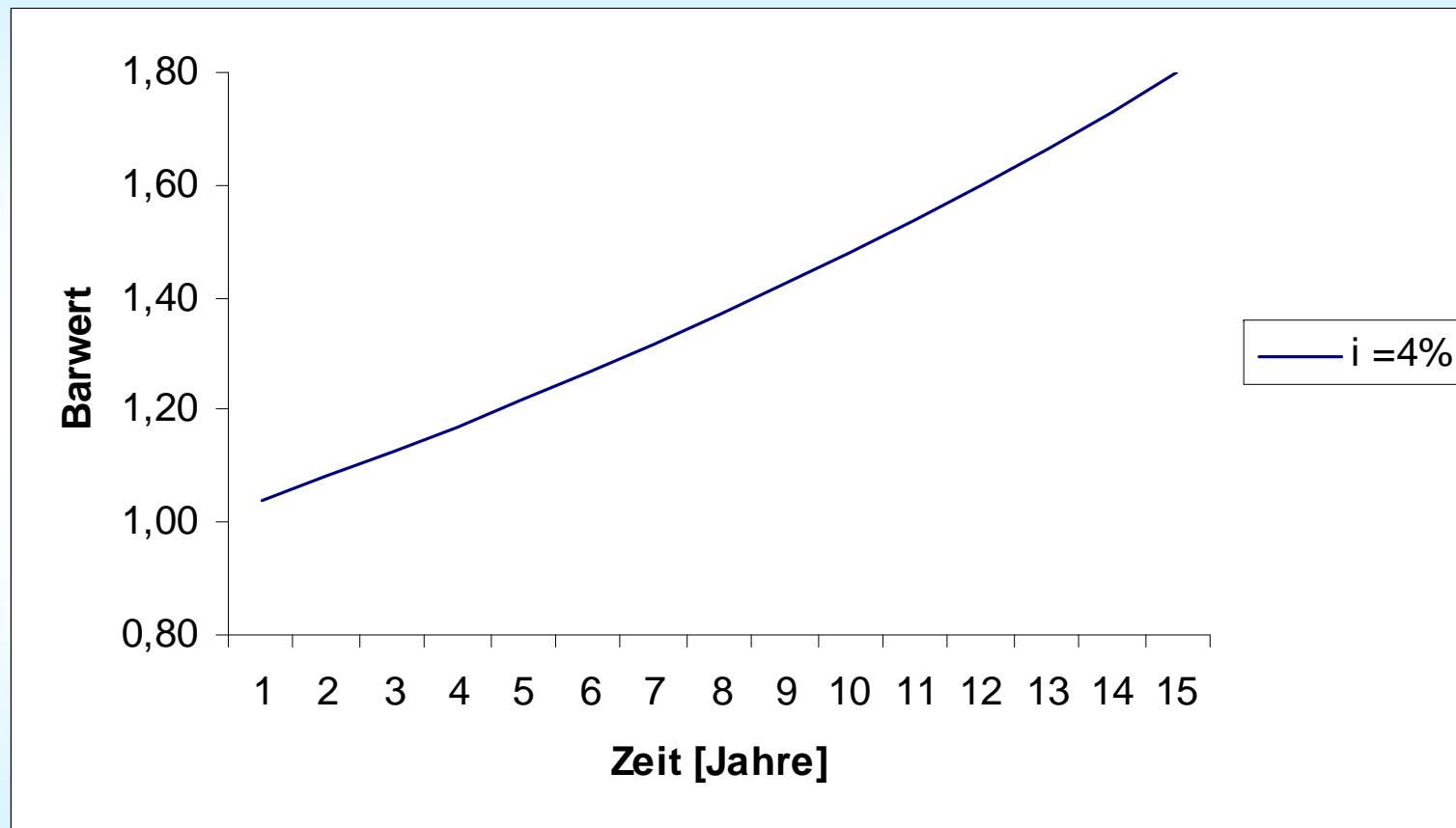
Wichtig für die monetäre Bewertung ist

- die Lebensdauer des Projektes sowie
- die Wahl des inflationsbereinigten Zinssatzes
- Nomineller Zinssatz und realer Zinssatz

Ende der 80er Jahre Zinssatz 3 %

mittlerweile Zinssatz von ungefähr 2 %

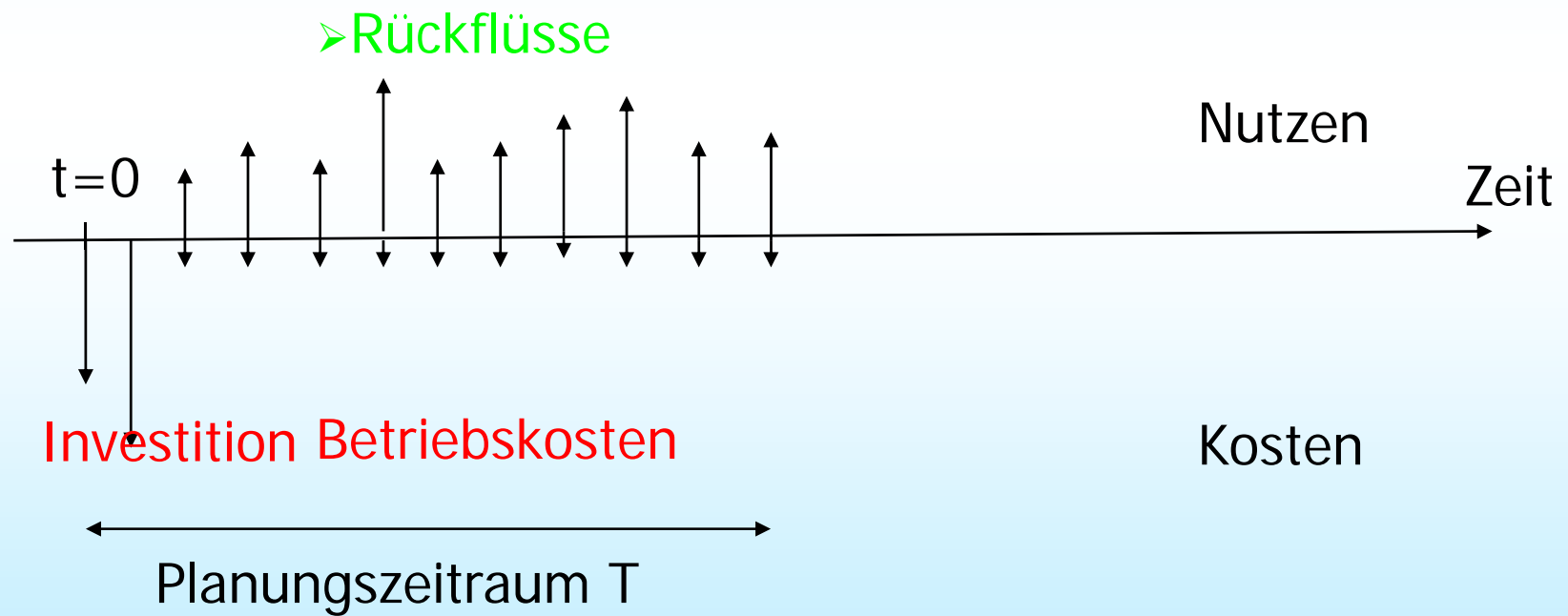
# Zinssatz



Auswirkungen des Zinssatzes

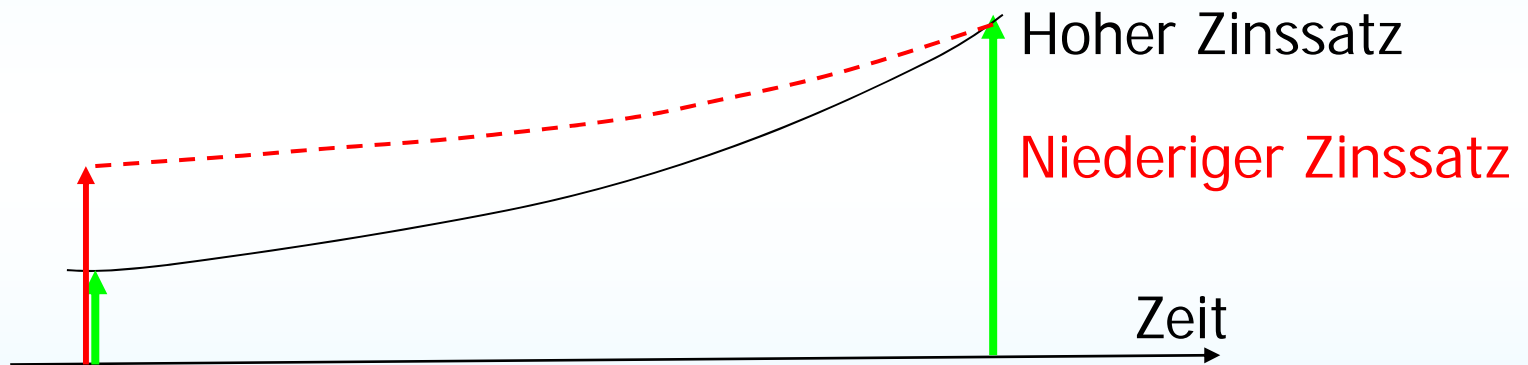
# Nutzen- und Kostenreihen

---



# Diskontierung

---



$$X(t = 0) = \frac{X(t = n)}{(1 + i)^n}$$



# Diskontierung

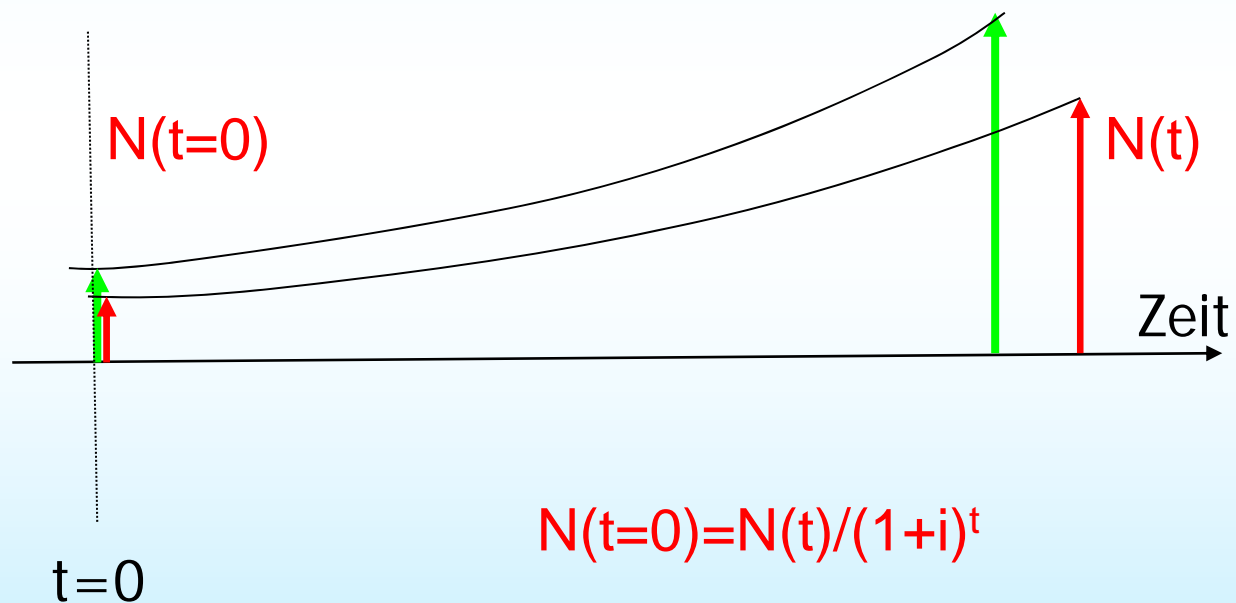
---

- Alle Ein-, Auszahlungen sind auf den gleichen Bezugspunkt zu beziehen
- Die Beurteilung ist unabhängig vom Bezugspunkt
- Die Beurteilung ist (weitestgehend) unabhängig vom Beurteilungskriterium

# Diskontierung

---

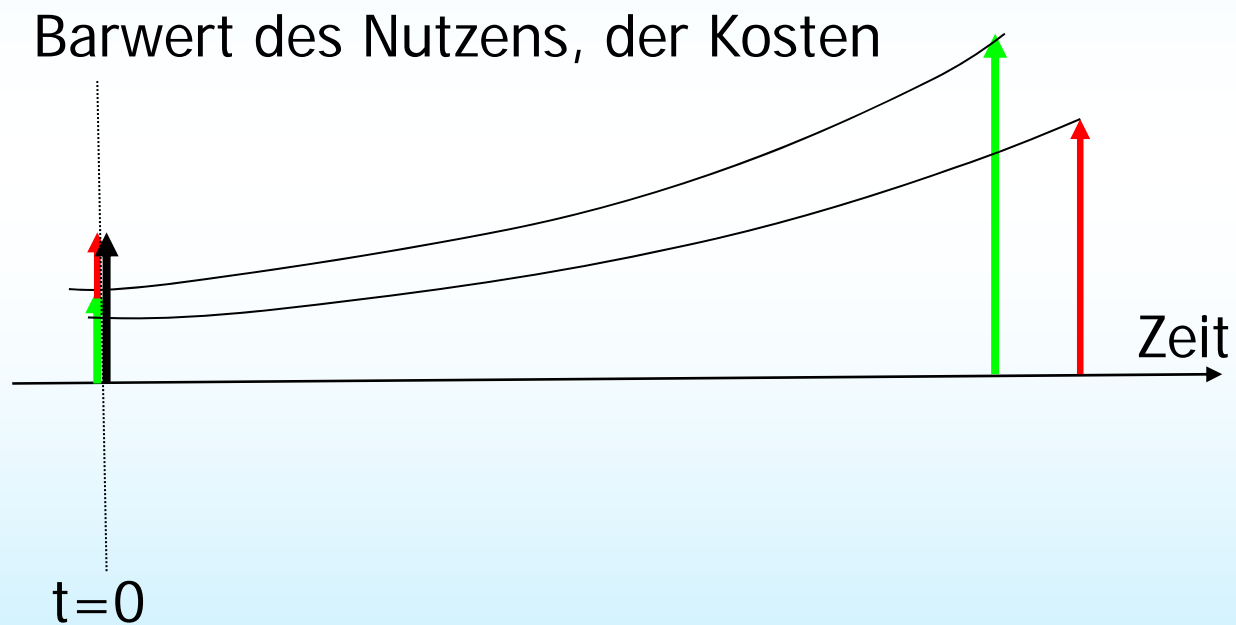
Jede einzelne Zahlung (Ein-Auszahlung) ist getrennt zu diskontieren



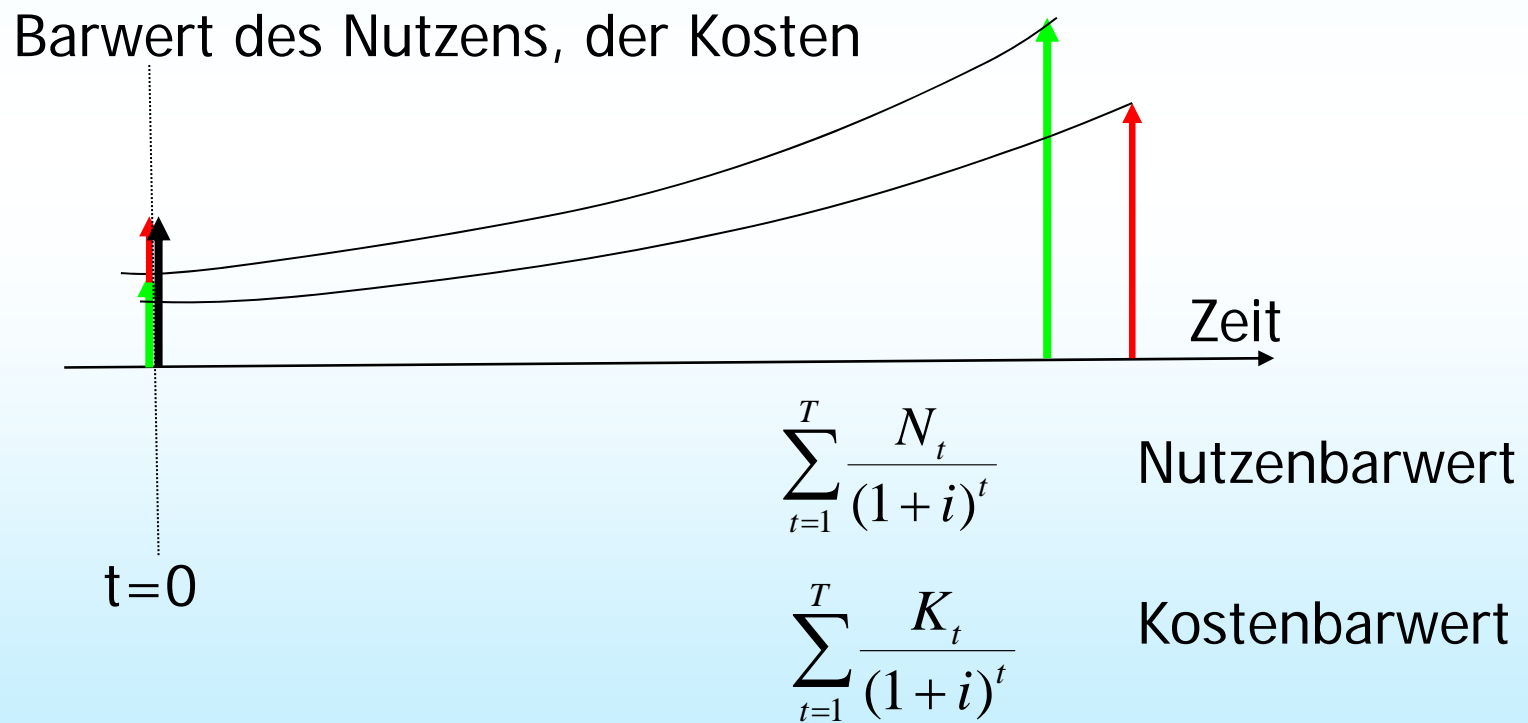
# Discounting

---

Die diskontierten Größen sind zu akkumulieren



# Discounting



# Diskontierung

---

## wesentliche Begründung für Diskontierung

"Nach dem Gesetz der Gegenwartspräferenz wird ein Güterbündel heute einem Güterbündel in der Zukunft vorgezogen.

Folglich muss der Nutzen zukünftiger Generationen 'abdiskontiert' werden"

(Siebert, 1978)

# Diskontierung

---

Diskontierung ist ein Verfahren der Zinsrechnung

- aus gegebenen Endbetrag
  - oder uniformen Zahlungsreihen
  - bei vorgegebener Laufzeit und Verzinsung
- wird der Barwert ermittelt

Je höher der Zinssatz ist, desto geringer ist der Barwert

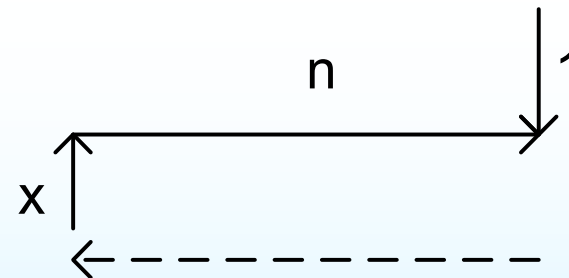
# Diskontierung

---

## Berechnung des Diskontierungsfaktor:

- einmalige Zahlung der Größe 1 in n Jahren mit Zinssatz  $i$

$$X = \frac{1}{(1+i)^n}$$

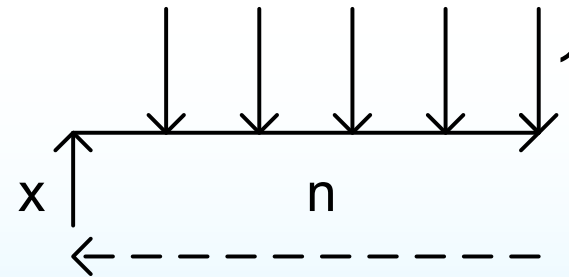


# Diskontierung

---

- uniforme jährliche Zahlungsreihe über n Jahre mit Zinssatz  $i$  und einer Zahlung der Größe 1

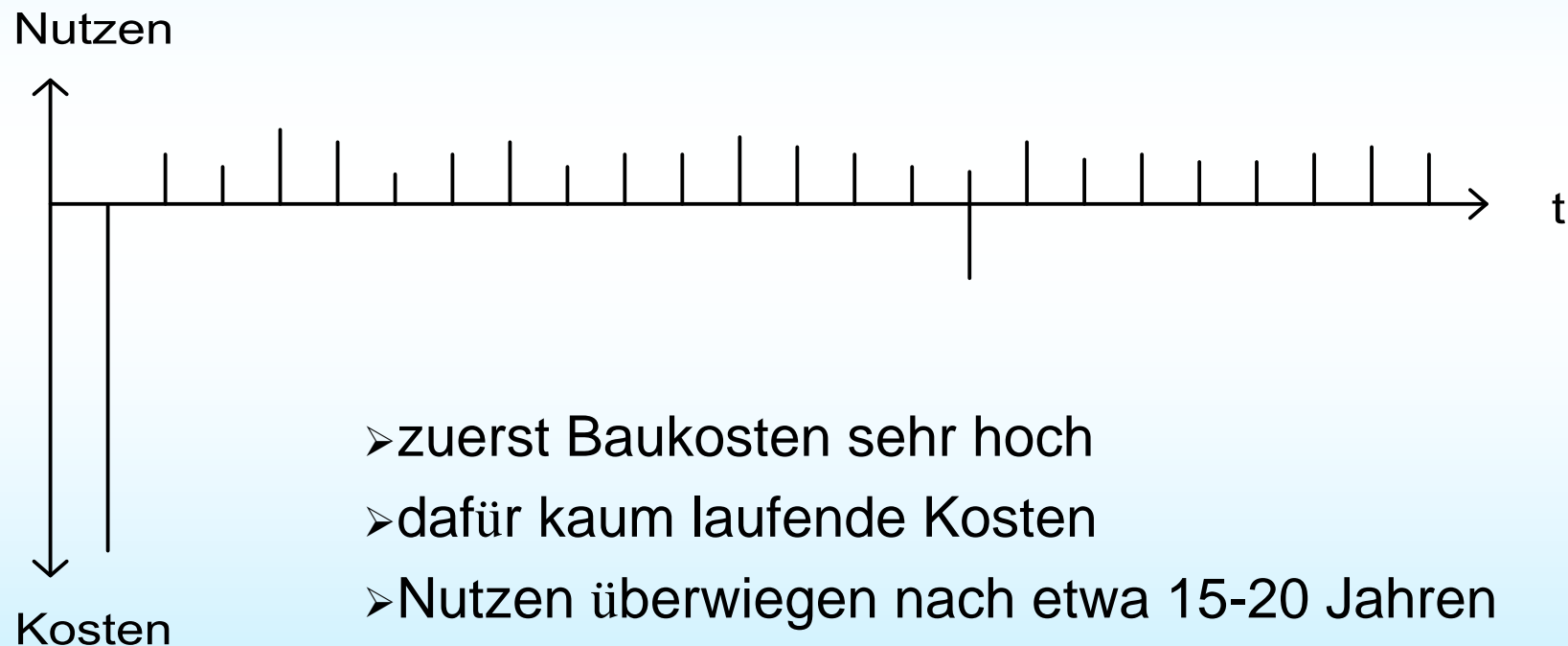
$$X = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$





# Diskontierung

## Zahlungsstrom bei Wasserkraftwerken



# Volkswirtschaftliche Effizienzmaße

---

Nutzen-Kosten Verhältnis NKF  
(Faktor) oder BCR

$$\frac{\sum_{t=0}^T \frac{N_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+i)^t}} = BCR > 1$$

Kapitalwert KW oder NPV

$$\sum_{t=0}^T \frac{N_t}{(1+i)^t} - \frac{K_t}{(1+i)^t} = NPV > 0$$

Interner Zinssatz r

$$\sum_{t=0}^T \frac{N_t - K_t}{(1+r)^t} = 0 \text{ for } r > i$$

# Volkswirtschaftliche Effizienzmaße

---

## Amortisationsdauer

$$\sum_{t=1}^X \frac{N_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=1}^X \frac{K_t}{(1+i)^t}$$

- Jener Zeitraum X, in dem der Nutzen den bisher aufgewandten Kosten gleicht
- Auf Grund der langen Lebensdauer von wasserwirtschaftlichen Projekten eher untergeordnete Bedeutung

# Kosten-Nutzen Analyse

---

## Kosten-Nutzen Analyse

- sind Entscheidungshilfen ob bestimmte öffentliche Projekte unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll sind
- sind gesetzlich vorgeschrieben
- Ziel ist es die Wirtschaftlichkeit von Großprojekten zu prüfen

# Kosten-Nutzen Analyse

---

## drei Ansätze

- Inputorientiert
- Nachfrageorientiert
- Marktorientiert

## Inputorientierte Verfahren

Basieren auf Vermeidungskostenansätzen, Alternativkosten bzw. auf Inputkosten des öffentlichen Gutes

# Kosten-Nutzen Analyse

---

## Nachfrageorientierte Verfahren

Setzen die Kenntnis einer Nachfragefunktion, die Kenntnis der Zahlungsbereitschaft der Einzelnen voraus

## Marktorientierte Ansätze

Verwendet für die Festlegung des Nutzens und der Kosten Marktpreise, wobei die Erfassung der Marktpreise infolge nicht existenter "vollkommener Märkte" erschwert wird.

# Kosten-Nutzen Analyse

---

zentrales Problem bei der Monetarisierung

- da oft keine Marktpreise der relevanten Güter existieren

daher erfolgt Bewertung von Marktpreisen theoretisch

für direkte und indirekte Nutzenkomponenten

- Nach Konzept der Zahlungsbereitschaft ("willingness-to-pay")

# Kosten-Nutzen Analyse

---

## für indirekte Kosten

- werden als Prohibitivkosten ("willingness-to-accept") bewertet

## für direkte Kosten

- wirtschaftliche Opportunitätskosten als Bewertungsgrundlage verwendet



# Kosten-Nutzen Analyse

---

**Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW**

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

für die Durchführung von Kosten-Nutzen-  
Untersuchungen im Flussbau

## Gesetzliche Grundlage

Gesetzliche Grundlage für Kosten-Nutzen Untersuchungen bildet  
2 Abs. 2 Ziffer 3 des Wasserbautenförderungsgesetzes,

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## Anwendungsbereich

### KNA sind vorzunehmen

- wenn voraussichtliche Gesamtbausumme eines Vorhabens 1,82 Mio. € erreicht oder übersteigt
- wenn unabhängig von der Gesamtbausumme volkswirtschaftlich weitreichende Auswirkungen auftreten

### auf KNA kann nach Maßgabe der Zweckmäßigkeit verzichtet werden bei

- Sofortmaßnahmen nach Hochwasserereignissen ( 1a Ziffer 15 WbFG)
- Schutz- und Regulierungsbauten an Grenzgewässern ( 6 Abs. WbFG)
- Projekten, wenn diese in der Kosten-Nutzen-Untersuchung des zugehörigen generellen Projektes miterfasst sind und mit dessen Zielsetzungen im Wesentlichen übereinstimmen

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## Allgemeiner Überblick über die Kosten-Nutzen-Untersuchung

- in Form einer Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt
- dient zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens
- als Bewertungsgrößen werden Kosten und Nutzen einander gegenübergestellt
- diese werden auf einen bestimmten Zeitpunkt (Bezugszeitpunkt) diskontierten bzw. akkumulierten und monetär bewertet
- man unterscheidet zwischen direkten, indirekten und intangiblen Kosten bzw. Nutzen

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## Kosten

### Direkte Kosten

bei der Kostenermittlung werden nachstehenden direkten Kosten

- Projektierungskosten
- Baukosten
- Instandhaltungskosten
- Betriebskosten

in Rechnung gestellt

jährlich anfallende Instandhaltungs- und Betriebskosten werden mit 0,5 %, 1,0% oder 1,5% der Baukosten angenommen

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## indirekte Kosten

in der KNA zu erfassenden indirekten Kosten sind

- Ablösen
- Entschädigungen
- Ersatzmaßnahmen

## intangibile Kosten

diese Größen gehen in die KNA nur in beschreibender Form ein

- z.B. Beeinträchtigung der Landschaft, historischer Bauwerke

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## Nutzen

direkte Nutzen → positiven Auswirkungen, um deren Willen das Projekt durchgeführt wird

durch Schadensminderungen

- bei Anlagen im Gewässer und am Gewässerbett
- im Bereich baulich genutzter Flächen
- im Bereich land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen
- an Verkehrs- und Versorgungsanlagen
- an Objekten
- im Fremdenverkehr
- in Gewerbe und Industrie

# Auszug aus den Richtlinien des BMLFUW

---

## direkte Nutzen

durch Wertsteigerung

- Bodenwertsteigerung infolge induzierter Bodennutzungsänderung
- Einsparungen bei künftigen Vorhaben infolge Verhinderung oder Wegfall der Hochwassergefährdung

## indirekte Nutzen

Unter indirekten Nutzen versteht man jene Vorteile, die Dritten entstehen, die nicht direkt am Projekt beteiligt sind

## intangibile Nutzen

In Geldgrößen nicht bewertbare Auswirkungen → in beschreibender Form in KNA

- Gefährdung bzw. Verlust von Menschenleben, Bereicherung der Landschaft, Erholungswirkung

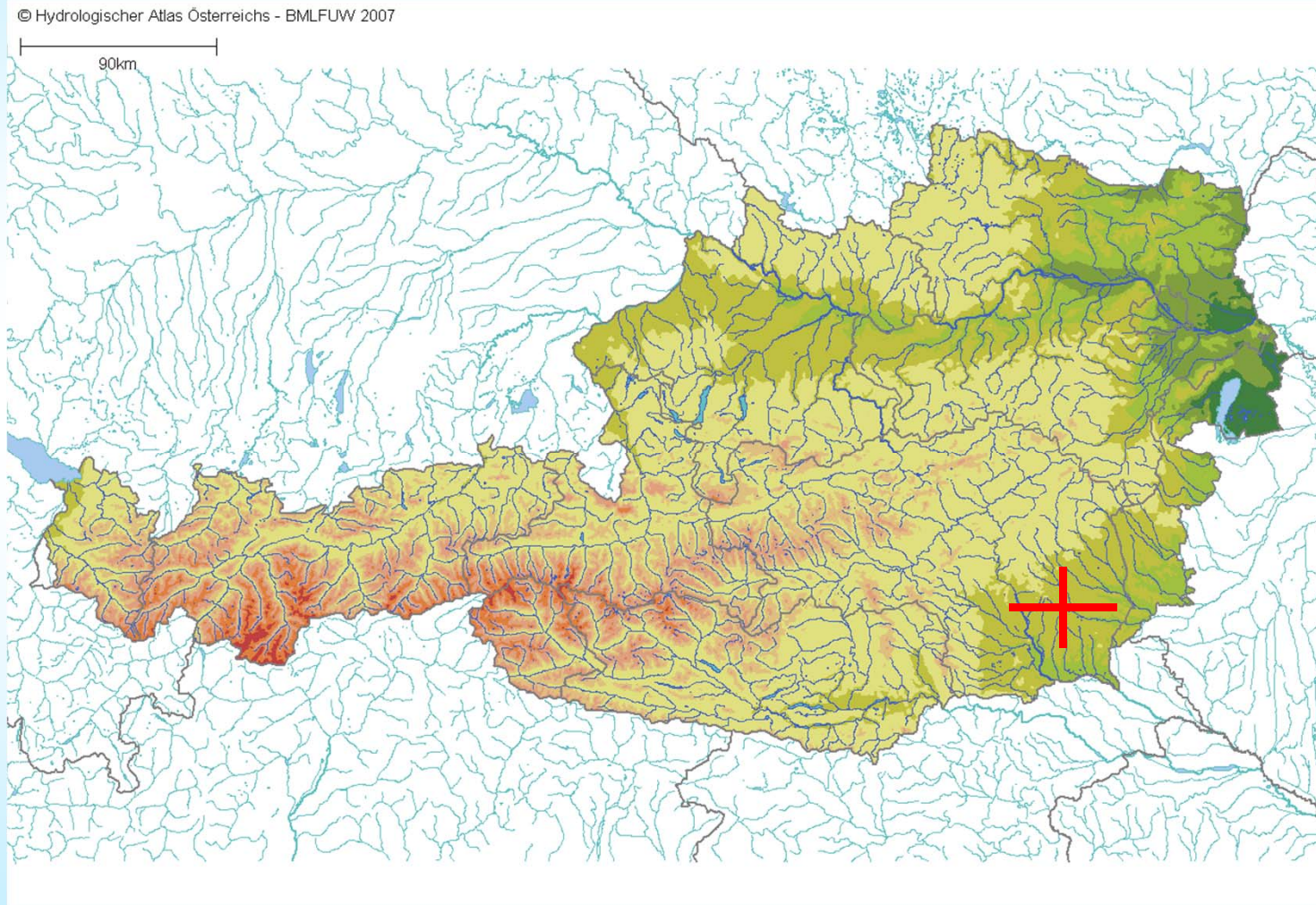


# Typologie von HW-Schäden

(Messner et al. 2006, Penning-Rowsell et al. 2003, Smith and Ward 1998)

		Messgrößen	
		Tangibel	Intangibel
Form of damage	Direct	Schaden an Objekten Gebäude Inhalte (Ausstattung) Infrastruktur	Verlust an Menschenleben Gesundheitliche Schäden Ökologische Schäden
	Indirect	Produktionsverluste Erhöhter Transport (Behinderungen..) Aufräumarbeiten	Behinderungen durch Aufräumarbeiten Beeinträchtigung der Bevölkerung (Wahrnehmung)

# Fallstudie Hochwasserschutz Gleisdorf



# Aufgabenstellung

---

Teile der Stadt Gleisdorf waren von Hochwässern gefährdet  
Mitte der 1990-iger Jahre wurde ein Schutzprojekt  
ausgearbeitet

Ende der 1990-iger Jahre wurde es in Form eines Beckens  
(Nebenschluss) und Deichen realisiert

Danach setzte eine intensive Nutzung des ehemaligen  
Überflutungsraumes ein

Was kann passieren ?

Wie entwickelte sich das Risiko ?

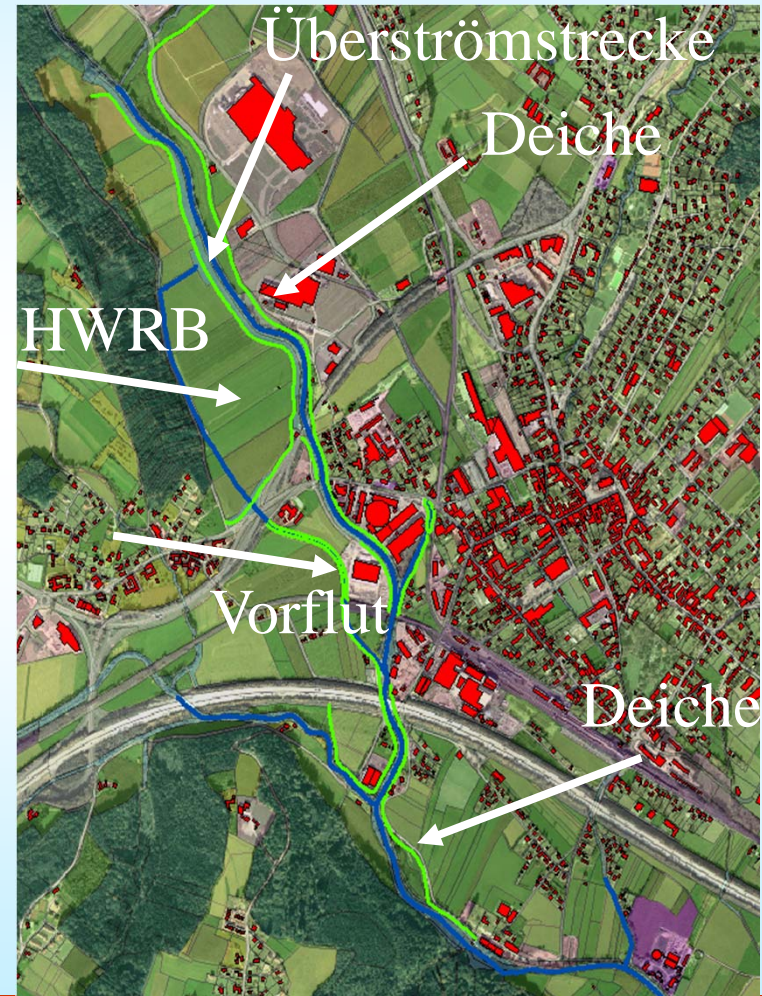
# Entwicklung

Josephinische Landesaufnahme 1787

GIS Steiermark, <http://www.gis.steiermark.at/> 07 - 2005



Hochwasserschutzprojekt 97-99



# Schadensermittlung

---

Szenarientwicklung (HQ30, HQ100, HQ300,..)

Ermittlung des gefährdeten Gebietes

Identifikation gefährdeter Objekte

Klassifikation der Objekte

Folgeschäden

Spez. Kosten

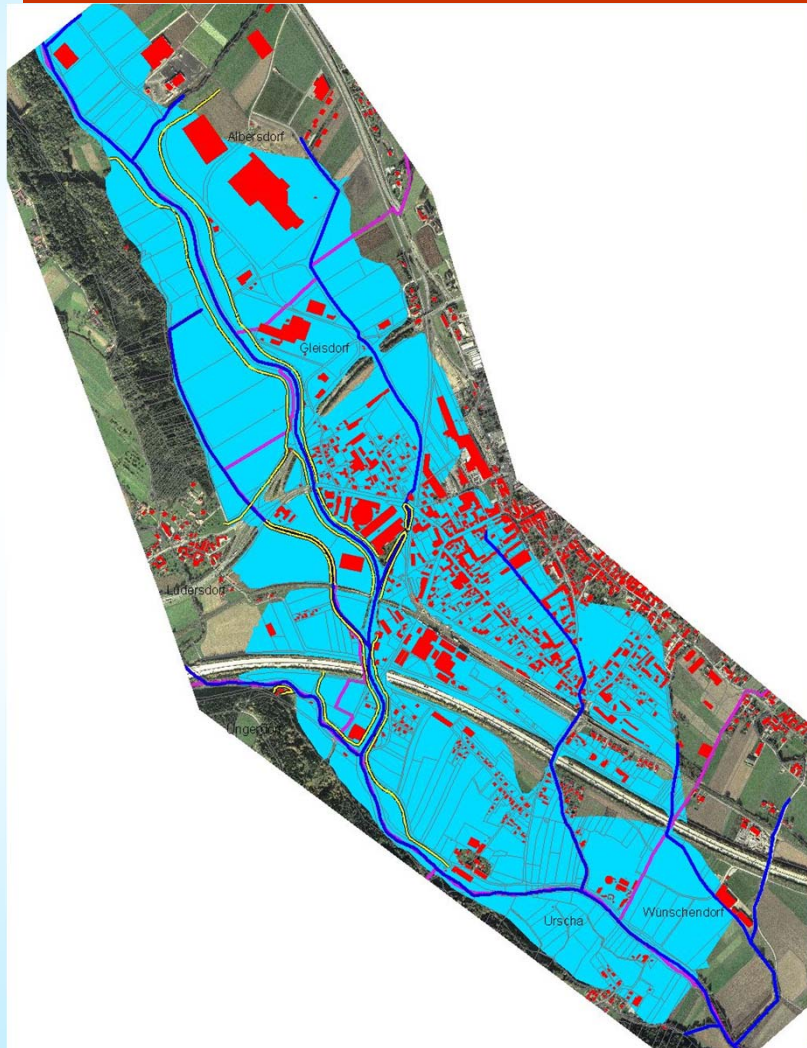
Ermittlung des Schadenspotentials

Ermittlung des Risikos

Information-Kommunikation

Risikomanagement

# Hochwasserschutzprojekt 1999



Ziel HQ<sub>100</sub>- Schutz  
Schutz von 233 Objekten  
und 130 ha Fläche

Raab:  $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

Rabnitz:  $Q_{\max} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/100 pro Jahr

# Entwicklung in den letzten Jahren

---

Nach Realisierung des HW-Schutzes intensive Entwicklung im Talraum

Ansiedelung von einigen Industriebetrieben

Tal wird durch Fußgängerbrücke, Landes-, Bundesstrasse, Autobahn und Bahn gequert

# Szenarien

---

Wie wäre es ohne HW-Schutz ?

Wie ist es heute ?

Verklausung der Brücke

HQ<sub>300</sub> Auftrittswahrscheinlichkeit in einem Jahr 1/300

HQ<sub>1000</sub> Auftrittswahrscheinlichkeit in einem Jahr 1/1000

HQ<sub>5000</sub> (vergleichbar Kamphochwasser 2002)



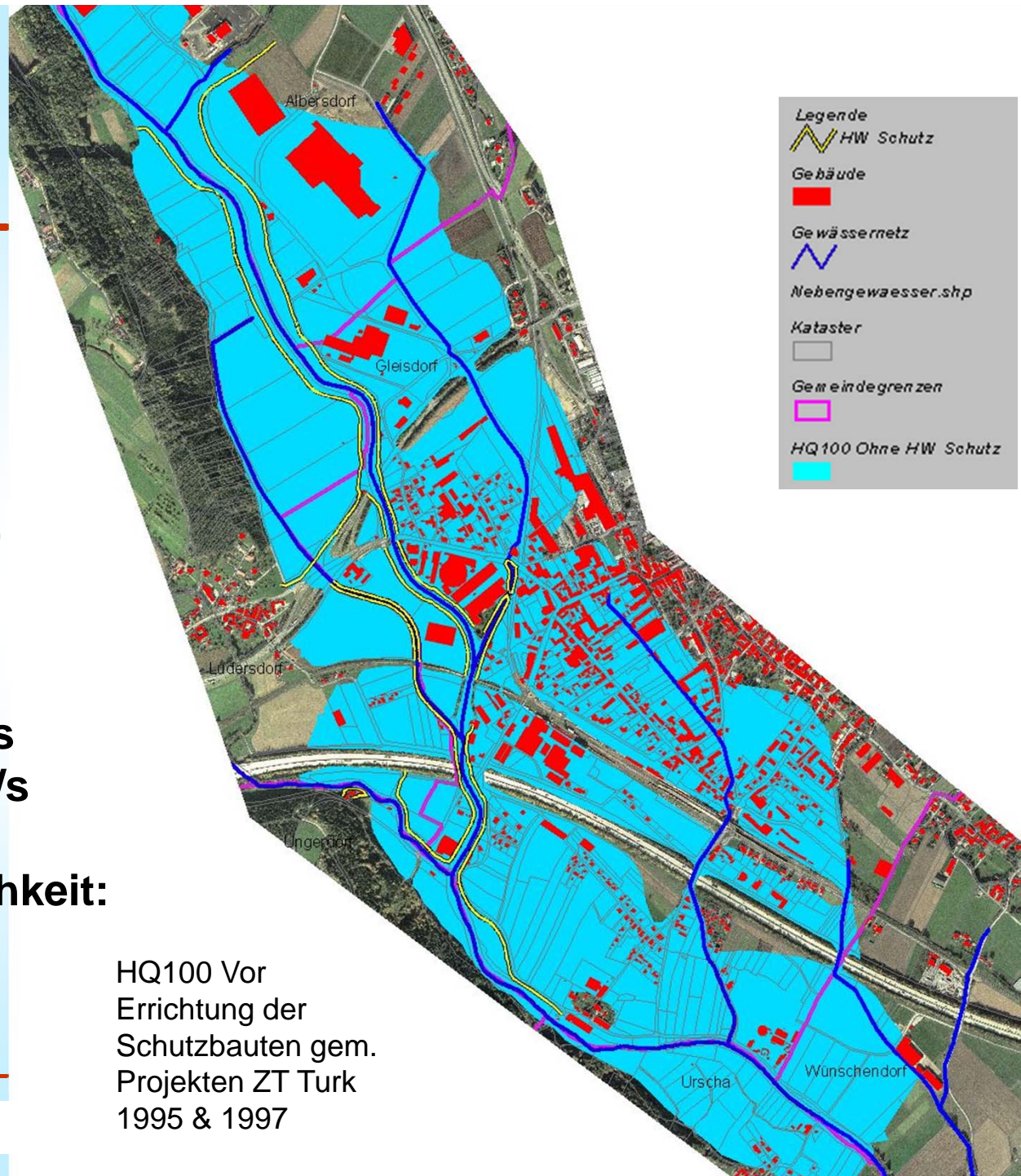
# Szenario 1

Überflutungsbereiche,  
Vor Errichtung des  
HW Schutzes

Raab:  $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$   
Rabnitz:  $Q_{\max} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/100 pro Jahr

HQ100 Vor  
Errichtung der  
Schutzbauten gem.  
Projekten ZT Turk  
1995 & 1997

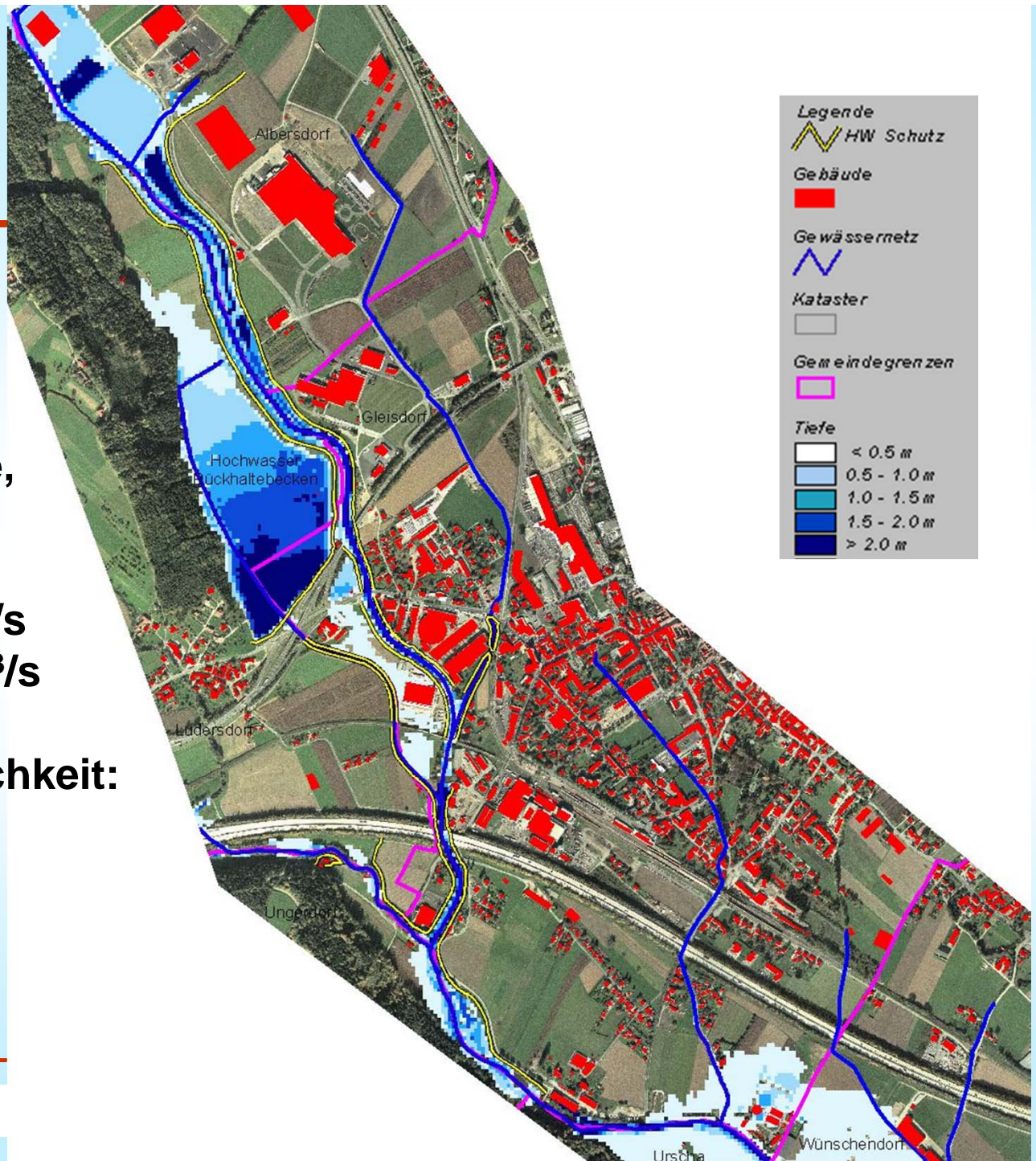


# Szenario 2

Überflutungsbereiche,  
Tiefen

Raab:  $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$   
Rabnitz:  $Q_{\max} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/100 pro Jahr

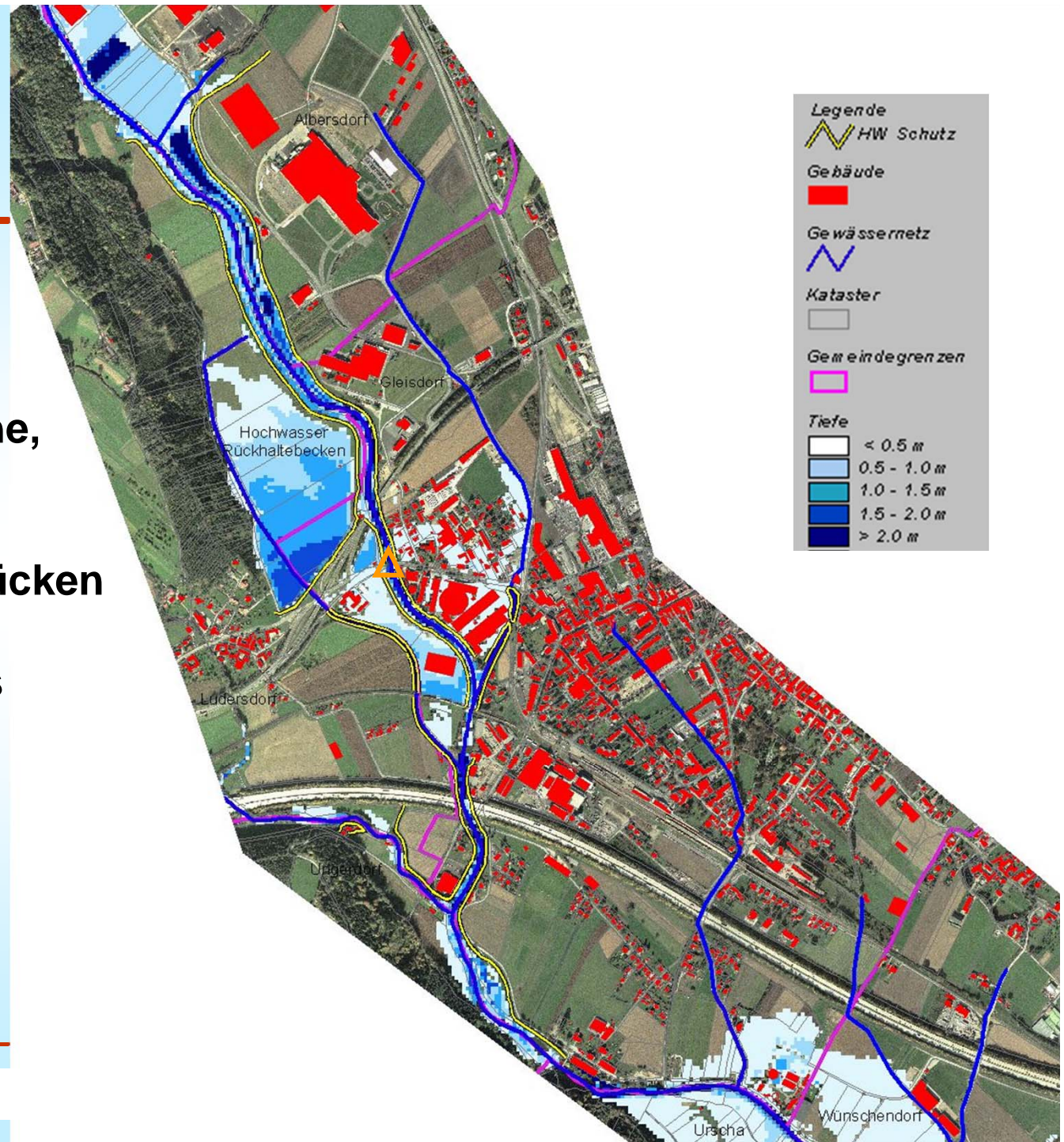


# Szenario 3

Überflutungsbereiche,  
Tiefen

Verklammerung der Brücken

Bemessungsabfluss

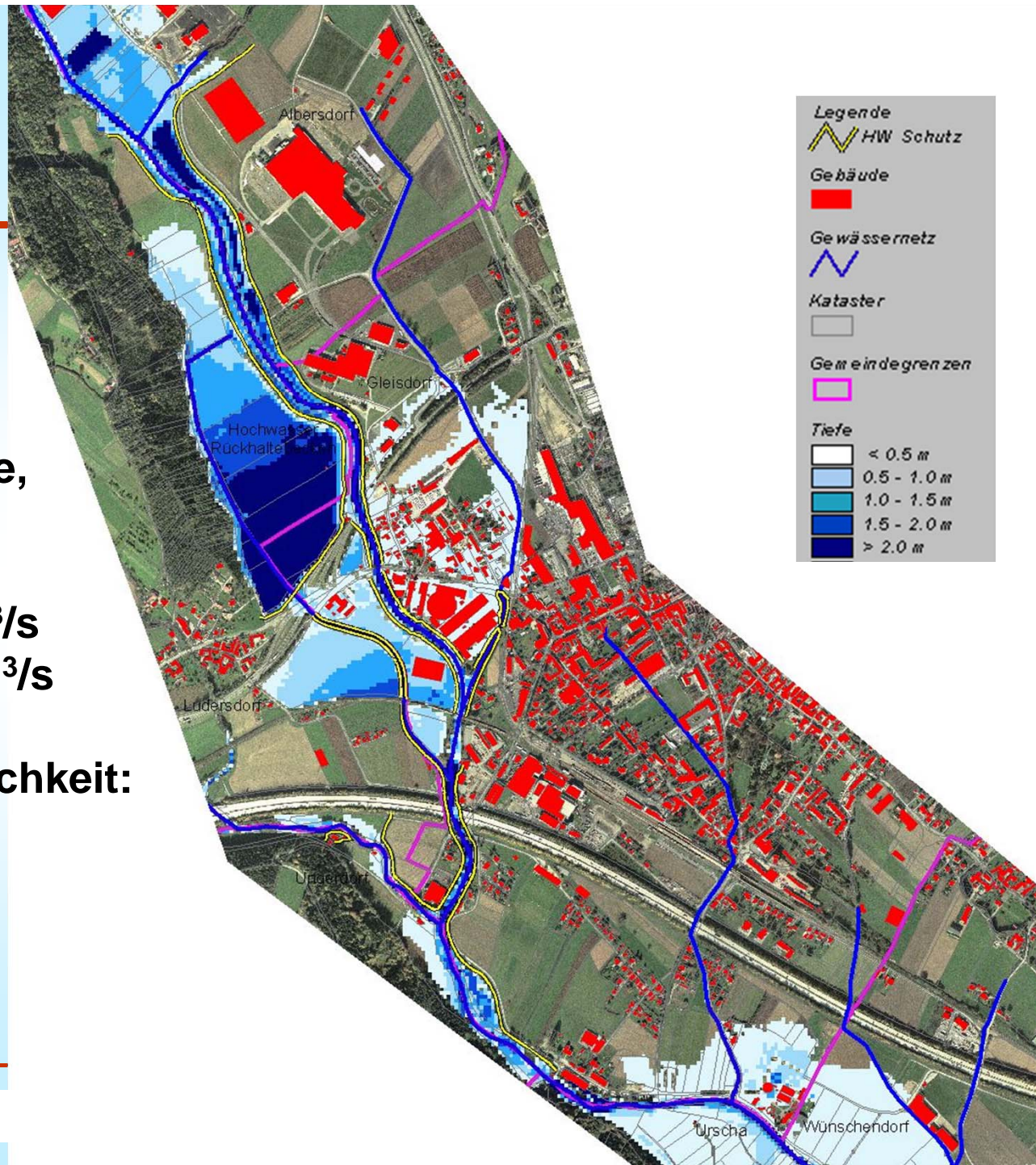


# Szenario 4

Überflutungsbereiche,  
Tiefen

Raab:  $Q_{\max} = 245 \text{ m}^3/\text{s}$   
Rabnitz:  $Q_{\max} = 56 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/300 pro Jahr

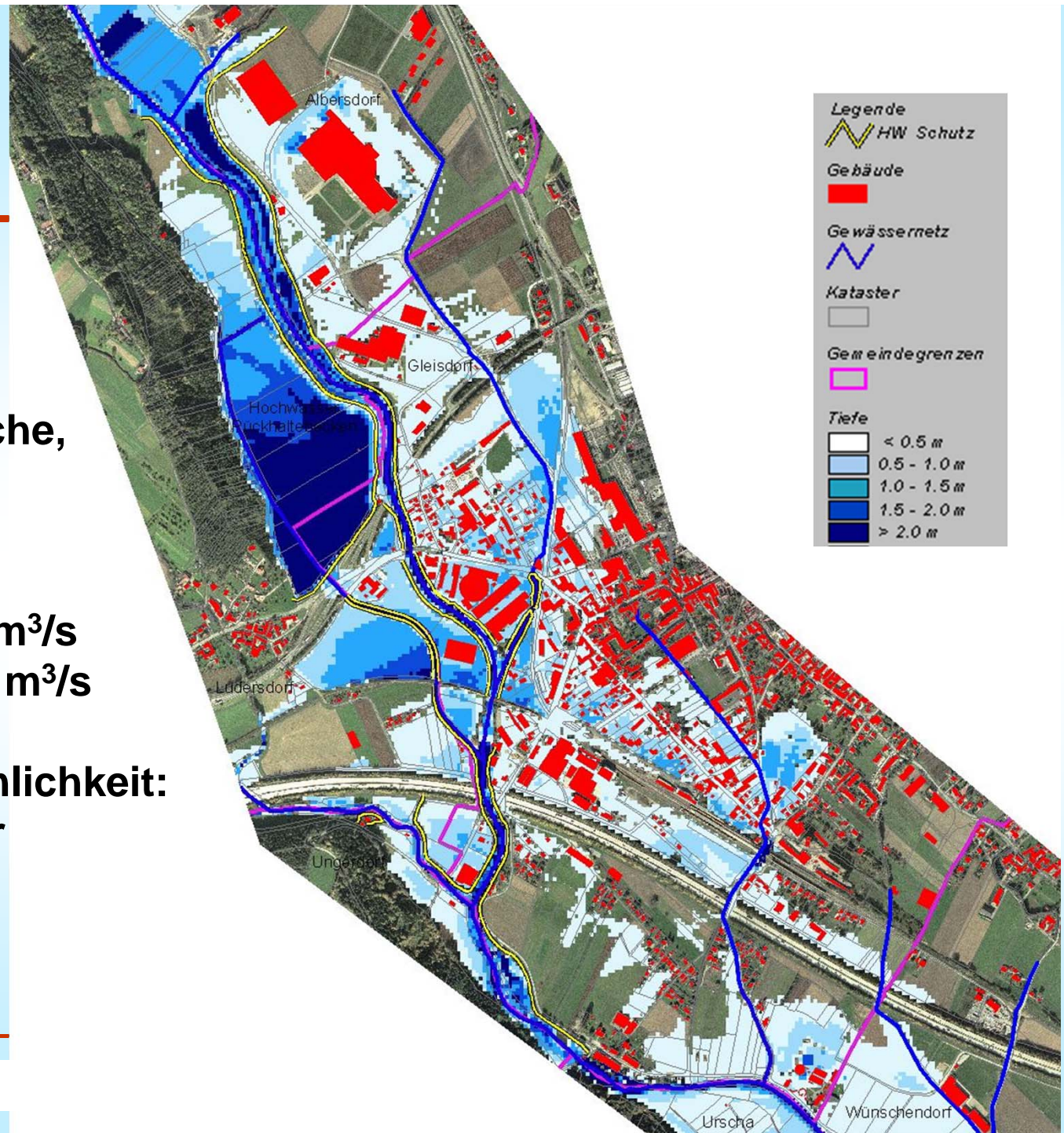


# Szenario 5

Überflutungsbereiche,  
Tiefen

Raab:  $Q_{\max} = 310 \text{ m}^3/\text{s}$   
Rabnitz:  $Q_{\max} = 82 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/1000 pro Jahr

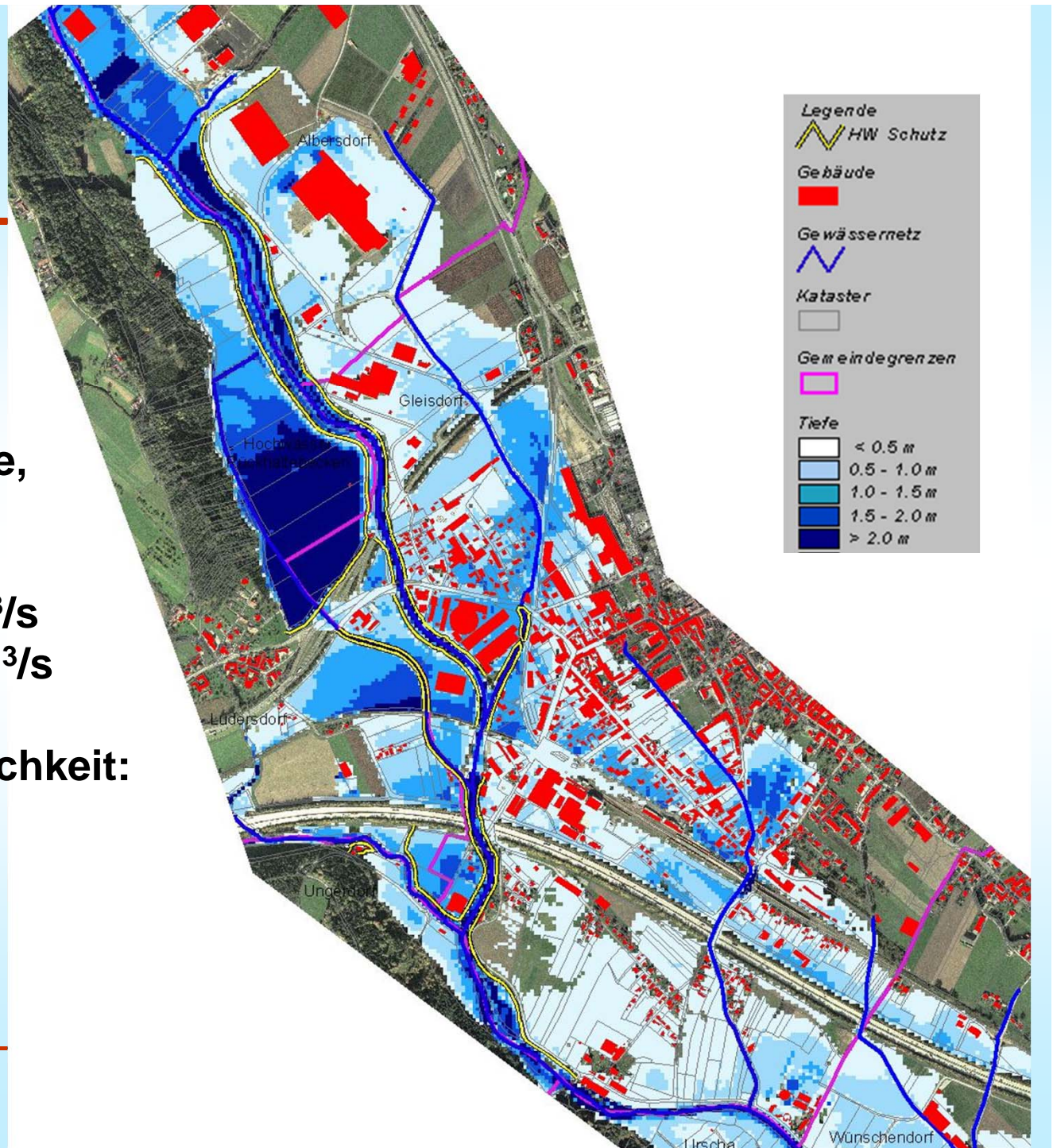


# Szenario 6

Überflutungsbereiche,  
Tiefen

Raab:  $Q_{\max} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$   
Rabnitz:  $Q_{\max} = 97 \text{ m}^3/\text{s}$

Eintrittswahrscheinlichkeit:  
Ca. 1/5000 pro Jahr



# Schätzung der möglichen Schäden

---

Am Objekt (Bausubstanz, Infrastruktur...)

Am Inhalt (Einrichtung, Ausstattung...)

Folgeschäden

# Schadensarten Betriebe

---

## Sachschäden

Gebäude, Heizung, Strom...

Fahrzeuge

Waren, Produkte, Lagerbestände

Betriebseinrichtungen, EDV...

## Wertschöpfungsverlust durch Betriebsunterbrechung:

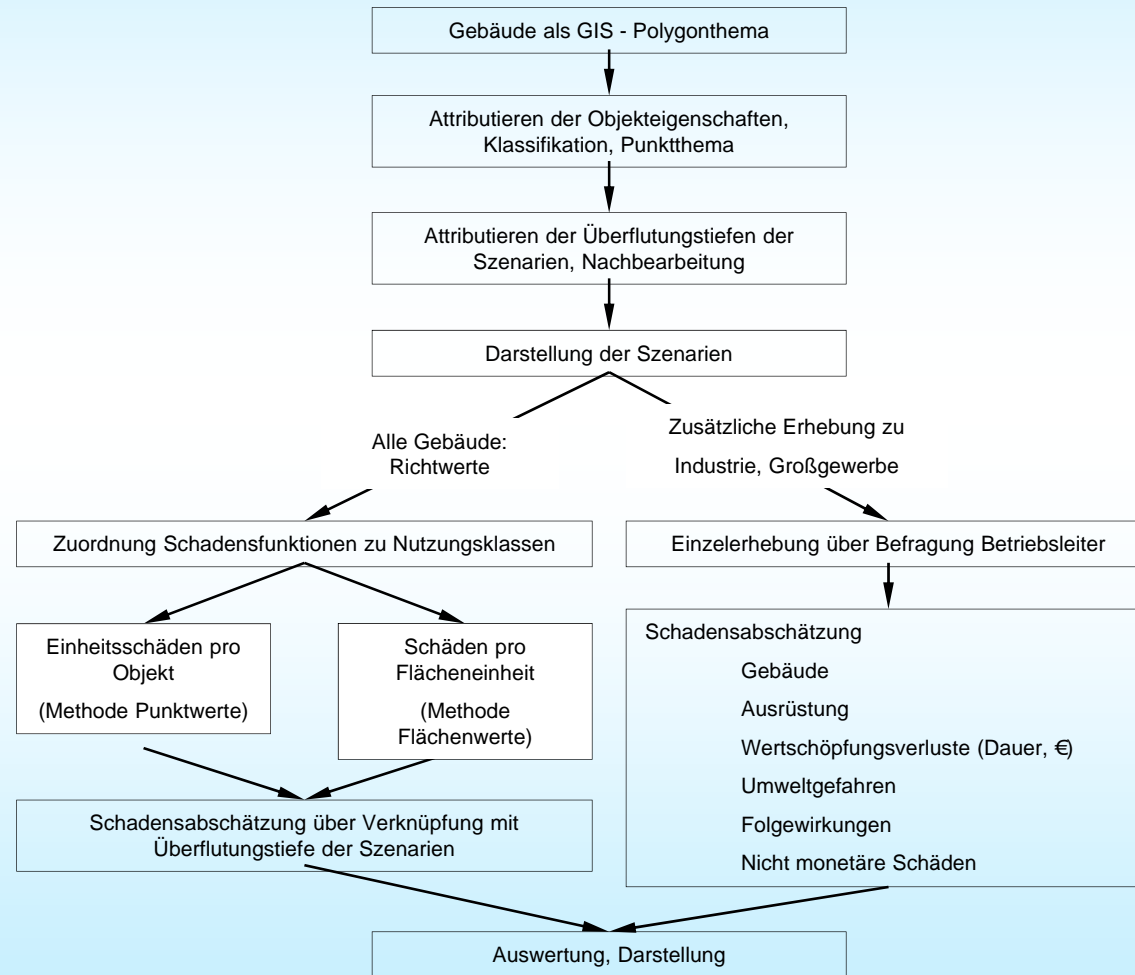
Einbussen in Umsatz und Gewinn

## Standortnachteile

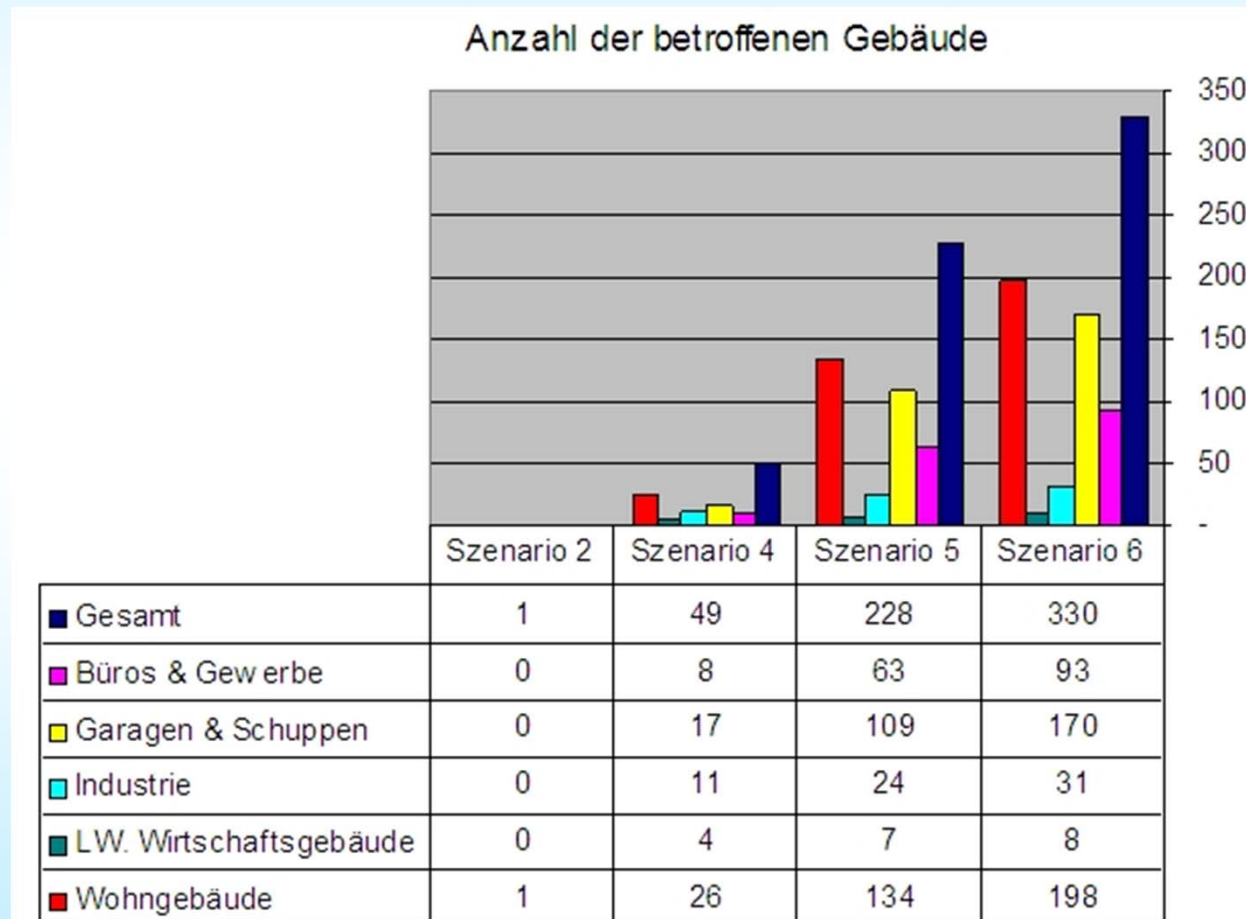
## Umwelteinwirkungen



# Schadenspotentiale



# Verknüpfung von Hydraulik, Gelände und Landnutzung



# Schadenspotentiale

## Berechnung mit Richtwerten

- Methode nach BUWAL (1999) & BWG (2002)
- Umgerechnet & diskontiert f. Österreich, 2004
- Schäden in €/ Gebäude & Schäden in €/ m<sup>2</sup>

Tabelle 9.5: Schadensfunktionen in €

Klasse gemäß BUWAL (1999) & BWG (2002)	Schwache Intensität: Tiefe ≤ 0,5 m		Mittlere Intensität: Tiefe > 0,5 m	
	a) Pro Geb.	b) Pro m <sup>2</sup>	a) Pro Geb.	b) Pro m <sup>2</sup>
Ein- & Zweifamilienhaus	8.402	90	44.810	532
Mehrfamilienhaus	11.202	106	50.411	588
Gewerbegebäude	28.006	308	140.031	1.400
Industriegebäude	33.607	375	196.043	1.960
Stall	2.801	62	22.405	294
Schuppen / Remise	1.120	11	8.402	115

# Schadenspotentiale Gewerbe & Industrie:

---

## Schadensarten

- Sachschäden
- Wertschöpfungsverluste
- Wettbewerbsnachteile
- Folgeschäden
- ...

## Erhebung vor Ort

- Information (Präsentation und Informationsmaterial)
- Kontaktnahme
- gemeinsame Begehung am Firmengelände
- Schadensangaben...

# Erhebung Schadenspotentiale

## Fragebogen

1. Was kann betroffen sein?

Einwirkungen	Mögliche Einwirkungen bitte ankreuzen & ausfüllen	
Überflutung, Beschädigung von	Büros	<input type="checkbox"/>
	Lagerflächen	<input type="checkbox"/>
	Produktionsflächen, Produktionseinrichtungen	<input type="checkbox"/>
	Verkaufsflächen	<input type="checkbox"/>
	Heizung	<input type="checkbox"/>
	Klimaanlage, Lüftung, Strom	<input type="checkbox"/>
	Fahrzeugen	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
Freisetzung von	Öl	<input type="checkbox"/>
	Chemischen Substanzen	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
Weitere Folgewirkungen		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

2. Beschreibung in Geldeinheiten

Schadensart	Hilfsgrößen		Schäden [€]
Gebäude	Wert (Versicherungssumme etc.) $W_G$		
	Schadensgrad $S_G$		
	Z.B. $W_G * S_G$		
Einrichtung, Anlagen, Betriebsmittel...	Wert (Versicherungssumme etc.) $W_E$		
	Schadensgrad $S_E$		
	Z.B. $W_E * S_E$		
Reinigung, Kontrolle, Instandsetzung, Austausch			
Weitere Schadenskosten			
Wertschöpfungs-Verluste	Geschätzte Dauer Betriebsunterbrechung		
	Umsatz (s. Bilanz) in Unterbrechungsdauer		
	Gewinn (s. Bilanz) in Unterbrechungsdauer		
	Alternativ		
<b>Summe der Schadenskosten</b>			

3. Vorsorge

Gibt es Möglichkeiten zur Verbesserung? Bitte ankreuzen.

Ja	Nein	Thema nicht relevant
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Vorsorgemaßnahmen kommen in Frage?

# Schadenspotentiale Gewerbe & Industrie:

---

## 10 kontaktierte Unternehmen

- Größte 4 Firmen:
  - Interesse der Betriebe & deren Versicherung
  - Eine Firma: Interner technischer Schutz
  - Konzerne z.T.versichert: Elementar & Betr.stillstand
- Thematik z.T. höchst sensibel (Image bei Kunden)
- Schäden ex-ante kaum bezifferbar
- Erfahrungen z.t. als HW Geschädigte
- Gewünschte Angaben können / wollen nicht abgeschätzt / weitergegeben werden.

# ZUSAMMENFASSUNG

---

Entwicklung eines Instrumentariums zum Vergleich von Zahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten

Darstellung von verschiedenen Effizienzmaßen (Barwert, Kapitalwert, Annuitäten, Nutzen-Kostenfaktor, interner Zinsfuß)

Darstellung eines Beispiels aus dem Bereich Hochwasserschutz

Gliederung der Nutzen/Kosten in direkte, indirekte, intangible Anteile