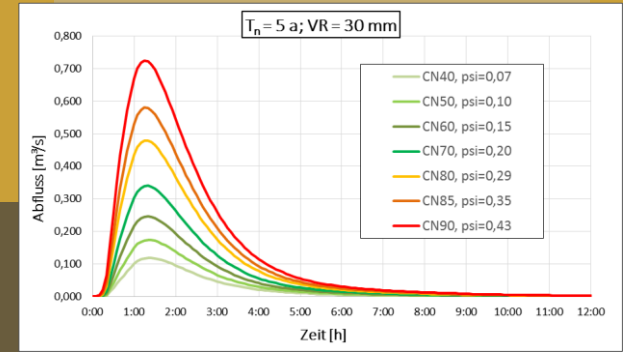
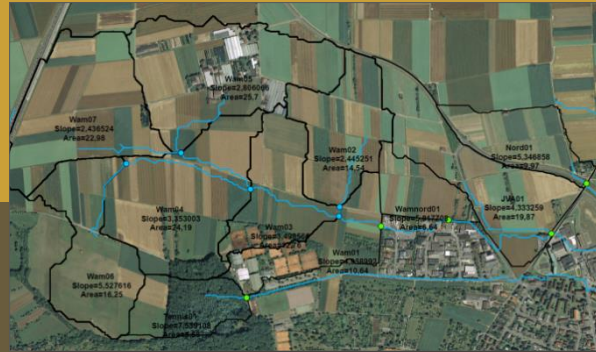


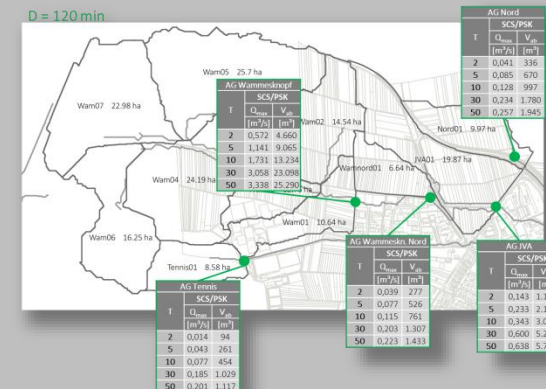
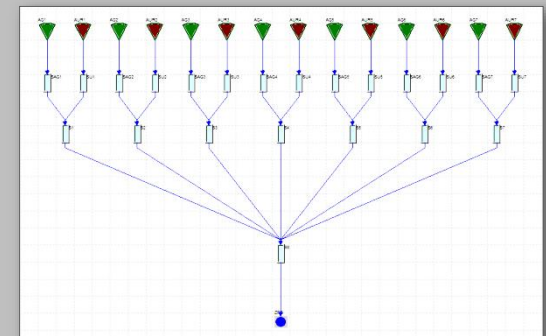
# Modelltechnischer und planerischer Umgang mit Außengebietsabflüssen am Beispiel eines städtischen Einzugsgebiets

Vortrag zur Masterarbeit im Rahmen des IFWW-Förderpreises 2016



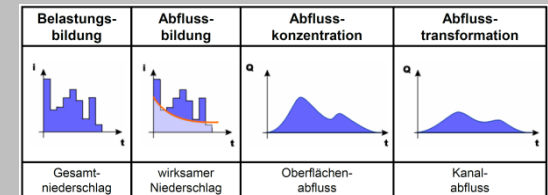
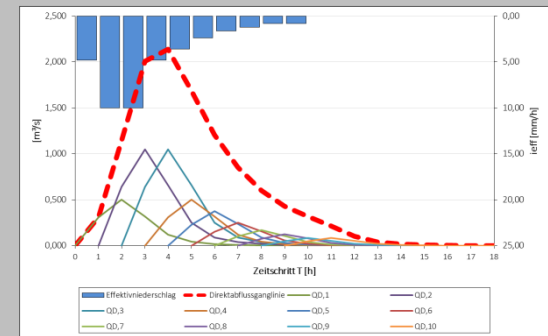
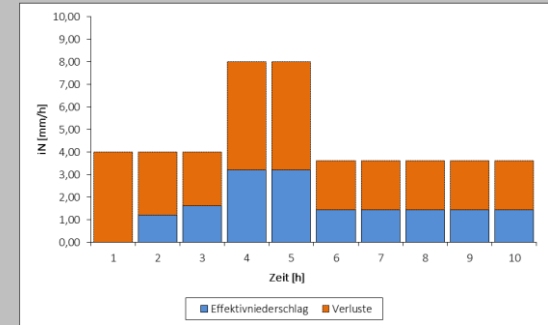
# Übersicht

- Einleitung / Stand der Technik
- Modellansätze
- Vergleichsrechnungen
  - fiktive Einzugsgebiete
  - reales Projektgebiet
- Fazit / wesentliche Erkenntnisse



## Einleitung / Stand der Technik

- „Klassische“ Siedlungsentwässerung  
→ überwiegend **befestigte** Flächenanteile
- Umfangreiche Erfahrungen / Messwerte vorhanden
- N-A-Transportprozesse lassen sich verhältnismäßig genau in Modellen nachbilden



## Einleitung / Stand der Technik

- Defizite im Bereich der Kanalnetz-Außengebiete
- ... „größere Teilgebiete ohne nennenswerten Anteil undurchlässiger Flächen, die ein eigenes oberirdisches Entwässerungssystem aufweisen und in ein Kanalnetz einmünden“. (ATV-DVWK M 165, 2004)
- landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder natürliche Flächen
- komplexe Mechanismen bei der Abflusentstehung
- nur „große“ Außengebiete relevant
- keine explizite Berücksichtigung in gängigen Regelwerken

## Einleitung / Stand der Technik

- **Aber**: immer wieder „Probleme“ durch Abflüsse aus Außengebieten
  - Rechnerische Ermittlung der Abflüsse?
    - **Scheitelwerte**
    - **Abflussvolumina** (→ Retentionsvolumen?)
  - Sachgerechte Einbindung in die Entwässerungsplanung?
  
- Mangel an Fachliteratur sowie **Empfehlungs- und Richtwerten**  
→ Abschätzungen / Plausibilitätsprüfungen erschwert
  
- Fokus der Masterarbeit:
  - Größenordnung der modellansatzabhängigen **Ergebnisunterschiede**?
  - Abflussspenden und –beiwerte für **standardisierte Außengebiete**?
  - **Bessere Berücksichtigung** von Außengebieten bei **Entwässerungsplanung** möglich?

## Einleitung / Stand der Technik - Literaturangaben

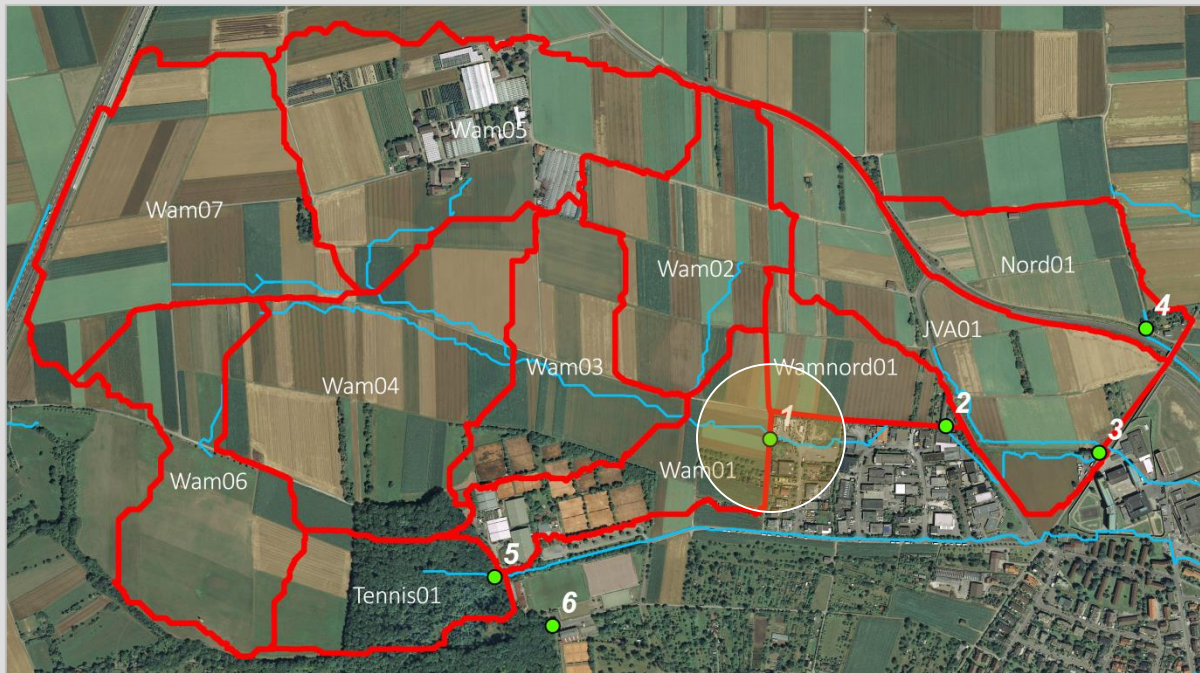
- Bezug zu Regendauer- und Häufigkeit?
- Was als Planer ansetzen?

Quelle	Abfluss-spende [l/s·ha]	Gebietscharakteristika	Anmerkungen
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, "Hochwasser", 1994	70	voralpines EZG („Rappengraben“), Waldanteil 35%	Beide EZG < 1,0 km <sup>2</sup> , die Abflussmengen entsprechen den höchsten Abflussspenden einer Messreihe von 1902 bis 1993.
	30	voralpines EZG („Sperbelgraben“), Waldanteil 97%	
ATV-Handbuch "Planung der Kanalisation", 1994	30	Hochgebirge	Reduzierung bei zunehmender EZG-Größe, Bewuchsdichte, Bodendurchlässigkeit, Temperatur und Geländerauigkeit.
	20	Mittelgebirge	
	1 - 5	Flachland	
ATV-Arbeitsgruppe 1.2.6, „Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten zur Angleichung an natürliche Abflussverhältnisse“, KA Nr. 4 - 1999	0 - 5	$J_s < 1 \%$	Die Abflussmengen repräsentieren „hohen“ natürlichen Abfluss. Neubauegebiet vor der Bodenversiegelung. Gefällesituation sind Boden- und Geländestruktur zu berücksichtigen.
	5 - 10	$1 \% \leq J_s \leq 4 \%$	
	10 - 15	$4 \% < J_s \leq 10 \%$	
	15 - 20	$J_s > 10 \%$	

mit  $J_s$  = Geländegefälle

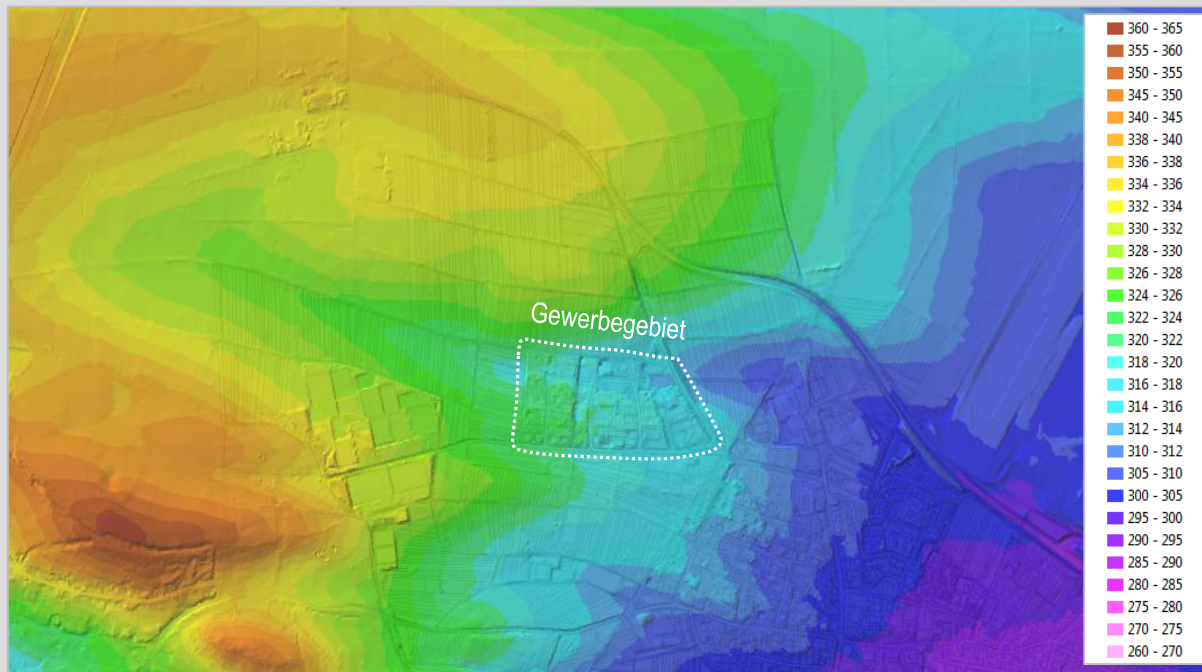
Eigenschaft	Dimension	Einzugsgebiet					
		Grisselsiefen			Esterbach		
		Pegel: Baasem			Pegel: Berk		
Größe	[km <sup>2</sup> ]	0,33			0,49		
Gefälle	[%]	8,5			8,2		
Pegelnulldpunkt	[müNN]	599,6			569,62		
orohydrograf. Faktor	[km]	3,4			3,5		
Nutzung	[-]	fast vollständig bewaldet					
Untergrund	[-]	schluffiger Lehm (Devon)					
Dauer der Messreihe	[a]	15			27		
Wiederkehrzeit des Regenereignisses $T_n$ [a]		1	2	5	10	20	50
Abflussspende [l/s·ha]	Pegel Baasem	3	4	6	7	9	11
	Pegel Berk	4	6	8	10	13	16

## Einleitung / Stand der Technik - reales Projektgebiet -



- zentrales Einlaufbauwerk in Gewerbegebiet
- „ungünstige“ topografische Verhältnisse
- wiederholte Überflutung der örtlichen Bebauung
- Zuflussverhältnisse nicht exakt bekannt

## Einleitung / Stand der Technik - reales Projektgebiet -

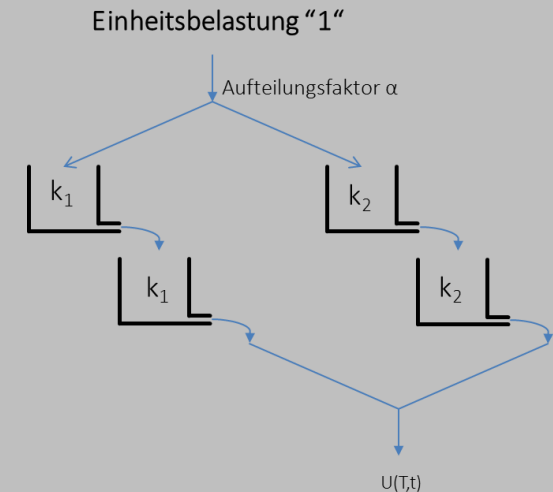
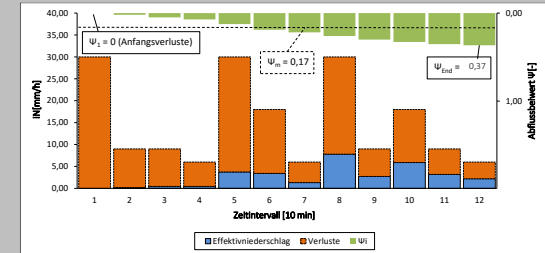


- zentrales Einlaufbauwerk in Gewerbegebiet
- „ungünstige“ topografische Verhältnisse
- wiederholte Überflutung der örtlichen Bebauung
- Zuflussverhältnisse nicht exakt bekannt



## Modellansätze

- verschiedene Modellansätze, üblicherweise zu finden in N-A-Modellen (→ Hochwasserschutz)
- große Verbreitung: **SCS-Verfahren** (diverse Modifikationen)
- Stellvertretende Vergleichsrechnungen von
  - **SCS-Zaiß / Parallelspeicherkaskade** (hydrologische Modelle)
  - **Horton / Standard-Einheitsganglinie** (KNB-Modelle)
- neuerliche Implementierung in gängigsten KNB-Modellen → **hydraulische Auswirkungen?**



### Vergleichsrechnungen

- Sensitivitätsanalysen an fiktiven Einzugsgebieten

- Abflussbildung
- Abflusskonzentration

- Einfluss auf Kanalisationen

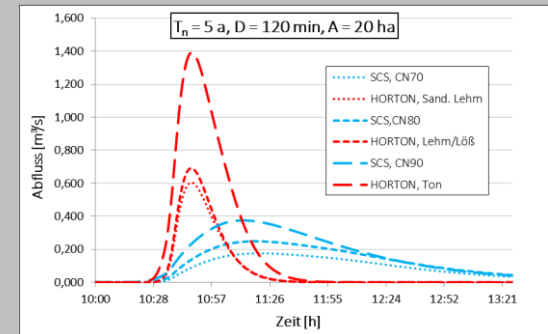
- Vergleichsrechnungen der Modellansätze

- maximale spez. Regenspende
- spez. Abflussvolumen
- zeitlicher Versatz der Scheitelwerte

Eingangsparameter			Variation $\beta$ [ ] (= $A_{\text{Nied}} / A_{\text{Niedmax}}$ )												
CN-Wert	Vorregenhöhe	Jährlichkeit d. Niederschl.	0.1		0.25		0.5		0.75		1		2		
[ - ]	[ mm ]	[ a ]	D [min]**		D [min]		D [min]		D [min]		D [min]		D [min]		
			60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	
40	0	1													
		2													
		5													
		10													
		20													
	10	50	1												
		2													
		5													
		10													
		20													
	20	50	1												
		2													
		5													
		10													
		20													
30	50	1													
	2														
	5														
	10														
	20														
50	50	1													
	2														
	5														
	10														
	20														

\*\* mit  $A_{\text{Niedmax}} = 200 \text{ ha}$  und  $A_{\text{Nied}} = A_{\text{E}} \text{ (VG = 100\%)}$ .  
D: Dauerstufe des jeweiligen Niederschlagsereignisses

■ Simulation durchgeführt   ■ Simulation nicht durchgeführt



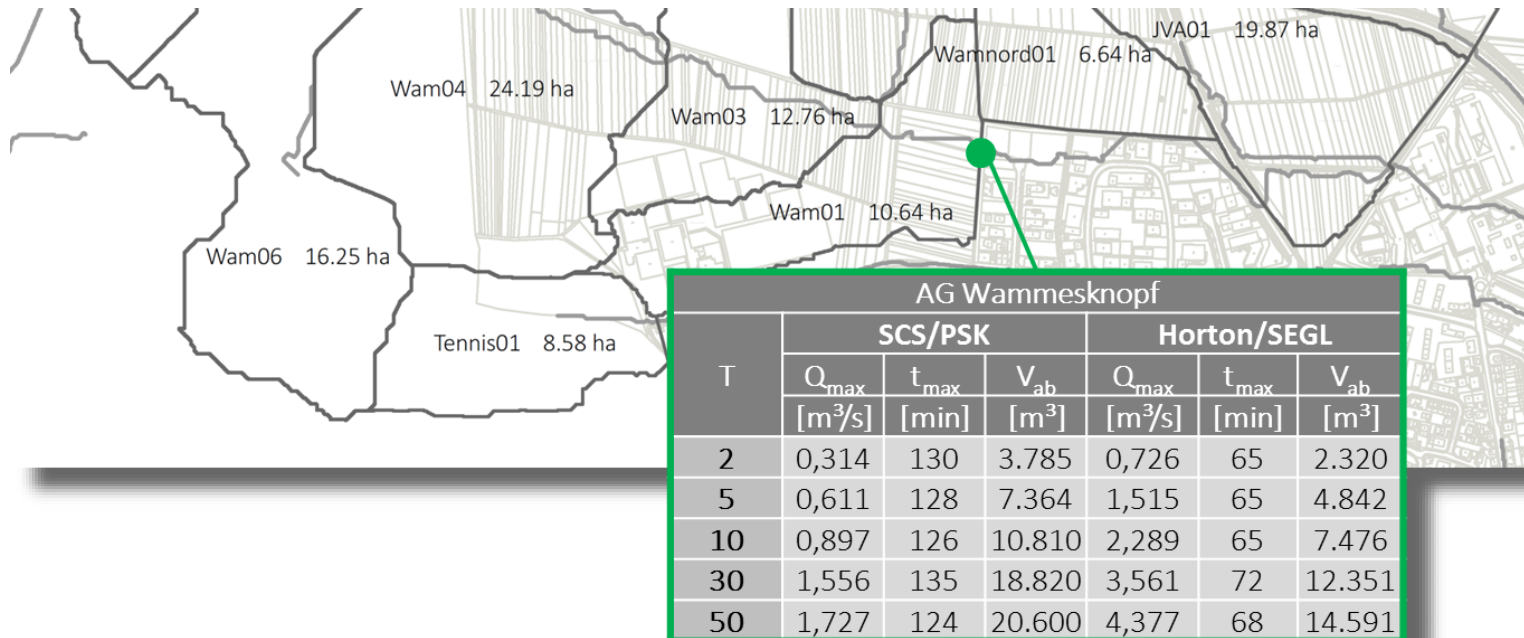
## Vergleichsrechnungen

### - Modellansätze | D60 / D120 -

- Max. spezifische Abflussspenden:  
HORTON / SEGL → **1,2 bis 3,7** x SCS / PSK
- Zeitlicher Wellenversatz:  
HORTON / SEGL → **-25 bis -65 Minuten** im Vergleich zu SCS/PSK
- Spezifische Abflussvolumina:  
SCS / PSK → **1,0 bis 3,6** x HORTON / SEGL
- Anpassung **Endabflussbeiwerte** (→ Wellenscheitel) führt zu noch deutlicheren Volumendiskrepanzen (min. Faktor 3 bis 4)

## Vergleichsrechnungen

- Validierung der Ergebnisse an realem Projektgebiet -



## Fazit / wesentliche Erkenntnisse

- Stadthydrologische Ansätze → deutlich **frühere** und **höhere** Abflussspitzen ( $\psi_{\text{end}}$ !)
- SCS-Verfahren → deutlich größere **Abflussvolumina** (Rückhalteräume!)  
„realistische“ mittlere Abflussbeiwerte zwischen **0,10** und **0,30**
- Modelltechnische Umsetzung → überproportionaler Einfluss der **Vorregenhöhe**
- Hydraulischer Einfluss wird mit **steigender Niederschlagsjährlichkeit größer**.  
Deutliche Belastungen sind ab Flächenverhältniswerten von ca. **0,5** zu erwarten.  
Außengebiete **unter 10 ha** → in der Regel **keine signifikante Belastung**.
- Praxisorientierte **Kennwerttabelle** für Planungszwecke / Plausibilitätsprüfungen auf  
Basis wesentlicher Gebietsparameter

Boden- und Gebietscharakteristika [-]	flächengewichteter CN-Wert (ca.) [-]	orographische Merkmale [-]	mittl. Geländegefälle [%]	T <sub>n</sub> [a]	spez. Abfluss [l/s/ha]
großes bis durchschnittliches Versickerungsvermögen des Bodens (z.B. Sand-, Kies- und Lößböden), mittlerer bis starker Bewuchs oder Waldanteil, großer Wiesen- bzw. Weideanteil, wenig landwirtschaftliche Nutzung, kaum befestigte Flächen (Feldwege, Betriebshöfe etc.)	60 - 70	Flachland	≤ 1	1-2	0-2
				5-10	3-6
				10-20	4-10
				20-50	7-14
		leicht abschüssig	1-5	1-2	0-2
				5-10	3-7
				10-20	5-11
				20-50	8-15
		ausgeprägtes Gefälle	5-10	1-2	1-3
				5-10	4-10
				10-20	6-12
				20-50	10-19
Gebirge	> 10	1-2	1-3		
		5-10	4-10		
		10-20	8-15		
		20-50	11-22		
durchschnittliches Versickerungsvermögen des Bodens (z.B. (lehmige) Sand- und Lößböden), durchschnittlicher Bewuchs oder Waldanteil, durchschnittlicher Wiesen- und Weideanteil, landwirtschaftliche Nutzung vorhanden, wenig befestigte Flächen (Feldwege, Betriebshöfe etc.)	70 - 80	Flachland	≤ 1	1-2	1-3
				5-10	4-9
				10-20	6-11
				20-50	8-13
		leicht abschüssig	1-5	1-2	2-5
				5-10	5-10
				10-20	7-13
				20-50	10-20
		ausgeprägtes Gefälle	5-10	1-2	3-6
				5-10	7-11
				10-20	10-18
				20-50	14-25
Gebirge	> 10	1-2	3-7		
		5-10	8-15		
		10-20	11-20		
		20-50	15-30		
geringes bis sehr geringes Versickerungsvermögen des Bodens (z.B. Feinsande, lehmige Böden, Tonböden oder kaum durchlässige Aufschüttungen), kaum Bewuchs oder Waldflächen (Ödland), viel Getreideanbau, größerer Anteil an befestigten Flächen	80 - 90	Flachland	≤ 1	1-2	2-5
				5-10	5-10
				10-20	7-13
				20-50	9-18
		leicht abschüssig	1-5	1-2	4-9
				5-10	6-12
				10-20	9-19
				20-50	12-23
		ausgeprägtes Gefälle	5-10	1-2	5-10
				5-10	7-15
				10-20	10-21
				20-50	14-30
Gebirge	> 10	1-2	5-12		
		5-10	9-20		
		10-20	15-23		
		20-50	17-35		

## Vergleichsrechnungen



- Kennwerttabelle als Planungshilfe
- Vergleich mit (wenigen) Literaturwerten → gute Korrelation
- Abflussspektren → Berücksichtigung von immanenten Unsicherheiten

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**

und an das

**Institut zur Förderung der Wassergüte-  
und Wassermengenwirtschaft e.V. (IFWW)!**