

**BAU- UND  
UMWELTSCHUTZ-  
DIREKTION**



**AMT FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
UND ENERGIE**

**KANTON BASEL - LANDSCHAFT**

**Richtlinien  
für die  
Kanalnetzberechnung  
Basel-Landschaft**

Januar 1997

# **Allgemeiner Teil**

## Inhaltsverzeichnis

<b>ALLGEMEINER TEIL .....</b>	<b>2</b>
<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>ZIEL UND ZWECK .....</b>	<b>3</b>
<b>BEHÖRDLICHE ENTWÄSSERUNGSZIELE.....</b>	<b>3</b>
<b>PRAKTISCHER TEIL.....</b>	<b>5</b>
Komponenten der Kanalnetzberechnung .....	5
Aufgabenstellung .....	5
Bemessung und Sicherheitsnachweis.....	5
Interpretation und Analyse .....	14
Umsetzung in die Kanalisationsplanung.....	14
Grundlagen .....	15
Kanalinformationssystem (Kanalisationskataster).....	15
Zustandsberichte .....	18
Abwasseranfall.....	24
Kanalnetzberechnung.....	26
Ablaufdiagramm .....	26
Berechnungsmethoden .....	27
<b>THEORETISCHER TEIL.....</b>	<b>31</b>
<b>BERECHNUNGSGRUNDLAGEN.....</b>	<b>31</b>
Grundlagendaten .....	31
Gebietsdaten.....	31
Kanalnetzdaten.....	34
Sonderbauwerksdaten .....	35
Berechnungsdaten.....	36
Trockenwetterabfluss .....	36
Regenwetterabfluss .....	36
Parameter .....	64
Abflussbeiwert .....	64
Hydraulische Parameter .....	65
Hydrologische Parameter .....	65
Randbedingungen .....	65
<b>SCHLUSSWORT .....</b>	<b>66</b>
<b>VERFASSER .....</b>	<b>67</b>

# ALLGEMEINER TEIL

## EINFÜHRUNG

Im Hinblick auf das neue Gewässerschutzgesetz des Kantons Basel-Landschaft und der Anwendung der neuen VSA-Richtlinien für die Ausarbeitung der kommunalen Generellen Entwässerungspläne (GEP) sollen die bisherigen Richtlinien des Amtes für Umweltschutz und Energie (AUE) aus dem Jahr 1960 den heutigen Verhältnissen angepasst und aktualisiert werden.

Neben der althergebrachten Praxis für die Kanalnetzberechnungen nach dem Fliesszeitverfahren und der Anwendung der Intensitätskurven von A. Hörler/H.R.Rhein sollen künftig auch Methoden angewandt werden, mit denen der Oberflächen- und Kanalabfluss aufgrund von gemessenen Naturregen bzw. von Modellregen berechnet werden können. Dank der heutigen Computertechnik ist es möglich, die Abflussvorgänge im Siedlungsgebiet mittels Modellberechnungsverfahren zu simulieren. Je nach der Aufgabenstellung, den topographischen Verhältnissen, der Netzkonfiguration (z.B. Grösse, Vermaschung) und dem Fliessverhalten (z.B. Einstau) werden einfache hydrologische oder komplizierte hydrodynamische Oberflächen- und Kanalabflussmodelle benutzt.

Während die Erfassung der Kanalnetz- und Sonderbauwerksdaten bei jedem Berechnungsverfahren in gleicher Weise erfolgt, erfordert die Ermittlung der Gebietsdaten entsprechend der Aufgabenstellung und der Anwendung der Berechnungsmethode unterschiedliche und differenzierte Detaillierungsgrade bezüglich der Werte über die Durchlässigkeit der Bodenbedeckung und dem Oberflächengefälle.

Neben einer möglichst exakten Erfassung der durchlässigkeitsspezifischen und abflusswirksamen Gebietsdaten ist zudem die Wahl des Berechnungsregens für die Kanalnetzberechnung nach dem Simulationsverfahren von entscheidender Bedeutung. Die Anwendung dieser anspruchsvollen Methode bedingt, neben einem fundierten Wissen auf dem Gebiet der Siedlungshydrologie und grosser Erfahrung in der Simulationstechnik, die Kenntnis der anzuwendenden Berechnungsregen (Modell- oder Naturregen) sowie die hydraulischen und hydrologischen Parameter. Dabei spielt die Wiederkehrhäufigkeit oder Jährlichkeit bei der Annahme eines Berechnungsregens eine wesentliche Rolle.

Die traditionelle Kanalnetzberechnung beruht auf Intensitätskurven und Regenkurven einer bestimmten Regenhäufigkeit. Aufgrund der Tatsache, dass nicht die Jährlichkeit des Regenereignisses, sondern deren Wirkungen im Kanalnetz für die Beurteilung des Regenereignisses massgebend sind, werden die Begriffe der Häufigkeit von Einstau, Überstau und Überflutung aus der Europäischen-Norm (EN 752-4) (Teil 4)<sup>1</sup> sinngemäss angewendet. Der berechnete Wasserspiegel wird in Relation gesetzt zu einer Bezugsebene entsprechend einem Schadensniveau unter oder gleich der Terrainkote. Unter Berücksichtigung der Sachlage, dass in einem Siedlungsgebiet verschiedene Nutzungs- und Risikozonen durch unterschiedliche Gefährdungsklassen gekennzeichnet sind, werden zudem abgestufte Jährlichkeiten für den Nachweis der Überstausicherheit definiert d.h. der Sicherheit, dass der Wasserspiegel das Schadensniveau nicht überschreitet, also im Einstaubereich liegt.

⇒ Hinweis 1: Begriffsdefinitionen siehe Kap. Bemessung und Sicherheitsnachweis, Seite 5

<sup>1</sup> Die Europäische-Norm (EN 752-4), (Teil 4, Hydraulische Berechnung und Umweltschutzaspekte) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ist gegenwärtig im Entwurfsstadium. Die in der vorliegenden Richtlinie angegebenen Werte für die Jährlichkeiten etc basieren auf dieser EN bzw. auf der in Bearbeitung befindlichen Neufassung des ATV-Arbeitsblattes A 118. Sobald die vorerwähnten Dokumente in Kraft sind, werden die Werte entsprechend angepasst werden.

Die Kanalnetzberechnung mit der neuen Berechnungsmethode besteht somit aus einer *Be-messung* und einem *Nachweis der Überstausicherheit*.

## ZIEL UND ZWECK

Die vorliegenden Richtlinien für die Kanalnetzberechnung BL bestehen aus drei Teilen:

- Der **allgemeine Teil** enthält, neben der Einführung, die allgemeinen Zielsetzungen der Richtlinien und die behördlichen Vorgaben für die Kanalnetzbe-rechnung
- Der **praktische Teil** umfasst die verschiedenen Elemente für die Kanalnetzbe-rechnung in Form von Vorgehens- und Entscheidungsdiagrammen der Grund-lagen, Methoden und Parameter. Diese enthalten eine Auflistung und Korrela-tion der verschiedenen Komponenten und erläuternde Informationen und Hin-weise auf Richtlinien, einzelne Kapitel dieser Richtlinien und auf weitere Lite-ratur.

⇒Hinweis 2: Siehe Praktischer Teil, Seite 5

- Der **theoretische Teil** beinhaltet die wesentlichen theoretischen Grundlagen und einige Anwendungsbeispiele sowie Daten der Regenintensitätskurven von Modell- und ausgewählter Naturregen für die Anwendung der neuen Methoden der Kanalnetzberechnung.

⇒Hinweis 3: Siehe Theoretischer Teil, Seite 31 und Verfügbarkeit von Regendaten, Seite 43

Das Ziel dieser Richtlinien ist, dem projektierenden Ingenieur einen Leitfaden zur Verfü-gung zu stellen, mit dem er, je nach Aufgabenstellung, nach den bisherigen Methoden der manuel-len oder der computermässigen Listenrechnung nach dem Fliesszeitverfahren oder mit Simulati-onsmethoden unter Verwendung von Modell- bzw. Naturregen arbeiten kann. Zudem sollen die von den Behörden und den Gebäudeversicherungen anerkannten Praktiken der Kanalnetzbes-messung, wie sie auch in den VSA-Richtlinien dargestellt sind, grundsätzlich beibehalten werden.

Das vorliegende Dokument bezweckt zudem, die vorgeschlagenen Betrachtungsweisen und Methoden in der Praxis auf ihre Tauglichkeit für die Bedürfnisse der Kanalnetzberechnung im Kanton Basel-Landschaft und ihre praktische Handhabbarkeit zu prüfen.

Die Richtlinien sind für die Bearbeitung der GEP im Kanton Basel-Landschaft anzuwenden.

**Daraus ergibt sich:**

- *Vor Inangriffnahme der GEP - Bearbeitung sind die Berechnungsmethoden und die relevanten Grundlagendaten mit dem AUE abzusprechen.*

## BEHÖRDLICHE ENTWÄSSERUNGSZIELE

Für die Bemessung und den Nachweis eines Kanalnetzes sind für die durch die Behörde festzulegenden Zielformulierungen folgende Grössen bestimmend:

Im Siedlungsgebiet:

**Schadensniveau:** Diese ist ein Bezugsniveau für die Beurteilung der Schadensrisiken. Sie wird definiert durch den Wasserspiegel im Kanal, der bei einem Regenereignis mit einer bestimm-ten **Jährlichkeit** erreicht oder überschritten wird. Das Schadensniveau bezieht sich auf verschiedene Kategorien von Siedlungsgebieten = **Nutzungszonen** (Stadtzentren, Wohngebiete, ländliche Gebiete und Industriegebiete und auf **Risikozonen** innerhalb dieser Nutzungszonen je nach dem Gefähr-dungspotential einzelner Bauten oder Quartiere.

Die zulässige Einstaukote bzw. das Mass der Schadensniveau unter Terrain wird durch den Betreiber des Kanalnetzes im Rahmen der GEP-Bearbeitung definiert.

⇒ Hinweis 4: Erläuterungen über die Begriffe Jährlichkeit, Nutzungs- und Risikozonen siehe Kap. Bemessung und Sicherheitsnachweis, Seite 5

Im Vorfluter:

**Gewässerschutzkriterien:** Diese sind definiert durch die hydraulisch und stoffmässig zulässige Belastung des Vorfluters aus seinem natürlichen unmittelbaren Einzugsgebiet, den Regenentlastungen, Regenüberlaufbecken und Kläranlagen.

Die massgebenden Parameter sind mit dem AUE zu vereinbaren.

⇒ Hinweis 5: Siehe Richtlinien des AUE über die Einleitung in Gewässer (Ausgabe 1997).

Die Festsetzung der obengenannten Ziele für die Siedlungsentwässerung sind aber nach den bisherigen Annahmen für die Jährlichkeiten der Berechnungsregen (Natur- und Modellregen) nicht unproblematisch, da jedes Kanalnetz entsprechend der Topographie, der Netzkonfiguration und -topologie (Vermaschung) etc. bei einer bestimmten Regenbelastung verschieden reagiert. Zudem ist der hydraulische und ökologische Zustand des Vorfluters zu berücksichtigen. Dies bedeutet, dass die Berechnungsannahmen und Parameter nicht generell festgesetzt werden können, sondern abgestimmt auf die konkreten Verhältnisse des betreffenden Kanalnetzes und unter Berücksichtigung der relevanten Randbedingungen erfolgen muss.

**Daraus ergibt sich:**

- **Die Festsetzung der für die Bemessung und den Nachweis massgebenden Berechnungsregen muss nicht nur nach der Häufigkeit ihres Auftretens, sondern nach der Häufigkeit und dem Ausmass der Wirkungen an bestimmten Stellen im Kanalnetz und im Vorfluter erfolgen.**
- **Die zulässige Einstaukote bzw. das Mass der Schadensniveau unter Terrain wird durch den Betreiber des Kanalnetzes im Rahmen der GEP-Bearbeitung festgelegt (z.B. Kanalisationsreglement).**

# **Praktischer Teil**

# PRAKTISCHER TEIL

## Komponenten der Kanalnetzberechnung

### Aufgabenstellung

Ausgangspunkt jeder Kanalnetzberechnung ist die Formulierung der Aufgabenstellung, der Zielsetzungen und der Randbedingungen. Je nach der zu lösenden Aufgaben sind unterschiedliche Berechnungsmethoden, -annahmen und -grundlagen erforderlich. Wir unterscheiden folgende Typen von Aufgabenstellungen, die bei komplexen Problemen in kombinierter Form auftreten können:

Aufgabenstellung	Regendaten	Berechnungsmethoden
Bemessung neuer Kanalisationsanlagen	Modellregen (z.B. Hörler/Rhein, CDS, Dorsch modif. Eulerregen)	Fliesszeitverfahren (z.B. Listenrechnung), Hydrologisches Abflussmodell (z.B. SASUM-DIM)
Überprüfung und Sanierung bestehender Kanalisationsanlagen	Naturregen (historische Einzelregen)	Hydrologisches Abflussmodell (z.B. SASUM), Hydrodynamisches Abflussmodell (z.B. MOUSE, HYSTEM-EXTRAN)
Entwässerungs- und Entlastungskonzepte	Naturregen (historische Regenreihen)	Hydrologisches Abflussmodell (z.B. SASUM), Hydrodynamisches Abflussmodell (z.B. MOUSE-SAMBA, KOSIM)
Messung, Steuerung und Regelung von Kanalisationsanlagen	Naturregen (historische Regenreihen)	Hydrodynamisches Abflussmodell mit Steueroptionen.

Tabelle 1: Korrelation zwischen Aufgabenstellung und Regendaten bzw. Berechnungsmethoden

⇒ Hinweis 6: Siehe auch Kap. Regenwetterabfluss, Seite 36 und Berechnungsmethoden, Seite 27.

### Bemessung und Sicherheitsnachweis

Neben den bisherigen Bemessungskriterien der hydraulischen Abflusskapazität, bei denen die Begriffe *Teilfüllung*, *Vollfüllung* und *Überlastung* wichtig sind, spielen, insbesondere in Rückstaugebieten, die Begriffe *Einstau*, *Überstau* und *Überflutung* eine wichtige Rolle.

Sie werden wie folgt definiert:

**Abfluss:**

Teil- bzw. Vollfüllung:

Maximale Abflusswassermenge ( $Q_{max}$ )  $\leq$  Abflusskapazität der Kanalleitung ( $Q_{voll}$ )

Überlastung: Maximale Abflusswassermenge

( $Q_{max}$ )  $\geq$  Abflusskapazität der Kanalleitung ( $Q_{voll}$ ).  
 (Siehe Abbildung 1)

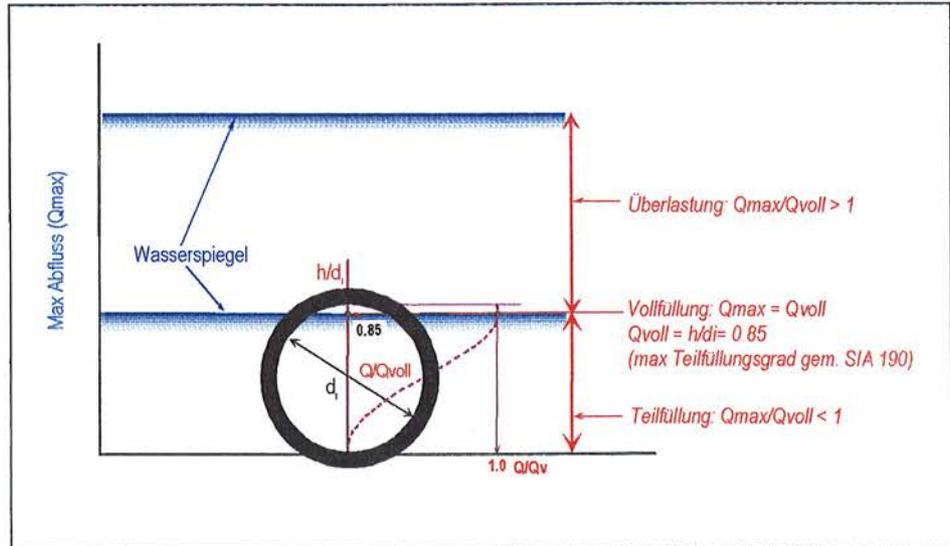


Abbildung 1: Definition des Abflusses

**Rückstau:**

Einstau:

Rohrscheitelkote  $\leq$   
 Wasserspiegelkote ( $H$ )  
 $\leq$  Schadensniveau  
 ( $H_{zul}$ )  
 (Siehe Abbildung 2)

Überstau:

Wasserspiegelkote  
 ( $H$ )  $\geq$  Schadensniveau  
 ( $H_{zul}$ ) (= Bezugsniveau für den hydraulischen Überstaunachweis)

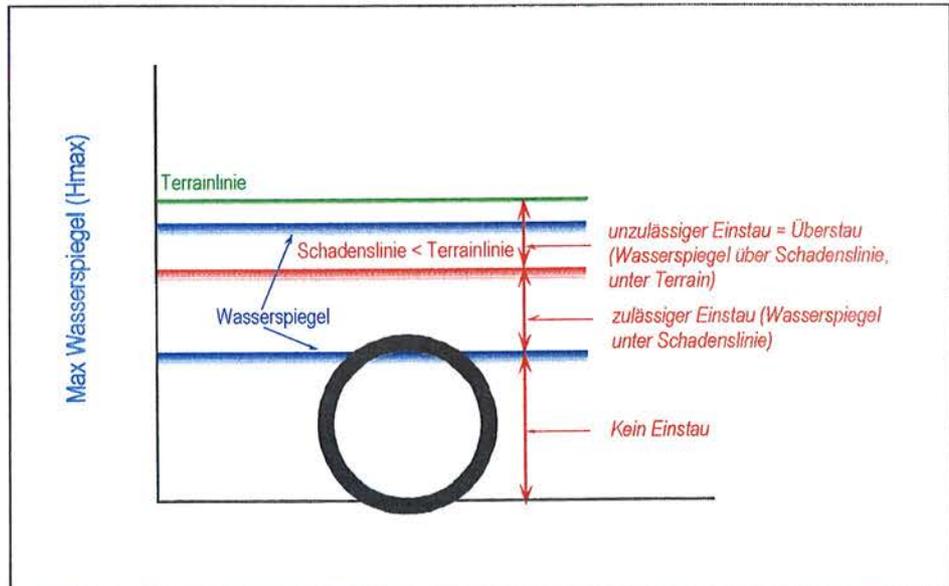


Abbildung 2: Definition des Rückstaus Schadensniveau < Terrain

Überflutung:

$Wasserspiegelkote (H) \geq Terrainkote$

Wenn Schadensniveau = Terrain dann ist Überstau = Überflutung.

(Siehe Abbildung 3)

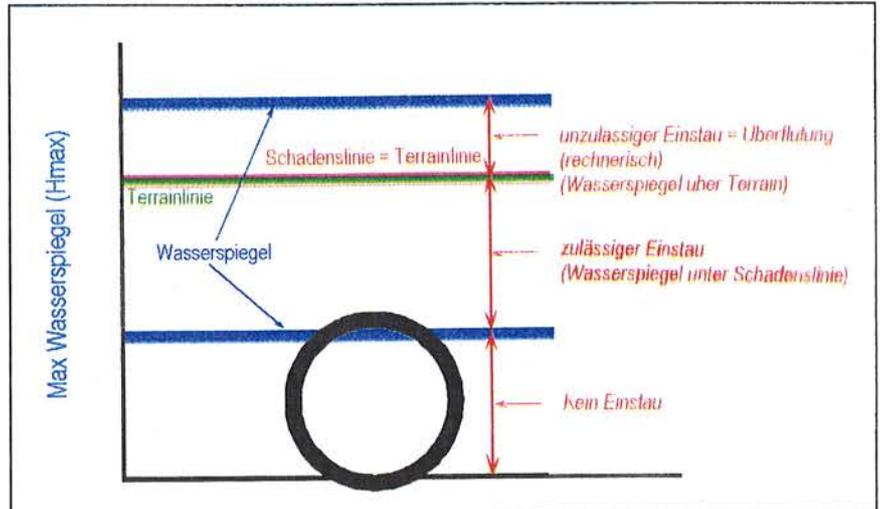


Abbildung 3: Definition des Rückstaus Schadensniveau > Terrain

**Daraus ergibt sich:**

- Die Kanalnetzberechnung erfolgt nach der neuen Betrachtungsweise in zwei Schritten:
  1. Bemessung des Kanalnetzes nach Kapazitätskriterien
  2. Nachweis der Einstau- und Überstausicherheit mit einer vom Betreiber des Kanalnetzes im Rahmen der GEP-Bearbeitung vorgegebenen Jährlichkeit entsprechend dem Gefährdungspotential der entsprechenden Nutzungs- bzw. Risikozonen.

Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

Kanalnetz-berechnung	Gegenstand	Bedingungen	
Bemessung	Kanalnetz	$Q_{max} \leq Q_{voll}$	keine Überlastung
Nachweis	Kanalnetz	$H_{max} \leq H_{zul}$ ( $H_{zul} = Kote\ Schadensniveau$ )	kein Überstau
Nachweis	Vorfluter	Stoffbelastung aus Regenentlastungen $\leq$ Zulässige Werte gemäss Absprache mit dem AUE (Konzentrationen, Frachten, Häufigkeiten)	

Tabelle 2: Bedingungen und Vorgaben für die Kanalnetzberechnung

Basierend auf dieser neuen Methode der Kanalnetzberechnung und den Grundlagen der Euro-Norm für Entwässerungssysteme ausserhalb von Gebäuden erhalten die Begriffe Gefährdung, Risiko und Jährlichkeit bezogen auf die Wirkungen im Kanalnetz einen gewichtigen Stellenwert.

Folgende Jährlichkeiten sind für die Bemessung und den Nachweis zu berücksichtigen:

## Bemessung

Nutzungszonen	Jährlichkeiten für die Bemessung	
	Regenintensitäten nach Hörler/ Rhein bzw. CDS (Modellregen) ( $Q_{max} < Q_{voll}$ )	
	mit Nachweis	ohne Nachweis
	Häufigkeit der Bemessungsregen (1mal in "n" Jahren)	
Ländliche Gebiete	1	5
Wohngebiete	2	5
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	2	5
Unterführungen und unterirdische Anlagen, tiefliegende Objekte mit erhöhtem Schadenrisiko	10	Nachweis immer erforderlich

### Erläuterungen:

#### **Bemessung mit Nachweis:**

Die Jährlichkeiten beziehen sich einerseits auf Nutzungszonen und andererseits auf Risikozonen innerhalb dieser Nutzungszonen.

Die Bezeichnungen der Nutzungszonen sind analog derjenigen der Bauordnung (Zonenplan).

Die in der Tabelle angegebenen Werte der Jährlichkeiten beziehen sich auf durchschnittliche Verhältnisse. Aufgrund einer Analyse der Gefährungskriterien bezüglich dieser Nutzungszone (Gefällsverhältnisse, Rückstau- und Belastungszustand des Kanalnetzes etc) und bezüglich der Risikozonen (öffentliche Gebäude, unterirdische Anlagen und Einrichtungen mit erhöhtem Schadenrisiko etc) können diese Werte an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Dabei ist zu beachten, dass die Anwendung der Berechnungsregen mit verschiedenen Jährlichkeiten zu keinen kanalisationstechnischen und hydraulischen Kapazitätskonflikten führen können. Die Jährlichkeiten werden vom Kanalbetreiber im Rahmen des GEP festgelegt.

⇒ Hinweis 7: Abbildung 4, Seite 9 veranschaulicht an einem Beispiel die Grundlagen für die Ermittlung der Jährlichkeiten des Berechnungsregens:

- Kanalnetzelemente (Schächte, Haltungen, Sonderbauwerke) zur Berechnung der Wirkungen ( $H$ ,  $Q$ ,  $V$ ) der Berechnungsregen
- Hydraulisches Längenprofil (Abbildung 8, Seite 13)
- Nutzungszonen und Risikozonen innerhalb derselben.

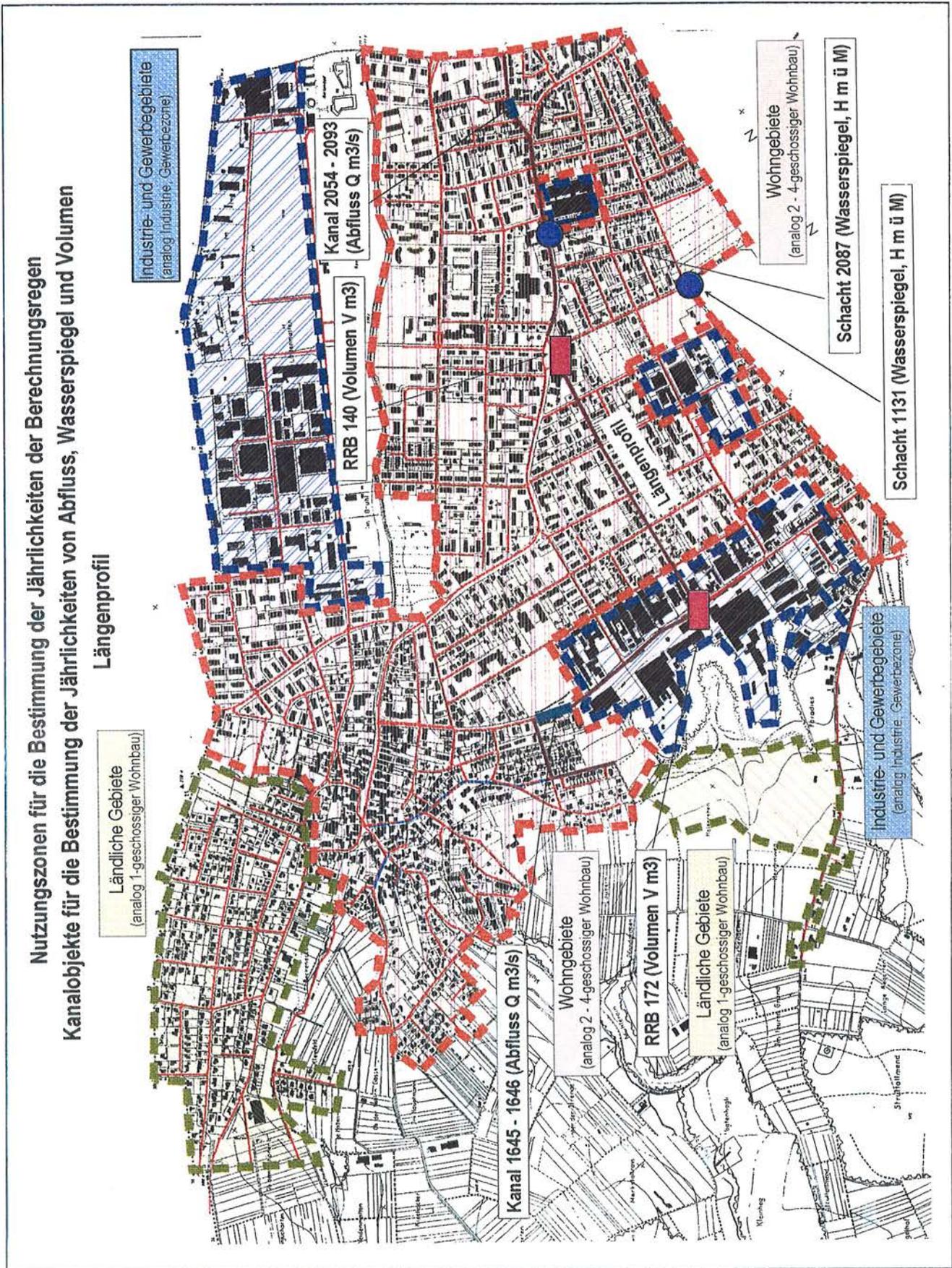


Abbildung 4: Grundlagen für die Bestimmung der Jährlichkeit eines Berechnungsregens

**Bemessung ohne Nachweis:**

Die Bemessung ohne Nachweis ist für Fälle vorgesehen, bei denen die hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse unproblematisch sind und die Kanalnetzberechnung ohne oder mit einfachen Simulationsmodellen ausgeführt werden kann. Die Jährlichkeitswerte entsprechen der bisherigen Praxis. Aufgrund einer Risikoanalyse und -bewertung können die Werte den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden oder es ist ein Nachweis durchzuführen.

**Nachweis der Überstausicherheit**

Nutzungszonen	Jährlichkeiten für den Nachweis der Überstausicherheit	
	Regenintensitäten mit Regenreihen (Naturregen) ( $H_{max} < H_{zul}$ )	
	Überprüfung bestehender Kanalnetze	Neudimensionierung und Sanierung
	Überstauhäufigkeit für den Nachweis (1mal in "n" Jahren)	
Ländliche Gebiete	2	2
Wohngebiete	3	3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	5	5
Unterführungen und unterirdische Anlagen, tiefliegende Objekte mit erhöhtem Schadenrisiko	10	10

⇒ Hinweis 8: Siehe auch Kap. Regendaten, Seite 42 und Kap. Methodik zur Definition der massgebenden Naturregen für den Sicherheitsnachweis, Seite 50

Erläuterungen:

Für den Nachweis ist die Kote des Wasserspiegels aufgrund der Simulationsberechnung massgebend. In Rückstauplänen können die Wirkungen der verschiedenen Berechnungsregen dargestellt, verglichen und interpretiert werden.

⇒ Hinweis 9: Einige Beispiele mögen dies veranschaulichen; siehe Abbildung 5 - Abbildung 7, Seite 11.

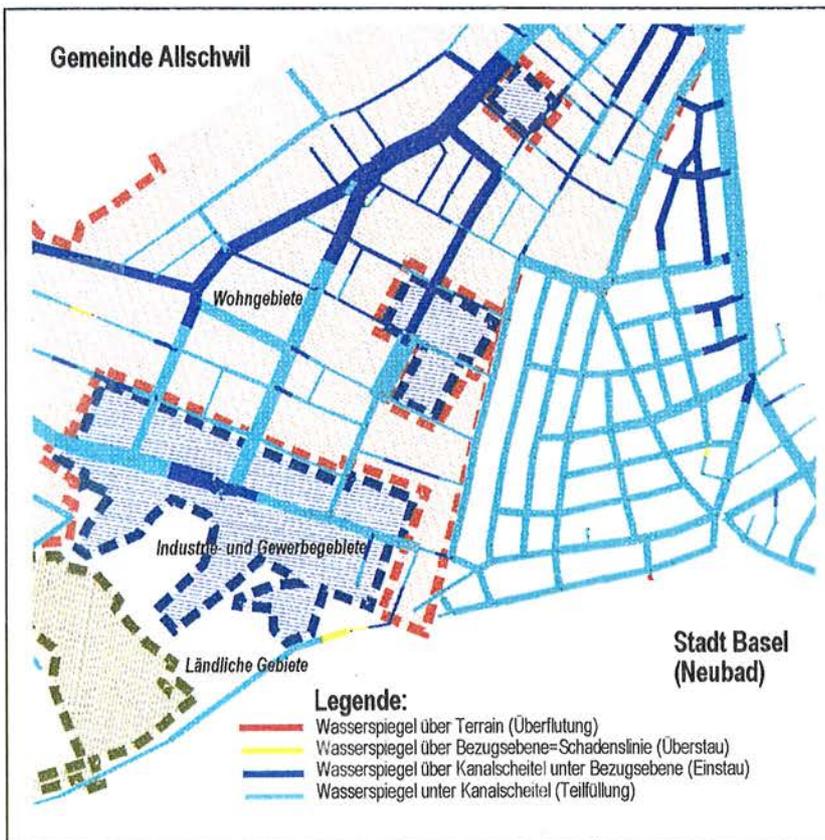


Abbildung 5: Rückstauplan bei einem Naturregen mit einer Jährlichkeit von ca 5. (29.7.1990)

Die Abbildung veranschaulicht, dass der Wasserspiegel bei diesem Regenereignis durchwegs unter dem kritischen Schadensniveau von angenommenen 2m unter Terrain liegt.

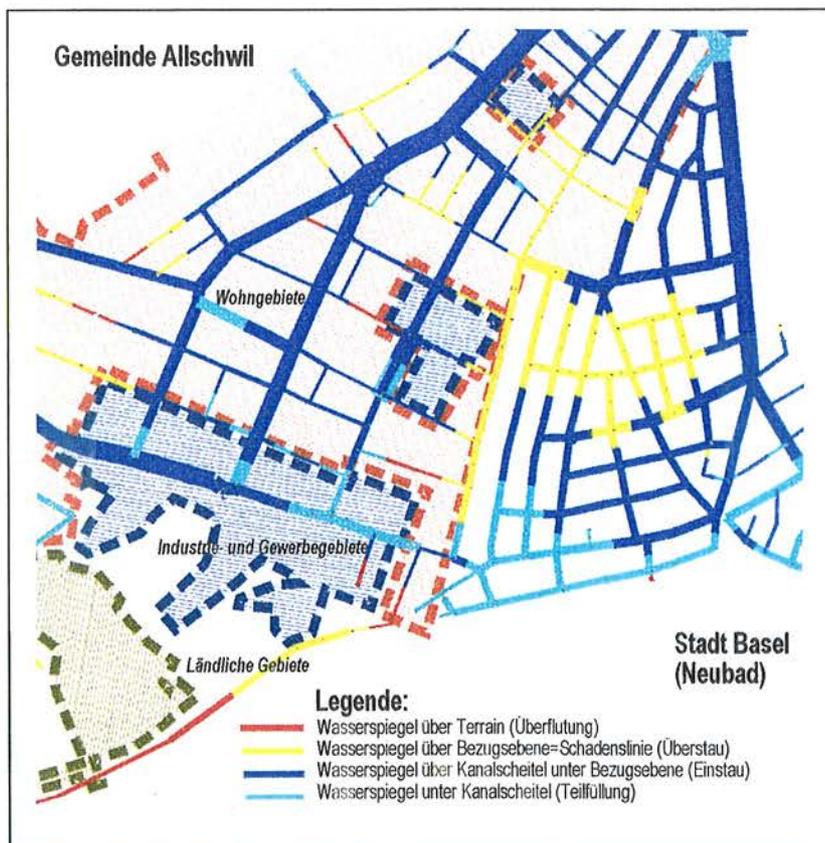


Abbildung 6: Rückstauplan bei einem Naturregen mit einer Jährlichkeit von ca 10. (15.8.1980)

Die Abbildung veranschaulicht, dass der Wasserspiegel bei diesem Regenereignis teilweise über dem kritischen Schadensniveau von angenommenen 2m unter Terrain liegt. Es würde nun zu untersuchen sein, ob im fraglichen Gebiet Objekte mit einem erhöhten Gefährdungspotential vorhanden sind, um zu beurteilen, ob Sanierungsmassnahmen zu ergreifen sind.

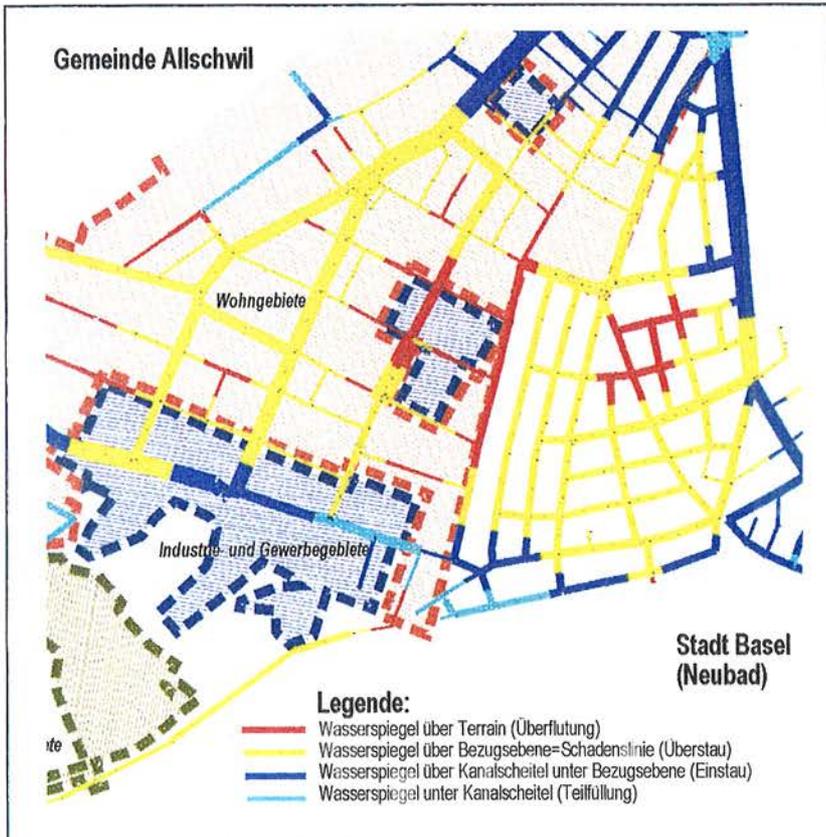


Abbildung 7: Rückstauplan bei einem Naturregen mit einer Jährlichkeit von ca 20. (16.7.1982)

Die Abbildung veranschaulicht, dass der Wasserspiegel bei diesem Regenereignis grösstenteils über dem kritischen Schadensniveau von angenommenen 2m unter Terrain liegt. Dieses Gebiet liegt also im Überstau. Zudem findet gebietsweise eine Überflutung statt d.h. der Wasserspiegel übersteigt theoretisch das Terrain. Es würde auch in diesem Fall zu untersuchen sein, ob im fraglichen Gebiet Objekte mit einem erhöhten Gefährdungspotential vorhanden sind, um zu beurteilen, ob Sanierungsmassnahmen zu ergreifen sind.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Rückstauplan ein zweckmässiges Hilfsmittel ist, um die Rückstausituation in kritischen Fällen in Relation zur Jährlichkeit bewerten zu können.

Als weiteres Hilfsmittel dienen durch die kritischen Gebiete gelegte hydraulische Längensprofile, aus denen die Wasserspiegel der verschiedenen Regenereignisse nicht nur visuell sondern auch bezüglich Ausmass in Funktion der Zeit ihres Auftretens und in Relation zu den Risikozonen bzw. zu den schützenswerten Objekten beurteilt werden können. (Siehe Abbildung 8, Seite 13).

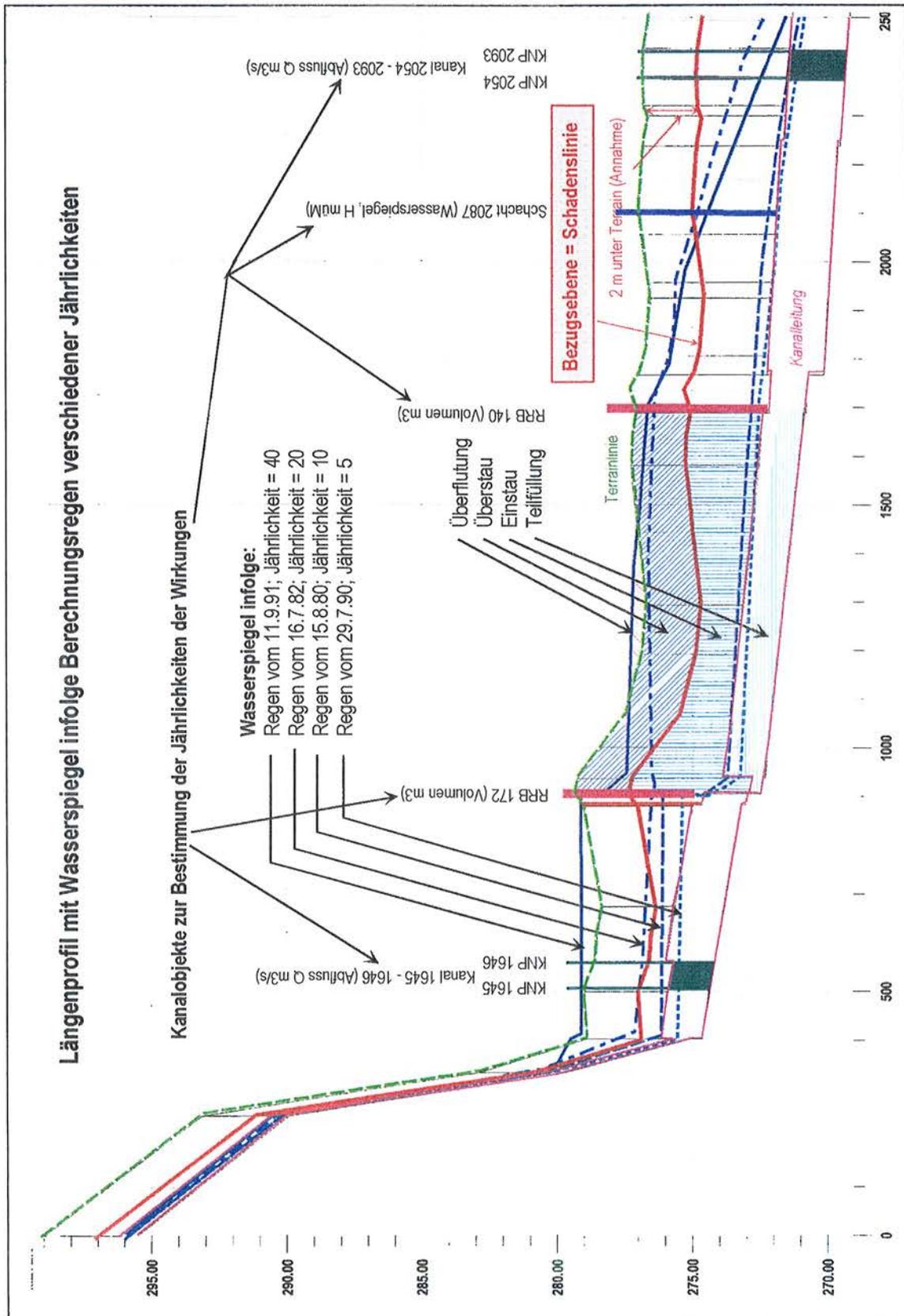


Abbildung 8: Hydraulisches Längensprofil mit eingezeichneten Wasserspiegeln von Regenereignissen verschiedener Jährlichkeiten (Verlauf des LP siehe Abbildung 4 Seite 9)

In kritischen Fällen, bei denen die Koten und der Verlauf der Energielinie für den Überstau-Nachweis relevant sein könnten, muss die Modellrechnung mit einer detaillierten Hydraulik nach der konventionellen Berechnungsmethode ergänzt werden.

Bei unterirdischen Anlagen, bei denen das anfallende Regenwasser gepumpt werden muss, sind die Pumpen auf den max. zu erwartenden Zufluss d.h. ohne Berücksichtigung einer allfälligen Speicherwirkung zu dimensionieren

Bei der differenzierten Nachweisberechnung sind den Schnittstellen und Übergängen bei den Anschlüssen aus Neubaugebieten an bestehende Systeme bezüglich allfälliger Kapazitätsüberlastungen im Kanalnetz unterhalb Rechnung zu tragen.

**Daraus ergibt sich:**

- **Der Nachweis für die Einhaltung der behördlich vorgegebenen Werte der Wasserspiegelkoten  $H_{zul}$  und der Einleitbedingungen in den Vorfluter ist grundsätzlich durchzuführen. Bei einfachen und rückstaufreien Verhältnissen kann auf einen Nachweis verzichtet werden.**
- **Das Mass der Schadensrisiken von den jeweiligen Nutzungszonen wie auch von allfälligen Risikozonen und von besonders schützenswerten Objekten innerhalb dieser Zonen sowie die entsprechenden Jährlichkeiten sind vom Kanalbetreiber im Rahmen des GEP festzulegen.**
- **Die Jährlichkeit der Sicherheit gegen Überstau (H) und Überlastung (Q) ist nicht gleichzusetzen der Jährlichkeit des Regenereignisses! Die Wirkung im Kanalnetz ist massgebend.**

## Interpretation und Analyse

Ein wesentlicher Bestandteil der Kanalnetzberechnung ist die Darstellung und besonders die Beurteilung und Wertung der Resultate. Die massgebenden Werte (z.B. eines Nachweises der Überstausicherheit) ergeben sich aus der Analyse der Größen aus der Zielsetzung (z.B. Bezugsgrössen der Schadensebene in Risikozonen) im Vergleich mit den Resultatwerten aus der Berechnung (z.B. Wasserspiegel) bezogen auf das ganze Kanalnetz. Auf diese Weise kann beispielsweise auch eine Schwachstellenanalyse des bestehenden Zustandes durchgeführt werden, aufgrund dieser verschiedene Varianten für ein Entwässerungskonzept bzw. für Kanalsanierungen erarbeitet werden können.

⇒ Hinweis 10: Beispiel einer Analyse siehe Seite 11, Abbildung 5 - Abbildung 8

## Umsetzung in die Kanalisationsplanung

Bei der Umsetzung der Ergebnisse der Kanalnetzberechnung in Vor- und Bauprojekte von Kanalisationsanlagen ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um eine generelle Modellrechnung handelt. Es liegt in der Natur der Berechnungsmethode, dass die hydrologischen Annahmen (z.B. Regenwasseranfall), Berechnungsparameter (z.B. Verluste beim Oberflächenabfluss) etc Resultate ergeben, die mit der entsprechenden Aufmerksamkeit und Sachkenntnis zu analysieren und auszulegen sind. Dies gilt insbesondere bei Sonderbauwerken und Sonderschächten, bei denen die Modellrechnung mit detaillierten hydraulischen Berechnungen ergänzt werden muss.

⇒ Hinweis 11: Siehe Kap. Sonderbauwerksdaten, Seite 35.

## Grundlagen

Grundlage für die Kanalnetzberechnung und die Schwachstellenanalyse ist die Erfassung des Ist-Zustandes. In den nachfolgenden Darstellungen sind die einzelnen Komponenten der Dokumente, Datenbanken und Vorgänge sowie ihre Datenbeziehungen als Datenflussdiagramme dargestellt. Informationen weisen auf Kapitel im Textteil bzw. auf Literaturangaben hin.

### **Kanalinformationssystem (Kanalisationskataster)**

Per Definition (GEP Musterbuch Kap. 5.3, Blatt 1) umfasst der Kanalisationskataster alle für die Planung, die Projektierung und den Betrieb erforderlichen Daten. Berücksichtigt man ergänzend zu den geometrischen Kanaldaten des Kanalisationskatasters (z.B. Werkplan) die dazugehörigen Daten der Kanalinspektion und des hydraulischen Zustandes, die Grunddaten der amtlichen Vermessung (z.B. Gebietsdaten) sowie die Beziehungen bzw. Verknüpfungen zwischen diesen Datentypen, dann kann von einem **Kanalinformationssystem (KIS)** gesprochen werden.

Dieses Kanalinformationssystem besteht grundsätzlich aus drei Teilen:

- Plandaten** beinhalten alle graphischen Informationen, die in Plänen dargestellt werden
- Sachdaten** enthalten Daten, welche Objekte, Eigenschaften, Zustände etc beschreiben und in Datenbanken abgelegt sind.
- Verknüpfung** beschreibt die Wechselbeziehungen und Verknüpfungen der Sachdaten und der Plandaten.

Die Grundlage des KIS sind die **Datenbanken**. Die Verknüpfung der Sachdaten (Datenbank) mit den Plandaten (Pläne) geschieht über eine **produkteunabhängigen Schnittstelle** und gestattet eine einmalige Erfassung und Speicherung der Informationen und zudem die Gewährleistung der Unabhängigkeit der Wahl bzw. Anwendung der CAD-Software und dem Datenbankprogramm. Mutationen in den Sachdaten werden in den Plandaten automatisch nachgeführt, sodass die Pläne den gleichen Aktualitätsstand haben wie die zugehörigen Sachdaten in der Datenbank. Der Inhalt der Plandaten kann zusätzlich mit beschreibenden Informationen aus Tabellen, Datenbanken, Bildern und Detailgraphiken verknüpft werden. Dies erlaubt eine dynamische Darstellung und Bearbeitung der Sachdaten nach verschiedenen Kriterien.

Ein Kanalinformationssystem mit dem Standard einer digitalen Datenbewirtschaftung der Sach- und Plandaten bedingt eine entsprechende leistungsfähige und flexible Hard- und Software und insbesondere eine anpassungsfähige Schnittstelle.

⇒ Hinweis 12: GEP Musterbuch Kap. 5.3, Kap. Basisdaten für die Kanalnetzberechnung (Amtliche Vermessung, LK, Werkplan), Seite 31, Kap. Kanalnetzdaten, Seite 34

Der generelle Datenfluss zwischen den einzelnen Bereichen von der Datenquelle über die Datenbanken und Anwendungen zu den Endprodukten z.B. Werkplan Abwasser, Kanalnetzplan etc ist in Abbildung 9 als Beispiel eines Kanalinformationssystems dargestellt.

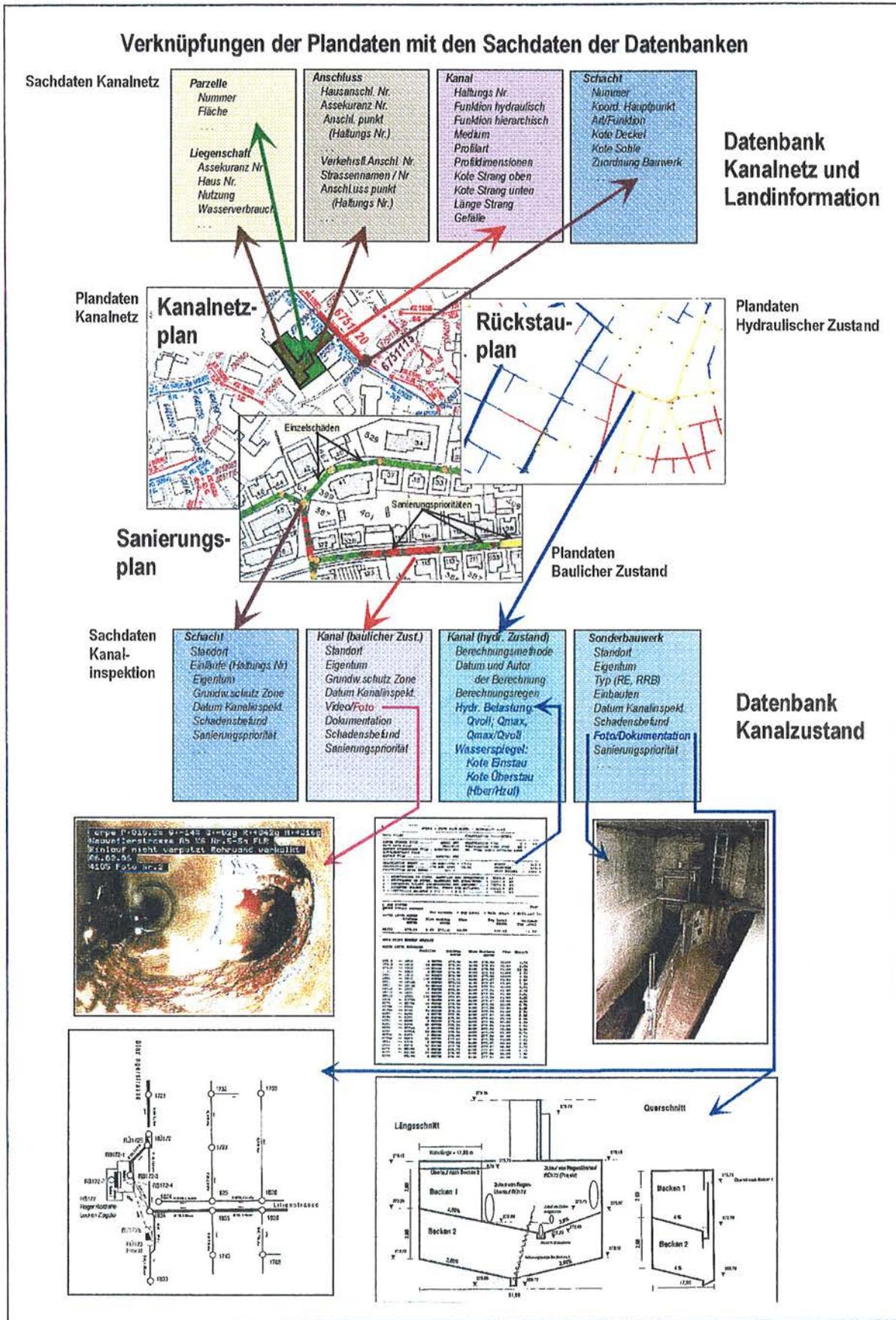


Abbildung 9: Verknüpfung der Plandaten mit den Sachdaten der Datenbanken in einem Kanalinformationssystem

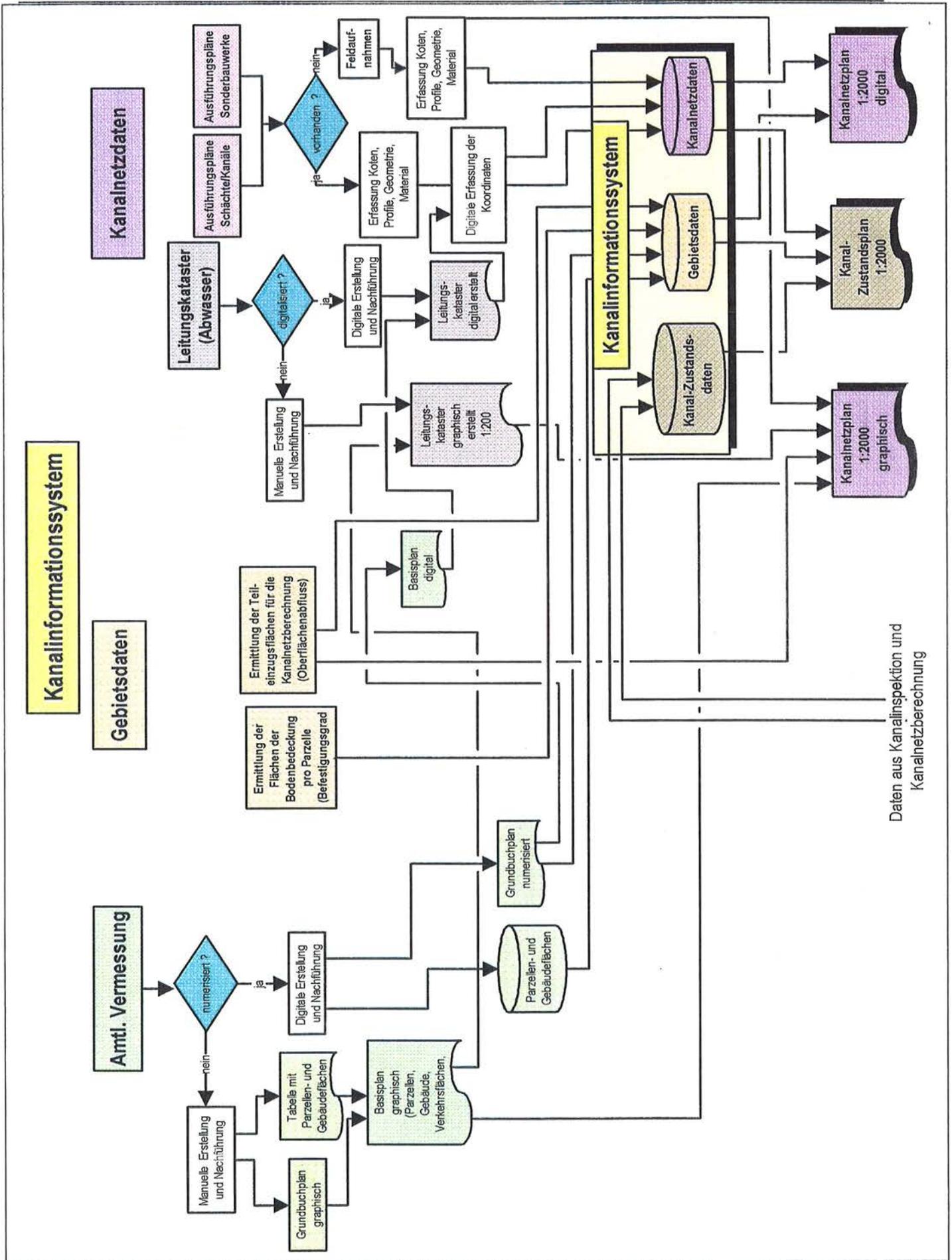


Abbildung 10: Datenflussdiagramm Kanalisationskataster (Kanalinformationssystem)

**Zustandsberichte**

**Information:**  
 Siehe:  
 GEP Musterbuch VSA, Kap. 5.4.1  
 Richtlinien des AUE für die Einleitung in  
 Gewässer (Ausgabe 1997)

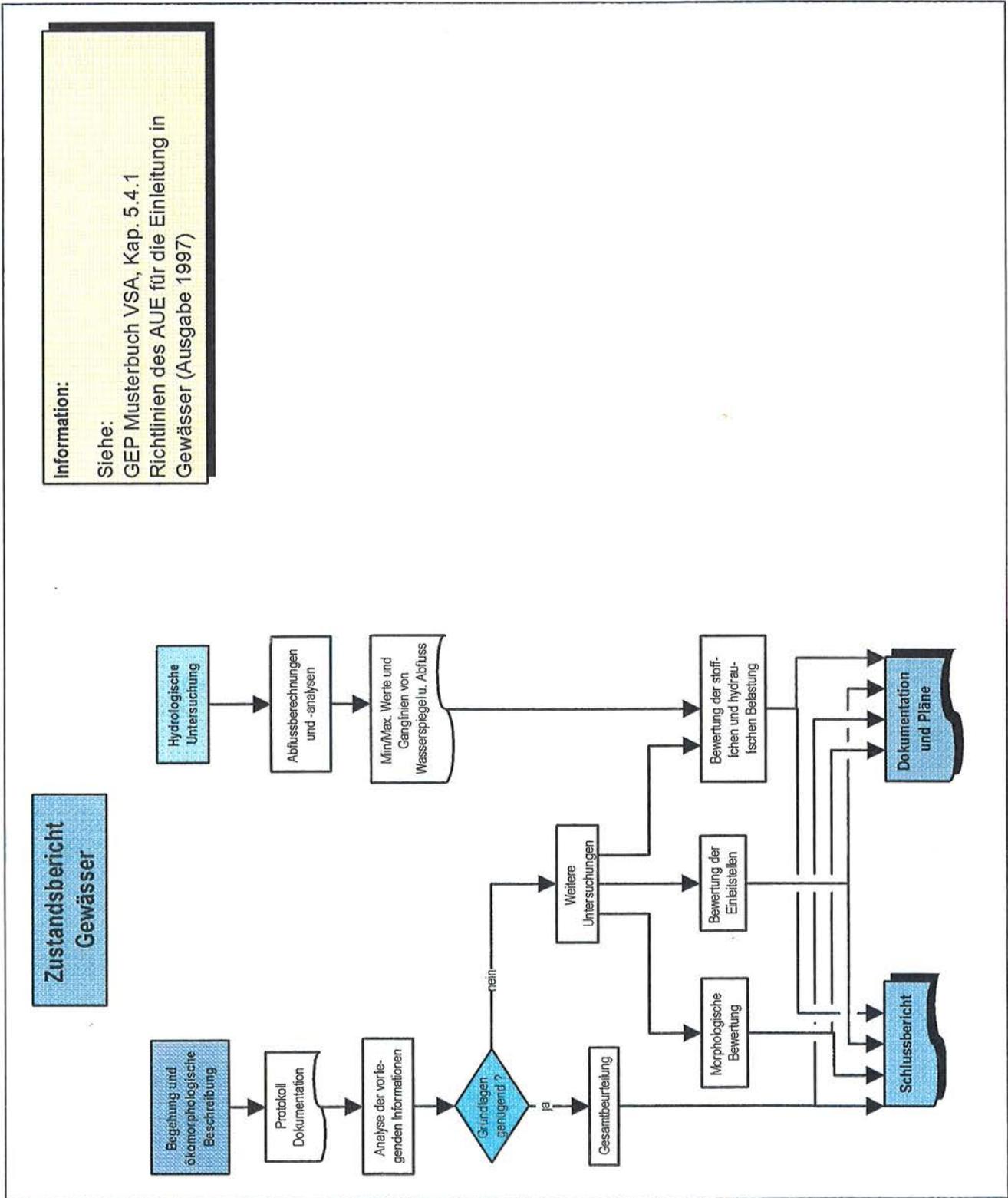


Abbildung 11: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Gewässer

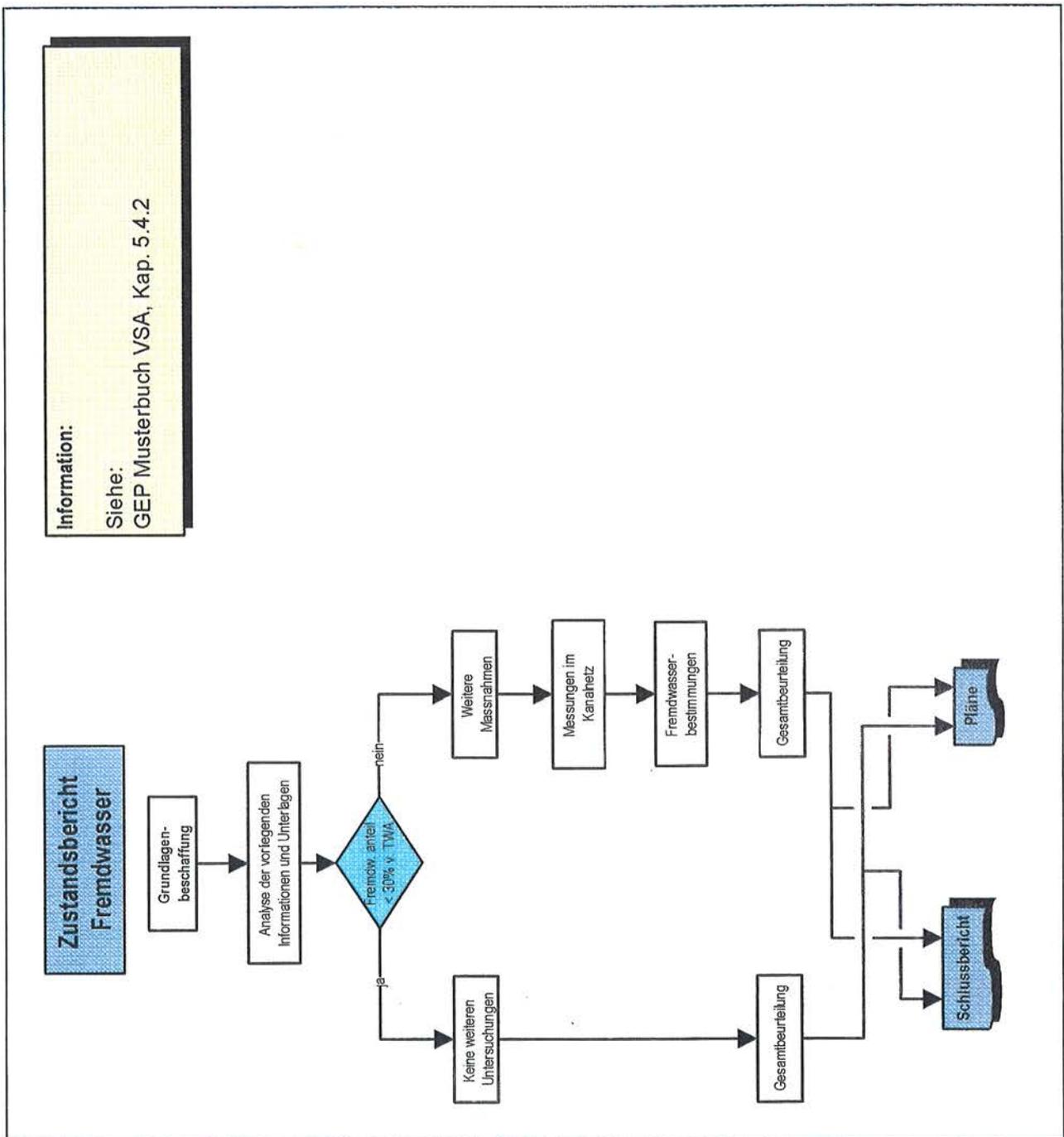


Abbildung 12: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Fremdwasser

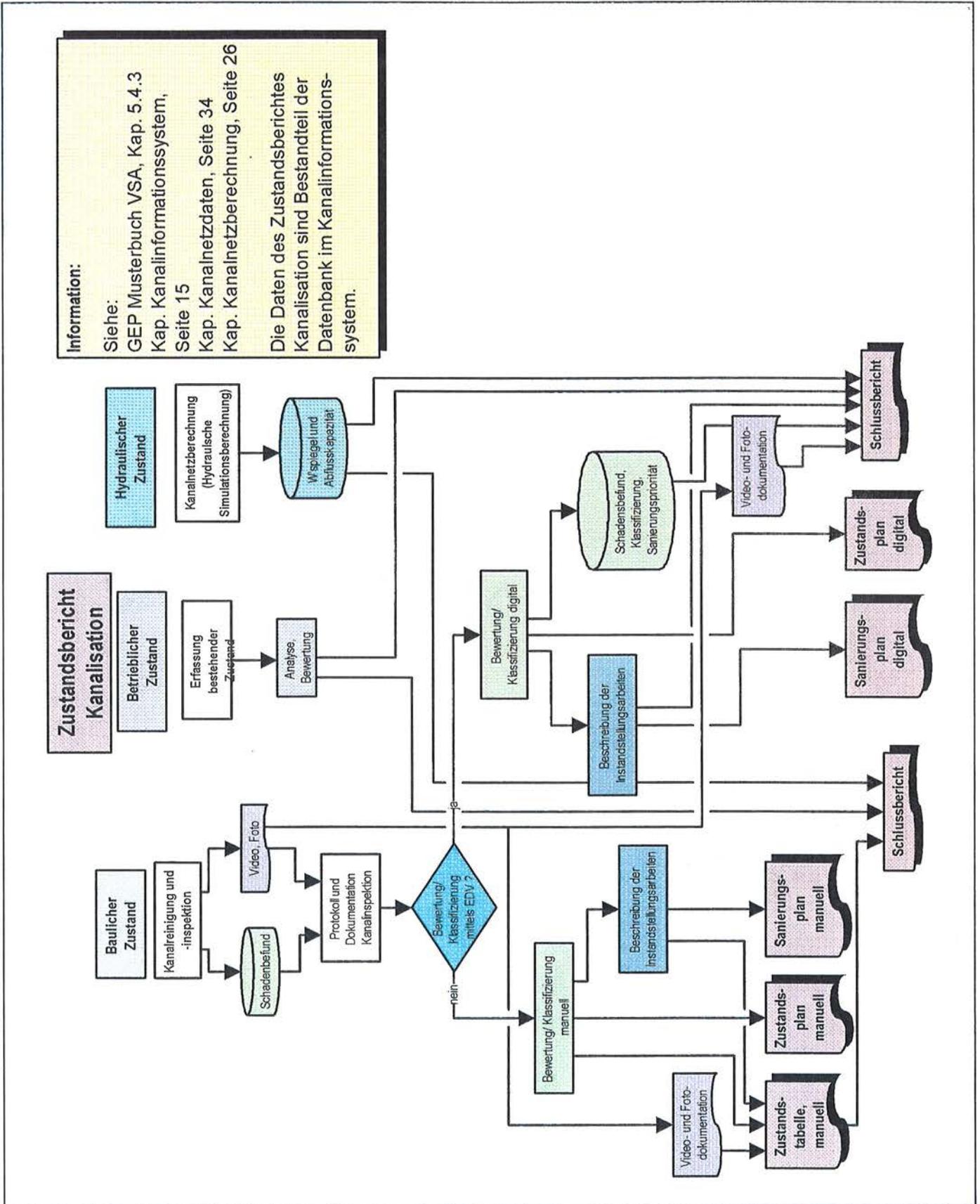


Abbildung 13: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Kanalisation

**Information:**  
 Siehe:  
 GEP Musterbuch VSA Kap. 5.4.4.  
 Der Zustandsbericht Versickerung wird vorzugsweise durch einen versierten Hydrogeologen ausgeführt.  
 Bei der Umsetzung der Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen in das GEP sind auch die Fragen des Unterhalts bzw. der Wartung zu beachten. Dort wo die Funktionalität der Versickerungsanlagen wegen mangelnder Wartung nicht gewährleistet ist, ist bei den Annahmen der Abflussbeiwerte und der Berechnung des Oberflächenabflusses die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. In diesen Fällen wird aus Gründen der Kapazitätsreserve empfohlen, bei der Bemessung der Kanäle bzw. beim Sicherheitsnachweis auf die Wirkung der Versickerung zu verzichten.

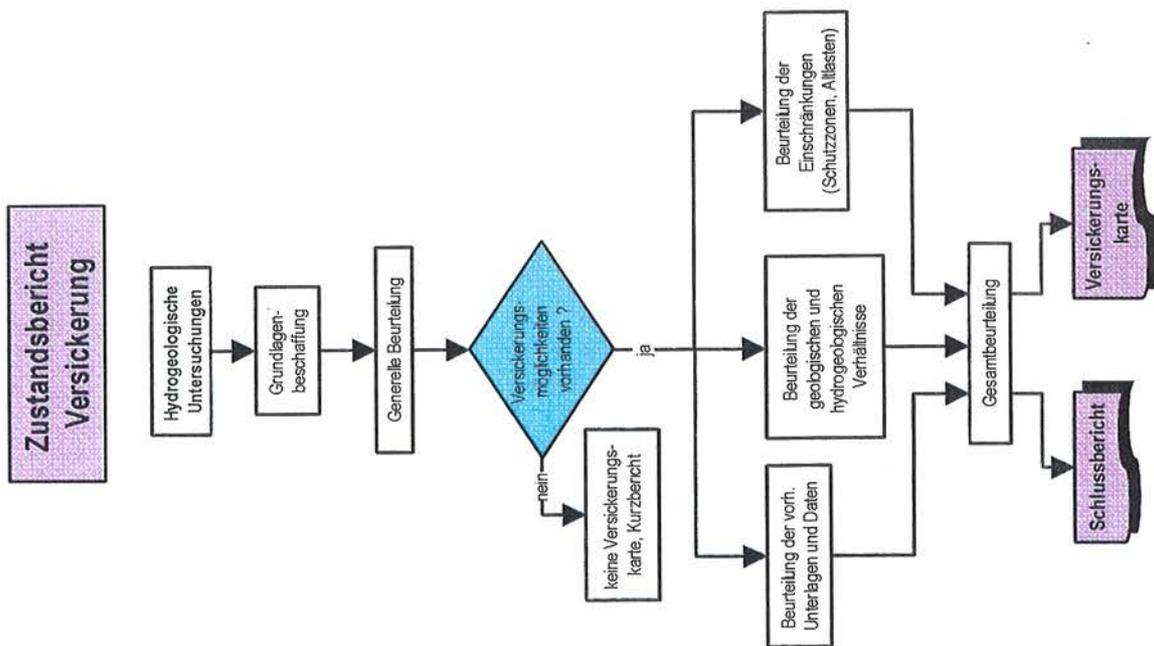


Abbildung 14: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Versickerung

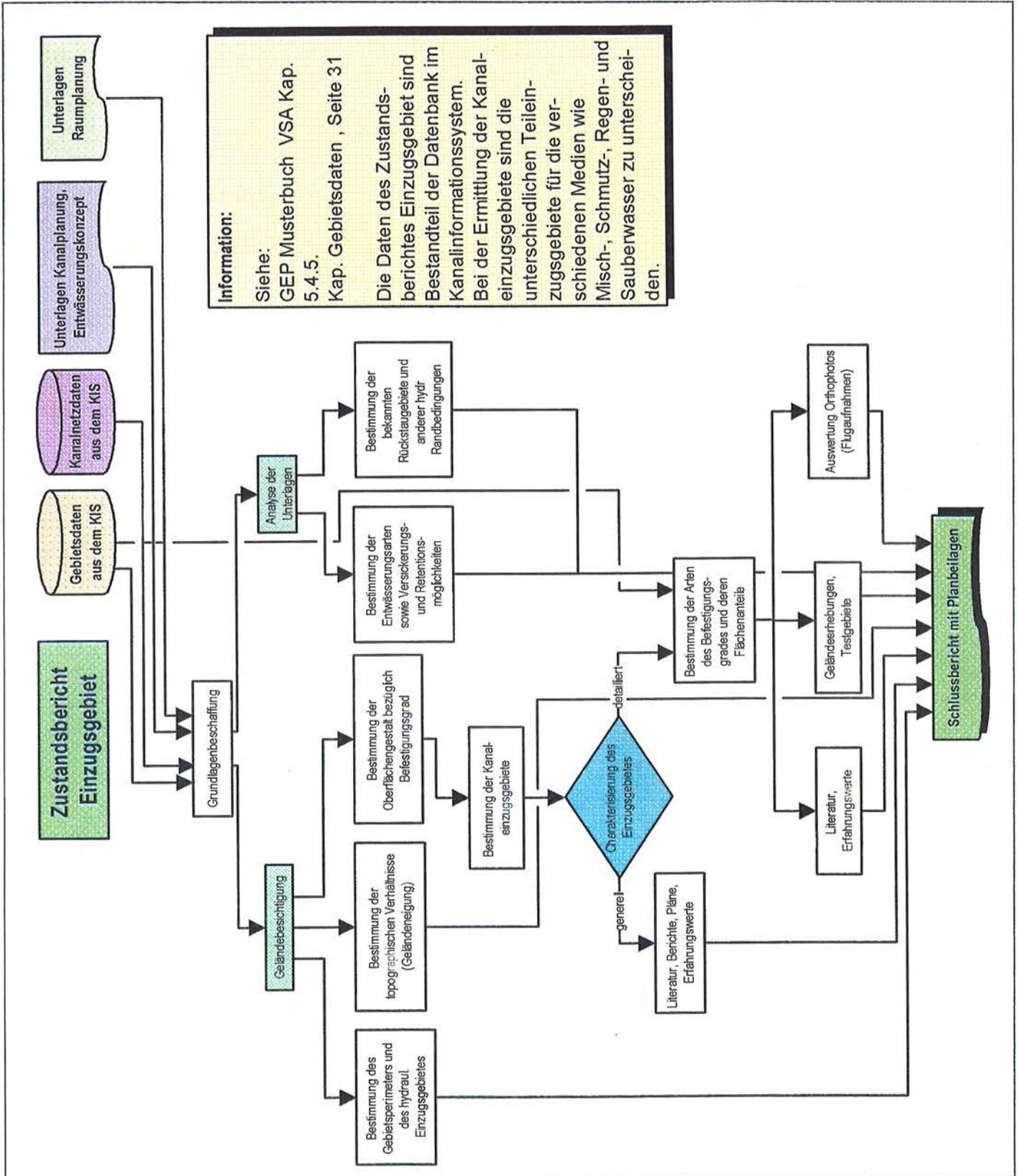
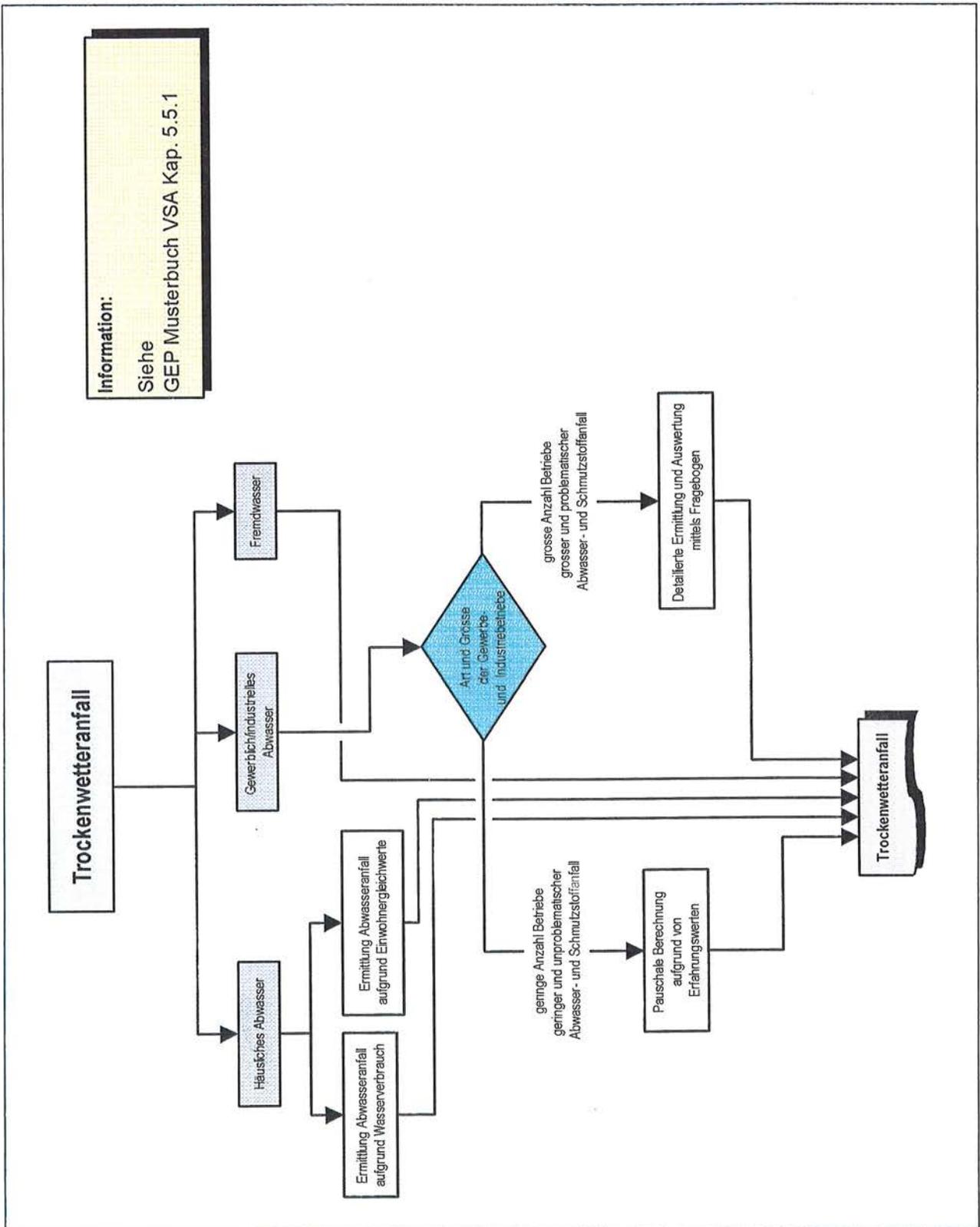
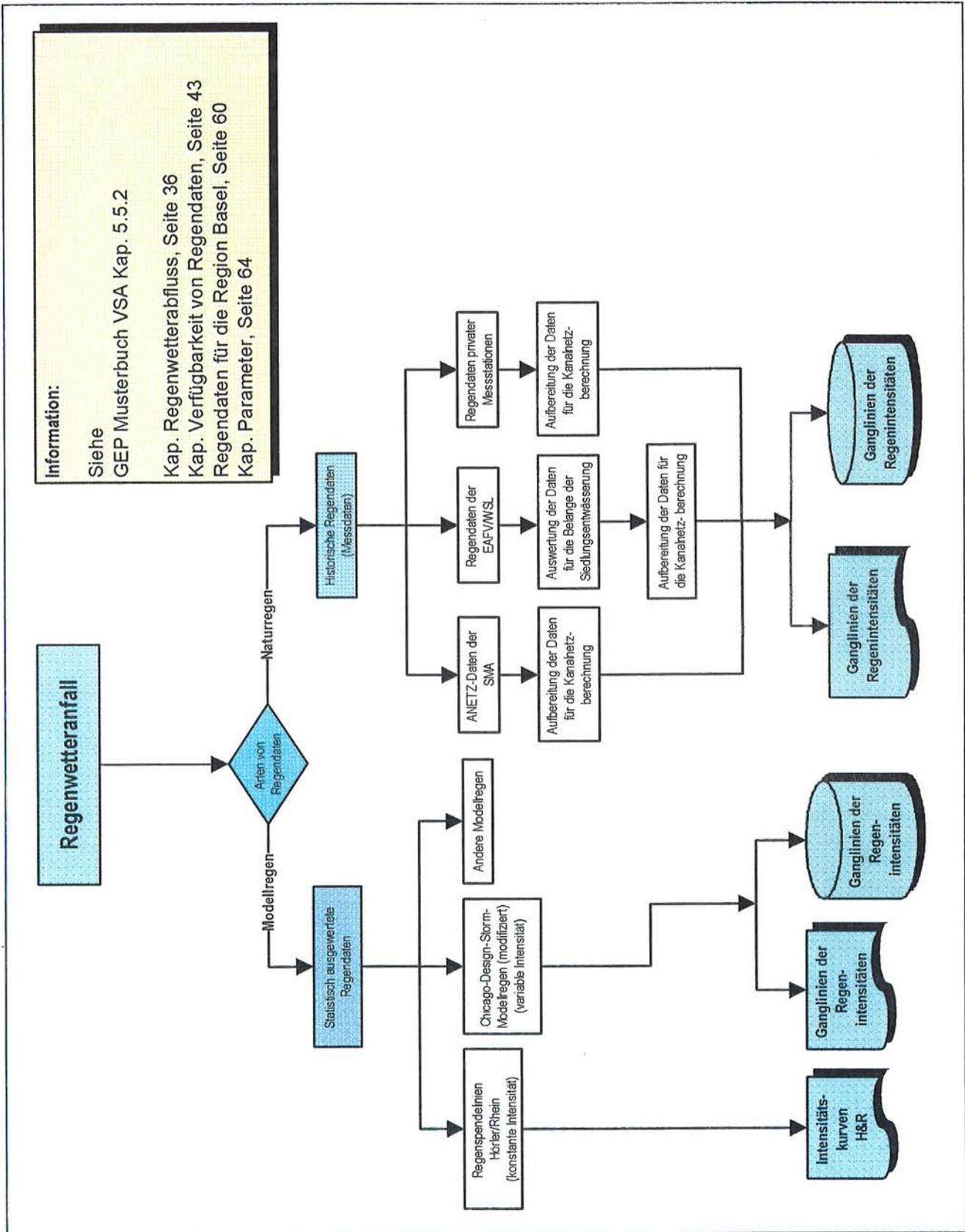


Abbildung 15: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Einzugsgebiete



Information:  
 Siehe  
 GEP Musterbuch VSA Kap. 5.5.1

Abbildung 17: Datenflussdiagramm Trockenwetteranfall



**Information:**  
 Siehe  
 GEP Musterbuch VSA Kap. 5.5.2  
 Kap. Regenwetterabfluss, Seite 36  
 Kap. Verfügbarkeit von Regendaten, Seite 43  
 Regendaten für die Region Basel, Seite 60  
 Kap. Parameter, Seite 64

Abbildung 18: Datenflussdiagramm Regenwetteranfall

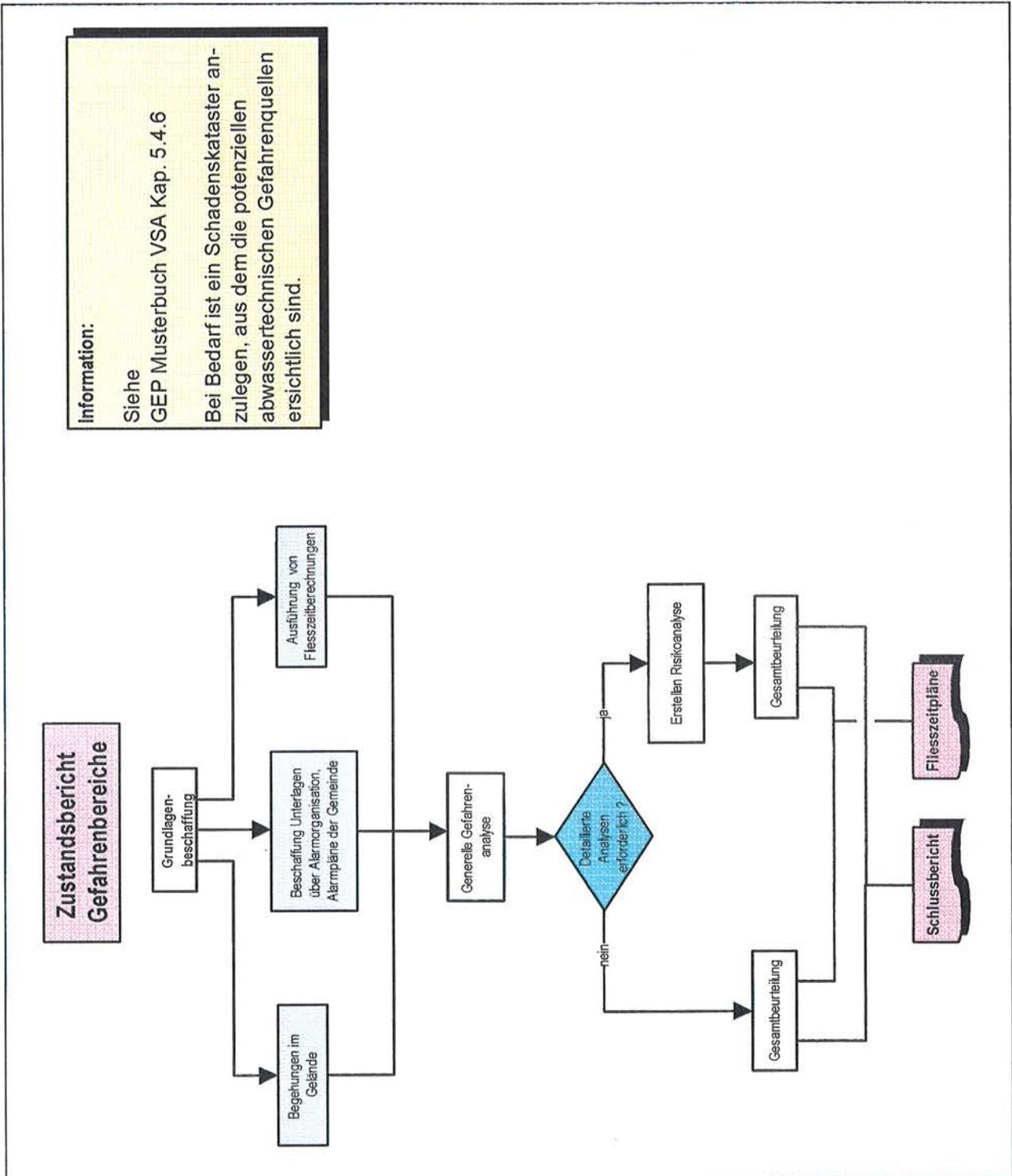


Abbildung 16: Datenflussdiagramm Zustandsbericht Gefahrenbereiche

## Abwasseranfall

# Kanalnetzberechnung

## Ablaufdiagramm

Das folgende Datenflussschema stellt den generellen Ablauf der Kanalnetzberechnung dar.

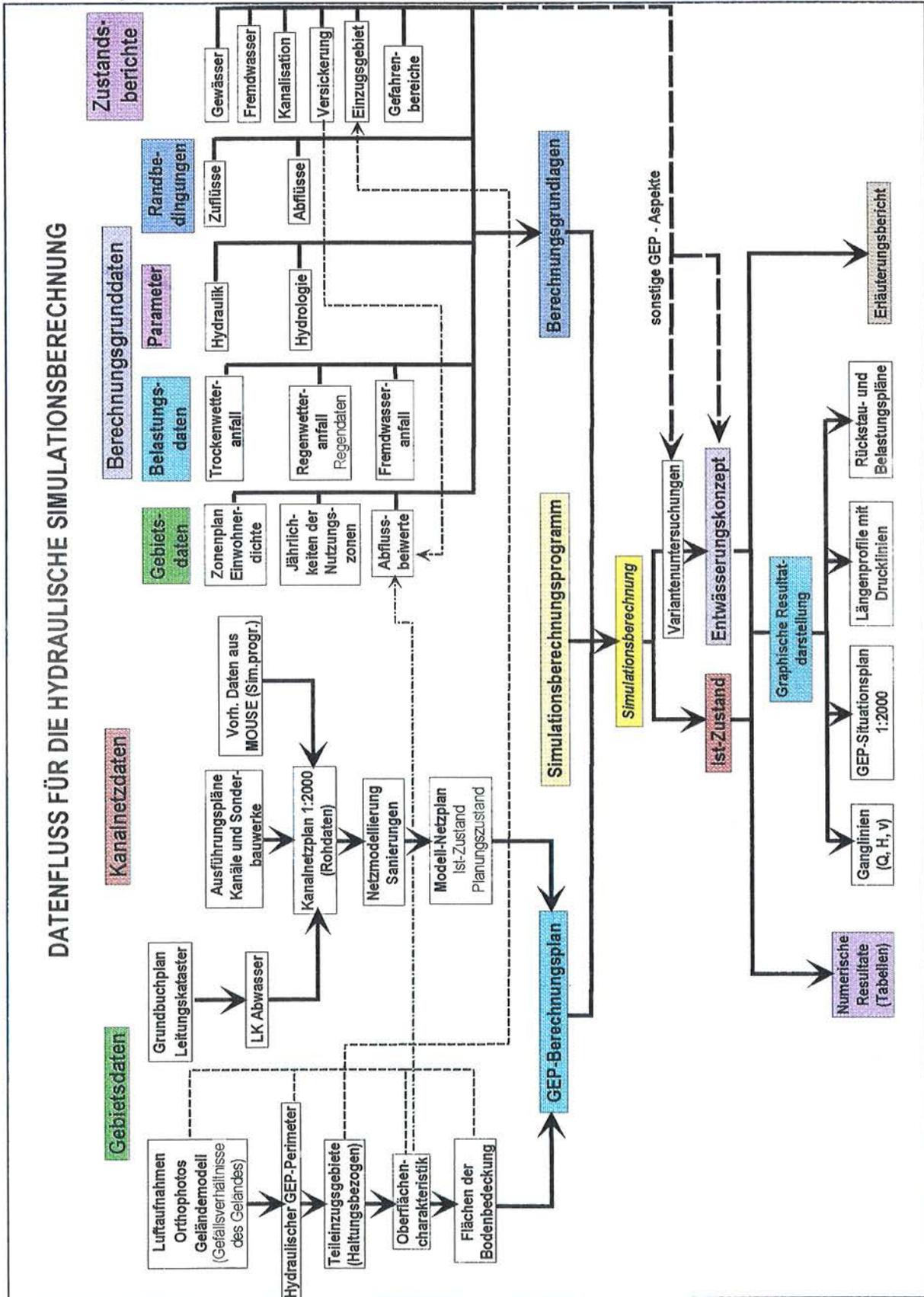


Abbildung 19: Datenfluss für die Kanalnetzberechnung nach dem Simulationsverfahren und für die GEP-Bearbeitung

## **Berechnungsmethoden**

### **Allgemeines**

Die Kanalnetzberechnung mit dem gebräuchlichen und bekannten Fliesszeitverfahren, wie es in der Siedlungsentwässerung häufig angewandt wird, hat eine lange Tradition und ist dauernd verbessert worden. Diese bis heute übliche Berechnungsmethode arbeitet mit einfachen Mitteln und Grundlagen (Blockregen, Intensitätskurven) und erlaubt, den Rechenaufwand innerhalb eines vertretbaren Masses zu halten. Allerdings ist der Aussagewert der Ergebnisse in Relation zu den heutigen Anforderungen eingeschränkt.

Bedingt durch die Computertechnologie wurden in den letzten Jahren Verfahren entwickelt, die es, dank der Lösung von komplizierten mathematischen Ansätzen, ermöglichen, Abflussvorgänge von Regenereignissen auf der Oberfläche und im Entwässerungssystem zu simulieren.

Aus der Vielzahl der auf dem Markt existierenden Simulationsprogramme sind hauptsächlich folgende Verfahren im Kanton Basel-Landschaft im Gebrauch:

- Hystem-Extran, Kosim ITWH, Hannover (D)
- Mouse, Samba, DHI, Kopenhagen (DK);  
(Vertrieb: Chr. Eicher, Ingenieurbüro, 3123 Belp)
- Sasum, IVET AG, Bern

In den Modellberechnungen wird zwischen dem Oberflächen- und Kanalabfluss unterschieden.

### **Oberflächenabfluss**

In diesem Modellteil wird anhand der abflusswirksamen Anteile der Gebietsfläche und den massgebenden Verlusten der Zufluss zum Kanalnetz ermittelt.

Für die Berechnung werden je nach Verfahren und Programm unterschiedliche mathematische Ansätze und Parameter verwendet. Massgebend sind folgende Grössen:

- Regendaten
- Hydrologische Parameter (Benetzungs-, Verdunstungs-, Muldenverluste)
- Gebietsdaten
- Flächen der abflusswirksamen Teileinzugsgebiete, Gefälle und Gefällsrichtung
- Flächen mit undurchlässiger Bodenbedeckung, (Dach- und Verkehrsflächen etc)
- Flächen mit durchlässiger Bodenbedeckung, (Wiesen, Gärten, Versickerungen etc)
- Oberflächenabflussbeiwerte
- Versickerungsmöglichkeiten,
- Temporäre Einflüsse

### **Kanalabfluss**

Der Kanalabfluss unterscheidet folgende Methoden:

- Fliesszeitverfahren
- Hydrologische Verfahren
- Hydrodynamische Verfahren

⇒ Hinweis 13: Die verschiedenen Verfahren und ihre Eigenschaften sind im GEP - Musterbuch VSA Ziff. 6.2.3 beschrieben.

## Wahl der Berechnungsmethode

Die Auswahl des geeignetsten Verfahrens für die Kanalnetzberechnung muss bei jeder Aufgabenstellung in Relation zur Zielsetzung der Berechnung und der Charakteristik des Kanalnetzes von einem erfahrenen Fachmann vorgenommen und mit dem AUE festgelegt werden. Die Anwendung der Computertechnik ist noch kein gültiger Massstab für die Eignung einer Methode der Kanalnetzberechnung. So werden die Berechnungen unter Verwendung der EDV sowohl mit den einfachen, konventionellen Verfahren als auch mit den neueren hydrologischen und hydrodynamischen Simulationsmodellen durchgeführt.

Die wichtigste Voraussetzung für aussagekräftige und zuverlässige Berechnungsergebnisse ist, dass diejenige Berechnungsmethode angewendet wird, bei der die Kriterien bezüglich Aufgabenstellung und Zielsetzung, Charakteristik des Kanalnetzes (Netzstruktur, hydraulische Verhältnisse, und Grösse des Netzes), Oberflächen- und Kanalabfluss, Berechnungsregen, hydraulische und hydrologische Parameter und Randbedingungen erfüllt sind. Dabei ist es wichtig, die Grenzen und Schwächen der angewendeten Simulationsprogramme zu wissen und die rechnerischen Fehler zu erkennen und fachgemäß zu deuten. Von ganz entscheidender Bedeutung ist die sachkundige Interpretation der Berechnungsergebnisse und deren Umsetzung in die Planung und Ausführung.

Die nachfolgende Tabelle stellt die wichtigsten Kriterien bei der Anwendung der verschiedenen Berechnungsverfahren zusammen:

Anforderungen an die Berechnungsprogramme	Bedingungen
Vereinfachte Hydraulik zulässig	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dimensionierung primär neuer Kanalnetze</li> <li>– das bestehende System ist kaum erhaltenswürdig</li> <li>– einfache Baumstruktur</li> <li>– stationärer Abfluss</li> <li>– wenig überlastete Kanäle</li> <li>– keine hydraulisch komplizierten Vermaschungen und Sonderbauwerke im System</li> </ul>
Hydrodynamische Analyse angezeigt	<i>Für die Untersuchung überwiegend bestehender Kanalnetze, weil dabei verlässliche Niveau- bzw. Rückstauverhältnisse bei verschiedenen Regenbelastungen gefordert werden, welche mit einer vereinfachten Hydraulik in der Regel nicht sicher genug ermittelt werden können.</i>
Hydrodynamische Berechnungen zwingend	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zu untersuchende Kanalnetze flach, sehr ausgedehnt und in wesentlichen Teilen nicht scheidelbündig verlegt</li> <li>– Systeme mit Vermaschungen</li> <li>– Komplizierte Sonderbauwerke (Retentionsanlagen)</li> <li>– Ausläufe in Vorfluter oder Kanalsysteme mit möglichem Einstau</li> </ul> <p><i>In diesen Fällen sind die Normalabflussbedingungen nicht eingehalten, womit die vereinfachte Hydraulik grundsätzlich nicht mehr gültig ist und zu wesentlichen Fehleinschätzungen der Belastungsverhältnisse führen kann.</i></p>

⇒ Hinweis 14: Siehe Beschreibungen über die Anwendungsbereiche der Methoden zur Kanalnetzberechnung im GEP-Musterbuch VSA Kap. 6.2 Abflussberechnung und Wahl der Berechnungsmethoden.

Die Wahl der Berechnungsmethode hängt, wie oben erwähnt, von zahlreichen und komplexen Faktoren ab und verlangt einige Erfahrung auf dem Gebiet der Kanalisationstechnik. Anhand der nachfolgenden Kriterien (Abbildung 20) können die verschiedenen Verfahren ermittelt werden.

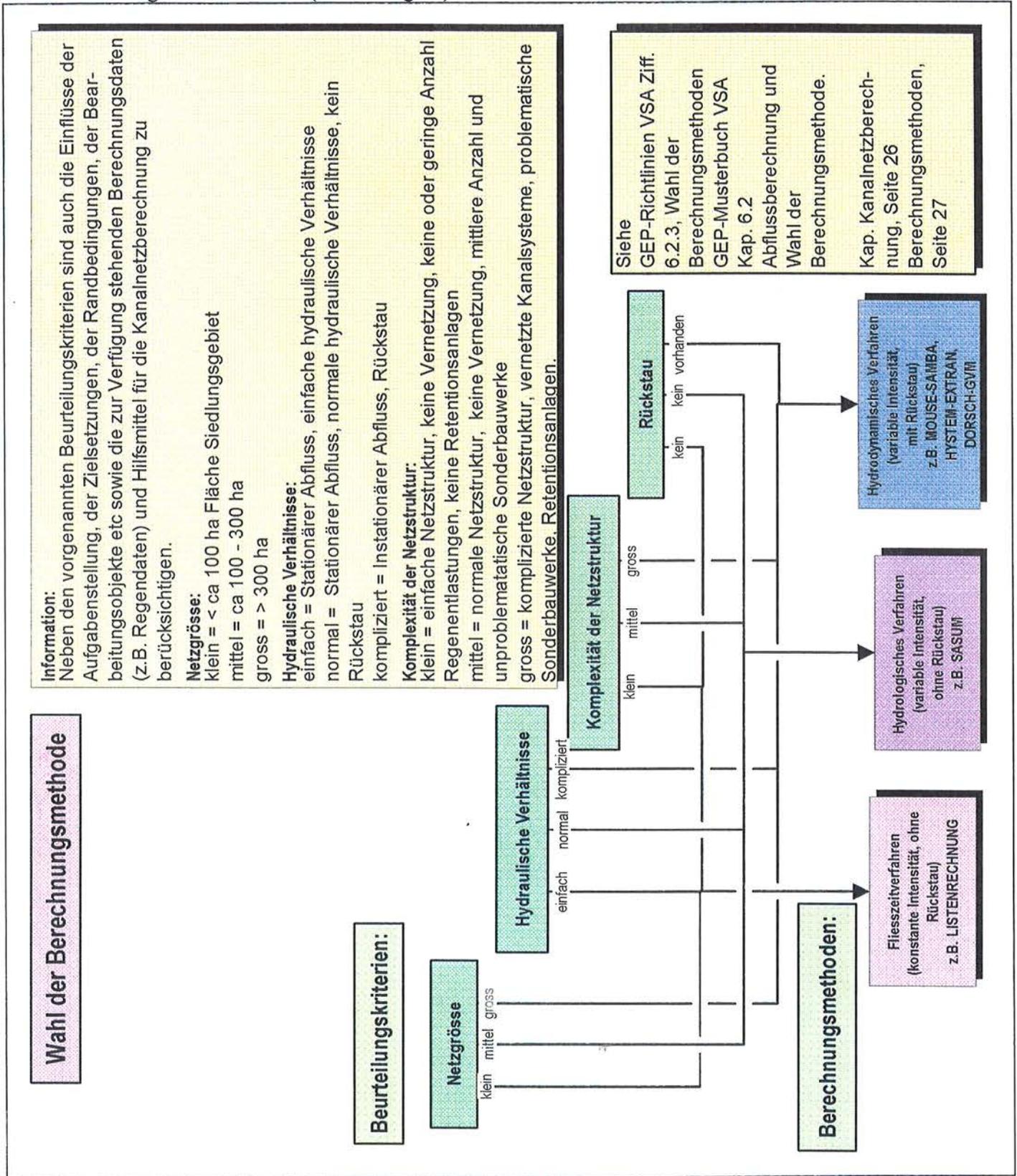


Abbildung 20: Entscheidungsdiagramm für die Wahl der Berechnungsmethode

Neben kanalisationstechnischen Aspekten spielen bei der Auswahl auch die zur Verfügung stehenden EDV-Hilfsmittel (Hard- und Software) eine wichtige Rolle. In Abbildung 21 sind die für die Anwendung der verschiedenen Methoden erforderlichen Hilfsmittel zusammengestellt.

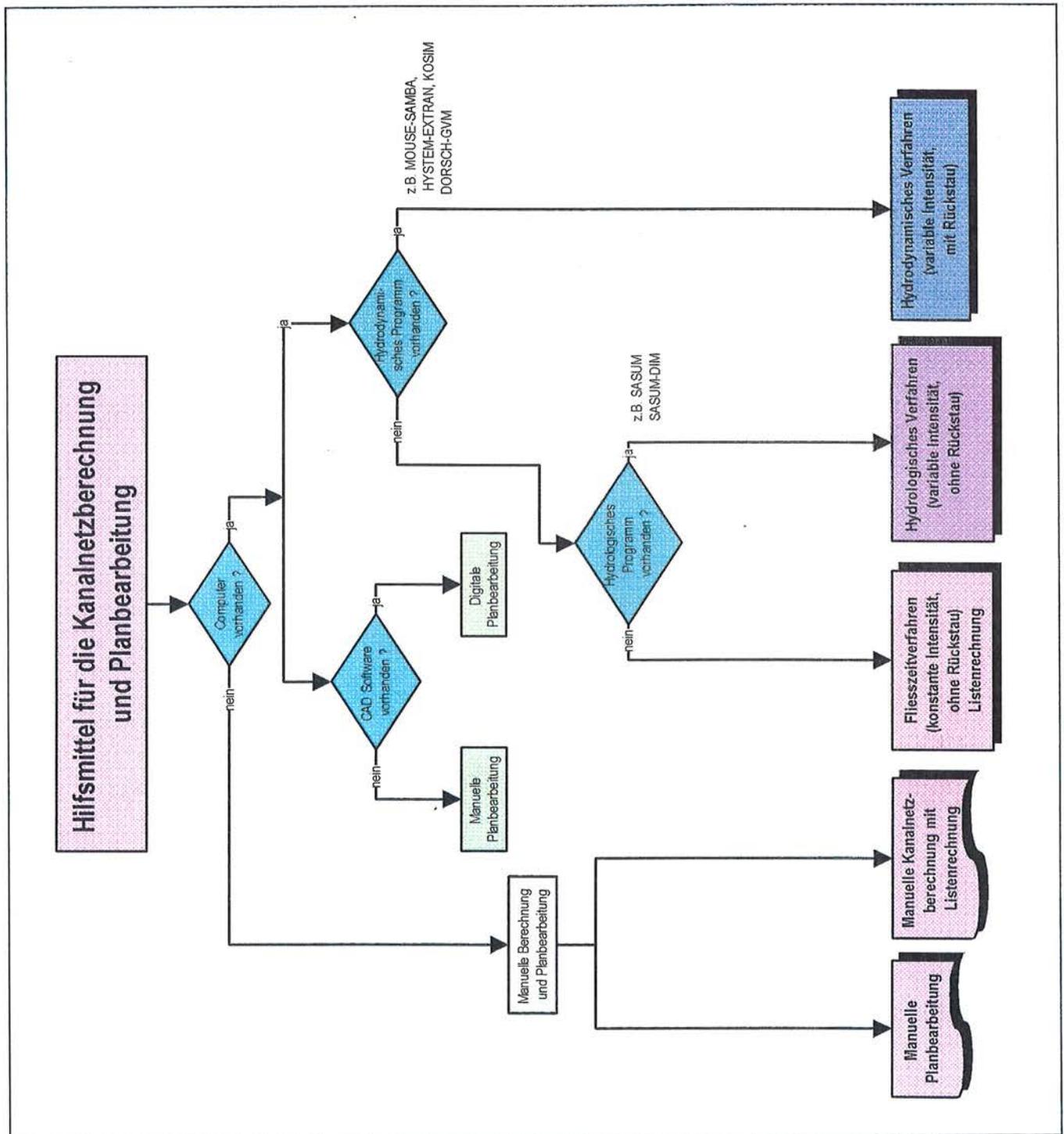


Abbildung 21: Diagramm für die Beurteilung der möglichen Berechnungsmethoden aufgrund der vorhandenen Hilfsmittel

# **Theoretischer Teil**

## THEORETISCHER TEIL

Der Theoretische Teil der Richtlinie dient der Vermittlung von ergänzenden Erläuterungen und detaillierten Informationen zum Praktischen Teil.

## BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

### Grundlagendaten

#### *Gebietsdaten*

#### **Basisdaten für die Kanalnetzberechnung (Amtliche Vermessung, LK, Werkplan)**

Zur Berechnung des Oberflächenabflusses (Abwasseranfall bei Regenwetter) sind neben der Oberflächencharakteristik auch Angaben über Zonenplan, Geländeneigung, Versickerungsfähigkeit des Untergrundes, Anschluss von Liegenschaften etc notwendig. Diese Daten können teilweise aus dem Landinformationssystem (Amtliche Vermessung, Raumplanung), aus dem Leitungskataster oder Werkplan Abwasser sowie den verschiedenen Zustandsberichten entnommen werden.

Im Hinblick auf die Parzellen- und Liegenschaften bezogene Festlegung der Abwassergebühren unter Berücksichtigung des individuellen Wasserverbrauchs (Schmutzwasseranfall) und des Oberflächenabflusses bei Versickerungsmöglichkeiten (Regenwasseranfall) sind die Teileinzugsgebiete der Kanalhaltungen bzw. Knotenpunkte entsprechend den Parzellengrenzen, den angeschlossenen Liegenschaften und der Topographie festzulegen.

Zur digitalen Ermittlung dieser Teileinzugsgebiete aus den flächendeckenden Informationen (Parzellen- Verkehrsflächen etc) sind deshalb Flächenschnitt- und Überlagerungsprogramme erforderlich.

#### **Topographie**

Siehe Zustandsbericht Einzugsgebiet bzw. GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.4.5

#### **Abflusswirksame Teileinzugsgebietsflächen**

Siehe Zustandsbericht Einzugsgebiet bzw. GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.4.5

#### ***Globale Erfassung der Oberflächenbefestigung***

Siehe Zustandsbericht Einzugsgebiet bzw. GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.4.5

#### ***Differenzierte Erfassung der Oberflächenbefestigung***

In der Siedlungsentwässerung wird der Oberflächenabfluss durch die undurchlässigen Gebietsflächen massgeblich dominiert. Infolgedessen hat der Befestigungsgrad im allgemeinen praktisch immer einen massgebenden Einfluss. Ausnahmen bilden grössere unbefestigte Steilflächen im Einzugsgebiet, welche zusätzliche Überlegungen erfordern.

Bei der Bearbeitung der Flächendaten mit modernen Geographischen Informationssystemen (GIS) ist zu berücksichtigen, dass, je nach Ausgangslage, die Charakterisierung der Oberfläche stark unterschiedlich geschehen kann:

- Platz- und Hofflächen sowie Hauszufahrten sind oft nicht enthalten
- Die Dachflächen überragen die Gebäudegrundfläche um einige Prozente
- Befestigte Gebiete, welche über die Schulter entwässern, sind für das Kanalnetz in der Regel nicht abflusswirksam.

Die Ungenauigkeiten können durch Begehungen oder Analyse von Luftbildern (Orthophotos mit entsprechender Auflösung) weitgehend berücksichtigt werden.

Die Methode der Oberflächenerfassung mittels **Orthophotos aus Luftaufnahmen** umfasst folgende Bearbeitungsschritte:

- Bildflug (Bildmassstab 1:8'000)
- Signalisierung von Passpunkten für die Modelleinpassung

- Photogrammetrische Erfassung eines digitalen Geländemodells für die Erstellung
- Berechnung von 1m Höhenlinien
- Scannen der Luftbilder und Berechnung der digitalen Orthophotos, Pixelgrösse 20cm x 20cm, Mosaikerstellung
- Erstellung von Laserplots der Orthophotos im Massstab 1:2000 mit Gitternetz, Koordinaten und Höhenlinien
- Erfassung der Bodenbedeckung und der Dachumrandungen.

Die Luftaufnahmen werden entzerrt, sodass die Objekte und deren Umrandungen in der Orthophotodarstellung lagerichtig sind. Die Auswertung der Luftaufnahmen muss aber auf jeden Fall durch Begehungen im Gelände ergänzt und verfeinert werden.

Aufgrund der Orthophotos, der Auswertung der Geländeform (Gefälle, Fallrichtung) und unter Berücksichtigung der Anschlüsse der Liegenschaften an die öffentliche Kanalisation werden die Teileinzugsgebiete festgelegt und deren Fläche ermittelt.

Das Verfahren ist schon bei verschiedenen Projekten mit Erfolg angewendet worden.

⇒ Hinweis 15: Ein Beispiel einer praktischen Anwendung dieser Methode ist in den folgenden Abbildungen veranschaulicht



Abbildung 22: Gescannte Orthophoto einer Luftaufnahme mit Höhenkurven Massstab 1:2000,

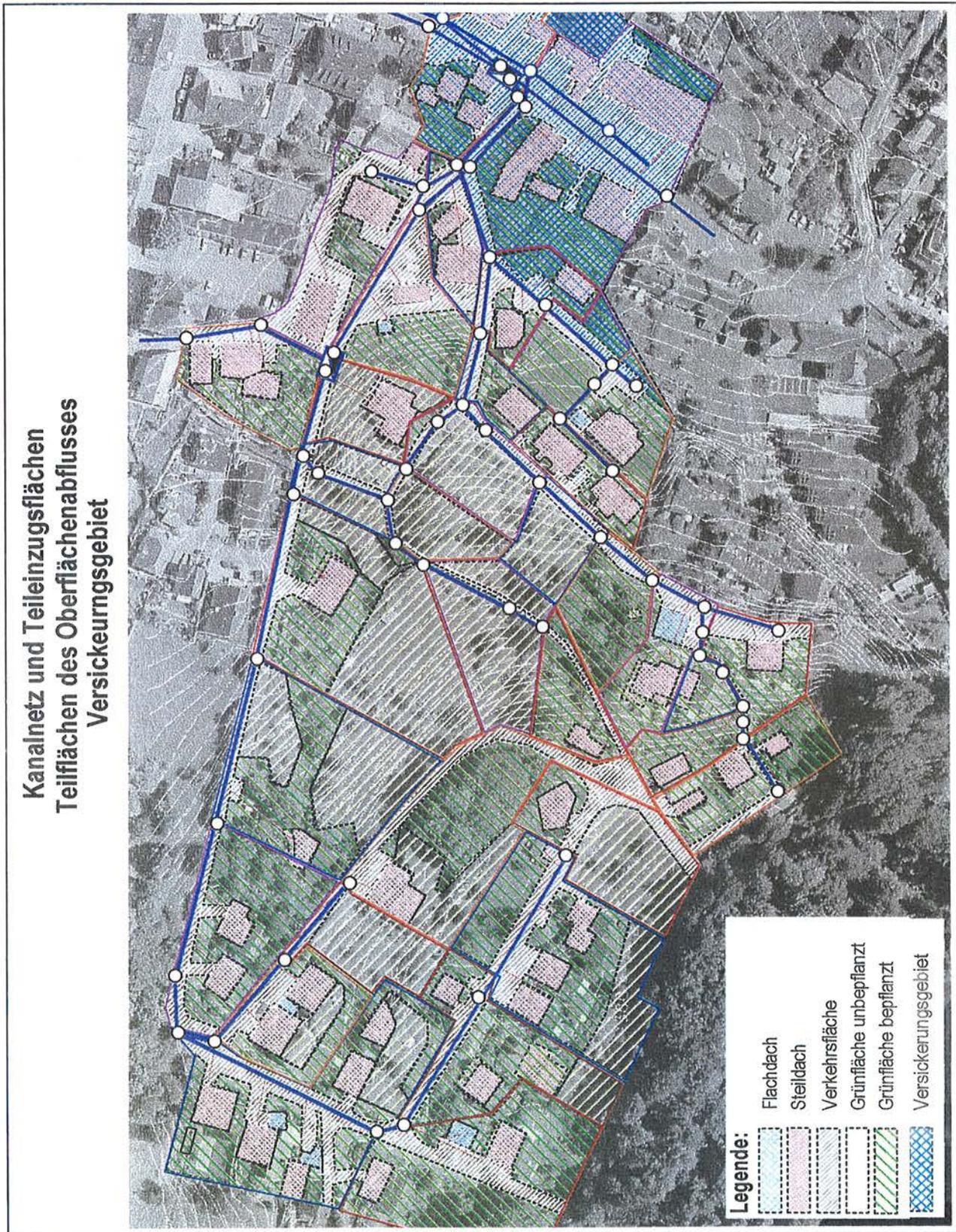


Abbildung 23: Luftbild mit Kanalnetz und topographisch konformen Teileinzugsgebieten, Teilflächen des Oberflächenabflusses und Versickerungsgebiet

Die so berechneten und nach den verschiedenen Durchlässigkeits-Kriterien unterteilten abflusswirksamen Flächenanteile werden relativ zur gesamten Teileinzugsfläche oder in absoluten Werten in die Kanalnetzberechnung übernommen.

⇒ Hinweis 16: Siehe Kap. Abflussbeiwert für die differenzierte Berechnung des Regenwasseranfalls (Modellrechnung), Seite 64

## Kanalnetzdaten

Die Kanalnetzdaten beschreiben die Geometrie und Topologie des Kanalnetzes. Die für die Kanalnetzberechnung erforderlichen Kenndaten des Kanalnetzes werden aus dem Leitungskataster und Werkplan Abwasser, den Ausführungsplänen und aufgrund von Feldaufnahmen eruiert und dokumentiert. Die Daten aus Plänen sind im Feld zu überprüfen.

⇒ Hinweis 17: Siehe GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.3 (Kanalisationkataster) und Ziff. 5.4.3 (Zustandsbericht Kanalisation)

Bei der Erfassung der geometrischen Daten von Schächten und Kanalhaltungen können die Bezugspunkte je nach Verwendung der Daten verschieden sein. Während sich einerseits die Koordinaten eines Kontrollschachtes im Leitungskataster auf das *Pickelloch* des Schachtdeckels bezieht, ist andererseits im Berechnungsplan der Kanalnetzberechnung (Modellplan) bzw. im Kanalnetzplan der *Schnittpunkt der Haltungsachsen* der massgebende Koordinatenpunkt. Zur Illustration der Begriffe und die Bezugsgrössen aus den Bereichen Leitungskataster/Werkplan und Kanalnetzberechnung dienen die nachfolgenden Abbildungen.

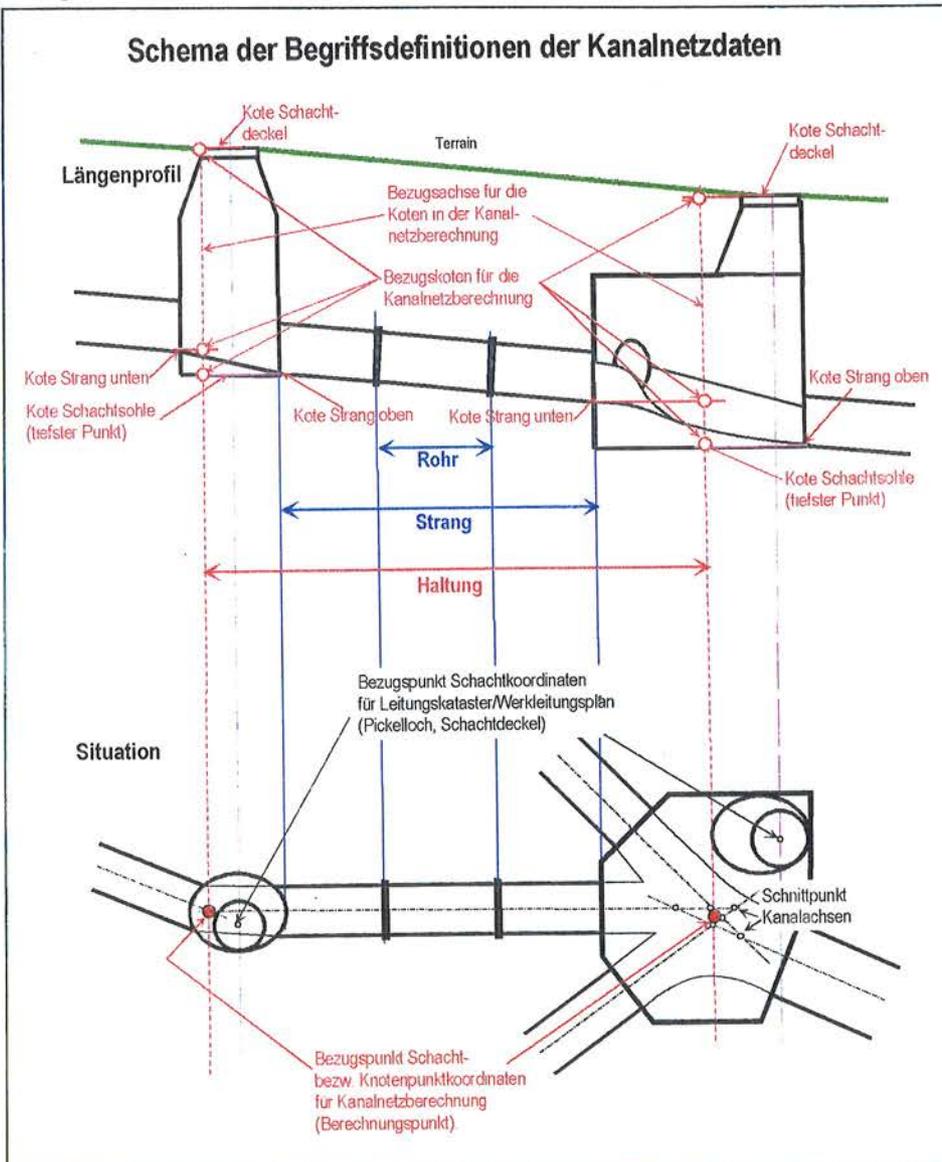


Abbildung 24: Begriffsdefinitionen der Kanalnetzdaten für die Kanalnetzberechnung

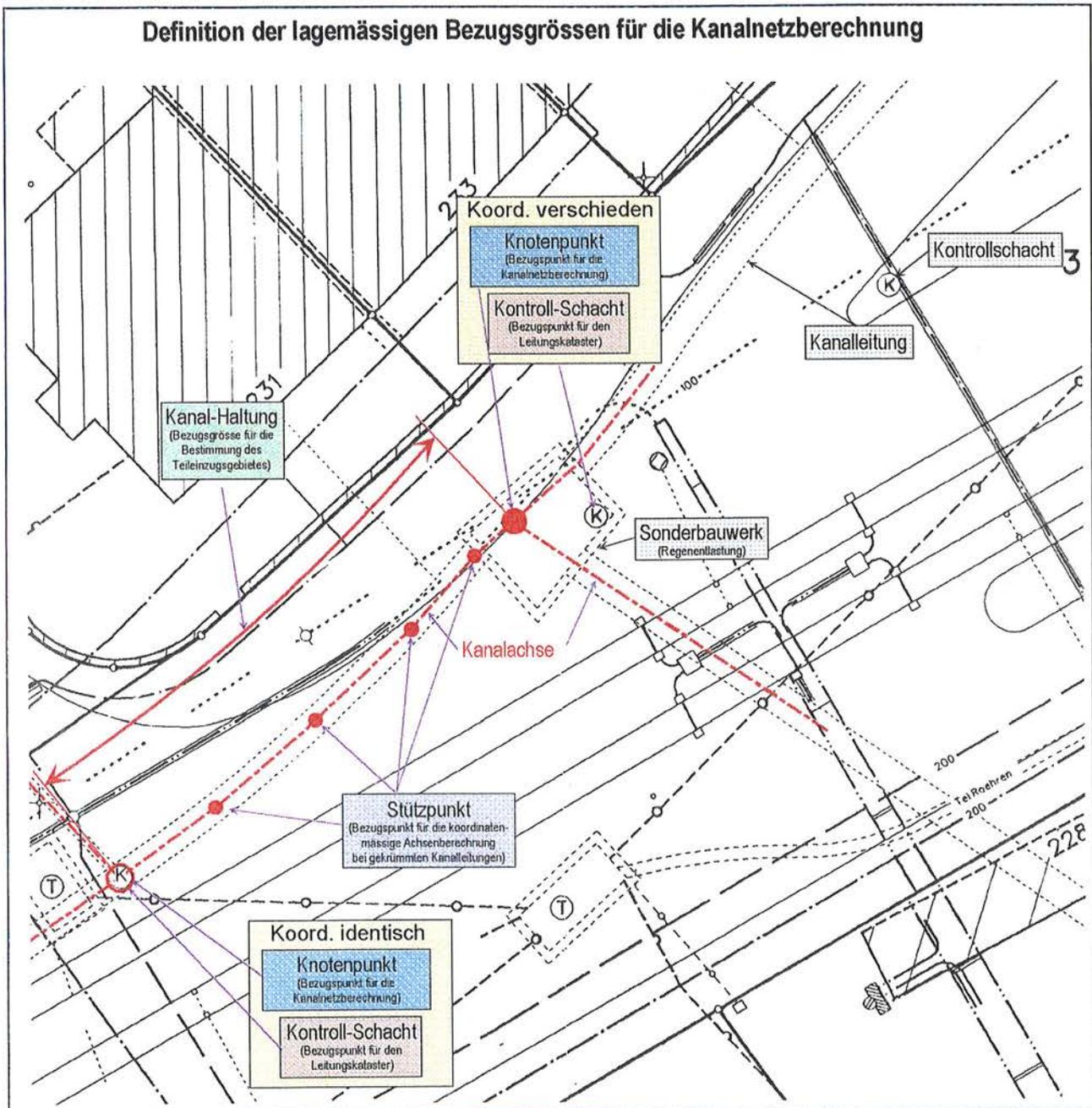


Abbildung 25: Definition der lagemässigen Bezugsgrössen für die Kanalnetzberechnung

## Sonderbauwerksdaten

Die für die Kanalnetzberechnung erforderlichen Kenndaten der Sonderbauwerke (Verreinigungsschächte, Regenentlastungs- und retentionsanlagen, Pumpwerke etc) werden aus den Ausführungsplänen und aufgrund von Feldaufnahmen ermittelt. Insbesondere sind die hydraulisch relevanten Bauteile wie Überfallwehre, Bodenöffnungen etc. sorgfältig zu erheben und zu dokumentieren (Schemaskizzen, Photodokumentation und Datenbank).

Es wird immer wieder festgestellt, dass die Abflusswerte bei Modellannahmen in einer hydrologischen oder hydrodynamischen Simulationsberechnung (konzeptionelle Hydraulik) nicht oder ungenügend mit den Resultaten der konstruktiven Hydraulik der entsprechenden Konstruktionselemente von Sonderbauwerken wie z.B. Regenentlastungen, Regenüberlauf- oder Regenrückhalte-

becken etc. übereinstimmen. Dadurch können gegebenenfalls beträchtliche Abweichungen zwischen der Kanalnetzberechnung und den tatsächlichen hydraulischen Verhältnissen entstehen.

#### Begriffsdefinitionen:

- Konzeptionelle Hydraulik = Hydraulik, die sich auf das Gesamtkonzept des Entlastungssystems bzw. auf das Simulationsmodell bezieht.
- Konstruktive Hydraulik = Hydraulik, die sich auf die Gestaltung der Konstruktionsdetails des Bauwerkes (Streichwehr, Drosselstrecke, Springüberfall, Verteilkanal etc.) bezieht.

#### *Daraus ergibt sich:*

- *Die konzeptionelle und konstruktive Hydraulik beeinflussen sich gegenseitig, sodass die konzeptionelle und konstruktive hydraulische Berechnung iterativ sooft ausgeführt werden muss, bis die massgebenden hydraulischen Abflusswerte nicht signifikant voneinander abweichen.*
- *Die konstruktive hydraulische Berechnung inkl. Schemaskizze der Sonderbauwerke (insbesondere der Streichwehre) sind Bestandteil des GEP.*

## **Berechnungsdaten**

### **Trockenwetterabfluss**

Siehe GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.5.1 (Abwasseranfall bei Trockenwetter)

### **Regenwetterabfluss**

Siehe GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.5.2 (Abwasseranfall bei Regenwetter)

## **Berechnungsregen**

### **Allgemeines**

Dem Niederschlag kommt in seinem räumlichen und zeitlichen Charakter u.a. für siedlungswasserwirtschaftliche Fragen eine entscheidende Bedeutung zu. Neben den technischen Aspekten bezüglich Bemessung und Planung von Kanalisationsanlagen, spielen neuerdings die Gesichtspunkte der Sicherheit gegen Einstau und Überstau sowie des Gewässerschutzes eine immer grössere Rolle.

Als Berechnungsregen kommen die Typen Blockregen, Modellregen „Chicago Design Storm“ (CDS) und Naturregen in Frage. (Siehe Abbildung 26ff)

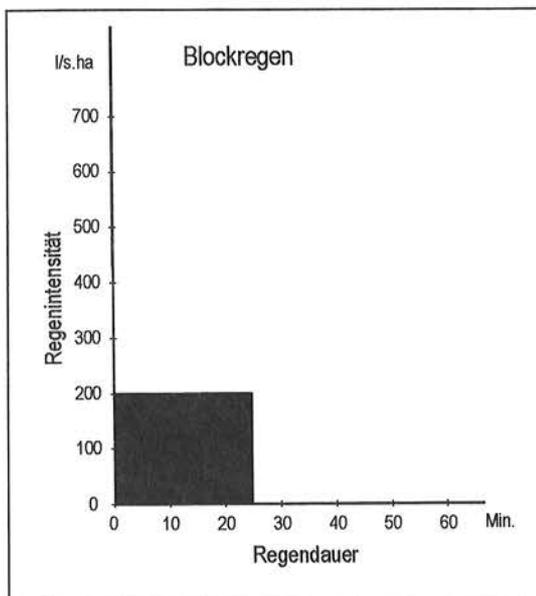


Abbildung 26: Modellregen Blockregen

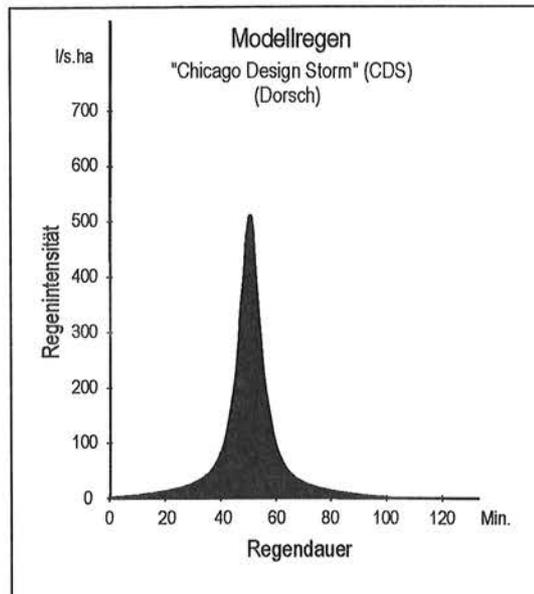
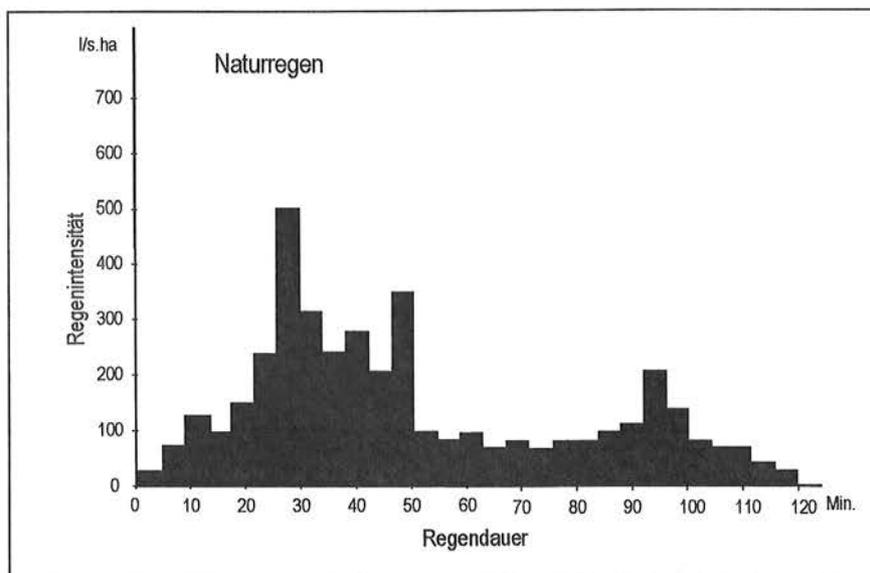


Abbildung 27: Modellregen Chicago Design Storm (CDS) (z.B. Dorsch)

Abbildung 28: Naturregen

Mit der Anwendung von Simulationsmodellverfahren sind auch die Anforderungen an die Grundlagen der Kanalnetzberechnung, insbesondere an die Berechnungsregen stark gestiegen. Die Wahl des Berechnungsregens wird von zahlreichen und mannigfaltigen Parametern beeinflusst. Je nach der Aufgabenstellung, sind unterschiedliche Berechnungsregen massgebend. Daneben haben aber auch



zahlreiche externe Faktoren und Parameter Einfluß auf die Wahl des für die Lösung des Problems anzuwendenden Berechnungsregens. Das nachfolgende Abbildung 29, Seite 38 veranschaulicht diese Zusammenhänge.

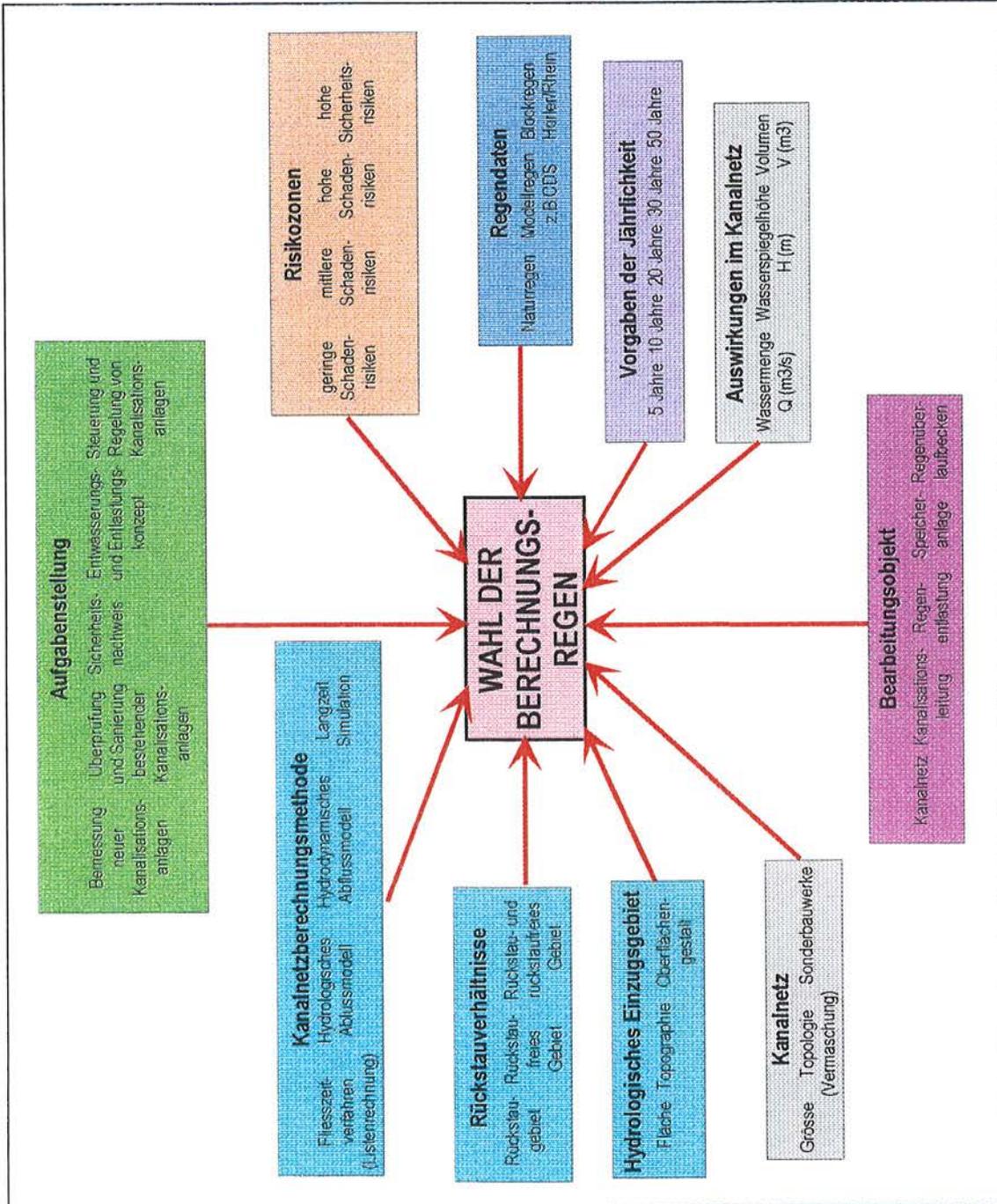


Abbildung 29: Einflüsse auf die Wahl der Berechnungsregen

### Intensitätskurven

Regenintensitätskurven („Regenspendelinien“) werden in Verbindung mit der Listenrechnung (auch Zeitbeiwertverfahren, „Rational Method“) für die Überprüfung und Dimensionierung von Entwässerungsanlagen verwendet. Sie verbinden die statistische Auswertung von Regendaten hinsichtlich Intensität, Dauer und Häufigkeit (I-D-H) der maximalen Regendauerabschnitte innerhalb von Regenverläufen.

Die Auswertung und Darstellung der IDH-Beziehungen erfolgt in einer Vielzahl unterschiedlicher Arten. Entsprechend bereitet die Interpretation und Anwendung in der Praxis oft erhebliche Schwierigkeiten, besonders im Übergangsbereich zwischen den verschiedenen Methoden.

## **Modellregen**

Nachfolgend werden die meistverwendeten Modellregen-Typen für die Siedlungsentwässerung beschrieben.

### Blockregen

Die Umsetzung der Intensitätswerte zu einer bestimmten Regendauer und Häufigkeit in einen Regenblock stellt die einfachste Form eines Modellregens dar. Die Listenrechnung basiert grundsätzlich auf diesem Ansatz. Für viele Anwendungen in Verbindung mit Abflussmodellen können Blockregen wertvolle Ergebnisse liefern, z.B. als Referenzgrößen. Da sie in der Natur jedoch praktisch nie vorkommen, sollten sie nur im Verbund mit andern Regenannahmen verwendet werden.

### Chicago Design Storm (CDS)

Der Ansatz basiert auf der direkten Umsetzung einer bestimmten Intensitätskurve in eine Regenverlaufs-Funktion.

Einzige Benutzer-Variable bei gegebenen IDH-Daten ist die Lage der Intensitätsspitze. Dieser Zeitpunkt ist gemäss den Autoren bezüglich Zeitpunkt grundsätzlich auf der Basis lokaler Gewitter-Auswertungen zu wählen. (Siehe auch Abschnitt "Modellregen Basel").

Ein weiteres mögliches Problem ergibt sich aus der Extrapolation der Intensitätswerte auf Intensitäten für Dauerstufen unter fünf Minuten. Für diesen Bereich sind die IDH-Formeln meist nicht gültig; in vielen Fällen resultieren daraus unwirklich hohe Intensitätswerte, die je nach Simulationsprogramm auf die Abflüsse durchschlagen.

### Modifizierte Naturregen

Historische Naturregenaufzeichnungen können als Grundlage für die Konstruktion von Modellregen dienen. Dabei können bestimmte Merkmale künstlich verändert werden, um die Häufigkeitscharakteristik des Modellregens für eine bestimmte Zielsetzung anzupassen. So kann z.B. die Spitzenintensität durch Umlagerung innerhalb einzelner Dauerabschnitte modifiziert oder das Volumen durch Vergrösserung und Verlängerung des Nachregens angepasst werden.

### "Modellregen Basel"

Die von der Ingenieurfirma Dorsch München für verschiedene GKP in der Region Basel verwendeten Modellregen entsprechen exakt dem Typ CDS, definiert auf der Basis der Hörler-Rhein-Intensitätsdaten für Basel.

Die Intensitätsspitze liegt bei 50 Minuten nach Regenbeginn, was sich nach den effektiv beobachteten historischen Naturregen nicht begründen lässt. Die Spitze des Intensitätsverlaufs wird nun neu auf 25 Minuten festgelegt, um diesem Umstand Rechnung zu tragen.

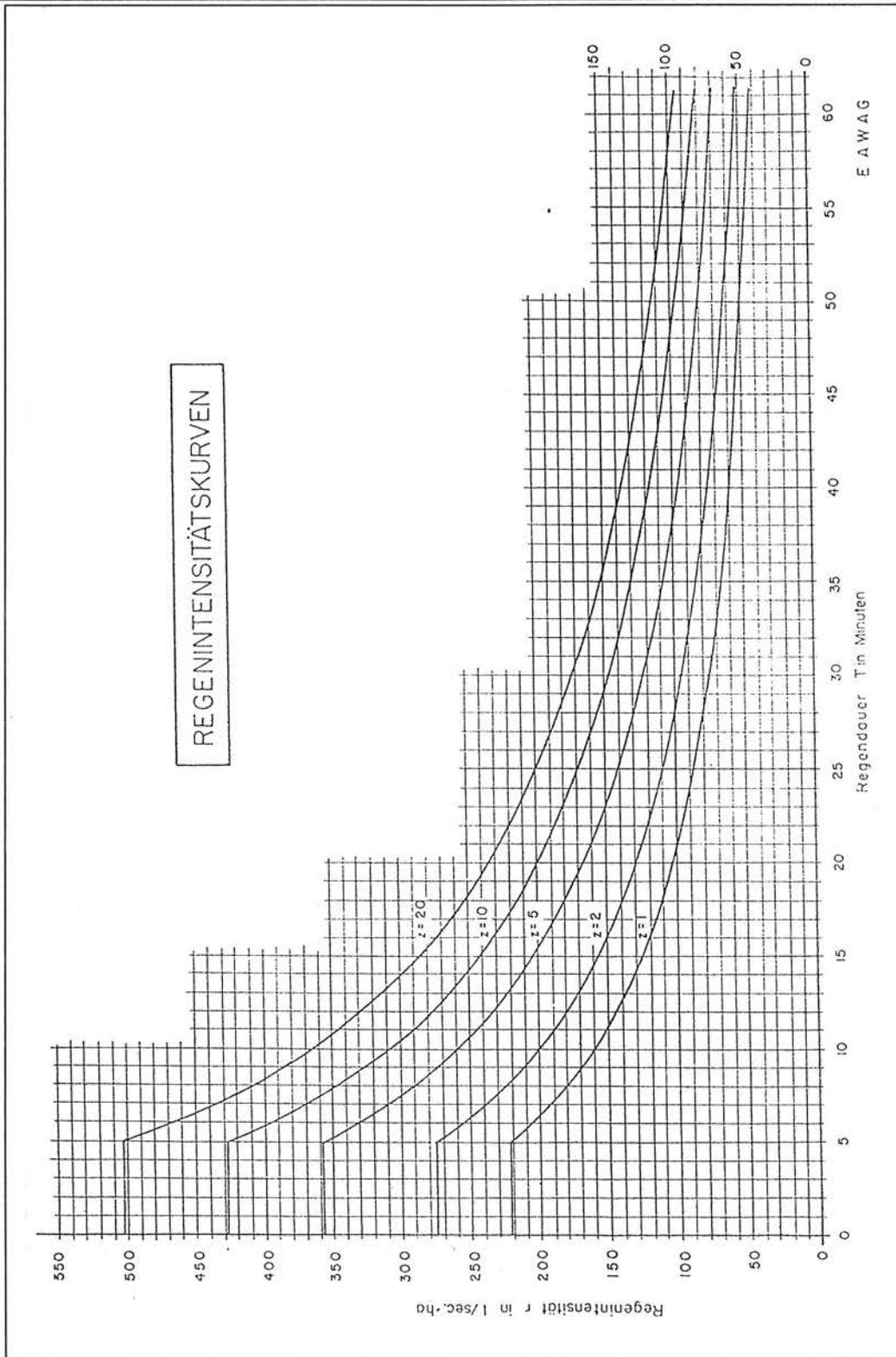


Abbildung 30: Regenintensitätskurven von Basel nach Hörler/Rhein

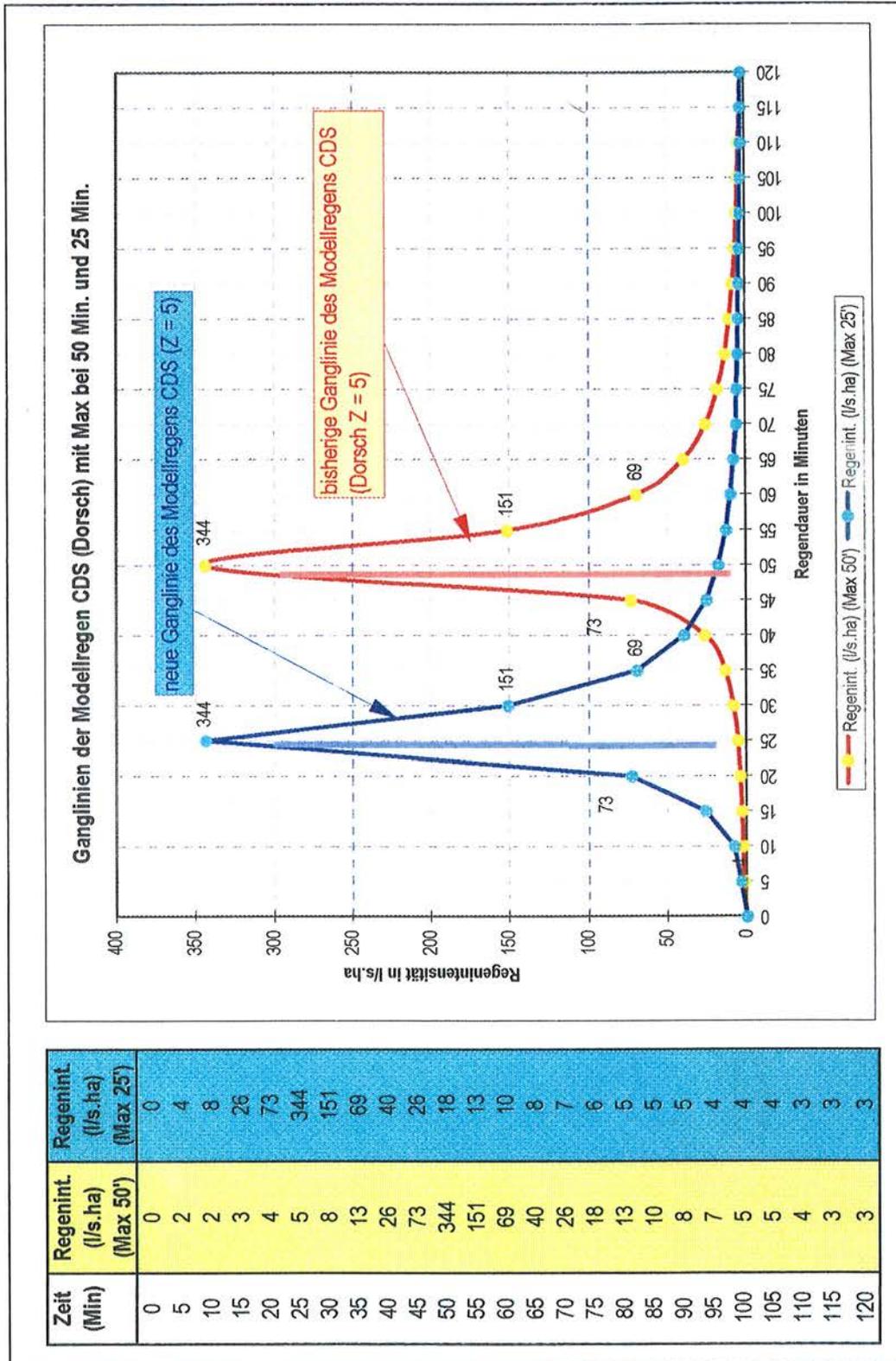


Abbildung 31: Ganglinien der Regenintensitäten für CDS-Regen Z=5 (Max bei 50 Min. (bisher) und bei 25 Min. (neu))

Die Bemessung erfolgt - bei Fehlen von digitalisierten Daten bzw. des modifizierten Modellregens CDS (Abbildung 31)- mit Hilfe der herkömmlichen Regenintensitätskurven von Hörler/Rhein (Abbildung 30) und der Fließzeitmethode oder einem ähnlichen Verfahren.

### Problematik der Modellregen

Der Modellregen basiert statistisch auf den entsprechenden Naturregen. Es besteht kein allgemein anerkanntes Rezept für die Umsetzung der statistischen Informationen in künstliche Modellregen. Für die vorhandenen Modellregen - Konzepte fehlen wissenschaftliche und praktische Nachweise über deren Gültigkeit für die verschiedenen Anwendungen. Modellregen sind so richtig oder falsch wie die Statistik bzw. wie die für diese verwendeten Regendaten. Mangels aktualisierter Regenstatistiken in der Schweiz ist mit erheblichen Abweichungen gegenüber Naturregen zu rechnen.

### **Naturregen**

Im Gegensatz zu Block- und Modellregen, die auf Auswertungen von langjährigen Regenstatistiken beruhen, stammen die Daten eines Naturregens aus Messungen und Auswertungen von einzelnen zeitlich und räumlich definierten Regenereignissen. Auf diese Weise kommen fortlaufende Jahresreihen oder ausgewählte Starkregen als Ganglinien der Regenintensität zur Anwendung.

Die Verfügbarkeit von Regendaten aus Beobachtungsperioden von mindestens 30 Jahren, von guter Qualität und mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung sind unabdingbare Voraussetzung für die der heutigen Siedlungshydrologie adäquaten Kanalnetzberechnung. Für grossflächige Kanalnetzsimulationen spielt beispielsweise die Kenntnis von örtlich und/oder zeitlich unterschiedlichen Regenereignissen (z.B. starke lokale Gewitter) eine grosse Rolle. Entsprechende Messdaten sind dann meistens aber nicht verfügbar. Zudem ist die Klassierung und Interpretation der Ergebnisse schwierig und anspruchsvoll. Sie sind deshalb eine Aufgabe für Spezialisten.

Das herkömmliche Verfahren zur Niederschlagsbestimmung ist die Punktmessung mit zylindrischen Sammelgefässen. Die Erfassung erfolgt hierbei in zeitlich kontinuierlicher Registrierung meistens nach dem Wippenprinzip<sup>2</sup>. Im Raum Basel betreibt die Schweiz. Meteorologische Anstalt (SMA) zwei Stationen des ANETZ (Binningen und Rünenberg). Die digitale Auswertungen der Regendaten von Binningen (ab 1981) und von Rünenberg (ab 1983) mit 10 Minuten Zeitschritten sind heute verfügbar und werden ständig aktualisiert. Diese Daten stehen dem Anwender unter bestimmten Voraussetzungen zur Verfügung.

Dank weiterer Auswertungen der Daten der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) verfügen wir heute über Regendaten über eine Periode von 75 Jahren.

### **Regendaten**

#### **Regendaten-Bedürfnisse**

Aus der Vielfalt der vorhandenen Regendaten werden zur Lösung von hydrologischen Aufgaben bestimmte Formen von Regendaten benötigt. Die Verwendbarkeit dieser Daten ist u.a. auch von den Zielsetzungen und Berechnungsmethoden abhängig. Die folgende Abbildung 32 stellt die Zusammenhänge der verschiedenen Fragen dar.

---

<sup>2</sup> Das Regenwasser gelangt von einem Auffangbehälter auf eine als kleines Gefäss ausgebildete und horizontal gelagerte Wippe. Durch den Füll- und Entleerungsvorgang entsteht eine Wippbewegung, die elektrische Impulse mit unterschiedlicher Frequenz, je nach Regenintensität, auslöst. Die Impulse werden gespeichert und durch entsprechende Auswertung in Regenintensitätskurven umgewandelt.

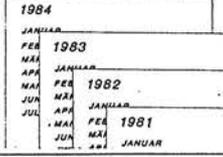
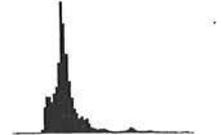
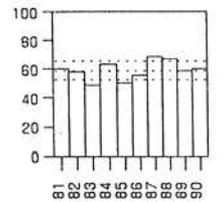
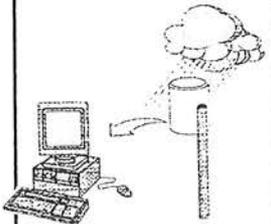
REGENDATEN	AUFGABEN		BERECHNUNGSMETHODE		REGEN-DATENFORM
	GRÖSSE	ERGEBNISWERT	MANUELL	SIMULATION	
<b>JAHRBUCH-DATEN</b>					
	<b>VORANALYSE / BILANZIERUNG / DIAGNOSTIK</b>				
	Jahres-	FRACHT-VERGLEICHE	X		Tages-, Wochen- und Jahres-Summen
	Frachten	DURCHFLUSS-BILANZEN AN	X		
	Volumen	PUMPWERKEN UND KLÄRANLAGEN	X		
		FREMDWASSER-ANALYSEN	X		
	PROBLEMEDEFINITION	X			
<b>EXTREM-EREIGNISSE</b>					
	<b>DIMENSIONIERUNG / ANALYSE</b>				
	Q <sub>max</sub>	KANALGRÖSSE	X	X	Intensitätskurven Regenhöhenlinien Starkregen-Serien ausgewählte Regen-Histogramme Modellregen
	V <sub>max</sub>	SPEICHER / SICKERANLAGE	(X)	X	
	H <sub>max</sub>	WSP. / RÜCKSTAU		X	
	F <sub>max</sub>	GRENZFRACHT		X	
C <sub>max</sub>	GRENZKONZENTRATION		X		
<b>AUSGEWÄHLTE EREIGNISSE</b>					
	<b>EICHUNG / VERIFIKATION</b>				
	Volumen	GANGLINIEN Q, STOFF		X	ausgewählte Regen- und Abflussganglinien
	Q=f(T)	BEI ANWENDUNG VON		X	
TSpitze	SIMULATIONSMODELLEN		X		
<b>NIEDERSCHLAGS-KONTINUUM</b>					
	<b>ENTWÄSSERUNGSKONZEPT-ANALYSE</b>				
	Volumen	STATISTISCHE UND			vollständige oder partielle Regenserien zusammenhängender Zeitperioden Regenkataloge
	Anzahl	CHRONOLOGISCHE ANGABEN			
	Dauer	FÜR ENTLASTUNGSANLAGEN,			
	Q <sub>max</sub>	ARA-ZUFLÜSSE,			
	Kosten	VORFLUTER-EINLEITUNGEN		X	
	Stoff-	FREMDWASSER-ZUFLÜSSE		X	
Frachten					
<b>ONLINE-MESSUNG</b>					
	<b>SYSTEM-STEUERUNG &amp; BETRIEB</b>				
	Netz- & Speicher-	REGIONALE REGENVERTEILUNG		X	Online-Regendaten
	Füllung	ABFLUSSVERHALTEN NETZ		X	
	Regen-	FÜLLUNGSZUSTAND NETZ		X	
	Verteilung	WASSERFÜHRUNG GEWÄSSER			historische Regenserien
	Betriebs-	ENTSCHEIDUNGSHILFEN FÜR			
	Zustände	SPEICHER-ENTLEERUNG		X	
		ABFLUSS-VORHERSAGE		X	
	SYSTEM-OPTIMIERUNG OFF-LINE		X		

Abbildung 32: Regendaten-Anwendungen

### Verfügbarkeit von Regendaten

Für die Kanalnetzrechnung interessiert in erster Linie Regendaten, die aus kontinuierlich registrierenden Messungen und Auswertungen stammen.

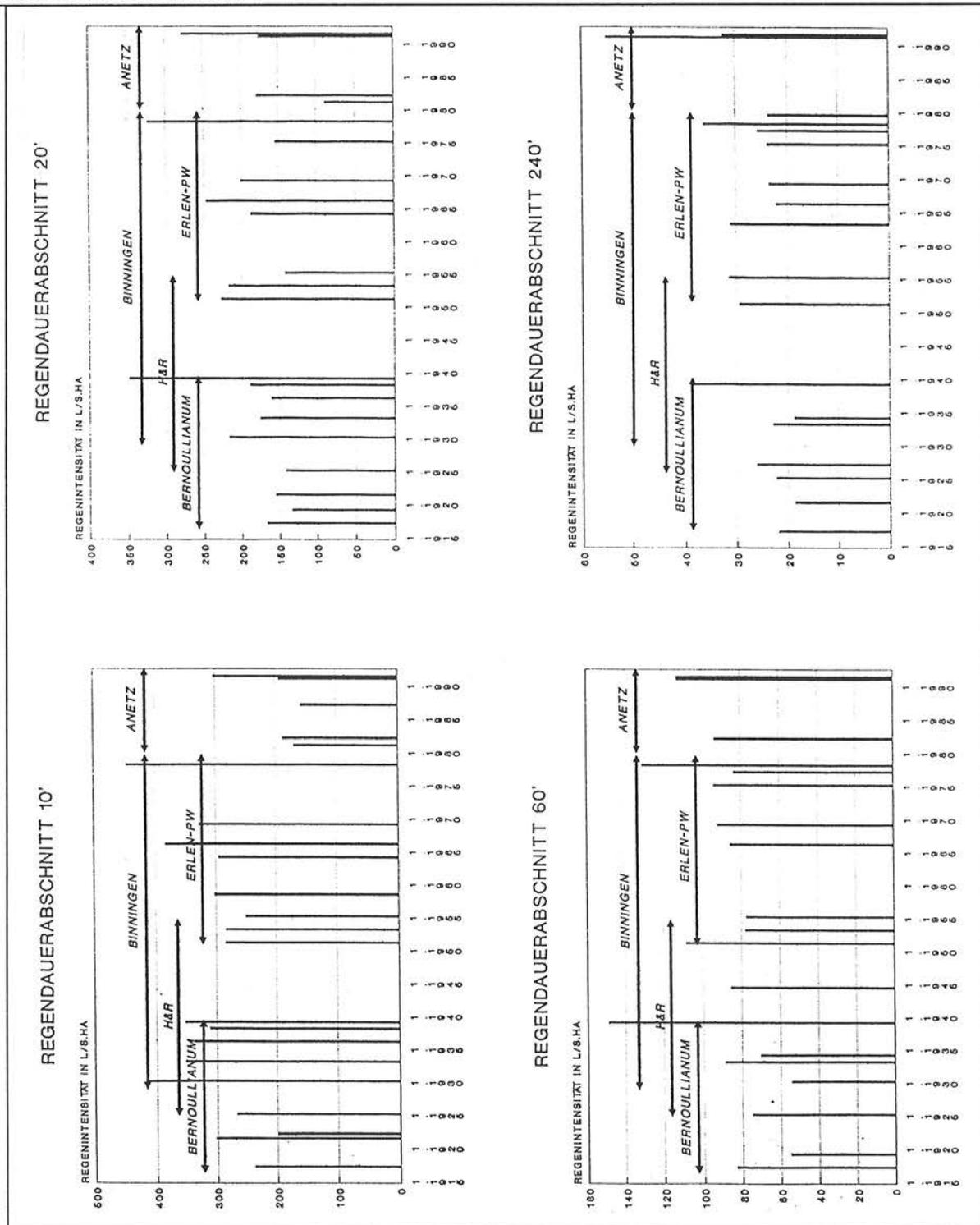


Abbildung 33: Mess- und Auswerteperioden von Regendaten im Raum Basel

In Abbildung 33 sind die Mess- und Auswerteperioden der verschiedenen Stationen im Raum Basel sowie von Hörler & Rhein mit differenzierten Regenabschnitten und extremen Starkregen dargestellt.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass die Hörler & Rhein - Auswertungen die Periode von 1925 bis 1955, also eine Beobachtungsdauer von ca. 30 Jahren umfasst. Nach dem heutigen Kenntnisstand ist aber zu beachten, dass die verwendeten Auswertungen hinsichtlich der Regendauer einen begrenzten Gültigkeitsbereich haben und auf relativ kurzen Zeitserien beruhen.

Die Auswertungen der EAFV-WSL beinhalten u.a. die Regendaten aus Tagessammler-Stationen und der vorhandenen Pluviographen. Sie erfolgte nach den Grundsätzen des Wasserbaus und der allgemeinen Hydrologie als Jahres-Extremwert-Analyse. Diese Daten müssten nach den Kriterien der Siedlungshydrologie für die Bedürfnisse der Kanalnetzberechnung neu ausgewertet werden.

Der Vergleich der relativen Abfluss- und Überlaufvolumenwerte (Regenbecken) aus Regenreihen der Stationen Binningen und Rünenberg ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Regenannahmen im Baselbiet stellen bisher praktisch ausschliesslich auf die IDH-Auswertungen von Hörler & Rhein ab, welche auf alten Aufzeichnungen der Pluviographen-Stationen in der Stadt Basel basieren. Diese Daten sind jedoch für den oberen Kantonsteil nur beschränkt gültig, wie ein Vergleich der ANETZ-Daten von Binningen und Rünenberg anhand der Überlaufwerte an einem typischen Regenbecken zeigt (Abbildung 34 und Abbildung 35).

Die Verhältniswerte aus den Simulationsergebnissen für Volumen und Menge am Beckenüberlauf für die beiden Regenserien ergibt, dass im Bereich der häufigen Ereignisse im Oberbaselbiet 20 bis 40% mehr Regenvolumen sowie um 15 bis 30% grössere Spitzenabflüsse zu erwarten sind (Abbildung 36).

Mangels weiterer Daten von Pluviographenstationen sind allgemeingültige Aussagen für das gesamte Baselbiet nicht möglich; es ist aber wichtig, dass der projektierende Ingenieur sich dieses Sachverhaltes bewusst ist.

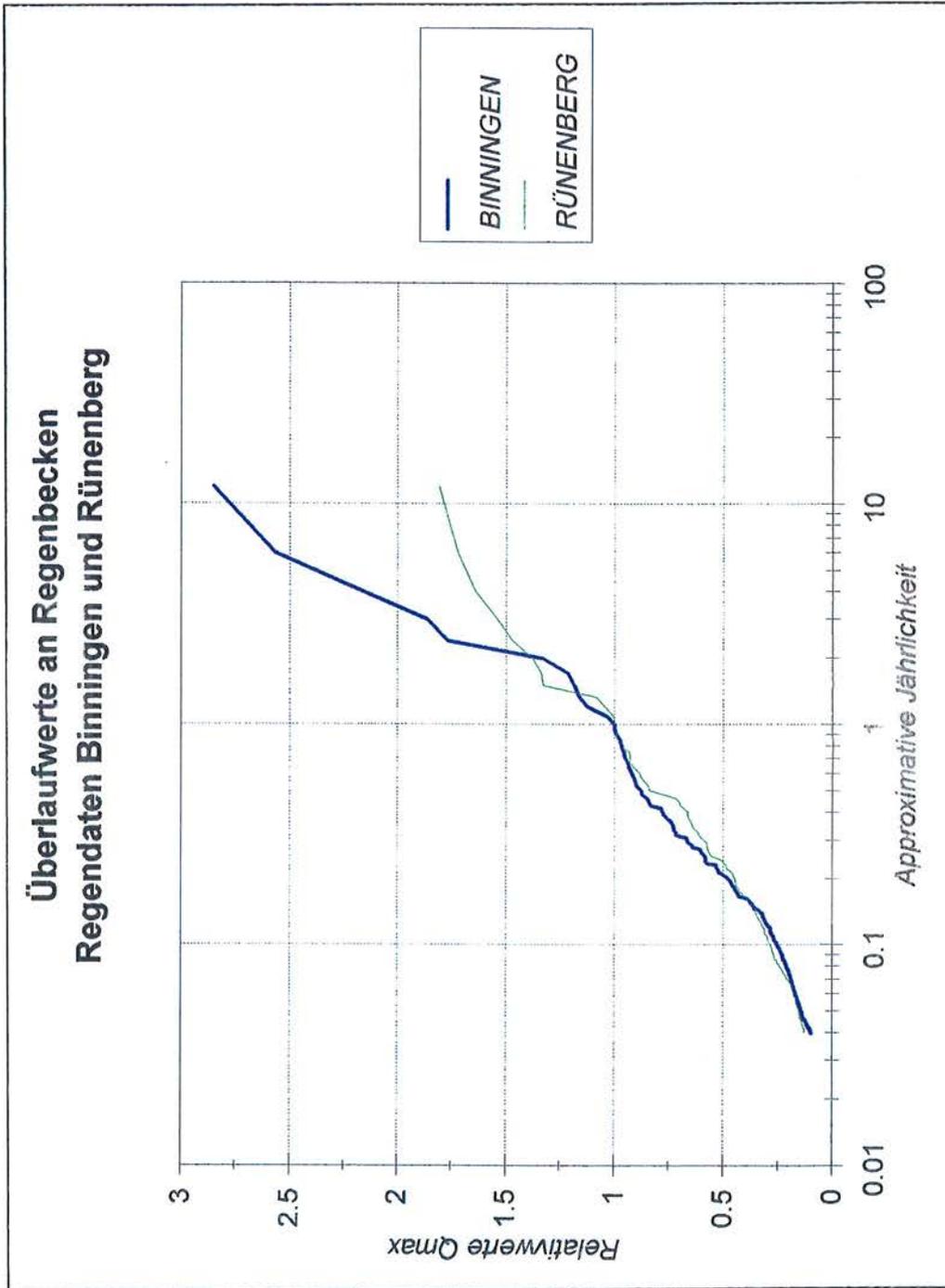


Abbildung 34: Relativwerte der Abflüsse an Regenbecken

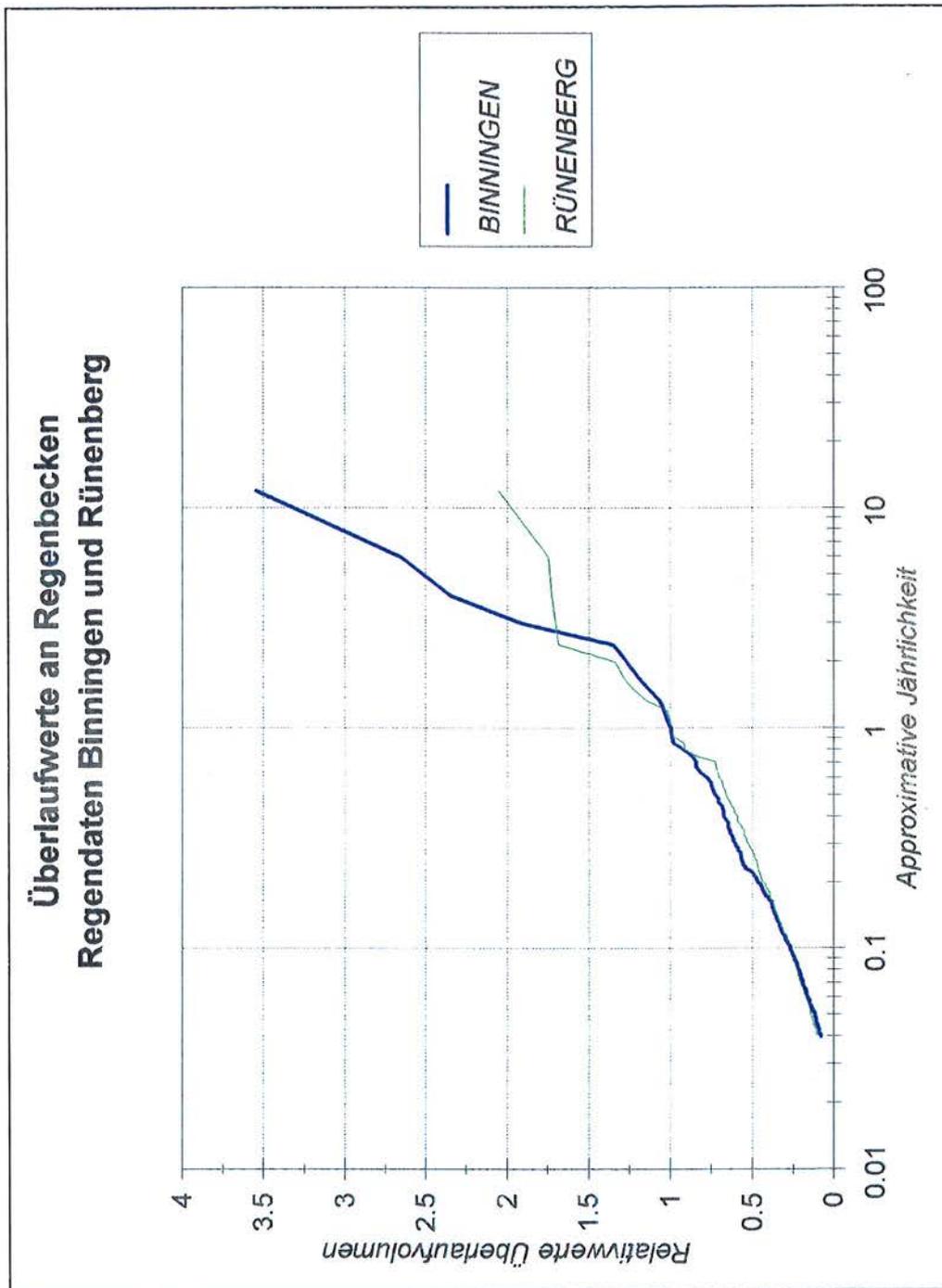


Abbildung 35: Relativwerte der Überlaufvolumen an Regenbecken

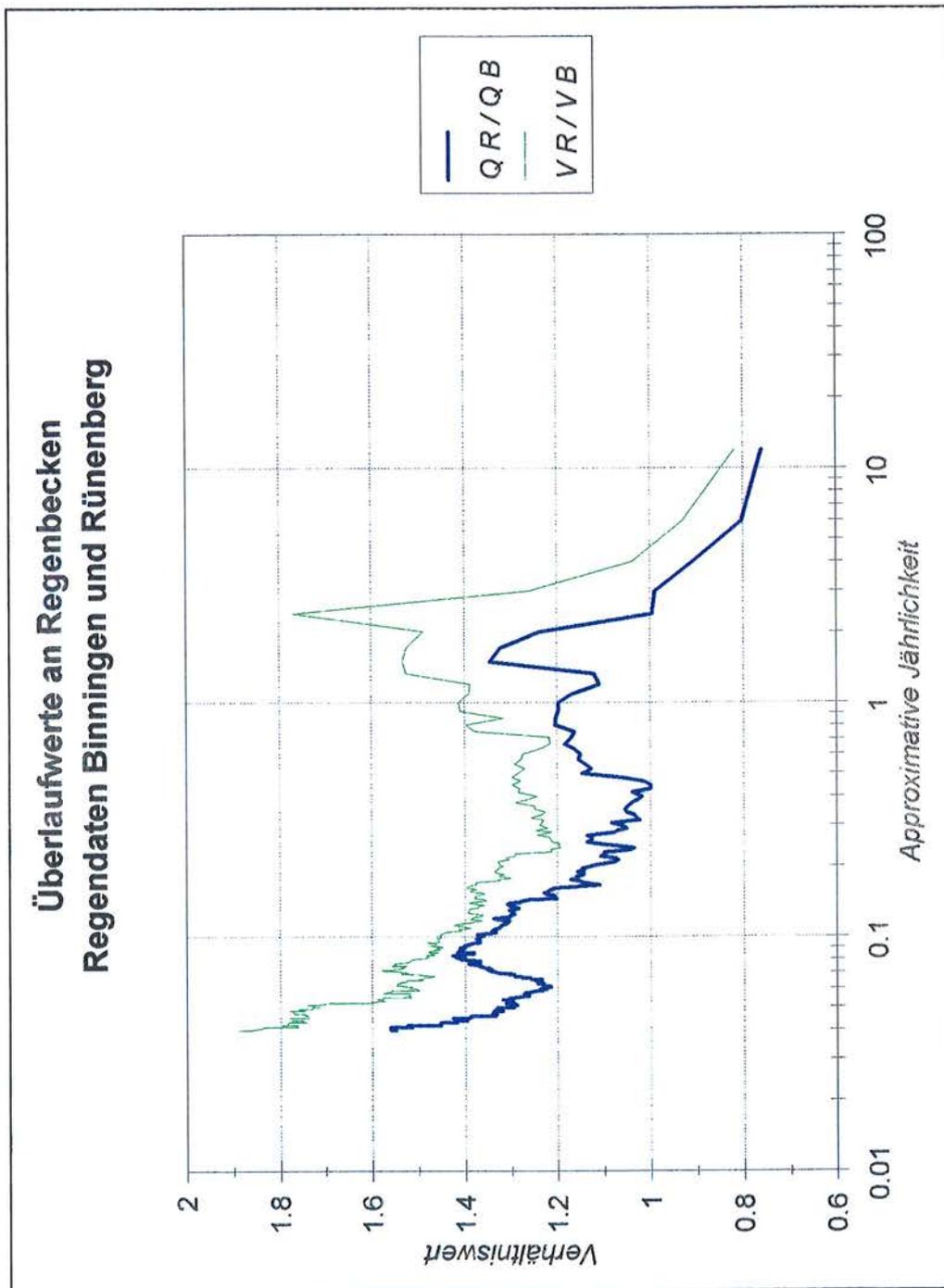


Abbildung 36: Verhältnisswerte der Abflussmengen (Q) und Abflussvolumen (V)  
(R = Rünenberg, B = Binningen)

Ein weiteres Vergleichskriterium ist die Gegenüberstellung der Jährlichkeiten von Modellregen und Naturregen. Aus Abbildung 37 Seite 49 geht hervor, dass die Werte der Regenspenden der Hörler- & Rheinkurven sowie des Modellregens Chicago Design Storm (CDS) (Dorsch) tendenziell höher liegen als die entsprechenden Naturregen.

Das Diagramm veranschaulicht zudem, dass die Hörlerkurven im Bereich der Naturregenkurven liegen.

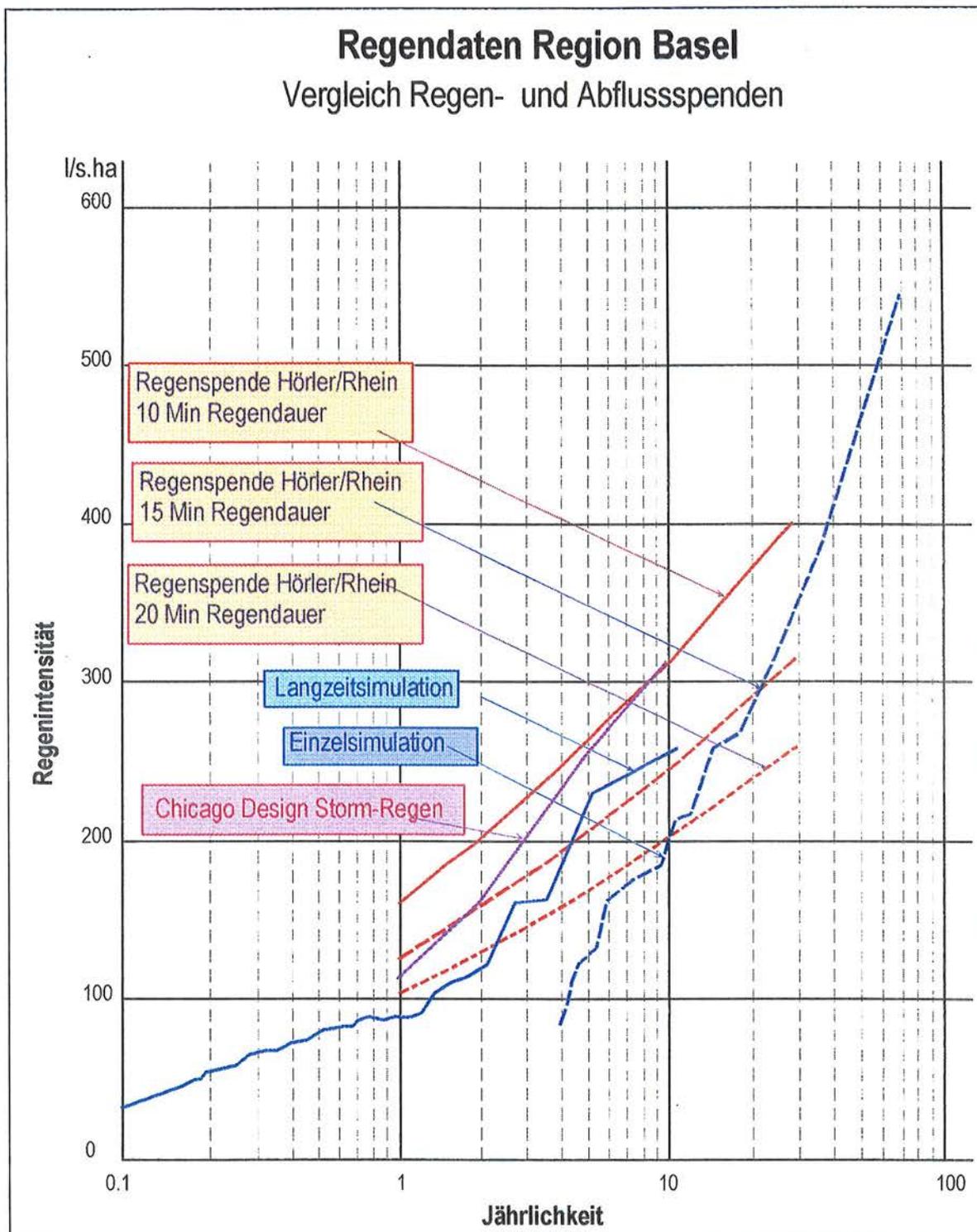


Abbildung 37: Vergleich der Jährlichkeiten von Modellregen und Naturregen

**Daraus ergibt sich:**

- **Die Hörlerkurven können - wie schon früher festgestellt wurde - z.B. bei der Fließzeitmethode unter Beachtung der vorerwähnten Einschränkungen für adäquate Aufgaben verwendet werden.**

**Methodik zur Definition der massgebenden Naturregen für den Sicherheitsnachweis**

**Allgemeines**

Aus der bereits erwähnten Tatsache, dass nicht die Jährlichkeit eines Regenereignisses an sich, sondern die Jährlichkeit der Wirkungen dieses Regenereignisses im Netz für den Überstaunachweis massgebend ist, stellt sich die Aufgabe, aus einer Regenreihe diejenigen Regenereignisse zu ermitteln, deren Maximalwerte der Wirkungen bezüglich Wassermenge, Wasserstand und Volumen an bestimmten Stellen im Kanalnetz (Leitungen, Schächte etc) die entsprechende Jährlichkeit ergibt.

**Berechnung der Jährlichkeit eines Naturregens**

Aus einer Regenreihe werden die Naturregen mit den höchsten Regenmengen bzw. Regenintensitätswerten aussortiert und rangiert. Aus der Anzahl Jahre der Auswerteperiode (z.B. Binnungen = 75 Jahre) dividiert durch den Rang des betreffenden Naturregens ergibt sich die approximative Jährlichkeit des Regenereignisses.

Vorgehen:

Aus Regenreihe	⇒ Sortierung nach Regenmengen bzw. nach bestimmten Dauerabschnitten
Aus Sortierung	⇒ Rangierung
Aus Rangierung	⇒ Auswahl der Starkregen
Aus Beobachtungsperiode	⇒ Jährlichkeit eines Naturregens = Beobachtungsdauer in Jahren/Rangierung (Näherung)

⇒ Hinweis 18: Beispiel: Beobachtungsdauer = 10 Jahre  
Regen vom (Datum) im 5 Rang  
Jährlichkeit =  $10/5 = 2$   
Siehe Abbildung 26 ff, Seite 37ff.

**Daraus ergibt sich:**

- **Die Jährlichkeit ist kein fester Wert, sondern ist von der gewählten Regenreihe bzw. der Beobachtungsdauer abhängig.**
- **Die Jährlichkeit der Regenereignisse ist nicht identisch mit der Jährlichkeit der Wirkungen im Kanalnetz (Wasserspiegel, Abfluss, Volumen).**

**Definition der Jährlichkeit der hydraulischen Wirkungen im Kanalnetz**

Grundlagen:

- Numerische Ergebnisse der Kanalnetzberechnung
- Belastungs- und Rückstaupläne
- Hydraulische Längenprofile

Bewertung der Ergebnisse aus der Simulationsberechnung:

Wassermengen (Q) (Abbildung 38, Seite 51):

- Eintrag der Extremwerte für  $Q_{\max}$  der Regenereignisse entsprechend ihrer Jährlichkeit für die kritischen Kanäle
- Bewertung in Relation zum Füllungsgrad der Leitung

Wasserspiegelhöhe (H) (Abbildung 39, Seite 52):

- Eintrag der Extremwerte für  $H_{max}$  der Regenereignisse entsprechend ihrer Jährlichkeit für die kritischen Knotenpunkte (Schächte)
- Bewertung in Relation zur Scheitelhöhe und zur Schadensniveau bzw Terrainlinie

Volumen in Regenrückhaltebecken ( $Vol_{max}$ ) (Abbildung 40, Seite 53)

- Eintrag der Extremwerte für  $Vol_{max}$  der Regenereignisse entsprechend ihrer Jährlichkeit für die Regenrückhaltebecken
- Bewertung in Relation zum Füllungsgrad und zur Vollfüllung der Becken

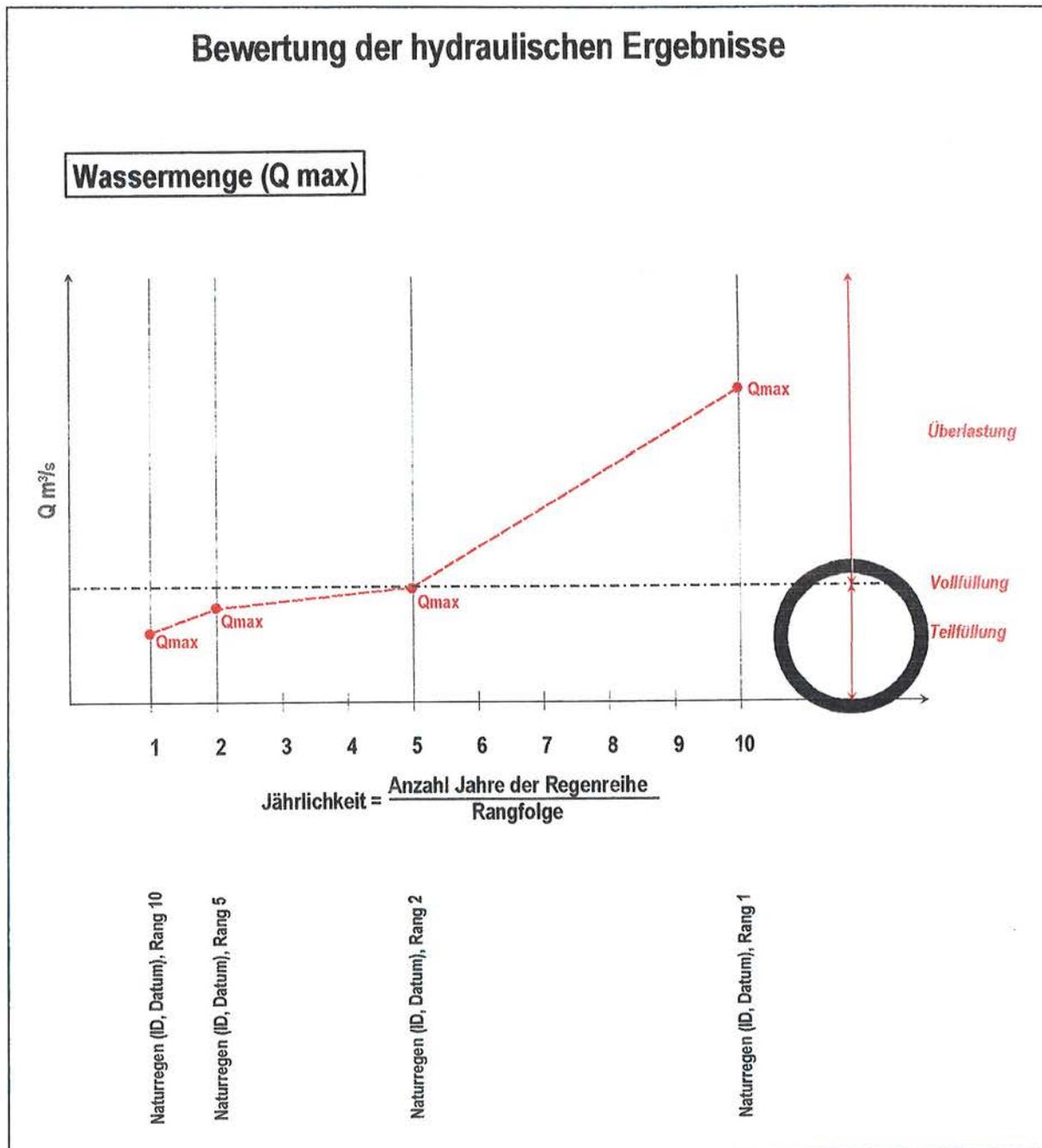


Abbildung 38: Prinzip der Bewertung der hydraulischen Ergebnisse (Wassermengen ( $Q_{max}$ ))

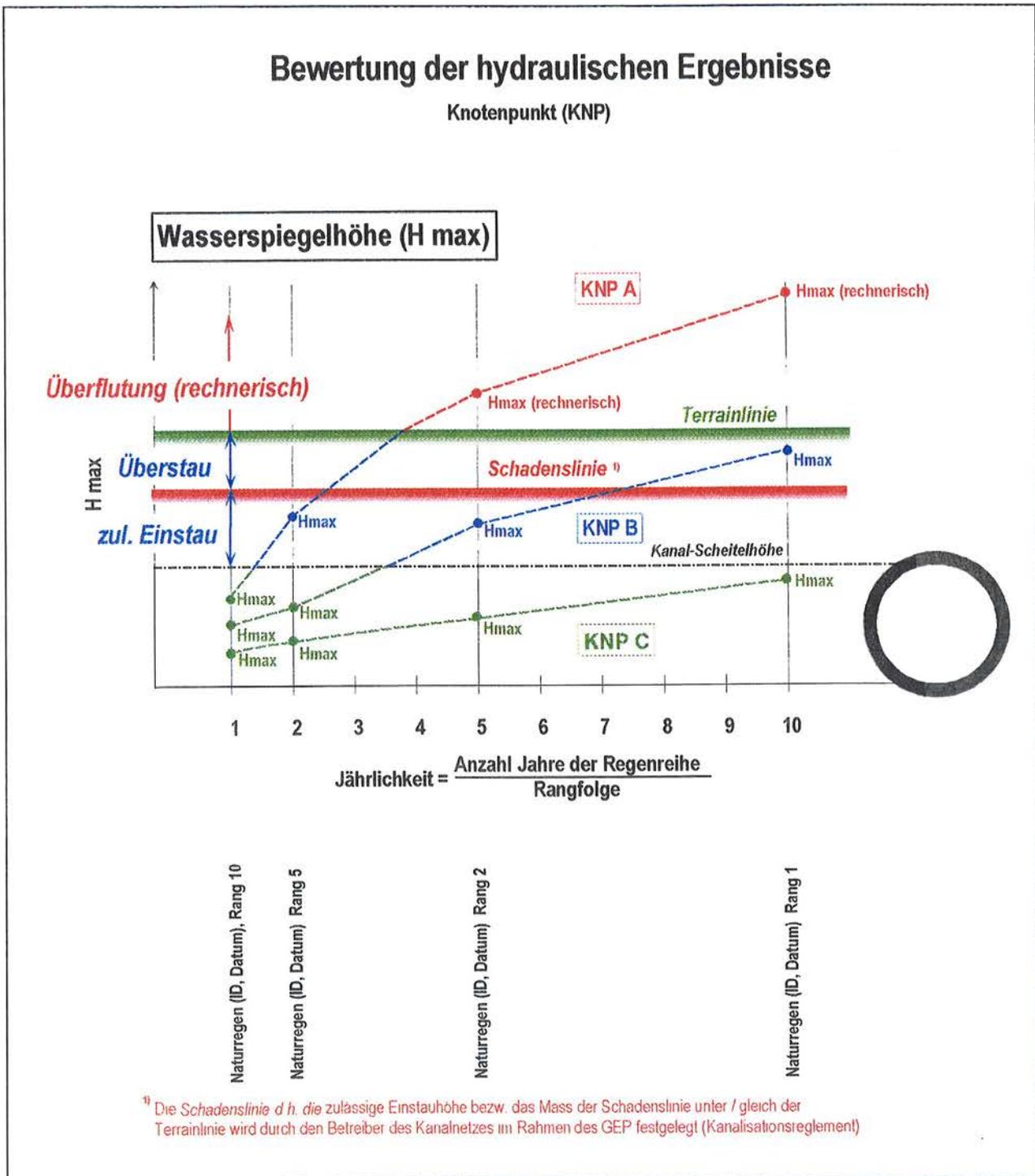


Abbildung 39: Prinzip der Bewertung der hydraulischen Ergebnisse (Wasserspiegelhöhe ( $H_{max}$ ))



Bestimmung der Jährlichkeiten der Wirkungen im Kanalnetz

Grundlagen

Systemdaten des Kanalnetzes:

Auswahl der relevanten Netzelemente:  
 (Beispiel Siehe Abbildung 4, Seite 9  
 und Abbildung 8, Seite 13)

Regendaten:

- Gebiets- und Kanalnetzdaten
- Knotenpunkte (Schächte) [H<sub>max</sub>]
- Leitungen (Haltungen) [Q<sub>max</sub>]
- Sonderbauwerke (Regenbecken) [Vol<sub>max</sub>]
- Regenreihen (Beobachtungsdauer > 30 Jahre)
- Ereignisse sortiert nach Jährlichkeit (Ermittlung der Jährlichkeit, siehe Seite 50)
- Auswahl der massgebenden Regenereignisse

Kanalnetzberechnung

Kanalnetzberechnung mit ausgewählten Starkregenereignissen  
 Beispiel Siehe Abbildung 8, Seite 13  
 und Abbildung 5 - 7, Seiten 11 - 12)

⇒ Ergebnistabellen mit H<sub>max</sub>, Q<sub>max</sub>, Vol<sub>max</sub> für jedes gewählte Regenereignis und je gewähltem Kanalnetzelement

Ermittlung der Jährlichkeit der Wirkungen bezogen auf ein Kanalnetzelement

Selektieren und Sortieren von H<sub>max</sub>, Q<sub>max</sub>, Vol<sub>max</sub> für alle massgebenden Regenereignisse und je gewähltem Kanalnetzelement

⇒ Tabelle pro Kanalnetzelement mit folgender Struktur (siehe Beispiel)

Hinweis 19: Beispiel:

Leitung A - B (Q <sub>max</sub> )			
Regenereignis (Datum)	Max-Wert (z.B. Q <sub>max</sub> )	Rangfolge	Approx. Jährlichkeit (Plot Position) Beob.dauer/Rang
910911 <sup>1)</sup>	3287	1	75
780731	2563	2	37,50
930509	2472	3	25,00
660628	2327	4	18,75
770718	1933	5	15,00
640719	1918	6	12,50
800815	1509	7	10,71

Tabelle 6: Ermittlung der approximativen Jährlichkeit für Q<sub>max</sub> bezogen auf ein Kanalnetzelement (z.B. Leitung A - B)

<sup>1)</sup> 910911 = 11. September 1991

Das nachfolgende Diagramm veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen allen approx. Jährlichkeiten der Wirkungen (z.B. Wassermenge Q) eines bestimmten Kanalnetzelementes (z.B. Kanalhaltung) ermittelt aus den effektiven Berechnungsergebnissen (Plotposition) und den aus den Resultatwerten der mathematisch errechneten Jährlichkeiten aufgrund einer Ausgleichskurve (Exponentialfunktion).

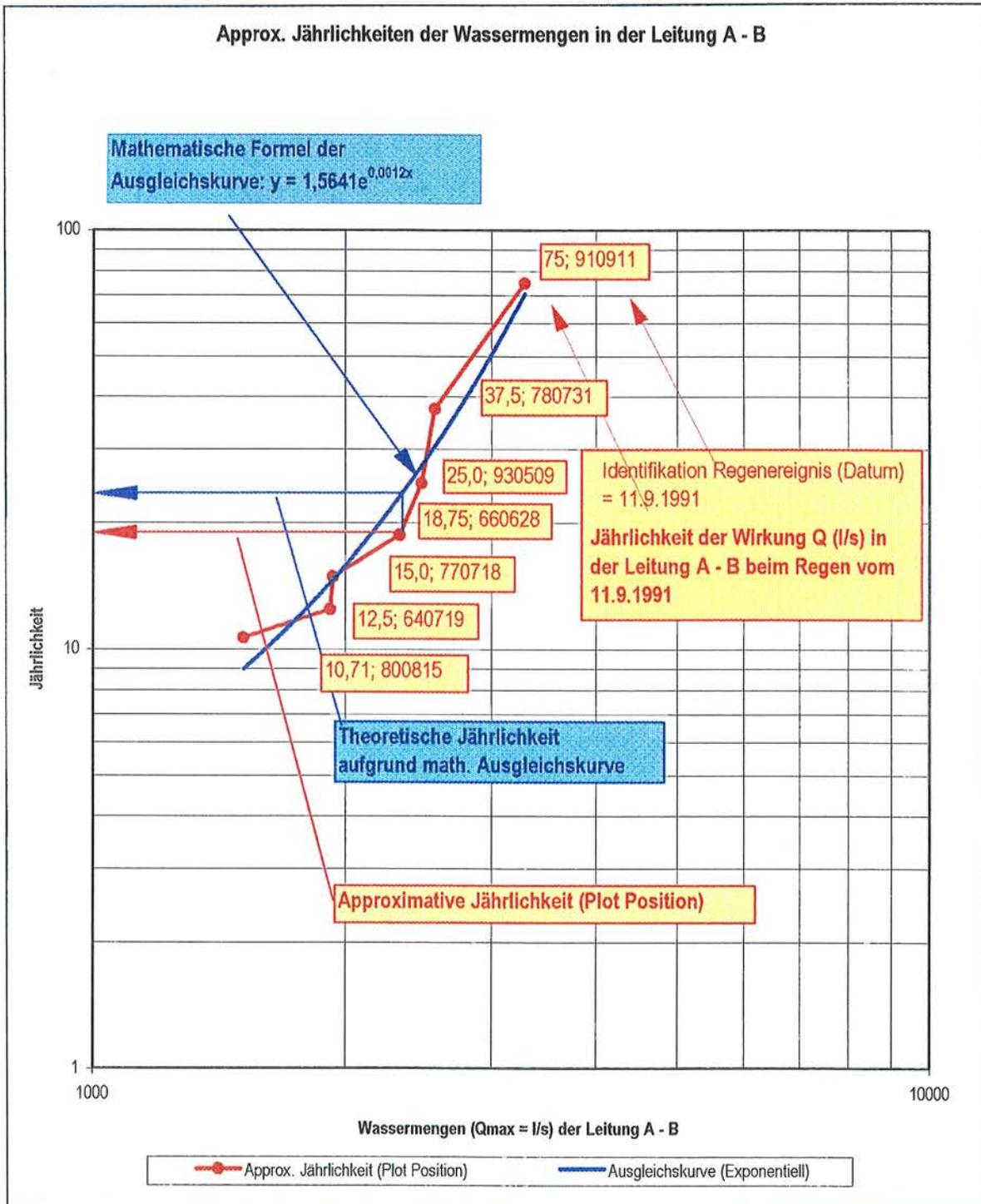


Abbildung 41: Jährlichkeiten der Wirkungen verschiedener Regenereignisse eines Kanalnetzelementes

Die für die ausgewählten Kanalnetzelemente ermittelten Jährlichkeiten der verschiedenen Wirkungen werden sodann in einer Tabelle zusammengestellt.

⇒ Hinweis 20: Beispiel: Tabelle 7

Regen Datum	Jährlichkeit der Wasserspiegelkote			Jährlichkeit der Kanalabflüsse			Jährl.keit RB Volumen	
	KNP 1131	KNP 1609	KNP 2087	1609-1613	1645-1646	2054-2093	RB172	RB140
780731 <sup>1)</sup>	45	<sup>3)</sup>	39	75 <sup>4)</sup>	55	51	<sup>5)</sup>	
910911	37	30	37	30	31	45		
660618	18	22	19	20	29	20		
820716	16	14	26	13	12	24	24	
640719	15	18	11	16	19	11	11	11
770708	14	16	10	16	16	10	13	12
630622	13	12	10	11	12	10	9	11
800815	13	14	8	12	17	8	8	10
750623	9	8	17	8	7	16	16	12
810603	8	6	8	8	8	7	8	9
840726	7	7	7	7	7	6	7	7
800726	6	6	7	6	5	6	7	7
900729	6	5	6	6	5	6	7	5

Tabelle 7: Tabelle der Jährlichkeiten der Wirkungen in der gewählten Kanalnetzelemente (Leitungen, Knotenpunkte, Regenrückhaltebecken) bezogen auf die Regenereignisse

<sup>1)</sup> 780731 = 31. Juli 1978

Als Gesamtheit der Ergebnisse ergibt sich für jedes Regenereignis eine Bandbreite der Jährlichkeiten der Wirkungen in den ausgewählten Leitungen (Haltungen), Knotenpunkten und Regenbecken.

Sortiert man die Regenereignisse nach ihren Jährlichkeiten pro Kanalnetzelement, so ergeben sich beispielsweise die Diagramme für jede Elementgruppe (Siehe Abbildung 42 - Abbildung 44 auf Seite 57ff). Durch den Vergleich mit den Jährlichkeiten der Nutzungs- und Risikozonen können die massgebenden Regen aus dem Schnittpunkt dieser Jährlichkeiten mit der entsprechenden Bandbreite der Wirkungen für den Nachweis herausgelesen werden.

<sup>3)</sup> Eine Jährlichkeit kann nicht definiert werden, da der Wasserspiegel aus der Kanalnetzberechnung die Terrainkote übersteigt.

<sup>4)</sup> Die Jährlichkeit von 75 ergibt sich aus der ausgewerteten Regenreihe einer Beobachtungsdauer von 75 Jahren. Das Regenereignis vom 31.7.1978 ist im ersten Rang und kam in dieser Periode also einmal vor.

<sup>5)</sup> In den leeren Feldern kann eine Jährlichkeit nicht definiert werden, da das Volumen der berechneten Wassermenge die Kapazität des Regenbeckens übersteigt

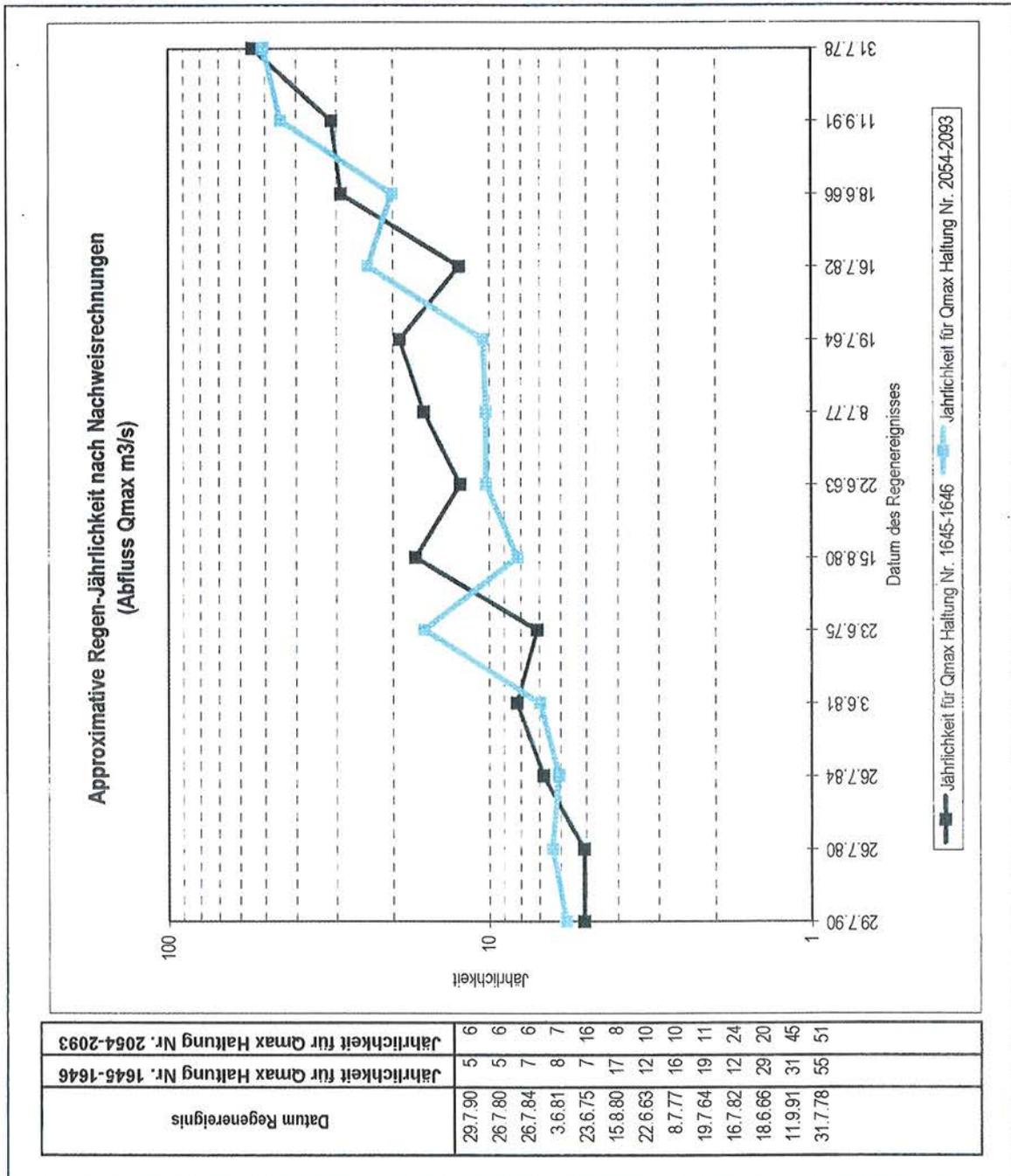


Abbildung 42: Approximative Jährlichkeiten des Abflusses in 2 Haltungen für die Nachweisberechnung (Siehe Lage der Haltungen Abbildung 4, Seite 9)

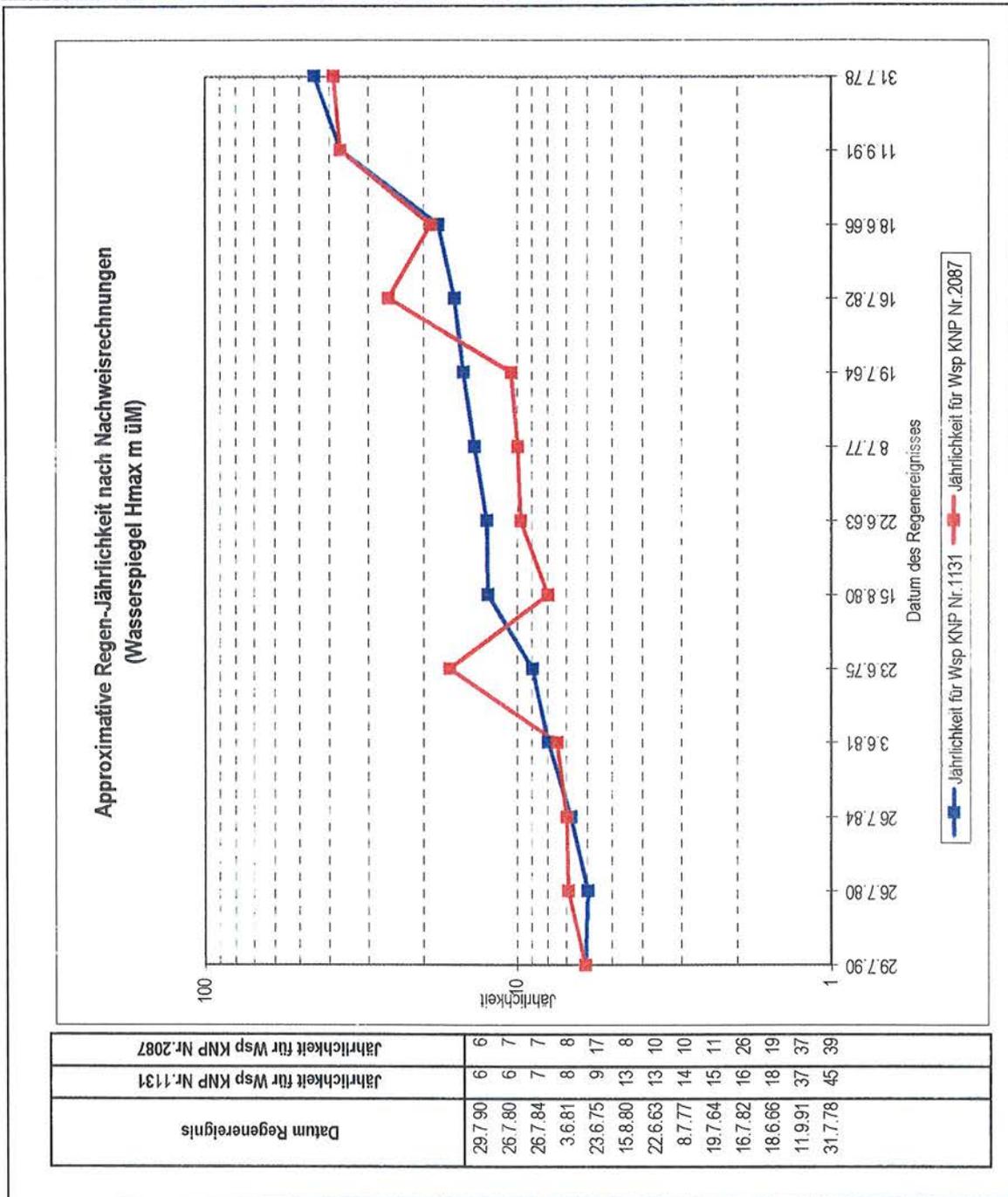


Abbildung 43: Approximative Jährlichkeiten des Wasserspiegels in 2 Knotenpunkten (Schächte) für die Nachweisberechnung (Siehe Lage der Schächte Abbildung 4, Seite 9)

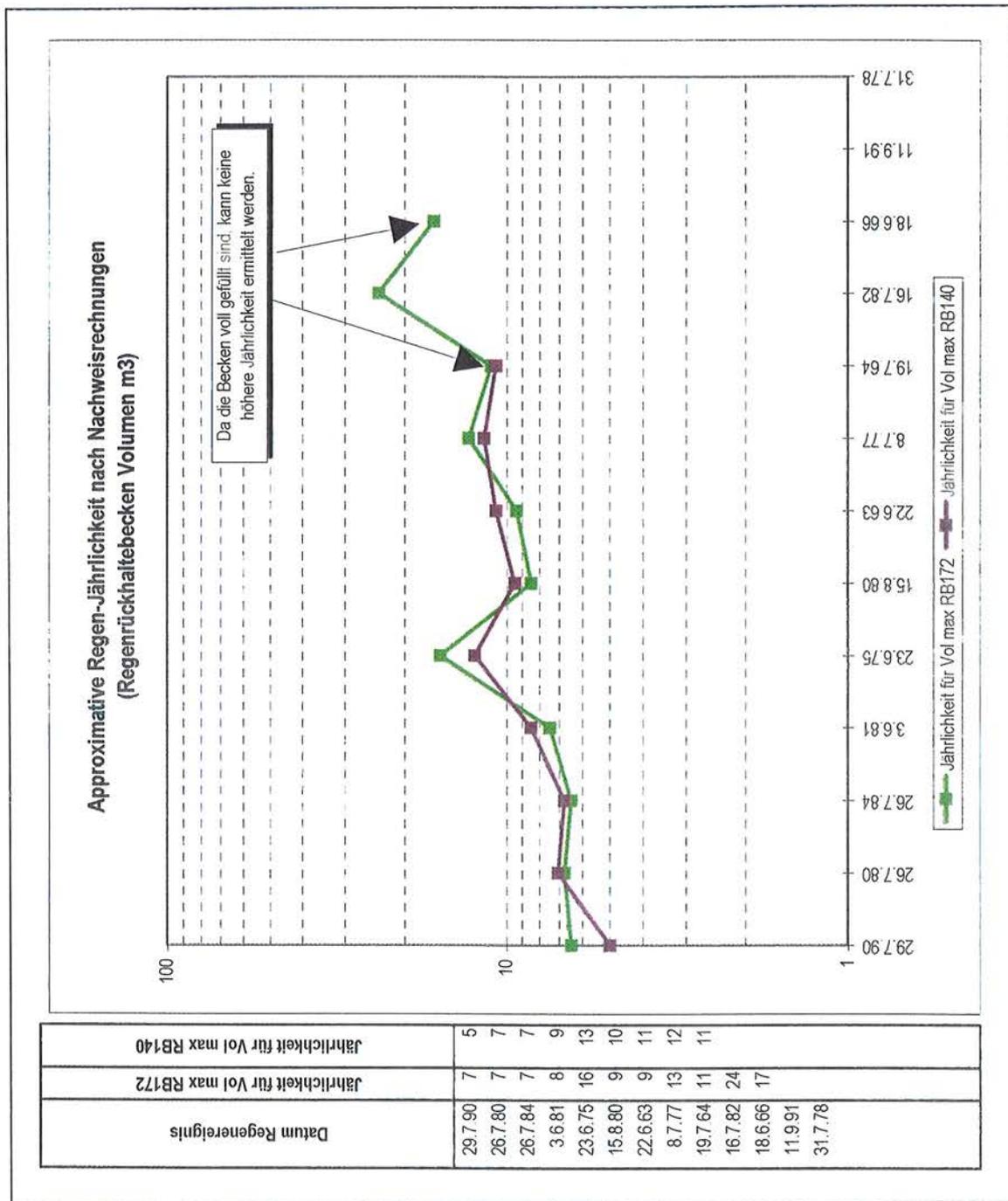
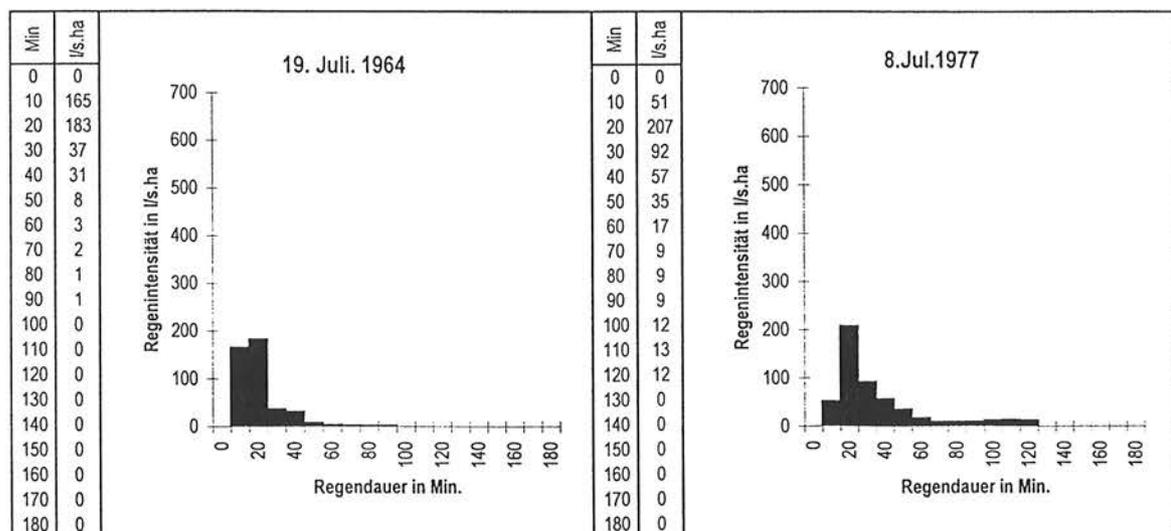
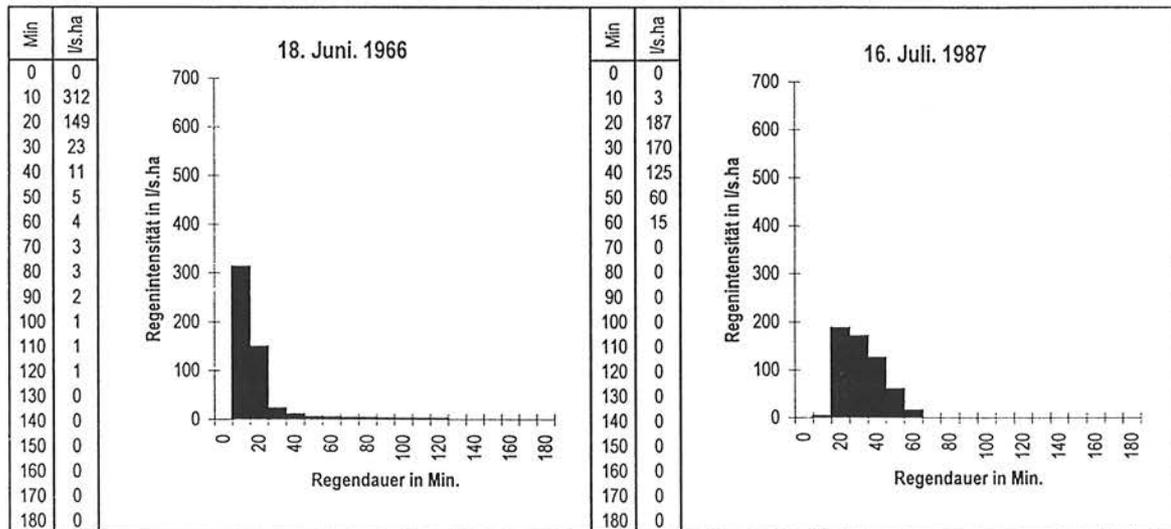
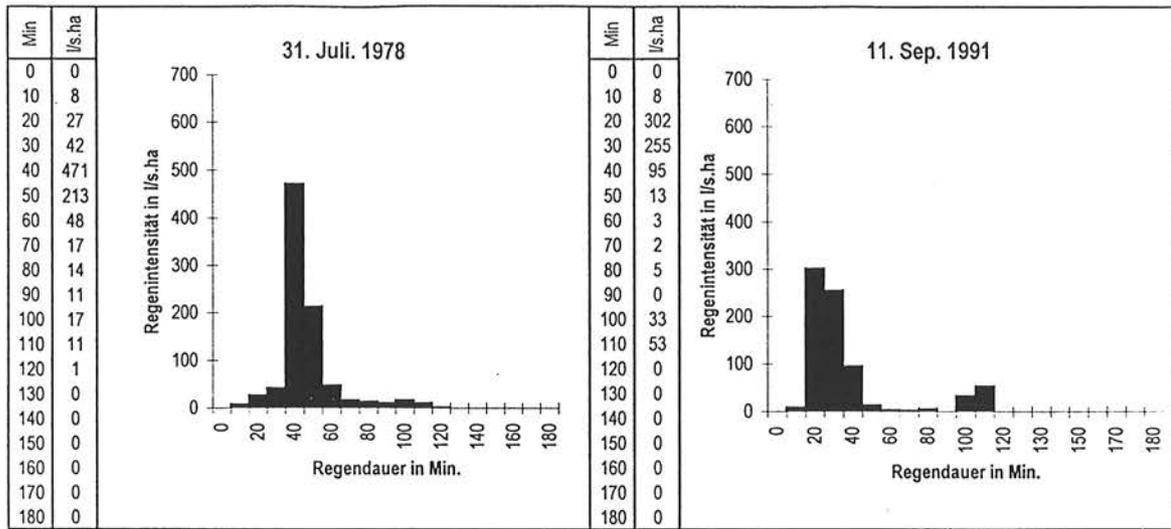
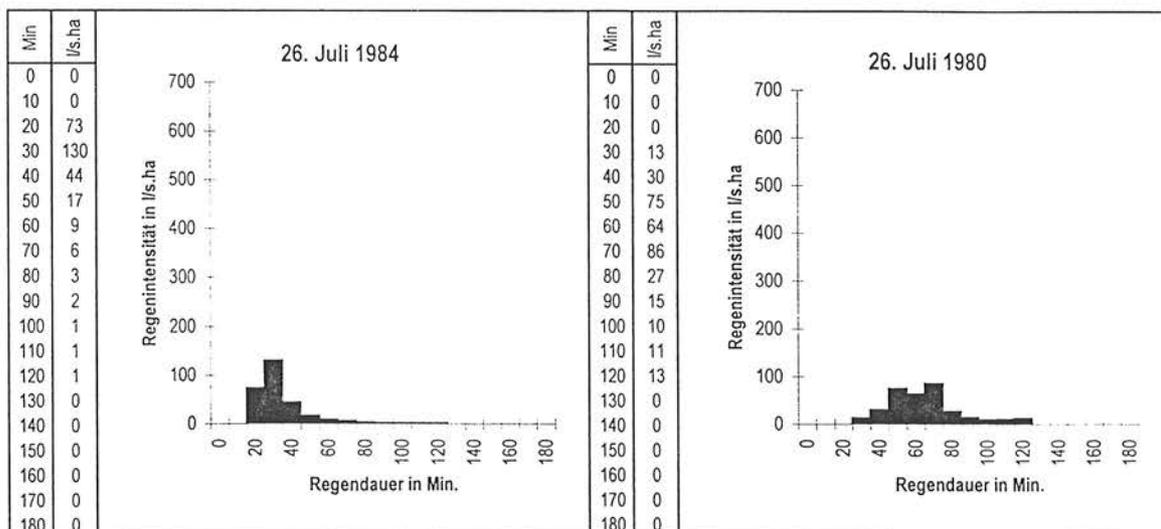
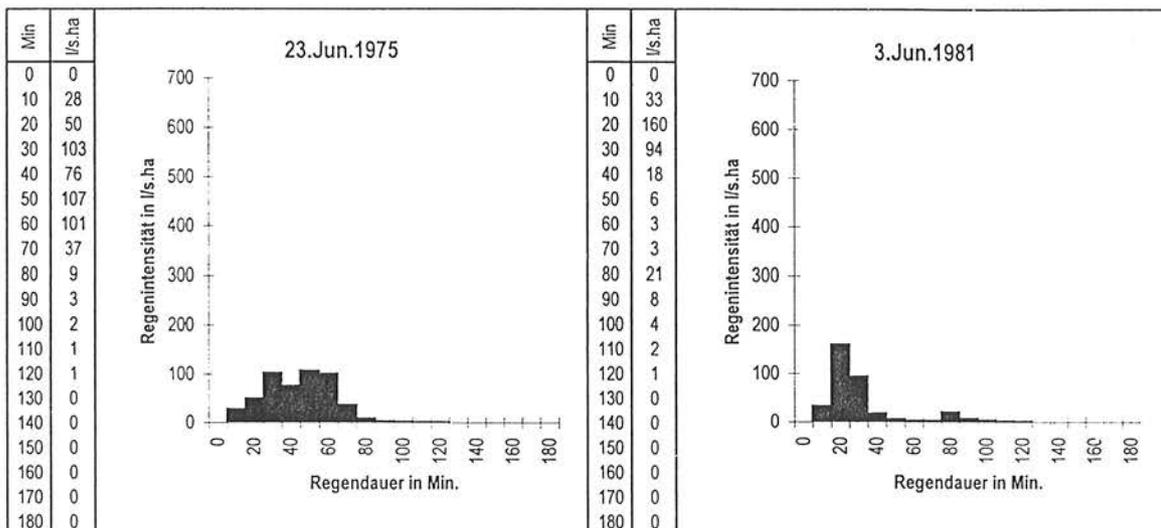
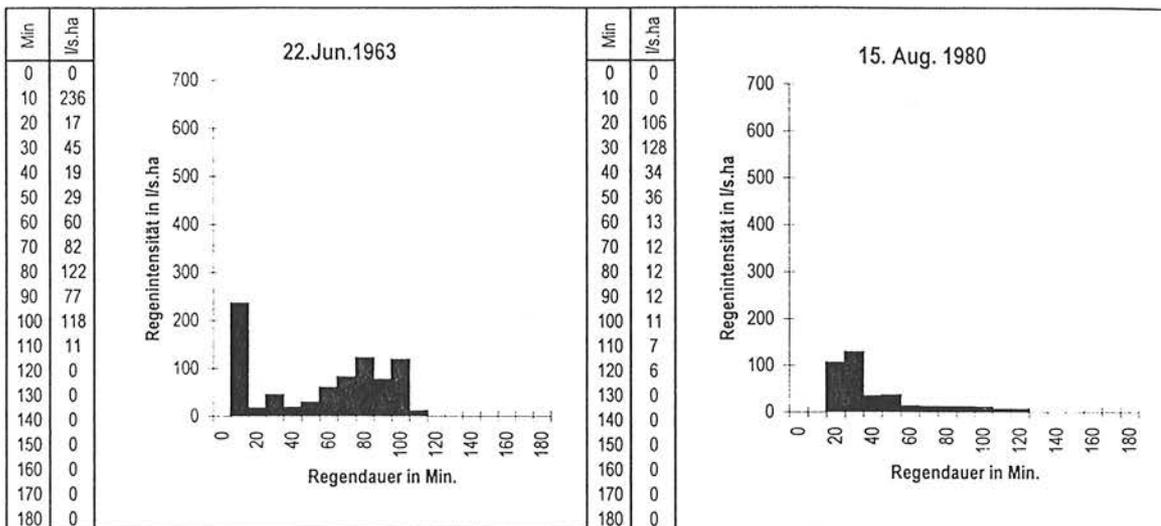


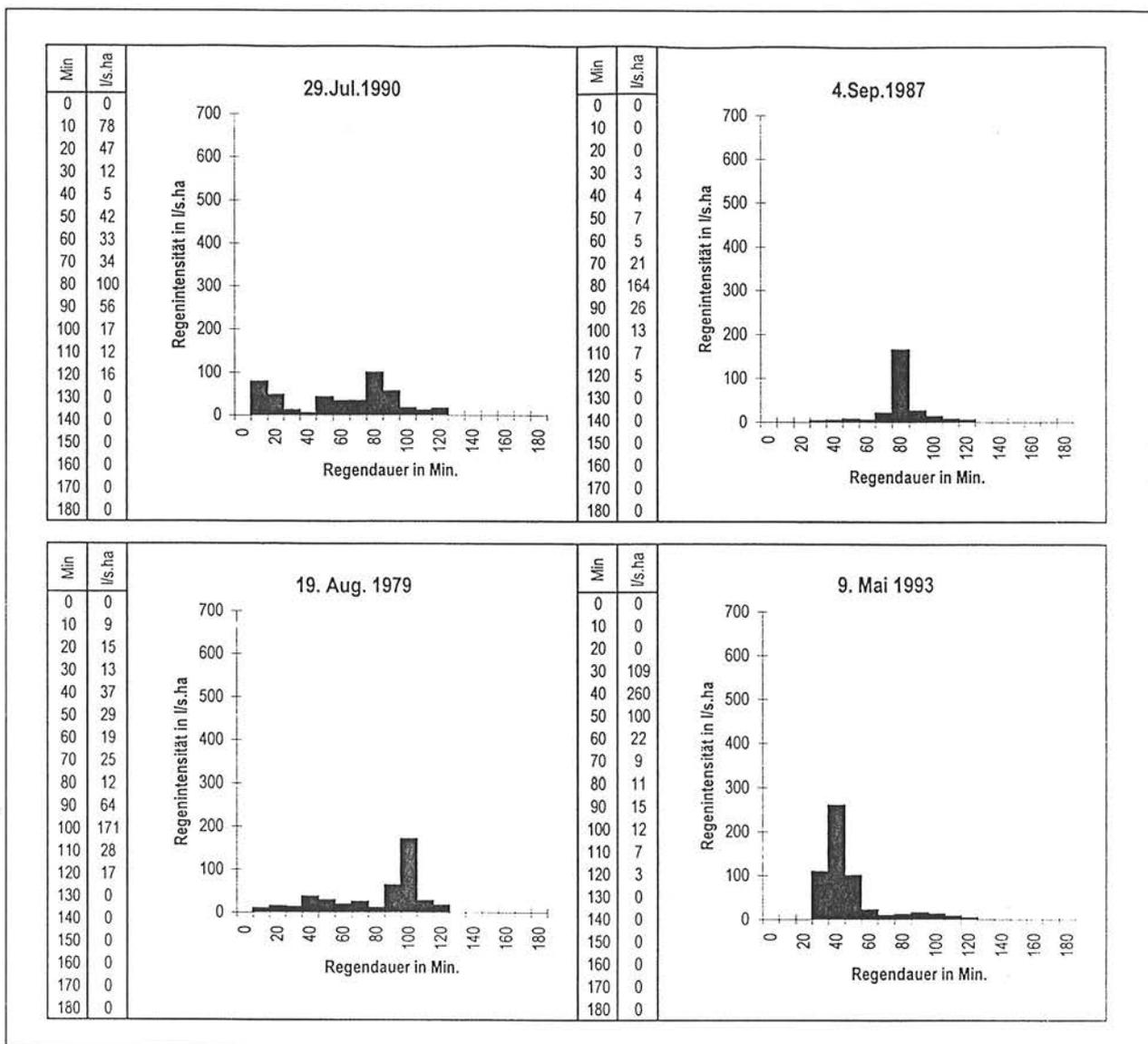
Abbildung 44: Approximative Jährlichkeiten des Volumens in 2 Regenrückhaltebecken für die Nachweisberechnung (Siehe Lage der Becken Abbildung 4, Seite 9)

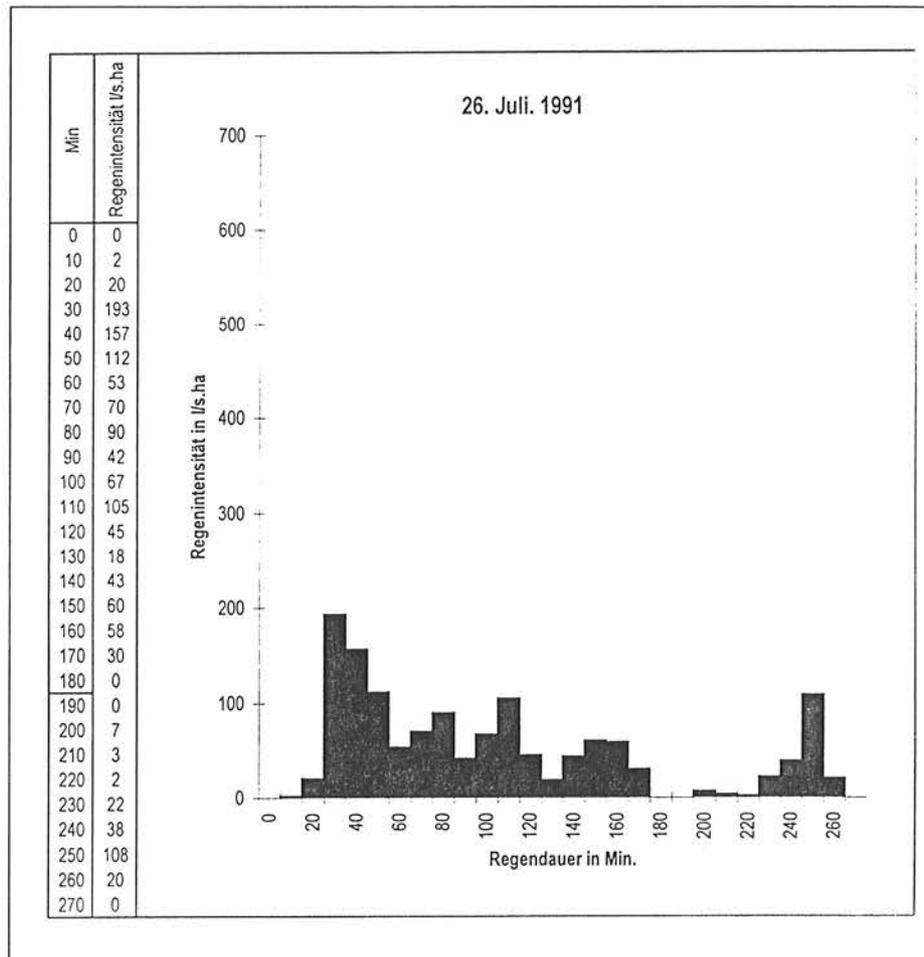
Zur Illustration und Anwendung sind die Werte und der Verlauf der Ganglinien der für den Nachweis der Überstausicherheit massgebenden Regenereignisse des vorigen Beispiels in den folgenden Diagrammen dargestellt.

Die Regendaten für die Region Basel werden in den A-Netzstationen Binningen und Rünenberg der SMA und in der privaten Regenmessstation AWS auf dem Werkhof Allschwil erfasst. Die Aufbereitung dieser Rohdaten und Bereitstellung der Regendaten für die Simulationsberechnung liegt in der Zuständigkeit der Lieferanten bzw. Vertreiber der Simulationsprogramme, von wo die Daten auch bezogen werden können.









## Parameter

Die Ermittlung bzw. Auswahl und Definition der Parameter für die Kanalnetzberechnung beeinflussen das Resultat in hohem Masse. Je nach den Anforderungen müssen die Parameter anhand von Messungen überprüft und allenfalls angepasst werden.

Die Werte sind aus der Literatur, insbesondere den Angaben der verschiedenen Simulationsprogramme sowie aus dem VSA-Musterbuch zu entnehmen.

## Abflussbeiwert

Der Oberflächenabfluss wird von zahlreichen Einflussgrössen bestimmt. Abhängig von der Art und Beschaffenheit der Oberflächen (Form, Grösse, Oberflächenstruktur, Retentionsvermögen, Sickerfähigkeit, etc.), dem klimatischen Umfeld (Luftfeuchtigkeit, Wind, Temperatur, etc.) sowie der Natur des Regens (Verlauf, Menge, Intensität, Vorbefeuchtung, etc.) ist die Wirkung der einzelnen abflussbestimmenden Parameter für den Abflussbeiwert stark unterschiedlich.

Die Rolle bzw. der Einfluss der verschiedenen hydrologischen Parameter ist zudem von den Randbedingungen der Aufgabenstellung abhängig und kann nicht verallgemeinert werden. Währendem z.B. die Verlustparameter für Verdunstung, Benetzung, Interzeption durch Bäume und Büsche, sowie die Retention in Pfützen für die Berechnung von Maximalabflüssen meist eine untergeordnete Rolle spielen, haben diese bei Bilanzrechnungen mit Langzeit-Simulationen einen wesentlichen Einfluss.

Entsprechend der Aufgabenstellung und der benutzten Berechnungsmethode sind auch unterschiedliche Anforderungen an die Methoden für die Bestimmung der Abflussparameter zu stellen.

### Abflussbeiwert für die pauschale Berechnung des Regenwetteranfalls

Näherungsweise können die Abflussbeiwerte für einfache Verhältnisse mit Hilfe der versiegelten Flächen wie folgt ermittelt werden:

$$\Psi_s = a \cdot \frac{F_{\text{versiegelt}}}{F_{\text{gesamt}}}$$

- $\psi_s$  = Spitzen - Abflussbeiwert (= abflusswirksamer Flächenanteil in Relation zur Teileinzugsfläche)
- $a = 0,8 - 1,0$  (Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Verdunstungs- und Muldenverluste).
- $F_{\text{versiegelt}}$  = Versiegelte Fläche des Teileinzugsgebietes
- $F_{\text{gesamt}}$  = Gesamtfläche des Teileinzugsgebietes

⇒ Hinweis 21: Siehe GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.5.2 (Abwasseranfall bei Regenwetter), Blatt 15ff

### Abflussbeiwert für die differenzierte Berechnung des Regenwasseranfalls (Modellrechnung)

Der abflusswirksame Niederschlag (= Oberflächenabfluss) ergibt sich aus der Differenz des zeitlichen Verlaufs des Gesamtniederschlags und der Summe der Verluste.

Aufgrund der differenzierten Erfassung der Oberflächenbeschaffenheit wird der Befestigungsgrad ( $\gamma$ ) für jede Flächenart ermittelt:

Steildächer  
Flachdächer  
Strassen- und Platzflächen  
unbefestigte Flächen

Der differenzierte Abflussbeiwert berücksichtigt zudem die verschiedenen Arten von Verlusten des Oberflächenabflusses:

Oberflächen - Benetzung  
Verdunstung  
Versickerung  
Muldenrückhalt

Dieser sog. Befestigungsgrad  $\gamma$  kann als abflusswirksamer Flächenanteil (in %) in Relation zur Gesamtfläche des Teileinzugsgebietes definiert werden. Er bildet demnach die Grundlage sowohl für die einfache Listenrechnung als auch für die Modellrechnung nach dem Simulationsverfahren.

⇒ Hinweis 22: Siehe auch Zustandsbericht Einzugsgebiet bzw. GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.4.5.

Zusätzlich zur differenzierten Ermittlung der Teilabflüsse aus den einzelnen Flächen kann die Abflussbildung der Teilgebiete sowie die Lage des Gebietsschwerpunktes bezogen auf den Kanal berücksichtigt werden

Simulationsprogramme berücksichtigen die genannten Zusammenhänge in detaillierter oder zusammengefasster Form für die Berechnung der Transformation des Nettoniederschlages in individuelle Abflussganglinien.

⇒ Hinweis 23: Siehe GEP - Musterbuch des VSA Ziff. 5.5.2 (Abwasseranfall bei Regenwetter), Blatt 17ff

#### **Daraus ergibt sich:**

- *Bei der einfachen Fliesszeitmethode oder ähnlichen Berechnungsmethoden kann mit einem globalen Abflussbeiwert gerechnet werden.*
- *Bei der Anwendung von komplizierten Kanalnetzrechnungsmethoden nach dem hydrologischen und hydrodynamischen Simulationsverfahren ist eine differenzierte Erfassung der abflusswirksamen Teileinflussflächen und die Berücksichtigung der verschiedenen Verluste des Oberflächenabflusses unerlässlich.*

## **Hydraulische Parameter**

Unter hydraulischen Parametern werden in erster Linie verstanden:

- Rauigkeitsbeiwerte
- Verlustbeiwerte
- Überfallbeiwerte

## **Hydrologische Parameter**

Die hydrologischen Parameter umfassen folgende Grössen:

- Abflussbeiwert
- Benetzungsverluste
- Muldenverluste
- Verdunstungsverluste
- Versickerungsbeiwerte

## **Randbedingungen**

Bei der Berechnung spielen folgende Randbedingungen eine wesentliche Rolle:

- *Vorflutverhältnisse (Abflusskapazität, Grad der Schmutzstoffbelastung)*
- *Zuflüsse aus anderen Gebieten*
- *Abflüsse in andere Gebiete, Vorfluter oder Regenrückhaltebecken (Rückstau bei festem oder variablem Wasserstand)*
- *Charakteristika von Pumpen- und Drosselanlagen*

- *Steuerorgane*
- *Speicher und Abwasser-Behandlungsanlagen*
- *Trennbauwerke*
- *Trockenwetter- und andere Basisabflüsse*

## **SCHLUSSWORT**

Die vorliegende Version der Richtlinien für die Kanalnetzberechnung Basel-Landschaft ist als Versuch zu werten, u.a. die spezifischen Bestimmungen der Siedlungsentwässerung des neuen Gewässerschutzgesetzes des Kantons Basel-Landschaft in die Praxis umzusetzen und die Grundlagen für die praktische Anwendung der dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Methoden der Kanalnetzberechnung für die GEP-Bearbeitung zu schaffen.

Die Richtlinien erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern bilden eine Ergänzung zu den GEP-Richtlinien und zum GEP-Musterbuch des VSA. Aufgrund von praktischen Erfahrungen sollen sie laufend ergänzt, aktualisiert und verbessert werden.

Amt für Umweltschutz und  
Energie, Basel-Landschaft

## VERFASSER

Mitglieder der Richtlinien-Arbeitsgruppe:

F. Stierli, Leiter Abteilung Abwasser, AUE

T. Lang, AUE

A.W. Schmid, Ing.büro AWS, Allschwil

Chr. Eicher, Ing.büro, Belp

Dr. P. Gonsowski, R. Brodmann, Gruner AG, Basel

T. Schaffhauser, Rapp AG, Basel

E. Wahl, Sutter AG, Arboldswil