

Hydraulischer Nachweis bestehender Entwässerungssysteme; Hinweise zur Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit

Verfasser: Florian Funke

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	130
2. Wichtige Begriffsdefinitionen	130
3. Berechnungsverfahren	131
3.1 Fließzeitverfahren	131
3.2 Hydrologische Ganglinienverfahren	132
3.3 Hydrodynamische Verfahren	132
4. Wahl der Niederschlagsbelastung	132
4.1 Regenspendenlinie, Blockregen	132
4.2 Modellregen	132
4.3 Gemessene Starkregenserien	133
5. Empfehlungen für Kanalnetzberechnungen	133
6. Vorgehensweise bei der Überrechnung eines Kanalnetzes	134
7. Zusammenfassung	136

1. Einleitung

Die Sammlung und Beseitigung des Abwassers gehört zu den hoheitlichen Aufgaben einer Gemeinde. Kommt es zu Überflutungen, weil die Kapazität einer Kanalisation unzureichend ist, kann dies zu Schadensersatzansprüchen gegen die Gemeinde führen.

Viele Gemeinden verfügen über historisch gewachsene Kanalnetze zur Ableitung des Abwassers. Die beim Bau der Kanalisation getroffenen Annahmen bezüglich der abzuführenden Wassermengen sind häufig überholt. Gründe hierfür sind z.B. die zunehmende Dichte der Bebauung und die Ausweisung von Baugebieten, die bei der damaligen Bemessung der Kanalisation noch nicht berücksichtigt wurden.

Um beurteilen zu können, ob ein bestehendes Kanalnetz einen ausreichenden Überflutungsschutz sicherstellen kann, sowie zur Festlegung erforderlicher Maßnahmen zur Sanierung bereits bekannter Schwachstellen werden hydraulische Kanalnetzrechnungen durchgeführt.

Eine wichtige Hilfe für die Durchführung von Kanalnetzrechnungen ist das Arbeitsblatt A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“, das im Rahmen des Regelwerks der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) im November 1999 erschienen ist. Es ersetzt das bis dahin gültige Arbeitsblatt A 118 „Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen“ von 1977.

Das neue ATV-Arbeitsblatt A 118 wurde durch die europäische Normung veranlaßt und berücksichtigt die Normenreihe DIN EN 752 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“.

2. Wichtige Begriffsdefinitionen

Nachfolgend sind einige wichtige Fachbegriffe erklärt, die im Zusammenhang mit Kanalnetzrechnungen verwendet werden. Die Erklärungen wurden überwiegend dem Kapitel 2 „Definitionen“ des ATV-Arbeitsblatts A 118 entnommen.

Abflußbeiwert	Der Abflußbeiwert ist ein vom Einzugsgebiet abhängiger Faktor. Der Abflußbeiwert beschreibt das Verhältnis des in einem Kanalnetz abfließenden Regenwassers eines Regens zum in demselben Gebiet niedergefallenen Regen.
Abflußsimulation	Modellierung von Abflüssen in Entwässerungssystemen
Einstau	Belastungszustand der Kanalisation, bei dem der Wasserstand die Höhe des Rohrscheitels überschreitet.
Einzugsgebiet	Gebiet mit Abfluß zu einer Abwasserleitung, einem Abwasserkanal oder einem Gewässer
Freispiegelsystem	Entwässerungssystem, bei dem der Abfluß durch Schwerkraft erfolgt und bei dem Leitungen normalerweise mit Teilfüllung betrieben werden.
Häufigkeit	Anzahl der Ereignisse, die im langjährigen statistischen Mittel innerhalb eines Jahres einen Wert erreichen oder überschreiten (Kehrwert der Wiederkehrzeit).

Mischsystem	Entwässerungssystem, bestehend aus einem einzigen Leitungs-/Kanalsystem zur gemeinsamen Ableitung von Schmutz- und Regenwasser
Modifiziertes Mischsystem	Sonderfall des Mischsystems. Dem Mischwasserkanal wird nur häusliches und betriebliches Schmutzwasser sowie behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser zugeführt; dieses Mischwasser wird abgeleitet und behandelt. Nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser wird ganz oder teilweise unmittelbar am Entstehungsort oder nach Ableitung versickert oder direkt in ein Oberflächenwasser eingeleitet.
Rückstaulinie	Berechnete oder tatsächlich auftretende Abwasserstände in einem Entwässerungssystem oberhalb eines bestimmten Kontrollquerschnitts
Trennsystem	Entwässerungssystem für die getrennte Ableitung von Schmutz- und Regenwasser, das normalerweise aus zwei Leitungs-/Kanalsystemen besteht.
Überflutung	Zustand, bei dem Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten können und entweder auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen.
Überstau	Belastungszustand der Kanalisation, bei dem der Wasserstand ein definiertes Bezugsniveau (meist Geländeoberkante) überschreitet.
Wiederkehrzeit, Jährlichkeit	Mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert erreicht oder überschreitet (Kehrwert der Häufigkeit).

3. Berechnungsverfahren

Bei den Kanalnetzrechnungsmethoden wird zwischen Fließzeitverfahren, hydrologischen Ganglinienverfahren und hydrodynamischen Verfahren unterschieden.

3.1 Fließzeitverfahren

Bei den Fließzeitverfahren steht die Berechnung von Maximalabflüssen im Vordergrund. Die zugehörigen Wasserstände werden in einer gesonderten Berechnung bestimmt, wobei Wasserstände über dem Kanalscheitel (Einstau) nur ungenau ermittelt werden können. Der Nachweis der Überstauhäufigkeit ist mit diesen Verfahren nicht möglich.

Hydrologische Verfahren werden auch als Fließzeitverfahren bezeichnet.

Das am häufigsten eingesetzte herkömmliche Berechnungsverfahren ist das Zeitbeiwertverfahren. Mit dem Zeitbeiwertverfahren wird anhand einer gewählten Regenspende und Spitzenabflußbeiwerten¹ der größte Regenabfluß ermittelt.

¹ Spitzenabflußbeiwert ψ_s aus A 118, Tabelle 6

3.2 Hydrologische Ganglinien

Hydrologische Ganglinienverfahren sind auch geeignet, eine Abflußganglinie zu berechnen, wobei die beim Abflußvorgang auftretende Wellenverschiebung und -dämpfung berücksichtigt wird.

3.3 Hydrodynamische Verfahren

Hydrodynamische Berechnungsmethoden bauen direkt auf den physikalisch-hydraulischen Gesetzmäßigkeiten des Fließvorgangs in Kanälen auf. Überlastungszustände wie Druckabfluß und Rückstau bis hin zur Fließumkehr werden wirklichkeitsnah wiedergegeben. Dadurch ist es möglich, auch Wasserstände über Kanalscheitel zu berechnen und die Überstauhäufigkeit nachzuweisen.

4. Wahl der Niederschlagsbelastung

Welche Art von Bemessungsregen angesetzt wird, hängt im wesentlichen vom Berechnungsverfahren und von der Größe des Einzugsgebiets ab. Folgende Bemessungsregen werden zugrunde gelegt:

4.1 Regenspendenlinie, Blockregen

Regenspendenlinien bzw. Blockregen beruhen auf der Erkenntnis, daß starke Regenfälle von kurzer Dauer sind und schwache Regen länger anhalten. So bezeichnet z.B. eine Regenspende $r_{15,1}$ eine Regenspende von 15minütiger Dauer und einer statistischen Häufigkeit von einmal jährlich.

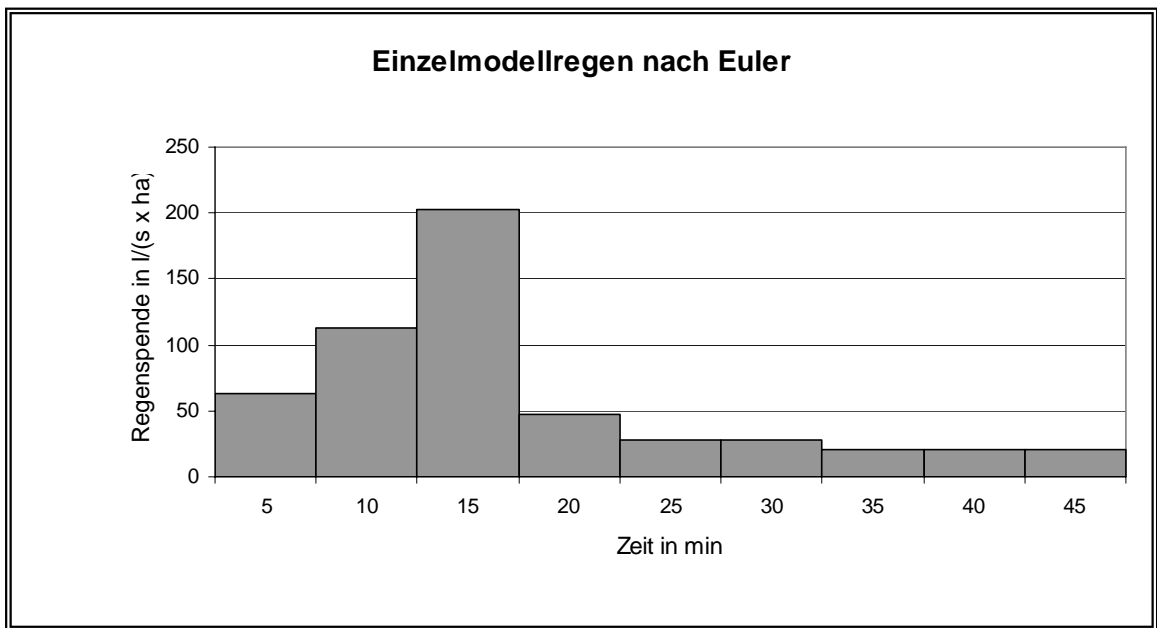
Die Regenspenden können z.B. mit Hilfe des KOSTRA-Atlas² des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ermittelt werden.

4.2 Modellregen

Modellregen weisen, im Gegensatz zu den Blockregen, eine über die gewählte Regendauer unterschiedliche Intensität auf. Modellregen (z.B. Modellregen nach Euler Typ II) werden aus Regenspenden unterschiedlicher Dauer gebildet.

Modellregengruppen sind mehrere Modellregen mit unterschiedlicher Dauer. Sie werden in großen Einzugsgebieten angesetzt.

² Starkniederschlagshöhen für Deutschland KOSTRA; Selbstverlag des DWD 1997



4.3 Gemessene Starkregenserien

Bei der Verwendung von Starkregenserien wird direkt auf gemessene und registrierte Regenereignisse zugegriffen, die nach bestimmten Kriterien ausgewählt werden. Hierfür sind langjährige Regenaufzeichnungen erforderlich.

5. Empfehlungen für Kanalnetzberechnungen

Für die Nachrechnung bestehender Kanalsysteme gibt das Arbeitsblatt A 118 folgende Anwendungsempfehlungen:

	Fließzeitverfahren	hydrologische Modelle	hydrodynamische Modelle
Regenspendenlinie, Blockregen	möglich	Anwendung nicht möglich	Anwendung nicht möglich
Modellregen Euler (Typ II)	Anwendung nicht möglich	möglich	empfohlen
Modellregengruppen	Anwendung nicht möglich	möglich	empfohlen
Gemessene Starkregenserien	Anwendung nicht möglich	möglich	empfohlen

Da nur mit hydrodynamischen Modellen Wasserstände über Rohrscheitel zutreffend ermittelt werden können, empfiehlt es sich, diese Modelle bei der Nachrechnung anzuwenden. Fließzeitverfahren sollten nur bei sehr kleinen Netzen bis zu einer Fließzeit von 15 Minuten verwendet werden, wobei hier generell zu prüfen ist, ob eine Nachrechnung sinnvoll ist.

Wird die Überstauhäufigkeit zur Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit herangezogen, können nachfolgende zulässige Überstauhäufigkeiten als Kriterium herangezogen werden:

Zulässige Überstauhäufigkeiten zur Kennzeichnung der Mindestleistungsfähigkeit vorhandener Kanalnetze:		
Einzugsgebiet	Überstauhäufigkeit $n_{\bar{u}}$	Wiederkehrzeit T
Allgemeine Baugebiete	$\leq 0,50/a$	2 Jahre
Stadtzentren	$\leq 0,33/a$	3 Jahre
Außengebiete	$\leq 1,00/a$	1 Jahr
Unterführungen	$\leq 0,20/a$	5 Jahre

Für kleinere und mittlere Einzugsgebiete kann die gewählte Regenhäufigkeit n für einen Einzelmodellregen oder eine Modellregengruppe mit der maßgebenden Überstauhäufigkeit gleichgesetzt werden.³

Bei der Nachrechnung bestehender Kanalsysteme ist besonderes Augenmerk auf das tatsächliche Abflußverhalten zu legen. Die Kanalnetzberechnung ist durch systematische Beobachtungen und, falls vorhanden, durch Messungen zu ergänzen. Es sollten das Personal des Bauamts und des Kanalbetriebs sowie die Feuerwehr und die Anwohner befragt werden, wo und wie oft in der Vergangenheit Überlastungen des Kanalnetzes beobachtet wurden.

Außerdem ist vor Ort zu prüfen, welche Auswirkungen auftretende Überlastungen haben. Die Gefahr lokaler Überflutungen, z.B. an Tiefpunkten, läßt sich u.U. auch mit konstruktiven Maßnahmen, z.B. Erhöhung der Bordsteine, vermindern.

6. Vorgehensweise bei der Überrechnung eines Kanalnetzes

Bevor eine Kanalnetzberechnung in Auftrag gegeben wird, sollte die Zweckmäßigkeit der Berechnung geprüft werden. Die Überrechnung eines funktionierenden Netzes ist nicht erforderlich, solange abflußrelevante Veränderungen nicht geplant sind. Anlaß für eine Kanalnetzberechnung können sein:

³ E. Meißner, Merkblatt Nr. 4.3-2 des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft, 1991

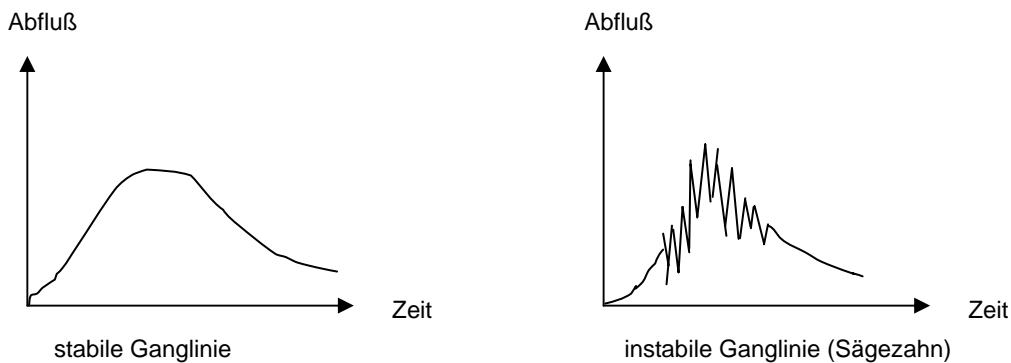
- in der Vergangenheit häufiger aufgetretene Überflutungen,
- geplante Ausweisungen von Baugebieten, die zu einer wesentlichen Erhöhung des Abflusses im Einzugsgebiet führen,
- bauliche Veränderungen im Einzugsgebiet, die zu einer Veränderung des Abflußverhaltens führen, z.B. im Zuge des Ausbaus der Mischwasserbehandlung.

Wird die Notwendigkeit einer Kanalnetzberechnung bejaht, sollte diese in der Regel mit einem hydrodynamischen Rechenmodell (Gruppe 0 gemäß Klassifikation im ATV-Arbeitsblatt A 110 „Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen“) durchgeführt werden, um qualifizierte Aussagen über Wasserstände im Netz und Überstauhäufigkeiten zu erhalten.

Es ist festzulegen, ob das gesamte Kanalnetz zu berechnen ist oder ob die Berechnung einzelner Teilgebiete, z.B. bekannter Problemstellen, ausreicht.

Besonderes Augenmerk ist auf die Grundlagenermittlung zu richten. Eine sorgfältige Ermittlung der Eingangsdaten wie abflußwirksame Flächen, Geländeneigung, Kanalbestandsdaten usw. ist Voraussetzung für ein realistisches Ergebnis der Kanalnetzberechnung.

Bei hydrodynamischen Berechnungsmodellen können für jedes Netzelement Abflußganglinien erzeugt und ausgedruckt werden. Es empfiehlt sich für den Auftraggeber und die prüfende Stelle, sich Ganglinien von wichtigen Netzelementen (z.B. Zusammenflüsse von Haupt-sammlern) zeigen zu lassen. Weisen die Ganglinien einen sägezahnartigen Verlauf auf, ist die Berechnung nicht stabil. Sie wäre unter Würdigung der eingegebenen Parameter zu wiederholen.



Die Berechnungsergebnisse sollten außerdem mit dem bisher beobachteten oder gemessenen Abflußverhalten verglichen werden. Besteht keine Übereinstimmung, muß die Ursache gesucht und gegebenenfalls eine Korrektur vorgenommen werden.

Wird ein zufriedenstellendes Berechnungsergebnis erzielt, das das tatsächliche Abflußverhalten realistisch wiedergibt, bildet diese Ist-Berechnung die Grundlage für die Prognose- und Sanierungsberechnungen.

Der Auftraggeber sollte sich die Netz- und Eingabedaten sowie die Berechnung nicht nur in Papierform, sondern auch auf Datenträger in einem geeigneten Datenformat aushändigen lassen.

7. Zusammenfassung

Die Sanierungsbedürftigkeit bestehender Kanalnetze richtet sich in erster Linie nach ihrem tatsächlichen Abflußverhalten. Ein bloßer Austausch von Kanälen aufgrund einer lediglich rechnerisch festgestellten Überlastung sollte vermieden werden. Bei festgestellten Überflutungen ist das Schadenspotential zu prüfen und zu bewerten.

Für den hydraulischen Nachweis bestehender Netze empfiehlt sich die Verwendung eines hydrodynamischen Berechnungsmodells, da nur mit diesem Berechnungsverfahren Wasserstände im Kanalnetz zutreffend ermittelt werden können und der Nachweis der Überstauhäufigkeit möglich ist. Es ist auf eine sorgfältige Grundlagenermittlung und auf eine fachgerechte Durchführung der Berechnung zu achten.

Wird eine Überstauhäufigkeit nachgewiesen, können die unter Abschnitt 5 aufgeführten zulässigen Überstauhäufigkeiten als Sanierungskriterium zugrunde gelegt werden.