**A 7 Entwässerungsrinnen und Straßenabläufe in befestigten Verkehrsflächen**

**A 7.1 Entwässerungsrinnen und Straßenabläufe in befestigten Verkehrsflächen - Erläuterungen und Beispiele**

I**nhaltsübersicht**

Seite

[Verzeichnis der Bilder 2](#_Toc114973193)

[Verzeichnis der Tabellen 2](#_Toc114973194)

[1. Vorbemerkungen 3](#_Toc114973195)

[2. Erläuterungen zum Tabellenwerk 3](#_Toc114973196)

[3. Grundlagen 6](#_Toc114973197)

[3.1 Einzugsgebiet und Abflüsse 6](#_Toc114973198)

[3.2 Leistungsfähigkeit des Gerinnes 7](#_Toc114973199)

[4. Bemessung des Gesamtsystems Gerinne-Straßenablauf 8](#_Toc114973200)

[4.1 Tabellenparameter 8](#_Toc114973201)

[4.2 Gerinnegrundlast 8](#_Toc114973202)

[4.3 Vollständige Systemauslastung 8](#_Toc114973203)

[4.4 Unvollständige Systemauslastung (100 %ige Ablaufleistung) 8](#_Toc114973204)

[4.5 Pendelrinne 9](#_Toc114973205)

[5. Bemessungsbeispiele 10](#_Toc114973206)

[5.1 Ermittlung der Straßenablaufabstände 11](#_Toc114973207)

[5.2 Ermittlung der Straßenablaufabstände – Bemessung im Vergleich 11](#_Toc114973208)

[5.2.1 Pauschalierter Ansatz mit fester Einzugsgebietsgröße 12](#_Toc114973209)

[5.2.2 Unvollständige Systemauslastung, jedoch 100 %ige Straßenablaufleistung 12](#_Toc114973210)

[5.2.3 Vollständige Systemauslastung 13](#_Toc114973211)

[5.3 Bestimmung der Straßenablaufabstände bei veränderlichen geometrischen Bedingungen 13](#_Toc114973212)

[5.4 Bemessung einer Pendelrinne 17](#_Toc114973213)

## Verzeichnis der Bilder

[Bild 1: Aufsatz Typ I 300 x 500 nach DIN 19594 4](#_Toc109448847)

[Bild 2: Aufsatz Typ II 500 x 500 nach DIN 19583 4](#_Toc109448848)

[Bild 3: Aufsatz Typ III 500 x 780 5](#_Toc109448849)

[Bild 4: Beispiel für eine Straßenablaufbucht 5](#_Toc109448850)

[Bild 5: Rinne-Abläufe, Einzugsgebiet und Abflüsse 6](#_Toc109448851)

[Bild 6: Entwurfselemente zum Beispiel 15](#_Toc109448852)

[Bild 7: Grafische Ermittlung des Straßenablaufabstandes 17](#_Toc109448853)

## Verzeichnis der Tabellen

[**Tabelle 1:** Maximale Gerinnezuflüsse, die die Straßenabläufe bzw. die Straßenablaufbuchten gerade noch aufnehmen 9](#_Toc52904978)

[**Tabelle 2:** Hilfswerte zur Erzeugung des Straßenablaufabstandes in Bild 7 aus den Bemessungstabellen A7 8.2.4 bis A7.2.9 15](#_Toc52904979)

[**Tabelle 3:** Ergebniswerte einer Beispielrechnung: Bemessung einer Pendelrinne 17](#_Toc52904980)

# 1. Vorbemerkungen

Der Abfluss im System von Straßenrinne und Straßenabläufen hängt wesentlich von der Quer‑ und Längs­neigung des Gerinnes und von der zulässigen Wasserspiegelbreite ab. Rein analytisch lässt sich das Schluckvermögen des Aufsatzes nicht bestimmen. Am Institut für Wasserbau der Technischen Hochschule Darmstadt wurden auf der Grundlage von Modellversuchen[[1]](#footnote-1) Unter­suchungen zum Schluckvermögen durchgeführt. Hieraus sind Bemessungstabellen abgeleitet worden. Zur Vereinfachung enthält dieser FGSV-Link Tabellen zur Bestimmung von Straßenablaufabständen.

Für die Ermittlung der Straßenablaufabstände auf Brücken wird auf die ZTV-ING[[2]](#footnote-2) Teil „Bau­werks­ausstattung“ Abschnitt 5 „Entwässerungen“ verwiesen.

# 2. Erläuterungen zum Tabellenwerk

Die Bemessungstabellen zu Entwässerungsrinnen und Straßenabläufen sind am Ende wieder­gegeben. Sie sind derart auf­bereitet, dass bei einer vorgegebenen maximalen Wasser­spiegelbreite der maximal mögliche Zufluss im Gerinne neben dem zugehörigen Abfluss eines vorgegebenen Straßenaufsatzes steht. Die Tabellen sind in drei Gruppen unterteilt:

1. Dimensionierung von Bordrinne und Straßenablauf
2. Dimensionierung von Bordrinne und Straßenablaufbucht
3. Dimensionierung von Spitzrinne und Straßenablauf

In den Bemessungstabellen für Bord‑ und Spitzrinnen wurden drei Aufsatz-Typen I, II und III berücksichtigt. Für die Bordrinne-Straßenablaufbucht-Kombination wurde nur der Aufsatz vom Typ II bei Straßenablaufbuchtlängen LI= 1,8 m, LII = 2,7 m und LIII = 4,2 m untersucht und aufgenommen.

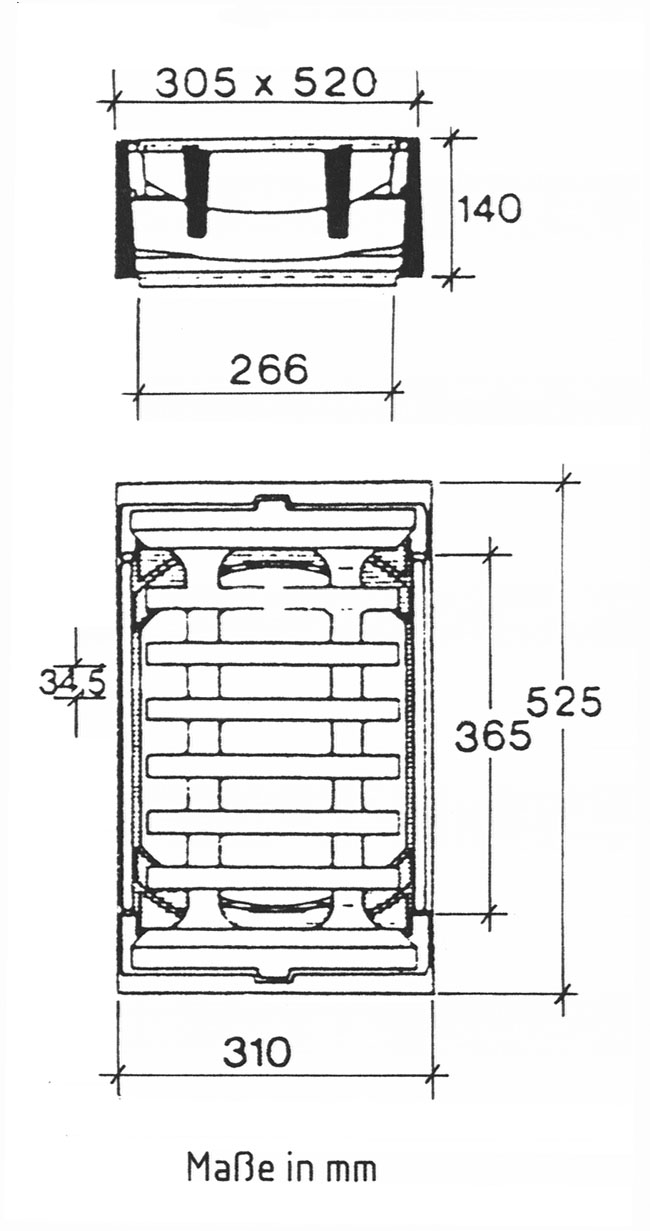


Bild 1: Aufsatz Typ I 300 x 500 nach DIN 19594

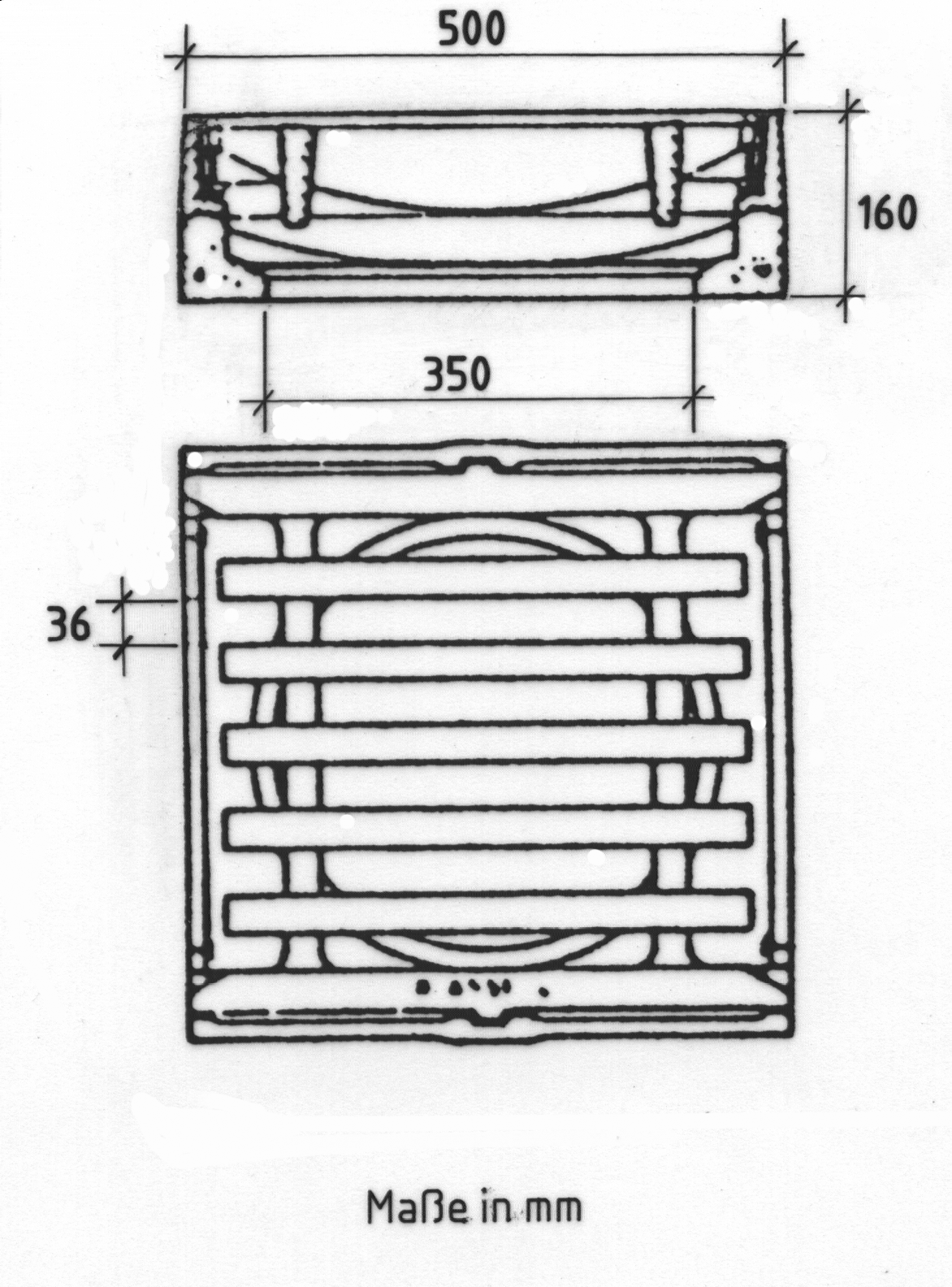


Bild 2: Aufsatz Typ II 500 x 500 nach DIN 19583

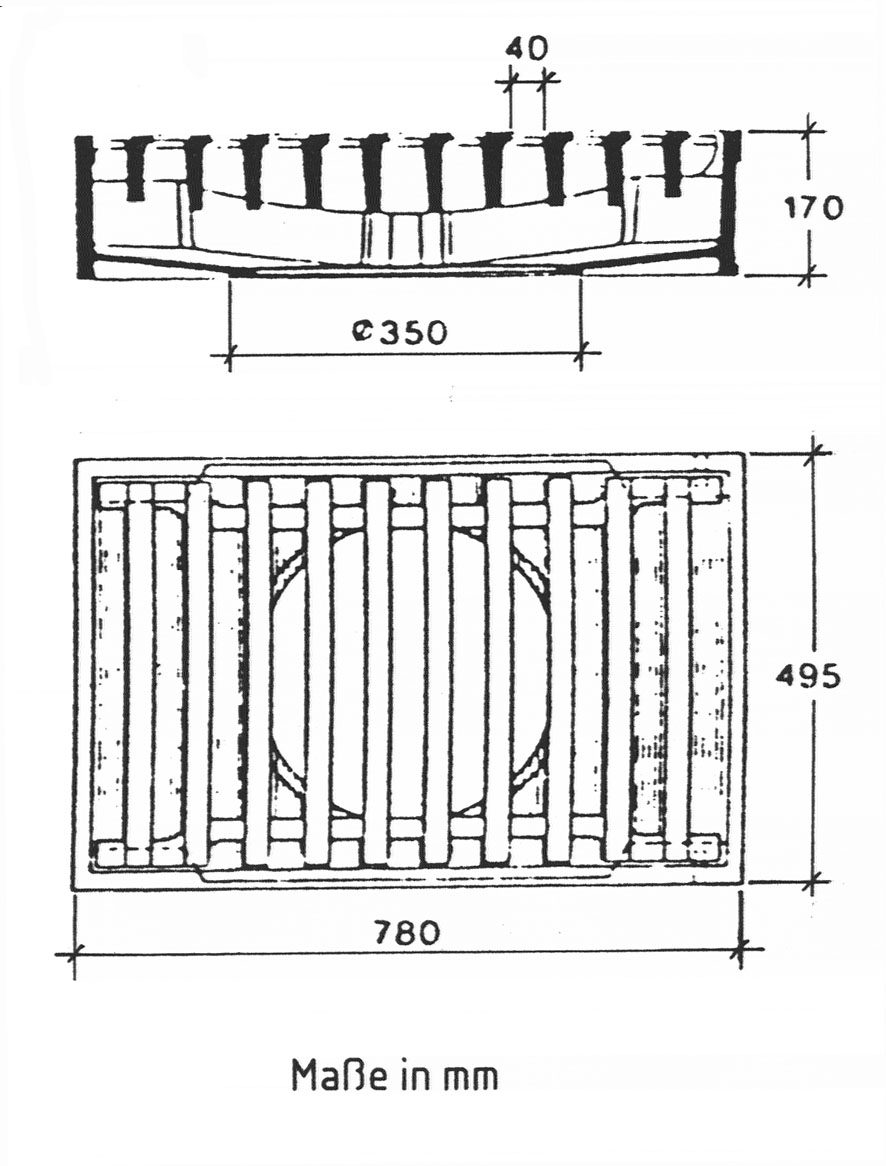


Bild 3: Aufsatz Typ III 500 x 780

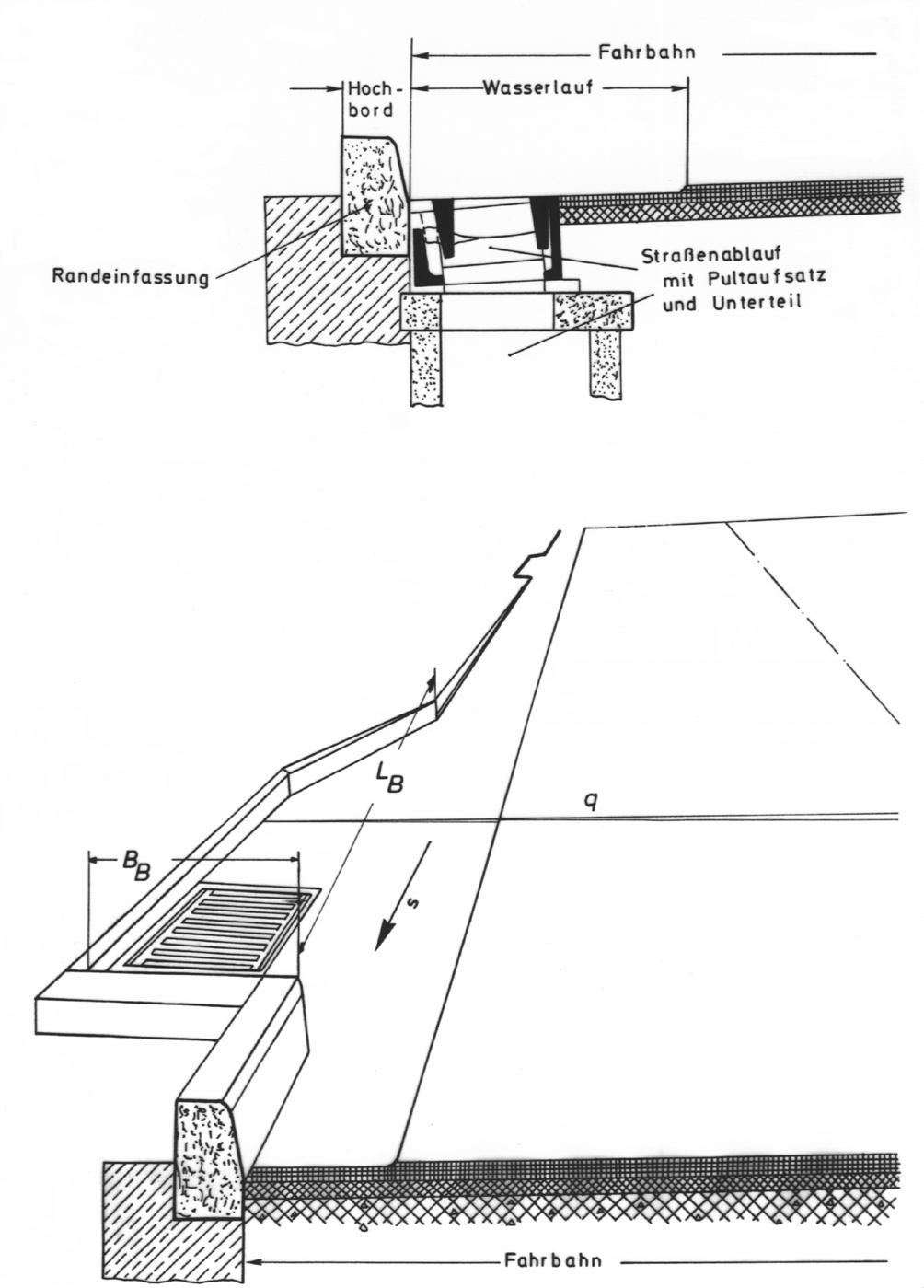


Bild 4: Beispiel für eine Straßenablaufbucht

Aus den Tabellen kann für die vorgegebenen Parameter der mögliche Gerinnezufluss QZ und der bei diesem Zufluss sich einstellende Straßenablaufabfluss QA entnommen werden.

Dem Tabellenwerk liegt ein Manning-Strickler-Rauheitsbeiwert von ungefähr kSt = 70 m1/3/s zugrunde.

Die Bemessungstabellen sind nur bis zu einem Gerinnedurchfluss von 70 l/s aufgestellt, da nur bis zu dieser Größenordnung Versuchsergebnisse vorliegen. Für den praktischen Gebrauch ist dieser obere Grenzwert ausreichend. Des Weiteren sind die Abflüsse von drei Aufsatz-Typen auf­ge­nommen. Aufsätze mit deutlich abweichender Geometrie können mit dem Tabellenwerk zwar nicht direkt erfasst, ihr Schluckvermögen jedoch abgeschätzt werden.

# 3. Grundlagen

## 3.1 Einzugsgebiet und Abflüsse

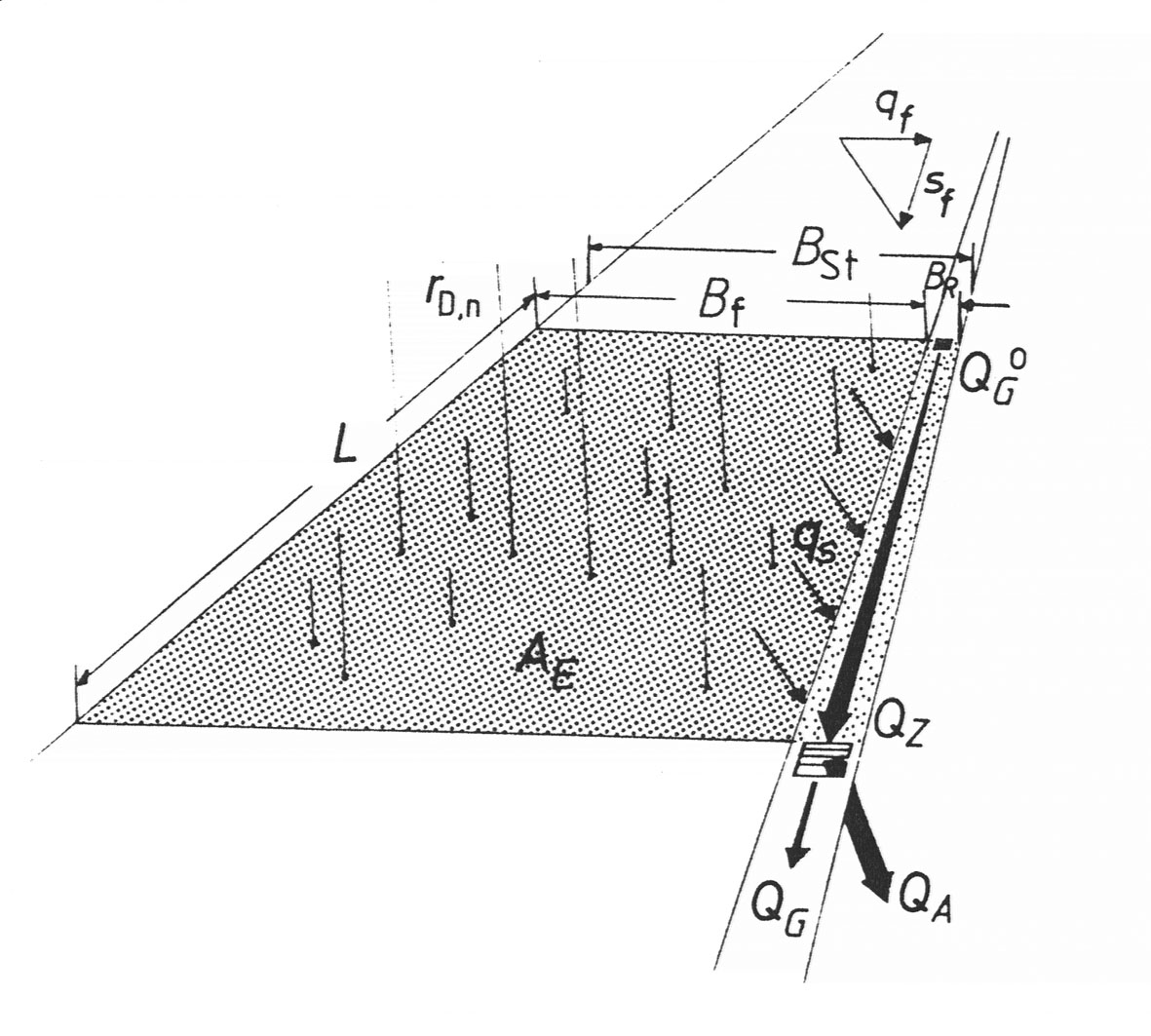


Bild 5: Rinne-Abläufe, Einzugsgebiet und Abflüsse

Es bedeuten:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bf | [m] | = | Breite der Fahrbahn |
| b | [m] | = | Wasserspiegelbreite |
| BR | [m] | = | Breite der Rinne |
| BSt | [m] | = | Breite der Entwässerungsfläche, Fahrbahn, Straße, Rinne |
| L | [m] | = | Abstand zwischen zwei Straßenabläufen |
| LB | [m] | = | Länge einer Straßenablaufbucht |
| BB | [m] | = | Breite einer Straßenablaufbucht |
| L1 | [m] | = | Abstand zwischen Pendelrinnenhochpunkt und dem Straßenablauf |
| L2 | [m] | = | Abstand zwischen Pendelrinnenhochpunkt und dem Straßenablauf |
| hB | [m] | = | maximale Auftrittshöhe bei Hochborden am Tiefpunkt |
| hF | [m] | = | freie verbleibende Bordhöhe nach Abzug der maximalen Wasserspiegelhöhe |
| sf | % [m/m] | = | Längsneigung der Fahrbahn |
| s | % [m/m] | = | Längsneigung der Rinne |
| smin | % [m/m] | = | Mindestlängsneigung der Rinne |
| qf | % [m/m] | = | Querneigung der Fahrbahn |
| q | % [m/m] | = | Querneigung der Rinne |
| qT | % [m/m] | = | Querneigung der Pendelrinne im Tiefpunkt |
| qH | % [m/m] | = | Querneigung der Pendelrinne im Hochpunkt |
| AEi | [m²] | = | Größe der jeweiligen Entwässerungsfläche |
| ψsi | - | = | zu AEi gehörender Spitzenabflussbeiwert |
| rD,n | [l/s/ha] | = | Regenspende der Dauer D und der Häufigkeit n |
| κ | - | = | Sicherheitsfaktor |
| qs | [l/s/m] | = | seitlicher spezifischer Gerinnezufluss je m Gerinne |
| QE | [l/s] | = | Gerinnezufluss aus der Einzugsgebietsfläche AE |
| QA | [l/s] | = | Abfluss, der vom Straßenablauf aufgenommen wird |
| QZ | [l/s] | = | Gerinnezufluss |
| QGo | [l/s] | = | Gerinnegrundlast – Abfluss im Gerinne, der vom oberhalb liegenden Straßenablauf nicht aufgenommen wird und dem nächsten Straßen­ablauf zuläuft |
| QGu | [l/s] | = | Gerinnegrundlast – Abfluss im Gerinne, der vom nächsten Straßenablauf nicht aufgenommen wird und dem übernächsten Straßenablauf zufließt |
| kSt | [m1/3/s] | = | Manning-Strickler-Rauheitsbeiwert. |

Der spezifische Gerinnezufluss aus dem Einzugsgebiet beträgt:

qs = ψs ⋅ rD,n ⋅ BSt ⋅ κ / 10000. (1)

In dieser Gleichung wurde ein Sicherheitsfaktor κ eingeführt, der u. a. Einengungen des Abfluss­quer­schnittes durch Ablagerungen berücksichtigt. Es wird empfohlen, für den Bemessungsfall den Sicherheitsfaktor mit κ = 1,5 anzusetzen.

Die Bemessungsregenspende kann mit r15 angesetzt werden und kann dem DWD-KOSTRA-Atlas entnommen[[3]](#footnote-3) werden. Der Spitzenabflussbeiwert von Fahr­bahnen ist nach Ziffer 3.5.2.2 der REwS mit ψ = 0,9 anzusetzen.

Der Gerinnezufluss aus dem Einzugsgebiet AE ist:

QE = qs ⋅ L . (2)

Die Bilanzierung der Abflüsse in einem Gerinneabschnitt führt zu der Gleichung

QA + QGu = QE + QGo = QZ. (3)

Werden diese Gleichungen zusammengefasst, lässt sich die allgemein gültige Beziehung für den Abstand zweier Straßenabläufe aufstellen:

. (4)

## 3.2 Leistungsfähigkeit des Gerinnes

Offene Gerinne werden nach den REwS, Ziffer 5.5.1, mit der Manning-Strickler-Formel nachge­wiesen. Dem Tabellenwerk liegt ein Manning-Strickler-Rauheitsbeiwert von ungefähr kSt = 70 m1/3/s zugrunde.

# 4. Bemessung des Gesamtsystems Gerinne-Straßenablauf

## 4.1 Tabellenparameter

Den im Anhang 7.2 aufgeführten Tabellen kann für die vorgegebenen Parameter

* Gerinnetyp und Querneigung q des Gerinnes,
* Längsneigung s des Gerinnes,
* Wasserspiegelbreite b für den Gerinnezufluss aus Ein­zugsgebiet einschließlich der Grundlast,
* Aufsatz-Typ bzw. Straßenablaufbuchtlänge,

der für das Gerinne maximal mögliche Gerinnezufluss QZ und der sich bei diesem Zufluss einstellende Straßenablaufabfluss QAentnommen werden. Der Parameter Wasser­spiegel­breite b ist entsprechend Ziffer 5.6.4 der REwS zu wählen.

## 4.2 Gerinnegrundlast

Die Differenz der Tabellenwerte zwischen Gerinnezufluss QZ und Straßenablaufabfluss QA ist die sich einstellende Grundlast QG.  QGo ist der von dem oberhalb liegenden Straßenablauf nicht aufgenommene Abfluss. QGu ist der Abfluss, der vom nächsten Straßenablauf nicht aufgenommen wurde. Die Grundlasten QGo und QGu sind gleich groß, wenn der Abfluss­vorgang in den „Normalzustand“ übergegangen ist. Bei gleichbleibenden geometrischen und hydraulischen Bedin­gungen ist dies in der Regel nach 5 bis 10 Straßenabläufen der Fall.

Die teilweise vorhandene Gerinnegrundlast erweist sich entgegen einer allgemeinen Auf­fassung als vollkommen unschädlich bezüglich der Einhaltung der vorgegebenen Sicher­heiten.

Als Konsequenz dieses Sachverhaltes ergibt sich eine Stei­gerung der Wirtschaftlichkeit infolge eines größer ansetzbaren Straßenablaufabstandes, der zu keinerlei sicher­heits­tech­nischen Beden­ken Anlass gibt. Nur in Tiefpunkten, vor Verwindungsstrecken und Ein­mün­dungen u. ä. ist sicher­zustellen, dass der letzte Straßenablauf den gesamten ankommenden Zufluss aufnimmt (QGu=0).

## 4.3 Vollständige Systemauslastung

Für die vollständige Systemauslastung wird nur der Straßenablaufabfluss QAaus der jeweiligen Tabelle benötigt, wenn bereits der „Normalzustand" eingetreten ist. Der Straßen­ablauf­abstand bestimmt sich dann aus Gleichung (5) mit

. (5)

Sollte der „Normalzustand“ noch nicht eingetreten sein - z. B. weil sich die äußeren Bedin­gungen ändern (Querneigungsänderung infolge Verwindung, Änderung der Längsnei­gung) oder Existenz eines definierten Beginns der Entwässerung - dann müssen die unter­schied­lichen Grundlasten QGo und QGuin Gleichung (4) Berücksichtigung finden.

## 4.4 Unvollständige Systemauslastung (100 %ige Ablaufleistung)

Bei der unvollständigen Systemauslastung wird die in gewissen Bereichen durch die voll­ständige Systemauslastung hervorgerufene Grundlast verhindert. Vom System wird verlangt, dass der Straßenablauf den gesamten ankommenden Zufluss 100 %ig aufnimmt.

Eine Ablesung dieser 100 %igen Straßenablaufaufnahmewerte aus der jeweiligen Tabelle ist nicht mehr ohne Interpolation in der gesamten Tabelle möglich. Es werden deshalb bei Bord‑ und Spitzrinnen für vier und bei den Straßenablaufbuchten für drei ver­schiedene Quer­neigungen die maximalen Gerinne­zuflüsse in einer separaten Tabelle 1 aus­gewiesen, die die Straßenabläufe gerade noch auf­nehmen.

**Tabelle 1:** Maximale Gerinnezuflüsse, die die Straßenabläufe bzw. die Straßenablaufbuchten gerade noch aufnehmen

100 %iges Leistungsvermögen: QA = QZ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Gerinne-quer-neigung q | Längsneigung sf [%] | | | | | | | |
|  |  | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
|  | % | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s |
| Aufsatz | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| 300x500 | 6,0 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 5,8 | 7,2 | 6,4 | 6,4 | 3,4 |
| DIN 19594 | 10,0 | 9,7 | 11,0 | 11,4 | 13,4 | 10,7 | 8,5 | 6,0 | 4,4 |
|  | 15,0 | 14,9 | 14,7 | 13,9 | 9,9 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 4,9 |
| Aufsatz | 2,5 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 6,0 | 6,4 |
| 500x500 | 6,0 | 9,8 | 10,7 | 11,3 | 14,0 | 9,6 | 6,1 | 6,4 | 6,6 |
| DIN 19583 | 10,0 | 17,3 | 17,8 | 17,2 | 14,6 | 10,2 | 7,2 | 6,8 | 7,0 |
|  | 15,0 | 16,1 | 14,4 | 12,9 | 11,2 | 8,8 | 6,5 | 6,0 | 6,0 |
|  | 2,5 | 5,0 | 4,7 | 4,6 | 4,3 | 5,1 | 5,5 | 5,4 | 5,2 |
| Aufsatz | 6,0 | 12,5 | 12,4 | 13,4 | 14,4 | 16,8 | 19,7 | 19,5 | 19,4 |
| 500x780 | 10,0 | 28,0 | 27,6 | 27,4 | 27,9 | 30,0 | 25,3 | 20,0 | 16,1 |
|  | 15,0 | 35,3 | 35,2 | 34,8 | 34,0 | 32,4 | 22,8 | 13,0 | 8,0 |
| Straßen- | 2,5 | 4,5 | 5,3 | 4,6 | 2,8 | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 0,8 |
| ablaufbucht LI | 4,0 | 9,1 | 8,4 | 6,7 | 5,2 | 3,6 | 2,4 | 1,9 | 1,0 |
| LB = 1,8 m | 6,0 | 16,0 | 14,2 | 11,8 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | 3,4 | 3,1 |
| Straßen- | 2,5 | 7,0 | 8,0 | 8,8 | 8,0 | 5,8 | 3,5 | 2,0 | 1,6 |
| ablaufbucht LII | 4,0 | 16,4 | 17,3 | 17,6 | 13,0 | 8,7 | 5,6 | 3,8 | 2,6 |
| LB = 2,7 m | 6,0 | 29,0 | 28,4 | 26,9 | 24,0 | 16,5 | 9,4 | 7,1 | 5,7 |
| Straßen- | 2,5 | 6,0 | 7,0 | 7,7 | 8,6 | 9,6 | 6,5 | 3,5 | 2,0 |
| ablaufbucht LIII | 4,0 | 13,0 | 13,6 | 14,5 | 16,0 | 18,3 | 14,7 | 10,3 | 7,1 |
| LB = 4,2 m | 6,0 | 28,0 | 27,6 | 26,2 | 22,0 | 13,0 | 8,4 | 7,0 | 6,2 |

## 4.5 Pendelrinne

Die Pendelrinne wird in Ziffer 5.4.3 der REwS beschrieben. Durch ihre Konstruktionsweise wird erreicht, dass die Längsneigung am Bordstein nach beiden Richtungen hin die Mindest­längs­neigung von smin = 0,5 % nicht unterschreitet, indem die Rinne von einem Hochpunkt aus (mit geringer Querneigung qH, i. d. R gleich QF) zum Straßenablauf hin (Tiefpunkt mit größerer Querneigung qT) linear ver­wunden wird.

Außer den für ein Straßengerinne einzuhaltenden Bedingungen (Einhaltung einer vor­ge­gebenen maximalen Wasserspiegelbreite) müssen der Pendelrinne weitere Restriktionen auferlegt werden, welche die Gerinnekonstruktion und somit den Ablaufabstand weitgehend fest­legen:

* die Gerinnelängsneigung (am Hochbord) soll mindestens smin = 0,5 % betragen,
* die vorgegebene maximale Auftrittshöhe hB bei Hochborden (am Tiefpunkt) soll eingehalten werden (z. B. für Fußgänger, Schwerbehinderte oder Parken auf Gehwegen).

Bezeichnet man

qH [m/m] Querneigung am Hochpunkt

qT [m/m] Querneigung am Tiefpunkt

smin [m/m] Mindestlängsneigung der Rinne

sf [m/m] Straßenlängsneigung

BR [m] Breite der Rinne

hB [m] maximale Auftrittshöhe bei Hochborden am Tiefpunkt

hF [m] freie verbleibende Bordhöhe nach Abzug der maximalen Spiegelhöhe,

so ermöglicht Gleichung (6) zur Ermittlung der Abstandslängen L1 und L2 zwischen Hoch‑ und Tiefpunkt die Einhaltung der Mindestlängsneigung smin am Hochbord:

, (6)

wobei L1 mit „+sf“ den Abstand zwischen Hoch‑ und Tiefpunkt vom Straßenablauf in Richtung der Straßenlängsneigung und L2 mit „-sf“ den Abstand vom Straßenablauf entgegen der Längsneigungsrichtung bestimmt.

Der Gesamtabstand L zwischen zwei Straßenabläufen in einer Pendelrinne ergibt sich somit aus

L = L1 + L2.(7)

Er wird umso größer, je kleiner die Neigungsdifferenz zwischen smin und sf ist.

Die Einhaltung der vorgegebenen Auftrittshöhe hB am Tiefpunkt wird durch Wahl von geeig­ne­ten Querneigungen qH und qT mit folgender Beziehung erfüllt:

hB = hF + BR ⋅ (qT - qH). (8)

Die entwässerungstechnischen Gesichtspunkte der Pendelrinne treten nur dann als Restrik­tionen in den Vordergrund, wenn infolge einer geringen Rinnenquerneigung an mindestens einer Stelle der bis hierher angekommene Zufluss eine zu kleine Quer­schnittsfläche vorfindet. Die Gleichung (9), die aus Gleichung (8) der REwS abgeleitet ist und den Rauheitsbeiwert kSt = 70 m1/3/s enthält, dient als Prüfkriterium.

**.** (9)

Es bedeuten:

smin [m/m] Mindestlängsneigung

qs [l/(s⋅m)] spezifischer Rinnenzufluss

L2 [m] Abstand zwischen Hochpunkt und Straßenablauf

BR [m] Breite der Rinne.

# 5. Bemessungsbeispiele

## 5.1 Ermittlung der Straßenablaufabstände

Vorgegeben sei folgender Sachverhalt:

Die zu betrachtende Straße besitzt ein gleichbleibendes Längsgefälle von sf = 2 %. Die Straße entwässert in eine Spitzrinne mit einem Quergefälle von q = 13 %. Die Entwässerung wird durch eine Querstraße unterbrochen, d. h. es soll verhindert werden, dass Wasser über diese Straße hinweg tritt. Die Spitzrinne weist eine Breite von BR = 0,5 m und Straßenabläufe mit Aufsätzen vom Typ II 500 x 500 auf. Die Wasserspiegelbreite b soll die Breite BR = 0,50 m nicht über­schreiten. Der seitliche spezifische Zufluss wurde mit qs = 0,2 l/(s⋅m) ermittelt.

Aus Tabelle Az.2.29 ergeben sich folgende Werte:

QZ = 15,4 l/s

QA = 14,1 l/s.

Dies bedeutet:

* Das Gerinne kann bis zu 15,4 l/s abführen, ohne dass die vorhandene Gerinnebreite BR = 0,5 m überschritten wird.
* Der Straßenablauf ist jedoch bei diesen Voraussetzungen nur in der Lage 14,1 l/s aufzu­nehmen - 1,3 l/s werden somit dem näch­sten Straßenablauf zugeschlagen.

Es ergibt sich hieraus entsprechend Gleichung (4) bzw. Bild 1 ein gleichbleibender Straßen­ablauf­abstand

.

Hinweis: Es findet keine Veränderung der Grundlast von Straßenablauf zu Straßenablauf statt, da dieses Beispiel gleichbleibende geometrische Verhält­nisse aufweist.

Entsprechend den oben genannten Forderungen soll die Größe des letzten Einzugsgebietes bzw. dessen Straßenablaufabstand so beschaffen sein, dass der hieraus resultierende Zufluss vollständig aufgenommen werden kann (100 %ige Aufnahmeleistung).

Tabelle 1 liefert für vorgegebene Gerinnequerneigungen den Abfluss für eine vollständige Aufnahme. Für die hier maßgebende Gerinnequerneigung ermittelt sich ein interpolierter Straßenablauf­wert von

l/s

und ein Straßenablaufabstand von

.

Es ergeben sich somit für eine optimale Entwässerung unter den vorgenannten Voraus­setzungen Straßenablaufabstände von 70,5 m bzw. 40 m am Ende vor der Einmündung in eine Querstraße.

## 5.2 Ermittlung der Straßenablaufabstände – Bemessung im Vergleich

Im folgenden Beispiel sollen Ergebnisse der pauschalierten Bemessung entsprechend Ziffer 5.6.4 der REwS der Feinbemessung mit Hilfe der Bemessungstabellen gegen­über­gestellt werden.

Es liege vor:

Straßenbreite BSt = 10 m = RQ 26

Breite der Spitzrinne BR = 0,5 m

Spitzrinne mit einer Querneigung q = 11 %

Gerinnelängsneigung s = 4 %

Straßenablauf-Aufsatz Typ II 500 x 500

Gerinne Rauheitsbeiwert kSt = 70 m1/3/s

Bemessungsregen rD,n = r15,1 = 115 l/(s⋅ha)

Spitzenabflussbeiwert ψs = 0,9

Sicherheitsfaktor κ = 1,5

An das oberirdische Entwässerungssystem wird die Bedin­gung gestellt: Die Wasserspiegel­breite darf nicht größer als die fest­gelegte Breite der Spitzrinne bR werden!

### 5.2.1 Pauschalierter Ansatz mit fester Einzugsgebietsgröße

Beim pauschalierten Ansatz wird in grober Näherung dem Straßenablauf

400 m² Straßenfläche bei Stadtstraßen oder

500 m² Landstraßen

zugeordnet. Für Stadtstraßen folgt damit ein Straßenablaufabstand von

L = 400 m²/10 m = 40 m.

Der spezifische Gerinnezufluss beträgt ohne Sicherheitsfaktor

qs = ψ ⋅ rD,n ⋅ BSt ⋅ κ / 10000 =  0,9 ⋅ 115 ⋅ 10 ⋅ 1,0/10000 = 0,104 l/(s⋅m).

Mit dem Straßenablaufabstand von L = 40 m ergibt sich vor dem Straßenablauf somit ein Gerin­nezufluss aus dem Einzugsgebiet von

QE = qs ⋅ L = 0,104 ⋅ 40 = 4,2 l/s.

Die für dieses Beispiel maßgebende Bemessungstabelle A7.2.27 lie­fert für einen Gerinne­zufluss von 4,2 l/s eine Wasserspiegelbreite

b = 0,3 m.

### 5.2.2 Unvollständige Systemauslastung, jedoch 100 %ige Straßenablaufleistung

Nach Tabelle 1 ergibt sich durch Interpolation ein maximaler Zuflusswert von

QZ = QA100 % = 7,1 l/s

woraus, ebenfalls interpoliert aus der Bemessungstabelle A7.2.27, eine Wasserspiegelbreite von

b = 0,35 m

abgeleitet werden kann.

Der spezifische Gerinnezufluss einschließlich Sicherheitsfaktor beträgt:

qs = ψ ⋅ rD,n   BSt ⋅ κ / 10000 = 0,9 ⋅ 115 ⋅ 10 ⋅ 1,5/10000 = 0,155 l/(s⋅m).

Der Straßenablaufabstand ergibt sich mit Gleichung (4) zu:

.

Dem Straßenablauf wird damit eine Entwässerungsfläche von

AE = BSt ⋅ L =  10 ⋅ 45,81 = 458,1 m²

zugeordnet.

### 5.2.3 Vollständige Systemauslastung

Aus der für dieses Beispiel maßgebenden Bemessungstabelle A7.2.27 werden folgende Werte abgelesen:

QZ = 16,6 l/s

QA = 14,0 l/s.

Es ergibt sich somit eine Grundlast von 16,6 – 14,0 = 2,6 l/s, die vom jeweili­gen Straßen­ablauf nicht aufgenommen wird.

Bei gleichbleibenden geometrischen Verhältnissen kann nun folgende Vorgehensweise ein­ge­schlagen werden: Der erste (obere) Straßenablauf ist frei von einer Grundlast, so dass der Zufluss von 16,6 l/s insgesamt aus dem Einzugsgebiet kommen kann. Somit lässt sich fol­gende Straßenlänge und Einzugsgebietsfläche für den ersten Straßenablauf bestimmen:



AE1 = 10 ⋅ 107,1 = 1071 m².

Da der erste Straßenablauf bei dem Zufluss von 16,6 l/s nur 14,0 l/s aufnimmt, müssen dem nächsten Straßenablauf 2,6 l/s als Grundlast zugeschlagen werden. Es bleiben somit nur noch 14,0 l/s (= QAaus Bemessungstabelle), die aus dem Einzugsgebiet kommen dürfen, um das Gerinne wieder voll auszulasten.

Für die Einzugsgebietsfläche des unteren Straßenablaufs bzw. für den Abstand zwischen dem oberen und unteren Straßenablauf, ergibt sich:



AE2 = 10 ⋅ 90,3 = 903 m².

Dieses Ergebnis gilt bei unveränderten Straßenbedingungen auch für die nachfolgenden Straßen­abläufe. Das Beispiel zeigt, dass es durchaus sicherheits­technisch vertretbar ist, das Ent­wässerungssystem vollständig aus­zulasten, ohne obige Bedingung an irgendeiner Stelle zu ver­letzen.

Ohne Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors (also bei κ = 1) ergeben sich Straßen­ablauf­ab­stände von L1 = 160 m bzw. 135 m, ohne dass die Wasserspiegelbreite b = 0,5 m über­schritten wird.

## 5.3 Bestimmung der Straßenablaufabstände bei veränderlichen geome­trischen Bedingungen

Die vorangegangenen Beispiele zeigten die prinzipielle Verfah­rensweise eines Bemessungs­vorganges. Das folgende Beispiel soll dagegen den Übergang zwischen Straßenablauf- und Gerinne­restriktion infolge veränderlicher geometrischer Bedingungen verdeutlichen. Des Weiteren wird eine einfache grafische Methode zur Bestim­mung der verschiedenen Straßen­ablauf­abstände gezeigt.

Vorgegeben sei eine Stadtautobahn, die mit einer Entwurfsge­schwindigkeit ve = 80 km/h konzi­piert ist (Bild 6). Ab dem Punkt A muss aufgrund örtlicher Gegebenheiten entwässert wer­den, bei Punkt B befindet sich eine Einmündung.

Für dieses Beispiel werden folgende Parameter vorgegeben:

Breite der Fahrbahn (RQ 26, eine Richtung) Bf  = 10 m

Breite des Mittelstreifens BG  = 3 m

Breite der Bordrinne BR  = 0,70 m

Bemessungsregenspende rD r15  = 120 l/(s⋅ha)

Spitzenabflussbeiwert Straße ψsSt  = 0,9

Spitzenabflussbeiwert Mittelstreifen (begrünt) ψsG  = 0,1

Sicherheitsfaktor κ  = 1,5

Straßenablauf-Aufsatz Typ II 500 x 500.

Die allgemeine Formel zur Ermittlung des spezifischen seitlichen Gerinnezuflusses lautet:

 [].

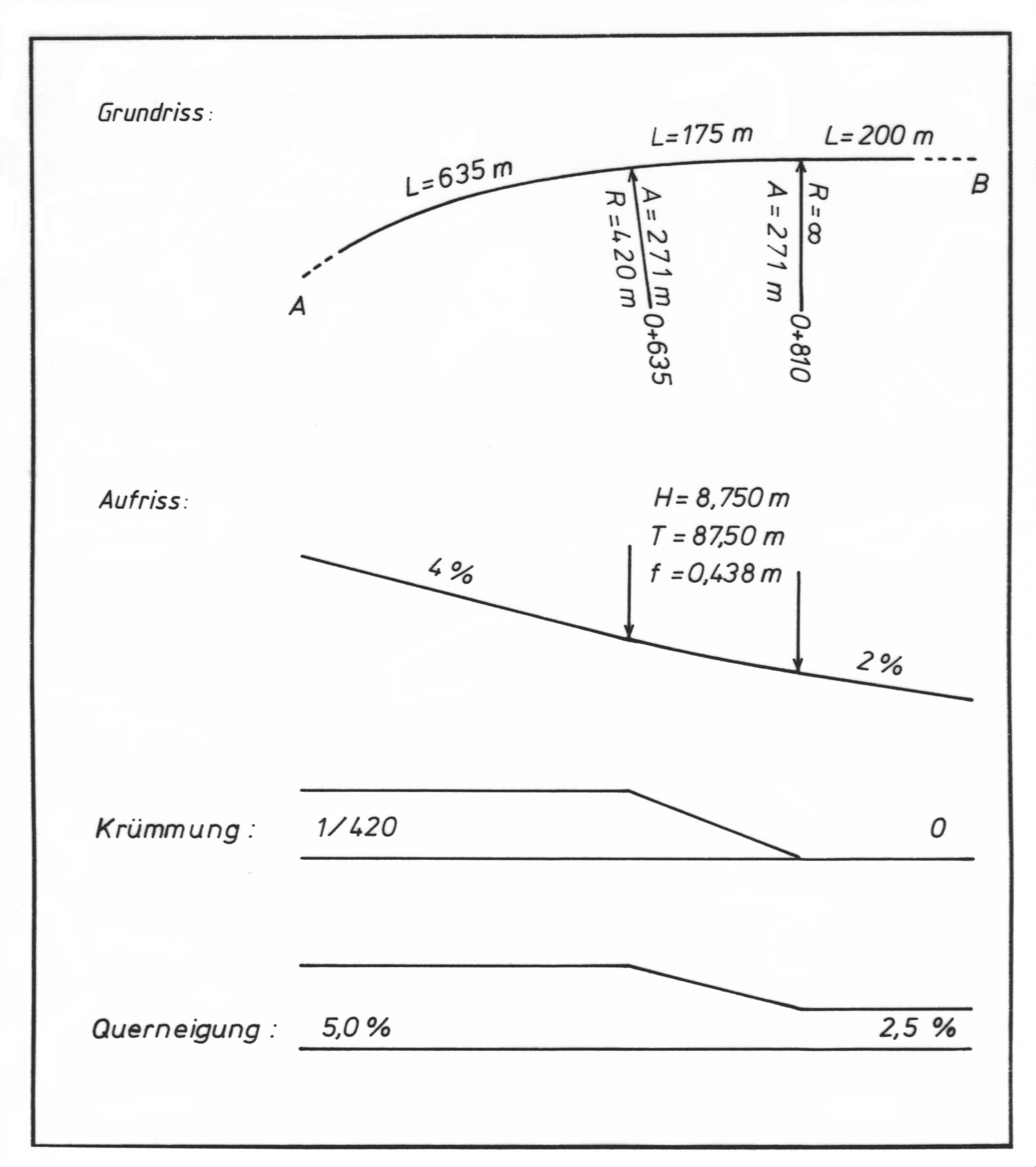


Bild 6: Entwurfselemente zum Beispiel

Somit ergibt sich

qs = 120 ⋅ 1,5 ⋅  (0,9 ⋅ 10 + 0,1 ⋅ 3) / 10000 = 0,167 l/(s⋅m)

für die gesamte zu entwässernde Fläche.

Entsprechend Bild 6 lässt sich die Aufgabenstellung in drei Abschnitte einteilen:

a) Kreisbogen

b) Übergangsbogen

c) Gerade.

Zu a) Kreisbogen

Die Entwässerungsbemessung des Kreisbogens mit q = 5 %, s = 4 % lässt sich analog zu Ziffer 5.2 durchführen. Aus der Bemessungstabelle A7.2.9 entnimmt man:

QZ  = 11,2 l/s

QA  = 10,4 l/s

Die vollständige Systemauslastung führt somit zu folgenden Straßenablaufabständen:





Der Straßenablaufabstand L2 gilt auch für die nachfolgenden Straßenabläufe im Kreisbogen. Bei einer Gesamt­länge von 635 m ergeben sich somit insgesamt 10 Straßenabläufe und es verbleibt eine Restlänge von 7,3 m.

Zu b) Übergangsbogen

Für den Bereich des Übergangsbogens, bei dem sich Quer‑ und Längsneigung linear ändern, wird der jeweilige Straßenablaufabstand für mehrere Stützstellen in der Tabelle 2 bestimmt und anschließend in Bild 7 grafisch dargestellt. Es ist hierbei wesentlich zu erkennen, dass sich der Abstand zwischen zwei Straßenabläufen als Schnittpunkt der QZ‑Linie mit der (hier im Beispiel) linear des Weges x anwachsenden Linie des seitlichen Zuflusses

Qs = qs ⋅ x

ergibt.

**Tabelle 2:** Hilfswerte zur Erzeugung des Straßenablaufabstandes in Bild 7 aus den Bemes­sungs­tabellen A7 8.2.4 bis A7.2.9

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| sf | [%] | 4,0 | 3,6 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,0 |
| q | [%] | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| QZ | [l/s] | 11,2 | 9,0 | 7,0 | 5,2 | 3,8 | 2,5 |
| QA | [l/s] | 10,4 | 8,5 | 6,8 | 5,2 | 3,8 | 2,5 |
| QG =QZ- QA | [l/s] | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

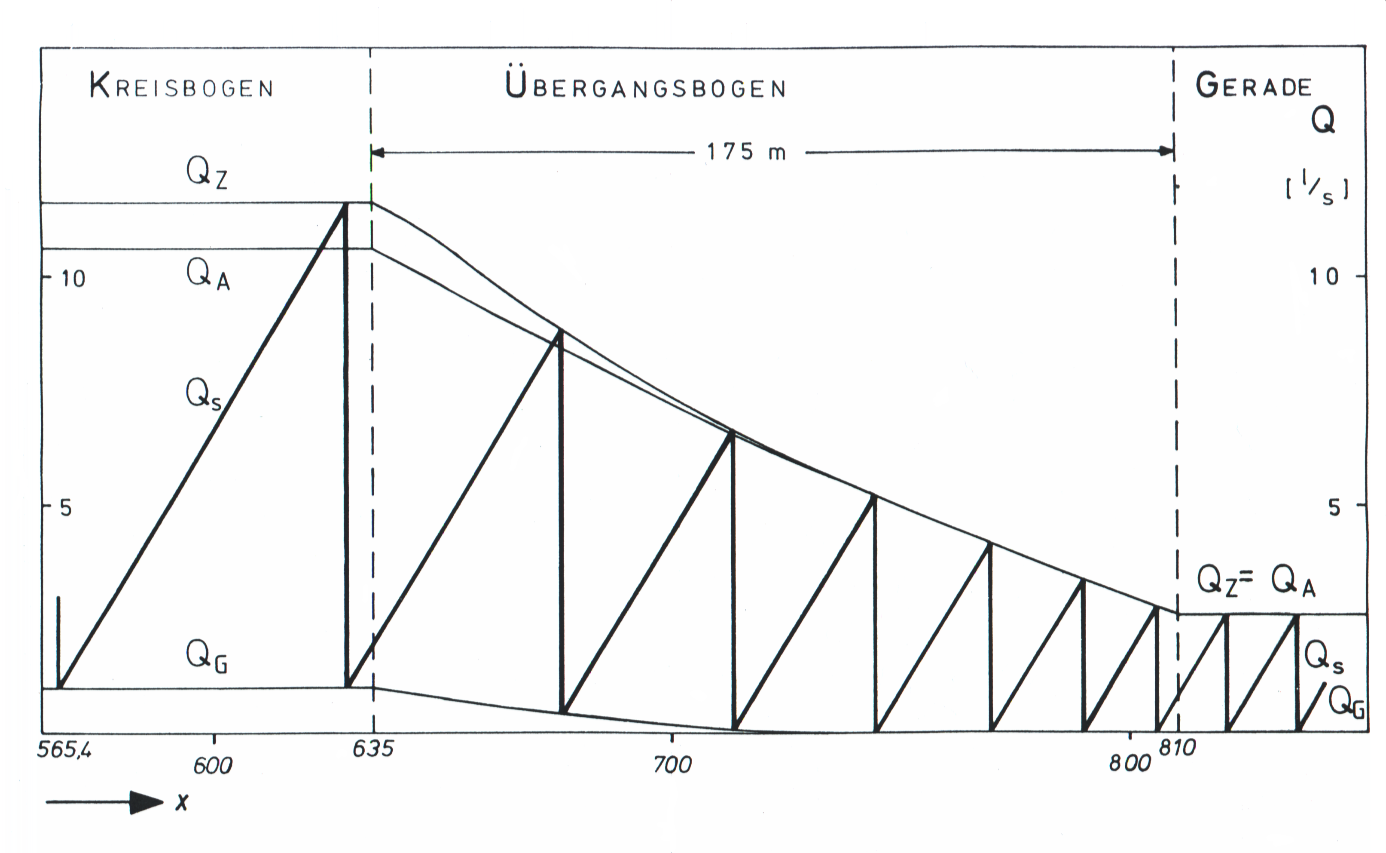


Bild 7: Grafische Ermittlung des Straßenablaufabstandes

Die Qs‑Linie gibt an jeder Stelle des Gerinnes den aktuellen Durchfluss an. Den Straßen­ab­lauf­abstand erhält man durch Ablesen an den erzeugten Schnittpunkten. Man erkennt in Bild 7, dass die Grundlast QG = 0 wird und somit die Restriktionen der einzuhaltenden Wasser­spiegel­breiten in den Vordergrund treten.

Zu c) Gerade

Für das Geradenstück ist eine Grundlast im Gerinne nicht mehr vorhanden. Der Straßen­ablauf­abstand ergibt sich zu

.

An dieser Stelle erlaubt das Tabellenwerk auch den Aufsatz-Typ I 300 x 500.

## 5.4 Bemessung einer Pendelrinne

Folgende Vorgaben seien gegeben:

Fahrbahnlängsneigung sf  = 0,2 %

Breite der zu entwässernden Fläche BSt  = 12,5 m

Bemessungsregenspende rD,n r15,1  = 115 l/(s⋅ha)

Spitzenabflussbeiwert ψs  = 0,9

Fahrbahnquerneigung qf  = 2,5 %

Sicherheitsfaktor κ  = 1,5.

Gesucht ist eine Pendelrinne, die allen entwässerungs‑ und sicherheitstechnischen Anfor­derungen genügt.

Der Bemessungszufluss einschließlich des Sicherheitsfaktors beträgt:

qs = ψ ⋅ rD,n ⋅  BSt ⋅ κ / 10000 = 0,9 ⋅ 115 ⋅ 12,5 ⋅ 1,5 / 10000 = 0,194 l/(s⋅m).

Für die Bestimmung der Gerinnelänge L ist es notwendig, Aussagen zumindest über die Querneigungsdifferenz Δq zwischen Hoch- und Tiefpunkt zu treffen (vgl. Gleichung (6)). Diese Festlegung erfordert das Einhalten von sicherheitstechnischen Einschränkungen, d. h. die Auftrittshöhe des Hochbordes sollte in der Regel nicht mehr als 12 cm betragen, in Ausnahme­fällen bis zu 20 cm, abgesehen von Gehwegeinfahrten, Fußgängerüberwegen an Mittelinseln, Radwegen, Busbuchten, Parkspuren, usw.

Wird eine anfängliche Querneigung am Hochpunkt qH = 2,5 % und am Tiefpunkt qT = 8 % fest­gelegt, erhält man nach den Gleichungen (6) und (7) die Gerinnelängen bzw. Straßen­ablauf­abstände, welche aus rein geometrischen Vorgaben bzw. sicherheitstechnischen Ansprüchen resultieren.

Die Überprüfung dieser Ergebnisse aus entwässerungstechnischer Sicht erfolgt mit Hilfe der Gleichung (9). Die Werte sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

**Tabelle 3:** Ergebniswerte einer Beispielrechnung: Bemessung einer Pendelrinne

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Geometrische Vorgaben | | | | | Entwässerungstechnische  Vorgaben | |
|  |  | Gl. 6 | | Gl. 7 | Gl. 9 |  |
| BR | smin | L1 | L2 | L | qTmin | Bemerkung |
| [m] | [%] | [m] | [m] | [m] | [%] |  |
| 0,3 | 0,5 | 2,4 | 5,5 | 7,9 | 8,7 | qTmin>qT unzulässig |
| 0,5 | 0,5 | 3,9 | 9,2 | 13,1 | 5,2 | qTmin<qT zulässig |

Der Tabelle 3 ist zu entnehmen, dass bei einer Gerinnebreite mit BR = 0,3 m die Kontroll­größe qTmin größer als qT ist. Das bedeutet, dass die Endquerneigung am Tiefpunkt qT = 8 % nicht aus­reicht, den Gerinnezufluss

QZ = qs ⋅ L2 = 1,1 l/s

bei Einhaltung der vorgegebenen Breite der Rinne abzuführen. Abhilfe­maß­nahmen wären:

* Vorgabe einer größeren Endquerneigung – Nachteil: größere Auftrittshöhe am Hochbord
* Vergrößerung der Breite der Rinne - Nachteil: größere Auftrittshöhe am Hochbord
* Verringerung der Straßenablaufabstände.

# A 7.2 Entwässerungsrinnen und Straßenabläufe in befestigten Verkehrsflächen - Bemessungstabellen

**Vorbemerkungen**

Die Tabelle 1, vergleiche Ziffer 4.4 in A 7.1 „Unvollständige Systemauslastung (100 %ige Ablauf­leistung)“, wird hier der Vollständigkeit halber neben in Ziffer 4.4 erneut beigefügt.

**Tabelle 1:** Maximale Gerinnezuflüsse, die die Straßenabläufe bzw. die Straßenablaufbuchten gerade noch aufnehmen  
100 %iges Leistungsvermögen: QA = QZ(siehe Ziffer 4.4 „Unvollständige Systemauslastung“)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Gerinne-quer-neigung q | Längsneigung sf [%] | | | | | | | |
|  |  | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
|  | % | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s | l/s |
| Aufsatz | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| 300x500 | 6,0 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 5,8 | 7,2 | 6,4 | 6,4 | 3,4 |
| DIN 19594 | 10,0 | 9,7 | 11,0 | 11,4 | 13,4 | 10,7 | 8,5 | 6,0 | 4,4 |
|  | 15,0 | 14,9 | 14,7 | 13,9 | 9,9 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 4,9 |
| Aufsatz | 2,5 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 6,0 | 6,4 |
| 500x500 | 6,0 | 9,8 | 10,7 | 11,3 | 14,0 | 9,6 | 6,1 | 6,4 | 6,6 |
| DIN 19583 | 10,0 | 17,3 | 17,8 | 17,2 | 14,6 | 10,2 | 7,2 | 6,8 | 7,0 |
|  | 15,0 | 16,1 | 14,4 | 12,9 | 11,2 | 8,8 | 6,5 | 6,0 | 6,0 |
|  | 2,5 | 5,0 | 4,7 | 4,6 | 4,3 | 5,1 | 5,5 | 5,4 | 5,2 |
| Aufsatz | 6,0 | 12,5 | 12,4 | 13,4 | 14,4 | 16,8 | 19,7 | 19,5 | 19,4 |
| 500x780 | 10,0 | 28,0 | 27,6 | 27,4 | 27,9 | 30,0 | 25,3 | 20,0 | 16,1 |
|  | 15,0 | 35,3 | 35,2 | 34,8 | 34,0 | 32,4 | 22,8 | 13,0 | 8,0 |
| Straßen- | 2,5 | 4,5 | 5,3 | 4,6 | 2,8 | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 0,8 |
| ablaufbucht LI | 4,0 | 9,1 | 8,4 | 6,7 | 5,2 | 3,6 | 2,4 | 1,9 | 1,0 |
| LB = 1,8 m | 6,0 | 16,0 | 14,2 | 11,8 | 9,2 | 5,9 | 4,0 | 3,4 | 3,1 |
| Straßen- | 2,5 | 7,0 | 8,0 | 8,8 | 8,0 | 5,8 | 3,5 | 2,0 | 1,6 |
| ablaufbucht LII | 4,0 | 16,4 | 17,3 | 17,6 | 13,0 | 8,7 | 5,6 | 3,8 | 2,6 |
| LB = 2,7 m | 6,0 | 29,0 | 28,4 | 26,9 | 24,0 | 16,5 | 9,4 | 7,1 | 5,7 |
| Straßen- | 2,5 | 6,0 | 7,0 | 7,7 | 8,6 | 9,6 | 6,5 | 3,5 | 2,0 |
| ablaufbucht LIII | 4,0 | 13,0 | 13,6 | 14,5 | 16,0 | 18,3 | 14,7 | 10,3 | 7,1 |
| LB = 4,2 m | 6,0 | 28,0 | 27,6 | 26,2 | 22,0 | 13,0 | 8,4 | 7,0 | 6,2 |

Die nachfolgenden Bemessungstabellen liefern für die Kombination

**Tabelle A7.2.1 – A7.2.11:** Bordrinne - Straßenablauf

**Tabelle A7.2.12 – A7.2.22:** Bordrinne - Straßenablaufbucht

**Tabelle A7.2.23 – A7.2.31:** Spitzrinne - Straßenablauf

* bei vorgegebener maximaler Wasserspiegelbreite einen maximalen Gerinneabfluss QZ
* den für den Gerinneabfluss QZ ermittelten Straßenablaufabfluss QA

für Gerinnequerneigungen q = 1,0 % bis q = 6,0 % in Schritten von Δq = 0,5 % (Bordrinne) bzw.

für Gerinnequerneigungen q = 7,0 % bis q = 15,0 % in Schritten von Δq = 1,0 % (Spitzrinne).

Die Straßenabläufe sind gekennzeichnet durch:

Typ I: Straßenablauf-Aufsatz 300 x 500 DIN 19594

Typ II: Straßenablauf-Aufsatz 500 x 500 DIN 19583

Typ III: Bergstraßenaufsatz Total 500 x 780.

Die Tabellenwerte für die Kombination Bordrinne – Straßenablaufbucht wurden für den Straßenablauf-Aufsatz Typ II 500 x 500 aufgestellt. Der Straßenablaufbucht-Typ entspricht:

Typ LI: Straßenablaufbuchtlänge 1,80 m

Typ LII: Straßenablaufbuchtlänge 2,70 m

Typ LIII: Straßenablaufbuchtlänge 4,20 m.

1. Thiele, F. (1983): Fahrbahnlängsentwässerung im Straßengerinne und ein Entwurf für zukünftige Richtlinien zur Bemessung. Technischer Bericht Nr. 31 des Instituts für Wasserbau der Technischen Hochschule Darmstadt. [↑](#footnote-ref-1)
2. Bundesanstalt für Straßenwesen (2003): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten - ZTV-ING, Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S. 1056 - Vers. 01/03, Verkehrsblatt-Verlag. [↑](#footnote-ref-2)
3. KOSTRA-DWD 2010R: Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung für Deutschland (1951 – 2010), Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes. Offenbach/Main. [↑](#footnote-ref-3)