

Ersetzt:

Ausgabe: 2024-XX

VSS 40 350:2019-03

Strassenentwässerung

Regenintensitäten

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 25. April 2024: Frist bis 19. Juni 2024**

Für diese Norm ist die Normierungs- und Forschungskommission (NFK) 2.7 Entwässerung, Gewässerschutz des VSS zuständig.

Ref.-Nr.:
VSS 40 350:2024-XX deUrheberrechte:
REGnorm, Nationales Register zur
Veröffentlichung von Normen,
Standards und weiterer RegulierungenNombre de pages:
10Gültig ab:
2024-XX-XXHerausgeber:
Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

© REGnorm

Bearbeitung

VSS-Normierungs- und Forschungskommission
NFK 2.7 Entwässerung, Gewässerschutz

Liste der beteiligten Mitglieder

Théodora Cohen-Liechti, Genf, Behörden
Brodmann René, Liestal, Normenanwender
Chanez Claude, Fribourg, Behörden
Dubuis Christophe, Sitten, Normenanwender
Fischer Patrick, Bern, Behörden
Krättli Marco, Chur, Industrie und Handel
Lefèbvre Yves, Netstal, Industrie und Handel
Okopnik Françoise, Bern, Behörden
Steiner Michele, Zürich, Normenanwender
Von Känel Christoph, Zürich, Normenanwender

Diese Norm wurde gemäss dem aktuellen Wissensstand
in den Bereichen der Sicherheit und der Nachhaltigkeit
erarbeitet.

Genehmigung

VSS-Fachkommission
FK 2 Projektierung

Publikation

Monat 2024

Haftungsausschluss

Für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden
Publikation entstehen können, wird keine Haftung
übernommen.

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 25. April 2024: Frist bis 19. Juni 2024**

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
A	Allgemeines	4
1	<i>Geltungsbereich</i>	4
2	<i>Gegenstand</i>	4
3	<i>Zweck</i>	4
B	Begriffe	4
4	<i>Massgebende Regenintensität</i>	4
5	<i>Regenregion</i>	4
6	<i>Blockregen</i>	4
7	<i>Wiederkehrperiode</i>	4
C	Grundlagen	5
8	<i>Datengrundlagen</i>	5
D	Berechnung der massgebenden Regenintensität	5
9	<i>Wahl der Wiederkehrperiode</i>	5
10	<i>Wahl der Regenregion</i>	5
11	<i>Berechnung der massgebenden Regenintensität</i>	5
E	Beispiele	9
12	<i>Einjähriger 20-Minuten-Regen in Olten</i>	9
13	<i>Zehnjährlicher 40-Minuten-Regen in Chur</i>	<u>1044</u>
F	Literaturverzeichnis	<u>1044</u>

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 25. April 2024: Frist bis 19. Juni 2024

A Allgemeines

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für die ganze Schweiz. Die berechneten Regenintensitäten geben das Niederschlagsverhalten in der Schweiz in der Form von Blockregen für Wiederkehrperioden von 0,5 bis 20 Jahren wieder. Für Berechnungen von Oberflächenabflüssen mit einer Wiederkehrperiode von mehr als 20 Jahren wird auf die Berechnungsgrundlagen und Daten der MeteoSchweiz [9] verwiesen.

Die Regenintensitäten gelten für Strassenabschnitte mit Einzugsgebietsflächen von wenigen Hektaren. Bei grösseren Einzugsgebieten oder beim Vorliegen mehrerer Teileinzugsgebiete sind gegebenenfalls andere Berechnungsansätze als Basis für Niederschlag-Abflussberechnungen zu verwenden. Die Art der Berechnungsmethode richtet sich dabei nach der Fragestellung gemäss VSS 40 361 «Strassenentwässerung; Behandlungsanlagen» [4] und der Richtlinie des ASTRA [5].

Liegen bei einem Projekt lokale Regendaten vor, ist abzuwägen, ob diese für die Herleitung der massgebenden Regenintensitäten verwendet werden. Es ist zu prüfen, ob die Messreihen genügend lange und die Daten geprüft sind. Dabei sind entsprechende Sensitivitätsüberlegungen anzustellen.

Auswirkungen auf die Entwässerungsanlagen und die betroffene Umgebung (Kosten, Schäden und Konsequenzen bei Unter- bzw. Überdimensionierung) sind bei jeder Berechnungsart zu beurteilen und gegeneinander abzuwägen.

2 Gegenstand

Mit dieser Norm können die in der Schweiz zu erwartenden Regenintensitäten bei Starkregen in der Form von Blockregen mit einer Dauer von zehn Minuten bis zu zwei Stunden und mit Wiederkehrperioden von 0,5 bis 20 Jahren berechnet werden.

3 Zweck

Die mit dieser Norm berechneten Regenintensitäten bilden die Grundlage zur Berechnung von Oberflächenabflüssen versiegelter Flächen, namentlich von Strassen. Mit den geeigneten Berechnungsmethoden können damit Elemente der Strassenentwässerung, wie Leitungen, Kanäle, Versickerungsbecken, Retentionsfilterbecken oder Absetzbecken, dimensioniert werden.

Der Berechnungsablauf und die Bemessung von Elementen der Strassenentwässerung werden in anderen Normen und Richtlinien behandelt gemäss VSS 40 353 «Strassenentwässerung; Grundlagen zur Bestimmung des Abflusses» [2], VSS 40 357 «Strassenentwässerung; Bemessungsabfluss der Kanalisationen» [3], VSS 40 361 [4], Richtlinie [5] und Dokumentation des ASTRA und des BAFU [6].

B Begriffe

4 Massgebende Regenintensität

Die Regenintensität ist ein Mass für das Volumen eines Regens, der pro Zeiteinheit auf die Oberfläche fällt.

5 Regenregion

Eine Regenregion umfasst Gebiete mit einer vergleichbaren Regenintensität bezüglich der Regendauer und der Wiederkehrperiode.

6 Blockregen

Ein Blockregen bezeichnet einen Regen mit festgelegter Dauer und konstanter Regenintensität.

7 Wiederkehrperiode

Die Wiederkehrperiode bezeichnet das Intervall, in dem eine bestimmte Regenintensität im Mittel mindestens einmal erreicht oder überschritten wird. Damit ist die Wiederkehrperiode eine statistische Grösse mit entsprechenden Unsicherheiten.

C Grundlagen

8 Datengrundlagen

Die Datengrundlagen sind im Grundlagenbericht [7] beschrieben. Die Norm basiert auf der Auswertung von Regendaten des automatischen Messnetzes (SwissMetNet) der MeteoSchweiz [10]. Insgesamt wurden Daten von 63 Stationen der Jahre 1982 bis 2020 verwendet. Die Bildung der Regenregionen basierte auf den Regenanalysen der MeteoSchweiz [8].

Die für die Auswertung verwendeten Niederschlagsdaten weisen eine zeitliche Auflösung von zehn Minuten auf. Regenintensitäten für Ereignisse kürzerer Dauer sind extrapoliert und deshalb weniger genau.

D Berechnung der massgebenden Regenintensität

9 Wahl der Wiederkehrperiode

Die Wahl der Wiederkehrperiode ist entscheidend für die massgebende Regenintensität. Mit der Wahl der Wiederkehrperiode wird festgelegt, wie häufig Elemente oder Anlagen der Strassentwässerung hydraulisch überlastet sind. Regen mit einer höheren Wiederkehrperiode als für die Berechnung angenommen wurde, führen zu einer hydraulischen Überlastung. Neben Überlegungen zur Funktionsfähigkeit von Entwässerungsanlagen sind auch wirtschaftliche, betriebliche sicherheitsrelevante Aspekte zu berücksichtigen.

Für Vorgaben und Hinweise zur Wahl der Wiederkehrperiode wird auf andere Normen und Richtlinien verwiesen gemäss SN 640 340 «Strassenentwässerung; Grundlagen» [1], VSS 40 361 [4] und Richtlinie des ASTRA [5].

10 Wahl der Regenregion

Die Wahl der Regenregion richtet sich nach Abbildung 1. Für Projekte in Randgebieten der Regenregionen ist die Wahl der Regenregion abzuwägen, denn die Änderung der Regenintensität zwischen zwei Regenregionen ist kontinuierlich. Entsprechend sind Überlegungen zu Auswirkungen einer hydraulischen Überlastung und weitere bei der Wahl der Regenregion einzubeziehen.

11 Berechnung der massgebenden Regenintensität

Die massgebende Regenintensität i ist eine Funktion des Ortes, der Wiederkehrperiode und der Regendauer. Mit zunehmender Wiederkehrperiode und abnehmender Regendauer nimmt die Regenintensität zu.

Die Regenintensität einer bestimmten Dauer und einer bestimmten Wiederkehrperiode wird mit der Formel von Talbot berechnet

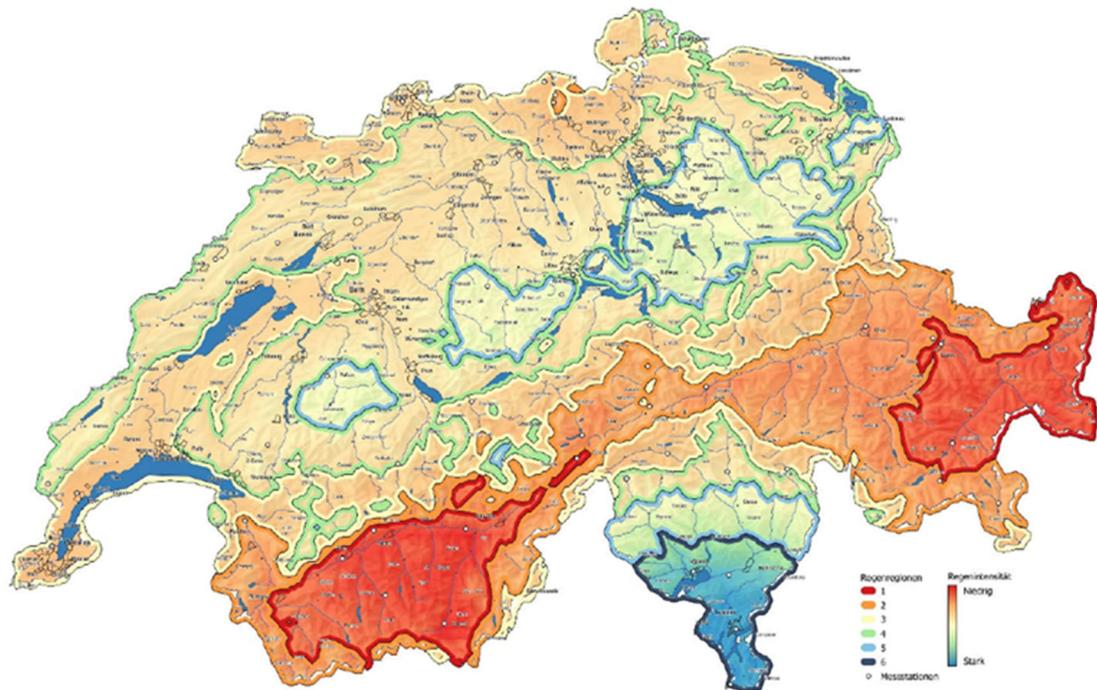
$$i(t, T) = \frac{a_T}{t + b_T} \text{ [mm/h]}$$

Umrechnung: $l/(s \cdot ha) : 2,78 = \text{[mm/h]}$

t	Regendauer [h]
T	Wiederkehrperiode [Jahre]
a_T	Koeffizient (Tabelle 1)
b_T	Koeffizient (Tabelle 1)

In Tabelle 1 sind die Werte der Koeffizienten a_T und b_T für jede Regenregion und für die Wiederkehrperioden von 0,5, 1, 2, 5, 10 und 20 Jahren tabelliert. Angegeben ist auch der Unsicherheitsbereich (95% Vertrauensintervall). Der Einbezug der Unsicherheit der a_T - und b_T -Werte ermöglicht es, unterschiedliche Anforderungen eines Projekts bezüglich hydraulischer Dimensionierung zu berücksichtigen.

Basierend auf der Formel von Talbot sind in Abbildung 2 die Regenintensitäten eines einjährigen Regens der Regionen 1, 3 und 6 zusammen mit dem Unsicherheitsbereich dargestellt. In Abbildung 3 sind die Regenintensitäten der Region 1 für unterschiedliche Jährlichkeiten abgebildet.



Bemerkung

Bei der Auswahl der Koeffizienten a_T und b_T innerhalb ihrer Konfidenzintervalle sollte die Färbung innerhalb einer Region berücksichtigt werden. Für Schwyz in der Region 5 deutet die Färbung beispielsweise darauf hin, dass die Niederschläge in diesem Gebiet im Vergleich zum Rest der Region 5 besonders intensiv sind. Für den Wert von a_T und b_T ist also die Verwendung der oberen Grenze des Vertrauensintervalls in Erwägung zu ziehen.

Abb. 1

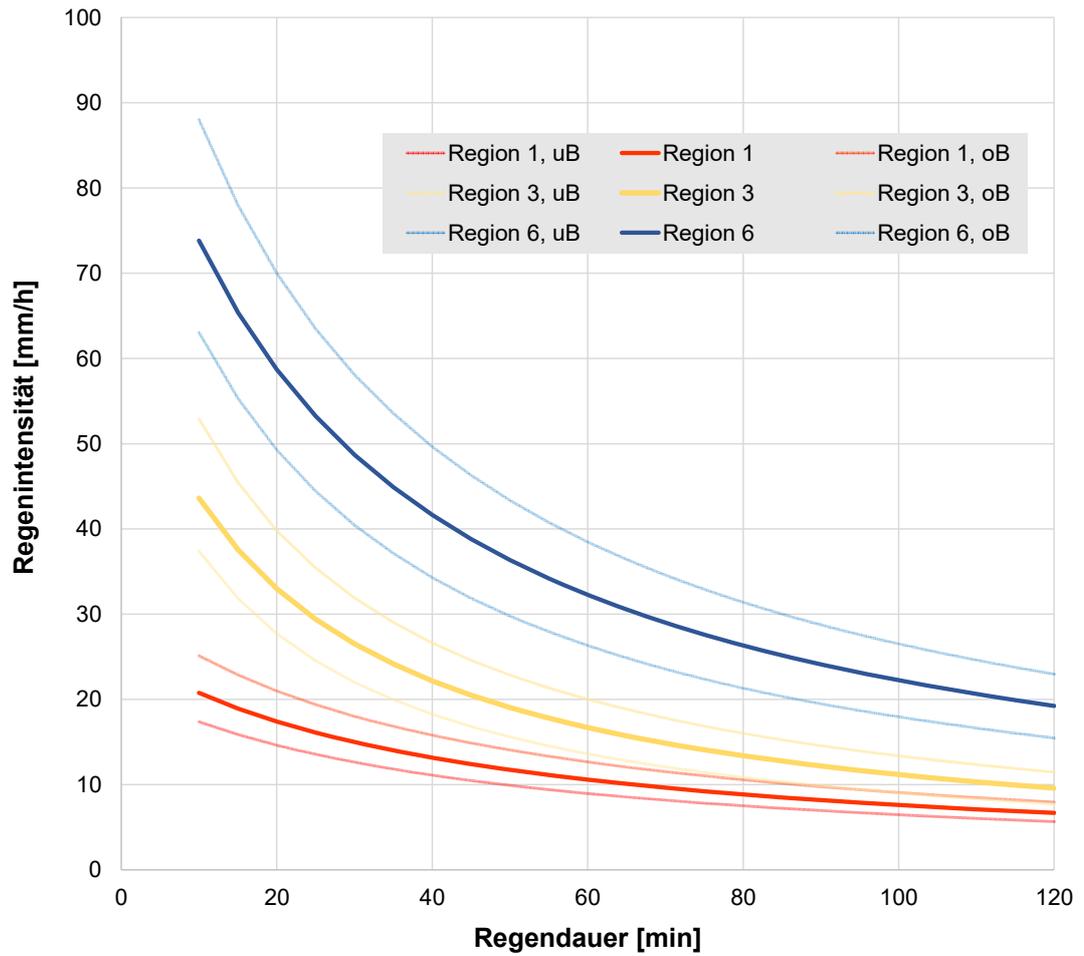
Beschreibung der Regenregionen 1 bis 6 der Schweiz

Koeffizienten a_T und b_T für Wiederkehrperioden und Regenregionen							
T	Region	a_T -Werte			b_T -Werte		
		$a_{T_2,5}$	a_{T_50}	$a_{T_97,5}$	$b_{T_2,5}$	b_{T_50}	$b_{T_97,5}$
0,5	1	13,50	15,70	18,32	0,79	0,79	0,78
	2	13,51	16,89	19,66	0,46	0,50	0,48
	3	14,90	18,47	21,54	0,36	0,40	0,40
	4	16,98	20,75	24,83	0,41	0,44	0,45
	5	21,30	25,22	30,95	0,47	0,48	0,51
	6	29,24	36,34	42,46	0,44	0,49	0,49
1	1	15,40	17,98	21,36	0,72	0,70	0,68
	2	15,38	19,74	23,47	0,38	0,41	0,40
	3	17,82	22,53	26,80	0,31	0,35	0,34
	4	20,57	25,62	31,38	0,36	0,38	0,39
	5	24,91	30,21	38,06	0,40	0,42	0,45
	6	37,60	47,73	56,92	0,43	0,48	0,48
2	1	17,20	20,22	24,49	0,66	0,63	0,60
	2	17,21	22,69	27,57	0,32	0,35	0,34
	3	20,90	26,96	32,71	0,28	0,31	0,30
	4	24,32	31,06	38,81	0,32	0,35	0,35

Koeffizienten a_T und b_T für Wiederkehrperioden und Regenregionen							
T	Region	a_T -Werte			b_T -Werte		
		$a_{T_2,5}$	a_{T_50}	$a_{T_97,5}$	$b_{T_2,5}$	b_{T_50}	$b_{T_97,5}$
	5	28,49	35,38	45,77	0,36	0,37	0,41
	6	46,63	60,54	73,81	0,44	0,48	0,49
5	1	19,66	23,45	29,29	0,61	0,56	0,53
	2	19,77	27,09	33,98	0,26	0,29	0,28
	3	25,56	33,96	42,44	0,24	0,27	0,26
	4	30,03	39,66	51,21	0,29	0,31	0,31
	5	33,74	43,26	58,16	0,32	0,33	0,37
	6	61,00	81,84	103,09	0,47	0,51	0,51
10	1	21,53	26,09	33,45	0,58	0,52	0,50
	2	21,81	30,79	39,60	0,22	0,25	0,24
	3	29,55	40,15	51,36	0,22	0,24	0,23
	4	34,82	47,27	62,69	0,27	0,29	0,29
	5	38,14	50,06	69,34	0,30	0,31	0,35
	6	73,88	101,56	131,37	0,50	0,54	0,54
20	1	23,42	28,92	38,06	0,56	0,50	0,48
	2	23,96	34,87	46,03	0,19	0,22	0,21
	3	34,02	47,28	61,96	0,20	0,22	0,21
	4	40,07	55,97	76,34	0,25	0,27	0,27
	5	43,12	57,85	82,59	0,29	0,29	0,33
	6	89,10	125,31	166,62	0,55	0,59	0,58

Tab 1Koeffizienten a_T und b_T für Wiederkehrperioden und Regenregionen

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 25. April 2024; Frist bis 19. Juni 2024.

**Abb. 2**

Regenintensitäten eines einjährigen Regens für die Regenregionen 1, 3 und 6 zusammen mit dem unteren und oberen Unsicherheitsbereich (uB, oB)

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit.
Vernehmlassungsentwurf 20

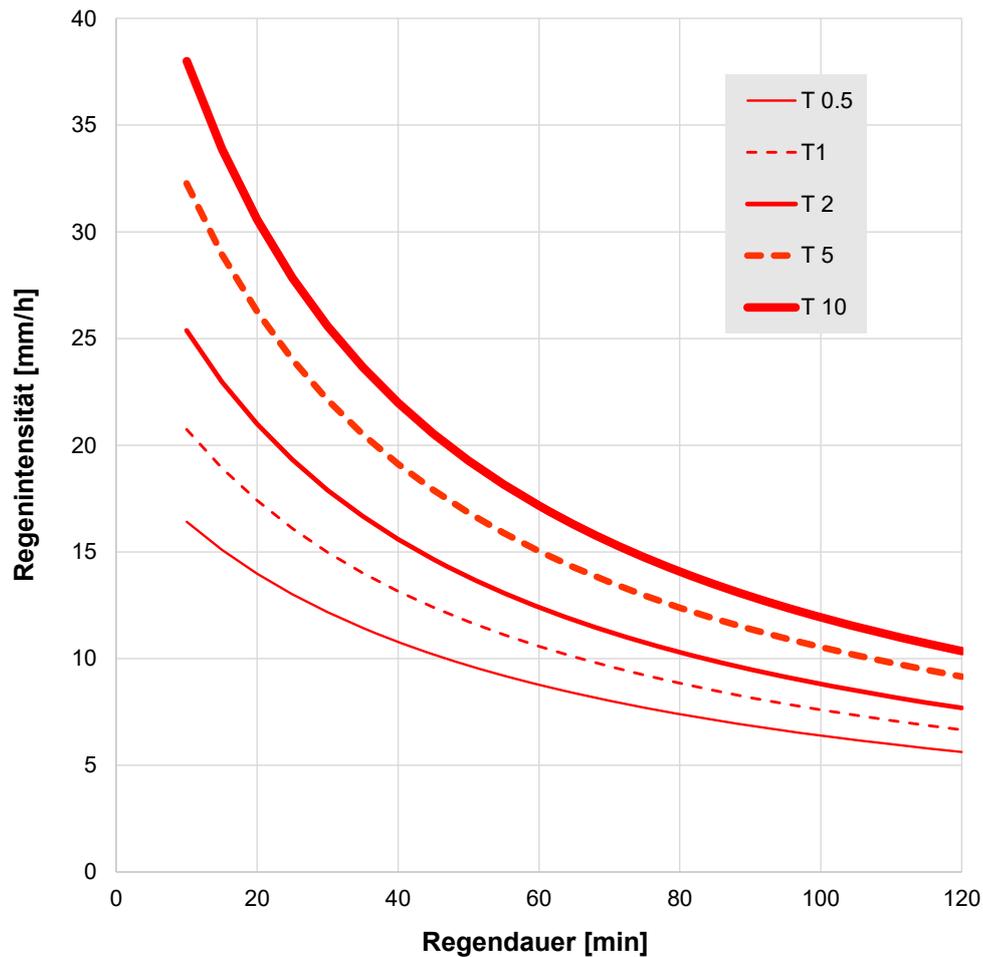


Abb. 3
Regenintensitäten der Region 1 für Wiederkehrperioden von 0,5, 1, 2, 5 und von 10 Jahren

E Beispiele

12 Einjähriger 20-Minuten-Regen in Olten

Regenregion 4 (Abbildung 1)
Regendauer t 20 Minuten = 20/60 Std. = 0,33 h
Wiederkehrperiode T 1 Jahr

Aus Tabelle 1 a_T : 25,62
 b_T : 0,38

Formel von Talbot
 $i = 25,62 / (0,33 + 0,38) = 38,9 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 99,9 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

Unsicherheitsbereich nach oben
Aus Tabelle 1 a_T : 31,38
 b_T : 0,39

Formel von Talbot
 $i = 31,38 / (0,33 + 0,39) = 43,4 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 120,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

Unsicherheit nach unten
Aus Tabelle 1 a_T : 20,57
 b_T : 0,36

Formel von Talbot
 $i = 20,57 / (0,33 + 0,36) = 29,7 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 82,5 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

13 Zehnjährlicher 40-Minuten-Regen in Chur

Regenregion 2 (Abbildung 1)
 Regendauer t 40 Minuten = 40/60 Std. = 0,66 h
 Wiederkehrperiode T 10 Jahre

Aus Tabelle 1 a_T : 30,39
 b_T : 0,25

Formel von Talbot
 $i = 30,39/(0,66 + 0,25) = 33,4 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 91,8 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

Unsicherheitsbereich nach oben
 Aus Tabelle 1 a_T : 39,60
 b_T : 0,24

Formel von Talbot
 $i = 39,60/(0,66 + 0,24) = 44 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 132,3 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

Unsicherheit nach unten
 Aus Tabelle 1 a_T : 21,81
 b_T : 0,22

Formel von Talbot
 $i = 21,81/(0,66 + 0,22) = 24,8 \text{ mm/h} \cdot 2,78 = 68,9 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

F Literaturverzeichnis

- [1] SN 640 340 Strassenentwässerung; Grundlagen
 [2] VSS 40 353 Strassenentwässerung; Grundlagen zur Bestimmung des Abflusses
 [3] VSS 40 357 Strassenentwässerung; Bemessungsabfluss der Kanalisationen
 [4] VSS 40 361 Strassenentwässerung; Behandlungsanlagen
 [5] Bundesamt für Strassen ASTRA;
 Richtlinie Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen, ASTRA 18005. Bern, 2023
 [6] Bundesamt für Strassen ASTRA, Bundesamt für Umwelt BAFU;
 Dokumentation Strassenabwasserbehandlungsverfahren, Stand der Technik, ASTRA 88002.
 Bern, 2021
 [7] Barhoumi, Z.; Gasparini, J.; Spöhel, R.; Steiner, M.; Neuberechnung und Darstellung der massgebenden Regenintensitäten zur Bemessung der Strassenentwässerung. Schlussbericht, im Auftrag des VSS. Zürich, 2023
 [8] Frei, C.; Fukutome, S.; Extreme Punktniederschläge. In Daten- und Analyseplattform. Hydrologischer Atlas der Schweiz. [https://hydromaps.ch/#de/8/46.830/8.190/bl_hds--b04_b0401_precip_60m_2a_0_5v2_0\\$4/NULL](https://hydromaps.ch/#de/8/46.830/8.190/bl_hds--b04_b0401_precip_60m_2a_0_5v2_0$4/NULL) (zugegriffen 14. November 2022)
 [9] Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz;
 Extremwertanalysen (Version 2020). <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/extremwertanalysen.html> (Zugriff 4. November 2022)
 [10] Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz;
 SwissMetNet: Das Referenzmessnet der MeteoSchweiz