HGN Beratungsgesellschaft mbH
Büro Magdeburg
Liebknechtstraße 42
39108 Magdeburg

+49 (0)391 99 00 42 40
magdeburg@hgn-beratung.de
www.hgn-beratung.de

Antragsunterlagen zum abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahren

Inertstoffdeponie „Am Steinberg“ (DK 0) Warnstedt-Timmenrode

Wasserhaushaltsberechnungen für den Deponieendzustand

Auftraggeber: Brenn- und Baustoffhandel GmbH Badeborn
Große Gasse 366a
06493 Badeborn

Projekt: Warnstedt, Deponie DK 0 - Wasserhaushalt / 20-019

Bearbeitung: B.Sc. geol. David Hoffmann
Dipl.-Geol. Andreas Ogroske
Dipl.-Hydrol. Sabine Bachmann

Bestätigt: Andreas Ogroske
Büroleiter

Ort, Datum: Magdeburg, 24. August 2022

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 3
2 Methodische Herangehensweise und Modellansatz 3
3 Standortspezifische Umsetzung der Methodik 4
3.1 Horizontaldiskretisierung und Einteilung der Hydrotope 4
3.2 Vertikaldiskretisierung / Schichtenaufbau 5
3.3 Modellparameter 5
4 Meteorologische Daten 7
4.1 Datengrundlage für die langjährige meteorologische Situation 7
4.2 Datengrundlage für die Starkniederschlagsbetrachtung 8
5 Modellergebnisse zum langjährigen Wasserhaushalt 8
6 Oberflächenabfluss und Sickerwasserbildung im Starkregenfall 9
7 Literatur- und Quellenverzeichnis 10

Tabellen

Tabelle 3-1: Hydrotope der Deponieoberfläche 4
Tabelle 3-2: Wassertransport- und -speicherparameter für die Rekultivierungsschicht (nach KA 5) 6
Tabelle 5-2: Wasserhaushaltsbilanzen Deponie Warnstedt 8

Abbildungen

Abbildung 3-1: Lage der Hydrotope der geplanten Deponie Warnstedt 5
Abbildung 4-1: Jahresniederschlagssummen (korrigiert) Station Quedlinburg 1991-2021 7

Anlagen

Anlage 1 Übersichtskarte mit Hydrotopeinteilung Maßstab 1 : 3.000
Anlage 2 Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010R
Anlage 3 Starkregen-Oberflächenabflüsse für verschiedene Wiederkehrintervalle

1 Aufgabenstellung

Die Brenn- und Baustoffhandel GmbH Badeborn plant die Errichtung einer Inertstoffdeponie (DK 0) im Bereich des derzeitigen Kiessandtagebaus Warnstedt-Timmenrode.

Im Rahmen des für die Errichtung und den Betrieb der Abfallbeseitigungsanlage erforderlichen abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahrens ist u. a. die Erarbeitung einer Wasserhaushaltsberechnung für den Deponieendzustand erforderlich.

Die Wasserhaushaltsberechnung dient im Wesentlichen zur Quantifizierung der Restdurchsickerung im Endzustand nach Rekultivierung der Deponie.

Folgende Aspekte sind zu bewerten:

- Ermittlung der Restdurchsickerung im rekultivierten Endzustand,
- Ermittlung des Wasseranfalls im Starkregenfall (Oberflächenabfluss) im rekultivierten Endzustand.

2 Methodische Herangehensweise und Modellansatz

Zur Berechnung von wasserhaushaltlichen und hydrologischen Prozessen werden in der Regel Wasserhaushaltsmodelle genutzt. Für den konkreten Anwendungsfall wird das Modell BOWAHALD (DUNGER, 2002 /1/, 2006 /2/ verwendet. Das Modell BOWAHALD wurde speziell zur Modellierung der wesentlichen hydrologischen Prozesse, die innerhalb von wasserungesättigten Halden bzw. Deponien einschließlich Abdeckschichten ablaufen, entwickelt bzw. weiterentwickelt.

Das Modell BOWAHALD stellt eine anerkannte Alternative zum Deponiewasserhaushaltsmodell HELP (SCHROEDER ET. AL, 1994 /3/, BERGER, 1998 /4/) gemäß Empfehlungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LFUG, 1999 /5/) sowie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL, 1999 /6/). Vergleichende HELP/BOWAHALD-Untersuchungen zeigen ein hohes Maß an Ergebnisübereinstimmung (BERGER, DUNGER, 2000 /7/).

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick bezüglich zum Modellprinzip gegeben werden:

Für Deponien und deren Sicherungssysteme gilt bezüglich der Quantifizierung der Wasserhaushaltsgrößen die folgende Wasserbilanzgleichung:

$$\mathbf{P = RO + ETR + RH + RU + DS} \qquad \mathbf{(1)}$$

mit:
P - Niederschlag
RO - Oberflächenabfluss
ETR - reale Evapotranspiration
RH - lateraler Abfluss (z.B. innerhalb von Drainageschichten)
RU - Abfluss an der Basis (Restdurchsickerung)
DS - Speicheränderung innerhalb des betrachteten Systems

Beim Modell BOWAHALD handelt es sich um ein Schichtenmodell, welches die in der Gleichung 1 enthaltenen maßgeblichen Prozesse des Wasserhaushalts berücksichtigt. Die zeitliche Diskretisierung der Bilanzierung

erfolgt modellintern generell in Tagesschritten, die Ausgabe der Ergebnisse kann in Tages- bzw. Monatsschritten erfolgen, je nach verwendeten meteorologischen Eingangsgrößen (Tages- oder Monatswerte).

Wasserbewegungen werden in der vertikalen Dimension modelliert, wobei jedoch horizontale Prozesse (Oberflächenabfluss, lateraler Drainabfluss) ebenfalls bilanziert werden.

Um im Sinne der Zielstellung möglichst gesicherte Aussagen zum langjährigen wasserhaushaltlichen Verhalten ableiten zu können, wird mittels des Modells BOWAHALD ein möglichst langer Zeitraum modelliert.

Die Ermittlung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall erfolgt entsprechend dem DVWK-Regelwerk 113 unter Zuhilfenahme des KOSTRA-Datensatzes des DWD für Starkniederschlagshöhen.

3 Standortspezifische Umsetzung der Methodik

3.1 Horizontaldiskretisierung und Einteilung der Hydrotope

Für eine verlässliche Deponiewasserhaushaltsmodellierung ist eine Horizontaldiskretisierung in Hydrotope (Flächen mit gleichen hydrologischen Eigenschaften) notwendig. Bei der Hydrotopeinteilung sollen vor allem Unterschiede hinsichtlich der Expositionen (Ausrichtungen), Hangneigungen und Hanglängen Berücksichtigung finden. Auf der Grundlage der Planunterlagen für die Deponie Warnstedt im Endzustand ist eine Untergliederung in Hydrotope gemäß Tabelle 3-1 erfolgt.

Die grafische Darstellung der Hydrotope erfolgt in Abbildung 3-1 sowie in Anlage 1.

Tabelle 3-1: Hydrotope der Deponieoberfläche

Hydrotop	**Exposition**	**mittlere Neigung (%)**	**mittlere Hanglänge (m)**	**Mittlere Höhe (m NHN)**	**Hangfläche (m²)**	**Flächenanteil (%)**
Nord 1	Nord	33	20	188	14.350	7,4
Ost 1	Ost	33	20	177	14.200	7,3
Süd 1	Süd	33	20	177	23.700	12,2
West 1	West	33	20	185	13.500	6,9
Nord 2	Nord	7	100	195	30.500	15,6
Ost 2	Ost	10	80	187	17.900	9,2
Süd 2	Süd	8	150	190	65.000	33,3
West 2	West	8	70	192	15.900	8,2

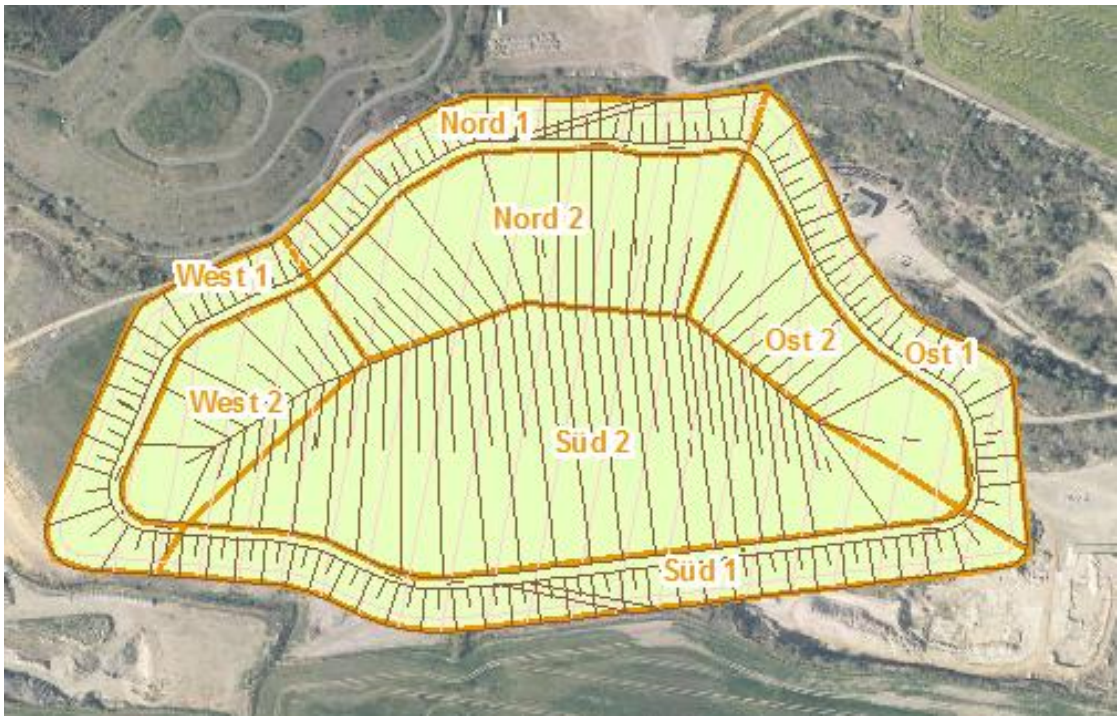


Abbildung 3-1: Lage der Hydrotope der geplanten Deponie Warnstedt

3.2 Vertikaldiskretisierung / Schichtenaufbau

Da die Rekultivierungsschicht die alleinige erforderliche wasserhaushaltlich wirksame Komponente der Oberflächensicherung darstellt, beschränkt sich die Vertikaldiskretisierung auf die Rekultivierungsschicht. Deren Mächtigkeit beträgt 1,0 m.

3.3 Modellparameter

Für die Modellierung sind folgenden Eingabeparameter zu definieren:

- geographisch-morphologische Parameter
- Bewuchsparameter
- pedologische Parameter

Geographisch-morphologische Parameter

Lage des Deponiestandortes (Mittelpunktkoordinaten UTM 32):

RW: 640656

HW: 5739206

Höhe: 170 bis 200 m NHN, im Mittel 190 m NHN

Bewuchsparameter

Folgende Bewuchsparamater wurden berücksichtigt:

- Gras-/Krautbewuchs
  - Bewuchsentwicklung: normal
  - Vegetationsbedeckungsgrad: 90
  - maximale Wurzeltiefe: 100 cm (gesamte Rekultivierungsschicht)
  - maximale Wurzeldichte: 0,2 m
  - Bestandskoeffizient (k_c-Faktor): 1,0 (für Gras)

Pedologische Parameter

Es wird für die Rekultivierungsschicht von folgenden mittleren Bodenarten ausgegangen

- 0,7 m Unterboden: schwach bis mittel lehmiger Sand (Sl2 / Sl3)
- 0,3 m Oberboden: wie Unterboden, jedoch mit Humusanteil von 3%

Entsprechend Bodenkundlicher Kartieranleitung KA 5 (AG BODEN, 2005 /8/) ergeben sich für einen schwach bis mittel lehmigen Sand (Sl2, Sl3) unter der Annahme einer mittleren Trockenrohdichte (pt3) die Wassertransport- und -speicherparameter gemäß Tabelle 3-2.

Tabelle 3-2: Wassertransport- und -speicherparameter für die Rekultivierungsschicht (nach KA 5)

Substrat	**Durchlässigkeitsbeiwerte (gesättigt) kf (m/s)**	**Feldkapazität FK (Vol.-)** (pF 1,8)	**nutzbare Feldkapazität nFK (Vol.-)***	**Luftkapazität LK (Vol.-)****
Oberboden				
schwach lehmiger Sand (Sl2)	$1{,}13 * 10^{-5}$	31,0	21,0	19,0
mittel lehmiger Sand (Sl3)	$7{,}52 * 10^{-5}$	32,0	21,0	17,0
Mittelwert Sl2/Sl3	**$5{,}74 * 10^{-5}$**	**31,5**	**21,0**	**18,0**
Unterboden				
schwach lehmiger Sand (Sl2)	$1{,}13 * 10^{-5}$	31,0	21,0	19,0
mittel lehmiger Sand (Sl3)	$7{,}52 * 10^{-5}$	32,0	21,0	17,0
Mittelwert Sl2/Sl3	**$5{,}74 * 10^{-5}$**	**31,5**	**21,0**	**18,0**

* nFK (bei Wassergehalt zwischen pF 1,8 und 4,2)

** LK (bei Wassergehalt zwischen pF 0 und 1,8)

Zur Ermittlung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall sind die maßgebenden Parameter sind insbesondere der Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) und der Bewuchs. Es wird von einer durchschnittlichen Vorfeuchte entsprechend der DVWK-Anleitung A 113 (DVWK, 1984) /9/ angenommen. Als maßgebliche Wiederkehrsintervalle wurden die Wiederkehrsintervalle lt. KOSTRA-Starkregentabelle von 2 und 5 Jahren angesetzt.

4 Meteorologische Daten

4.1 Datengrundlage für die langjährige meteorologische Situation

Für die Modellberechnung sind tägliche Werte folgender meteorologischer Daten erforderlich:

- mittlere Lufttemperatur
- mittlere relative Luftfeuchte
- Sonnenscheindauer
- Niederschlagssumme

Datensätze meteorologischer Daten entstammen dem Climate Data Center des DWD /10/.

Die nächstgelegene Klimastation mit dem entsprechenden Datensatz ist Quedlinburg (ca. 7 km östlich des Standortes). Der verfügbare Messzeitraum ist 1960 bis 2021 (61 Jahre).

Für den Zeitraum 01.01.2000 bis 30.11.2006 fehlen die Daten der Station. Hier wurde auf Daten der Station Wernigerode (ca. 19 km westlich des Standortes) zurückgegriffen.

Der Deutsche Wetterdienst empfiehlt für langjährige Untersuchungen die Verwendung eines 30-jährigen Zeitraums. In der vorliegenden Bearbeitung wird auf die Zeitreihe 1991 bis 2021 zurückgegriffen.

Die Daten der DWD-Station Quedlinburg sind als hinreichend repräsentativ für den Standort anzusehen, so dass diese ohne Modifikationen auf den Deponiestandort übertragen wurden.

Die primären Niederschlagswerte waren vor der Anwendung zur Korrektur des Messfehlers des Regenmessers mit dem konstanten Faktor 1,1 zu korrigieren (nach BAUMGARTNER, LIEBSCHER, 1990 /11/). Die mittlere korrigierte Jahresniederschlagssumme beträgt an der Station Quedlinburg 560,9 mm.

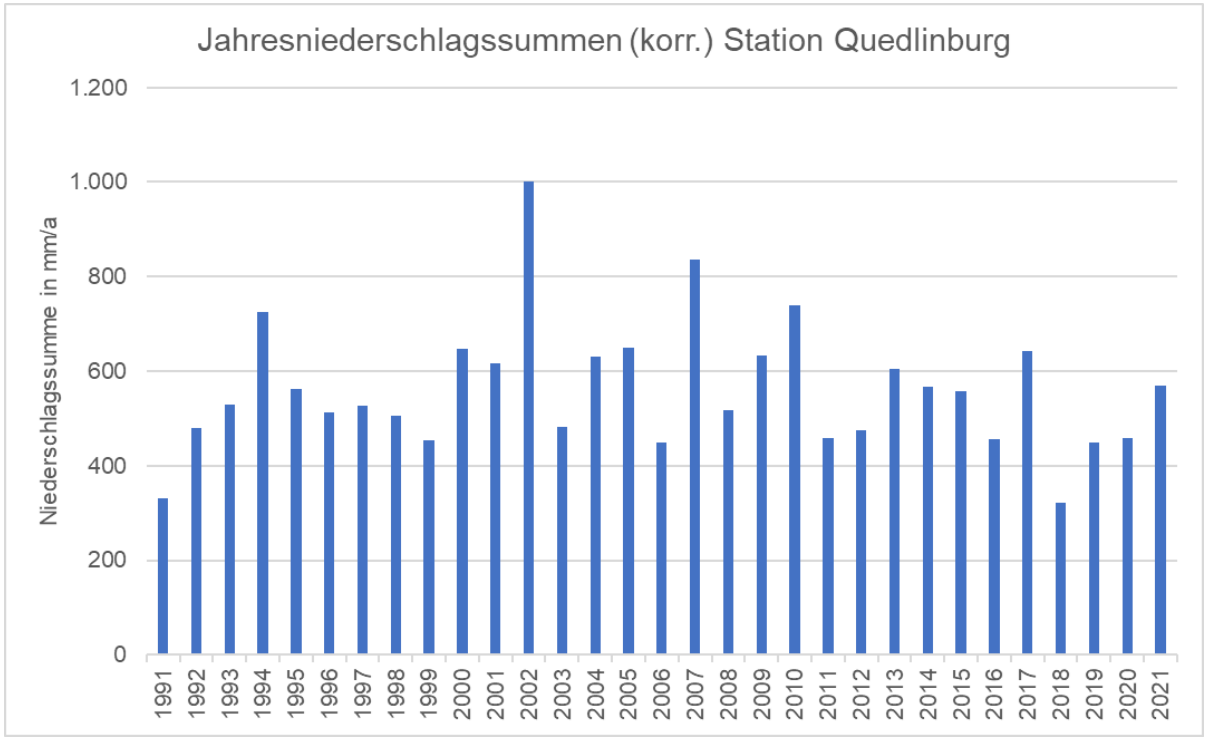


Abbildung 4-1: Jahresniederschlagssummen (korrigiert) Station Quedlinburg 1991-2021

4.2 Datengrundlage für die Starkniederschlagsbetrachtung

Für die Untersuchungen zum Starkregenfall (Oberflächenabflussbildung) wurden Regenmengen entsprechend Regendauern und Wiederkehrsintervallen auf Grundlage des KOSTRA-Starkregenatlas des Deutschen Wetterdienstes (BARTELS U. A., 2005 /12/) ermittelt.

Die für das standortbezogene Rasterfeld verfügbaren KOSTRA-Daten sind in Anlage 2 dokumentiert.

Für die Modellrechnungen zur Oberflächenabflussbildung im Starkregenfall wurden die KOSTRA-relevanten Wiederkehrsintervalle von 2 und 5 Jahren verwendet.

5 Modellergebnisse zum langjährigen Wasserhaushalt

Die Berechnungen zum langjährigen Wasserhaushalt der Rekultivierungsabdeckung der Deponie wurden mit der Software BOWAHALD unter Nutzung der vorangehend beschriebenen Parameter ausgeführt. Die Berechnungen erfolgten hydrotopspezifisch. In Tabelle 5-1 sind die Ergebnisse sowohl für die Einzelhydrotope sowie als flächengewichteter Mittelwert für die gesamte Deponie zusammengestellt.

Tabelle 5-1: Wasserhaushaltsbilanzen Deponie Warnstedt

Hydrotopbereich	**Fläche (ha)**	**Fläche (%)**	**Niederschlag P (mm/a)**	**Evapotranspiration ETR (mm/a)**	**Oberirdischer Abfluss RO (mm/a)**	**Unterirdischer Abfluss RU (mm/a)**
Nord1	1,44	7,34%	560,90	439,70	2,11	119,10
Nord2	3,05	15,62%	560,90	478,70	0,56	81,65
Ost1	1,42	7,27%	560,90	494,54	1,96	64,41
Ost2	1,79	9,17%	560,90	488,70	0,58	71,63
Süd1	2,37	12,11%	560,90	517,74	1,86	41,31
Süd2	6,54	33,45%	560,90	497,51	0,50	62,89
West1	1,35	6,91%	560,90	494,54	1,96	64,41
West2	1,59	8,11%	560,90	488,70	0,59	71,62
Gewichtetes Mittel			**560,90**	**490,83**	**1,01**	**69,06**

Die Ergebnisse der Berechnungen der Wasserhaushaltsbilanzen zeigen folgendes Bild:

- Die im Endzustand vorhandene Gras-/Krautvegetation ist in der Lage, von den Niederschlägen (im langjährigen Mittel 560 mm/a) etwa 490 mm/a zu verdunsten.
- Die modellierten Oberflächenabflüsse liegen deutlich unter 10 mm/a und spielen damit im langjährigen Mittel kaum eine Rolle.
- An der Basis der Rekultivierungsschicht kommen ca. 70 mm/a Sickerwasser an. Das entspricht ca. 15 % des Niederschlags.

6 Oberflächenabfluss im Starkregenfall

Die Ermittlung des abflusswirksamen Niederschlags erfolgt gemäß DVWK Regelwerk 113/1989. Die gesamte Deponiefläche wurde hierbei in 2 Teilbereiche aufgeteilt:

- Fläche 1: untere Böschungsfläche mit Neigung 1:3 bei insgesamt 6,6 ha (Fließweg 20 m)
- Fläche 2: restliche Flächen mit ca. 8 % Neigung bei insgesamt 13,0 ha (Fließweg 100 m)

Aus den Berechnungen ergeben sich für die Deponie im Endzustand die Scheitelabflüsse und Abflussspenden gemäß Tabelle 6-1.

Im Falle eines Niederschlagsereignisses mit 2-jährigem Wiederkehrsintervall (HQ2) müssen ca. 170 l/s abgleitet werden, im Falle eines HQ5 steigt die Menge auf fast das Doppelte (ca. 270 l/s).

Tabelle 6-1: Scheitelabfluss und Abflussspenden im Starkregenfall.

Teilfläche	**Flächen-größe in ha**	**Scheitel-abflussspende HQ2 in l/s*ha**	**Scheitel-abfluss HQ2 in l/s**	**Scheitel-abflussspende HQ5 in l/s*ha**	**Scheitel-abfluss HQ5 in l/s**
Fläche 1 (Böschung)	6,6	10,29	67,9	16,72	110,3
Fläche 2 (Top)	13,0	7,70	100,1	12,56	163,3
Summe		**-**	**168,0**	**-**	**273,6**

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

/1/ Dunger, V (2002): Dokumentation des Modells BOWAHALD zur Simulation des Wasserhaushaltes von wasserungesättigten Deponien/Halden und deren Sicherungssystemen. Nutzerhandbuch, Version 04/2002 (unveröffentlicht).

/2/ Dunger, V. (2006): Entwicklung und Anwendung des Modells BOWAHALD zur Quantifizierung des Wasserhaushaltes oberflächengesicherter Deponien und Halden. Habilitationsschrift, TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau.

/3/ Schroeder et al. (1994): The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model: Engineering Documentation for Version 3, EPA/600/R-94/168b, U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development, Washington D.C..

/4/ Berger, K. (1998): Validierung und Anpassung des Simulationsmodells HELP zur Berechnung des Wasserhaushaltes von Deponien für deutsche Verhältnisse. Schlussbericht. Universität Hamburg, Institut für Bodenkunde. Herausgeber: Umweltbundesamt Berlin.

/5/ LfUG Landesamt für Umwelt und Geologie (1999): Materialien zur Altlastenbehandlung: Oberflächensicherung von Altablagerungen und Deponien. Freistaat Sachsen. Lößnitz-Druck.

/6/ SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (1999): Methodik für die Auswahl und Bewertung von Schutz- und Rekultivierungsmaßnahmen bei der Stilllegung von Altdeponien im Freistaat Sachsen - Stilllegungsmethodik Altdeponien. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Dresden.

/7/ Berger, K. und Dunger, V (2000): Vergleichende Simulationsrechnungen mittels der Deponie und Haldenwasserhaushaltsmodelle HELP und BOWAHALD. Proceedings zum Weiterbildungsseminar des DGFZ e.V.: Simulation zum Halden-/Deponiewasserhaushalt am 7. und 8. April 2000 in Dresden

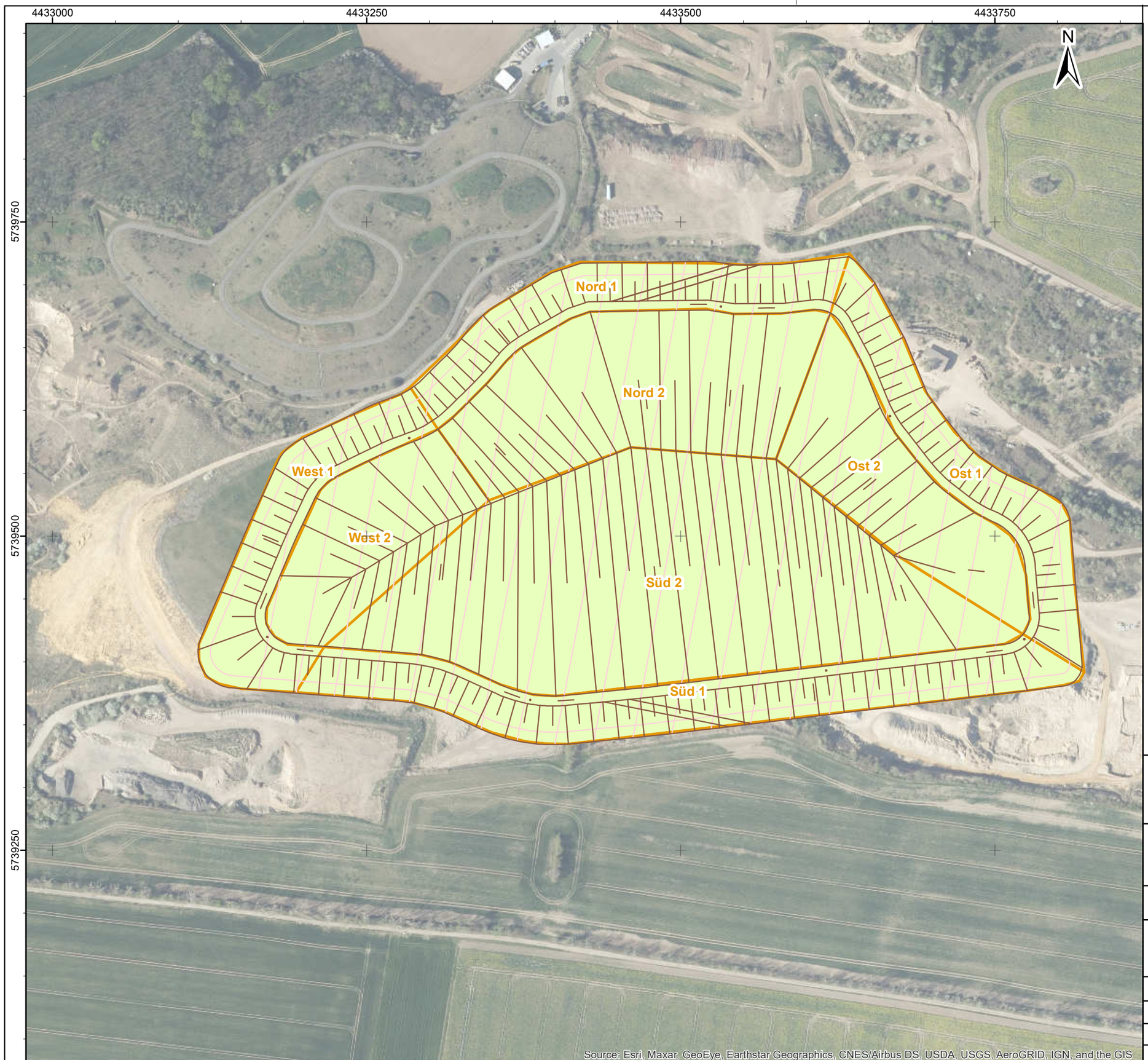
/8/ AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage. Herausgeber: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

/9/ DVWK - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (1984): Anwendung von Niederschlag-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II: Synthese. DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 113, DVWK, Bonn.

/10/ DWD (2022): Climate Data Center; https://cdc.dwd.de/portal/; abgerufen am 21.02.2022.

/11/ Baumgartner, A. und H.-J. Liebscher (1990): Lehrbuch der Hydrologie, Band 1. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.

/12/ Bartels, H. , B. Dietzer, G. Malitz, F.M. Albrecht und J. Guttenberger (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000) – Fortschreibungsbericht – Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach a. M., Selbstverlag.



Legende

Hydrotope

Kartengrundlagen:
Luftbild Google Satelit

Auftraggeber:
Brenn- und Baustoffhandel GmbH Badeborn
Große Gasse 366a
06493 Badeborn

Brenn- und Baustoffhandel GmbH Badeborn

Auftragnehmer:
HGN Beratungsgesellschaft mbH
Liebknechtstraße 42
39108 Magdeburg

Warnstedt, DK0-Deponie

Hydrotopflächen der Wasserhaushaltsberechnung

Bearbeiter:	D. Hoffmann	Maßstab:	1:3.000
Projekt-Nr.:	20-019	**Anlage: 01**	
Datum:	03.05.2022	Anl_01_Übersicht_Hydrotope.mxd	

LS: DHDN 3 Degree Gauss Zone 4 / HS: DHHN 16

Anlage 2

Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Niederschlagshöhen und -spenden für Warnstedt

Rasterfeld: Spalte: 43 Zeile: 45

D \ T	1 a		2 a		3 a		5 a		10 a		20 a		30 a		50 a		100 a	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5 Min.	5,1	170,0	6,7	223,3	7,7	256,7	8,8	293,3	10,4	346,7	12,0	400,0	13,0	433,3	14,1	470,0	15,7	523,3
10 Min.	8,1	135,0	10,2	170,0	11,5	191,7	13,1	218,3	15,2	253,3	17,4	290,0	18,6	310,0	20,2	336,7	22,4	373,3
15 Min.	10,0	111,1	12,6	140,0	14,1	156,7	15,9	176,7	18,5	205,6	21,1	234,4	22,6	251,1	24,4	271,1	27,0	300,0
20 Min.	11,3	94,2	14,2	118,3	15,9	132,5	18,1	150,8	21,0	175,0	23,9	199,2	25,6	213,3	27,7	230,8	30,6	255,0
30 Min.	13,1	72,8	16,5	91,7	18,6	103,3	21,1	117,2	24,6	136,7	28,0	155,6	30,0	166,7	32,6	181,1	36,0	200,0
45 Min.	14,6	54,1	18,7	69,3	21,1	78,1	24,1	89,3	28,3	104,8	32,4	120,0	34,8	128,9	37,8	140,0	41,9	155,2
60 Min.	15,5	43,1	20,2	56,1	22,9	63,6	26,3	73,1	31,0	86,1	35,6	98,9	38,3	106,4	41,7	115,8	46,4	128,9
90 Min.	17,3	32,0	22,5	41,7	25,5	47,2	29,4	54,4	34,6	64,1	39,8	73,7	42,9	79,4	46,7	86,5	51,9	96,1
2 Std.	18,6	25,8	24,3	33,8	27,6	38,3	31,8	44,2	37,4	51,9	43,1	59,9	46,4	64,4	50,6	70,3	56,2	78,1
3 Std.	20,7	19,2	27,1	25,1	30,8	28,5	35,5	32,9	41,8	38,7	48,2	44,6	51,9	48,1	56,6	52,4	62,9	58,2
4 Std.	22,4	15,6	29,2	20,3	33,3	23,1	38,4	26,7	45,2	31,4	52,1	36,2	56,2	39,0	61,3	42,6	68,1	47,3
6 Std.	24,9	11,5	32,6	15,1	37,1	17,2	42,8	19,8	50,6	23,4	58,3	27,0	62,8	29,1	68,5	31,7	76,2	35,3
9 Std.	27,7	8,5	36,4	11,2	41,4	12,8	47,8	14,8	56,5	17,4	65,2	20,1	70,3	21,7	76,7	23,7	85,3	26,3
12 Std.	29,9	6,9	39,3	9,1	44,8	10,4	51,7	12,0	61,2	14,2	70,6	16,3	76,1	17,6	83,0	19,2	92,4	21,4
18 Std.	33,3	5,1	43,8	6,8	50,0	7,7	57,8	8,9	68,3	10,5	78,9	12,2	85,1	13,1	92,9	14,3	103,4	16,0
24 Std.	35,9	4,2	47,4	5,5	54,1	6,3	62,5	7,2	73,9	8,6	85,4	9,9	92,1	10,7	100,5	11,6	112,0	13,0
48 Std.	42,2	2,4	55,5	3,2	63,3	3,7	73,1	4,2	86,4	5,0	99,8	5,8	107,6	6,2	117,4	6,8	130,7	7,6
72 Std.	46,3	1,8	60,7	2,3	69,2	2,7	79,8	3,1	94,2	3,6	108,7	4,2	117,1	4,5	127,8	4,9	142,2	5,5

D Niederschlagsdauer
T Wiederkehrintervall
hN Niederschlagshöhe in mm
rN Niederschlagsspende in l/(s*ha)

Scheitelabfuss für kleine Einzugsgebiete

Projekt	Auftragsnr.	Anlage
Warnstedt, Deponie	20-019	3-1

Arbeitsgrundlagen

DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft 113/1989

(Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten)

Die Bestimmung des abflusswirksamen Niederschlags erfolgt mit dem US-SCS-Verfahren. Die Übertragungsfunktion nach dem Parallel-Linearspeicher-Kaskaden-Ansatz (n1=n2=2) wird synthetisch aus Gebietskennwerten abgeschätzt.

Einzugsgebiet

Warnstedt Deponie, Fläche 1

Größe	6,6	[ha]
Fließweglänge	20	[m]
mittleres Gefälle	0,330	[-]
CN-Wert	79,0	[-]
Anfangsverlust	5	[%]
Basisabfluss	0,005	[m³/s]
Wiederkehrzeit des Ereignisses	2	[Jahre]
maßgebende Regendauer	*240*	[min]
Niederschlagshöhe	*29,2*	[mm]
abflusswirksamer Niederschlag	*7,1*	[mm]
Abflussbeiwert	*24,5*	[%]
Niederschlagsfülle	*472*	[m³]
Scheitelabfluss HQ2	***0,07***	**[m³/s]**
Scheitelabflussspende HQ2	***10,29***	**[l/s*ha]**

Bemerkungen

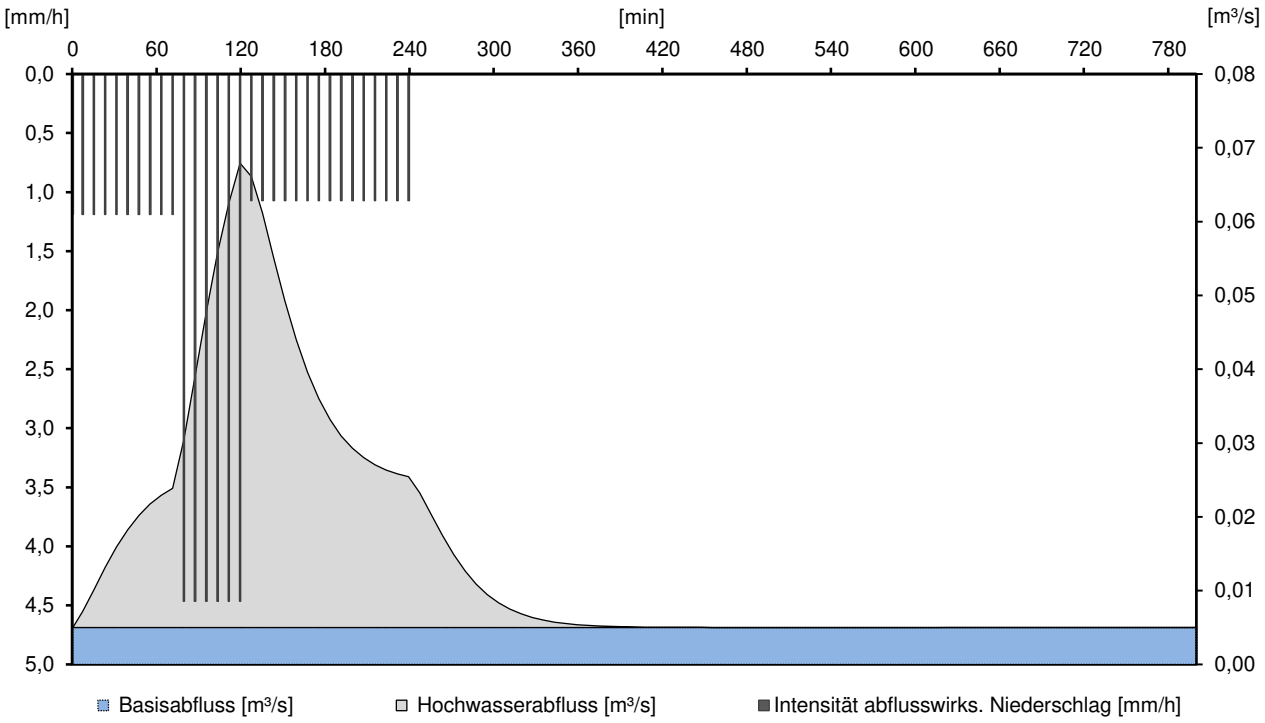
Anfangsverlust nach Maniak und Intensitätsverlauf gemäß DVWK 113/89

Intensitätsverlauf

Dauer	Anteil
30%	20%
20%	50%
50%	30%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
100%	*100%*

KOSTRA-DWD 2010R

Dauer [min]	Höhe [mm]
5	*6,70*
10	*10,20*
15	*12,60*
20	*14,20*
30	*16,50*
45	*18,70*
60	*20,20*
90	*22,50*
120	*24,30*
180	*27,10*
240	*29,20*
360	*32,60*
540	*36,40*
720	*39,30*
1080	*43,80*
1440	*47,40*
2880	*55,50*
4320	*60,70*



Scheitelabfuss für kleine Einzugsgebiete

Projekt	Auftragsnr.	Anlage
Warnstedt, Deponie	20-019	3-2

Arbeitsgrundlagen

DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft 113/1989

(Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten)

Die Bestimmung des abflusswirksamen Niederschlags erfolgt mit dem US-SCS-Verfahren. Die Übertragungsfunktion nach dem Parallel-Linearspeicher-Kaskaden-Ansatz (n1=n2=2) wird synthetisch aus Gebietskennwerten abgeschätzt.

Einzugsgebiet

Warnstedt Deponie, Fläche 1

Größe	6,6	[ha]
Fließweglänge	20	[m]
mittleres Gefälle	0,330	[-]
CN-Wert	79,0	[-]
Anfangsverlust	5	[%]
Basisabfluss	0,005	[m³/s]
Wiederkehrzeit des Ereignisses	5	[Jahre]
maßgebende Regendauer	*240*	[min]
Niederschlagshöhe	*38,4*	[mm]
abflusswirksamer Niederschlag	*12,0*	[mm]
Abflussbeiwert	*31,2*	[%]
Niederschlagsfülle	*790*	[m³]
Scheitelabfluss HQ5	***0,11***	**[m³/s]**
Scheitelabflussspende HQ5	***16,72***	**[l/s*ha]**

Bemerkungen

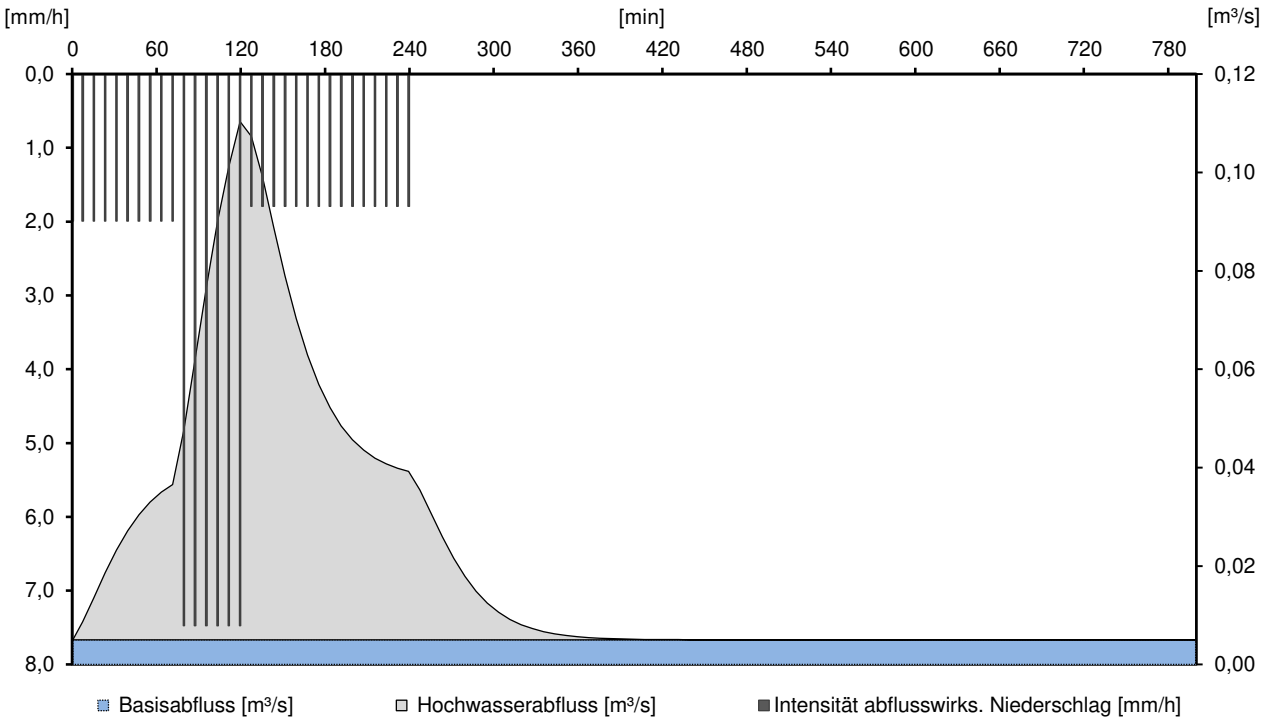
Anfangsverlust nach Maniak und Intensitätsverlauf gemäß DVWK 113/89

Intensitätsverlauf

Dauer	Anteil
30%	20%
20%	50%
50%	30%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
100%	*100%*

KOSTRA-DWD 2010R

Dauer [min]	Höhe [mm]
5	*8,80*
10	*13,10*
15	*15,90*
20	*18,10*
30	*21,10*
45	*24,10*
60	*26,30*
90	*29,40*
120	*31,80*
180	*35,50*
240	*38,40*
360	*42,80*
540	*47,80*
720	*51,70*
1080	*57,80*
1440	*62,50*
2880	*73,10*
4320	*79,80*



Scheitelabfuss für kleine Einzugsgebiete

Projekt	Auftragsnr.	Anlage
Warnstedt, Deponie	20-019	3-3

Arbeitsgrundlagen

DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft 113/1989

(Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten)

Die Bestimmung des abflusswirksamen Niederschlags erfolgt mit dem US-SCS-Verfahren. Die Übertragungsfunktion nach dem Parallel-Linearspeicher-Kaskaden-Ansatz (n1=n2=2) wird synthetisch aus Gebietskennwerten abgeschätzt.

Einzugsgebiet

Warnstedt Deponie, Fläche 2

Größe	13,0	[ha]
Fließweglänge	100	[m]
mittleres Gefälle	0,080	[-]
CN-Wert	79,0	[-]
Anfangsverlust	5	[%]
Basisabfluss	0,005	[m³/s]
Wiederkehrzeit des Ereignisses	2	[Jahre]
maßgebende Regendauer	*286*	[min]
Niederschlagshöhe	*30,5*	[mm]
abflusswirksamer Niederschlag	*7,8*	[mm]
Abflussbeiwert	*25,5*	[%]
Niederschlagsfülle	*1011*	[m³]
Scheitelabfluss HQ2	***0,10***	**[m³/s]**
Scheitelabflussspende HQ2	***7,70***	**[l/s*ha]**

Bemerkungen

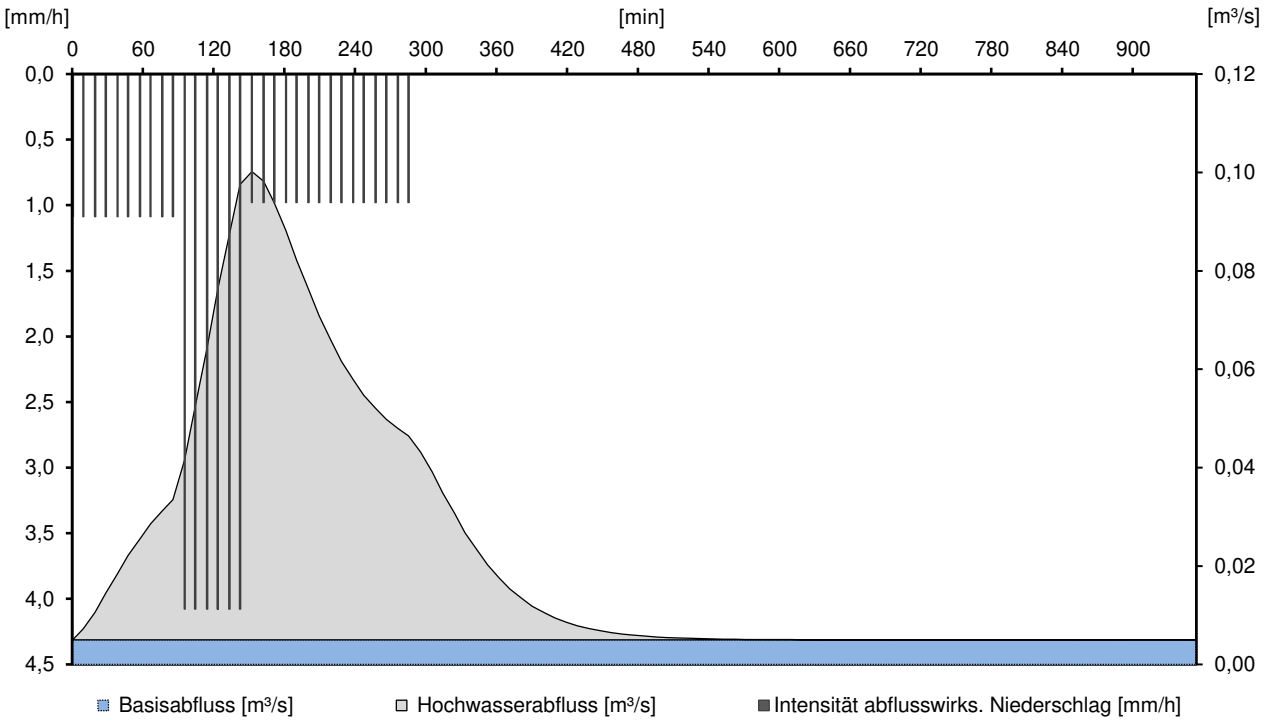
Anfangsverlust nach Maniak und Intensitätsverlauf gemäß DVWK 113/89

Intensitätsverlauf

Dauer	Anteil
30%	20%
20%	50%
50%	30%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
100%	*100%*

KOSTRA-DWD 2010R

Dauer [min]	Höhe [mm]
5	*6,70*
10	*10,20*
15	*12,60*
20	*14,20*
30	*16,50*
45	*18,70*
60	*20,20*
90	*22,50*
120	*24,30*
180	*27,10*
240	*29,20*
360	*32,60*
540	*36,40*
720	*39,30*
1080	*43,80*
1440	*47,40*
2880	*55,50*
4320	*60,70*



Scheitelabfuss für kleine Einzugsgebiete

Projekt	Auftragsnr.	Anlage
Warnstedt, Deponie	20-019	3-4

Arbeitsgrundlagen

DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft 113/1989

(Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten)

Die Bestimmung des abflusswirksamen Niederschlags erfolgt mit dem US-SCS-Verfahren. Die Übertragungsfunktion nach dem Parallel-Linearspeicher-Kaskaden-Ansatz (n1=n2=2) wird synthetisch aus Gebietskennwerten abgeschätzt.

Einzugsgebiet

Warnstedt Deponie, Fläche 2

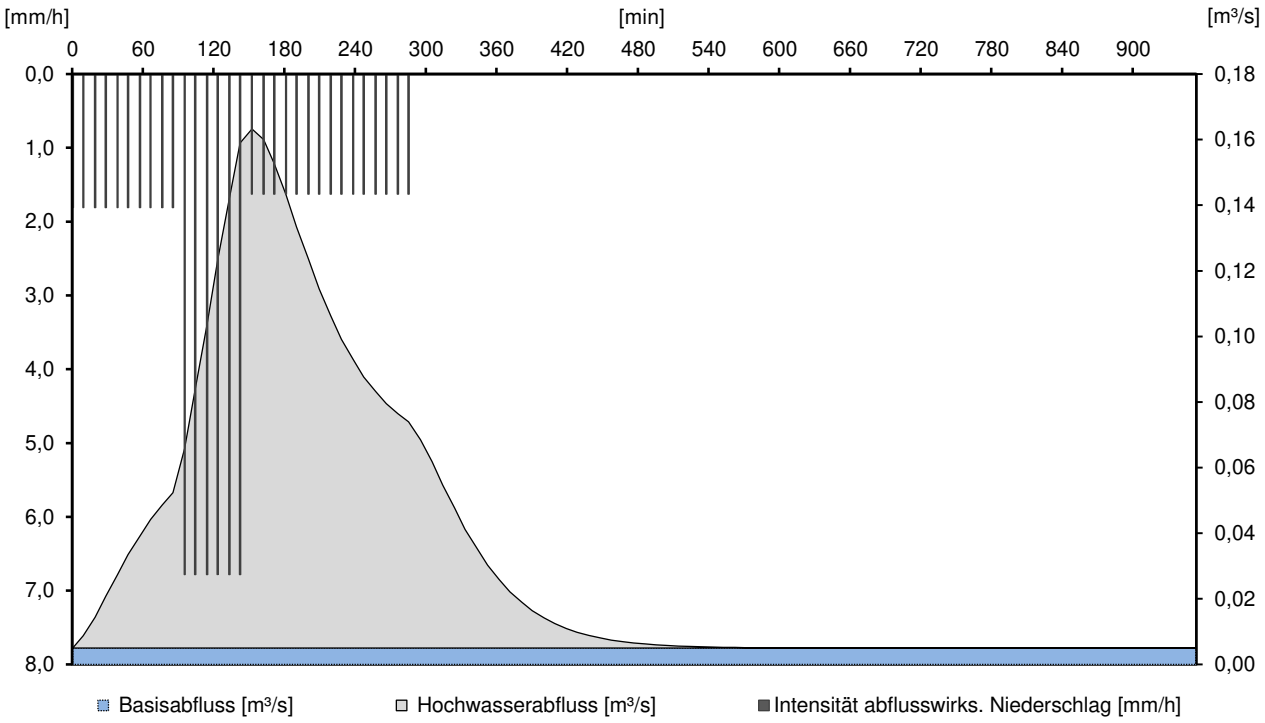
Größe	13,0	[ha]
Fließweglänge	100	[m]
mittleres Gefälle	0,080	[-]
CN-Wert	79,0	[-]
Anfangsverlust	5	[%]
Basisabfluss	0,005	[m³/s]
Wiederkehrzeit des Ereignisses	5	[Jahre]
maßgebende Regendauer	*286*	[min]
Niederschlagshöhe	*40,1*	[mm]
abflusswirksamer Niederschlag	*12,9*	[mm]
Abflussbeiwert	*32,3*	[%]
Niederschlagsfülle	*1681*	[m³]
Scheitelabfluss HQ5	***0,16***	**[m³/s]**
Scheitelabflussspende HQ5	***12,56***	**[l/s*ha]**

Bemerkungen

Anfangsverlust nach Maniak und Intensitätsverlauf gemäß DVWK 113/89

Intensitätsverlauf

Dauer	Anteil
30%	20%
20%	50%
50%	30%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
0%	0%
100%	*100%*

KOSTRA-DWD 2010R

Dauer [min]	Höhe [mm]
5	*8,80*
10	*13,10*
15	*15,90*
20	*18,10*
30	*21,10*
45	*24,10*
60	*26,30*
90	*29,40*
120	*31,80*
180	*35,50*
240	*38,40*
360	*42,80*
540	*47,80*
720	*51,70*
1080	*57,80*
1440	*62,50*
2880	*73,10*
4320	*79,80*