

# Softwaretool zu Bewertung der Nachsorgekosten von Deponien

## NaDemO-Software

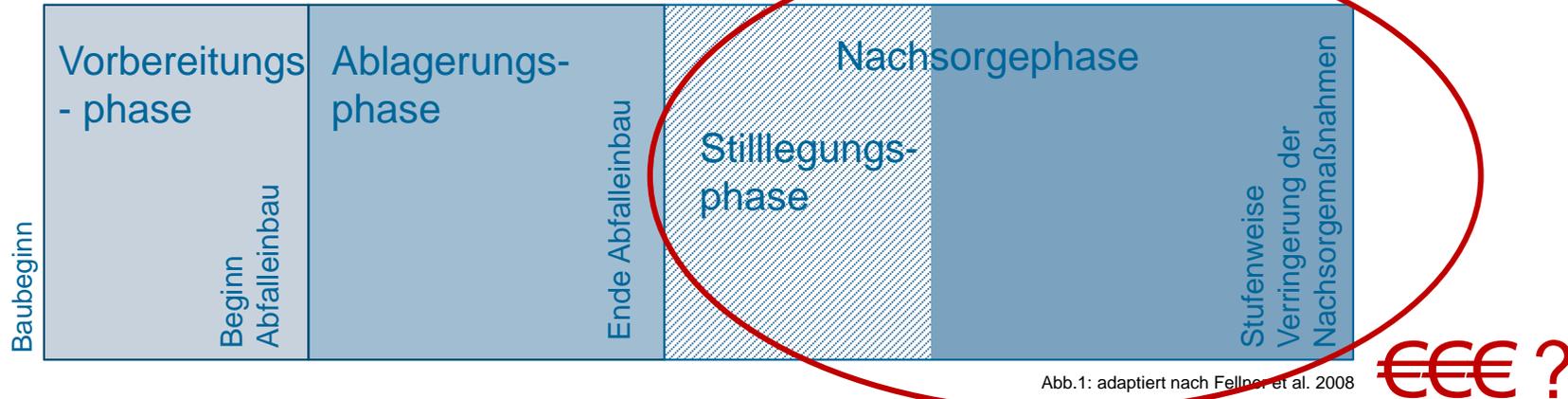
Stefanie Holy<sup>1</sup>, Johann Fellner<sup>1</sup>, David Laner<sup>3</sup>, Martin Schuster<sup>4</sup>

<sup>1</sup>) Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement, TU Wien, Karlsplatz 13/226, 1040 Wien, Österreich

<sup>2</sup>) Institut für Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen, Universität Kassel, Mönchebergstraße 19, 34109 Kassel, Deutschland

<sup>3</sup>) Bundesaltlastensanierungsges.m.b.H., Mosestiggasse 1, 1230 Vienna, Österreich

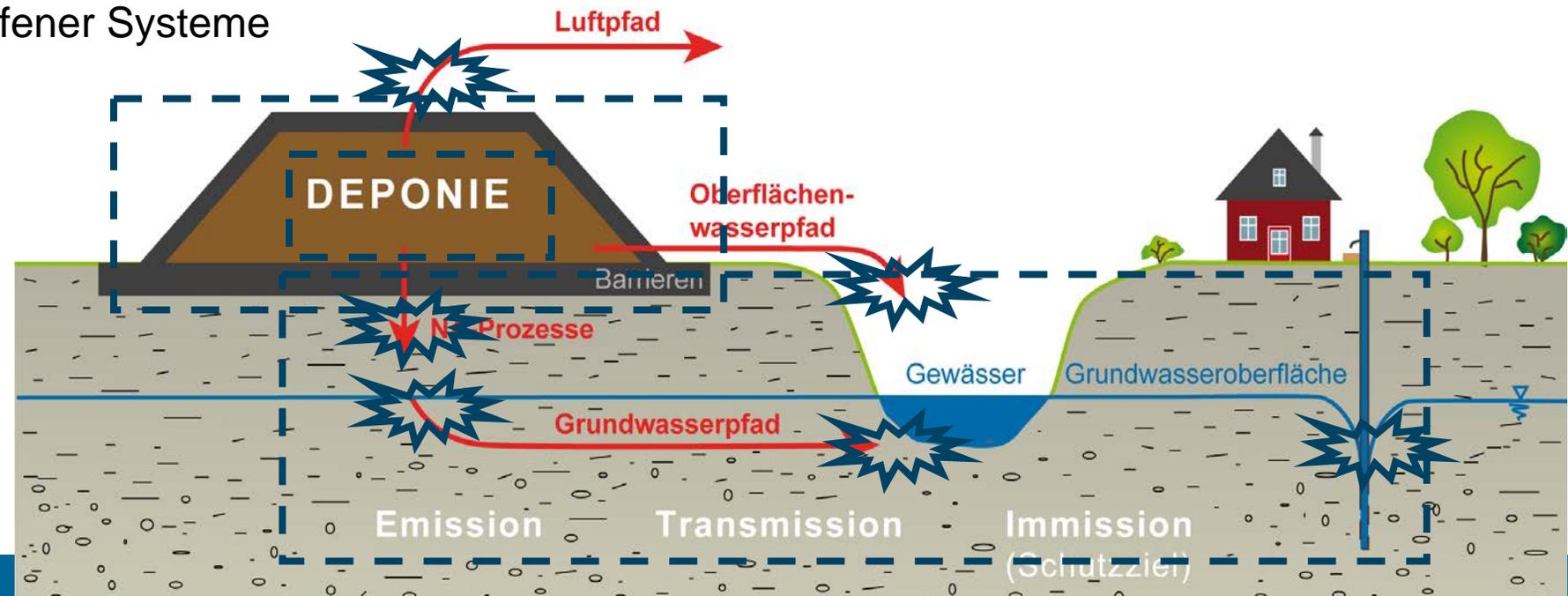
Bewirtschaftungsphasen einer Deponie:



- Nachsorgephase >> Ablagerungsphase
- In Österreich sind die Betreiber solange für die Deponie verantwortlich, bis die Behörde entscheidet, dass keine Nachsorgemaßnahmen mehr notwendig sind.
- Unterfinanzierung seitens der Betreiber → Verantwortung geht an den Bund über

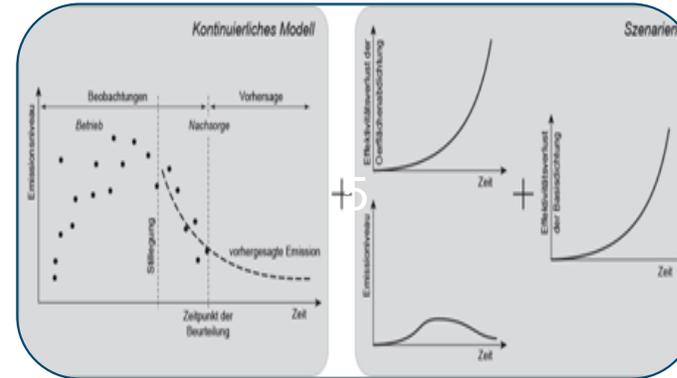
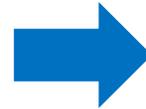
**→ Simulationsmodell (Software-Tool) zur Bewertung der Nachsorgekosten unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten**

- Bewertungsrahmen der Umweltverträglichkeit
  - Mittel- bis langfristiges Abfallemissionsverhalten
  - Interaktion zwischen Abfall und Umgebung (*techn. Barrieren*)
  - Schadstoffemigration in die Umwelt (*Stofftransport im Untergrund*)
  - Empfindlichkeit betroffener Systeme

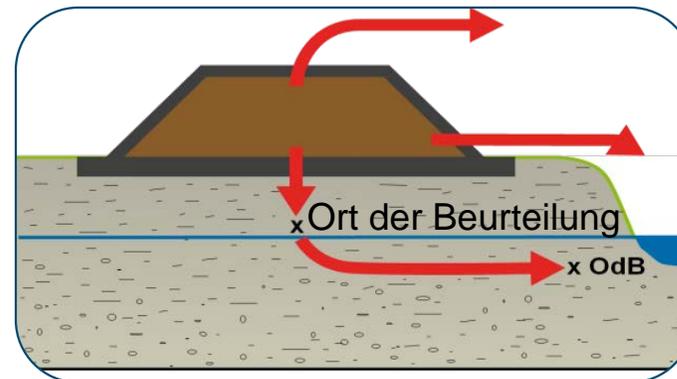




**Datenerhebung & Auswertung**



**Szenariobasierte Emissionsabschätzung**



**Schadstoffkonzentrationen an OdBs vs. Qualitätsstandards (TWV, QZVO)**

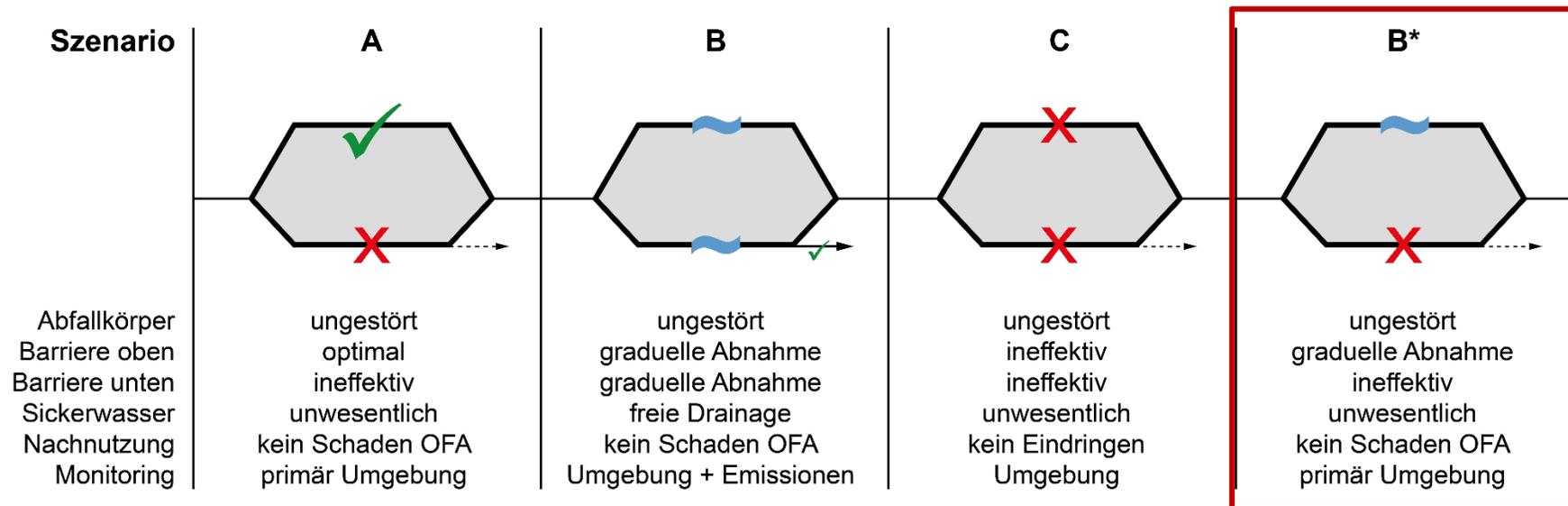


## Angestrebter Deponiezustand am Ende der Nachsorge

- zulässige Emissionsniveaus
- Szenariobedingungen (Deponiekörper, Hülle, Betreuung)

- **Szenarien** drücken Annahmen über die Funktionsweise der Barrieren nach „Beendigung der Nachsorge“ aus – dann wenn von der Deponie keine Umweltgefährdung mehr ausgeht

→ Langzeitemissionsszenarien für die Oberflächen- und Basisabdichtung



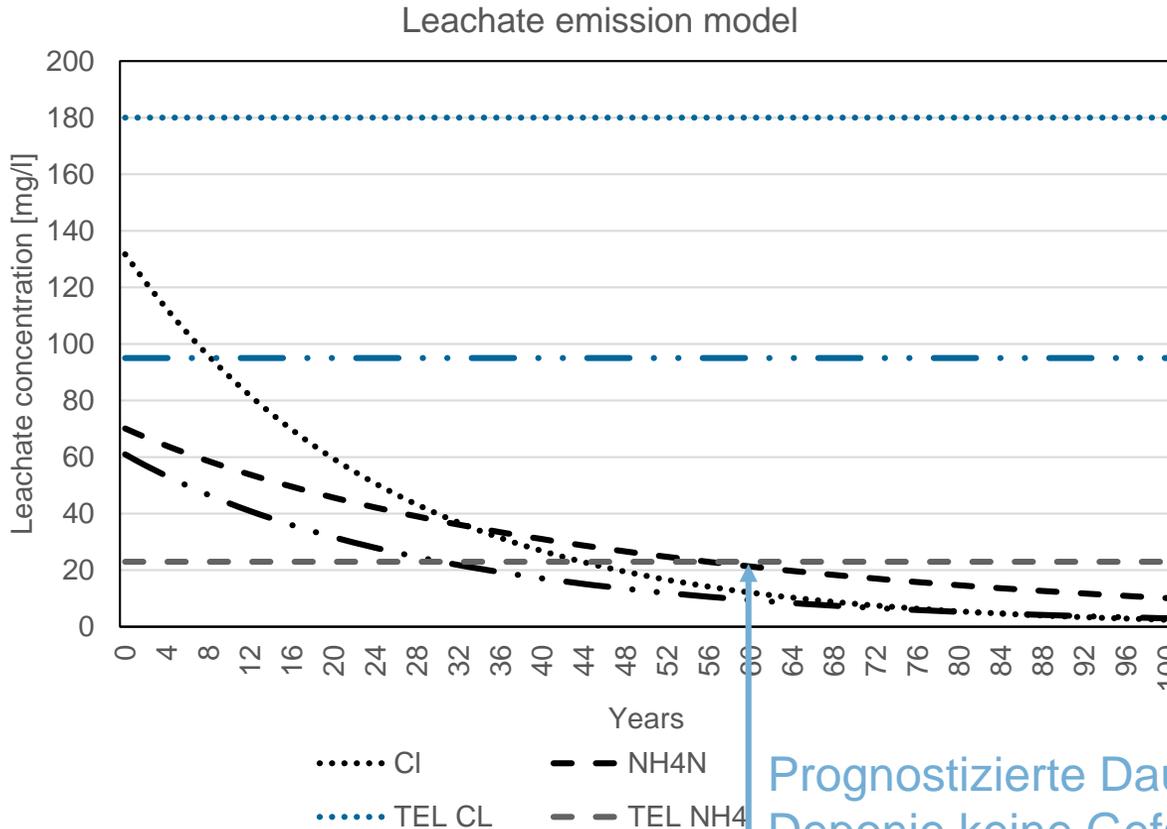
- Bestehende SEDENA-Tool (Laner et al, 2012): die relevanten Sickerwasserkonzentrationen werden auf Basis des Modells von Belevi and Baccini (1989) abgeschätzt

$$C(t) = \underbrace{C_0 * e^{\left(-\frac{C_0}{M_0} * h * \frac{W}{F}(t)\right)}}_{\text{Konzentration nach t Jahren aufgrund von **Auswaschung**}} + \underbrace{\frac{k_{orgs} * m_{orgs}}{\left(h * \Delta \frac{W}{F}\right)} * e^{\left(-k_{orgs} * \left(\frac{W}{F}(t) / \Delta \frac{W}{F}\right)\right)}}_{\text{Konzentration nach t Jahren aufgrund des **Abbaus organischer Materialien** (schnell)}} + \underbrace{\frac{k_{orgm} * m_{orgm}}{\left(h * \Delta \frac{W}{F}\right)} * e^{\left(-k_{orgm} * \left(\frac{W}{F}(t) / \Delta \frac{W}{F}\right)\right)}}_{\text{Konzentration nach t Jahren aufgrund des **Abbaus organischer Materialien** (mittel)}}$$

- Bestehende SEI werden auf Basis

$$C(t) = C_0 * e^{-\frac{C}{M}}$$

Konzentration aufgrund von **A**



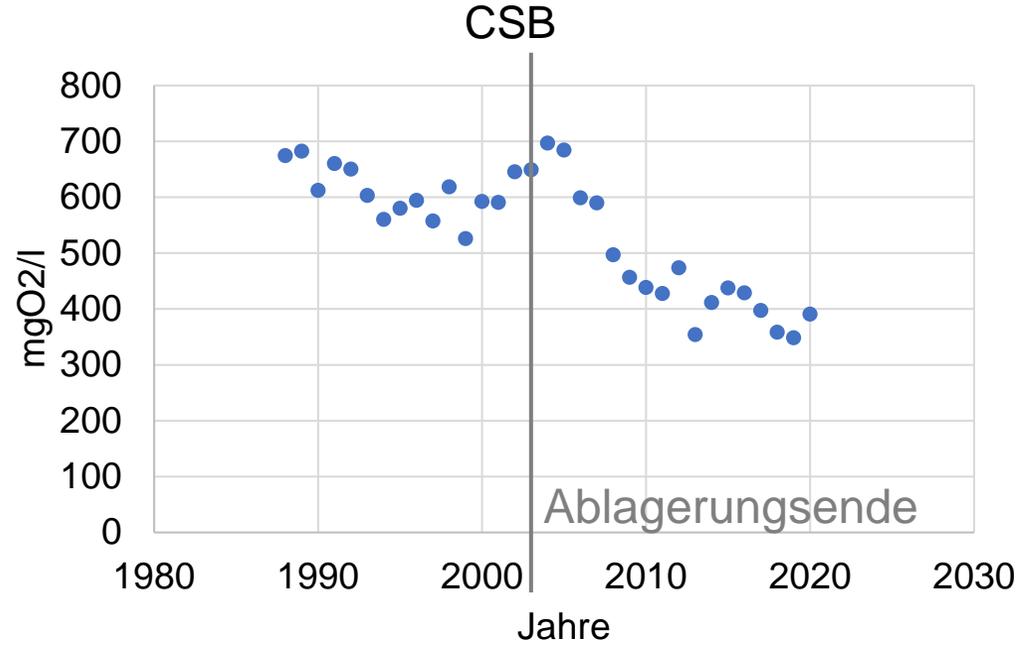
erkonzentrationen

$$\frac{f_m}{S} * e^{-k_{orgm} * (\frac{W}{S}(t) / \Delta \frac{W}{S})}$$

Konzentration nach t Jahren aufgrund von **Abbau organischer Materialien** (mittel)

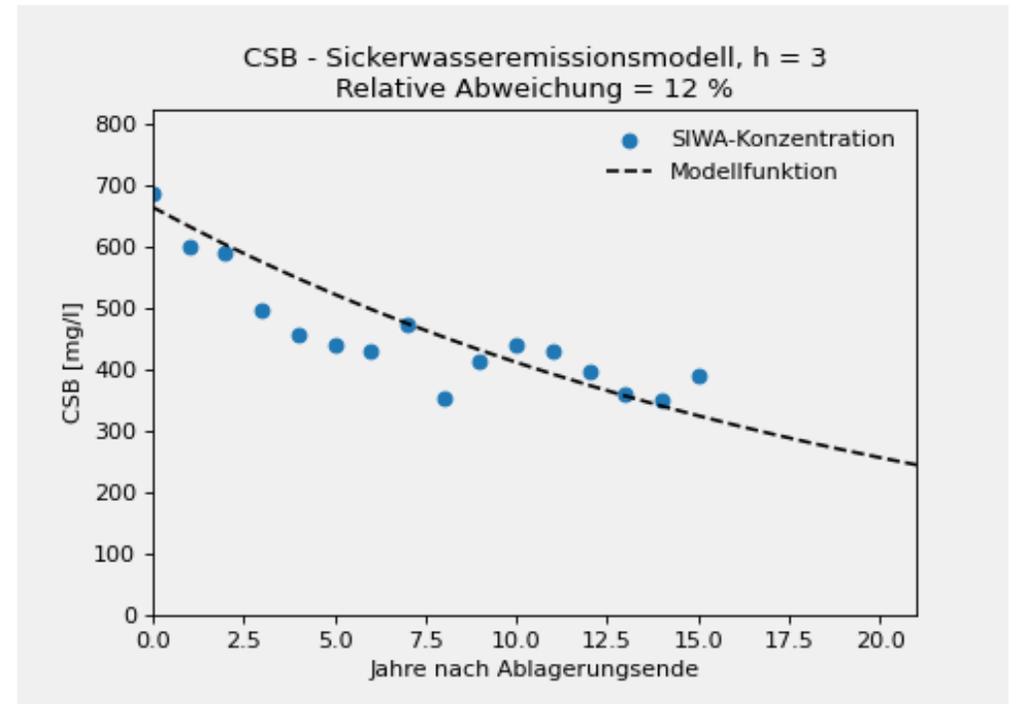
Prognostizierte Dauer bis von der Deponie keine Gefahr mehr für die Umwelt ausgeht

# Anpassung Messdaten Modell



Chem. Sauerstoffbedarf  
im Sickerwasser

Emissionsmodell für CSB

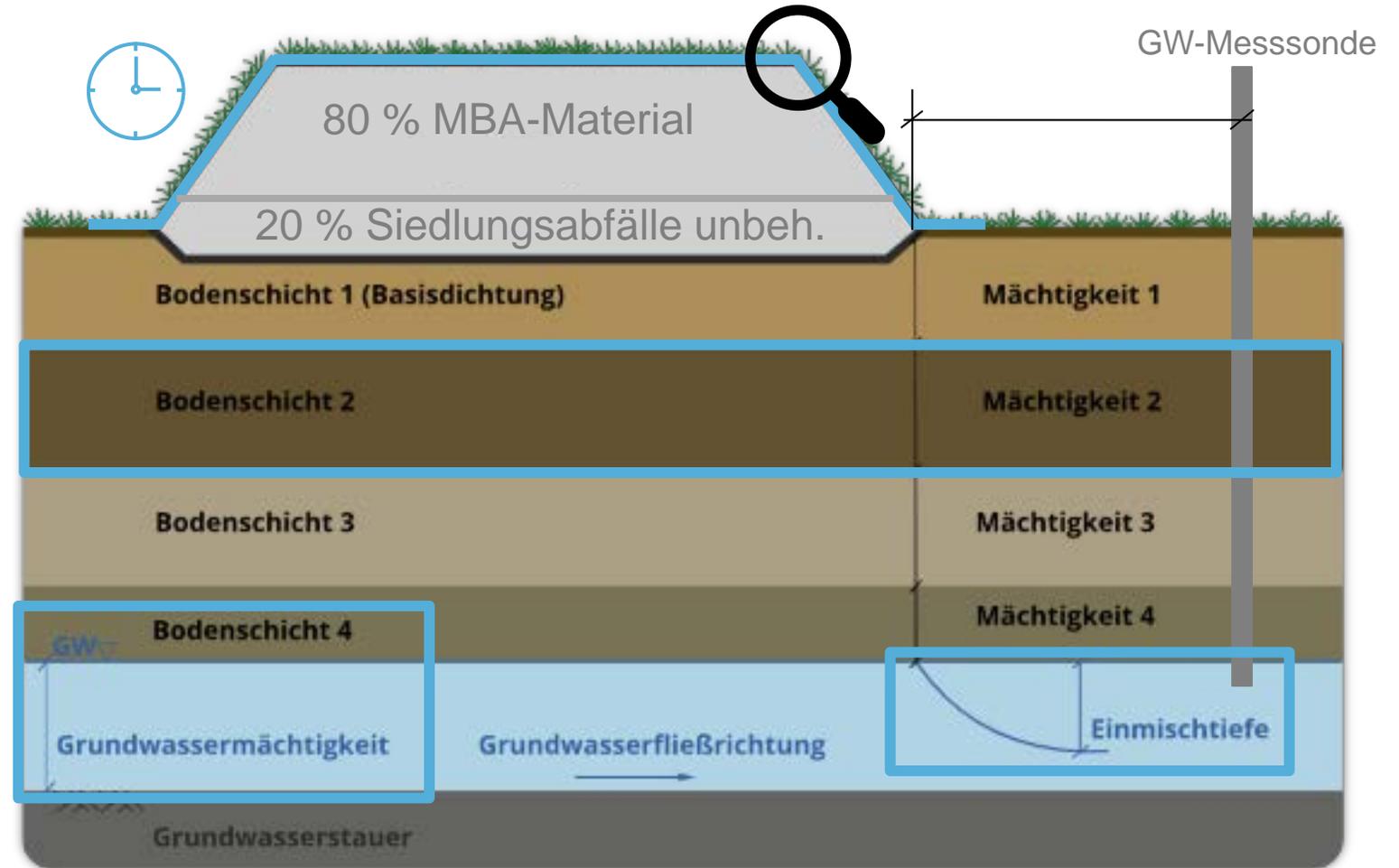


## Excel-File mit Zeitreihen von:

- Ablagerungsjahren
- Ablagerungsmengen
- Deponiefläche
- Jahresniederschlag
- Sickerwassermenge
- Sickerwasserparameter

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Jahr_2	Jahr	Ablagerungsmenge_t	Ablagerungsmenge_m3	Deponiefläche_m2	Jahresniederschlag_mm_a	SIWA_Menge_m3_a	pH	Leitfähigkeit_mS_cm	Cl_mg_l	CSB_mgO_2_l	NH4-N_mg_l	SO4_mg
2	0	1991	14 972	14 972	20 000	1 220	2054,18	7,8	8,6	1065,5	4016,4	733,4	
3	1	1992	32 804	32 804	20 000	1 220	6168,70	7,6	7,5	925,3	3339,8	512,7	
4	2	1993	47 183	47 183	20 000	1 220	6609,30	7,9	11,7	1450,6	2883,1	1209	
5	3	1994	48 013	48 013	20 000	1 220	8736,60	8,0	18,6	2301	5039,2	2225,4	
6	4	1995	49 559	49 559	20 000	1 220	12057,00	7,5	22	2725	4585,9	2645,5	
7	5	1996	61 095	61 095	35 000	1 220	23280,42	7,6	15,5	1922,1	3406,5	1819,3	
8	6	1997	64 394	64 394	35 000	1 220	19396,10	8,4	20,5	2532,1	5644,2	2501,3	
9	7	1998	69 817	69 817	35 000	1 220	19081,72	8,5	17,8	2202,2	5076,7	2034,2	
10	8	1999	91 523	91 523	35 000	1 220	17402,66	8,6	18,8	2328,6	6616,7	1986,9	
11	9	2000	96 932	96 932	35 000	1 220	21765,31	8,4	20	2475	10551,7	1806,7	
12	10	2001	101 033	101 033	35 000	1 220	18187,64	8,2	23	2842,9	14827,3	2367,3	
13	11	2002	103 066	103 066	45 000	1 220	21310,91	8,1	25,4	3145,3	15593,3	2698,3	
14	12	2003	65 163	65 163	45 000	1 220	15596,31	8,2	33,5	4149	20909,1	3381,8	
15	13	2004	64 351	64 351	45 000	1 220	17779,92	8,3	28,6	3539,3	15933,3	2995	
16	14	2005	147 566	147 566	45 000	1 220	22321	8,1	32,6	4030,1	17866,7	3365,8	
17	15	2006	130 306	130 306	45 000	1 220	26155,6	8,2	34,9	4320,9	15383,3	3315,8	
18	16	2007	91 632	91 632	50 000	1 296	29487,19	8,1	27,7	3428,9	14026,7	2638,3	
19	17	2008				1 242	26593,08	7,9	30	3900	14600	2380	
20	18	2009				1 255	23 172	8,3	23,3	3800	9387	2103	
21	19	2010				965	20822	8,1	31,4	3947	12867	2540	
22	20	2011				1 005	14208	8,1	28,6	4745	10330	2855	
23	21	2012				1 498	29 798	k.W.	k.W.	4149	7 000,00	2 500,00	
24	22	2013				1 338	30 038	k.W.	k.W.	3539,3	6 000,00	2 300,00	
25	23	2014				1 224	22 176	7,5	22,6	2985	5 906,20	2 233,80	
26	24	2015				1 038	20 656	8,1	13,8	2865	4 777,30	2 138,00	
27	25	2016				1 158,0	22 431	8,2	10,6	2970	3 640,70	1 808,20	
28	26	2017				1 328,0	22 646	7,7	16,1	2324	3 182,30	1 639,10	
29	27	2018				1 069,0	19 334	7,3	15,7	2315	3 428,30	1 726,70	
30	28	2019				1 276,0	25 184	7,9	14,2	2180	2 399,30	1 330,10	
31	29	2020				1 173,0	22 279	7,7	11,5	2050	2 285,70	1 313,90	
32	30	2021											

- Zeitreihen Emissionsdaten
- Zeitpunkt OFA
- Klimatische Situation
- Abfallzusammensetzung zum Zeitpunkt der Ablagerung
- Qualitative Bewertung der OFA/Basisabdichtung
- Bodenart und Schichtmächtigkeit
- Grundwassermächtigkeit, Einmischtiefe, Filtergeschwindigkeit
- Distanz Deponie Grundwassermesssonde



- Übernahme der spezifischen Kosten aus dem **Sicherstellungsberechnungsblatt**
- Kalkulation der jährlichen Kosten bis zum Ende der Nachsorge (*inkl. Diskontierung der Kosten*)
  - Oberflächenabdichtung
  - Sickerwasserbehandlung
  - Gaserfassung und –behandlung
  - Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten
  - Erlöse aus Nachnutzung
  - .....

**Ermittlung der Sicherstellungshöhe für eine Massenabfalldeponie**

**Ablagerungs- und Stilllegungsphase**

a) Besicherung von Auflagen und Verpflichtungen für den Zeitraum vom Beginn der Ablagerung bis zur behördlichen Abnahme der Stilllegungsmaßnahmen

Nr	Bezug zur DVO	Beschreibung	Mindestbetrag [€]	Einheit	Anzahl, Menge	Gesamt-betrag [€]
1		Berechnungszeitraum für die Stilllegungsphase in Jahren (Stilllegungszeitraum)	---	Jahr	3	---
2	4. Abschnitt	Beprobung und chemische Analyse der Abfälle	1 450,0	je Probe	32	46 400,0
3	§ 29, Anhang 3	maximal offene Schüttfläche	---	m <sup>2</sup>	80 000	4 400 000,0
		A Oberflächenabdichtung ohne zwischen-gelagerter Rekultivierungsschicht	60,0	pro m <sup>2</sup>	1	---
		B Oberflächenabdichtung mit zwischen-gelagerter Rekultivierungsschicht	55,0	pro m <sup>2</sup>	1	---
4	§ 30	Sickerwasserentsorgung innerhalb des Stilllegungszeitraums	---	m <sup>3</sup> /Jahr	20 000	180 000,0
		A Entsorgung der anfallenden Sickerwässer über die öffentliche Kanalisation	3,0	pro m <sup>3</sup>	1	---
		B Zusatzkosten bei Abtransport der Sickerwässer mit Tankwagen	2,0	pro m <sup>3</sup>	1	---
		C Behandlung über CP-Anlage, Umkehrosmose etc.	40,0	pro m <sup>3</sup>	1	---
5	§ 30, Anhang 3	Dichtheitskontrollen der Sickerwassertransportleitungen, Schächte und Speicherbecken; Wartung und Instandsetzung; innerhalb des Stilllegungszeitraums	2,5	pro lfm	100	3 750,0
		Kontrolle der geschlossenen Sickerwasserleitungen; Länge der geschlossenen Sickerwasserleitungen; Einmaliger Sockelbetrag für die Kontrolle der Schächte und Speicherbecken	3 000,0	pauschal	1	---
		Wartungs- und Instandsetzungskosten des Sickerwassererfassungssystems	5 000,0	pauschal	1	---
6	§ 31	Erfassung und Behandlung von Deponiegas innerhalb des Stilllegungszeitraums	100,0	je Probe	1	300,0
		Analyse Deponiegas; Analysen pro Jahr	6 000,0	pro Jahr	1	---
		Erhaltung der Einrichtungen zur Deponiegaserfassung	---	---	---	18 000,0

Hellgrün hinterlegte Zellen werden über Eingabefelder in der Eingabemaske befüllt

Eingabefelder = dunkelblau hinterlegte Zellen; die aktuellen Kostensätze sind bei der Behörde zu erfragen

## Massenabfalldeponie

- 1970 – 2003      780 000 m<sup>3</sup>
- Hausmüll, Sperr-Gewerbemüll, Klärschlamm
- SIWA-Konzentration Ablagerungsende:
  - Cl:      1 000 mg/l
  - CSB:    650 mgO<sub>2</sub>/l
  - NH<sub>4</sub>N: 550 mg/l
- Niederschlag: 1 000 mm/a



NaDemO v 1.0

Allegemeine Daten + Emissionen | Barriere + Untergrund | Qualitätskriterien für Umweltmedien | Nachsorgestrategien | Sicherstellungsberechnung | Berechnung | Ergebnisse

Abfallablagung  
Sickerwassermodell  
Deponiegas

### Eingabe der Deponiedaten

**Excel File wählen**

Ablagerungsdauer	Jahr	Ablagerungsmenge [t]	Ablagerungsmenge [m <sup>3</sup> ]	Deponiefläche [m <sup>2</sup> ]	Jahresniederschlag [mm]	SIWA Menge [m <sup>3</sup> /a]	pH	Leitfähigkeit [mS/cm]	Cl [mg/l]	CSB [mgO <sub>2</sub> /l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	XXX [mg/l]
0.0	1970.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
1.0	1971.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
2.0	1972.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
3.0	1973.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
4.0	1974.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
5.0	1975.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
6.0	1976.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
7.0	1977.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
8.0	1978.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0
9.0	1979.0	30000.0	23076.923076923074	25000.0	1036.0	7500.0	7.15	0.0	1017.0	594.0	450.0	0.0

File wählen C:/Users/s.holy/Documents/VIRWa/Konferenzen\_Vorträge/ERFA\_Deponie\_30.06.22/NaDemO\_Modell\_Deponie\_A2/Eingangsdaten\_NaDemO\_A2.xlsx

**Allgemeine Daten**

Deponietyp: Massenabfalldeponie Deponiefläche: 80000 [m<sup>2</sup>] mittlerer Jahresniederschlag: 988 [mm/a]  
 Deponiefläche: A Ablagerungsvolumen: 784726 [m<sup>3</sup>] mittlere jährliche Sickerwassermenge: 21686 [m<sup>3</sup>/a]  
 Ablagerungsbeginn: 1970 Abfallmenge: 1020145 [Mg] aktuelle Evapotranspiration (ETa): 837 [mm/a]  
 Ablagerungsende: 2003 Trockenmasse: 703240 [Mg TM]  
 Temporäre Oberflächenabdeckung im Jahr: 2004 mittlere Schütthöhe: 10 [m]  
 Endabdeckung der Deponie im Jahr (Basisjahr): 2004

**Abfallzusammensetzung zum Zeitpunkt der Ablagerung**

von:	bis:	Abfallart und Anteil am Gesamtabfall:			
1970	1985	Klärschlamm 20 %	Sperr- & Gewerbemüll 20 %	Hausmüll 60 %	Reststoffe 0 %
1986	2003	Hausmüll 50 %	Sperr- & Gewerbemüll 50 %	Reststoffe 0 %	Reststoffe 0 %

Sickerwasserparameter und Deponiegaspotential auf Basis der Abfallzusammensetzung bestimmen ?

**Modell - Sickerwasser**

Sickerwasserparameter	Cl	NH <sub>4</sub> N	CSB
Heterogenitätsfaktor (h) [-]	3	3	3
ΔW/F (pro Zeiteinheit) [l/kg/Ts]	0.019358	0.019358	0.019358
M <sub>0</sub> (löslich) [mg/kg/Ts]	4000	439.5	600
C <sub>0</sub> (löslich) [mg/l]	1199	104.13	600
M <sub>0</sub> (org, schnell) [mg/kg/Ts]	0	308.58	5
M <sub>0</sub> (org, mittel) [mg/kg/Ts]	0	356.2	5
k(org, schnell) [1/Zeiteinheit]	0	0.0693	0.0693
k(org, mittel) [1/Zeiteinheit]	0	0.0173	0.0173
C(org, schnell) [mg/l]	0	368.23	5.97
C <sub>0</sub> (org, mittel) [mg/l]	0	106.11	1.49

W/F-Verhältnis für das Basisjahr [l/kg/Ts] 0.63

Vergleich Modell - Messungen für Cl  
 Vergleich Modell - Messungen für NH<sub>4</sub>N  
 Vergleich Modell - Messungen für CSB

CSB - Sickerwasseremissionsmodell, h = 3  
 Relative Abweichung = 15 %

Zeitreihe  
Monitoringdaten

Abfallzusammensetzung

Modellanpassung

Algemeine Daten + Emissionen | 
 **Barrieren + Untergrund** | 
 Qualitätskriterien für Umweltmedien | 
 Nachsorgestrategien | 
 Sicherstellungsberechnung | 
 Berechnung | 
 Ergebnisse

---

### Bewertungsprofil für Barrieretyp festlegen

**Oberflächenabdichtung**

Status:  bestehend  geplant

Ausführung:  Stand der Technik  Alternative Ausführung

Mindestfunktionsniveau durch Beobachtungen bestätigt:  ja  nein (immer wenn Status geplant)

Rekultivierungsschicht:  Mächtigkeit > 1 m  Mächtigkeit > 0.5 und ≤ 1 m  Mächtigkeit ≤ 0.5 m

Beste Funktion der Oberflächenabdeckung (lt. DVO - 5% N) 49 [mm/a]

Schlechteste Funktion der Oberflächenabdeckung (N-ETa) 154 [mm/a]

**Basisabdichtung**

Status:  bestehend  Stand der Technik  Alternative Ausführung

Ausführung:  Stand der Technik  Alternative Ausführung

Mindestfunktionsniveau durch Beobachtungen bestätigt:  ja  nein

Sickerwasservorflut:  freie Sickerwasservorflut in Haldendeponie  freie Sickerwasservorflut in Muldendeponie  keine freie Sickerwasservorflut

Beste Funktion der Basisabdichtung (Erfassungsgrad - SIWA) 99 [%]

Schlechteste Funktion der Basisabdichtung (Erfassungsgrad - SIWA) 0 [%]

---

### Gesamtbeurteilung

Oberflächenabdichtung	0 - 100 Jahre			100 - 200 Jahre			200 - 300 Jahre					
	Beste Funktion [mm/a]	49	80	109	Schlechteste Funktion [mm/a]	154	154	154	Geschätzte Funktion [mm/a]	80	109	127
Basisabdichtung	0 - 100 Jahre			100 - 200 Jahre			200 - 300 Jahre					
Beste Funktion [%]	99	87	76	Schlechteste Funktion [%]	0	0	0	Geschätzter Erfassungsgrad [%]	87	76	68	
Sickerwasseraustritt in UG [mm/a]	10.8	26.2	41.0	<input type="button" value="Beurteilung bestimmen"/>								

---

### Stofftransport im Untergrund

Emissionsfläche 80000 [m<sup>2</sup>]  
 Anm.: Typischerweise ident mit der Deponiefläche

kontaminierte Breite 350 [m]  
 Anm.: Entspricht der Breite der Deponie senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung

**Definition der Bodenschichten**

Bodenart	Schichtmächtigkeit [m]	gesättigter Wassergehalt Qs [-]	hydraul. LF - gesättigt ks [m/a]
Bodenschicht 1 Ton-Lehm	0.5	0.41	22.78
Bodenschicht 2 Benutzerdefiniert			
Bodenschicht 3 Benutzerdefiniert			
Bodenschicht 4 Benutzerdefiniert			

**Parameter zum Grundwasser**

Einmischtiefe 0.41 [m]

Grundwassermächtigkeit 2 [m]

Filtergeschwindigkeit (v<sub>f</sub>) 2000 [m/a]

Grundwasserneubildung (entlang bzw. oberhalb der GW-Fahne) 200 [mm/a]

Sauerstoffgehalt (anstromig) 8 [mg O<sub>2</sub>/l]

**Oberflächengewässer**

Grundwasser entwässert in Vorfluter:

Qualitative Beurteilung der

- Oberflächenabdichtung
- Basisabdichtung

- Wassereintritt in den Deponiekörper
- Sickerwasseraustritt in den UG

- Bodenschichten
- Grundwasser

Allgemeine Daten + Emissionen
Barrieren + Untergrund
**Qualitätskriterien für Umweltmedien**
Nachsorgestrategien
Sicherstellungsberechnung
Berechnung
Ergebnisse

Wasserpfad  
 Deponiegas

### Einzuhaltende Kriterien an den Orten der Beurteilung

**Wasserpfad**

Grundlage der Grenzwerte festlegen (OdB ist maßgeblich)

[mg/l]

	Cl	NH4N	CSB
Grundwasserfahne (Deponieabstrom) (OdB 3)	180	0.45	5
Grundwasser (voll durchmischt) (OdB 4)	180	0.45	5

Distanz zwischen OdB 2 und OdB 3:  [m]

Schema der Transportwege und Beurteilungsorte

**Deponiegas**

Grundlage der Kriterien festlegen

[m³CH₄ / m²a]

	CH4
Anstromkriterium	4.2
Emissionskriterium	0.42

- Einzuhaltende Kriterien am Ort der Beurteilung (OdB)
- Distanz Deponie zu OdB
- Emissionskriterium für den Austritt von Deponiegas

Definition von Nachsorgestrategien hinsichtlich der Oberflächenabdeckung

Nachsorgestrategie:	Endabdichtung lt. DVO	Längere temporäre Abdeckung	Oberflächennutzung mit minimalem N-Eintrag
SIWA-Anteil am Jahresniederschlag:	5 %	18 %	2 %

Sickerwasseranteil am Jahresniederschlag

## Sicherstellungsberechnung

Sicherstellungsberechnung

File importieren  
Eingabemaske  
Berechnungsblatt

Anzahl der Proben je Messstelle innerhalb des verbleibenden Nachsorgezeitraum [Stk] 0  
Kosten pro Parametersatz [Euro] 750  
Kosten pro Laufmeter [Euro] 2

**Vermessungsarbeiten**  
Anzahl der Vermessungen innerhalb des Stilllegungszeitraum [Stk] 1  
Anzahl der Vermessungen innerhalb des verbleibenden Nachsorgezeitraum [Stk] 27

**Sicherstellungsbeträge**  
Sicherstellungsbetrag innerhalb der Ablagerungs- und Stilllegungsphase € 5 245 736  
Sicherstellungsbetrag innerhalb der verbleibenden Nachsorgephase € 491 406

Ermittlung der Sicherstellungshöhe

Ablagerungs- und Stilllegungsphase						Verbleibende Nachsorgephase							
Nr	Bezug zur DVO	Beschreibung	Mindestbetrag [€]	Einheit	Anzahl, Menge	Gesamt-betrag [€]	Nr	Bezug zur DVO	Beschreibung	Mindest-betrag [€]	Einheit	Anzahl, Menge	Gesamt-betrag [€]
<b>a) Besicherung von Auflagen und Verpflichtungen für den Zeitraum vom Beginn der Ablagerung bis zur behördlichen Abnahme der Stilllegungsmaßnahmen</b>						<b>c) Besicherung von Auflagen und Verpflichtungen für die verbleibende Nachsorgephase</b>							
1		Berechnungszeitraum für die Stilllegungsphase in Jahren (Stilllegungszeitraum)	---	Jahr	3	---	1	§ 30	Sickerwasserentsorgung innerhalb des verbleibenden Nachsorgezeitraums	---	m <sup>2</sup>	80000	
									Gesamtfläche der Oberflächenabdeckung		m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,6	
									Verhältnis ausenfiltrierter Auschau zu Maximalauschau				

Emissionsmodell  
Nachsorgekosten

## Emissionsmodellrechnung und Prognose der Nachsorgekosten

Szenario, Nachsorgestrategie und Ort der Beurteilung für die Emissionsprognose festlegen

**Langzeitszenario für Barrieren**

Szenario B\* - graduelle Abnahme/ineffektiv

Abfallkörper	ungestört
Barriere oben	graduelle Abnahme
Barriere unten	ineffektiv
Sickerwasser	unwesentlich
Nachnutzung	kein Schaden OFA
Monitoring	primär Umgebung

→ Langzeitszenario

**Ort der Beurteilung**

OdB 3 (bevorzugt für Kostenkalkulation)   
  OdB 4   
  OdB 5

→ Ort der Beurteilung

Emissionsmodellierung starten

**Nachsorgestrategie**

Endabdichtung lt. DVO

SIWA-Anteil am Jahresniederschlag

SIWA 5 [%]

→ Sickerwasseranteil am Jahresniederschlag

Allgemeine Daten + Emissionen

Barriere + Untergrund

Qualitätskriterien für Umweltmedien

Nachsorgestrategien

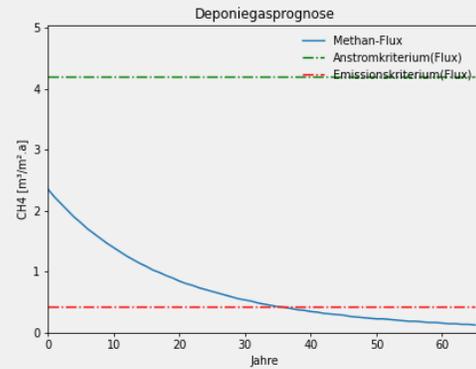
Sicherstellungsberechnung

**Berechnung**

Ergebnisse

Emissionsmodell  
Nachsorgekosten

## Emissionsmodelle - Deponiegas



## Konzentrationsverlauf im Sickerwasser

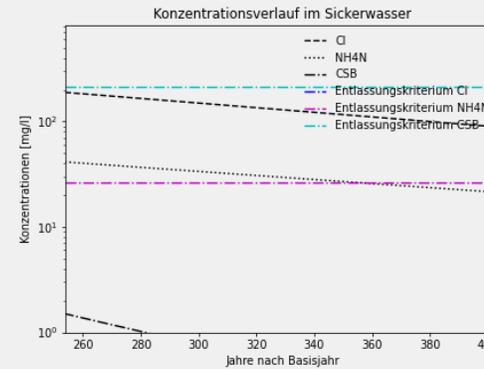


Diagramm maximieren

## Emissionsprognose

### Sickerwasserseitige Maßnahmen

Szenario B\* - OdB 3 - Endabdichtung lt. DVO

Einhaltung sickerwasserseitiger Kriterien nach: 354 Jahren

### Gasseitige Maßnahmen

Unterschreitung CH4-Flux

Unterschreitung Emissionskriterium nach: 36 Jahren

Allgemeine Daten + Emissionen
Barriere + Untergrund
Qualitätskriterien für Umweltmedien
Nachsorgestrategien
Sicherstellungsberechnung
**Berechnung**
Ergebnisse

---

**1 Oberflächenabdeckung**

1. (Teil-)Fläche der OFA: 80000 [m<sup>2</sup>] Aufbringung im Jahr: 2004 Kosten: 55.0 [€/m<sup>2</sup>]

2. (Teil-)Fläche der OFA: [ ] [m<sup>2</sup>] Aufbringung im Jahr: [ ] Kosten: [ ] [€/m<sup>2</sup>]

3. (Teil-)Fläche der OFA: [ ] [m<sup>2</sup>] Aufbringung im Jahr: [ ] Kosten: [ ] [€/m<sup>2</sup>]

Szenario A - Erneuerung der OFA: alle [ ] Jahre, um [ ] €/m<sup>2</sup>

**2 Deponiegasentsorgung**

Monetäre Kosten für die Erfassung und Entsorgung von Deponiegas: 8700.0 [€/a]

**3 Art und spezifische Kosten der Sickerwasserentsorgung**

Eigene Behandlung: 40.0 [€/m<sup>3</sup>]

Indirekte Einleitung: 3.0 [€/m<sup>3</sup>]

Direkte Einleitung: 0 [€/m<sup>3</sup>]

**Konzentrationen für die Einordnung zur Sickerwasserentsorgung**

Konzentrationswerte	Indirekte Einleitung	Direkte Einleitung
Cl	1000 [mg/l]	100 [mg/l]
NH4N	200 [mg/l]	10 [mg/l]
CSB	300 [mg/l]	50 [mg/l]

**4 Instandhaltung, Wartung, Kontrolle, Monitoring**

Einmaliger Sockelbetrag für die Kontrolle der Schächte und Speicherbecken: 5000.0 [€] Intervall: jedes 1 Jahr

Wartungs- und Instandsetzungskosten des Sickerwassererfassungssystems: 361.1 [€/a] jedes 1 Jahr

Kosten für die Befahrung mit Videokameras innerhalb des verbleibenden Nachsorgezeitraums: 1200.0 [€/a] jedes 1 Jahr

Spülung der Sickerwasserleitungen: 500.0 [€/a] jedes 1 Jahr

Vermessungsarbeiten; min. 2 Verm. im verbleibenden Nachsorgezeitraum (DVO 2008: jährl.): 1500.0 [€/a] jedes 1 Jahr

Kosten für die Deponieaufsicht und externe Dokumentation: 2000.0 [€/a] jedes 1 Jahr

Kosten für die Pflege Oberflächenabdeckung (Mahd)\*: 0 [€/a] jedes 0 Jahr

\* Position nicht im Berechnungsblatt

Sonstiges zusammengefasst: 0 [€/a] jedes 0 Jahr

Anm.: Wert = 0.5 für 2 x jährlich, 0.3 für 3 x jährlich

**Beweissicherung**

Kosten für die Sickerwasserbeprobung und -analyse (lt. DVO 2x jährlich): 3000.0 [€/a] Intervall: jedes 1 Jahr

Kosten für die Grundwasseranalyse: 3750.0 [€/a] jedes 1 Jahr

Kosten für die Beprobung des Vorfluters: 0.0 [€/a] jedes 1 Jahr

**5 Nachsorgestrategien**

**Technischer Fortschritt in der Sickerwasserentsorgung**

Investitionskosten: 0 [€] im Jahr: [ ]

Verringerung der Sickerwasserentsorgungskosten um: 0 [%] ab dem Jahr: [ ]

**Nachnutzung der Deponieoberfläche**

jährliche Einnahmen: 0 [€] von: [ ] bis: [ ]

1. einmalige Einnahme: 0 [€] im Jahr: [ ]

2. einmalige Einnahme: 0 [€] im Jahr: [ ]

3. einmalige Einnahme: 0 [€] im Jahr: [ ]

**6 Zinssatz**

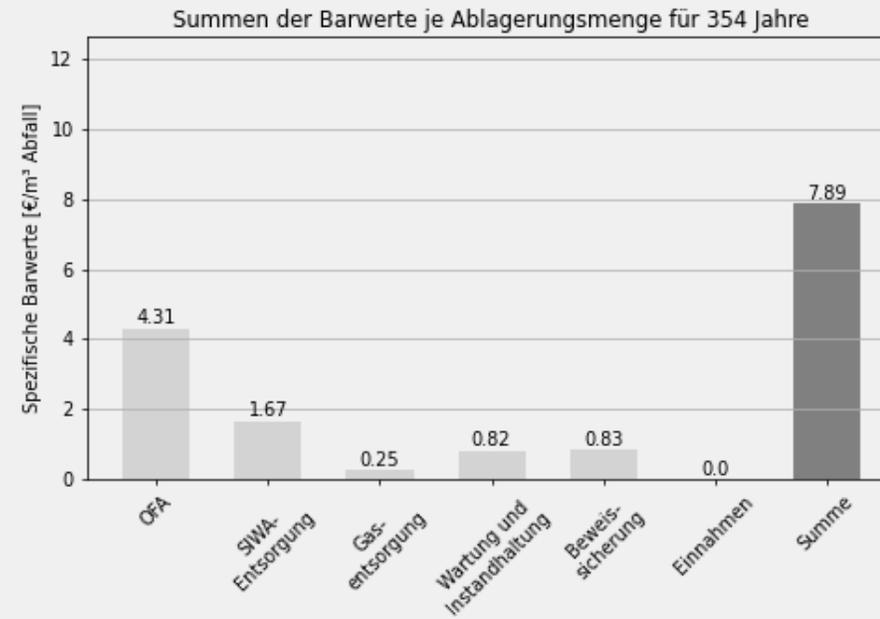
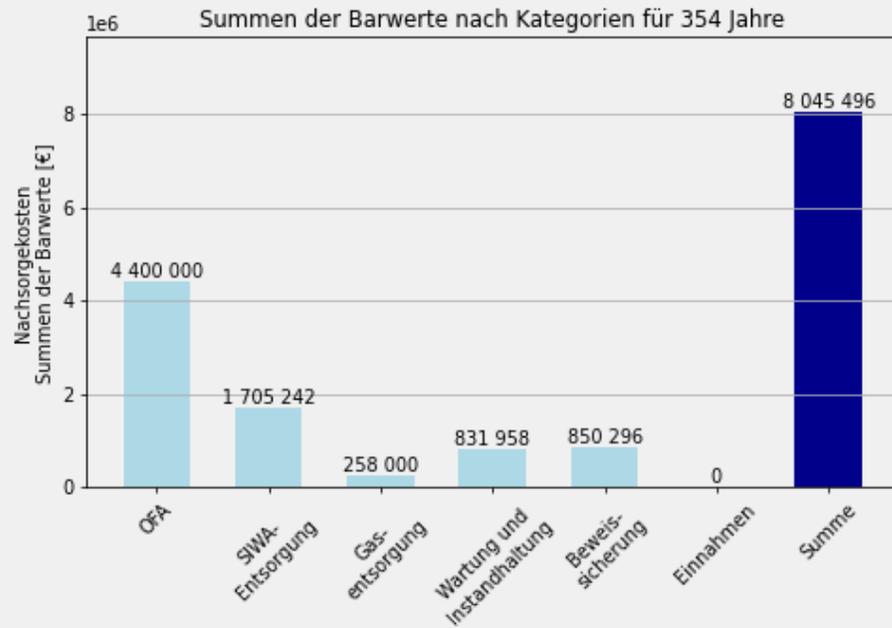
effektiver Zinssatz: 1 [%]

Kosten berechnen
Eingaben löschen

1. Oberflächenabdeckung
2. Deponiegas
3. Sickerwasserbehandlung
4. Wartung, Beweissicherung
5. Einnahmen
6. Zinssatz für Barwertberechnung

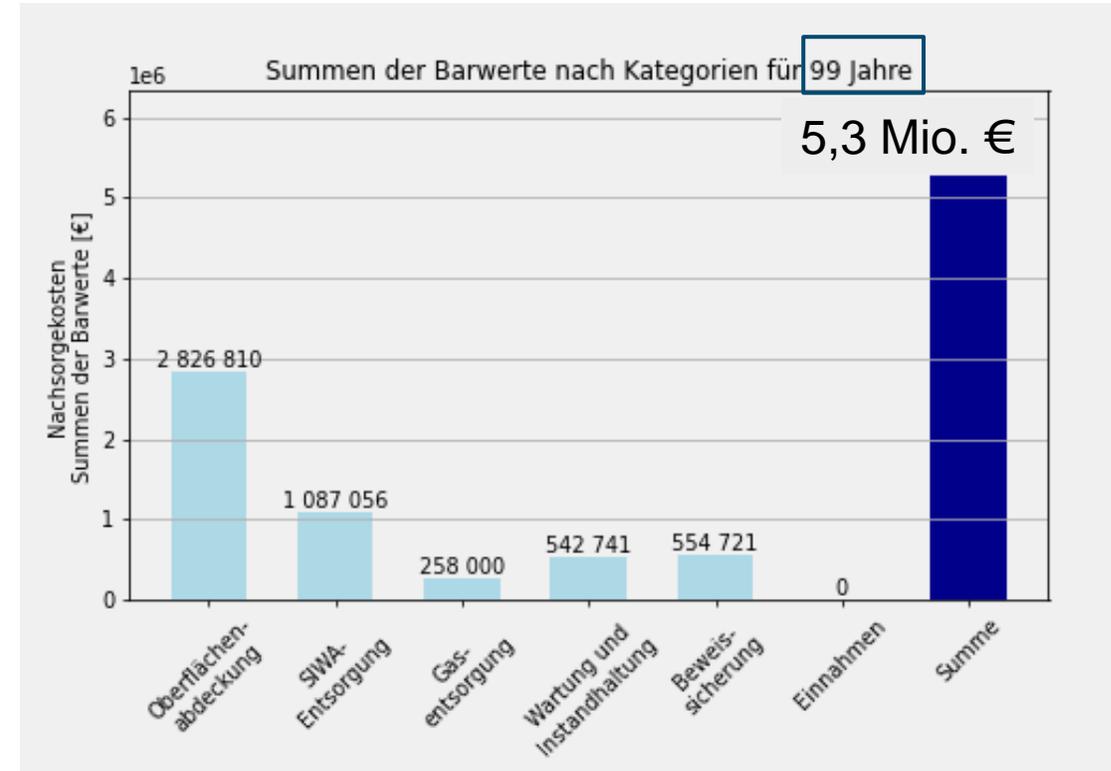
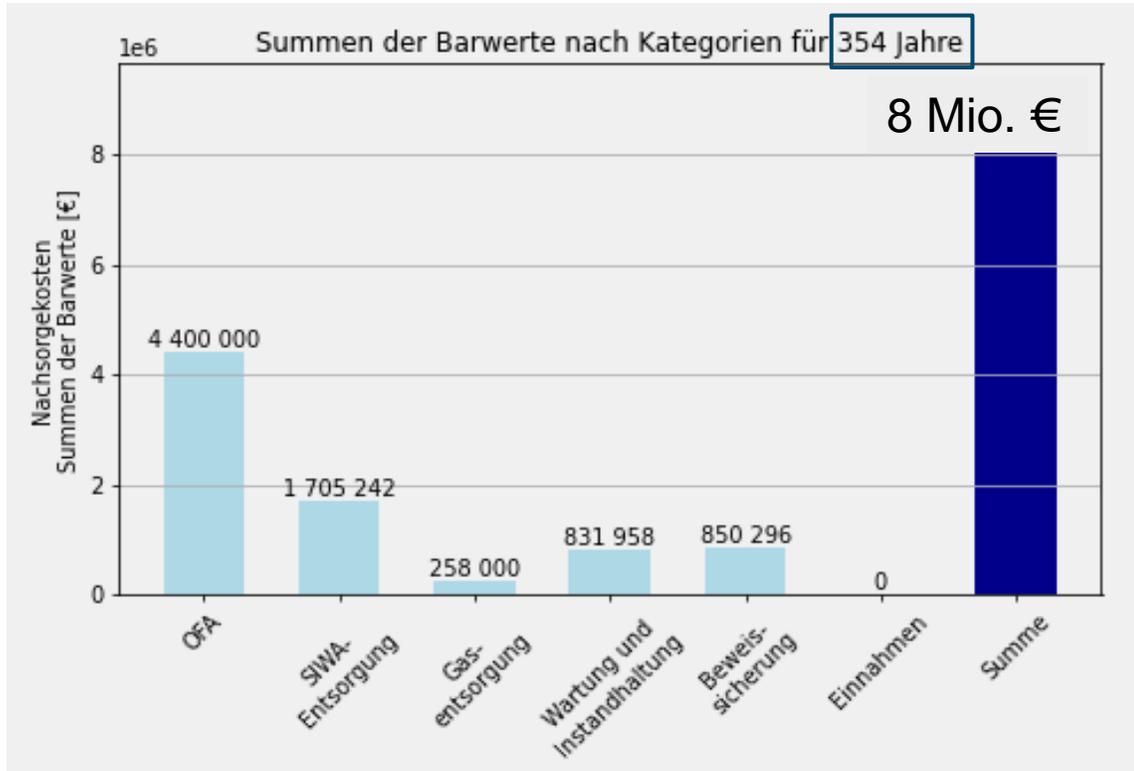
Emissionsmodell  
Nachsorgekosten

errechnete Nachsorgedauer	354	4 400 000	1 705 242	258 000	35 083	485 900	116 619	48 589	145 767	0	194 349	291 533	364 414	0	0	0
---------------------------	-----	-----------	-----------	---------	--------	---------	---------	--------	---------	---	---------	---------	---------	---	---	---



Ergebnis speichern

- Sickerwasseranteil am Jahresniederschlag **5 % vs. 18 %**



Allgemeine Daten + Emissionen

Ergebnisse der 1. Modellierung

Emissionsm

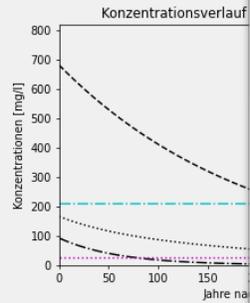
Szenario:

Ort der Beurteilung:

Nachsorgestrategie:

Dauer bis zur Einhaltung  
sickerwasserseitiger Kriterien:

Dauer bis zur Einhaltung  
gasseitiger Kriterien:



Ergebnisbericht NaDemO Software

Allgemein

Deponienamen: A Ablagerungsvolumen: 784 724  
 Basisjahr der Bewertung: 2004 Ablagerungsmenge: 1 020 1  
 Jahresniederschlag: 988 mm/a Trockenmasse: 703 246  
 Deponiefläche: 80 000 m<sup>2</sup>

Deponiegas

Restgaspotential: 22.73 m<sup>3</sup>/Tonne Abfall Methananteil: 50.0 %

Untergrund

Bodenschicht 1: Ton-Lehm Mächtigkeit: 0.5 m Qs: 0.41 - k  
 Bodenschicht 2: --- Mächtigkeit: --- m Qs: --- k  
 Bodenschicht 3: --- Mächtigkeit: --- m Qs: --- k  
 Bodenschicht 4: --- Mächtigkeit: --- m Qs: --- k

Grundwassermächtigkeit: 2 m  
 Filtergeschwindigkeit: 2000 m/a  
 Einmischtiefe: 0.41 m

Technische Barrieren

Oberflächenabdichtung	Periode 1	Periode 2	Periode 3
Beste Funktion:	49	80	109
Schlechteste Funktion:	154	154	154
Geschätzte Funktion:	80	109	127

Basisdichtung	Periode 1	Periode 2	Periode 3
Bester Erfassungsgrad:	99	86	76
Schlechtester Erfassungsgrad:	0	0	0
Geschätzter Erfassungsgrad:	86	76	67
Sickerwasseraustritt in UG:	10	26	40

Qualitätskriterien

Sickerwasser	CI	NH4N	CSB
Grundwasserfahne - OdB 3:	180	0.45	5
Grundwasser - OdB 4:	180	0.45	5
Oberflächengewässer - OdB 5:			5
Distanz OdB 2 - OdB 3:	400 m		
Distanz OdB 4 - OdB 5:	0 m		

Deponiegas

Anstromkriterium: 4.2 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>.a  
 Emissionskriterium: 0.42 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>.a

Nachsorgestrategien

Sickerwasseranteil am Jahresniederschlag  
 Endabdichtung: 5 % Minimaler Niederschlagsein  
 Längere temp. Abdichtung + Endabdichtung: 18 %

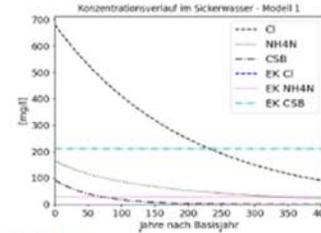
Langzeitszenarien

Abfallkörper:	A - optimal/ineffektiv	B - graduelle Abnahme	C - ineffektiv	B* - graduelle
gestört	gestört	gestört	gestört	gestört
Barriere (oben):	optimal	graduelle Abnahme	ineffektiv	graduelle Abn
Barriere (unten):	ineffektiv	graduelle Abnahme	ineffektiv	ineffektiv
Sickerwasser:	unwesentlich	freie Drainage	unwesentlich	unwesentlich
Nachnutzung:	keine Schäden OFA	keine Schäden OFA	kein Eindringen	keine Schäden
Monitoring:	primär Umgebung	Umgebung + Emissionen	Umgebung	Umgebung + E

Ergebnisse der 1. Modellierung

Emissionsmodellierung

Szenario: B\* - graduelle Abnahme/ineffektiv Dauer bis zu Einhaltung SIWA-Kriterien: 354 Jahre  
 Ort der Beurteilung: 3 Dauer bis zu Einhaltung Gas-Kriterien: 36 Jahre  
 Nachsorgestrategie: Endabdichtung lt. DVO



Nachsorgekostenprognose

Spezifische Kosten der OFA: 55.0; 0.0; 0.0	Eur/m <sup>2</sup>	Mahd:	0	Eur/a jedes: 0
Deponiegasentsorgung:	8 700	Eur/a	Sonstiges:	0
Eigene SIWA-Behandlung:	40.0	Eur/m <sup>2</sup>	SIWA-Analyse:	3 000
Indirekte SIWA-Einleitung:	3.0	Eur/m <sup>2</sup>	Grundwasser-Analyse:	3 750
Direkte SIWA-Einleitung:	0	Eur/m <sup>2</sup>	Vorfutler-Analyse:	0
CI-Konz. SIWA: indirekt: 1000		direkt: 100	Investitionskosten	
NH4N-Konz. SIWA: indirekt: 200		direkt: 10	SIWA-Entsorgung:	0
CSB-Konz. SIWA: indirekt: 300		direkt: 50	Verr. der SIWA-	
Sockelbetrag SIWA-System: 5 000	Eur	jedes: 1	Entsorgungskosten um:	0.0 %
Wartung SIWA-System:	361	Eur/a jedes: 1	Jährliche Einnahmen:	0
Kamerabefahrung:	1 200	Eur/a jedes: 1	1. einmalige Einnahme:	0
Spülung SIWA-Leitungen:	500	Eur/a jedes: 1	2. einmalige Einnahme:	0
Vermessung:	1 500	Eur/a jedes: 1	3. einmalige Einnahme:	0
Deponieaufsicht:	2 000	Eur/a jedes: 1	effektiver Zinssatz:	1 %



Ergebnisse

0 €/a jedes: 1 Jahr  
 0 € im Jahr:  
 0.0 % ab dem Jahr:  
 0 €/a von: bis:  
 0 € im Jahr:  
 0 € im Jahr:  
 0 € im Jahr:  
 1 %

## NaDemO

- standortspezifische Abschätzung der Nachsorgedauer abgeschlossener Deponien
- Prognose der Nachsorgekosten für die ermittelte Nachsorgedauer inkl. Diskontierung
- Variation von Nachsorgestrategien hinsichtlich der Oberflächenabdeckung
- Vergleich unterschiedlicher Kostensätze für Nachsorgemaßnahmen und Nachnutzung der Deponieoberfläche

## NaDemO II

- umschlossenen Deponien
- Altablagerungen
- Geplante Deponien
- Baurestmassendeponien

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl. Ing. Stefanie Holy  
stefanie.holy@virwa.at