

Entwässerungskonzept (Berechnungshilfe)

1. Allgemeines

Die Berechnungshilfe ist ein theoretischer Ansatz zur Ermittlung der **aufzufangenden Niederschlagsmenge** (ohne Gär- und Sickersaft). Im Arbeitsblatt DWA-A 792 (TRwS) sind dazu nur zum Teil Vorgaben zur Berechnung beschrieben, da ein wesentlicher Anteil des anfallenden Niederschlagswassers weiterhin dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden kann und nicht lagerungspflichtig ist. Es ist außerdem zu berücksichtigen, dass die aufzufangende Niederschlagsmenge auch maßgeblich von den Belangen des jeweiligen landwirtschaftlichen Betriebs und der Betriebsführung abhängig ist. Daher muss die aufzufangende Menge von **nicht** verunreinigtem Niederschlagswasser individuell berechnet und zu der verunreinigten Niederschlagsmenge addiert werden. Die Berechnungshilfe soll die beteiligten Behörden und Planer dabei unterstützen, vergleichbare und transparent ermittelte Ergebnisse zu erhalten.

2. Fundstellen DWA-A 792 (TRwS)

4.2 Lageranlagen für Silagesickersaft

(2) Bei der Berechnung des Fassungsvermögens des Silagesickersaftbehälters ist **das Volumen des anfallenden Gär- und Sickersafts zuzüglich der Menge an verunreinigtem Niederschlagswasser**, die im Zeitraum zwischen dem Beginn des Silierens und der vollständigen Entleerung und Reinigung der angeschlossenen Silos anfällt, zu berücksichtigen. Sofern eine rechtzeitige teilweise oder vollständige Entleerung des Silagesickersaftbehälters gewährleistet ist, kann das Fassungsvermögen entsprechend reduziert werden. Darüber hinaus sind verbleibende Lagermengen, die betriebsmäßig nicht abgepumpt werden können, **eingeleitetes nicht verunreinigtes Niederschlagswasser** oder sonstige Abwässer nach 4.3 **bei der Bemessung des Fassungsvermögens zu berücksichtigen**.

(6) Grundlage für die Berechnung des verunreinigten Niederschlagswassers ist das **langjährige Mittel der jährlichen Niederschlagsmenge** des Gebiets abzüglich einer **Verdunstungsrate in Höhe von 15%. Je Monat Lagerdauer ist mind. 1/12 dieses Werts anzusetzen**. Von Satz 1 und 2 darf abgewichen werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass das maßgebliche fünfjährige Wiederkehrintervall der jährlichen Niederschlagsmenge des Gebiets unter Berücksichtigung der regionalen Verdunstungsrate eine andere Niederschlagsmenge ergibt. Absatz 1 bleibt unberührt.

(7) **Als maßgebliche Fläche** für die Berücksichtigung **des verunreinigten Niederschlagswassers sind 50% der Grundflächen der gleichzeitig geöffneten Silos und zusätzlich die Fläche der verunreinigten Abfüllplätze anzusetzen**. Sofern nachgewiesen wird, dass geringere Mengen verunreinigten Niederschlagswassers anfallen, sind Abweichungen möglich.

Anhänge C und D

Die ermittelten Endergebnisse beziehen sich nur auf das verunreinigte Niederschlagswasser. Aufzufangendes Folienwasser und das aufzufangende Wasser von der entleerten Platte (z.B. bei Einstrangsystemen ohne Trennung) wird nicht berücksichtigt.

3. Berechnungskonzept

3.1 Allgemeine Grundsätze

$$\begin{array}{l} \text{Aufzufangende} \\ \text{jährliche} \\ \text{Niederschlagsmenge} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Verunreinigtes} \\ \text{Niederschlagswasser} \\ \text{während der} \\ \text{Entleerungszeit} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Nicht verunreinigtes} \\ \text{Niederschlagswasser} \\ \text{von der Folie} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Nicht verunreinigtes} \\ \text{Niederschlagswasser von} \\ \text{der geleerten und} \\ \text{gereinigten Platte} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Verunreinigtes} \\ \text{Niederschlagswasser von} \\ \text{der Arbeitsfläche / dem} \\ \text{Abfüllplatz} \end{array}$$

Bedingungen / Annahmen

1. Die mit Silage belegten Platten werden in Bereiche eingeteilt:
 - Bereich 1: Maissilage.
 - Bereich 2: Grassilage.
 - Bereich 3: Sonstige Flächen (Arbeitsfläche / Abfüllfläche).
2. Jeder Bereich ist auf 12 Monate ausgelegt. Es wird davon ausgegangen, dass sämtliche Futtermittel in dieser Zeit aufgebraucht werden.
3. Es wird angenommen, dass eine gleichmäßige Entnahme erfolgt.
4. Mittel der jährlichen Niederschlagsmenge: $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ und Jahr; aus Gründen der Vereinfachung wird in der Berechnung eine monatlich gleichmäßige Niederschlagsmenge angenommen ($0,067 \text{ m}^3/\text{m}^2$ und Monat).
5. Im Bereich 3 fällt die gesamte jährliche Niederschlagsmenge an.

3.2 Benötigte Daten

1. Angabe des Substrates für jede Platte.
2. Angabe der Fläche für jede Platte in m^2 (Bereich 3 sinngemäß).
3. Angabe Volumen oder Gewicht des Substrates für jede Platte, z.B. m^3 oder t (für eine Einheit entscheiden, keine gemischten Angaben).
4. Entnahmereihenfolge der einzelnen Platten.

Eingabe Berechnungshilfe (für jede Platte gesondert eingeben)

Mindestangaben: Fläche, Substratmenge (-gewicht),

Bei Bedarf: Angabe, ob das Folienwasser berücksichtigt werden muss (Prozentual); Angabe, ob eine geleerte Platte berücksichtigt werden muss.

Hinweis: Die Entleerungszeit wird automatisch aus den Mindestangaben ermittelt.

3.3 Entwässerungsströme im Betrachtungszeitraum von 12 Monaten

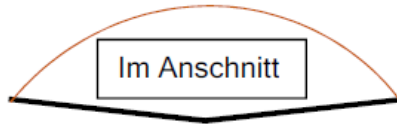
Berechnung der Entwässerungsströme am Beispiel eines 3 Plattensystems für einen Bereich.

Die Summe der Teilströme ergibt immer $A \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8 \text{ (m)} = V_{\text{Niederschlagswasser}} \text{ (m}^3\text{)}$.

Teilströme	Platte 1	Platte 2	Platte 3
Verunreinigtes Niederschlagswasser während der Entnahme (m ³)	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1}}{12}$	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 2}}{12}$	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 3}}{12}$
Folienwasser während der Entnahme (m ³)	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1}}{12}$	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 2}}{12}$	$\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 3}}{12}$
Folienwasser abgedeckt (m ³)	-	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1}}{12}$	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1 und 2}}{12}$
Niederschlagswasser von der gereinigten leeren Platte (m ³)	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 2 und 3}}{12}$	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 3}}{12}$	-
$\Sigma V_{\text{Niederschlagswasser}} \text{ (m}^3\text{)}$	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1,2 und 3}}{12}$	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1,2 und 3}}{12}$	$A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1,2 und 3}}{12}$

3.4 Anwendungsbeispiele einer „Platte“

Die Fläche der sich zeitgleich im Anschnitt befindlichen Silagemieten (bezogen auf die jeweiligen Bereiche 1 und 2), unter Berücksichtigung der (entwässerungs-) technisch voneinander trennbaren Flächen, wird als „Platte“ bezeichnet.

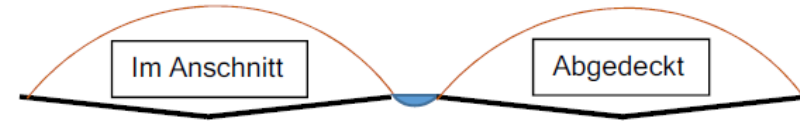


1 (entwässerungs-) technische Einheit, Mais

Fläche (A) = 1000 (m²) Volumen (V) = 1000 (m³)

In die Berechnungshilfe einzutragen:

Bereich 1, Platte 1; Fläche (m²): 1000 ; Substrat (m³): 1000



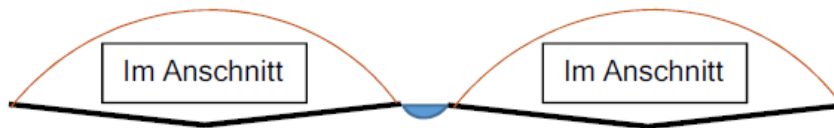
2 (entwässerungs-) technische Einheiten, Mais

Fläche (A) = 2 x 1000 (m²) Volumen (V) = 2 x 1000 (m³)

In die Berechnungshilfe einzutragen:

Bereich 1, Platte 1; Fläche (m²): 1000 ; Substrat (m³): 1000

Bereich 1, Platte 2; Fläche (m²): 1000 ; Substrat (m³): 1000



2 (entwässerungs-) technische Einheiten, Mais

Fläche (A) = 2 x 1000 (m²) Volumen (V) = 2 x 1000 (m³)

In die Berechnungshilfe einzutragen:

Bereich 1, Platte 1; Fläche (m²): 2000 ; Substrat (m³): 2000



2 (entwässerungs-) technische Einheiten, Mais

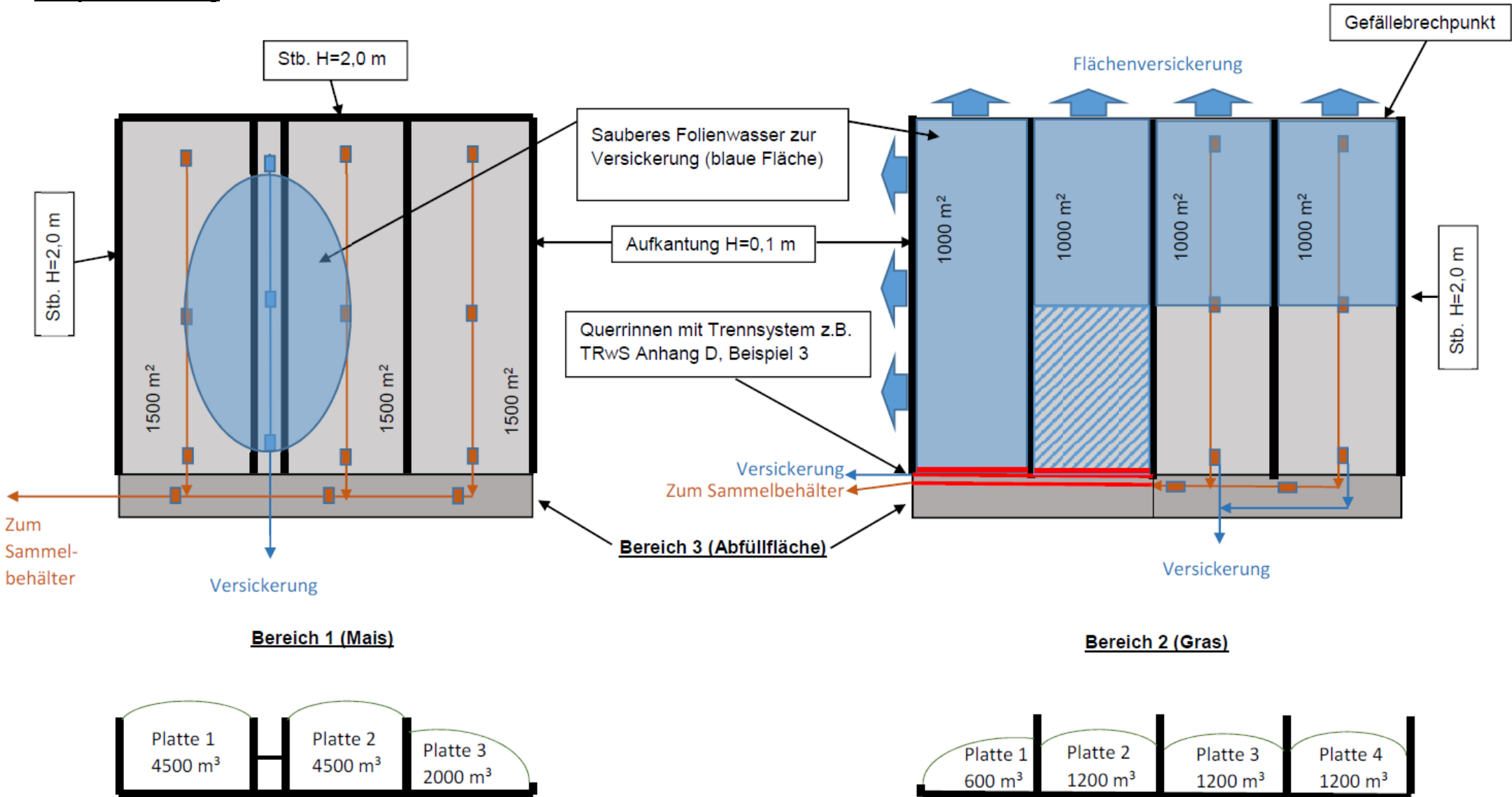
Fläche (A) = 2 x 1000 (m²) Volumen (V) = 3000 (m³)

In die Berechnungshilfe einzutragen:

Bereich 1, Platte 1; Fläche (m²): 2000 ; Substrat (m³): 3000

4. Beispiel (Schritt für Schritt)

4.1 Systemdarstellung



4.2 Berechnung Bereich 1 (Mais)

Techn. Rahmenbedingungen: Kein Trennsystem; Wasser von den Folien der Platten 1 und 2 wird teilweise einer Versickerungsanlage zugeführt; Wasser von den leeren Platten wird aufgenommen.

Verunreinigtes Niederschlagswasser während der Entleerungszeit

Platte 1: 1.500 (m²); 4.500 (m³) Mais

Platte 2: 1.500 (m²); 4.500 (m³) Mais

Platte 3: 1.500 (m²); 2.000 (m³) Mais

Gesamtfläche: 4.500 (m²); Gesamtvolumen: 11.000 (m³); gesamte Entleerungszeit: 12 (Monate)

Entnahmezeit Platte 1: 11.000 (m³) / 12 (Monate) = 916,67 (m³ / Monat); 4.500 (m³) / 916,67 (m³ / Monat) = 4,9 (Monate)

Entnahmezeit Platte 2: 11.000 (m³) / 12 (Monate) = 916,67 (m³ / Monat); 4.500 (m³) / 916,67 (m³ / Monat) = 4,9 (Monate)

Entnahmezeit Platte 3: 11.000 (m³) / 12 (Monate) = 916,67 (m³ / Monat); 2.000 (m³) / 916,67 (m³ / Monat) = 2,2 (Monate)

Σ 12 Monate

Menge verunreinigtes Niederschlagswasser:

$$\text{Platte 1: } \frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12} = V_{\text{Niederschlagswasser}}$$

$$\frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{4,9}{12} = \underline{245 \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Platte 2: } \frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{4,9}{12} = \underline{245 \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Platte 3: } \frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{2,2}{12} = \underline{110 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Σ Aufzunehmendes verunreinigtes Niederschlagswasser (Bereich 1): 600 (m³)

Nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der Folie

Hinweis: Während der Entleerungszeit ist die Menge des Folienwassers identisch mit der Menge des verunreinigten Wassers.

Bei der Berechnung des aufzunehmenden Folienwassers müssen zunächst folgende Rahmenbedingungen geprüft werden:

1. Das Folienwasser (bzw. ein Teil davon) wird permanent aufgenommen (während der abgedeckten und während der Entleerungszeit).
2. Das Folienwasser (bzw. ein Teil davon) wird nur während der Entnahmezeit aufgenommen.

Sämtliche Platten dieses Bereichs fallen unter den Punkt 1. Es wird ein Teil des Folienwassers der Platten 1 und 2 (geschätzt je Platte ca. 75%) und die Platte 3 permanent aufgenommen.

Platte 1: $\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12} \times 0,75 = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$\frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{4,9}{12} \times 0,75 = \underline{184 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Bei der Platte 2 kommt nun die Niederschlagsmenge hinzu die während der Entnahmezeit der Platte 1 angefallen ist.

Platte 2: $(A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 1}}{12} + \frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12}) \times 0,75 = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$(1.500 \times 0,8 \times \frac{4,9}{12} + \frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{4,9}{12}) \times 0,75 = \underline{552 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Bei der Platte 3 kommt nun die Niederschlagsmenge hinzu die während der Entnahmezeiten der Platten 1 und 2 angefallen ist.

Platte 3: $(A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platten 1 und 2}}{12} + \frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12}) = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$(1.500 \times 0,8 \times \frac{9,8}{12} + \frac{1500}{2} \times 0,8 \times \frac{2,2}{12}) = \underline{1.091 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Σ Aufzunehmendes nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der Folie (Bereich 1): 1.827 (m³)

Nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der geleerten und gereinigten Platte

Da kein Trennsystem vorhanden ist, wird die Niederschlagsmenge berechnet, die während der Entnahmezeit der nachfolgenden Platten angefallen sind.

Platte 1: $A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 2 und 3}}{12} = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$1.500 \times 0,8 \times \frac{7,1}{12} = \underline{709 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Platte 2: $A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platte 3}}{12} = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$1.500 \times 0,8 \times \frac{2,2}{12} = \underline{218 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Platte 3: Bei der Platte 3 fällt kein Niederschlagswasser an, das von einer leeren Platte aufgenommen werden müsste.

Σ Aufzunehmendes nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von den leeren Platten (Bereich 1): 927 (m³)

4.3 Berechnung Bereich 2 (Gras)

Techn. Rahmenbedingungen: Trennsystem vorhanden (die Platten 1 und 2 mit Rinnensystem und die Platten 3 und 4 mit Stöpsel-System); Folienwasser der Platte 1 wird komplett einer Versickerung zugeführt; Folienwasser der Platte 2 wird teilweise einer Versickerung zugeführt; Folienwasser der Platten 3 und 4 werden teilweise einer Versickerung zugeführt; Wasser von den leeren Platten wird einer Versickerung zugeführt.

Verunreinigtes Niederschlagswasser während der Entleerungszeit

Platte 1: 1.000 (m²); 600 (m³) Gras **Platte 2:** 1.000 (m²); 1200 (m³) Gras **Platte 3:** 1.000 (m²); 1200 (m³) Gras **Platte 4:** 1.000 (m²); 1200 (m³) Gras

Gesamtfläche: 4.000 (m²); Gesamtvolumen: 4.200 (m³); gesamte Entleerungszeit: 12 (Monate)

Entnahmezeit Platte 1: 4.200 (m³) / 12 (Monate) = 350 (m³ / Monat) ; 600 (m³) / 350 (m³ / Monat) = 1,7 (Monate)

Entnahmezeit Platte 2: 4.200 (m³) / 12 (Monate) = 350 (m³ / Monat) ; 1.200 (m³) / 350 (m³ / Monat) = 3,4 (Monate)

Entnahmezeit Platte 3: 4.200 (m³) / 12 (Monate) = 350 (m³ / Monat) ; 1.200 (m³) / 350 (m³ / Monat) = 3,4 (Monate)

Entnahmezeit Platte 4: 4.200 (m³) / 12 (Monate) = 350 (m³ / Monat) ; 1.200 (m³) / 350 (m³ / Monat) = 3,4 (Monate)

∑ 12 Monate

Menge verunreinigtes Niederschlagswasser:

Platte 1: $\frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12} = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$\frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{1,7}{12} = \underline{57 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Platte 2: $\frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} = \underline{114 \text{ (m}^3\text{)}}$

Platte 3: $\frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} = \underline{114 \text{ (m}^3\text{)}}$

Platte 4: $\frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} = \underline{114 \text{ (m}^3\text{)}}$

∑ Aufzunehmendes verunreinigtes Niederschlagswasser (Bereich 2): 400 (m³)

Nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der Folie

Hinweis: Während der Entleerungszeit ist die Menge des Folienwassers identisch mit der Menge des verunreinigten Wassers.

Bei der Berechnung des aufzunehmenden Folienwassers müssen zunächst folgende Rahmenbedingungen geprüft werden:

1. Das Folienwasser (bzw. ein Teil davon) wird permanent aufgenommen (während der abgedeckten und während der Entleerungszeit)
2. Das Folienwasser (bzw. ein Teil davon) wird nur während der Entnahmezeit aufgenommen.

Die Platte 1 fällt unter keinen Punkt, da kein Wasser aufgenommen wird. Die Platte 2 fällt unter Punkt 2, da sämtliches Wasser von dem abgedeckten Silo einer Versickerung zugeführt wird und das Folienwasser der vorderen Hälfte nur während der Entnahme des Silos aufgenommen werden muss. Die Platten 3 und 4 fallen unter den Punkt 1, da ein Teil des Folienwassers (geschätzt je Platte ca. 50%) permanent aufgenommen werden muss.

Platte 1: Bei dieser Platte fällt kein Wasser an, das aufgenommen werden müsste.

Platte 2: Konstruktiv kann das Folienwasser nur nach hinten und nach vorne abgeführt werden. Während der abgedeckten Zeit wird die Hälfte hinten zur Flächenversickerung und die andere Hälfte vorne über das Rinnensystem abgeführt. Nur während der Entnahme muss das Folienwasser der vorderen Hälfte aufgenommen werden. Es ist bekannt, dass während der Entnahmezeit das Volumen des verunreinigten Niederschlagswassers identisch mit dem anfallenden Folienwasser ist. Daher kann dieser Wert (114 m³) als Basis genommen werden. Da nur die vordere Hälfte berücksichtigt wird, sind 50 % anzusetzen.

$$\frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} \times 0,5 = \underline{57 \text{ (m}^3\text{)}} \rightarrow \text{Der „100\%-Wert“ in der Berechnungshilfe muss auf diesen Wert korrigiert werden.}$$

Um den Wert zu korrigieren gibt es 2 Möglichkeiten:

1. Manuelle Anpassung des „Wasseranfall (%)“ - Wertes bis das gewünschte Ergebnis erreicht ist.
2. Berechnung: $(\text{Volumen des verunreinigten Niederschlagswassers} \times 0,5 / 100\text{\%-Wert}) \times 100$

$$\frac{57}{229} \times 100 = \underline{24,90\%} \approx \underline{25\%} \rightarrow \text{In die entsprechende Spalte unter „Wasseranfall (%)“ diesen Wert eintragen.}$$

$$\text{Platte 3: } \left(A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platten 1 und 2}}{12} + \frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12} \right) \times 0,5 = V_{\text{Niederschlagswasser}}$$

$$\left(1.000 \times 0,8 \times \frac{5,1}{12} + \frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} \right) \times 0,5 = \underline{229 \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Platte 4: } \left(A \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit Platten 1,2 und 3}}{12} + \frac{A}{2} \times 0,8 \times \frac{\text{Entnahmezeit}}{12} \right) \times 0,5 = V_{\text{Niederschlagswasser}}$$

$$\left(1.000 \times 0,8 \times \frac{8,6}{12} + \frac{1000}{2} \times 0,8 \times \frac{3,4}{12} \right) \times 0,5 = \underline{343 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Σ Aufzunehmendes nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der Folie (Bereich 2): 629 (m³)

Nicht verunreinigtes Niederschlagswasser von der geleerten und gereinigten Platte

Da ein Trennsystem vorhanden ist, wird sämtliches Wasser, das auf leeren Platten anfällt, einer Versickerung zugeführt.

4.4 Berechnung Bereich 3 (Abfüllflächen Bereich 1 und 2)

Verunreinigtes Niederschlagswasser von der Arbeitsfläche / dem Abfüllplatz

Techn. Rahmenbedingungen: Kein Trennsystem; sämtliches Niederschlagswasser wird aufgenommen.

Bereich 1: $A \times 0,8 = V_{\text{Niederschlagswasser}}$

$$300 \times 0,8 = \underline{240 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Bereich 2: $400 \times 0,8 = \underline{320 \text{ (m}^3\text{)}}$

Σ Aufzunehmendes verunreinigtes Niederschlagswasser von den Abfüllflächen (Bereiche 1 und 2): 560 (m³)

4.5 Ergebniszusammenfassung

Aufzunehmendes Niederschlagswasser gesamt: $600 + 1.827 + 927 + 400 + 629 + 560 = \underline{4.943 \text{ (m}^3\text{/Jahr)}}$

Verdunstungskorrektur von 15% gemäß DWA 792: $4.943 \times 0,85 = \underline{4.202 \text{ (m}^3\text{/Jahr)}}$