

Abschlussbericht

„Empfehlungen für den Umgang mit Niederschlagswasser von Biogasanlagen und von Fahrsilos in der Landwirtschaft“

*erarbeitet von der Ad hoc AG Biogasanlagen
im Auftrag des BLAK-Abwasser und des BLAK-UmWS*



26. November 2018

Erarbeitet im Auftrag des BLAK-Abwasser und des BLAK-UmWS von
der Ad hoc AG Biogasanlagen

Leitung: Heike Woyczechowski, Karsta Jung	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
Rafaela Altenberend	Bezirksregierung Detmold; Nordrhein Westfalen
Manulja Beraktschjan	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und länd- liche Räume des Landes Schleswig-Holstein
Gabi Dederichs	Landkreis Northeim; Niedersachsen
Ralph Emmerich	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern
Andreas Hiller	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
Eckhard Kuberski	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
Holger Machholz	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt
Thomas Sürder	Bezirksregierung Detmold; Nordrhein Westfalen
Uta Zepf	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirt- schaft Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1. Anlass	6
2. Sachstand bisheriger Regelungen/Grundlagen	7
3. Rechtsgrundlagen	8
4. Herkunft, Zuordnung, Behandlung und Verbleib der Stoffströme	12
4.1. Herkunft und Zuordnung des Niederschlagswassers	12
4.2. Behandlung und Verbleib des Niederschlagswassers	16
4.2.1. Gering und mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser	17
4.2.2. Stark verunreinigtes Niederschlagswasser	18
4.2.3. Verregnung	19
4.2.4. Gesamtübersicht - Umgang mit Niederschlagswasser von Biogasanlagen	20
4.3. Behandlungsanlagen	22
5. Hinweise zur baulichen Gestaltung der Fahrsilos	22
6. Hinweise zur Lagerkapazität der Sammelbehälter oder Erdbecken	24
7. Zusammenfassung	25
Anhang A: Berechnungsansatz für die Verregnung von stark verunreinigtem Niederschlagswasser	26
Anhang B: Untersuchungsergebnisse aus Sammelbecken bzw. Regenbecken von Biogasanlagen mit unterschiedlichen Entwässerungsvarianten	28
Anhang C: Reinigungsleitungen bestehender Behandlungsanlagen	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zuordnung der abwassertechnischen Belastungskategorien zu den Herkunftsflächen am Beispiel einer fiktiven Biogasanlage mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft	14
Abbildung 2: Gesamtübersicht über die Beseitigungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten für das Niederschlagswasser von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft	21
Abbildung 3: Rückwärtige Entwässerung der Folie (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)	23
Abbildung 4: Seitliche Entwässerung der Folie (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)	23
Abbildung 5: Seitlicher Austritt von Silage/ Silagesickersaft (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)	24

Titelfoto: F. Steinmann, LLUR Flintbek

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen (Sammelbecken mit Variante 1).	29
Tabelle 2: Ins Sammelbecken entwässern Rangierflächen; leere/gereinigte Silos, Silofolienwasser und Dachflächen entwässern separat in ein Regenbecken; Silagesickersäfte werden separat aufgefangen, z.B. im Vorlagebehälter und werden dem Fermentationsprozess zugeleitet (Sammelbecken mit Variante 3).....	29
Tabelle 3: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen (auch leere/gereinigte Silos), außer Silofolienwasser und Dachflächen (Sammelbecken mit Variante 5)	30
Tabelle 4: Mittlere Konzentrationen in Sammelbecken, die Silagesickersäfte mit auffangen.....	30
Tabelle 5: Mittlere Konzentrationen in Sammelbecken, die Silagesickersäfte nicht mit auffangen.....	31
Tabelle 6: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches nur Silofolienwasser sammelt (Variante A)	31
Tabelle 7: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches Dachflächenwasser und Silofolienwasser sammelt (Variante B)	32
Tabelle 8: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches Silofolienwasser, Dachflächenwasser und Wasser von leeren/gereinigten Silos sammelt (Variante C)	32
Tabelle 9: Behandlungsanlage – Biologisches Verfahren mit Nitrifikation	33
Tabelle 10: Behandlungsanlage – Verdunstungsverfahren mit Bioreaktor	35

Abkürzungsverzeichnis

abZ	Allgemein bauaufsichtliche Zulassung
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLAK-Abwasser	Bund Länder Arbeitskreis Abwasser
BLAK-UmwS	Bund Länder Arbeitskreis Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
CSB _{ges}	Gesamter (unfiltrierter) chemischer Sauerstoffbedarf
CSB _{filtr.}	Gesamter (filtrierter) chemischer Sauerstoffbedarf
DüV	Düngeverordnung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWA-A / DWA-M	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. - Arbeitsblatt / Merkblatt
JGS	Jauche, Gülle, Silagesickersäfte
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
mg/l	Milligramm pro Liter
N	Stickstoff
nFKWe	nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes
N _{ges}	Stickstoff, gesamt (Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff)
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff
P _{ges}	Phosphor, gesamt
SH	Schleswig-Holstein
TOP	Tagesordnungspunkt
TRwS	Technische Regel wassergefährdende Stoffe
UmwS	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1. Anlass

Auf Biogasanlagen fallen im Bereich der bebauten und befestigten Flächen erhebliche Mengen Niederschlagswasser an. Je nach Herkunftsfläche bzw. deren Nutzung kann das Niederschlagswasser durch Gärsubstrate, Gärreste oder ggf. auch mit Gärssaft unterschiedlich stark verunreinigt sein. Das Entwässerungssystem der Biogasanlage sowie die Betriebsführung der Anlage haben Einfluss auf den Verunreinigungsgrad der anfallenden Teilströme von Niederschlagswasser. Die gleiche Situation ergibt sich für Fahrsilos in der Landwirtschaft, bei denen das Niederschlagswasser mit Siliergut bzw. Silage und Gärssaft verunreinigt sein kann.

Weil die genannten Stoffe aufgrund ihrer sauerstoffzehrenden und nährstoffanreichernden Wirkung im Gewässer eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit herbeiführen können, zählen sie aus wasserrechtlicher Sicht zu den wassergefährdenden Stoffen.

Die gesetzlichen Regelungen geben vor, dass das mit wassergefährdenden Stoffen verunreinigte Niederschlagswasser vollständig zurückgehalten werden muss. Wie mit dem zurückgehaltenen Niederschlagswasser zu verfahren ist, hängt vom Grad der Verunreinigung ab. Um das Niederschlagswasser einer umweltgerechten Verwertung zuzuführen oder in ein Gewässer einzuleiten, ist es erforderlich, das anfallende Wasser zunächst nach Belastungskategorien zu unterteilen. Erst danach können für diese unterschiedlichen Stoffströme Verwertungs- bzw. Beseitigungslösungen abgeleitet werden.

Aus rechtlicher Sicht unterliegt der Umgang mit dem verunreinigten Niederschlagswasser den Regelungsbereichen „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (UmwS)“ und „Abwasser“. Für den bundeseinheitlichen Vollzug, insbesondere hinsichtlich der Abgrenzung bzw. Umsetzung der Anforderungen aus den beiden Rechtsbereichen, bedarf es einer Konkretisierung der Regelungen.

Der BLAK-Abwasser (TOP 5.7 Nr. 2 des Beschlussprotokolls der BLAK-Abwasser-Sitzung vom 19./20. November 2015) hat eine Ad hoc AG gebeten, einen Sachstand über die bereits bestehenden Regelungen in den Ländern zu erstellen und eine Empfehlung zu erarbeiten, wie mit den unterschiedlichen Stoffströmen umzugehen ist.

Eingrenzung des Themas auf bestimmte Anlagen

Im Nachfolgenden wird die Problematik für Biogasanlagen auf die bundesweit am häufigsten vorkommenden „Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft“ gemäß der Definition in der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (§ 2 Absatz 14 i.V.m. § 2 Absatz 8 AwSV) eingegrenzt. Wird im folgenden Text z.T. verkürzt der Begriff „Biogasanlage“ verwendet, handelt es sich ausschließlich um eine „Biogasanlage mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft“, die unter diese Definition fällt. Die festen Gärsubstrate für Biogasanlagen werden i.d.R. in sogenannten Fahrsilos (Flachsilos) gelagert. Gemäß Definition in § 2 Absatz 14 AwSV sind diese vom Begriff „Biogasanlage“ mit erfasst. Wegen der Vergleichbarkeit der Problematik werden Anlagen zum Lagern von Silage (Fahrilos) in der Landwirtschaft in die Betrachtung mit einbezogen.

2. Sachstand bisheriger Regelungen/Grundlagen

Eine Abfrage bei den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder hat ergeben, dass folgende Hinweis-papiere bzw. Merkblätter zum Umgang mit dem Niederschlagswasser von Biogasanlagen vorliegen:

- Nordrhein-Westfalen – Merkblatt Niederschlagsentwässerung von Anlagen zur Silagelagerung in Biogasanlagen und in der Landwirtschaft (Entwurf),
- Bayern – Biogashandbuch Bayern (Materialienband),
- Schleswig-Holstein – Wasserrechtliche Anforderungen an Biogasanlagen bei Verwendung von Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft (Stand 20.01.2017).

Zudem enthalten folgende Regelwerke der DWA (zum Teil im Entwurfsstatus) Hinweise zum Umgang mit Niederschlagswasser:

- Technische Regel (DWA-A 792): JGS-Anlagen → Grundlagen für die Planung und Errichtung von Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle, Silagesickersäfte, Festmist (JGS-Anlagen),
- Technische Regel (DWA-A 793-1 Entwurf): Biogasanlagen → Harmonisierung bisheriger Vorschriften, Erlasse etc. für die Errichtung und den Betrieb von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft,
- DWA-M 153 → Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Niederschlagswasser,
- DWA A 102/BWK-A 3 (Entwurf) → Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer.

Der Fachverband Biogas e.V. hat in einer Sonderausgabe des Biogas-Journals vom Dezember 2017 den bisherigen Sachstand und Beispiele zu Lösungsansätzen zusammengestellt (digitale Ausgabe erhältlich unter www.biogas.org).

Die oben genannten Technischen Regelwerke DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ sowie der Entwurf des Arbeitsblattes DWA-A 102/BWK-A 3 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasserabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ enthalten zwar Beispiele zur Einteilung bzw. Zuordnung von Flächen nach ihrer Belastung, die Betriebsflächen von Biogasanlagen und Fahrsilos in der Landwirtschaft werden jedoch nicht gesondert betrachtet, sondern werden vom Anwendungsbereich sogar ausgeschlossen.

Von der Arbeitsgruppe „Anhang Niederschlagswasser“ des BLAK-Abwasser wird derzeit neben einem Entwurf für einen Anhang Niederschlagswasser auch ein Arbeitsbericht zu diesem Anhang erstellt, der Hinweise und Erläuterungen für den Umgang und die Behandlung von Niederschlagswasser aus Trenn- und Mischsystemen regeln soll. Die Herkunftsflächen von Biogasanlagen sollen in diesem Anhang bisher jedoch nicht als eigene Herkunftsflächen benannt werden.

In dem hier vorgelegten Abschlussbericht sind die vorliegenden Länder-Erfahrungen beim Umgang mit dem Thema, die vorliegenden Untersuchungsergebnisse von Forschungsvorhaben und Pilotbetrieben und die bisherigen Vorgaben aus den gesetzlichen Grundlagen sowie technischen Regelwerken zusammengeführt und ausgewertet worden. Daraus wurden entsprechende Handlungsempfehlungen abgeleitet.

3. Rechtsgrundlagen

Für den Umgang mit verunreinigtem Niederschlagswasser sind die beiden Regelungsbereiche des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (UmwS) (§ 62 f WHG) und „Abwasserbeseitigung“ (§ 54 ff WHG) heranzuziehen.

Regelungsbereich „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (UmwS)“

Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist in § 62 f WHG geregelt und wird durch die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) konkretisiert. Die Vorgaben zum Umgang mit verunreinigtem Niederschlagswasser im Regelungsbereich UmwS sind in der AwSV folgendermaßen festgelegt:

für Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft:

- *„Mit Gärsubstraten oder Gärresten verunreinigtes Niederschlagswasser von Biogasanlagen ist vollständig aufzufangen und ordnungsgemäß als Abwasser zu beseitigen oder als Abfall zu verwerten. Dies gilt für Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft zur Gewinnung von Biogas nicht, soweit das verunreinigte Niederschlagswasser entsprechend der guten fachlichen Praxis der Düngung verwendet wird. Die Umwallung (§ 37 Absatz 3) ist ordnungsgemäß zu entwässern.“* (§ 19 Absatz 5 AwSV)

für Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen), z.B. Fahrsilos in der Landwirtschaft:

- *„Es ist sicherzustellen, dass Jauche, Silagesickersaft und das mit Festmist oder Siliergut verunreinigte Niederschlagswasser vollständig aufgefangen und ordnungsgemäß als Abwasser beseitigt oder als Abfall verwertet wird, soweit keine Verwendung entsprechend der guten fachlichen Praxis der Düngung möglich ist.“* (Anlage 7 Nr. 4.2 AwSV)

Der von der AwSV optional aufgeführte Regelungsbereich „Abfall“ wird in die nachfolgenden Betrachtungen nicht einbezogen.

Weitere Konkretisierungen werden in den Technischen Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS) getroffen, die nach § 15 AwSV als allgemein anerkannte Regel der Technik gelten und nach § 62 Absatz 2 WHG anzuwenden sind. Die Ausführungsmöglichkeiten der Entwässerung für Fahrsilos in der Landwirtschaft werden unter Nr. 6.3.3 TRwS 792 JGS-Anlagen beschrieben und sind nach derzeitigem Bearbeitungsstand der TRwS 793-1 Biogasanlagen (Gelbdruck) auch für die Fahrsilos in Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft heranzuziehen. In der TRwS 792 sind hierzu die folgenden Definitionen enthalten:

- Silagesickersaft: *Silagesickersaft (Siliersaft) ist Gärkraft (Haftwasser und Zellsaft) sowie etwaiges verunreinigtes Niederschlagswasser. Gärkraft ist die beim Silieren und Lagern von Silage durch Zellaufschluss oder Pressdruck entstehende säurehaltige Flüssigkeit.*
- Verunreinigtes Niederschlagswasser: *Verunreinigtes Niederschlagswasser im Sinne dieser TRwS ist das von JGS-Anlagen abfließende Niederschlagswasser, das Jauche, Gülle, Silage, Gärkraft oder Festmist enthält.*

Nachfolgende Stoffe gelten nach § 3 Abs. 2 AwSV als „allgemein wassergefährdend“:

- *Silagesickersaft (§ 3 Abs. 2 Nr. 4)* (also Gärssaft sowie etwaiges verunreinigtes Niederschlagswasser),
- *Silage oder Siliergut, bei denen Silagesickersaft anfallen kann (§ 3 Abs. 2 Nr. 5), und*
- *Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft zur Gewinnung von Biogas sowie die bei der Vergärung anfallenden flüssigen und festen Gärreste (§ 3 Abs. 2 Nr. 6).*

Das mit diesen Stoffen verunreinigte Niederschlagswasser ist nach dem Regelungsbereich UmwS zunächst zu sammeln und aufzufangen. Dabei ist abschließend in § 2 Abs. 8 AwSV geregelt, welche Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft für die betrachteten Biogasanlagen in Frage kommen.

Regelungsbereich „Abwasserbeseitigung“

Die Definition des Begriffs Abwasser in Zusammenhang mit Niederschlagswasser findet sich in § 54 ff WHG „Abwasserbeseitigung“ mit folgender Regelung:

„Abwasser ist das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)“ (§ 54 Absatz 1 Nr. 2 WHG).

Zudem regelt § 55 WHG Folgendes:

„Niederschlagswasser soll ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen“ (§ 55 Absatz 2 WHG).

Soll Abwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 8 WHG erforderlich. In Einzelfällen (landesrechtliche Regelungen) kann eine Erlaubnisfreiheit bestehen, wenn das Niederschlagswasser in seinen Eigenschaften nicht nachteilig verändert wurde.

Gemäß § 57 Absatz 1 WHG darf eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in ein Gewässer (Direkteinleitung) nur erteilt werden, wenn

1. *die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist,*
2. *die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen vereinbar ist und*
3. *Abwasseranlagen oder sonstige Einrichtungen errichtet und betrieben werden, die erforderlich sind, um die Einhaltung der Anforderungen nach den Nummern 1 und 2 sicherzustellen.*

Abgrenzung der Regelungsbereiche UmwS und Abwasserbeseitigung

Während im Regelungsbereich UmwS lediglich zwischen den Kategorien „verunreinigtes“ und „nicht verunreinigtes“ Niederschlagswasser unterschieden wird (s. Nr. 6.3.3 TRwS 792), wird im Regelungsbereich Abwasserbeseitigung das gesammelt abfließende Wasser aus dem Bereich von bebauten und

befestigten Flächen je nach Herkunftsfläche in drei Belastungskategorien eingeteilt: gering verunreinigt¹, mäßig verunreinigt und stark verunreinigt. Dies entspricht auch den Bewertungskategorien in den bestehenden Merkblättern der Länder sowie in den DWA-Arbeits- bzw. Merkblättern M 153 sowie A 102 (Entwurf) und dem Entwurf „Anhang Niederschlagswasser“ der BLAK-Arbeitsgruppe „Anhang Niederschlagswasser“.

Die Ad hoc AG Biogasanlagen hat die drei Belastungskategorien für den Umgang mit verunreinigtem Niederschlagswasser auf Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft und Fahrsilos in der Landwirtschaft wie folgt festgelegt:

Gering verunreinigtes Niederschlagswasser

Niederschlagswasser von Flächen, auf denen ein Kontakt mit Gärsubstraten (z.B. Silage bzw. Siliergut), Gärresten und Gärsaft ausgeschlossen werden kann.

Mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser

Niederschlagswasser von Flächen, auf denen eine Verunreinigung mit Gärsubstraten (z.B. Silage bzw. Siliergut) u.a. durch Windflug nicht sicher ausgeschlossen werden kann.

Stark verunreinigtes Niederschlagswasser

Niederschlagswasser von Flächen, die betriebsbedingt mit Gärsubstraten, z.B. Silage, Gärresten und Gärsaft verunreinigt sein können.

Diese unterschiedlichen Belastungskategorien werden den einzelnen Herkunftsflächen auf Biogasanlagen und Fahrsilos zugeordnet (s. Kapitel 4).

Die Kategorie „nicht verunreinigtes Niederschlagswasser“ nach TRwS 792 wäre damit dem „gering und mäßig verunreinigten Niederschlagswasser“ zuzuordnen, die Kategorie „verunreinigtes Niederschlagswasser“ nach TRwS 792 dem „stark verunreinigten Niederschlagswasser“.

Schnittstelle zwischen den beiden Rechtsbereichen UmwS und Abwasserbeseitigung

Die Ad hoc AG Biogasanlagen hat in Abstimmung mit dem BLAK UmwS die Schnittstelle zwischen den beiden Regelungsbereichen AwSV und Abwasserbeseitigung wie folgt definiert:

Der **Sammelbehälter** zum Auffangen des mit Gärsubstrat, Gärresten und ggf. Gärsaft verunreinigten Niederschlagswassers von Biogasanlagen bzw. Fahrsilos in der Landwirtschaft gilt **als Schnittstelle** zwischen den **Rechtsbereichen AwSV und Abwasserbeseitigung**.

Das bedeutet, dass das Niederschlagswasser von den Flächen, Rohrleitungen, Anlagenbestandteilen und anderen Behältern, das dem Sammelbehälter zugeleitet wird, bis einschließlich der Sammelbehälter selbst, immer dem Regelungsbereich UmwS zuzuordnen ist. Welcher Regelungsbereich für den weiteren Umgang mit dem Niederschlagswasser aus dem Sammelbehälter zum Tragen kommt, hängt

¹ Der hier verwendete Begriff „verunreinigt“ entspricht dem Begriff „verschmutzt“ oder „belastet“ in den einschlägigen Arbeits-/Merkblättern.

von dem beabsichtigten Verbleib des Niederschlagswassers (als Dünger, Abfall oder Abwasser) ab, s. Kap. 4.2.

Der Sammelbehälter für das mit Gärsubstrat, Gärresten und ggf. Gärsaft verunreinigte Niederschlagswasser von Biogasanlagen bzw. Fahrsilos in der Landwirtschaft (stark verunreinigtes Niederschlagswasser) ist damit immer eine Lageranlage, die unter die AwSV fällt. Er hat die Anforderungen der AwSV bzw. der TRWS 792 zu erfüllen und kann z.B. als Behälter oder Erdbecken ausgeführt werden.

4. Herkunft, Zuordnung, Behandlung und Verbleib der Stoffströme

4.1. Herkunft und Zuordnung des Niederschlagswassers

In der Regel besteht eine Biogasanlage aus verschiedenen Anlagenteilen. Das anfallende Niederschlagswasser wird den folgenden Herkunftsflächen zugeordnet (s. Abbildung 1):

- 1 Silofläche 1 (abgedecktes Silo),
- 2 Silofläche 2 (angeschnittenes Silo),
- 3 Silofläche 3 (leeres und nass oder trocken gereinigtes Silo),
- 4 Zufahrtsstraßen,
- 5 Rangierflächen,
- 6 Abfüllplätze,
- 7 Vorgrube,
- 8 Dachflächen Fermenter/Nachgärer,
- 9 Dachfläche Gärrestelager,
- 10 Dachfläche Betriebsgebäude,
- 11 Dachfläche Blockheizkraftwerk (BHKW).

Für das **Fahrsilo in der Landwirtschaft** sind die Herkunftsflächen 1 bis 5 relevant, dabei entsprechen die „Rangierflächen“ (Nr. 5) den „Abfüllplätzen“ in Anhang D der TRWS 792.

Die Herkunftsflächen werden den in Kapitel 3 genannten abwasserrechtlichen Belastungskategorien wie folgt zugeordnet:

Gering verunreinigtes Niederschlagswasser

Nach den bisherigen Erfahrungen und Untersuchungen wird in der Regel davon ausgegangen, dass das anfallende Niederschlagswasser auf Biogasanlagen nur in Ausnahmefällen der Belastungskategorie „gering verunreinigt“ zugeordnet werden kann. Selbst das von Siloabdeckungen und Dachflächen abfließende Niederschlagswasser kann deutliche Verunreinigungen mit Gärsubstrat bzw. Siliergut durch Windflug aufweisen (s. auch Anlage B, Tabelle 6 und 7).

Mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser

Niederschlagswasser der Zufahrtstraßen (ausgenommen das Niederschlagswasser der Rangierflächen) und Parkplätze ist grundsätzlich als mäßig verunreinigt anzusehen. Da eine Verunreinigung durch Windflug von Siliergut nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist selbst das von den Dachflächen und Siloabdeckungen abfließende Niederschlagswasser so belastet, dass es als mäßig verunreinigt angesehen werden kann. Die in Anhang B, Tabellen 6 bis 8, dargestellten Untersuchungsergebnisse verdeutlichen die mögliche Belastung des Niederschlagswassers.

Stark verunreinigtes Niederschlagswasser

Das Niederschlagswasser von Flächen, auf denen unmittelbar mit Gärsubstraten bzw. Gärresten umgegangen wird bzw. Gärstoff anfällt, wird der Kategorie „stark verunreinigtes Niederschlagswasser“ zugeordnet. Dies sind bei Biogasanlagen z.B. die Rangierflächen der Aufgabe- und Entnahmebereiche (Vorgube, Abfüllplätze) und bei den Fahrsilos in der Landwirtschaft die Abfüllplätze, die unmittelbar vor den „Fahrsilos in Benutzung“ liegen sowie die Fahrsilos selbst. Auch vollständig entleerte und gereinigte Fahrsilos werden grundsätzlich dieser Kategorie zugeordnet, Ausnahmen sind in Abhängigkeit vom Verunreinigungsgrad möglich (s. nachfolgende Ausführungen).

Abbildung 1 zeigt die schematische Zuordnung der abwassertechnischen Belastungskategorien zu den Herkunftsflächen am Beispiel einer fiktiven Biogasanlage.

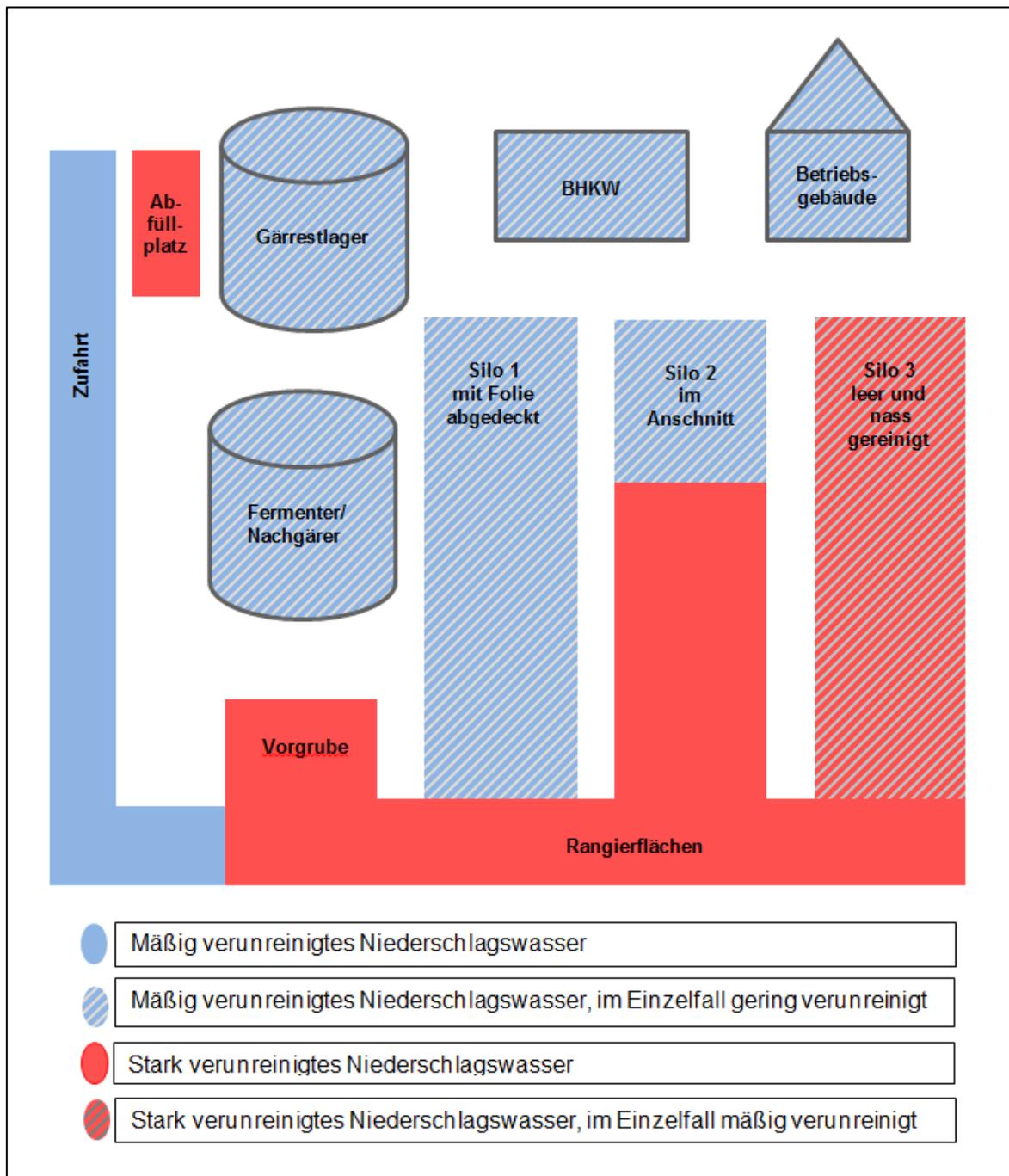


Abbildung 1: Zuordnung der abwassertechnischen Belastungskategorien zu den Herkunftsflächen am Beispiel einer fiktiven Biogasanlage mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft

Einstufung von Niederschlagswasser von leeren und gereinigten Fahrsilos

Das größte Potenzial zur Minimierung des Anteils an stark verunreinigtem Niederschlagswasser könnte bei den großen Flächen der leeren und gereinigten Fahrsilos liegen. Die Belastung des abfließenden Niederschlagswassers dauerhaft gering zu halten, ist jedoch trotz großer Anstrengungen und Sorgfalt nur sehr schwer realisierbar. Silagesickersaft und Silagereste werden i.d.R. während der Silonutzung auf der Asphaltfläche festgefahren und dringen aufgrund der Rauigkeit in den offenen Porenraum ein. Zusätzlich trägt der Windflug von Siliergut dazu bei, dass das Fahrsilo selbst nach Nassreinigung innerhalb kürzester Zeit wieder verunreinigt sein kann. Hierzu laufen bei der Universität Rostock zurzeit Untersuchungen.

In der TRwS 792 JGS-Anlagen, also im Regelungsbereich „Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (UmwS)“, wird auf die folgende Möglichkeit hingewiesen: *„Um den Anfall einer großen Menge verunreinigten Niederschlagswassers bei großen Flächen zu vermeiden, z.B. bei geöffnetem Silo und/oder bei mit Silageresten verschmutzten Flächen, kann die Fläche der Siloanlage in Segmente oder Kammern unterteilt werden, die nacheinander befüllt/geräumt und getrennt entwässert werden können. ...Nach vollständiger Entleerung und gründlicher Reinigung (z.B. besenrein mit anschließender Nassreinigung) eines Silosegments oder einer –kammer kann das Niederschlagswasser getrennt abgeleitet und gemäß den wasserrechtlichen Vorschriften ordnungsgemäß beseitigt werden. Entsprechendes gilt für das von der Siloabdeckung abfließende Niederschlagswasser“* (Nr. 6.3.3.1 (2) und (3) TRwS 792). Ausführungsbeispiele sind im Anhang D der TRwS (informativ) dargestellt.

Mit der Formulierung „... *gemäß den wasserrechtlichen Vorschriften ordnungsgemäß beseitigt*“ überlässt der Regelungsbereich UmwS den weiteren Umgang mit dem Niederschlagswasser dem Regelungsbereich Abwasserbeseitigung.

Unter Berücksichtigung des obengenannten Verunreinigungspotenzials empfiehlt die Ad hoc AG Biogasanlagen, das Niederschlagswasser von leeren Fahrsilos grundsätzlich der abwasserrechtlichen Belastungskategorie „stark verunreinigt“ zuzuordnen, selbst wenn es sich um eine trocken (besenrein) und zusätzlich nass gereinigte Fläche handelt. Damit ist das Wasser dieser Flächen vor einer Einleitung in ein Gewässer einer Behandlung zuzuführen und für die Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis ein Entwässerungskonzept vorzulegen.

Dies bedeutet nicht, dass sämtliche Anstrengungen, das Fahrsilo zu reinigen, unterlassen werden können. Für die meisten Abwasserbehandlungsverfahren leistet die Minimierung der Belastung einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Aufwands und zum Erfolg des Behandlungsverfahrens (s. Kap. 4.3).

In Einzelfällen kann die zuständige Wasserbehörde eine andere Zuordnung zulassen, sofern der Biogasanlagenbetreiber nachweisen kann, dass eine starke Verunreinigung des Niederschlagswassers ausgeschlossen werden kann, z.B. durch regelmäßige Analysen der Wasserqualität oder durch bauliche Maßnahmen (z.B. Abdeckungen) oder andere Lösungen.

4.2. Behandlung und Verbleib des Niederschlagswassers

Für das Niederschlagswasser von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft und Fahrsilos in der Landwirtschaft sind die folgenden Verbleibs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten mit ggf. vorheriger Behandlung gegeben:

- a) Verwertung als Dünger
- b) Versickerung (Einleitung ins Grundwasser) (Beseitigung als Abwasser)
- c) Einleitung in ein oberirdisches Gewässer (Beseitigung als Abwasser)
- d) Verregnung (Beseitigung als Abwasser)
- e) Verwertung als Abfall

a) **Verwertung als Dünger:** Das verunreinigte Niederschlagswasser von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft sowie von Fahrsilos in der Landwirtschaft kann entsprechend der guten fachlichen Praxis zur Düngung verwendet werden. Dafür kann das verunreinigte Niederschlagswasser in Sammelbecken aufgefangen werden und direkt ausgebracht bzw. in den Verfahrensprozess (Fermenter) zurückgeführt oder dem Gärrestbehälter zugeführt werden. Für die Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen gelten die Anforderungen des Düngerechts und die Zuständigkeit liegt bei den Landwirtschaftsbehörden. Der Nährstoffgehalt ist gegebenenfalls bei der Düngebedarfsermittlung zu beachten.

Bei der Bemessung des Gärrestbehälters ist die zugeleitete Niederschlagsmenge zu beachten und vom Biogasanlagenbetreiber der zuständigen Behörde nachzuweisen. Vorgaben zur Bemessung sind in Kapitel 4 der TRWS 792 festgelegt.

b) **Versickerung ins Grundwasser:** Für eine Einleitung (hier: ins Grundwasser) ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich, sofern nicht Länderregelungen in bestimmten Fällen Ausnahmen zulassen. Im wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren ist zu klären, ob und welche Anforderungen an eine Rückhaltung bzw. Drosselung, Behandlung, Überwachung und ggf. bei Biogasanlagen an Vorsorgemaßnahmen für den Havariefall gestellt werden müssen.

c) **Einleitung in ein oberirdisches Gewässer:** Für eine Einleitung (hier: in ein Oberflächengewässer) ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich, sofern nicht Länderregelungen in bestimmten Fällen Ausnahmen zulassen. Im wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren ist zu klären, ob und welche Anforderungen an eine Rückhaltung bzw. Drosselung, Behandlung, Überwachung und ggf. bei Biogasanlagen an Vorsorgemaßnahmen für den Havariefall gestellt werden müssen.

d) **Verregnung:** s. Abschnitt 4.2.3.

e) **Abfall:** auf abfallrechtliche Regelungen wird in diesen Empfehlungen nicht eingegangen.

4.2.1. Gering und mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser

Gemäß § 55 Absatz 2 WHG ist Niederschlagswasser ortsnah zu beseitigen. Darunter können die Versickerung, die Verrieselung bzw. Verregnung und die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer fallen (s. Kap. 3).

Für beide Stoffströme („gering“ und „mäßig“ verunreinigtes Niederschlagswasser) kommt in der Regel jede dieser vorgenannten ortsnahen Beseitigungsvarianten in Frage. Daher werden in diesem Kapitel beide Stoffströme zusammengefasst dargestellt. Für Niederschlagswasser, welches von befestigten Flächen gesammelt abfließt und in ein Gewässer eingeleitet wird, ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich, sofern nicht Länderregelungen in bestimmten Fällen Ausnahmen zulassen.

Da in der Regel davon auszugehen ist, dass auf Biogasanlagen bzw. auf Fahrsilos in der Landwirtschaft nur in Ausnahmefällen gering verunreinigtes Niederschlagswasser anfällt (s. Kap. 4.1), wird im Folgenden vorwiegend auf die Behandlung und den Verbleib von mäßig belastetem Niederschlagswasser eingegangen. Können Verunreinigungen im Niederschlagswasser ausgeschlossen werden und wird das gering verunreinigte Niederschlagswasser nicht zusammen mit mäßig verunreinigten Niederschlagswasser abgeleitet, kann für das gering verunreinigte Niederschlagswasser eine Einleitung in ein Gewässer auch ohne Behandlung in Frage kommen. In diesen Fällen ist die hydraulische Belastung des Gewässers zu prüfen, ggf. ist eine Rückhaltung erforderlich.

Für mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser ist aufgrund der Verunreinigungen eine Behandlung vor Einleitung in ein Gewässer erforderlich. Anforderungen an eine Behandlung können u.a. aus dem DWA-Merkblatt DWA-M 153 oder zukünftig aus dem DWA-Arbeitsblatt A 102 abgeleitet werden. Eine rein mechanische Behandlung des Niederschlagswassers mittels Feststoffabtrennung von Siliertgut über Sedimentationsanlagen, Regenklärbecken oder Absetzbecken vor Einleitung in ein Oberflächengewässer ist nicht ausreichend. Da im mäßig verunreinigten Niederschlagswasser auch organische Stoffe gelöst sind, können erhöhte Nährstoffkonzentrationen und durch sehr lange Standzeiten der Feststoffe in den Anlagen auch weitere „Rüchlösungs-Effekte“ auftreten.

Die Versickerung über den bewachsenen Oberboden (belebte Bodenzone) stellt dagegen eine Behandlungsmöglichkeit für mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser dar.

Für die Bemessung und Ausführung von Versickerungsanlagen wird auf das DWA-Arbeitsblatt A 138 und für die Rückhaltung auf das DWA-Arbeitsblatt A 117 verwiesen.

Eine Verregnung über den bewachsenen Oberboden (z.B. auf Dauergrünland) wird für gering und mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser als unkritisch angesehen.

Vorgaben aus dem Regelungsbereich UmwS, die für den Havariefall bei Biogasanlagen bezüglich der Abwasserbehandlung des gering bis mäßig verunreinigten Niederschlagswassers zu berücksichtigen sind:

Aufgrund der Anforderungen aus der TRWS 793-1 (Gelbdruck) ergeben sich zusätzliche Anforderungen, die bei der Planung und dem Betrieb der Abwasserbeseitigungsanlagen berücksichtigt werden müssen.

So ist innerhalb der Umwallung eine Versickerung nur zeitverzögert unter Berücksichtigung der Anforderungen der TRwS 793-1 zur Dichtigkeit des Havarieraums möglich (Flüssigkeiten müssen mindestens für die Dauer von 72 Stunden zurückgehalten werden können (TRwS 793-1 (Gelbdruck) Nr. 7.1). Die Anforderungen der TRwS 793-1 sind bei der Auslegung von möglichen Versickerungsanlagen innerhalb der Umwallung zu beachten, ggf. ist nur eine Ableitung des Niederschlagswassers und anschließende Versickerung außerhalb der Umwallung möglich.

Ist es vorgesehen, das Niederschlagswasser für seine Beseitigung aus der Umwallung herauszuleiten, ist durch technische Sicherheitseinrichtungen zu gewährleisten, dass eine Ableitung im Havariefall zuverlässig unterbunden wird. Auch hier gilt, dass die im Havariefall ausgetretenen Flüssigkeiten mindestens für die Dauer von 72 Stunden zurückgehalten werden können.

Dachflächen von Behältern und Gebäuden entwässern häufig direkt in eine unterhalb liegende Kiesschicht mit Drainageleitungen. In der Kiesschicht können Flüssigkeiten nicht 72 Stunden (wie es die TRwS 793-1 fordert) zurückgehalten werden. Daher ist hinsichtlich der Drainageleitungen sicherzustellen, dass im Havariefall durch Sicherheitsvorkehrungen, z.B. Schieber, eine Ableitung unterbunden werden kann, sofern eine Gewässerverunreinigung im Havariefall zu besorgen ist.

4.2.2. Stark verunreinigtes Niederschlagswasser

Das mit Gärsubstraten, Gärresten und ggf. Gärsaft verunreinigte Niederschlagswasser gilt als wassergefährdender Stoff und ist gemäß § 19 Absatz 5 AwSV vollständig aufzufangen (vgl. Kapitel 3).

Eine mögliche Nutzung des stark verunreinigten Niederschlagswassers (ggf. nur einer Teilmenge) im Verfahrensprozess, sowohl als Kohlenstoffquelle (Methanproduktion), als auch als Betriebswasser, sind vom Biogasanlagenbetreiber immer vorrangig vor sonstigen Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen und im Genehmigungsverfahren mit zu berücksichtigen.

Ist keine innerbetriebliche Nutzung möglich, kann das stark verunreinigte Niederschlagswasser anschließend gemäß § 19 Absatz 5 AwSV

- a) als Abwasser beseitigt (*Zuständigkeit: Wasserbehörde bzw. Kanalnetz- und/oder Kläranlagenbetreiber*) oder
- b) als Abfall verwertet (*Zuständigkeit: Abfallbehörde*) oder
- c) entsprechend der guten fachlichen Praxis zur Düngung verwendet (bei Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft) werden (*Zuständigkeit: Landwirtschaftsbehörde*).

Bei der Verwertung als Dünger sind zwei Betriebsvarianten möglich. Entweder wird das Wasser direkt in das Gärrestelager gefördert und somit zusammen mit den Gärresten landwirtschaftlich verbracht oder das gesammelte Wasser wird direkt auf Flächen ausgebracht, s. auch Kap. 4.2.

Wird das stark verunreinigte Niederschlagswasser als Abwasser beseitigt, ist es grundsätzlich einer Abwasserbehandlung zuzuführen.

Bei einer Indirekteinleitung des Abwassers in die Kanalisation/Kläranlage sind Abstimmungen mit dem Kanalnetzbetreiber und dem Betreiber der aufnehmenden Kläranlage hinsichtlich Menge und Zusammensetzung zu treffen. Aufgrund der teilweise sehr hohen Nährstoffkonzentrationen und organischen Belastungen muss das Abwasser ggf. vor seiner Einleitung vorbehandelt werden.

Ist eine Einleitung des stark verunreinigten Niederschlagswassers in ein Gewässer vorgesehen, ist eine Behandlung in einer für das spezielle Abwasser der Biogasanlage ausgelegten Abwasserbehandlungsanlage erforderlich. In der Regel muss nach einer vorgeschalteten Feststoffabtrennung eine biologische Behandlung des Abwassers erfolgen. Für die Planung der Abwasserbehandlungsanlage sind Voruntersuchungen erforderlich. Die Anlage ist auf die zu erwartenden Zulaufkonzentrationen und die zu erreichenden Überwachungswerte zu bemessen. Mögliche Schwankungen im Zulauf sind zu berücksichtigen.

Bisher sind für das Abwasser aus dem Herkunftsbereich „Biogasanlagen“ und seine Behandlung kein Stand der Technik und damit keine Ablaufgrenzwerte (Emissionsanforderungen an die Beschaffenheit des einzuleitenden Abwassers) in der Abwasserverordnung nach § 23 WHG festgelegt. Bei der Festlegung von Überwachungswerten im Erlaubnisbescheid durch die Wasserbehörden sind daher zum Schutz der Einleitungsgewässer Immissionsbetrachtungen durchzuführen. Das Verschlechterungsverbot und Verbesserungsgebot nach WRRL sind zu beachten. Die entsprechenden Nachweise (Fachbeiträge) müssen von dem Biogasanlagenbetreiber erbracht werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einer Einleitung auf die Parameter CSB, Stickstoff und Phosphor geachtet werden muss. Eine alleinige Betrachtung des CSB ist nicht ausreichend. Das Niederschlagswasser von Biogasanlagen ist teilweise durch sehr hohe Nährstoffkonzentrationen verunreinigt, die um ein Vielfaches höher liegen können, als z.B. die Konzentrationen von kommunalem Rohabwasser (siehe auch Untersuchungsergebnisse in Anhang B, Tabellen 1-5).

Weitere Ausführungen zur Behandlung befinden sich in Abschnitt 4.3.

4.2.3. Verregnung

Bei einer Verregnung von Wasser handelt es sich in der Regel um eine Gewässerbenutzung^[1]. Nach § 9 Absatz 2 Nr. 2 WHG gelten als Benutzungen auch Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen („unechte Benutzung“). Inwieweit es sich bei der Verregnung von verunreinigtem Niederschlagswasser um eine Gewässerbenutzung nach § 9 Absatz 2 Nr. 2 WHG handelt (da dieses Wasser

^[1] Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Ständiger Ausschuss „Wasserrecht“ Sitzung am 25./26. Januar 2017 in Baiersbronn, TOP 3.2.1:

1. *Der LAWA-Ausschuss Wasserrecht ist der Auffassung, dass die Verregnung von mit Gärsubstrat oder Gärresten verunreinigtem Niederschlagswasser auf landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen einer wasserrechtlichen Erlaubnis bedarf.*
2. *Dabei sind die Anforderungen an eine ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung einzuhalten.*

das Potenzial besitzt, das Grundwasser negativ zu beeinflussen) und ggf. welche Nebenbestimmungen in der Erlaubnis zu formulieren sind, ist durch die Wasserbehörde im Einzelfall zu beurteilen.

Nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit (Grundwasser und auch Boden) müssen hierbei verhindert werden. Auch durch eine langfristige Nutzung der gleichen Flächen ist eine nachteilige Veränderung des Bodens (Versauerung) möglich.

Die Beseitigung des gering und mäßig verunreinigten Niederschlagswassers durch eine Verregnung über bewachsenen Oberboden wird als unkritisch angesehen. Ggf. ist eine vorherige Feststoffabtrennung notwendig, um die Verregnungsanlage, einschließlich der Leitungen, vor Verstopfungen zu schützen.

Stark verunreinigtes Niederschlagswasser kann hingegen, wie oben beschrieben, ein großes Grundwassergefährdungspotenzial besitzen. Dieses Wasser sollte für eine Verregnung nur in Frage kommen, wenn auf der Biogasanlage Gär- bzw. Silagesickersäfte aus den Fahrsilos gesondert aufgefangen und nicht zusammen mit dem stark verunreinigten Niederschlagswasser gesammelt werden.

Soll die Beseitigung des stark verunreinigten Niederschlagswassers erfolgen, ist der zuständigen Wasserbehörde ein nachvollziehbares Konzept vorzulegen und nachzuweisen, dass Gewässerverunreinigungen nicht zu besorgen sind.

Im „Anhang A: Berechnungsansatz für die Verregnung von stark verunreinigtem Niederschlagswasser“ dieser Empfehlung, wird ein Berechnungsansatz (für Schleswig Holstein!) der FH Lübeck vorgestellt, der eine mögliche Vorgehensweise bei Verregnungen für stark verunreinigtes Niederschlagswasser beschreibt.

Hinweis: Eine Verregnung ist von einer landwirtschaftlichen Ausbringung zu unterscheiden. Bei der landwirtschaftlichen Ausbringung wird das Wasser unter pflanzenbaulichen Gesichtspunkten als Dünger verwendet, die Ausbringung hat nach guter fachlicher Praxis zu erfolgen. Bei der Verregnung wird das Wasser als Abwasser beseitigt.

4.2.4. Gesamtübersicht - Umgang mit Niederschlagswasser von Biogasanlagen

Um den Umgang mit Niederschlagswasser von Biogasanlagen anschaulich darzustellen, erfolgt in Abbildung 2 eine Gesamtübersicht über die Beseitigungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten (Verbleib) für das Niederschlagswasser von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft. Dabei sind die Herkunftsflächen den unterschiedlichen Belastungskategorien zugeordnet.

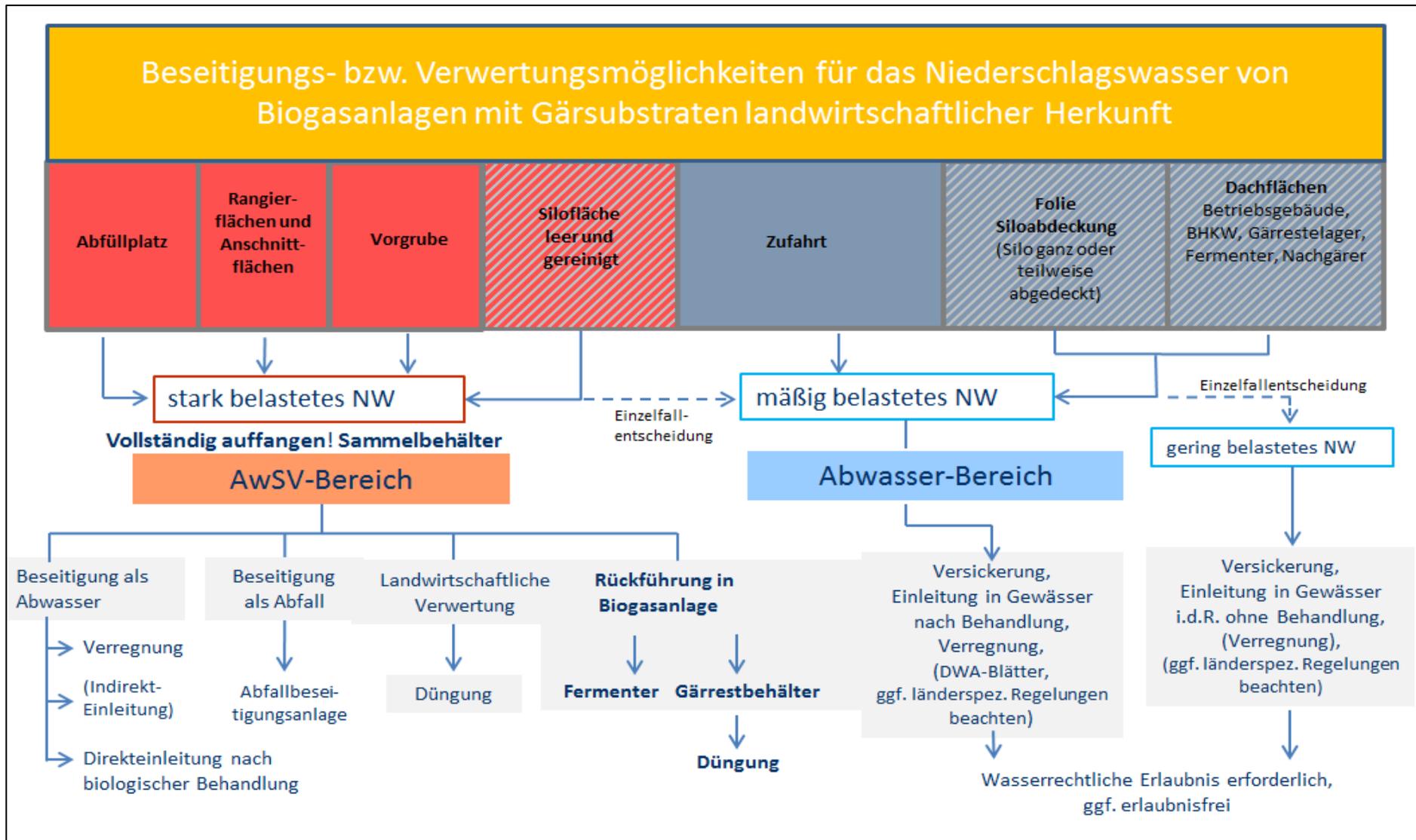


Abbildung 2: Gesamtübersicht über die Beseitigungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten für das Niederschlagswasser von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft

4.3. Behandlungsanlagen

Das **stark verunreinigte Niederschlagswasser** von Biogasanlagen ist bei einer Beseitigung als Abwasser aufgrund seiner Beschaffenheit grundsätzlich einer Abwasserbehandlung zuzuführen. Bisher werden zahlreiche Behandlungsverfahren/-anlagen sowie Verfahrenskombinationen für die Behandlung dieses speziellen Abwassers eingesetzt oder befinden sich in der Erprobung. Bisher liegen erste Erkenntnisse vor, generelle Aussagen zur Behandlungsfähigkeit des Abwassers und zur Leistung der Anlagen für eine sichere Einhaltung von möglichen Anforderungen an die Ablaufkonzentration können noch nicht getroffen werden. Weitere Untersuchungen bzw. Auswertungen sind notwendig. Folgende Schwierigkeiten können bei einer Behandlung des Wassers auftreten und sind daher bei der Auswahl des Behandlungsverfahrens und der Planung der Behandlungsanlage zu berücksichtigen:

- teilweise sehr hohe Nährstoffkonzentrationen an Stickstoff und Phosphor im Stoffstrom „stark verunreinigtes Niederschlagswasser“, wodurch herkömmliche Verfahrenstechniken zur häuslichen Abwasserbehandlung zumeist an ihre Grenzen stoßen,
- über die Zeit schwankende Konzentrationen an Kohlenstoff- und Nährstoffbelastung,
- die Konzentrationsverhältnisse der Parameter zueinander sind sehr unterschiedlich,
- stark schwankend anfallende Volumenströme.

Erste Erkenntnisse zu Reinigungsleistung von Behandlungsanlagen sind anhand von zwei Beispielen im Anhang C dargestellt. Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass trotz hoher Belastung des Niederschlagswassers eine weitgehende Reinigung erzielt werden kann, die eine Einleitung in ein Gewässer wasserrechtlich ermöglichen kann.

5. Hinweise zur baulichen Gestaltung der Fahrsilos

Die TRwS 792 zeigt in Kapitel 6.3.3 bzw. in Anhang D der TRwS Möglichkeiten zur Trennung von verunreinigtem und nicht verunreinigtem Niederschlagswasser auf. Nach den in diesem Bericht aufgezeigten abwassertechnischen Belastungskategorien bedeutet dies die Trennung des „gering und mäßig verunreinigten Niederschlagswassers“ von dem „stark verunreinigten Niederschlagswasser“. Damit soll der problematisch zu behandelnde Volumenstrom des „stark verunreinigten Niederschlagswassers“ minimiert werden.

Im Nachfolgenden wird - über die Beispiele im Anhang D der TRwS 792 hinaus - ein Beispiel aus der Praxis dargestellt, in dem die Vorgaben der TRwS 792 mit Erfahrungen aus der Praxis ergänzt und optimiert wurden. Hier soll aufgezeigt werden, wie eine dauerhafte Sicherstellung der Trennung des „gering bis mäßig verunreinigten Niederschlagswassers“ vom „stark verunreinigten Niederschlagswasser“ umgesetzt werden kann.

Abbildung 3 zeigt beispielhaft, wie das von der Folie abgeleitete Niederschlagswasser über die Rückseite getrennt von dem stark verunreinigten Niederschlagswasser, das auf der Anschnittseite anfällt, abgeleitet werden kann (Silo muss entsprechend befüllt werden). Die seitliche Fahrsiloentwässerung wird beispielhaft in Abbildung 4 dargestellt.



Abbildung 3: Rückwärtige Entwässerung der Folie (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)



Abbildung 4: Seitliche Entwässerung der Folie (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)

Das Fahrsilo ist nur so zu befüllen, dass die Mieten entsprechend dem Gefälle in einen frei einsehbaren Ablauf bzw. eine Ablaufrinne entwässern können. Diese Entwässerungseinrichtungen sollten zur Kontrolle immer zugänglich sein und dürfen nicht von Silage überlagert werden. Verstopfungen können durch regelmäßige Reinigung vermieden werden.

Sofern keine Wände vorhanden sind, sollten zumindest eine geeignete Aufkantung oder eine andere Systemtrennung geschaffen werden, um das Niederschlagswasser der Folienflächen separat ableiten zu können.

Flüssigkeitsdicht angeschlossene und medienbeständig ausgeführte Aufkantungen sind bei fehlenden Seitenwänden auch notwendig, um eine Ableitung von Silagesickersaft in den unbefestigten Bereich zu vermeiden. Auch im oberen Ende der Siloplatte sind Bodenabläufe anzuordnen, um den aus der Miete herausdrückenden Silagesickersaft zu erfassen.

Die Silagemiete sollte weder zu steil noch zu hoch aufgesetzt werden, um seitliche Substratausbrüche (siehe Abbildung 5) zu vermeiden und den Pressdruck in der Silage möglichst gering zu halten. Die Vorgaben der Anlagenstatik sind bei der Einlagerung zu beachten.



Abbildung 5: Seitlicher Austritt von Silage/ Silagesickersaft (Foto: Dederichs, Landkreis Northeim)

6. Hinweise zur Lagerkapazität der Sammelbehälter oder Erdbecken

Der Betreiber hat der zuständigen Wasserbehörde die erforderliche Lagerkapazität für die Sammlung des stark verunreinigten Niederschlagswassers in Sammelbehälter/Erdbecken nachzuweisen. Die Bemessung erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

- Betriebsart (Behandlung, Ausbringung als Dünger, Verregnung...),
- Sperrfristen gemäß DüV,
- Niederschlagswasserbemessung gemäß Kapitel 4, TRwS 792.

Die erforderliche Lagerkapazität für das verunreinigte Niederschlagswasser richtet sich im Falle einer landwirtschaftlichen Verwertung nach den Vorgaben der Düngeverordnung. Empfohlen wird, eine Lagerkapazität für einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten nachzuweisen. Wird das verunreinigte Niederschlagswasser einer Behandlung unterzogen, ist eine ausreichende Pufferkapazität für die Funktion der Behandlungsanlage im wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren nachzuweisen.

7. Zusammenfassung

Das mit Gärsubstrat, Gärresten und ggf. Gärsaft verunreinigte Niederschlagswasser von Biogasanlagen bzw. das entsprechend mit Gärsaft und Siliergut verunreinigte Niederschlagswasser von Fahrsilos in der Landwirtschaft gilt nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) als wassergefährdender Stoff und wird dann zu Abwasser, wenn es als solches beseitigt werden soll.

Die Schnittstelle zwischen den beiden Regelungsbereichen AwSV und Abwasserbeseitigung ist der Sammelbehälter für das verunreinigte Niederschlagswasser, der z.B. als Behälter oder Erdbecken nach den Vorgaben der AwSV auszuführen ist.

Mit der Identifizierung der Herkunftsflächen des Niederschlagswassers auf Biogasanlagen und der Zuordnung zu den drei im Abwasserbereich verwendeten Belastungskategorien „gering verunreinigt“, „mäßig verunreinigt“ und „stark verunreinigt“ sind durch die Wasserbehörden im wasserrechtlichen Vollzug Anforderungen an eine Behandlung und an die Beseitigung der Stoffströme ableitbar.

Nach den bisherigen Erfahrungen und Untersuchungen wird in der Regel davon ausgegangen, dass das anfallende Niederschlagswasser auf Biogasanlagen nur in Ausnahmefällen der Belastungskategorie „gering verunreinigt“ zugeordnet werden kann. Selbst das von Siloabdeckungen sowie Dachflächen abfließende Niederschlagswasser kann deutliche Verunreinigungen mit Gärsubstrat bzw. Siliergut durch Windflug aufweisen.

Sofern mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden soll, ist es aus abwasserrechtlicher Sicht zu behandeln.

Für mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser stellt vor allem die Versickerung über die belebte Bodenzone eine unkritische Beseitigungsvariante dar, da hier eine Behandlung des Wassers während der Bodenpassage erfolgt, bevor es ins Grundwasser gelangt.

Für stark verunreinigtes Niederschlagswasser kommt die interne Nutzung in der Biogasanlage, die Verwertung als Dünger oder die Beseitigung als Abwasser oder Abfall in Frage. Zu beachten ist, dass es hier zu unterschiedlichen Zuständigkeiten auf Behördenseite kommen kann. Bei einer Beseitigung als Abwasser ist vor Einleitung in ein Oberflächengewässer ein abwassertechnisches Behandlungsverfahren zwingend erforderlich. Derzeit werden in Pilotanlagen einige Behandlungsverfahren erprobt.

Während die Abwasserbeseitigung über eine Verregnung für mäßig verunreinigtes Niederschlagswasser grundsätzlich als unkritisch angesehen wird, ist sie für das stark verunreinigte Niederschlagswasser aufgrund der relativ hohen Nährstofffracht nicht zu empfehlen. Allenfalls kann diese Möglichkeit in Erwägung gezogen werden, wenn die direkt im Fahrsilo anfallenden Gäräfte zuverlässig und dauerhaft vom verunreinigten Niederschlagswasser getrennt werden. In Abstimmung mit dem LAWA-AR wurde herausgearbeitet, dass eine gezielte Verregnung des Abwassers in der Regel eine „unechte Gewässerbenutzung“ nach § 9 (2) WHG darstellt und einer wasserrechtlichen Erlaubnis bedarf.

Anhang A: Berechnungsansatz für die Verregnung von stark verunreinigtem Niederschlagswasser

Der nachfolgend dargestellte Berechnungsansatz für die Verregnung von stark verunreinigtem Niederschlagswasser basiert auf einer vom Land Schleswig-Holstein (MELUND) 2015 an die Fachhochschule Lübeck beauftragte Studie „Optimierung des Wassermanagements auf ausgewählten Biogasanlagen in Schleswig Holstein“².

Hier wird eine mögliche Vorgehensweise für Verregnungen für stark verunreinigtes Niederschlagswasser beschrieben, die in der Praxis Anwendung finden könnte.

Stark verunreinigtes Niederschlagswasser kann, wie in Abschnitt 4.2.3 beschrieben, ein hohes Grundwassergefährdungspotenzial besitzen. Dieses Wasser sollte für eine Verregnung nur in Frage kommen, wenn auf der Biogasanlage Gärsäfte aus den Fahrsilos gesondert aufgefangen und nicht zusammen mit dem stark verunreinigten Niederschlagswasser gesammelt werden.

Nach der Studie kann davon ausgegangen werden, dass eine Trennung von Gär- bzw. Silagesickersäften von dem übrigen anfallenden Niederschlagswasser erfolgt ist, wenn folgende Werte im stark verunreinigten Niederschlagswasser nicht überschritten werden:

- $N_{ges} < 110 \text{ mg/l}$,
- $CSB < 3.250 \text{ mg/l}$.

Diese Werte sollten regelmäßig (z.B. monatlich) überprüft werden.³ Allerdings wird darauf hingewiesen, dass zu den „Grenzwerten“ keine Langzeiterfahrungen existieren. Sie wurden innerhalb des oben genannten Untersuchungsprojektes über die Dauer von einem Jahr ermittelt.

Bei höheren Konzentrationen wird von einer Verregnung abgeraten, weil das Wasser eine zu starke düngende Wirkung hat und die Gärsäfte durch ihre sauren Eigenschaften Pflanzenschäden verursachen können.

Damit bei einer Verregnung eine Grundwasserverunreinigung ausgeschlossen werden kann, muss das Wasser im ungesättigten Oberboden gehalten und von Pflanzen aufgenommen werden. Des Weiteren müssen auch die Nährstoffe aus dem Wasser im Boden durch die Pflanzen aufgenommen und umgesetzt werden. Für Verregnungsflächen kommen daher nur bewachsene Flächen infrage (vorzugsweise Grünland).

Eine grundlegende Frage für die Verregnung ist daher die erforderliche Flächengröße.

In der Studie wird für den erforderlichen Flächenbedarf die Verwendung der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (nFKWe) als eine mögliche Berechnungsgröße vorgeschlagen. Für Naturräume in Schleswig Holstein wurde ein Speichervermögen von $150 \text{ m}^3/\text{ha}$ pro Zeitintervall angesetzt.

² von Grafenstein, Manuel; Prof. Dr.-Ing. Grottker, Matthias; Denge, Hongyu; Schlauß, Sebastian: „Optimierung des Wassermanagements auf ausgewählten Biogasanlagen in Schleswig Holstein“, Lübeck, 2015

³ Es sollten Mischproben aus unterschiedlichen Tiefen und von unterschiedlichen Stellen im Becken entnommen werden. Stichproben sind keine geeignete Grundlage zur Ermittlung der Werte, da die Konzentrationen innerhalb der Sammelbecken variieren können.

In diesem Wert sind Sicherheiten eingebaut. Die nächste Verregnung dieser Menge sollte erst dann wiederholt werden, wenn die zugeführte Wassermenge theoretisch verdunsten konnte (und die Nährstoffe aufgenommen wurden). Für Schleswig-Holstein wurde anhand der Werte der potenziellen Gras-Referenzverdunstung ein Verdunstungszeitintervall von 10 Tagen ermittelt.

Somit können aus den Berechnungen laut Studie in Schleswig-Holstein 450 m³/ha pro Monat verregnet werden. Aufgrund der minimalen Verdunstung in den Wintermonaten sollte die Verregnung nur von März bis Ende Oktober erfolgen (Σ 3.600 m³/ha). Eine Verregnung darf nicht erfolgen, wenn der Boden durch starke Niederschläge noch gesättigt ist. Eine zusätzliche Düngung (mit N und P) der Flächen darf ebenfalls nicht vorgenommen werden. Dränierte Flächen dürfen nicht verwendet werden.

Anhang B: Untersuchungsergebnisse aus Sammelbecken bzw. Regenbecken von Biogasanlagen mit unterschiedlichen Entwässerungsvarianten

Im Folgenden werden **beispielhaft Untersuchungsergebnisse** des LLUR und der Studie der FH Lübeck⁴) **aus Sammelbecken bzw. Regenbecken von Biogasanlagen mit unterschiedlichen Entwässerungsvarianten** dargestellt.

Die Ergebnisse wurden auf folgender Basis ermittelt:

- Die FH Lübeck hat an Probenahmetagen jeweils 2 Mischproben aus dem Sammelbecken genommen und analysiert.
- Die Mischproben der FH Lübeck wurden aus drei Einzelproben aus unterschiedlichen Wassertiefen gebildet.
- Die Probenahme durch das LLUR (Tabelle 2) erfolgte als Stichprobe (Einzelprobe) an einer Stelle im Sammelbecken.
- Messungen der FH Lübeck stammen von 2013 und 2014 (nachfolgend Varianten 1, 2, 4 u. 5).
- Messungen des LLUR stammen von 2017 (nachfolgend Variante 3).

Sammelbecken

In der Praxis haben sich die folgenden Entwässerungsvarianten gezeigt:

Variante 1: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen.

Variante 2: Ins Sammelbecken entwässern Rangierflächen und auch leere/gereinigte Silos; Silofolienwasser und Dachflächen entwässern separat in ein Regenbecken; Silagesickersäfte werden separat aufgefangen, z.B. im Vorlagebehälter und werden dem Fermentationsprozess zugeleitet.

Variante 3: Ins Sammelbecken entwässern Rangierflächen; leere/gereinigte Silos, Silofolienwasser und Dachflächen entwässern separat in ein Regenbecken; Silagesickersäfte werden separat aufgefangen, z.B. im Vorlagebehälter und werden dem Fermentationsprozess zugeleitet.

Variante 4: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen, außer Silofolienwasser und Dachflächen und leere/gereinigte Silos separat.

Variante 5: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen (auch leere/gereinigte Silos), außer Silofolienwasser und Dachflächen.

⁴ **von Grafenstein, Manuel; Prof. Dr.-Ing. Grottker, Matthias; Denge, Hongyu; Schluß, Sebastian:** „Optimierung des Wassermanagements auf ausgewählten Biogasanlagen in Schleswig Holstein“, Lübeck, 2015

Nachfolgend werden die Messergebnisse der Variante 1, 3 und 5 dargestellt.

Tabelle 1: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen (Sammelbecken mit Variante 1).

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	6.670,00	6.620,00	279,00	102,00	3,89	0,40	0,04	62,20	66,30
Maximum	33.480,00	30.940,00	1.002,00	264,00	5,20	41,60	0,30	262,00	322,00
Mittelwert	16.391,50	15.523,50	511,25	167,51	4,41	15,15	0,13	142,56	158,97
Anzahl	20	20	20	20	20	8	3	8	9

Tabelle 2: Ins Sammelbecken entwässern Rangierflächen; leere/gereinigte Silos, Silofolienwasser und Dachflächen entwässern separat in ein Regenbecken; Silagesickersäfte werden separat aufgefangen, z.B. im Vorlagebehälter und werden dem Fermentationsprozess zugeleitet (Sammelbecken mit Variante 3)

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]	BSB ₅ [mg /l]
Minimum	927	524	39	17	6,3	<0,050	0,01	12,7	15	270
Maximum	1.450	768	190	57	7,46	<0,050	0,03	25,10	29	370
Mittelwert	1.167	666	82,7	38,5	6,8	<0,050	0,02	19,99	23,22	340
Anzahl	5	5	10	10	10	10	10	10	9	5

**Tabelle 3: Alle Abflüsse werden zusammen im Sammelbecken aufgefangen (auch leere/gereinigte Silos), außer Silofolienwasser und Dachflächen
Sammelbecken mit Variante 5)**

(Sam-

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
einmalige Messung	92.420	91.200	3.088	646	3,778	-	-	-	558

Um den Einfluss der Sickersäfte auf die Belastung des gesammelten Niederschlagswassers zu verdeutlichen, werden in Tabelle 4 und 5 die gemittelten Konzentrationen in Sammelbecken⁵ mit und ohne Einleitung von Silagesickersäften dargestellt.

Tabelle 4: Mittlere Konzentrationen in Sammelbecken, die Silagesickersäfte mit auffangen

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	3.317	2.493	133	66,95	3,8	5,95	0,16	24,68	35
Maximum	92.420	91.200	3.088	1.079	5,9	-	-	-	558

⁵ Die i.d.R. über ca. 1 Jahr monatlich gemessenen Konzentrationen wurden für jede Anlage gemittelt. Die niedrigste und die höchste Konzentration sind in den Tabellen dargestellt.

Tabelle 5: Mittlere Konzentrationen in Sammelbecken, die Silagesickersäfte nicht mit auffangen

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.}	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	1.167	587,25	47	5,89	5,6	3,59	0,02	6,81	12
Maximum	2.535	1.546	89	60,46	6,8	5,17	0,19	28,01	28

Regenbecken:

Variante A: Wasser nur von **Silofolien** gesammelt.

Variante B: Wasser von **Silofolien und Dachflächen** gesammelt.

Variante C: Wasser von **Silofolie, Dachflächen und von leeren/gereinigten Silos** gesammelt.

Tabelle 6: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches nur Silofolienwasser sammelt (Variante A)

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	115,00	35,70	4,31	0,07	7,68	-	-	-	-
Maximum	554,00	88,50	20,60	0,64	7,83	-	-	-	-
Mittelwert	409,00	58,95	13,30	0,27	7,74	-	-	-	-
Anzahl	4	4	4	4	4	-	-	-	-

Tabelle 7: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches Dachflächenwasser und Silofolienwasser sammelt (Variante B)

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	18,30	15,00	1,29	0,11	6,10	-	-	-	-
Maximum	1.466,00	94,90	10,40	1,83	8,20	-	-	-	-
Mittelwert	316,88	46,80	4,95	0,54	7,11	-	-	-	-
Anzahl	20	20	20	18	20	-	-	-	-

Tabelle 8: Konzentrationen in einem Regenbecken, welches Silofolienwasser, Dachflächenwasser und Wasser von leeren/gereinigten Silos sammelt (Variante C)

Parameter	CSB _{ges.} [mg /l]	CSB _{filt.} [mg /l]	N _{ges.} [mg /l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg /l]	pH -	NO ₃ -N _{filt.} [mg /l]	NO ₂ -N _{filt.} [mg /l]	oPO ₄ -P _{filt.} [mg /l]	P _{ges.} [mg /l]
Minimum	164,00	51,10	4,33	0,07	5,65	-	-	-	-
Maximum	2.053,00	749,00	64,60	10,50	7,20	-	-	-	-
Mittelwert	805,00	226,66	27,81	2,95	6,50	-	-	-	-
Anzahl	22	20	22	22	22	-	-	-	-

Anhang C: Reinigungsleitungen bestehender Behandlungsanlagen

Nachfolgend werden zwei Anlagenbeispiele vorgestellt, die erste Aufschlüsse über die Reinigungsleistungen von Behandlungsanlagen geben.

1. Biologisches Verfahren mit Nitrifikation

In der Tabelle 9 sind die Zulauf- und Ablaufwerte einer Behandlungsanlage (Pilotanlage – Biologisches Verfahren mit Nitrifikation) dargestellt, die das Wasser von folgenden Flächen behandelt:

- Rangier- und Fahrflächen vor der Fahrsiloanlage
- Leere und gereinigte (besenrein) Siloflächen
- umliegende Zufahrtsstraßen
- Folienabdeckung der Fahrsiloanlage

Tabelle 9: Behandlungsanlage – Biologisches Verfahren mit Nitrifikation

Parameter	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Anzahl der Messungen (01.09.2017-13.03.2018)
Input CSB gesamt [mg/l]	1.930	5.485	3.086	2.815	40
Input CSB gelöst [mg /l]	-	-	-	-	0
Input N gesamt [mg /l]	62	349	173	168	25
Input NH ₄ -N [mg /l]	22	112	53	45	25
Input pH [-]	4,5	5,4	5,1	5,2	25

Parameter	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Anzahl der Messungen (01.09.2017-13.03.2018)
Input NO ₃ -N [mg /l]	0,06	0,14	0,06	0,06	25
Input NO ₂ -N [mg /l]	0,01	0,16	0,03	0,01	25
Input oPO ₄ -P [mg /l]	11	36	19	18	21
Input BSB ₅ [mg /l]	-	-	-	-	0
Output CSB gesamt [mg /l]	< 15	89	25	26	43
Output CSB gelöst [mg /l]	< 15	41	24	25	21
Output N gesamt [mg /l]	6	93	44	46	29
Output NH ₄ -N [mg /l]	0,01	37	7	2	41
Output pH [-]	6,7	8,1	7,6	7,7	39
Output NO ₃ -N [mg /l]	0,06	62,6	20,4	15,4	41
Output NO ₂ -N [mg /l]	0,01	12,0	0,81	0,15	36
Output oPO ₄ -P [mg /l]	7	26	16	14	36
Output BSB ₅ [mg /l]	4	31	11	10	14

2. Verdunstungsverfahren mit Bioreaktor

In Tabelle 10 sind die Zulauf- und Ablaufwerte einer Behandlungsanlage (Pilotanlage – Verdunstungsverfahren mit Bioreaktor) dargestellt, die das Wasser von folgenden Flächen behandelt:

- Rangierflächen
- Sonstige Fahrwege

Tabelle 10: Behandlungsanlage – Verdunstungsverfahren mit Bioreaktor

Parameter		CSB _{ges.} [mg/l]	N _{ges.} [mg/l]	NH ₄ -N _{filt.} [mg/l]	pH	P _{ges.} [mg/l]
Zulauf zur Be- handlungsanlage	Minimum	5.100	180	-	4,2	48
	Maximum	8.600	230	-	4,6	59
	Mittelwert ± Standardabweichung	7.200 ± 1.557	210 ± 26	-	4,38 ± 0,20	55,3 ± 6,4
	Anzahl der Messungen (28.07.2017 – 23.01.2018)	5	3	-	-	3
Ablauf der Be- handlungsanlage	Minimum	< 15	3,6	0,03	3,5	0,02
	Maximum	95	68,4	25	7,9	12
	Mittelwert ± Standardabweichung	35 ± 24	15 ± 14	1,9 ± 4,0	6,3 ± 1,2	3,0 ± 3,3
	Anzahl der Messungen (28.07.2017 – 23.01.2018)	42	43	43	43	41

