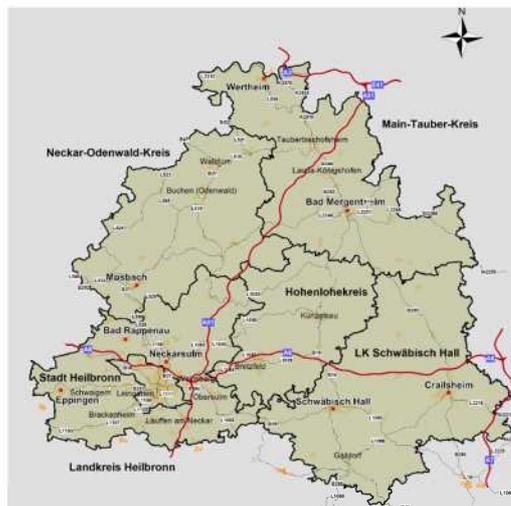


Region Heilbronn-Franken



Witzenhausen-Institut



Abschlussbericht

Orientierende Betrachtung einer interkommunalen
Zusammenarbeit im Bereich Biogutvergärung in
der Region Heilbronn-Franken

Abschlussbericht

Auftraggeber

Landratsamt Heilbronn
Lerchenstraße 40
74072 Heilbronn

Auftragnehmer

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH



Werner-Eisenberg-Weg 1
37213 Witzenhausen
Telefon: 05542 9380-0
E-Mail: info@witzenhausen-institut.de

Zusammenarbeit mit (als Unterauftragnehmer)

IGLux Witzenhausen GmbH
Hauptstraße 17
37083 Göttingen



Ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg



Witzenhausen/Göttingen/Heidelberg, 28. November 2016

Inhaltverzeichnis

I Kurzfassung und Empfehlungen

II Langfassung

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	2
2.1	Abfallrecht und Bioabfallverordnung	2
2.1.1	Stand der Gesetzgebung	2
2.1.2	Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).....	2
2.1.3	Bioabfallverordnung (BioAbfV).....	4
2.1.4	Abfallverzeichnisverordnung (AVV).....	5
2.2	Immissionsschutzrecht.....	5
2.2.1	Stand der Gesetzgebung	6
2.2.2	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV).....	6
2.2.3	Störfallverordnung (12. BImSchV).....	10
2.2.4	Allgemeine Verwaltungsvorschriften	11
2.3	Energierrecht (EEG 2017).....	12
2.4	Düngerecht	13
2.4.1	Stand der Gesetzgebung	14
2.4.2	Düngegesetz (DüngG)	14
2.4.3	Düngemittelverordnung (DüMV).....	14
2.4.4	Düngeverordnung (DüV).....	15
2.5	Wasserrecht	16
2.5.1	Stand der Gesetzgebung	16
2.5.2	Wasserhaushaltsgesetz (WHG).....	17
2.5.3	Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)	17
3	Beschreibung des Planungsraums.....	20
4	Agrarstruktur und Ausgangssituation für die Produktvermarktung.....	23
5	Beschreibung der Ist-Situation bei den öRE.....	27
5.1	Stadt Heilbronn.....	28
5.2	Landkreis Heilbronn.....	30

5.3	Hohenlohekreis.....	32
5.4	Main-Tauber-Kreis.....	34
5.5	Neckar-Odenwald-Kreis.....	36
5.6	Landkreis Schwäbisch Hall.....	38
6	Gesamtbetrachtung des Planungsraums.....	40
6.1	Sammlungsstrukturen.....	40
6.2	Gebührenstrukturen und Bedeutung der Eigenkompostierung.....	41
6.3	Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum.....	44
6.4	Verwertungsstruktur und Logistik.....	47
6.4.1	Stadt Heilbronn.....	47
6.4.2	Landkreis Heilbronn.....	50
6.4.3	Hohenlohekreis.....	50
6.4.4	Main-Tauber-Kreis.....	50
6.4.5	Neckar-Odenwald-Kreis.....	51
6.4.6	Landkreis Schwäbisch Hall.....	52
6.4.7	Regionale Kompostwerke / Erdenwerke für die Biogutverwertung.....	52
6.4.8	Vermarktungsstrukturen.....	53
6.5	Vertragliche Bindungen und Verwertungskosten.....	55
7	Standortkriterien zur Errichtung und zum Betrieb einer Biogutvergärungsanlage.....	56
7.1	Standort.....	56
7.1.1	Flächenverfügbarkeit.....	56
7.1.2	Baugrund und standortspezifische Einschränkungen.....	57
7.1.3	Genehmigungsfähigkeit des Standortes.....	57
7.1.4	Erschließung des Standortes.....	57
7.1.5	Bauplanerische Situation.....	58
7.1.6	Verkehrsanbindung.....	58
7.2	Nutzungsmöglichkeiten Biogas.....	58
7.3	Verwertungsmöglichkeiten der Produkte.....	60
7.4	Logistik.....	60
8	Überblick möglicher Verfahrenstechniken.....	61
8.1	Fremdstoffe im Biogut und Kompost.....	61
8.1.1	Darstellung der verschärfenden Problematik Fremdstoffe im Biogut und Kompost.....	61

8.1.2	Berücksichtigung der Fremdstoffproblematik bei der Verfahrensauswahl Heilbronn-Franken	62
8.1.3	Technische, anlagenbezogene Maßnahmen und Einrichtungen zur Fremdstoffabtrennung und schonenden Behandlung.....	62
8.2	Verfahren zur energetischen Nutzung von Bio- und Grüngut – Vergärungsverfahren	64
8.2.1	Trockenvergärungsverfahren	66
8.2.2	Nassvergärungsverfahren.....	71
8.2.3	Abpressverfahren.....	72
8.2.4	Gegenüberstellung der Vergärungsverfahren	74
9	Aufstellung der Kooperationsvarianten	77
10	Verfahrenskonzept	82
10.1	Massen- und Energiebilanzen.....	86
10.1.1	Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn).....	88
10.1.2	Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)	89
10.1.3	Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)	90
10.1.4	Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis) ..	91
10.1.5	Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)	92
10.1.6	Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis).....	93
11	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	94
11.1	Umlade und Abfalltransporte.....	94
11.2	Investitionskostenschätzung	96
11.2.1	Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn).....	97
11.2.2	Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)	98
11.2.3	Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)	98
11.2.4	Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis) ..	99
11.2.5	Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)	99
11.2.6	Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis).....	101
11.3	Betriebs- und Behandlungskostenschätzung	102
11.3.1	Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn).....	104
11.3.2	Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)	104

11.3.3	Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)	105
11.3.4	Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis) ..	106
11.3.5	Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)	107
11.3.6	Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis).....	107
11.3.7	Zusammenfassende Betrachtung der Behandlungskosten	108
11.4	Sensitivitätsbetrachtungen	110
12	Formen der Zusammenarbeit, vergaberechtliche Aspekte.....	113
12.1	Allgemeines	113
12.2	Hochwertige Verwertung.....	114
12.3	Leistungsbestimmungsrecht des Bieters.....	115
12.4	Losaufteilung und interkommunale Kooperation	116
12.5	Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn).....	117
12.6	Kooperation 2-4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall, Neckar-Odenwald-Kreis).....	118
12.7	Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)	119
12.8	Kooperation 6 (Neckar-Odenwald-Kreis, Main-Tauber-Kreis)	119
12.9	Empfehlung	120
13	Ökologische Betrachtung	122
13.1	Allgemeines Kapitel	122
13.2	Stadt Heilbronn.....	127
13.3	Landkreis Heilbronn.....	129
13.4	Hohenlohekreis.....	132
13.5	Main-Tauber-Kreis	134
13.6	Neckar-Odenwald-Kreis.....	137
13.7	Landkreis Schwäbisch Hall	140
14	Anhang	143
14.1	Anhang 1 - Massenbilanzen.....	143
14.2	Anhang 2 – Transportkostenschätzung für Kooperation 5.....	154
14.3	Anhang 2 – Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen / Anlagenlayout	155

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Abfallhierarchie gemäß § 6 KrWG.....	3
Abb. 2:	Kartografische Darstellung des Planungsraums.....	20
Abb. 3:	Strukturkarte der Region (Quelle: Regionalverband Heilbronn-Franken).....	22
Abb. 4:	Flächennutzung im Planungsraum 2014 (Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg).....	22
Abb. 5:	Stickstoff (N) aus Wirtschaftsdünger einschließlich Gärresten pflanzlicher Herkunft nach Abzug von Stall- und Lagerverlusten in kg pro Hektar LF (ohne Export von Wirtschaftsdünger, ohne Geflügeldung) (Quelle: Thünen-Institut, 2016)	25
Abb. 6:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens in der Stadt Heilbronn (2010–2015).....	29
Abb. 7:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens in der Stadt Heilbronn (2010–2015).....	29
Abb. 8:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Landkreis Heilbronn (2010–2015).....	31
Abb. 9:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Landkreis Heilbronn (2010–2015).....	31
Abb. 10:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Hohenlohekreis (2010–2015).....	33
Abb. 11:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Main-Tauber-Kreis (2010–2015).....	35
Abb. 12:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Main-Tauber-Kreis (2010–2015).....	35
Abb. 13:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens (Bioenergie-tonne BET im Rahmen eines Modellversuchs) im Neckar-Odenwald-Kreis (2010–2015)	37
Abb. 14:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Neckar-Odenwald-Kreis (2010–2015).....	37
Abb. 15:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Landkreis Schwäbisch Hall (2010–2015).....	39
Abb. 16:	Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Landkreis Schwäbisch Hall (2010–2015).....	39
Abb. 17:	Absolutes Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum 2015 (Mg/a)	44
Abb. 18:	Kartografische Darstellung des Biogutaufkommens im Planungsraum 2015 (Hohenlohekreis 2016).....	45
Abb. 19:	Kartografische Darstellung des Grüngutaufkommens im Planungsraum 2015.....	46
Abb. 20:	Spezifisches Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum 2015 (kg/Ew*a).....	47
Abb. 21:	Verwertungsstrukturen für Biogut im Planungsraum 2015 (Hohenlohekreis 2016).....	49

Abb. 22:	Vermarktung von Produkten aus der Biogutverwertung im Planungsraum 2015 (Quelle: Angaben der Anlagenbetreiber)	54
Abb. 23:	Vermarktung von Produkten aus der Biogutverwertung 2015 (Quelle: Angaben der Anlagenbetreiber).....	54
Abb. 24:	Übersicht über die gültigen Vertragslaufzeiten für die Biogutverwertung.....	55
Abb. 25:	Beispiel: Mobiler Latentwärmespeicher (AVA Augsburg)	60
Abb. 26:	Einteilung von Vergärungsverfahren (modifiziert nach WEILAND).....	66
Abb. 27:	Schematische Darstellung eines Pfropfenstromreaktors	67
Abb. 28:	Vergärungsanlage Flörsheim-Wicker, kontinuierliches Trockenvergärungsverfahren	67
Abb. 29:	Schematische Darstellung der Funktionsweise von Boxenfermentern	69
Abb. 30:	Vergärungsanlage Lohfelden (LK Kassel) und Innenansicht eines Boxenfermenters	70
Abb. 31:	Vergärungsanlage Lübeck, kontinuierliches Nassvergärungsverfahren	71
Abb. 32:	Abpressanlage Kaiserslautern	73
Abb. 33:	Anzahl der Nass- und Trockenvergärungsanlagen für die Verwertung von Bio-/Grüngut und Speiseabfälle in Deutschland	74
Abb. 34:	Anzahl meso- und thermophil betriebener Vergärungsanlagen in Abhängigkeit vom Vergärungsverfahren in Deutschland.....	75
Abb. 35:	Schematische Darstellung des Verfahrenskonzeptes der Pfropfenstromvergärung	83
Abb. 36:	Schematische Darstellung des Verfahrenskonzeptes der Boxenvergärung	83
Abb. 37:	Schematische Darstellung des Verfahrenskonzeptes kontinuierlicher Nassverfahren	84
Abb. 38:	Auslegung der Vergärungsstufe (Boxenverfahren) bei Kooperation 4	87
Abb. 39:	Auslegung der Vergärungsstufe (Pfropfenstromverfahren) bei Kooperation 4	87
Abb. 40:	Anlagenlayout für eine Anlage mit Boxenverfahren (ohne Nachrotte)	100
Abb. 41:	Anlagenlayout für eine Anlage mit Pfropfenstromverfahren (ohne Nachrotte).....	100
Abb. 42:	Zusammenstellung der Behandlungskosten für Behandlungsanlagen mit Boxen- (Box) und Pfropfenstromverfahren (PF) mit Nachrotte für die Kooperationen 1 bis 6.....	109
Abb. 43:	Zusammenstellung der Behandlungskosten für Behandlungsanlagen mit Boxen- (Box) und Pfropfenstromverfahren (PF) mit externer Nachrotte für die Kooperationen 1 bis 5	109
Abb. 44:	Auswirkungen der Veränderung der Investitionskosten.....	110
Abb. 45:	Auswirkungen der Veränderung der Stromerlöse.....	111
Abb. 46:	Schematische Darstellung der Methodik der Ökobilanzierung	123

Abb. 47:	Ergebnisse der Ökobilanz für den gesamten Planungsraum – Treibhausgaseffekt	125
Abb. 48:	Ergebnisse der Ökobilanz für den gesamten Planungsraum – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	126
Abb. 49:	Ergebnisse der Ökobilanz für die Stadt Heilbronn – Treibhausgaseffekt	127
Abb. 50:	Ergebnisse der Ökobilanz für die Stadt Heilbronn – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	128
Abb. 51:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Heilbronn – Treibhausgaseffekt	130
Abb. 52:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Heilbronn – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	131
Abb. 53:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Hohenlohekreis – Treibhausgaseffekt	132
Abb. 54:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Hohenlohekreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	133
Abb. 55:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Main-Tauber-Kreis – Treibhausgaseffekt	135
Abb. 56:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Main-Tauber-Kreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	136
Abb. 57:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – Treibhausgaseffekt	137
Abb. 58:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	138
Abb. 59:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – mineralische Ressource Phosphaterz.....	139
Abb. 60:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Schwäbisch Hall - Treibhausgaseffekt	140
Abb. 61:	Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Schwäbisch Hall – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)	142

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Auszug aus der 4. BImSchV zu den Genehmigungstatbeständen von Biogutvergärungsanlagen	7
Tab. 2:	Ermittlung der Gefährdungsstufen nach der AwSV	18
Tab. 3:	Bevölkerungsentwicklung (ab 2012: Grundlage Zensus 2011).....	21
Tab. 4:	Strukturspezifische Kenndaten für den Planungsraum.....	21
Tab. 5:	Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen der Gärrestverwertung in der Untersuchungsregion.....	24
Tab. 6:	Landwirtschaftliche Nutzflächen im Planungsraum / Konkurrenzsituation	26
Tab. 7:	Zusammenfassende Übersicht über die Sammlungsstrukturen	40
Tab. 8:	Übersicht über die Gebührenstrukturen	41
Tab. 9:	Modellbetrachtung der Abfallgebührenersparnis für einen 4-Personen-Haushalt bei Eigenkompostierung.....	43
Tab. 10:	Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Biogut	48
Tab. 11:	Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Grüngut	51
Tab. 12:	Übersicht über die regionalen Kompost- und Erdenwerke	53
Tab. 13:	Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Boxen- und Pfpfropfenstromvergärung, der Nassvergärung sowie der Abpressverfahren	76
Tab. 14:	Übersicht über die Kooperationsvarianten	79
Tab. 15:	Angenommene stoffliche Eigenschaften des Bioguts.....	86
Tab. 16:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt und Landkreis Heilbronn, Kooperation 1).....	88
Tab. 17:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn und Hohenlohekreis, Kooperation 2)	89
Tab. 18:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis und Landkreis Schwäbisch Hall, Kooperation 3)	90
Tab. 19:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn und Neckar-Odenwald-Kreis, Kooperation 4).....	91
Tab. 20:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis und Main-Tauber-Kreis, Kooperation 5).....	92
Tab. 21:	Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Nassvergärung (Biogut Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis, Kooperation 6)	93

Tab. 22:	Transportkostenschätzung für den Transport des Bioguts von der Deponie Heegwald zu einer Behandlungsanlage Obersontheim (Kooperation 5)	95
Tab. 23:	Abschätzung des Flächenbedarfs für die Errichtung der Behandlungsanlagen für die Kooperationen 1 bis 6	97
Tab. 24:	Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 1)	97
Tab. 25:	Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 2)	98
Tab. 26:	Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 3)	98
Tab. 27:	Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 4)	99
Tab. 28:	Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 5)	101
Tab. 29:	Investitionskostenschätzung der Verwertungsanlage (Nassvergärungsverfahren) mit Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort	102
Tab. 30:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 1)	104
Tab. 31:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 2)	105
Tab. 32:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 3)	106
Tab. 33:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 4)	106
Tab. 34:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 5)	107
Tab. 35:	Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für eine Behandlungsanlage mit Nachrotte (Kooperation 6).....	108

Anhang

Anhang Abb. 1:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 1)	143
Anhang Abb. 2:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 1)	144
Anhang Abb. 3:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 2)	145
Anhang Abb. 4:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 2)	146
Anhang Abb. 5:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 3)	147
Anhang Abb. 6:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 3)	148
Anhang Abb. 7:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 4)	149
Anhang Abb. 8:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 4)	150
Anhang Abb. 9:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 5)	151
Anhang Abb. 10:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 5)	152
Anhang Abb. 11:	approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Nassvergärung (Kooperation 6)	153
Anhang Abb. 12:	Transportkostenschätzung für den Transport des Bioguts von der Deponie Heegwald zu einer Behandlungsanlage Obersonthem (Kooperation 5)	154
Anhang Abb. 13:	Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Boxenvergärung mit Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)	155
Anhang Abb. 14:	Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Pfpfenstromvergärung mit Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)	156
Anhang Abb. 15:	Investitions- und Betriebskostenschätzung für eine Nassvergärungsanlage (Kooperation 6)	157
Anhang Abb. 16:	Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Boxenvergärung ohne Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)	158
Anhang Abb. 17:	Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Pfpfenstromvergärung ohne Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)	159
Anhang Abb. 18:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 1)	160
Anhang Abb. 19:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 1)	160

Anhang Abb. 20:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 1)	161
Anhang Abb. 21:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 1)	161
Anhang Abb. 22:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 2)	162
Anhang Abb. 23:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 2)	162
Anhang Abb. 24:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 2)	163
Anhang Abb. 25:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 2)	163
Anhang Abb. 26:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 3)	164
Anhang Abb. 27:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 3)	164
Anhang Abb. 28:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 3)	165
Anhang Abb. 29:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 3)	165
Anhang Abb. 30:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 4)	166
Anhang Abb. 31:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 4)	166
Anhang Abb. 32:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 4)	167
Anhang Abb. 33:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 4)	167
Anhang Abb. 34:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 5)	168
Anhang Abb. 35:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 5)	168
Anhang Abb. 36:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 5)	169
Anhang Abb. 37:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 5)	169
Anhang Abb. 38:	Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Nassvergärung und Nachrotte (Kooperation 6)	170

I Kurzfassung und Empfehlungen

I 1 Veranlassung und durchgeführte Arbeiten

Stadt und Landkreis Heilbronn, der Hohenlohekreis, der Main-Tauber-Kreis, der Neckar-Odenwald-Kreis sowie der Landkreis Schwäbisch Hall (Abbildung 1; zusammen rund 1 Mio. Einwohner) prüfen Möglichkeiten einer künftigen Kooperation bei der Verwertung von Bio- und Grüngut. Schwerpunkt ist dabei die Frage, ob und wie eine Vergärung des erfassten Bioguts umgesetzt kann.

Derzeit werden die erfassten Mengen im Planungsraum durch Dienstleister, im Auftrag der einzelnen Entsorgungsträger, im Wesentlichen kompostiert bzw. Teilfraktionen der energetischen Verwertung zugeführt. In Zukunft wären auch eine interkommunale Kooperation sowie die Vergärung des Bioguts (ca. 60.000 Mg/a) vorstellbar.

Vor diesem Hintergrund haben die genannten Kommunen die Studie „Orientierende Betrachtung einer interkommunalen Zusammenarbeit im Bereich Biogutvergärung in der Region Heilbronn-Franken“ erstellen lassen. In dieser wurde die Machbarkeit von allen zentralen Seiten aus bearbeitet und im Hinblick auf die Realisierungschancen hin bewertet. Die Schwerpunkte wurden auf folgende Themen gelegt:

- Aktuelle Rechtsgrundlage (derzeit werden bedeutsame Novellierungen diskutiert)
- Agrarstruktur und Ausgangssituation für die Produktvermarktung
- Rahmenbedingungen und Aufnahme der kreisspezifischen Ist-Situation (Sammlung, Mengenaufkommen etc.) ergänzt durch eine Befragung der Betreiber der derzeitigen beauftragten Kompostierungsanlagen
- Gegenüberstellende Gesamtbetrachtung der Ausgangssituation für den Planungsraum (Sammlung, Gebühren, Mengenaufkommen, Verwertungsstruktur, Logistik, vertragliche Bindungen)
- Standortkriterien zur Errichtung und zum Betrieb einer Biogutvergärungsanlage
- Überblick möglicher Verfahrenstechniken (Fremdstoffauslese, Vergärungstechnologien)
- Aufstellung von Kooperationsvarianten (6 Hauptvarianten; insgesamt 21 Untervarianten)
- Verfahrenskonzepte für die Haupt- und Untervarianten (Technik, Standort der Nachrotte, Massen- und Energiebilanzierung, Erarbeitung von Möglichkeiten Anlagenaufstellungen/Anlagenlayout)
- Wirtschaftlichkeit: Investition, Betriebskosten, Logistik/Umladung, Erlöse, Behandlungskosten
- Skizzierung der Optionen zur Zusammenarbeit, vergaberechtliche Aspekte
- Ökologische Bewertung der Vergärung im Plangebiet

Erstellt wurde die Machbarkeitsstudie durch die Witzenhausen-Institut GmbH in Arbeitsgemeinschaft mit der IGLux Witzenhausen GmbH. Die ökologische Betrachtung wurde durch das ifeu-Institut, Heidelberg als Unterauftragnehmer erarbeitet.



Abbildung 1: Kartografische Darstellung des Planungsraums

1.2 Ist-Situation

In der Region gibt es einerseits eine lange Tradition der getrennten Bioguterfassung mittels Biotonne (Stadt und Landkreis Heilbronn, Main-Tauber-Kreis, Landkreis Schwäbisch Hall) und andererseits einen Neueinstieg im Hohenlohekreis 2016 sowie in Modellgebieten im Neckar-Odenwald-Kreis.

Die Erfassungsmengen liegen mit 37 kg/Ew*a bis 97 kg/Ew*a z. T. deutlich über dem Landeschnitt (ca. 45 g/Ew*a). Selbst im ersten Jahr nach der System Einführung im Hohenlohekreis zeichnen sich 60 bis 70 kg/Ew*a ab. Das gesamte Aufkommen beläuft sich auf etwa 60.000 Mg/a. Die derzeitige Verteilung des Mengenaufkommens und der Verwertungsstruktur für Biogut veranschaulichen Abbildung 2 und Abbildung 3.

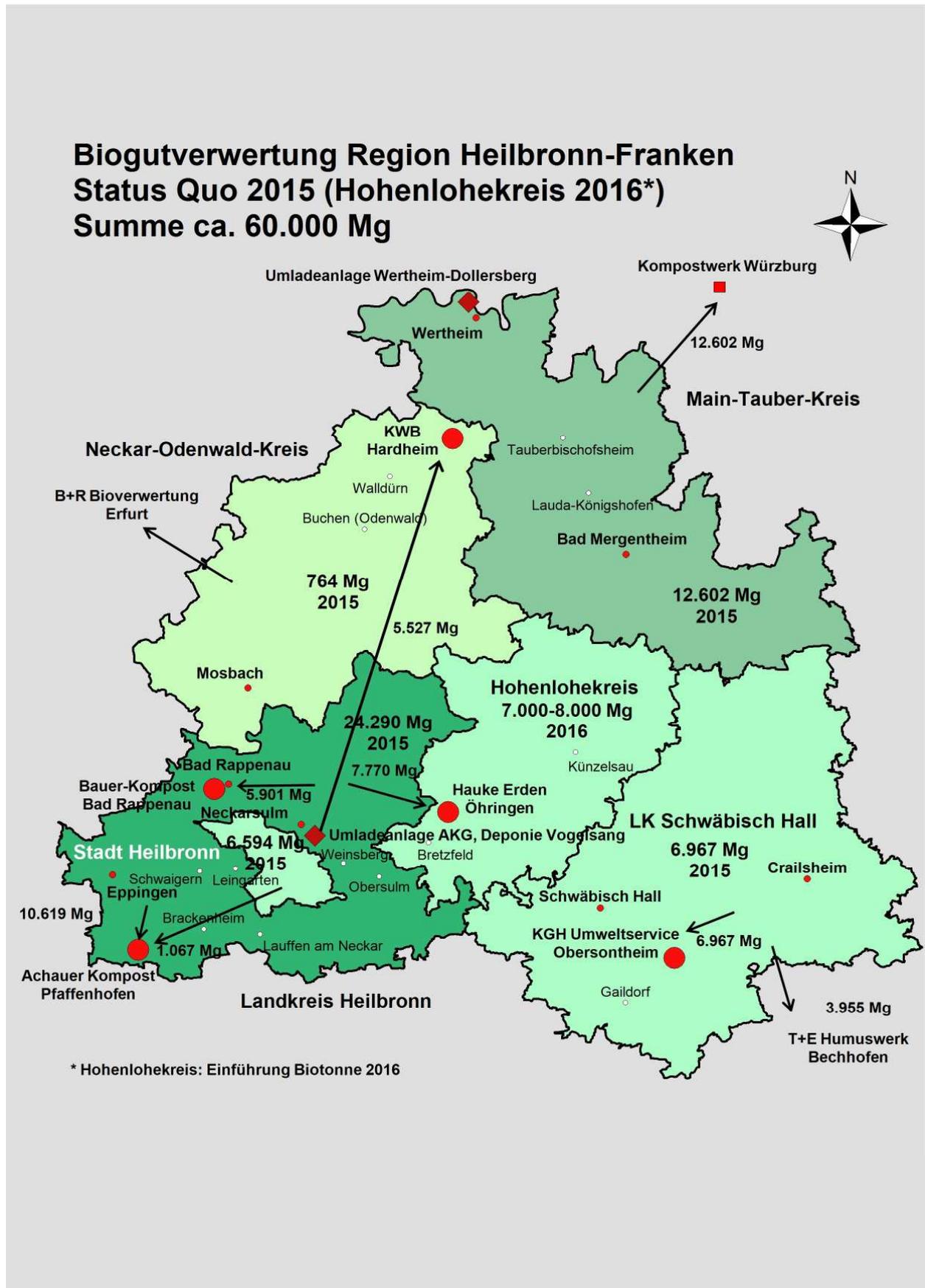


Abbildung 2: Verwertungsstrukturen für Biogut im Planungsraum 2015 (Hohenlohekreis 2016)

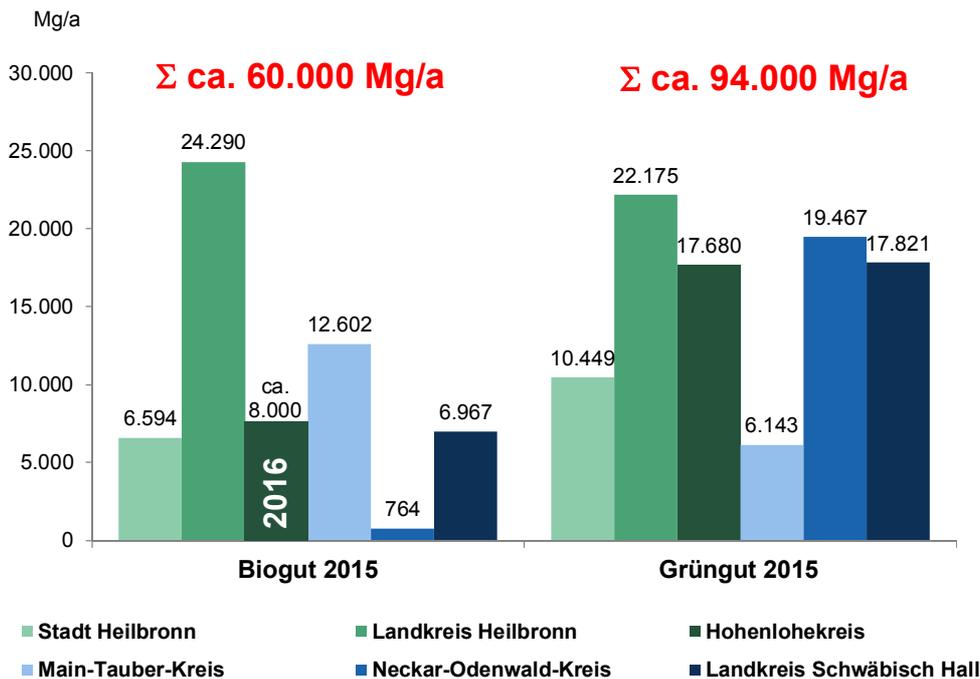


Abbildung 3: Absolutes Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum 2015/2016 (Mg/a)

Große Unterschiede gibt es bei der erreichten Biogutqualität. Die Spannweite geht von sehr guten Qualitäten mit sehr geringen Fremdstoffanteilen bis hin zu einem sehr hohen Fremdstoffanteil im Main-Tauber-Kreis. Der Eintrag von Fremdstoffen in die Biotonne wird wesentlich durch die Kombination aus dem jeweiligen Sammel- und Gebührensystem beeinflusst. Der Main-Tauber-Kreis plant derzeit die Optimierung seines Gebührensystems zur Verminderung der Fehlwürfe in die Biotonne.

Ein fester Bestandteil der Biogutverwertung ist die etablierte Verwertung von Frisch- und Fertigungskomposten in der Landwirtschaft und teilweise auch im Weinbau. Bei drei Verwertern werden die Produkte ökologisch hochwertig als Komposte, Erden und Substrate in GaLa-Bau und Erwerbsgartenbau bzw. in den Hobbygartenbau vermarktet. Bezogen auf die Gesamtoutputmenge aller Anlagen entspricht dies einem Anteil von ca. 23 %.

Die Erfassung der organischen Küchenabfälle erprobt der Neckar-Odenwald-Kreis seit 2010 in zwei Modellgebieten mittels Bioenergietonne (BET). Dieses System unterscheidet sich von den üblichen Erfassungssystemen dadurch, dass hier eine Kombination aus einer trockenen Wertstofftonne, der BET zur Erfassung nasser, organischer Abfälle und einem ergänzenden Störstoffsack eingerichtet ist. Der Kreis beabsichtigt mittelfristig die schrittweise Ausweitung des Systems bis hin zu einer flächendeckenden Umsetzung. Systembedingt ist gegenüber der Biotonnensammlung von höheren Fremdstoffanteilen auszugehen.

I 3 Vertragliche Bindungen und Verwertungskosten

In Abbildung 4 sind die derzeit gültigen Vertragslaufzeiten für die Biogutverwertung grafisch dargestellt. Die aktuellen Verträge enden in den nächsten Jahren, spätestens jedoch zum 31.12.2018. Stadt und Landkreis Heilbronn sowie der Hohenlohekreis verfügen über eine Regelung zur Vertragsverlängerung. Insgesamt liegen in der Region optimale Voraussetzungen für die Bündelung von Stoffströmen sowie die zeitliche Synchronisation von Maßnahmen vor.

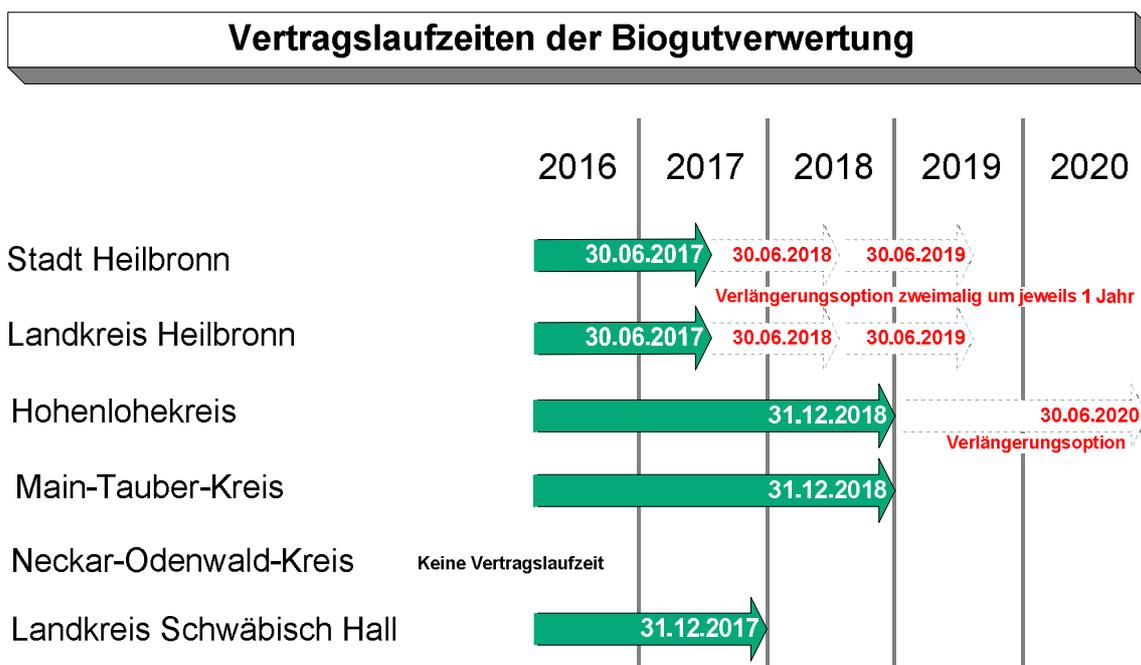


Abbildung 4: Übersicht über die gültigen Vertragslaufzeiten für die Biogutverwertung

Die Verwertungskosten für Biogut liegen derzeit in einer Spannbreite zwischen 40 €/Mg und 70 €/Mg netto. Im Main-Tauber-Kreis sind die Verwertungskosten für die zurückgenommene Siebfraction hinzuzurechnen.

I 3 Rahmenbedingungen und Grundlagen

Die Düngeverordnung und die TA Luft befinden sich aktuell in der Novellierung. Sollten die derzeitigen Novellierungsentwürfe so beschlossen werden, unterliegt die Biogutverwertung künftig höheren Anforderungen. Dies gilt für die Kompostierung sowie die kombinierte Vergärung/Kompostierung gleichermaßen. Betroffen davon wäre die bauliche Ausführung der Anlagen. Außerdem würde die landwirtschaftliche Vermarktung von Verwertungsprodukten erschwert. Entsprechende Kostensteigerungen der Biogutverwertung wären bei Fortführung der Kompostierung wie auch der Umstellung auf ein Vergärungskonzept zu erwarten.

Darüber hinaus hat die Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. die Anforderungen an die Kompostqualität erhöht. Es kann auch für bestehende Kompostierungsanlagen nicht ausgeschlossen werden, dass zukünftig ein erhöhter technischer Aufwand zur Einhaltung der Anforderungen und zum Erhalt des Gütezertifikats entsteht.

Bezüglich der Biogutvergärung beinhaltet das EEG 2017 als eine bedeutsame Neuerung die Ausschreibungspflicht bei der Stromvermarktung. Die technischen Einrichtungen der Vergärungsanlage selbst (ausreichend bemessener Gasspeicher) wie auch der Energieerzeugungsanlagen (BHKW) müssen die flexible Stromeinspeisung ermöglichen. Betreiber können damit in diesem Bereich künftig nicht mehr ganz von der marktwirtschaftlichen Konkurrenzsituation abgekoppelt arbeiten.

Die Verwertungssituation für Komposte und Gärprodukte ist aufgrund einer vergleichsweise geringen Konkurrenzsituation (Wirtschaftsdünger, NawaRo-Anlage) im Planungsraum als günstig einzustufen. Die Voraussetzungen für die landwirtschaftliche Ausbringung von festen (Komposte) und flüssigen Gärresten sind vor allem im westlichen Teil des Planungsraums gegeben.

Insbesondere im Raum Heilbronn besteht mit den lokalen Dienstleistern (Erdenwerke, Kompostierungsanlagen) eine gewachsene Verwertungsstruktur, die auch eine hochwertige Vermarktungsstruktur für den Kompost bis hin zur Einbindung regionaler Erdenherstellung integriert. Der Aufbau dieser Aktivitäten im Vermarktungsbereich in einem kommunalen Verbund ohne Einbindung der privaten Erfahrungen würde Jahre dauern.

Die Erfassung der haushaltsstämmigen, organischen Abfälle ist in den Kommunen unterschiedlich. Im Unterschied zur Biotonnensammlung in fünf Kommunen erfolgt die Erfassung im Neckar-Odenwald-Kreis über die Bioenergietonne (BET) mit einer grundsätzlich anderen Ausrichtung. Daraus kann sich eine rechtlich abweichende Einstufung der Biogutmengen aus der BET ergeben. Die rechtliche Gleichstellung mit Biotonnenmaterial liegt noch nicht vor. Dies wäre allerdings die Voraussetzung für die gemeinsame Verarbeitung in einer Verwertungsanlage, da entscheidende abfall- und düngerechtliche Regelungen betroffen sind. Auch für die Energienutzung gemäß EEG wäre die Gleichstellung eine unverzichtbare Voraussetzung. Alle nachstehend betrachteten Kooperationsmodelle unter Einbeziehung der Mengen des Neckar-Odenwald-Kreises stehen somit unter dem Vorbehalt der rechtlichen Gleichstellung des BET-Materials mit Biotonnenmaterial.

In Summe wird mit Planmengen von ca. 60.000 Mg/a Biogut und ca. 94.000 Mg/a Grüngut aus dem Planungsraum kalkuliert.

Grundsätzlich ist eine Optimierung der Biogutqualität (Input) bereits im Zuge der Sammlung allen anderen technischen Maßnahmen vorzuziehen. Das Trennverhalten der Abfallerzeuger und Biotonnennutzer wird direkt und wesentlich durch die Organisation der Sammelsysteme beeinflusst. So können z. B. falsche Gebührenanreize beim Restmüll, spezifische Befreiungstatbestände, unzureichende Abfuhrhythmen oder zu kleine Gefäßvolumina beim Restmüll die Verwerfung von Fremdstoffen in die Biotonne begünstigen. Darüber hinaus sind natürlich auch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit bei der Einführung und Optimierung des Systems Biotonne sowie eine kontinuierliche Begleitung durch verschiedene Maßnahmen zwingend erforderlich. Vermehrt werden durch die Kommunen aber auch Fremdstoffkontrollen durchgeführt, teilweise in Verbindung mit satzungsrechtlich verankerten ordnungspolitischen Maßnahmen (Kostenübernahme Entsorgung als Restmüll, Ordnungswidrigkeit u. a.) und mit deutlichen Erfolgen.

Im Rahmen der Studie wurden diese Zusammenhänge und vorgelagerten Maßnahmen nicht weiter verifiziert. Den Auslegungen der Anlagenkonzepte wurden die erforderlichen technischen Maßnahmen und Einrichtungen zugrunde gelegt und bepreist. Die Maßnahmen beziehen sich auf eine notwendige Fremdstoffausschleusung bei der Verarbeitung eines normal verunreinigten Bioguts (bis max. 3 Gew.-%).

14 Kooperationsvarianten

Unter Einbeziehung der aktuellen Planungsansätze, der Vorarbeiten und vorhandener bzw. möglicher Anlagenstandorte wurden verschiedene Kooperationsmodelle mit einer Umsetzungsperspektive identifiziert. Technisch können sowohl Boxen- als auch Pfpfenstromvergärungsanlagen eingesetzt werden. Bei höheren Fremdstoffgehalten ist auch eine Nassvergärung denkbar.

Eine zentrale Vergärungsanlage ist aufgrund der räumlichen Zuordnung logistisch und ökologisch wenig sinnvoll und wurde nicht weiter betrachtet.

Insgesamt wurden sechs Kooperationsmodelle mit Vergärungslösungen betrachtet (Abbildung 5). Bei den Kooperationsmodellen 1 bis 5 wurden jeweils noch vier Untervarianten untersucht.

So wurden sowohl zwischen technischen Varianten (Pfpfenstrom-/ Boxenvergärung) als auch zwischen der integrierten bzw. ausgelagerten Nachrotte (externer Standort) differenziert. In Summe wurden 21 Varianten erarbeitet und kalkuliert.

Übersicht über die Kooperationsvarianten						
	Kooperation 1	Kooperation 2	Kooperation 3	Kooperation 4	Kooperation 5	Kooperation 6
Partner	Stadt/Landkreis Heilbronn	Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis	Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall	Stadt/Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis	Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis	Neckar-Odenwald-Kreis, Main-Tauber-Kreis
Biogutmengen (Planungsgrößen)	ca. 31.000 Mg/a	ca. 38.000 Mg/a	ca. 45.000 Mg/a	ca. 46.000 Mg/a	ca. 27.000 Mg/a	derzeit ca. 13.000 Mg/a (+ zukünftig Bioenergietonne aus NOK)
Auslegung Vergärungsstufe (Durchsatzleistung)	25.000 Mg/a	35.000 Mg/a	40.000 Mg/a	40.000 Mg/a	35.000 Mg/a	25.000 Mg/a
Sicherstellung der Anlagenauslastung	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	krautiges Grüngut	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	externe Mengen	(durch Ausbau/flächendeckende Umsetzung der BET im Neckar-Odenwald-Kreis)
Logistik	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen / Containern	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen; nördlicher Main-Tauber-Kreis Umladung in Dollersberg; Ansatz 1/3 des Kreisauflommens)	Anlieferung per Sammelfahrzeugen
Technik	a) Pfpfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pfpfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pfpfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pfpfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pfpfenstromvergärung b) Boxenvergärung	Nassvergärung
Nachrotte	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort integriert b) am Standort extern	am Standort Vergärung
Standort Vergärungsanlage	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	beim Kompostwerk Obersontheim	entlang der A 81; fiktiver Standort "Grüne Wiese"

a) + b) = Untervarianten

Abbildung 5: Übersicht über die Kooperationsmodelle und -varianten (6 Kooperationsmodelle; 21 Untervarianten)

I 5 Übergreifende Bewertung für den Planungsraum

Produktvermarktung

Der aktuellen und zukünftigen Produktvermarktung wird eine bedeutsame Rolle bei der Entscheidung über die künftige Struktur der Biogutverwertung beigemessen. Auch für die ökologische Bewertung spielt dies eine Rolle.

Etwa 23 % werden derzeit hochwertig als Komposte, Erden bzw. Substrate in GaLa-Bau, Erwerbs- und Hobbygartenbau verwertet. In einigen Kommunen spielt dieser Vermarktungsweg jedoch eine deutlich größere Rolle. Insbesondere gilt dies für den Landkreis (41 %) sowie die Stadt Heilbronn (14 %) und den Landkreis Schwäbisch Hall (16 %). Überwiegend werden die Biogutkomposte derzeit als Frisch- bzw. Fertigkompost in der Landwirtschaft (58 %) bzw. im Weinbau (4 %) verwertet.

Ökologische Bewertung

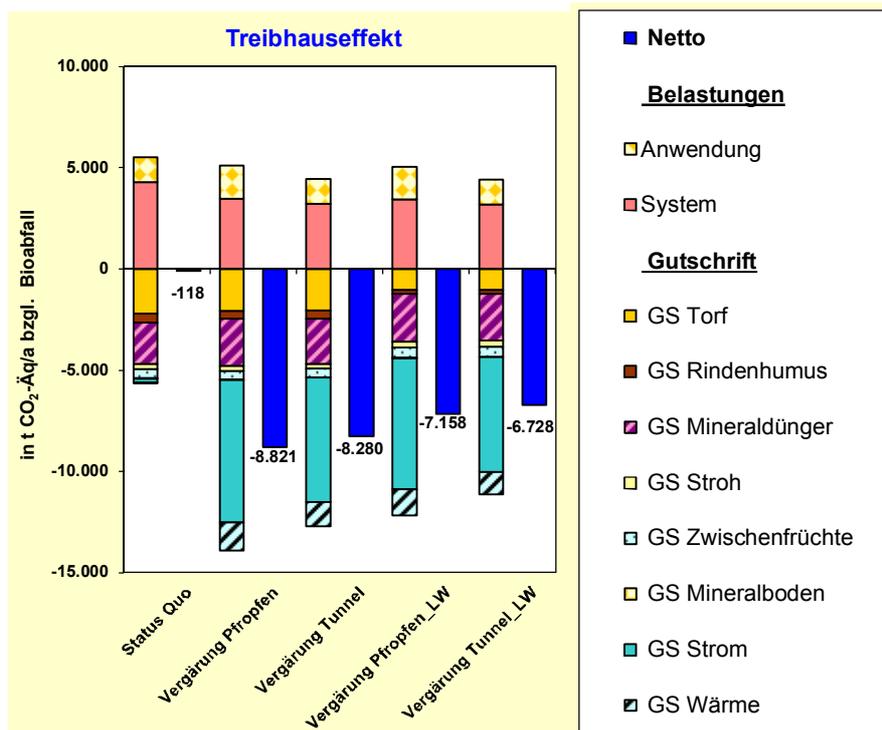
Allgemein zeigen die Vergärungsvarianten ökologische Vorteile gegenüber der ausschließlichen Kompostierung. Untersucht wurden folgende Wirkungskategorien:

- Treibhauseffekt (fossiles Kohlendioxid, Methan, Lachgas)
- Fossiler kumulierter Energieaufwand (KEA fossil)
- Versauerungspotenzial (Schwefeldioxid, NO_x, Ammoniak)
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial (NO_x, Lachgas, Ammoniak)
- Einsparung von Phosphaterzen

Abbildung 6 zeigt das Ergebnis für den Treibhauseffekt. Zu berücksichtigen ist dabei der aktuelle Status der Kompostverwertung - landwirtschaftlich oder ökologisch hochwertiger in der Erden-/Substratherstellung. Bei ausschließlicher landwirtschaftlicher Vermarktung von Frisch- und Fertigkomposten beträgt die Einsparung in etwa 7.000 Mg CO₂-Äquivalent. Werden auch zukünftig weiterhin Produkte in hochwertigere Verwertungslinien vermarktet, erhöht sich die Einsparung auf deutlich über 8.000 Mg CO₂-Äquivalent.

Grundsätzlich gilt, dass die ökologischen Vorteile etwas geringer ausfallen, wenn die Kompostverwertung im Status quo zu einem bedeutenden Anteil hochwertig erfolgt. Je gewichtiger die Rolle der Erden-/Substratherstellung (Torfersatz) ist, desto geringer fällt der ökologische Vorteil aus.

Allerdings darf die Bedeutung der hochwertigeren Kompostverwertung im Planungsraum auch nicht überschätzt werden. Für Biogut aus dem Landkreis Heilbronn spielen diese Vermarktungswege mit 41 % eine herausragende Rolle.



Vergärung Pfropfen = Pfropfenstromverfahren; Vergärung Tunnel = Boxenvergärung (beides mit anteiliger hochwertiger Produktverwertung (Erden/Substrate))
 Vergärung Pfropfen_LW = Pfropfenstromverfahren; Vergärung Tunnel_LW = Boxenvergärung (beides mit ausschließlicher landwirtschaftlicher Verwertung von Frisch-/Fertigkompost)

Abbildung 6: Ergebnisse der Ökobilanz für den gesamten Planungsraum - Treibhausgaseffekt

Logistik

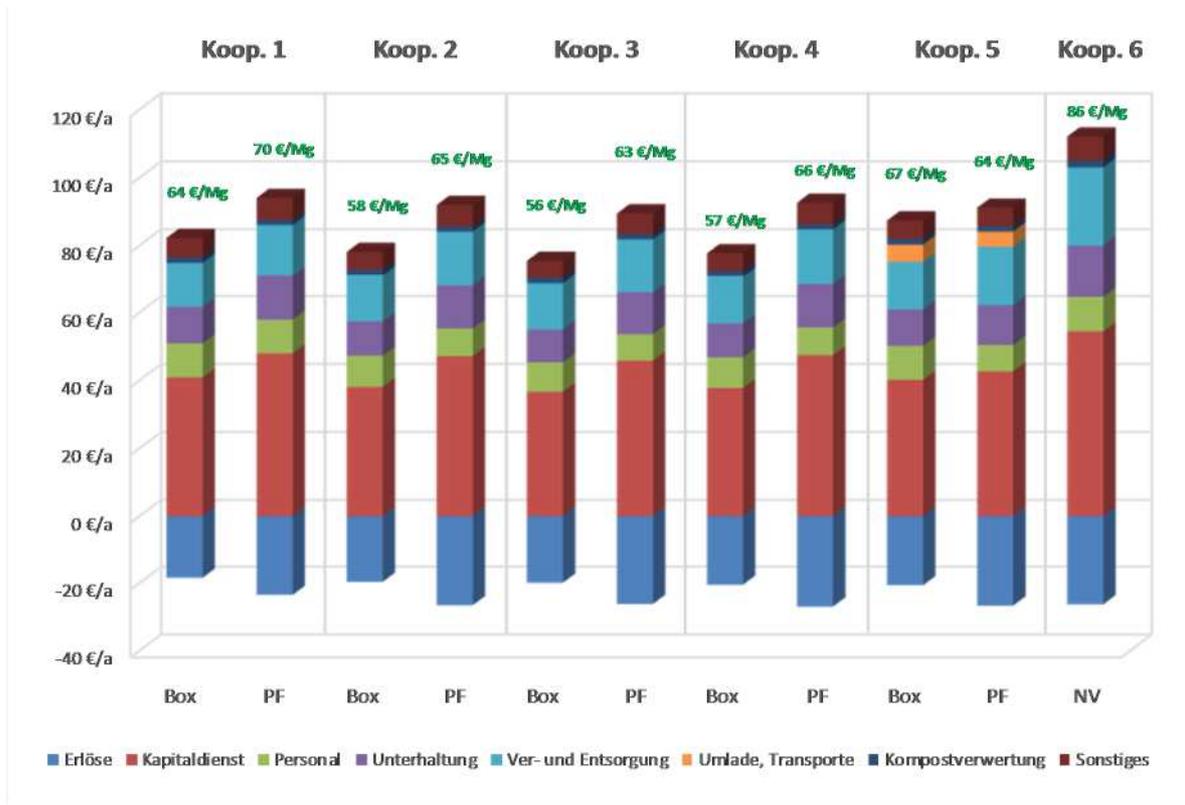
Eine weitergehende Betrachtung der logistischen Aufwendungen wurde nicht durchgeführt. Es wurde in Abstimmung mit den Auftraggebern unterstellt, dass die Anlieferung jeweils direkt per Sammelfahrzeug bzw. – bei weiteren Transportentfernungen – u. U. per Wechselcontainersystem erfolgen soll. Preislich bemessen wurde dies nicht. Eine Ausnahme ergibt sich beim Kooperationsmodell 5. Dort sind die Kosten für Umschlag und Transport von Biogut aus dem nördlichen Main-Tauber-Kreis nach Obersontheim im Landkreis Schwäbisch Hall berücksichtigt und „solidarisiert“, also die Kosten wurden auf den Gesamtbehandlungspreis für alle beteiligten Kommunen umgelegt.

Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für die verschiedenen Modelle betragen zwischen 17,6 Mio. € und 27,7 Mio. € (mit Nachrotte) bzw. 12,4 Mio. € und 23,1 Mio. € (ohne Nachrotte) netto.

Die Behandlungskosten für die verschiedenen Varianten liegen zwischen 56 €/Mg und 70 €/Mg (mit Nachrotte, vgl. Abbildung 7) bzw. zwischen 38 €/Mg und 56 €/Mg (ohne Nachrotte), wobei die Boxenvergärungsanlagen sich tendenziell günstiger darstellen lassen. Die Nassvergärung erweist sich unter den Rahmenbedingungen als die spezifisch teuerste Option (ca. 86 €/Mg).

Damit liegen die spezifischen Behandlungskosten tendenziell über den gegenwärtigen Kosten für die Kompostierung (40 bis 75 €/Mg netto).



Box = Boxenverfahren; PF = Pfpfenstromverfahren

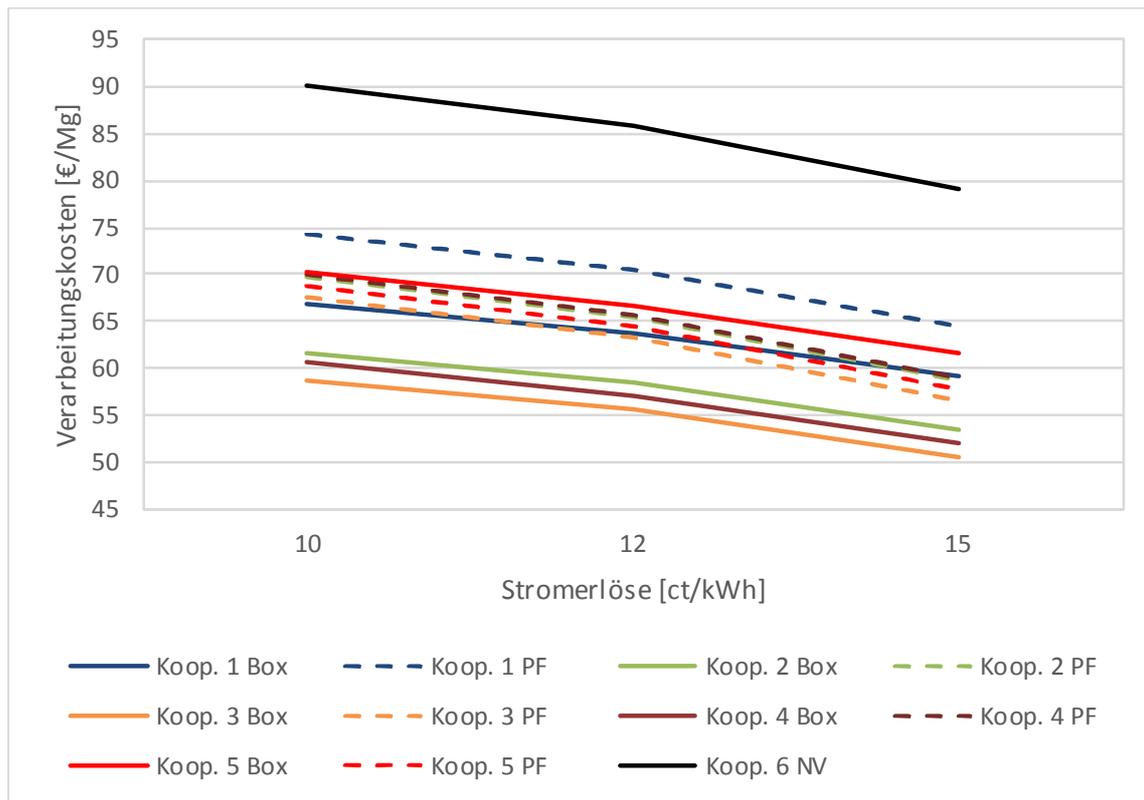
Abbildung 7: Gegenüberstellung der geschätzten Behandlungskosten für die Varianten mit Nachrotte am Standort der Vergärungsanlage (netto)

Wirtschaftlichkeit Sensitivitätsanalysen

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf konservativen Ansätzen für die Investitions- und Betriebskostenschätzung. Das Betriebsergebnis wird von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst, wobei nur wenige eine nennenswerte Auswirkung auf das Betriebsergebnis haben. Das Betriebsergebnis wird im Wesentlichen durch die folgenden Einflussgrößen bestimmt:

- Veränderung der Erlöse für die Stromeinspeisung
- Veränderung der Investitionskosten

Für diese Parameter wurden Sensitivitätsanalysen erstellt. Abbildung 8 zeigt beispielhaft die Auswirkung veränderter Stromerlöse auf die Behandlungskosten für die Varianten mit Nachrotte. Im Ergebnis reduzieren sich die Behandlungskosten bei einem Stromerlös von 15 ct/kWh je nach Kooperationsmodell um ca. 4,50 bis 5 €/Mg bei der Boxenvergärung, um ca. 6 bis 7 €/Mg bei der Pfpfenstromvergärung und ca. 6,5 €/Mg bei der Nassvergärung. Dementsprechend führen verminderte Erlöse zu steigenden Behandlungskosten.



Box = Boxenverfahren; PF = Pflropfenstromverfahren

Abbildung 8: Auswirkungen der Veränderung der Stromerlöse (Varianten mit Nachrotte) (Netto)

I 6 Einzelbewertung der Kooperationsmodelle/-varianten

Kooperationen 1 bis 3

(Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)

Bei zwei der aktuell beauftragten Dienstleister im Raum Heilbronn gibt es gemäß Angaben der Betreiber Überlegungen zur Erweiterung ihrer Verwertungsanlagen um eine Vergärungsstufe. Diese reichen von bereits fortgeschrittenen Aktivitäten im Genehmigungsprozess bis hin zu ersten vagen Überlegungen. Sollten sich die beteiligten Kommunen für die künftige Vergärung des anfallenden Bioguts entscheiden, kann dies z. B. im Rahmen der eigenen Verwertung in einer kommunalen, neu zu errichtenden Anlage erfolgen oder aber auch im Rahmen einer Dienstleistungsausschreibung u. U. auf Basis einer gemeinsamen Ausschreibung (Mengenbündelung).

Die Kooperation mit privaten Anlagenbetreibern bietet sich in der Region Heilbronn im Besonderen an, da kompetente Partner in der Region bereits wesentliche Leistungen anbieten können. Gerade im Hinblick auf die Marktkenntnisse bei der Kompostvermarktung kann nach unseren Recherchen den regionalen Anbietern ein hohes Maß an Erfahrung unterstellt werden. Diese bereits erschlossenen Märkte und das diesbezügliche Wissen könnten so auch in Zukunft eingebunden und gesichert werden.

Insgesamt werden die Realisierungschancen für Anlagen verschiedener Durchsatzleistungen (31.000 Mg/a in Modell 1 bis zu 45.000 Mg/a in Modell 3) als gut eingeschätzt. Dies beruht vor allem auf dem Ergebnis, dass mit Behandlungskosten zwischen 56 €/Mg und 70 €/Mg (mit Nachrotte) ein wirtschaftlicher Betrieb einer hochwertigen Vergärungslösung (kommunale Anlage) gegeben ist. Eine Boxenvergärungsanlage mit Nachrotte lässt sich dabei mit 56 €/Mg bis 64 €/Mg tendenziell günstiger darstellen als eine Pfropfenstromvergärung, bei der mit flüssigem Gärrest auch noch ein neuer Stoffstrom anfällt, für den Vermarktungswege noch zu entwickeln wären.

Mit zunehmender Anlagengröße sinken die spezifischen Behandlungskosten. Als wirtschaftlich günstigste Variante wurde die Errichtung einer Boxenvergärungsanlage bei Kooperation aller vier Kommunen (Modell 3) mit 56 €/Mg identifiziert. Das Investitionsvolumen wird mit ca. 23 Mio. € beziffert.

Gleichzeitig ist jedoch auch festzuhalten, dass die Verwertung in einer neuen, kommunalen Vergärungsanlage ihren Preis hat. Die resultierenden Behandlungskosten liegen für drei der vier beteiligten Kommunen über dem aktuellen Kostenniveau mit Fremdvergabe der Leistung. Dies ist jedoch auch für den Fall zu erwarten, wenn die Biogutvergärung als Dienstleistung ausgeschrieben wird. Auch dann wird mit höheren Angebotspreisen - gegenüber Stand heute - zu rechnen sein.

Da die Transportaufwendungen unberücksichtigt blieben, spielt die Entscheidung für einen Standort bei Errichtung einer kommunalen Anlage zur wirtschaftlichen Bewertung keine Rolle. Anbieten würde sich jedoch bei der Kooperation der vier genannten Kommunen (Kooperationsmodell 3) ein Anlagenstandort im Raum Heilbronn, der den Schwerpunkt des Biogutaufkommens bildet (ca. 66 %).

Bei Errichtung einer Vergärungsanlage ohne Nachrotte (diese erfolgt im Rahmen von Dienstleistungsverträgen) ist mit Behandlungskosten zwischen 38 €/Mg und 56 €/Mg zu kalkulieren. Für die kommunalen Gesamtkosten sind die Kosten für die externe Nachrotte sowie evtl. Umlade-/Transportwendungen für Gärreste hinzuzurechnen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine kommunale Anlage mit Nachrotte die wirtschaftlichere Option ist. Allerdings würde dies zulasten der Hochwertigkeit der Produktvermarktung gehen, da der kommunale Aufbau von Wegen zur Erden- und Substratvermarktung einiger Zeit bedarf. So wird die landwirtschaftliche Verwertung zumindest für die ersten Jahre das Hauptstandbein darstellen. Damit fallen auch die ökologischen Vorteile der Vergärungslösung etwas geringer aus.

Kooperation 4 (Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis)

Eine Kooperation von Stadt und Landkreis Heilbronn sowie dem Neckar-Odenwald-Kreis ist insbesondere auch aus Gründen der räumlichen Nähe eine interessante Option. Einschränkend sind hier die unterschiedlichen Biogutqualitäten einzuschätzen. Systembedingt werden die Fremdstoffgehalte der mittels der Bioenergietonne (BET) im Neckar-Odenwald-Kreis erfassten organischen Abfälle deutlich über denen aus dem Raum Heilbronn liegen, die sich derzeit durch sehr geringe Fremdstoffgehalte auszeichnen. Zudem ist die flächendeckende Umsetzung der BET noch nicht Beschlusslage.

Wirtschaftlich und ökologisch ist die Kooperation mit Behandlungskosten (jeweils kommunale Anlage mit Nachrotte) von 57 €/Mg für die Boxenvergärung bzw. 66 €/Mg für eine Pfropfenstromvergärung ähnlich zu beurteilen wie die Situation für die Kooperationsmodelle 1 bis 3. Eine differenzierte Betrachtung und Bewertung der Einflussfaktoren sowohl der Lösungen mit und ohne Nachrotte wurde eingehend diskutiert und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

Aufgrund der oben angeführten Einschränkungen werden die Realisierungschancen dieser Kooperation als nicht besonders hoch eingeschätzt.

Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Die Kooperation der drei Landkreise kann vor dem Hintergrund sinnvoll sein, dass bei der Kompostierungsanlage Obersontheim im Landkreis Schwäbisch Hall ein Standort bereits vorhanden ist. Allerdings ist der Standort für die Realisierung nicht unproblematisch.

Die Fläche ist für die Errichtung einer Anlage mit Nachrotte für die Gärreste nicht ausreichend, die Nachrotte der Gärreste müsste bei einer Nutzung dieses Bauareals extern erfolgen, beispielsweise auf der Kompostierungsanlage Obersontheim. Der Zuschnitt der Flächen lässt allerdings keine auf die funktionalen Erfordernisse optimierte Errichtung einer Anlage zu.

Durch die Vereinbarung mit dem derzeitigen privaten Anlagenbetreiber der Kompostierungsanlage bestehen weitere Herausforderungen für die Umsetzung einer kommunalen Vergärungslösung. Bei Errichtung einer Vergärungsanlage wären dem Anlagenbetreiber der Kompostierungsanlage ca. 25.000 Mg/a Gärreste zur Verwertung zu überlassen. Um diese Menge als Output einer Vergärungsstufe tatsächlich bereitstellen zu können, sind Mindestdurchsatzleistungen der Vergärungsstufe erforderlich. Verfahrensspezifisch unterscheiden sich diese. Bei einer Boxenvergärung wären für die Vergärungsstufe ca. 35.000 Mg/a, bei der Pfropfenstromvergärung ca. 40.000 Mg/a erforderlich. Die drei beteiligten Kommunen verfügen derzeit über ein Biogutpotenzial von ca. 27.000 Mg/a. Es wären somit mindestens 8.000 Mg/a Biogut extern zu akquirieren. Alternativ könnte auch krautiges Grüngut mit verarbeitet werden.

Aufgrund der räumlichen Ausdehnung des Einzugsgebiets ist die Anlieferung per Sammelfahrzeug nicht darstellbar. Zumindest für den nördlichen Main-Tauber-Kreis ist von einer Umladung der Mengen auszugehen.

Wirtschaftlich ist die Kooperation mit Behandlungskosten (jeweils kommunale Anlage mit Nachrotte) von 67 €/Mg für die Boxenvergärung bzw. 64 €/Mg für eine Pfropfenstromvergärung interessant, da die Behandlungskosten im Rahmen der derzeitigen Kostenstruktur für die Biogutverwertung liegen. So ließe sich auf einem ähnlichen Preisniveau eine ökologisch hochwertigere Biogutverwertung umsetzen.

Aus dem Einzugsgebiet werden derzeit ca. 6 % der Produkte als Komposte/Erden/Substrate hochwertig vermarktet. Damit würde eine vollständige landwirtschaftliche Verwertung zu keinen wesentlichen Verschlechterungen führen.

Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis)

Die Option der Kooperation des Main-Tauber-Kreises und des Neckar-Odenwald-Kreises ergibt sich vor allem aus der Lage im nördlichen Planungsraum. Derzeit fallen im Einzugsgebiet ca. 13.000 Mg/a an. Für die Chance auf einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb wird von einer Mindestmenge von 25.000 Mg/a ausgegangen. Um diese zu erreichen, wäre die BET im Neckar-Odenwald-Kreis flächendeckend einzuführen.

Das Biogut des Main-Tauber-Kreises weist derzeit noch hohe Fremdstoffgehalte auf. Auch wenn die geplanten Maßnahmen im Bereich des Gebäudensystems sicherlich zu einer Verbesserung der Qualitäten führen werden, wird dennoch von einem weiterhin merkbaren Fremdstoffbesatz auszugehen sein. Dieser wird auch für die über die BET im Neckar-Odenwald-Kreis erfassten Abfälle erwartet. Aufgrund dessen bietet sich verfahrenstechnisch eine Nassvergärung an, bei der prozessbedingt eine sehr weitgehende Abscheidung von Fremdstoffen erfolgt, sodass ein hochwertiger Kompost erzeugt werden kann.

Logistisch bedingt wird ein fiktiver, zentraler Standort entlang der A 81 favorisiert. Für die hier erfolgte Kostenbewertung bleibt die konkrete Lage ohne Bedeutung.

Für die Verwertung des Bioguts aus dem Main-Tauber-Kreis und dem Neckar-Odenwald-Kreis wurde nur eine kontinuierliche Nassvergärung (mit Nachrotte) in Betracht gezogen. Die Behandlungskosten liegen hier in einer Größenordnung von etwa 86 €/Mg, was zum einen auf die geringere Anlagenkapazität gegenüber den Anlagen bei den anderen Kooperationen und zum anderen auf die höhere Ausschleusung von Störstofffraktionen bei einer Nassvergärungsanlage gegenüber der Boxen- bzw. Pfropfenstromvergärung zurückzuführen ist.

Aufgrund der vergleichsweise hohen Behandlungskosten werden die Realisierungschancen dieser Kooperation auf Basis der Nassvergärung als eher gering eingeschätzt.

I 7 Formen der Zusammenarbeit, vergaberechtliche Aspekte

Für die **Kooperationsmodelle 1 bis 4** (Standort Raum Heilbronn) könnte eine Bündelung der kommunalen Biogutmengen im Rahmen einer interkommunalen Kooperation wirtschaftlich interessant sein. Hierbei wäre zu unterscheiden, ob die Partner gemeinsam eine eigene Anlage (z. B. auch nur die Vergärungseinheit mit Aerobisierung) errichten oder die regionale Anbieterperformance nutzen wollen.

Bei einer gemeinsamen Investition in eine Anlage könnten die Aufgaben z. B. mittels einer Zweckvereinbarung auf einen Partner übertragen oder ein gemeinsamer Zweckverband gegründet werden. Dieser Prozess ist im Hinblick auf die wirtschaftlich-organisatorische Belastung und verschiedene Risiken politisch zu entscheiden und hat neben einigen Vorteilen auch verschiedene Nachteile.

Die Einbindung der regionalen Bieterperformance ist allerdings vor dem Hintergrund der bestehenden und erweiterungsfähigen Anlagen, der bereits etablierten Vermarktungswege und der bisherigen Zuverlässigkeit gutachterlich zu empfehlen. Die Nutzung dieser bestehenden Infrastruktur ist insbesondere hinsichtlich einer bereits hochwertigen Vermarktungsstruktur für den Kompost bis hin zur Einbindung regionaler Erdenherstellung zu bevorzugen. Der Aufbau dieser

Aktivitäten in einem kommunalen Verbund ohne Einbindung der privaten Erfahrungen würde Jahre dauern.

Die Ausschreibung einer hochwertigen Verwertung inkl. einer Kaskadennutzung (mit Vergärung) ist nach unseren Recherchen möglich, da die bestehenden Anlagen entsprechend erweitert werden könnten. Die Ausführungen und Vorgaben im Hinblick auf die Art und Weise der energetischen Verwertung sollten in der Ausschreibung möglichst offengehalten werden, um das Potenzial der Bieter nicht einzuschränken.

Eine Bündelung der Mengen kann aber auch vor diesem Hintergrund durchaus sinnvoll und zielführend sein. Es wird daher empfohlen, ggf. im Rahmen einer vergaberechtlich möglichen Markterkundung die Kapazitäten und technischen Rahmenbedingungen der Bieter zu ergründen, um darauf aufbauend eine entsprechende losweise Bündelung vorzunehmen.

Die **Kooperationsmodelle 5 und 6** basieren auf der Überlegung, eine neue Anlage zu mindestens in Teilen (in Obersontheim nur die Vergärung inkl. Aerobisierung) in kommunaler Trägerschaft zu bauen. Bei einer gemeinsamen und nicht unbedeutenden Investition ist die Übernahme der Aufwendungen und wirtschaftlichen Risiken für nur einen Partner i. d. R. problematisch. Hier bietet sich die Gründung eines Zweckverbands an auf den ggf. nicht nur die Aufgaben des Anlagenbaus und -betriebs übertragen werden, sondern auch die Sammlung. Damit wären auch zukünftige organisatorische Maßnahmen, z. B. im Hinblick auf die Störstoffproblematik, in einer Hand. Diese Organisationsform zieht naturgemäß einen wesentlichen Umbau der bisherigen Verwaltungspraxis der beteiligten Kommunen nach sich und muss grundsätzlich umfassend politisch abgewogen werden.

Steuerrechtliche, kartellrechtliche und kommunalrechtliche Belange wurden bei der Empfehlung bisher nicht berücksichtigt.

17 Empfehlungen

Zusammenfassend wird folgendes Fazit gezogen und Empfehlungen gegeben:

- Im Bereich der Bioguterfassung in der Region Heilbronn-Franken wurde schon viel im Hinblick auf eine hochwertige Verwertung erreicht. Selbst im Hohenlohekreis konnte quasi aus dem Stand ein überdurchschnittliches Ergebnis realisiert werden und die Ergebnisse des Pilotversuches im Neckar-Odenwaldkreis zeigen ein deutliches Potenzial für eine Weiterentwicklung hin zu einer nachhaltigen Abfallwirtschaft.
- Dennoch kann auch in der Region davon ausgegangen werden, dass immer noch große Mengen an Biogut derzeit nicht genutzt werden, was insbesondere im Hinblick auf den Ressourcenschutz (Phosphor) negativ zu werden ist. Der überwiegende freiwillige Anschluss an die Biotonne sichert zwar einerseits eine hohe Biogutqualität, andererseits bleiben Potenziale hierdurch auch ungenutzt. Hier gilt in einer Gratwanderung eine kontinuierliche Steigerung der Mengen unter Beibehaltung und sogar Verbesserung der Inputqualität zu erreichen.
- Die Weiterentwicklung der Biogutverwertung in der Region Heilbronn-Franken in Richtung einer energetischen und stofflichen Nutzung (Kaskadennutzung), wie es im Bereich der Grünabfälle bereits realisiert ist, sollte gefördert werden. Hierbei sind die ökologischen

Vorteile vor dem Hintergrund einer angemessenen Wirtschaftlichkeit für jeden einzelnen öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger zu bewerten.

- Eine hochwertige Verwertung setzt hochwertige Inputströme voraus, sodass dort, wo erforderlich, einer hohen Fehlwurfquote mit einer Qualitätsoffensive begegnet werden sollte.
- Die aufgezeigten Kooperationsmodelle zeigen Ansatzpunkte für eine Stoffstrombündelung und einen orientierenden Kostenrahmen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich durch eine Bündelung von Stoffströmen in der Region Synergien erschließen lassen, die insbesondere zu wirtschaftlichen Vorteilen führen, unabhängig vom nachgeschalteten Verwertungsverfahren.
- Bei der Weiterentwicklung der Biogutverwertung sollten die vorhandenen hochwertigen Verwertungswege integriert werden, um auch in diesen Segmenten Absatzwege langfristig zu sichern und auszubauen.
- Konzepte und Planungen zur energetisch-stofflichen Biogutverwertung sollten nicht an den vorhandenen gewachsen Strukturen in der Region vorbei erfolgen. Die Integration der vorhandenen ausbaufähigen Potenziale (Erweiterung bestehender Anlagen um eine Vergärungsstufe) verspricht einige Vorteile.
- Eine Ausschreibung -gerade bei Mengenbündelung- einer hochwertigen energetisch-stofflichen Bioabfallverwertung auf der Grundlage einer regionalen Verwertung lässt gute Konditionen erwarten.
- Der in der Region begonnene Prozess zur Weiterentwicklung der Bioabfallverwertung, der nicht zuletzt Ausdruck in der vorliegende Studie findet, sollte im Dialog mit allen beteiligten Akteuren innerhalb der beteiligten Landkreise und der Stadt Heilbronn aber auch interkommunal innerhalb der Region Heilbronn-Franken fortgeführt werden. Hierbei sind die unterschiedlichen Voraussetzungen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger sowie die unterschiedliche Dynamik zu berücksichtigen.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Stadt und Landkreis Heilbronn, der Hohenlohekreis, der Main-Tauber-Kreis, der Neckar-Odenwald-Kreis sowie der Landkreis Schwäbisch Hall (zusammen rund 1 Mio. Einwohner) prüfen Möglichkeiten für eine künftige Kooperation in der Verwertung von Bio- und Grüngut. Schwerpunkt ist dabei die Frage, ob und wie eine Vergärung des erfassten Bioguts umgesetzt kann.

Derzeit werden die erfassten Mengen durch Dienstleister, im Auftrag der einzelnen Entsorgungsträger im Wesentlichen kompostiert bzw. Teilfraktionen der energetischen Verwertung zugeführt. In Zukunft wären auch eine interkommunale Kooperation sowie die Vergärung des Bioguts (ca. 60.000 Mg/a) vorstellbar.

Vor diesem Hintergrund haben die genannten Kommunen die Studie „Orientierende Betrachtung einer interkommunalen Zusammenarbeit im Bereich Biogutvergärung in der Region Heilbronn-Franken“ erstellen lassen. In der vorliegenden Studie wurde die Machbarkeit von allen zentralen Seiten aus bearbeitet und im Hinblick auf die Realisierungschancen hin bewertet. Die Schwerpunkte wurden auf folgende Themen gelegt:

- Aktuelle Rechtsgrundlage (derzeit werden bedeutsame Novellierungen diskutiert)
- Agrarstruktur und Ausgangssituation für die Produktvermarktung
- Rahmenbedingungen und Aufnahme der kreisspezifischen Ist-Situation (Sammlung, Mengenaufkommen etc.)
- Gegenüberstellende Gesamtbetrachtung der Ausgangssituation für den Planungsraum (Sammlung, Gebühren, Mengenaufkommen, Verwertungsstruktur, Logistik, vertragliche Bindungen)
- Standortkriterien zur Errichtung und zum Betrieb einer Biogutvergärungsanlage
- Überblick möglicher Verfahrenstechniken (Fremdstoffauslese, Vergärungstechnologien)
- Aufstellung von Kooperationsvarianten (6 Hauptvarianten; insgesamt 21 Untervarianten)
- Verfahrenskonzepte für die Haupt- und Untervarianten (Technik, Standort der Nachrotte, Massen- und Energiebilanzierung, Erarbeitung von Möglichkeiten Anlagenaufstellungen/Anlagenlayout)
- Wirtschaftlichkeit: Investition, Betriebskosten, Logistik/Umladung, Erlöse, Behandlungskosten
- Skizzierung der Optionen zur Zusammenarbeit, vergaberechtliche Aspekte
- Ökologische Bewertung der Vergärung im Plangebiet

Erstellt wurde die Machbarkeitsstudie durch die Witzenhausen-Institut GmbH in Arbeitsgemeinschaft mit der IGLux Witzenhausen GmbH. Die ökologische Betrachtung wurde durch ifeu-Institut als Unterauftragnehmer erarbeitet.

Aufgrund des sehr umfassenden Arbeitsauftrags weist die Studie auch einen erheblichen Umfang auf. Zur besseren Lesbarkeit wurde zusätzlich eine Kurzfassung mit einem zusammenfassenden Fazit und den Empfehlungen erstellt.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei der Standortsuche, der Errichtung und dem Betrieb von Abfallbehandlungsanlagen müssen diverse rechtliche Aspekte beachtet und betrachtet werden.

Den Rahmen für die Biogutbehandlung gibt das Abfallrecht, insbesondere mit der Bioabfallverordnung (BioAbfV), vor. Daneben wirken aber auch weitere Gesetze und Verordnungen aus anderen Rechtsbereichen auf die Standortsuche, die (immissionsschutzrechtliche) Genehmigung, den Bau und den späteren Betrieb der Anlagen ein. Zu beachten ist dabei, dass ein Gesetz, wie beispielsweise das EEG, zwar letztendlich die Erlöse für den eingespeisten Strom aus der Biogutvergärungsanlage in der Betriebsphase regelt, die Anforderungen hierfür, wie die Vorsehung der entsprechenden Gasspeicherkapazitäten, jedoch bereits in der Planungsphase mitberücksichtigt werden müssen.

Aus diesem Grund wird hier ein kurzer Überblick über die grundlegenden Gesetze und Verordnungen gegeben.

2.1 Abfallrecht und Bioabfallverordnung

Das Abfallrecht besteht aus dem Kreislaufwirtschaftsgesetz, in dem u. a. die wesentlichen Rahmenbedingungen für die Erfassung und die Verwertung kommunaler Bioabfälle geregelt werden, sowie diverser nachgelagerter Verordnungen, von denen insbesondere die Bioabfallverordnung (BioAbfV) eine hohe Bedeutung für die Biogutverwertung aufweist.

2.1.1 Stand der Gesetzgebung

Das Abfallrecht wurde in jüngerer Vergangenheit an die europäischen Rahmenbedingungen angepasst. Die Neufassung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG), vormals Abfall- und Kreislaufwirtschaftsgesetz, trat 2012 in Kraft. Die Bioabfallverordnung (BioAbfV) als untergeordnete Verordnung wurde 2012 ebenfalls novelliert.

2.1.2 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

Der Zweck des KrWG (nach § 1 desselbigen) ist eine Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherstellung des Schutzes von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen. Über das KrWG werden die wesentlichen Rahmenbedingungen für die Erfassung und die Verwertung kommunaler Bioabfälle festgeschrieben.

Von wesentlicher Bedeutung ist die im KrWG (§ 6) definierte „Abfallhierarchie“. Diese bewertet die Vermeidung von Abfällen als effizienteste Maßnahme, gefolgt von einer stofflichen Verwertung, ehe dann energetische Verwertung und am unteren Ende der Skala die Beseitigung gesehen wird (Abb. 1).

Das bedeutet, dass biologische Abfälle vor allem stofflich genutzt werden sollen (d. h. in der Praxis zur Erzeugung von Komposten, Erden und Flüssigdünger sowie ggf. perspektivisch auch Biokohlen) und nach Möglichkeit in Kombination mit einer energetischen Nutzung.



Abb. 1: Abfallhierarchie gemäß § 6 KrWG

Im Ergebnis bedeutet dies, dass die Nutzung der stofflichen Verwertungspotenziale für die Betreiber von Anlagen im Vordergrund steht. Daher muss die Qualität der stofflichen Produkte Grundlage der Anlagenplanung sein, die dann um eine möglichst optimierte energetische Nutzung ergänzt wird. Nebenbei bemerkt, ergibt sich aus der Abfallhierarchie, dass eine Verbrennung der stofflich nutzbaren Gärreste nicht im Sinne des Gesetzgebers ist.

Bioabfälle im Sinne des Gesetzes sind „biologisch abbaubare pflanzliche, tierische oder aus Pilzmaterialien bestehende (1) Garten- und Parkabfälle, (2) Landschaftspflegeabfälle, (3) Nahrungs- und Küchenabfälle aus Haushaltungen, aus dem Gaststätten- und Cateringgewerbe, aus dem Einzelhandel und vergleichbare Abfälle aus Nahrungsmittelverarbeitungsbetrieben sowie (4) Abfälle aus sonstigen Herkunftsbereichen, die den in den Nummern 1 bis 3 genannten Abfällen nach Art, Beschaffenheit oder stofflichen Eigenschaften vergleichbar sind“. Mit dieser Definition sind also nicht nur die über die Biotonne aus privaten Haushalten erfassten Mengen gemeint, für die sich zwischenzeitlich der Begriff **Biogut** etabliert hat. Analog hierzu wird für die getrennt erfassten Garten- und Parkabfälle aus privaten Haushalten im Hol- oder Bringsystem der Begriff **Grüngut** verwendet.

Von Bedeutung ist zudem, dass der Stoffstrom „Nahrungs- und Küchenabfälle (NuK)“ explizit in die Bioabfalldefinition miteinbezogen wird. Hier sind die öffentlich-rechtlichen Entsorger vielerorts gefordert, mehr Nahrungs- und Küchenabfälle aus dem Restmüll in die Bioguterfassung zu lenken. Zudem wird im KrWG (§ 11, Abs. 1) festgelegt, dass überlassungspflichtige Bioabfälle, also Bio- und Grüngut, spätestens seit dem 1. Januar 2015 getrennt zu sammeln sind. Vor diesem Hintergrund sind derzeit verstärkt Aktivitäten sowohl zur Einführung einer Biotonne in Gebieten, die bisher keine Biotonne anboten, als auch zur Ausweitung der Bioguterfassung in Regionen, in denen bisher nur in Teilgebieten gesammelt wurde, zu beobachten. Damit wird sich der Massenstrom der getrennt erfassten Bioabfälle in Deutschland erhöhen und zugleich auch die zu behandelnden Mengen.

2.1.3 Bioabfallverordnung (BioAbfV)

Die BioAbfV regelt die Verwertung von Bioabfällen als Düngemittel auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden und gilt für alle unbehandelten und behandelten Bioabfälle sowie deren Gemische.

Die Verordnung zielt darauf ab, dass die eingesetzten Bioabfälle derart behandelt werden, dass deren Einsatz zur Dünge zwecken unbedenklich ist. Dafür werden sowohl für die Erfassung als auch für die Behandlung diverse Rahmenbedingungen und Anforderungen sowie Qualitätskriterien für die erzeugten Produkte, im Regelfall Kompost und/oder flüssige Gärreste, festgelegt.

Für den Betrieb von Biogutvergärungsanlagen bedeutet dies, dass die abgabefertigen Produkte in der Vergärungsanlage zuvor hygienisierend (§ 3) und biologisch stabilisierend (§ 3a) behandelt worden sein müssen. Über die Hygienisierung muss sichergestellt werden, dass alle potenziell gefährlichen Keime und Pflanzensamen im Ausgangsmaterial abgetötet oder inaktiviert werden, sodass keine Beeinträchtigung der Gesundheit von Mensch oder Tier durch Freisetzung oder Übertragung von Krankheitserregern und keine Schäden an Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen oder Böden zu besorgen sind. In Biogutvergärungsanlagen kann die Hygienisierung durch einen thermophil geführten Vergärungsprozess sichergestellt werden. Erfolgt die Vergärung im mesophilen Temperaturbereich oder wird im nachgeschalteten Kompostierungsprozess nicht-hygenisiertes Material, wie beispielsweise Grüngut, als Strukturmaterial zugegeben, muss die Hygienisierung im Kompostierungsprozess ($\geq 55\text{ °C}$, ≥ 2 Wochen; $\geq 60\text{ °C}$, ≥ 6 Tage; $\geq 65\text{ °C}$, ≥ 3 Tage) nachgewiesen werden. Die verschiedenen Behandlungsverfahren und die Anforderungen an die Prozessführung sowie die entsprechenden Prozessprüfungs- und Überwachungsmethoden sind im Anhang 2 der BioAbfV gelistet. Die abgabefertigen Produkte sind regelmäßig auf ihre seuchen- und phytohygienische Unbedenklichkeit zu untersuchen.

Weitere Anforderungen an die aus dem Biogut erzeugten Produkte sind:

- die biologische Stabilisierung (§ 3a)
Hygenisierte Produkte aus Biogutvergärungsanlagen sind im Regelfall auch biologisch stabilisiert, sodass sich hieraus keine besonderen Anforderungen an den Betreiber ergeben.
- die Einhaltung von Grenzwerten für Schwermetalle (§ 4, Abs. 3)
Für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sind jeweils spezifische Grenzwerte, angegeben in mg/kg TM, festgelegt.
- Fremdstoffgehalt (§ 4, Abs. 4)
Der Anteil von fremden Stoffen, insbesondere Glas, Kunststoff und Metall, darf maximal 0,5 % in der TM betragen. Dieser Grenzwert wird durch die Düngemittelverordnung ebenfalls gefordert und in dieser weiter präzisiert (vergleiche Kapitel 2.4.3).

Des Weiteren werden über die BioAbfV Vorgaben für die Verwendung der Komposte und der flüssigen Gärprodukte in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau gemacht. Für den Biogutvergärungsanlagenbetreiber relevant ist, dass die abgegebenen Produkte mit einem Lieferschein ausgestattet werden müssen (§ 11 Nachweispflichten).

Der Biogutanlagenbetreiber hat, wie alle anderen Beteiligten auch, eine Nachweis- und Dokumentationspflicht für alle entsprechenden Dokumente, wie Untersuchungsergebnisse und Liefer-

scheine. Die Unterlagen müssen mindestens zehn Jahre, teilweise sogar 30 Jahre, aufbewahrt werden.

Weitere Vorgaben für die Produktanwendung von Komposten und flüssigen Gärresten aus Biogutvergärungsanlagen sind:

- maximale Aufbringmenge: 20 Mg TM/ha im Zeitraum von drei Jahren
- Aufbringungsverbot auf Grünlandflächen und mehrschnittigen Feldfutterflächen
- kein Zusammentreffen von Kompost- und/oder Gärrestaufbringungen aus Biogut und Klärschlammaufbringung auf der gleichen Fläche

Die zuletzt aufgeführten Vorgaben haben keinen direkten Einfluss auf den Betrieb der Biogutvergärungsanlage, sind aber beispielsweise die Grundlage für eine (erste) Abschätzung von Verwertungsmöglichkeiten im Umfeld der Biogutvergärungsanlage.

Komposte und Gärprodukte, die der freiwilligen Gütesicherung nach RAL-Standard unterliegen, genießen gewisse Vorteile, wie beispielsweise Befreiungsmöglichkeiten von bestimmten behördlichen Untersuchungspflichten (Bodenuntersuchungen, Gärprodukte) und Nachweispflichten (auf Antrag: Lieferscheinverfahren, Vorlage der Untersuchungsergebnisse).

2.1.4 Abfallverzeichnisverordnung (AVV)

Über die AVV werden Abfälle bezeichnet und nach ihrer Gefährlichkeit eingestuft. Dabei stellt das Europäische Abfallverzeichnis den Bezugsrahmen dar, mit dem eine gemeinsame Terminologie für die gesamte Europäische Gemeinschaft festgelegt wird.

Für den Bau und den Betrieb von Biogutbehandlungsanlagen ist die AVV lediglich von untergeordneter Bedeutung. Die eingesetzten Stoffe müssen mit den entsprechenden Nummern aus der Abfallverzeichnisverordnung bezeichnet werden. Als Einsatzstoffe kommen für Biogutbehandlungsanlage im Regelfall Biogut (AVV-Nr. 20 03 01) und Grüngut (AVV-Nr. 20 02 01) sowie Markt- abfälle (AVV-Nr. 20 03 02) zum Einsatz. Soll auch ein gewisser Anteil an landwirtschaftlichen Abfällen oder gewerblichen Produktionsresten, wie beispielsweise überlagerte Lebensmittel, eingesetzt werden, sind die entsprechenden Abfallschlüsselnummern aus der Obergruppe 02 „Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei“ zu verwenden.

2.2 Immissionsschutzrecht

Für die Genehmigung und den Betrieb der Anlagen besitzen das Immissionsschutzrecht und viele der nachgelagerten Verordnungen große Bedeutung. Grundlage des Immissionsschutzrechts ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und seinen diversen Durchführungsverordnungen (z. B. 4. BImSchV). Zudem gibt es allgemeine Verwaltungsvorschriften, wie die TA Luft und die TA Lärm. Diese gesetzlichen Rahmenbedingungen und der grundsätzliche Aufbau des Genehmigungsverfahrens sind bundesweit einheitlich geregelt. Länderspezifisch sind dagegen die zuständigen Behörden (Landkreis bzw. Städte bis hin zu Regierungsbezirken) sowie die für die Genehmigung erhobenen Gebühren festgesetzt.

2.2.1 Stand der Gesetzgebung

Das Immissionsschutzrecht wurde in jüngerer Vergangenheit, ebenso wie das Abfallrecht, an europäische Standards angepasst. Grundlage war hierfür die europäische Richtlinie zu den Industrie-Emissionen (RL 2010/75/EU, IED – Industrial Emissions Directiv), die 2013 in deutsches Recht umgesetzt wurde. Besonders die damit verbundene Neufassung der 4. BImSchV (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) hat Konsequenzen für die Genehmigung von Neu- aber auch für Bestandsanlagen. Dies wird in Kapitel 2.2.2 ausführlicher beschrieben. Derzeit steht eine Aktualisierung der TA Luft an, die nach Aussagen des Bundesumweltministeriums bis Mitte 2017 erfolgt sein soll. Auch bei der 12. BImSchV, der sogenannten Störfallverordnung, soll eine weitere Anpassung an europäisches Recht erfolgen, da deren Grundlage, die SEVESO-II-Richtlinie zwischenzeitlich ebenfalls überarbeitet wurde. Weitere Verfahren, Vorhaben oder auch Tendenzen zu grundlegenden Änderungen sind nicht bekannt.

2.2.2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)

Ausführlicher Titel des BImSchG ist „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen“. In seinem Grundsatz dient es also dem Schutz der Umwelt vor schädlichen Verunreinigungen aller Art. Davon erfasst sind nicht nur die genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne des BImSchG und der 4. BImSchV, sondern auch alle weiteren Anlagen und Einrichtungen, die durch ihre Emissionen Einfluss auf die Immissionssituation ihrer Umwelt nehmen. So wird über das Immissionsschutzrecht beispielsweise auch auf kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV), Kraftstoffqualitäten (10. BImSchV) und Sportanlagen (18. BImSchV) Einfluss genommen. Das BImSchG ist für die Genehmigung und den darauffolgenden Betrieb von Biogutvergärungsanlagen sehr eng mit der 4. BImSchV verknüpft, sodass diese hier zusammen behandelt werden.

Bestimmte Anlagen weisen ein erhöhtes Emissionspotenzial auf, sodass sie als „genehmigungsbedürftige Anlagen“ einer Genehmigungspflicht unterliegen. Abfallbehandlungsanlagen, und somit auch Biogutvergärungsanlagen, bedürfen bei praxisüblichen Durchsatzkapazitäten einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung¹. Die genehmigungsbedürftigen Anlagen sind abschließend im Anhang 1 der 4. BImSchV aufgeführt – Abfallanlagen sind hierbei immer der übergeordneten Nummer 8 zuzuordnen. Bei Biogutvergärungsanlagen ist die Vergärungsanlage als Hauptanlage einzustufen und je nach täglicher Durchsatzkapazität der Nr. 8.6.2.1 (50 Tonnen oder mehr je Tag) oder der Nr. 8.6.2.2 (10 bis 50 Tonnen je Tag) zuzuordnen.

Mit der täglichen Durchsatzkapazität verbunden ist auch die Verfahrensart, die für die Genehmigung erforderlich wird. Vereinfachend kann gesagt werden, dass je größer die Anlage, desto größer auch das Genehmigungsverfahren. Bis zu einer Durchsatzkapazität von weniger als 50 Tonnen je Tag (Nr. 8.6.2.2) ist ein vereinfachtes Verfahren, hier mit „V“ gekennzeichnet, nach

¹ Bei Bioabfallbehandlungsanlagen (Kompostierung und/oder Vergärung) entfällt die Genehmigungsbedürftigkeit erst bei einer Durchsatzkapazität von weniger als 10 Tonnen am Tag.

§ 19 BImSchG durchzuführen; ab einer Durchsatzkapazität von 50 Tonnen je Tag ein förmliches Verfahren, hier mit „G“ gekennzeichnet, nach § 10 BImSchG durchzuführen.²

Tab. 1: Auszug aus der 4. BImSchV zu den Genehmigungstatbeständen von Biogutvergärungsanlagen

Nr.	Anlagenbeschreibung	Verfahrensart	Anlage gemäß Art. 10 der RL 2010/75/EU
a	b	c	d
8.6	Anlagen zur biologischen Behandlung, soweit nicht durch Nummer 8.5 oder 8.7 erfasst, von		
8.6.2	nicht gefährlichen Abfällen, soweit nicht durch Nummer 8.6.3 erfasst, mit einer Durchsatzkapazität an Einsatzstoffen von		
8.6.2.1	50 Tonnen oder mehr je Tag,	G	E
8.6.2.2	10 Tonnen bis weniger als 50 Tonnen je Tag,	V	

Für die Ermittlung der Durchsatzkapazität wird zunächst die technisch mögliche Kapazität ermittelt, d. h. was die Anlage in 24 Stunden bei maximaler Leistung durchsetzen kann. Dieser Wert kann auf Grundlage der konkreten Verhältnisse an der Anlage (z. B. kapazitätseinschränkende technische Gegebenheiten und Nebeneinrichtungen sowie täglich zulässige Betriebszeiten) an den tatsächlich möglichen Betriebsumfang angepasst werden.

Wesentlicher Unterschied zwischen dem „G“- und dem „V“-Verfahren ist, dass im vereinfachten Verfahren auf eine Beteiligung der Öffentlichkeit verzichtet werden kann, während dies im förmlichen Genehmigungsverfahren über die öffentliche Auslegung von Antrag und Genehmigungsunterlagen elementarer Bestandteil des Verfahrens ist. Damit zusammenhängend ist auch, dass die Verfahrensdauer im vereinfachten Verfahren geringer ist. Nach Vollständigkeit der Unterlagen beträgt der gesetzlich vorgesehene Zeitraum bis zum Abschluss des förmlichen Verfahrens maximal sieben Monate, bis zum Abschluss des vereinfachten Verfahrens maximal drei Monate. Die wesentlichen Verfahrensschritte sind im Folgenden übersichtsartig zusammengestellt.

² Vor der Neufassung der 4. BImSchV im Jahr 2013 wurden die „G“-Verfahren im allgemeinen Sprachgebrauch als „Spalte 1-Verfahren“, die „V“-Verfahren als „Spalte 2-Verfahren“ bezeichnet.

„G“-Verfahren	„V“-Verfahren
<p>1 Antragsberatung zwischen (potenziellem) Antragssteller und zuständiger Genehmigungsbehörde. Die Behörde kann weitere Träger öffentlicher Belange (TöB – z. B. Naturschutz- und Wasserbehörde, Standortgemeinde) zu dieser Beratung hinzuziehen. Es sollte abgestimmt werden, welche Fachgutachten (Geruch, Lärm, Naturschutz, Ausgangszustand) und in wie vielfacher Ausfertigung die Antragsunterlagen benötigt werden.</p>	
<p>2 Erstellung der schriftlichen Antragsunterlagen und der Fachgutachten. Die Fachgutachten können auch nach Antragseingang nachgereicht werden.</p>	
<p>3 Einreichung des Antrags Die Behörde hat nun innerhalb von vier Wochen die Vollständigkeit der Unterlagen zu prüfen. Sind die Unterlagen nicht vollständig, werden diese beim Antragssteller mit angemessener Fristsetzung nachgefordert. Die Prüffrist von vier Wochen beginnt erneut nach Nachreichung der nachgeforderten Unterlagen.</p>	
<p>4 Die Behörde bescheinigt die Vollständigkeit schriftlich.</p>	
<p>5 Öffentliche Bekanntmachung des Vorhabens im amtlichen Veröffentlichungsblatt.</p>	
<p>6a Öffentliche Auslage der Antragsunterlagen zur Einsichtnahme über vier Wochen. Im Regelfall erfolgt die Auslage bei der Genehmigungsbehörde und in der Standortgemeinde.</p>	
<p>6b Die Einsichtnehmer haben die Möglichkeit, (schriftliche) Einwendungen bis zu zwei Wochen nach Ende der Auslagefrist bei der Genehmigungsbehörde einzureichen.</p>	
<p>6c Bei Einwendungen findet ein Erörterungstermin unter Beteiligung der Einwender, der Behörde und der Antragssteller statt.</p>	
<p>7 Gleichzeitig mit der öffentlichen Bekanntmachung erfolgt die Beteiligung anderer Behörden, deren Aufgabenbereich durch das Vorhaben berührt wird. Diese können zu dem Vorhaben Stellung nehmen (Frist: 1 Monat).</p>	<p>Beteiligung anderer Behörden, deren Aufgabenbereich durch das Vorhaben berührt wird. Diese können zu dem Vorhaben Stellung nehmen (Frist: 1 Monat).</p>
<p>8 Entscheidung über den Antrag und zusammenfassende Begründung</p>	
<p>9 Zustellung des Bescheids an den Antragssteller und öffentliche Bekanntmachung</p>	

Mit Neufassung der 4. BImSchV durch die Anpassung an das EU-Recht verbunden ist die Einstufung von (auch bereits bestehenden) Anlagen in besonders überwachungsbedürftige Anlagen gem. Art. 10 der RL 2010/75/EU, sogenannten IED- oder auch E-Anlagen, und in nicht besonders überwachungsbedürftige Anlagen. In den meisten Fällen spiegelt dies in Deutschland auch das geforderte Genehmigungsverfahren wider: Anlagen, die in einem förmlichen Verfahren zu genehmigen sind, werden in den meisten Fällen auch als IED-Anlage eingestuft, wohingegen keine Anlage, die einem vereinfachten Verfahren unterliegt, als IED-Anlage eingestuft wird. Sowohl

große Biogutvergärungsanlagen (> 50 Tonnen Durchsatzkapazität/Tag) als auch Kompostierungsanlagen (> 75 Tonnen Durchsatzkapazität/Tag) sind als IED-Anlagen einzustufen.

Mit der Einstufung als IED-Anlage verbunden ist:

- **Verbindliche Einhaltung der BVT-Schlussfolgerungen**, die den Stand der Technik festlegen. Bestehende Anlagen müssen nun innerhalb von vier Jahren nach dem Erlass einer neuen BVT-Schlussfolgerung an den Stand der Technik angepasst werden.
- **Regelmäßige Umweltinspektionen** der Behörde in Abhängigkeit der Risikoeinstufung der Anlage im ein- bis dreijährigen Rhythmus. Darüber erfolgt ein Bericht, der der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.
- Bei Neugenehmigung oder bei Änderungsgenehmigung muss ein **Ausgangszustandsbericht**, insbesondere über die vorhandene Verschmutzung von Boden und Grundwasser, erstellt werden. Dieser ist im Rahmen des Genehmigungsverfahrens der Behörde vorzulegen. Damit verbunden ist eine Rückführungspflicht in diesen Zustand im Falle einer Anlagenstilllegung.

Sowohl im vereinfachten als auch im förmlichen Genehmigungsverfahren sind Bau und Betrieb der Anlage in ihrer Gesamtheit zu beantragen und zu genehmigen. Für die Beantragung von Biogutvergärungsanlagen bedeutet dies, dass auch die Nebenanlagen mitbeantragt und genehmigt werden müssen. Diese setzen sich im Regelfall aus weiteren, auch für sich genommen, immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie sonstigen Nebenanlagen zusammen. Typische Nebenanlagen einer Biogutvergärungsanlage nach dem Immissionsschutzrecht sind:

- **Kompostierungsanlage**
 - **mit einer Durchsatzkapazität (mehr als 75 Tonnen)**
Nr. 8.5.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV (Verfahrensart G, IED-Anlage)
Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen mit einer Durchsatzkapazität an Einsatzstoffen von 75 Tonnen oder mehr je Tag
 - **mit einer Durchsatzkapazität (10 und < 75 Tonnen je Tag)**
Nr. 8.5.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV (Verfahrensart V, keine IED-Anlage)
Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen mit einer Durchsatzkapazität an Einsatzstoffen von 10 Tonnen bis weniger als 75 Tonnen je Tag
- **BHKW mit einer Feuerungswärmeleistung über 1 MW**
Nr. 1.2.2.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV (Verfahrensart V; keine IED-Anlage)
Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas in einer Verbrennungseinrichtung ..., durch den Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (insbesondere ... Klärgas, Biogas) ... mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW bis weniger als 10 MW bei Verbrennungsmotoranlagen oder Gasturbinenanlagen
- **Gärrestlager für die flüssigen Gärreste**
Nr. 8.13 der 4. BImSchV (Verfahrensart V; keine IED-Anlage)
Anlage zur zeitweiligen Lagerung von nicht gefährlichen Abfällen, soweit es sich um Gülle oder Gärreste handelt, mit einem Fassungsvermögen von 6.500 m³ oder mehr

Hinzu können weitere Anlagen, wie beispielsweise Betriebsgebäude, Heizanlagen (unterhalb der entsprechenden immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsschwellen) oder Waagen, kommen. Die Zusammenstellung des Anlagenbestands ist allerdings im hohen Maße von den standortspezifischen Gegebenheiten abhängig, sodass eine abschließende Zusammenstellung erst nach einer Vorplanung für einen Standort erfolgen kann.

Besteht bereits ein immissionsschutzrechtlich genehmigter Anlagenstandort, beispielsweise eine Kompostierungsanlage, muss für diesen Standort kein „neues“ Genehmigungsverfahren erfolgen. Vielmehr ist hier ein Änderungsgenehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG durchzuführen. Vorteil des Änderungsgenehmigungsverfahrens ist, dass nicht alle benötigten Unterlagen neu angefertigt und eingereicht werden müssen. Zudem ist erfahrungsgemäß eine Änderungsgenehmigung für einen bereits immissionsschutzrechtlich genehmigten Standort leichter zu erlangen.

Das immissionsschutzrechtliche Verfahren entfaltet eine konzentrierende Wirkung – dies bedeutet, dass alle für den Bau und den Betrieb erforderlichen Genehmigungen, mit Ausnahme einiger wasser- und bauplanungsrechtlicher Erlaubnisverfahren, über ein Verfahren beantragt und erteilt werden können. Neben der Baugenehmigung können dies zum Beispiel naturschutzfachliche Genehmigungen sein, zudem wird auch die Vorprüfung zur Umweltverträglichkeit im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Verfahrens durchgeführt werden.

2.2.3 Störfallverordnung (12. BImSchV)

Die 12. BImSchV wird im üblichen Sprachgebrauch als „Störfallverordnung“ bezeichnet. In dieser wird anhand der maximal möglichen Lagerkapazität für Stoffe mit diversen Gefährlichkeitsmerkmalen, wie beispielsweise Kanzerogenität oder Entzündbarkeit, festgelegt, ob die betrachtete Anlage als „Störfallanlage“ einzustufen ist und somit der 12. BImSchV unterliegt.

Biogas ist bei Normaldruck in einem bestimmten Mischungsverhältnis mit Luft bei Umgebungstemperatur entzündlich und muss deswegen mit dem Gefahrenhinweis R 12 versehen werden. Demnach erfolgt die Zuordnung in die Kategorie „hochentzündlich“ nach Anhang 1, Nr. 8 der 12. BImSchV. Somit unterliegen Biogasanlagen mit einer **möglichen** Lagermenge von 10.000 kg oder mehr den Grundpflichten nach §§ 3–8 der 12. BImSchV, Biogasanlagen mit einer möglichen Lagermenge von 50.000 kg oder mehr den erweiterten Pflichten nach §§ 9–12 der 12. BImSchV.

Dabei ist zu beachten, dass hierbei die theoretisch maximale Lagerkapazität für die jeweilige Anlagenkonzeption betrachtet werden muss. So sind beispielsweise alle an das Gassystem angeschlossenen Gärrestlager mit der gesamten Speicherkapazität bei minimal möglichem Füllstand zu betrachten. Liegen keine spezifischen Daten vor, so ist von einem Gewicht von 1,3 kg/m³ Biogas auszugehen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Biogutvergärungsanlagen ab einer möglichen Speicherkapazität von etwa 7.700 m³ in den Regelungsbereich der 12. BImSchV fallen.

In der Genehmigungspraxis unterliegt ein großer Teil der Nass- und Pfropfenstromvergärungsanlagen den Grundpflichten der 12. BImSchV. Vor dem Hintergrund der durch das EEG geforderten flexiblen Fahrweise (s. Kapitel 2.3) sowie einer Erhöhung der Gärrestlagerkapazitäten auf neun Monate (nach Inkrafttreten der AwSV, s. Kapitel 2.5.3) ist davon auszugehen, dass dies für alle Neuanlagen, mit Ausnahme einiger Boxenvergärungsanlagen, gelten wird.

Nach den Grundpflichten der 12. BImSchV sind Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen zu treffen und deren mögliche Auswirkungen zu begrenzen. Dafür müssen die Beschaffenheit und der

Betrieb der Anlage dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Der Betreiber hat vor der Inbetriebnahme der Anlage ein schriftliches Konzept zur Verhinderung von Störfällen auszuarbeiten und im späteren Betrieb umzusetzen. Wichtiger Schwerpunkt bei Biogutvergärungsanlagen sind hierbei die Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden und Explosionen, aber auch die Ausstattung der Anlage und der Mitarbeiter mit ausreichenden Warn- und Sicherheitseinrichtungen.

2.2.4 Allgemeine Verwaltungsvorschriften

Von praktischer Bedeutung sind zudem die Verwaltungsvorschriften, die auf der Grundlage des BImSchG (§ 48) von der Bundesregierung erlassen werden. Zu nennen sind hier die Technischen Anleitungen zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) sowie zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), die Einfluss auf den Bau und den Betrieb von Biogutvergärungsanlagen nehmen.

2.2.4.1 TA Luft

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, kurz TA Luft, ist eine allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG und stammt aus dem Jahr 2002. Derzeit wird die TA Luft überarbeitet. Das Ziel ist die Verabschiedung der novellierten Fassung noch in der laufenden Legislaturperiode bis Mitte 2017.³

Bei der Überarbeitung wurde an der aufgebauten Struktur festgehalten und Anpassungen aufgrund des fortgeschrittenen Stands der Technik sowie geänderter gesetzlicher Rahmenbedingungen (BVT-Schlussfolgerungen, MCPD-Richtlinie, CLP-Verordnung [REACH]) vorgenommen. Grundsätzlich werden über die TA Luft allgemeine und anlagenspezifische Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen festgeschrieben. Dabei ist sowohl die Immissionssituation (Nr. 4 – Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen) als auch die Emissionssituation der Anlage (Nr. 5 – Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen) zu betrachten.

Nach der aktuellen Entwurfsfassung aus September 2016 sind u. a. folgende spezifischen Anforderungen an Biogutvergärungsanlagen (Nr. 5.4.8.6.1 – Anlagen zur Vergärung von Bioabfällen und Anlagen mit anaerober und aerober Betriebseinheit sowie Anlagen, die Bioabfälle in Kofermentation mitverarbeiten) geplant:

1. Ein fester Mindestabstand zwischen Anlage und eingetragener oder bestehender Wohnbebauung wird nicht mehr festgelegt, vielmehr muss dieser selbst über eine Geruchsausbreitungsberechnung ermittelt werden. Hierfür werden die Regelungen der GIRL in Anhang 7 aufgenommen. Der ermittelte Mindestabstand muss zwingend eingehalten werden. Darüber hinaus ist bei Neuanlagen ein Abstand von 100 m zur nächsten zusammenhängenden Wohnbebauung einzuhalten.
2. Forderung einer geschlossenen Betriebsweise der Annahme und Aufbereitung, der Entnahme aus dem Fermenter, der Separierung und der Aerobisierung sowie der Nachrotte bis zum Abschluss der hygienisierenden und biologisch stabilisierenden Behandlung. Dies beinhaltet auch die gasdichte Abdeckung der Gärrestlager.

³ Angabe von Herrn Rainer Remus (Umweltbundesamt) in seinem Vortrag auf dem Kasseler Abfall- und Bioenergieforum 2016

3. Einführung der verpflichtenden Abluftbehandlung über einen Sauren Wäscher und damit zusammenhängend eines Grenzwerts für Ammoniak-Emissionen im Abgas (10 mg/m³).
4. Einführung eines Grenzwertes für die Emissionen an „Organischen Stoffen“ (Gesamt-C) in Abhängigkeit der Behandlungskapazität (< 50 Mg/Tag: 0,4 g/m³; > 50 Mg/Tag: 0,2 g/m³). Bei Anlagen mit einer Behandlungskapazität > 50 Mg/Tag sind die Emissionen an Organischen Stoffen kontinuierlich zu messen.

Da zum aktuellen Zeitpunkt die überarbeitete Version der TA Luft noch nicht als offiziell veröffentlichter Referentenentwurf vorliegt, ist derzeit noch nicht klar, inwieweit die aufgeführten (vorgesehenen) Änderungen auch Bestand haben werden.

2.2.4.2 TA Lärm

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, kurz TA Lärm, ist eine allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG und stammt aus dem Jahr 1998. Über die TA Lärm werden der Schutz und die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche geregelt.

Hierfür sind in der TA Lärm für Industrie-, Gewerbe-, Dorf-, Wohn- und Kurgebiete, teilweise mit Unterscheidung zwischen Tag- und Nachtwerten, Immissionsrichtwerte festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Dabei erfolgt nicht die Beurteilung der Anlagenemissionen, beispielsweise von der Biogutvergärungsanlage, sondern die Beurteilung der Immissionen an den relevanten Immissionsorten. Für den Betrieb von Biogutvergärungsanlagen bedeutet dies, dass ggf. im Vorfeld eine Betrachtung und Beurteilung der Lärmemissionen erfolgen muss. Wird prognostiziert, dass durch den Anlagenbetrieb die entsprechenden Immissionsrichtwerte umliegender Gebiete überschritten werden würden, ist die Anlagenkonzeption, beispielsweise durch Kapselung lärmzeugender Anlagenaggregate, anzupassen bzw. vom Bau der Anlage abzusehen. In der Praxis weisen Biogutvergärungsanlagen, schon aufgrund der Regelungen der TA Luft, einen ausreichenden Abstand zu umliegenden Beurteilungsgebieten auf, sodass die Bestimmungen in der TA Lärm im Regelfall erfüllt werden.

2.3 Energierecht (EEG 2017)

Für die Wirtschaftlichkeit einer Biogutvergärungsanlage ist neben den Kapital- und Betriebskosten auch die Erlössituation, insbesondere für den eingespeisten Strom, der über das EEG geregelt wird, entscheidend. Den Rahmen für das Energierecht gibt das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) vor. Für den Bereich der Erneuerbaren Energien werden spezifischen Vorschriften und Regelungen über das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Kurztitel Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) getroffen.

Dieses stammt aus dem Jahr 2000 und wurde seither mehrfach novelliert. Am 8. Juli 2016 wurde das EEG 2017 vom Bundestag mit Zustimmung des Bundesrates verabschiedet. Das EEG 2017 wird am 1. Januar 2017 in Kraft treten. Die wesentlichen Auswirkungen auf die Vergütung von Biogutvergärungsanlagen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

Nach dem EEG 2017 ist erstmals vorgesehen, dass sich auch Biogutvergärungsanlagen zukünftig am Ausschreibungsverfahren beteiligen müssen. Das Verfahren wird für alle Anlagen, in denen

Strom aus Biomasse, unabhängig von deren Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) erzeugt wird, gemeinsam durchgeführt. Ausnahmen von der Beteiligung am Ausschreibungsverfahren bestehen für „kleine“ Anlagen (installierte Leistung: < 150 kW), wie beispielsweise Güllekleinanlagen, die weiterhin einen festen Vergütungssatz erhalten.

Über das Ausschreibungsverfahren sollen Anlagenkapazitäten in Höhe des Ausschreibungsvolumens, das notwendig ist, um den geplante Ausbaupfad (§ 4) zu erfüllen, vergeben werden. Das Ausschreibungsvolumen setzt sich aus dem geplante Ausbaupfad (150 MW in 2017–2019; 200 MW 2020–2022, jeweils installierte Leistung) abzüglich der installierten, ausschreibungsfreien Anlagenleistung (< 150 kW) aus dem vergangenen Kalenderjahr zusammen. Die weiteren allgemeinen Ausschreibungsbedingungen werden in den §§ 28–35a, spezifische Bestimmungen für Biomasseanlagen in den §§ 39–39h im EEG 2017 geregelt.

Wichtige Eckpunkte für die Teilnahme am Ausschreibungsverfahren und die nachfolgende Vergütung von Biogutvergärungsanlagen sind:

1. Die ausschreibende Stelle ist die Bundesnetzagentur. Diese veröffentlicht die Ausschreibungsbedingungen mind. fünf Wochen vor dem Ausschreibungstermin, nimmt die Gebote entgegen und wertet diese aus.
2. Ausschreibungstermin für Biomasseanlagen ist einmal jährlich jeweils am 1. September. Dieser Termin ist bei der Genehmigungsplanung zu berücksichtigen.
3. Der Höchstwert der Gebote für neue Biomasseanlagen liegt bei 14,88 Cent/kWh im Jahr 2017. Dieser Wert ist mit einer jährlichen Degression in Höhe von 1 % versehen. Der zugeschlagene Preis gilt im Anschluss für diese Anlage als festgelegter anzulegender Wert und ist für die nächsten 20 Jahre festgeschrieben. Der anzulegende Wert setzt sich weiterhin aus dem Vermarktungspreis für den Strom sowie der Marktprämie zusammen.
4. Biomasseanlagen werden im sogenannten „späten Verfahren“ ausgeschrieben. Dies bedeutet, dass zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe die Anlagen bereits immissionsschutzrechtlich genehmigt sein müssen, aber noch nicht in Betrieb genommen worden sein dürfen.
5. Der Zuschlag erlischt 24 Monate nach der öffentlichen Bekanntgabe des Zuschlags, wenn die Anlage bis zu diesem Zeitpunkt nicht in Betrieb genommen wurde.
6. Für jedes Gebot muss, in Abhängigkeit der angebotenen Leistung, eine Sicherheit hinterlegt werden. Diese beträgt 60 € je kW installierter Leistung.

2.4 Düngerecht

Für die Verwertung der erzeugten Gärprodukte Kompost und flüssige Gärreste gewinnt neben dem Abfallrecht zunehmend das Düngerecht an Bedeutung. Das Düngerecht ist über das Düngegesetz (DüngG) sowie diverse untergeordnete Verordnungen geregelt. Für die landwirtschaftliche Verwertung der Biogutbehandlungsprodukte sind die Düngeverordnung (DüV) und die Düngemittelverordnung (DüMV) von entscheidender Bedeutung.

Im Allgemeinen werden über das Düngerecht die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln, aber auch Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, geregelt. Der überwiegende Anteil der Nebenprodukte aus Biogutbehandlungsanlagen ist

aufgrund seiner Nährstoffkonzentration als Düngemittel einzustufen. Aus diesem Grund wird im weiteren Text vereinfachend von Düngemitteln gesprochen.

2.4.1 Stand der Gesetzgebung

Sämtliche für die Verwertung der erzeugten Produkte aus Biogutvergärungsanlagen relevanten Gesetze und Verordnungen befinden sich derzeit im Novellierungsverfahren (DüngG, DüV) bzw. wurden kürzlich novelliert (DüMV), sodass auf diesen Rechtsbereich aktuell großes Augenmerk gelegt wird. Besonders im Fokus steht hierbei die DüV (Entwurf vom 16.12.2015), weil durch die Novelle zum einen die Anforderungen an die Landwirtschaft bei der Düngung mit organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln deutlich verschärft werden, sodass diese massiv in der Kritik von Landwirten und landwirtschaftlichen Verbänden steht, und zum anderen die EU-Kommission am 28. April 2016 ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingeleitet hat, weil die strengeren Maßnahmen gegen Gewässerverunreinigung noch nicht durchgesetzt wurden.

Weil für die Novelle der DüV eine Änderung des DüngG erforderlich ist, wird auch dieses derzeit angepasst und soll gemeinsam mit der DüV noch in diesem Jahr in Kraft treten.

2.4.2 Düngegesetz (DüngG)

Das DüngG regelt die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln. Zweck des Gesetzes nach § 1 desselben ist es,

1. die Ernährung der Nutzpflanzen sicherzustellen,
2. die Fruchtbarkeit des Bodens, insbesondere den standort- und nutzungstypischen Humusgehalt, zu erhalten oder nachhaltig zu verbessern,
3. Gefahren für die Gesundheit von Menschen und Tieren sowie für den Naturhaushalt vorzubeugen oder abzuwenden, die durch das Herstellen, Inverkehrbringen oder die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Pflanzenhilfsmitteln sowie Kultursubstraten oder durch andere Maßnahmen des Düngens entstehen können,
4. Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft oder der Europäischen Union, die Sachbereiche dieses Gesetzes, insbesondere über den Verkehr mit oder die Anwendung von Düngemitteln betreffen, umzusetzen oder durchzuführen.

Das DüngG hat keine unmittelbare Auswirkung auf die Konzeption und den Betrieb von Biogutbehandlungsanlagen. Vielmehr sind hier die untergeordneten Verordnungen DüMV (Kapitel 2.4.3) und DüV (Kapitel 2.4.4) von Bedeutung.

2.4.3 Düngemittelverordnung (DüMV)

Mit der DüMV werden Qualitäts- und Kennzeichnungsanforderungen für Düngemittel geregelt. Die DüMV wurde letztmalig 2015 mit Auswirkungen auf Biogutvergärungsanlagen geändert.

Von Bedeutung für die Verwertung der erzeugten Komposte und Produkte sind die Regelungen zu den erlaubten Mengen an enthaltenen Fremdstoffen. Nach der geänderten Fassung gilt, dass nicht abgebaute flächige Kunststoffe, wie Folien oder Plastiktüten, maximal in einer Höhe von 0,1 Gew.-% TM und alle anderen Fremdstoffe, wie Papier, Karton, Glas, Metalle und plastisch nicht verformbare Kunststoffe, maximal in einer Höhe von 0,4 Gew.-% TM im fertigen Produkt enthalten sein dürfen. Zuvor galt hier ein gemeinsamer Grenzwert für alle Fraktionen in einer Höhe von 0,5 Gew.-% TM. Aufgrund einer Übergangsbestimmung dürfen Düngemittel, die den bisherigen Grenzwert (0,5 Gew.-% TM), aber nicht die neuen Grenzwerte einhalten, noch bis zum 31.12.2016 in Verkehr gebracht werden. An dieser Stelle relevant ist auch, dass RAL-gütesicherte Komposte und Gärprodukte diese neuen Grenzwerte der DüMV bisher schon forderten und zusätzlich zum Fremdstoffgehalt auch Anforderungen zum Verunreinigungsgrad, ermittelt über die Flächen-summe, erfüllen müssen. Hierbei liegt der Grenzwert aktuell bei 25 cm²/l Prüfsubstrat. Dieser Wert soll für gütesicherte Produkte bis zum 30.06.2018 auf den Grenzwert 15 cm²/l Prüfsubstrat abgesenkt werden.

2.4.4 Düngeverordnung (DüV)

Die DüV regelt für landwirtschaftlich genutzte Flächen zum einen die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln u. Ä. und zum anderen die Verminderung stofflicher Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln u. Ä. Letzteres ist derzeit vor allem im Hinblick auf den Nitrateintrag ins Grundwasser relevant, da Deutschland die Ziele der EG-Nitratrichtlinie (< 50 mg Nitrat/l Grundwasser) derzeit nicht erfüllt und aufgrund dessen die Klage beim Europäischen Gerichtshof durch die EU eingereicht wurde. Insbesondere die DüV hat großen Einfluss auf die landwirtschaftliche Verwertung der erzeugten Gärprodukte (vergleiche hierzu auch Kapitel 4).

In der aktuell vorliegenden Fassung ist eine Obergrenze für die Stickstoffzufuhr (N-Zufuhr) aus organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln vorgesehen. Demnach dürfen, gesamtbetrieblich betrachtet, nicht mehr als 170 kg N/ha und Jahr aus organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln gedüngt werden. Es ist allerdings zu beachten, dass dies keineswegs für die Einzelfläche gilt; dieser darf bei Bedarf weiterhin eine höhere N-Menge über organische oder organisch-mineralische Düngemittel zugeführt werden, wenn zugleich einer anderen Fläche weniger N aus diesen Düngemitteln zugeführt wird. Vielmehr soll über diesen Wert eine weitgehend flächenbasierte Tierhaltung angestrebt werden. Die Düngestrategie für einzelne Kulturen und Schläge sowie der Einsatz von Mineraldüngern sind von diesen Grenzwerten nicht betroffen. Für den Einsatz von Kompost und Gärprodukten ist dies insofern von Bedeutung, dass sie mit ihren jeweiligen Gesamt-Stickstoffgehalten und nicht mit den verfügbaren Stickstoffgehalten auf den gesamten zulässigen Wert angerechnet werden.

Zudem soll auch eine Obergrenze für die Phosphat-Düngung (P₂O₅) eingeführt werden: Die Phosphat-Düngung soll nach der Phosphat-Versorgung der Böden ausgerichtet werden. Bei gut mit Phosphat versorgten Böden⁴ dürfen phosphathaltige Düngemittel maximal bis in Höhe der Nährstoffabfuhr aufgebracht werden, bei sehr gut versorgten Böden ab 2018 sogar nur bis zu 75 % der Nährstoffabfuhr und ab 2020 bis 50 % der Nährstoffabfuhr.

⁴ Die Phosphatversorgung des Bodens kann mit verschiedenen Methoden bestimmt werden. Die zugelassenen Methoden inkl. der dazugehörigen Grenzwerte sind in § 3 Abs. 7 des Entwurfs der Düngeverordnung aus Dezember 2014 aufgeführt.

Neben einer Begrenzung der N- und P₂O₅-Zufuhr werden in dem Entwurf der Düngeverordnung weitere Punkte geregelt, die Auswirkungen für die Kompost- und Gärrestverwertung in der Landwirtschaft haben. Zum einen sollen die erlaubten Ausbringzeiten für Düngemittel wesentlich verkürzt werden, zum anderen soll die Ausbringung von u. a. Komposten auf gefrorenem Boden eingeschränkt werden.

In der aktuellen DüV ist eine **Sperrfrist** für die Ausbringung von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln mit einem wesentlichen Gehalt an verfügbarem Stickstoff⁵ vom 1. November bis zum 31. Januar festgelegt. Künftig soll diese bereits ab der Ernte der letzten Hauptfrucht (d. h. ab ca. Ende August) bis 31. Januar gelten. Davon abweichend ist für Festmist, Kompost und feste Gärprodukte eine verkürzte Sperrfrist vom 15. November bis 31. Januar vorgesehen. Bislang waren diese Stoffgruppen überhaupt nicht durch Sperrfristen eingeschränkt. Künftig soll als Beurteilungsgröße der Anteil des verfügbaren Stickstoffs wegfallen. Dies ist insofern problematisch, als das viele Komposte mehr als 1,5 % N-gesamt enthalten, die Verfügbarkeit im Regelfall aber deutlich weniger als 10 % beträgt.

Nach einem vorherigen Entwurf zu der Novelle der DüV war die Aufbringung von Düngemitteln mit wesentlichen Gehalten an Stickstoff (> 1,5 % TM) oder Phosphat (> 0,5 % P₂O₅) auf **gefrorenem Boden** verboten. Hier wird nach aktuellem Entwurfsstand für die Stoffgruppen Kompost, Festmist (von Huf- und Klautentieren) und feste Gärrückstände die alte Regelung beibehalten, dass diese auch auf gefrorenem Boden aufgebracht werden dürfen.

2.5 Wasserrecht

Das Wasserrecht besteht aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), in dem die grundlegenden Bestimmungen über die Gewässerbewirtschaftung festgelegt werden, sowie diversen nachgelagerten Verordnungen. Für die Biogutvergärung sind vor allem die wahrscheinlich demnächst verkündete Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bzw. die derzeit gültigen bundeslandspezifischen Anlagenverordnungen von großer Bedeutung. Der Regelungsbe- reich zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird dargestellt.

Neben dem (zumindest zukünftigen) bundeseinheitlichen Recht können sich auch regionale wasserrechtliche Beschränkungen auswirken, beispielweise über Verordnungen zu Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebieten.

2.5.1 Stand der Gesetzgebung

Das Wasserrecht war lange Zeit föderalistisch aufgebaut, seit 2006 liegen die Gesetzgebungsbefugnisse beim Bund. Dieser hat durch die Neuauflage des Wasserhaushaltsgesetzes in 2009 die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen.

Eine zugehörige Verordnung regelt den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Anlagen. Dieser ist derzeit noch länderspezifisch geregelt, d. h. alle Bundesländer haben ihre jeweilige

⁵ Ein wesentlicher Gehalt an verfügbarem Stickstoff bedeutet, dass das organische oder organisch-mineralische Düngemittel mehr als 1,5 % N-Gesamt **und** mehr als 10 % N-verfügbar enthalten muss. Festmist, Kompost und feste Gärrückstände sind hiervon im Regelfall nicht betroffen.

„Verordnungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ erlassen. Dieser föderalistisch geprägte Ordnungsbestand soll bereits seit Längerem durch eine bundeseinheitliche Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, kurz AwSV, abgelöst werden. Die AwSV liegt derzeit in einer Beschlussfassung des Bundestags von Mai 2014 vor. Aufgrund von Unstimmigkeiten, besonders zu der Einstufung von landwirtschaftlichen Anlagen, kam es bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zu einer Verabschiedung. Es wird damit gerechnet, dass diese gemeinsam mit der Novelle der DüV erfolgen könnte.

2.5.2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Ziel des WHG ist nach § 1 desselbigen der Schutz der Gewässer als Bestandteile des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage für Menschen und als Lebensraum für Tiere sowie als nutzbares Gut durch eine nachhaltige Bewirtschaftung. Gewässer im Sinne des WHG sind oberirdische Gewässer, Küstengewässer und das Grundwasser.

Ein Teil dieses Schutzes beinhaltet auch den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, der in Abschnitt 3 (§§ 62) konkretisiert wird. Gärsubstrat und -reste aus Biogutvergärungsanlagen sind als wassergefährdende Stoffe anzusehen – somit sind Biogutvergärungsanlagen sowohl in HBV-Anlagen, also Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe, als auch in LAU-Anlagen, also Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe, einzuteilen. Als HBV-Anlage gilt beispielsweise der Fermenter, während die Gärrestlager LAU-Anlagen sind.

Für Anlagen zum Herstellen, Behandeln, Verwenden, Lagern und Abfüllen ist **der Besorgnisgrundsatz** anzuwenden. Diese Anlagen müssen so beschaffen sein und so errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern **nicht zu besorgen** ist. Dies beinhaltet auch, dass alle Anlagen, in Abhängigkeit der Wassergefährdungsklasse und des Volumens, vor Inbetriebnahme einer Eignungsfeststellung sowie danach in regelmäßigen Abständen einer Überprüfung durch einen zugelassenen Sachverständigen unterzogen werden müssen.

2.5.3 Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

Eine Ablösung der VAwS der Bundesländer durch die AwSV erfolgt aller Wahrscheinlichkeit nach in naher Zukunft, sodass in diesem Abschnitt lediglich auf die AwSV sowie die Neuregelungen durch die selbige eingegangen wird.

Sowohl Gärsubstrate und Gärreste als auch ggf. weitere eingesetzte Stoffe, wie Diesel, Schwefelsäure o. Ä., sind wassergefährdend im Sinne der AwSV und unterliegen demzufolge ihren Regelungen. Die Einstufung in die entsprechende Wassergefährdungsklasse kann bei den standardisierten Stoffen, wie Diesel oder Schwefelsäure, aus dem entsprechenden Sicherheitsdatenblatt oder aus der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum WHG über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (VwVwS) entnommen werden. Bei den Gärsubstraten und -resten ist eine individuelle Beurteilung mithilfe verschiedener Faktoren, wie Substratmix, Aggregatzustand und/oder Rottegrad, notwendig.

Anhand der Wassergefährdungsklassen und der Volumina können mithilfe der Tab. 2 die jeweiligen Gefährdungsstufen ermittelt werden. Dabei sind für Biogutvergärungsanlagen das maßgebende Volumen die Einzelvolumina der verschiedenen Anlagen, also beispielsweise Fermenter, Nachgärbehälter und Gärrestlager. Aufgrund des hohen Volumens, das in den meisten Fällen über 1.000 m³ bzw. 1.000 Tonnen liegen dürfte, ist davon auszugehen, dass die meisten Biogutvergärungsanlagen in die Gefährdungsstufe D einzuteilen sind.

Tab. 2: Ermittlung der Gefährdungsstufen nach der AwSV

Ermittlung der Gefährdungsstufen	Wassergefährdungsklasse (WGK)		
	1	2	3
Volumen in Kubikmetern oder Masse in Tonnen			
≤ 0,22 oder 0,2	Stufe A	Stufe A	Stufe A
> 0,22 oder 0,2 ≤ 1	Stufe A	Stufe A	Stufe B
> 1 ≤ 10	Stufe A	Stufe B	Stufe C
> 10 ≤ 100	Stufe A	Stufe C	Stufe D
> 100 ≤ 1 000	Stufe B	Stufe D	Stufe D
> 1 000	Stufe C	Stufe D	Stufe D

Aus der Gefährdungsstufe und den allgemeinen Anforderungen ergeben sich die folgenden Auflagen, die bei dem Bau und dem Betrieb von Biogutvergärungsanlagen zu berücksichtigen sind:

1. Errichtung

- a. **Abfüll- und Lagerplätze** für Biogut (wassergefährdender fester Stoff) sowie ggf. andere wassergefährdende Einsatzstoffe müssen flüssigkeitsdicht und beständig befestigt sein. In den meisten Fällen auch niederschlagsgeschützt.
- b. Behälter, in denen mit flüssigen wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, also beispielsweise Fermenter, Nachgärbehälter und Gärrestlager, müssen dicht, standsicher und korrosionsbeständig sein.
- c. Rohrleitungen sind möglichst oberirdisch zu verlegen. Ansonsten sind anderweitige Schutzmaßnahmen (Doppelwandigkeit o. Ä.) zu treffen.
- d. Behälter, in denen mit flüssigen wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, sind so auszustatten, dass Leckagen sicher und zuverlässig erkannt werden können. Bei oberirdischen Behältern, deren Boden nicht einsehbar ist, wie beispielsweise Fermenter oder Gärrestlager, muss eine Leckageerkennung für den Boden eingerichtet sein. Im Regelfall wird hierfür ein Leckagedrän in Verbindung mit Kontrollschächten verwendet.

2. Fachbetriebspflicht

Die Errichtung, Instandhaltung und -setzung sowie Reinigung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist von einem anerkannten Fachbetrieb nach WHG durchzuführen.

3. Prüfpflicht

Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind vor der Inbetriebnahme und

danach in regelmäßigen Abständen, in den meisten Fällen alle fünf Jahre, durch einen zugelassenen Sachverständigen zu prüfen.

4. **Sickerwässer und verunreinigtes Regenwasser** sind ordnungsgemäß zu entsorgen, beispielsweise über die Nutzung als Prozesswasser in der Vergärung oder durch eine Einleitung in das öffentliche Abwassersystem mit Zuführung zu einer Kläranlage.

Die vorgestellten Regelungen sind in dieser Form bereits in den meisten länderspezifischen Verordnungen bzw. in deren Durchführungshandbüchern enthalten, sodass hier für die meisten Anlagen keine Änderungen erfolgen. Über die AwSV neu geregelt werden die folgenden Punkte mit Auswirkungen auf den Bau und den Betrieb, auch bereits bestehender, Biogutvergärungsanlagen.

1. **Gärrestlagerkapazität** (§ 23) und Nachrüstungspflicht (§ 68, Abs. 11)

Für Anlagen ohne ausreichend eigene Flächen sind die Gärrestlager so auszulegen, dass eine Lagerdauer über mindestens neun Monate möglich ist. Diese Anforderung müssen auch Bestandsanlagen mit einer Frist von fünf Jahren nach Inkrafttreten der Verordnung erfüllen.

2. **Umwallung** (§ 37) und Nachrüstungspflicht (§ 68)

Anlagen sind mit einer Umwallung zu versehen, die das Volumen zurückhalten kann, das bei Betriebsstörungen bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen freigesetzt werden kann, mindestens aber das Volumen des größten Behälters. Diese Anforderung müssen auch Bestandsanlagen mit einer Frist von fünf Jahren nach Inkrafttreten der Verordnung erfüllen.

3 Beschreibung des Planungsraums

Die sechs Gebietskörperschaften liegen im Norden des Landes Baden-Württemberg und sind dem Regierungsbezirk Stuttgart bzw. der Neckar-Odenwald-Kreis dem Regierungsbezirk Karlsruhe zugehörig. Eine kartografische Darstellung zeigt Abb. 2. Die Region Heilbronn-Franken grenzt im Westen an die kurpfälzische Region Heidelberg/Rhein-Neckar-Kreis, im Norden an hessische und im Osten an bayerische Gebietskörperschaften an. Südlich schließen sich der Landkreis Ludwigsburg, der Rems-Murr-Kreis und der Ostalbkreis an. Im südlichen Teil des Planungsraums verläuft die A 6 in West-Ost-Ausrichtung. Die A 81 quert den Planungsraum von südwestlicher nach nord-östlicher Richtung (Abb. 2).



Abb. 2: Kartografische Darstellung des Planungsraums

Die Bevölkerungszahl in der Region beträgt seit Jahren stabil etwas über 1 Mio. Einwohner (Tab. 3). Bei einer Gesamtfläche von etwa 5.891 km² liegt die Bevölkerungsdichte bei 174 Einwohner/km², bei deutlichen regionalen Unterschieden (Tab. 4).

Tab. 3: Bevölkerungsentwicklung (ab 2012: Grundlage Zensus 2011)

Entwicklung der Bevölkerung ¹⁾						
	31.12.2010	31.12.2011	31.12.2012	31.12.2013	31.12.2014	30.06.2015
Stadt Heilbronn	122.879	124.257	117.531	118.122	119.841	120.919
Landkreis Heilbronn	328.364	328.731	324.543	326.035	329.250	331.484
Hohelohekreis	108.913	108.832	107.498	107.866	108.816	109.538
Main-Tauber-Kreis	133.351	132.993	129.842	129.857	130.299	130.589
Neckar-Odenwald-Kreis	147.006	146.158	141.847	141.584	141.651	141.995
Landkreis Schwäbisch Hall	188.420	188.449	186.928	187.682	188.974	190.250
Planungsraum	1.028.933	1.029.420	1.008.189	1.011.146	1.018.831	1.024.775

1) ab 2012 Basis Zensus 2011; Quelle: Statistische Berichte; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Tab. 4: Strukturspezifische Kenndaten für den Planungsraum

Strukturdaten ¹⁾			
	Bevölkerung (30.06.2015)	Gesamtfläche (Stand 2014) [km²]	Siedlungsdichte [Ew/km²]
Stadt Heilbronn	120.919	100	1.211
Landkreis Heilbronn	331.484	1.100	301
Hohelohekreis	109.538	777	141
Main-Tauber-Kreis	130.589	1.484	88
Neckar-Odenwald-Kreis	141.995	1.304	109
Landkreis Schwäbisch Hall	190.250	1.126	169
Planungsraum	1.024.775	5.891	174

1) Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Besiedlungsschwerpunkte sind Stadt und Landkreis Heilbronn (vergleiche Abb. 3). Die übrigen vier Kreise sind sehr ländlich strukturiert, was sich an den Bevölkerungsdichten zwischen 88 Ew/km² und 169 Ew/km² erkennen lässt. Neben umfangreichen Waldgebieten (Spitzenwert Landkreis Schwäbisch Hall: 42 % der Kreisfläche) dominiert hier die landwirtschaftliche Flächennutzung (zwischen 46 % der Kreisfläche im Landkreis Schwäbisch Hall und 58 % im Neckar-Odenwald-Kreis). Die Verteilung der Flächennutzung im gesamten Planungsraum zeigt Abb. 4.

Von den 3.184 km² landwirtschaftlicher Flächen sind derzeit rund 2.850 km² als landwirtschaftliche Nutzflächen (vergleiche Kap. 4) definiert.

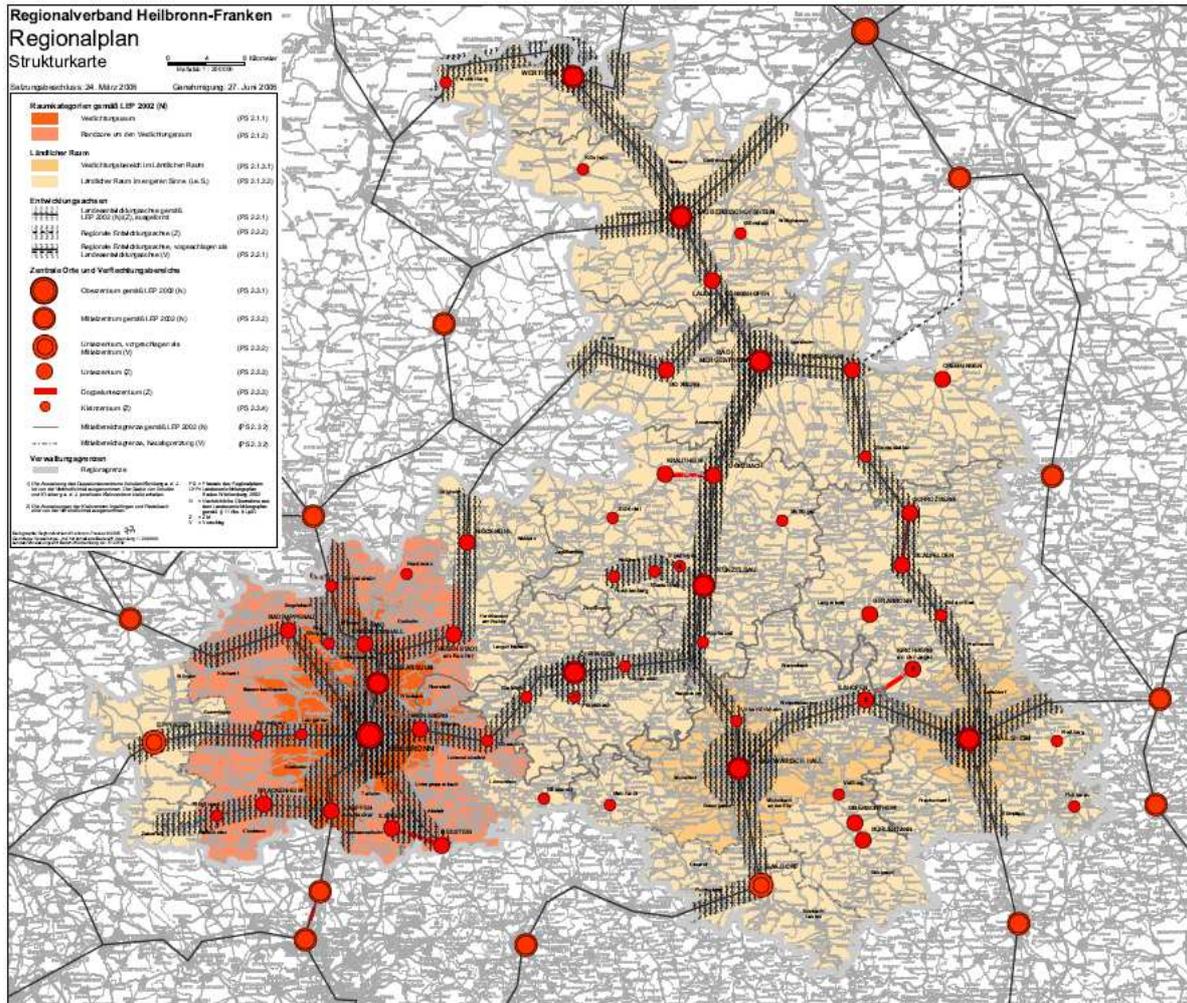


Abb. 3: Strukturkarte der Region (Quelle: Regionalverband Heilbronn-Franken)

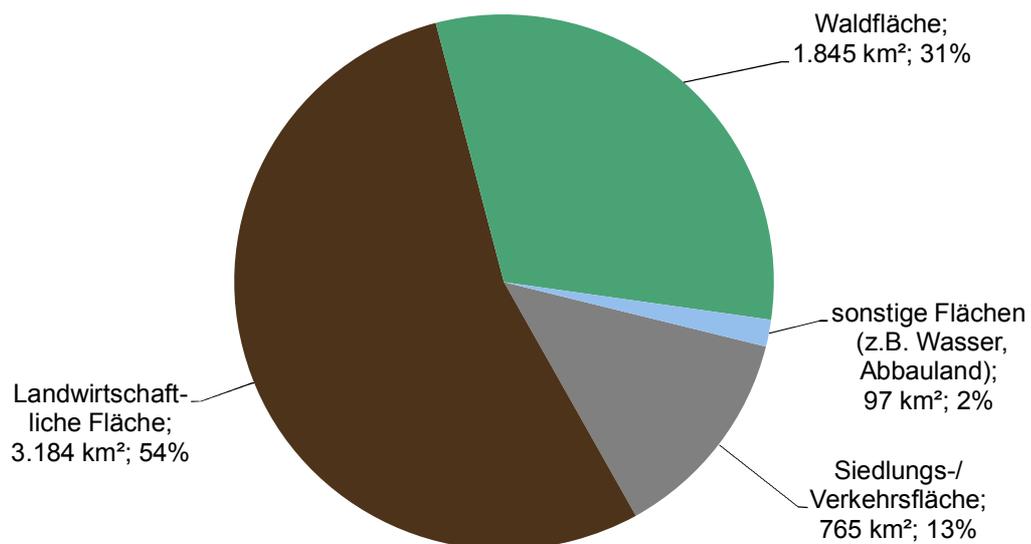


Abb. 4: Flächennutzung im Planungsraum 2014 (Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg)

4 Agrarstruktur und Ausgangssituation für die Produktvermarktung

Bei der Wahl des für den Standort geeignetsten Vergärungsverfahrens stellt vor allem die Frage nach den regionalen Verwertungsmöglichkeiten der anfallenden Produkte Kompost und gegebenenfalls flüssige Gärreste ein wesentliches Kriterium dar. Art und Menge der anfallenden Gärreste sind vom gewählten Behandlungsverfahren abhängig.

So fallen bei Boxenvergärungsverfahren im Wesentlichen feste Gärreste an, die nach einer Intensiv- und Nachrotte als Kompost abgegeben werden können, sowie in Abhängigkeit des Anlagenkonzepts geringere Mengen flüssiger Gärreste (Perkolat). Bei Pfropfenstromverfahren erfolgt üblicherweise nach der Vergärung eine Abpressung des Gärrests und dadurch eine Auftrennung in feste und flüssige Bestandteile (Gärreste). Während die festen Gärreste nach der Nachrotte ebenfalls als Kompost abgegeben werden, werden die flüssigen Gärreste als organischer Flüssigdünger verwertet.

Im Regelfall werden ein großer Anteil der erzeugten Komposte sowie die gesamte Menge der flüssigen Gärreste aus dem Pfropfenstromverfahren ackerbaulich verwertet. Andere Absatzmöglichkeiten für den erzeugten Kompost sind beispielsweise die Abgabe an Erdenwerke zur weiteren Aufbereitung oder als Fertigkompost an Gewerbebetriebe und Privatpersonen. Während für Komposte wegen ihres höheren TS-Gehaltes eine gewisse Transportwürdigkeit besteht, stellt sich dies für flüssige Gärreste anders dar. Hier kommt im Regelfall nur eine Abgabe des Flüssigdüngers zur ackerbaulichen Nutzung innerhalb eines begrenzten Umkreises um den Anlagenstandort in Frage.

Demzufolge sollte vor der Wahl des Vergärungsverfahrens die Verwertbarkeit der flüssigen Gärreste im Anlagenumfeld abgeschätzt werden. Dafür ist vor allem relevant, ob der Einsatz flüssiger Gärreste auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen im Umkreis der Anlage möglich ist. So dürfen Gärprodukte, die bei der Behandlung von Biogut entstanden sind, nicht auf Grünland- und Sonderkulturflächen ausgebracht werden. In Regionen mit hohen Grünlandanteilen (z. B. in einigen Mittelgebirgs- und Küstenregionen) oder in Regionen mit einem hohen Sonderkulturanteil (z. B. Weinbauregionen) gestaltet sich der Absatz von flüssigen Gärresten demzufolge schwierig. Auch in Regionen mit einer hohen Veredlungsdichte (z. B. Schweine- und Geflügelmast) und den damit zusammenhängenden hohen Anfallmengen an Wirtschaftsdüngern (Gülle, Festmist) ist eine landwirtschaftliche Nutzung der flüssigen Gärreste erschwert.

Das Untersuchungsgebiet ist von verschiedenen landwirtschaftlichen Strukturen und Schwerpunkten geprägt. Die gesamte Region weist rund 285.000 ha landwirtschaftliche Nutzflächen auf, die über drei Viertel ackerbaulich genutzt werden. Regional hat der Weinbau in den Steillagen der Flüsse Neckar, Sulm und Tauber Bedeutung. So weist die Region Heilbronn-Franken mit etwa 8.300 ha die zweitgrößte Weinanbaufläche in Baden-Württemberg auf, insbesondere in Stadt und Landkreis Heilbronn sowie im Hohenlohekreis befinden sich größere Weinanbauflächen. Der Viehbesatz in der Region ist vergleichsweise gering. Lediglich in den östlichen Kreisen Hohenlohe (0,9 GV/ha) und Schwäbisch Hall (1,3 GV/ha) sind größere Viehkonzentrationen zu verzeichnen. Der Schwerpunkt liegt hierbei in Schweinezucht und -mast. Im Landkreis Schwäbisch Hall ist zudem auch die höchste Biogasanlagendichte der Region mit 58 Biogasanlagen (0,23 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche) zu verzeichnen. Eine stichpunktartige Übersicht der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen gibt Tab. 5.

Tab. 5: Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen der Gärrestverwertung in der Untersuchungsregion

Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen	
Stadt Heilbronn	<ul style="list-style-type: none"> • 4.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit den Schwerpunkten Ackerbau (77 %) und Weinbau (17 %) • Tierhaltung: 0,1 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche • Keine Biogasanlagen
Landkreis Heilbronn	<ul style="list-style-type: none"> • 50.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit den Schwerpunkten Ackerbau (76 %) und Weinbau (12 %) • Wenig Tierhaltung (0,3 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche) • 11 Biogasanlagen (0,15 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche)
Hohenlohekreis	<ul style="list-style-type: none"> • 41.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit dem Schwerpunkt Ackerbau (75 %) und regional bedeutsamen Weinbauflächen (4 %) • Tierhaltung: 0,9 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (Schwerpunkt Schweine) • 19 Biogasanlagen (0,16 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche)
Main-Tauber-Kreis	<ul style="list-style-type: none"> • 68.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit dem Schwerpunkt Ackerbau (fast 90 %) • Tierhaltung: 0,4 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche • 16 Biogasanlagen (0,09 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche)
Neckar-Odenwald-Kreis	<ul style="list-style-type: none"> • 46.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit dem Schwerpunkt Ackerbau (76 %) • Tierhaltung: 0,5 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche • 13 Biogasanlagen (0,12 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche)
Landkreis Schwäbisch Hall	<ul style="list-style-type: none"> • 76.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche mit regionalen Schwerpunkten im Ackerbau (66 %) und Grünland (33 %) • Tierhaltung: 1,3 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche mit den Schwerpunkten Schweinezucht und -mast • 58 Biogasanlagen mit einer mittleren Leistung von 300 kW_{el} (spezifisch 0,23 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche)

Zur vergleichenden Einordnung der dargestellten Werte: Die Viehbesatzdichte in Baden-Württemberg liegt bei 0,7 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, in Deutschland bei 0,9 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. In den veredlungsintensiven Regionen im Nordwesten Deutschland, wie beispielsweise der Weser-Ems-Region, beträgt die mittlere Viehbesatzdichte 1,9 GV/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Regional kommt es zu Verdichtungen von bis zu 3 GV/ha (Niedersachsen, Landkreis Vechta). Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei der NawaRo-Biogasanlagendichte in der Region: der baden-württembergische Durchschnittswert liegt bei 0,23 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Dieser Wert wird nur im Landkreis Schwäbisch Hall erreicht, die anderen Landkreise weisen Werte unterhalb des Durchschnittswertes auf. Auch hier wieder Vergleichswerte aus Niedersachsen: Die spezifischen Höchstwerte liegen hier bei 0,58 kW_{el}/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche in den Landkreisen Rotenburg/Wümme und Celle. Deutlich erkennbar sind diese Verhältnisse auch in der nachfolgenden Abb. 5.

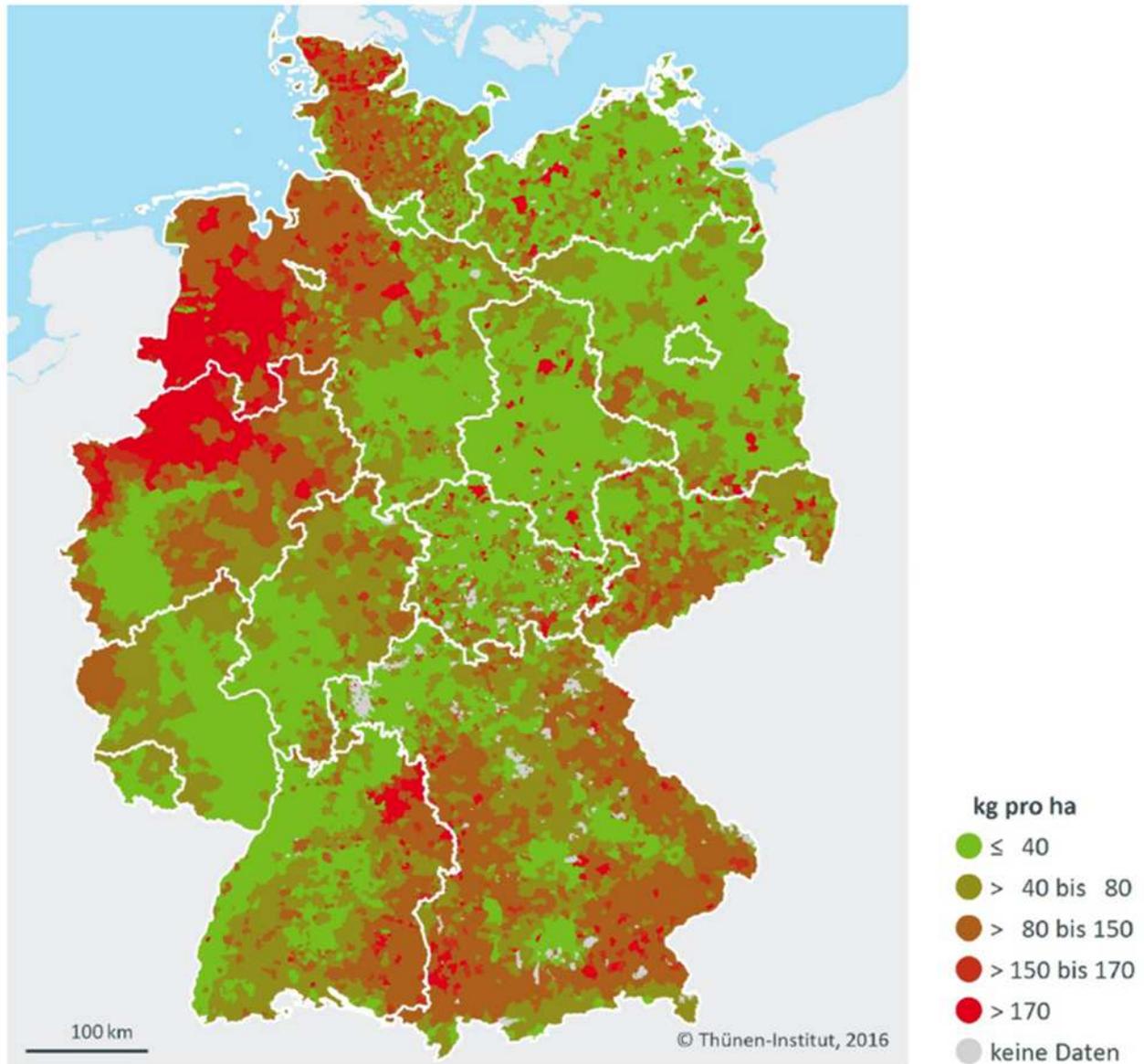


Abb. 5: Stickstoff (N) aus Wirtschaftsdünger einschließlich Gärresten pflanzlicher Herkunft nach Abzug von Stall- und Lagerverlusten in kg pro Hektar LF (ohne Export von Wirtschaftsdünger, ohne Geflügeldorf) (Quelle: Thünen-Institut, 2016)

Zur Verdeutlichung werden die vorab detailliert dargestellten Flächenverfügbarkeiten und die regionale Konkurrenzsituation zusammenfassend in Zahlen gefasst. Die Herleitung und die Ergebnisse zeigt Tab. 6.

Die landwirtschaftlichen Strukturen in der Region Heilbronn-Franken sind demnach grundsätzlich für die landwirtschaftliche Verwertung von flüssigen Gärresten aus einer Biogutvergärungsanlage geeignet. Bei der Standortsuche sollten diesbezüglich die westlicher gelegenen Landkreise des Planungsraums bevorzugt werden, da sich hier die Strukturen (geringe Vieh- und Biogasdichte bei einem großen Anteil Ackerbauflächen) sehr gut für die landwirtschaftliche Verwertung anbieten.

Tab. 6: Landwirtschaftliche Nutzflächen im Planungsraum / Konkurrenzsituation

Landwirtschaftliche Nutzflächen im Planungsraum / Konkurrenzsituation

	Landwirtschaftliche Nutzfläche (ha)	davon Ackerbau	davon Weinbau	davon Ackerbau	davon Weinbau	Summe Acker-/Weinbau	Tierhaltung: GV/ha landw. Nutzfläche	Biogasanlagen (kWhel/ha landw. Nutzfläche)
Stadt Heilbronn	4.000 ha	77%	17%	3.080 ha	680 ha	3.760 ha	0,1	0
Landkreis Heilbronn	50.000 ha	76%	12%	38.000 ha	6.000 ha	44.000 ha	0,3	0,15
Hohenlohekreis	41.000 ha	75%	4%	30.750 ha	1.640 ha	32.390 ha	0,9	0,16
Main-Tauber-Kreis	68.000 ha	90%	n.b.	61.200 ha	n.b.	61.200 ha	0,4	0,09
Neckar-Odenwald-Kreis	46.000 ha	76%	n.b.	34.960 ha	n.b.	34.960 ha	0,5	0,12
Landkreis Schwäbisch Hall	76.000 ha	66%	n.b.	50.160 ha	n.b.	50.160 ha	1,3	0,23
SUMME	285.000 ha			218.150 ha	8.320 ha	226.470 ha	0,71	0,15

Baden-Württemberg	0,70	0,23
Nordwestdeutschland	1,90	bis zu 0,58

Flächenbedarfsschätzung

Eine vereinfachte Flächenbedarfsschätzung für die ackerbauliche Verwertung der erzeugten Produkte aus der Bio- (Vergärung/Kompostierung) und Grüngutverwertung mit folgenden Grundparametern

- Grüngutaufkommen: 94.000 Mg/a
- Biogutaufkommen: 58.000 Mg/a
- Ackerfläche im Planungsraum: ca. 218.000 ha
- Ausbringmenge Kompost: 10 Mg TS/ha / 16 Mg FS
- Ausbringmenge flüssiger Gärrest: 20 m³/ha

ergibt in Summe einen Gesamtflächenbedarf von max. **ca. 4.000 ha bzw. 1,8 % der Ackerfläche** im Planungsraum (ohne Berücksichtigung der Ausbringung von Grüngutkompost auf Grünland und andere Verwertungswegen wie Erdenwerken oder Garten-/Landschaftsbau).

5 Beschreibung der Ist-Situation bei den öRE

Der aktuelle Stand der Bioguterfassung und -verwertung wird auf Ebene der Stadt und der Kreise in der Region Heilbronn-Franken dargestellt. Innerhalb der überlassungspflichtigen (kommunalen) Bioabfälle haben sich die Verwertungswege und auch die rechtlichen Anforderungen stark verändert, sodass es sinnvoll ist, zu differenzieren zwischen

- **Biogut** (AVV 20 03 01), den in der Regel über Biotonnen bei der privaten Haushalten erfassten organischen Küchen- und Gartenabfällen sowie
- **Grüngut** (AVV 20 02 01), das reine Gartenabfälle umfasst.

Nachfolgend werden zunächst die Erfassungsstrukturen, die Erfassungsmengen und ausgewählte spezifische Rahmenbedingungen bei den Entsorgungsträgern dargestellt. Eine den Planungsraum betreffende übergreifende Betrachtung folgt in Kapitel 6.

5.1 Stadt Heilbronn

Biogut

In der Stadt Heilbronn wird Biogut seit 1999 flächendeckend mittels der Biotonne gesammelt. Die Abfuhr erfolgt 14-täglich, im Zeitraum von Mitte Juni bis Oktober wöchentlich. Gestellt sind 60 l-, 80 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen, die zur Identifikation mit Behältermarken durch die Anschlusspflichtigen zu versehen sind. Neu angeboten werden soll ein spezieller Biogut-/Grüngutsack im Holsystem.

Derzeit sind ca. 75 % der Anschlusspflichtigen an die Biogutsammlung angeschlossen.

Feste Speisereste und überlagerte Nahrungsmittel werden in der Biotonne miterfasst.

Zur Steigerung der Biogutqualität in den Tonnen führen die Entsorgungsbetriebe schon seit vielen Jahren Kontrollen bei der Abfuhr durch. Hierzu wird u. a. ein Störstoffdetektor eingesetzt, welcher an der Schüttung der Müllfahrzeuge angebracht ist und den Inhalt der Biotonnen vor der Leerung automatisch überprüft. Störstoffe können so ohne manuelle Kontrolle detektiert werden.

Die Sammelmengen liegen in den vergangenen Jahren in einer relativ engen Spanne zwischen nahezu 6.600 Mg/a und 6.900 Mg/a (Abb. 6). 2015 wurden 6.594 Mg bzw. entsprechend 55 kg/Ew*a eingesammelt und verwertet.

Grüngut

Die Sammlung von Grüngut aus privaten Gärten erfolgt sowohl im Holsystem wie im Bringsystem. Zweimal jährlich führen die Entsorgungsbetriebe eine haushaltsnahe Baum- und Strauchschnittsammlung durch. Zusätzlich werden einmal jährlich Weihnachtsbäume abgeholt. Des Weiteren kann Grüngut (auch Rasenschnitt, Laub etc.) auf sieben Recyclinghöfen sowie auf vier freizugänglichen Plätzen abgegeben werden. Weiterhin erfolgt eine summarische Betrachtung inkl. des im Rahmen des Zuständigkeitsbereichs des städtischen Grünflächenamtes anfallenden Grünguts (z. B. Park- und Friedhofsabfälle).

Für die Entsorgung von Übermengen wird ein kostenpflichtiger Grünabfallsack (2 €/Stück) angeboten, welcher zur Abholung neben die Biotonnen gestellt werden soll.

Die Mengenermittlung erfolgt durch Verwiegung. Mit Sammelmengen von etwa 11.000 Mg/a ist über die letzten Jahre ein stabiles Aufkommen zu verzeichnen (Abb. 7). 2015 wurden mit 10.449 Mg, entsprechend 86 kg/Ew*a, etwas weniger als in den Vorjahren eingesammelt und verwertet.

Eigenkompostierung

Eigenkompostierer können sich auf schriftlichen Antrag von der Biotonne befreien lassen. Sie haben dazu die entsprechende Flurstücksnummer zu benennen oder die für die eigene Verwertung zur Verfügung stehende Fläche anzugeben. Detailliertere Vorgaben werden nicht gefordert. Der derzeitige Befreiungsgrad liegt bei etwa 25 % der Anschlusspflichtigen.

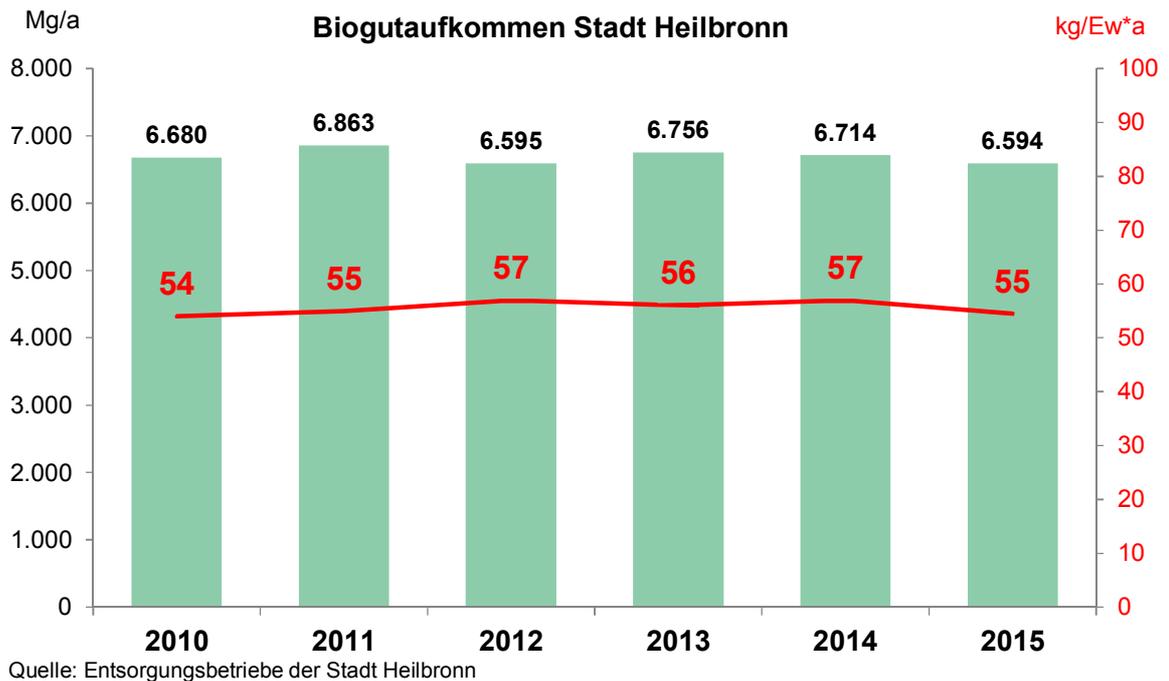


Abb. 6: Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens in der Stadt Heilbronn (2010–2015)

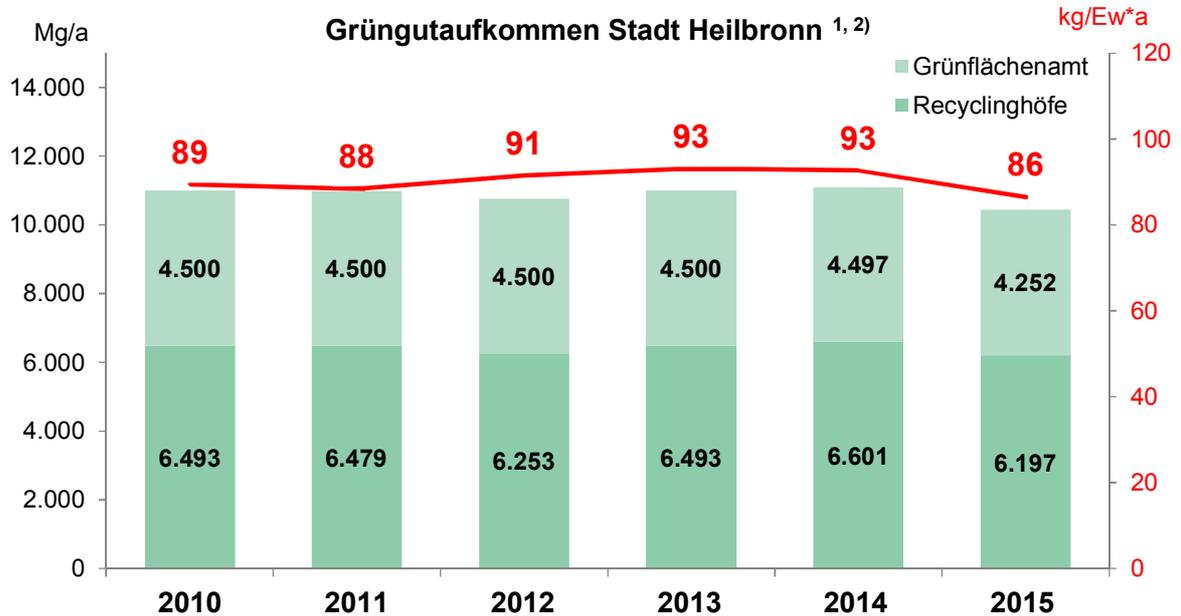


Abb. 7: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens in der Stadt Heilbronn (2010–2015)

5.2 Landkreis Heilbronn

Biogut

Der Landkreis Heilbronn hat 1995 die Biogutsammlung flächendeckend eingeführt. Die Abfuhr der Biotonne erfolgt 14-täglich alternierend mit der Restabfallabfuhr. Von Mitte Juni bis Mitte August wird Biogut wöchentlich eingesammelt. Eingesetzt werden 60 l-, 80 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen. Die Biotonnen sind durch die Bürger mit Gebührenmarken zu versehen. In Einzelfällen gibt es zusätzlich 60 l-Säcke.

Der derzeitige Anschlussgrad an die Biotonne liegt bei etwa 70 % der Anschlusspflichtigen.

Feste Speisereste und überlagerte Nahrungsmittel werden in der Biotonne miterfasst.

Bis 2014 wurden jährlich ca. 25.000 Mg Biogut eingesammelt. 2015 war ein leichtes Absinken auf 24.290 Mg, entsprechend 73 kg/Ew*a, zu verzeichnen (Abb. 8).

Grüngut

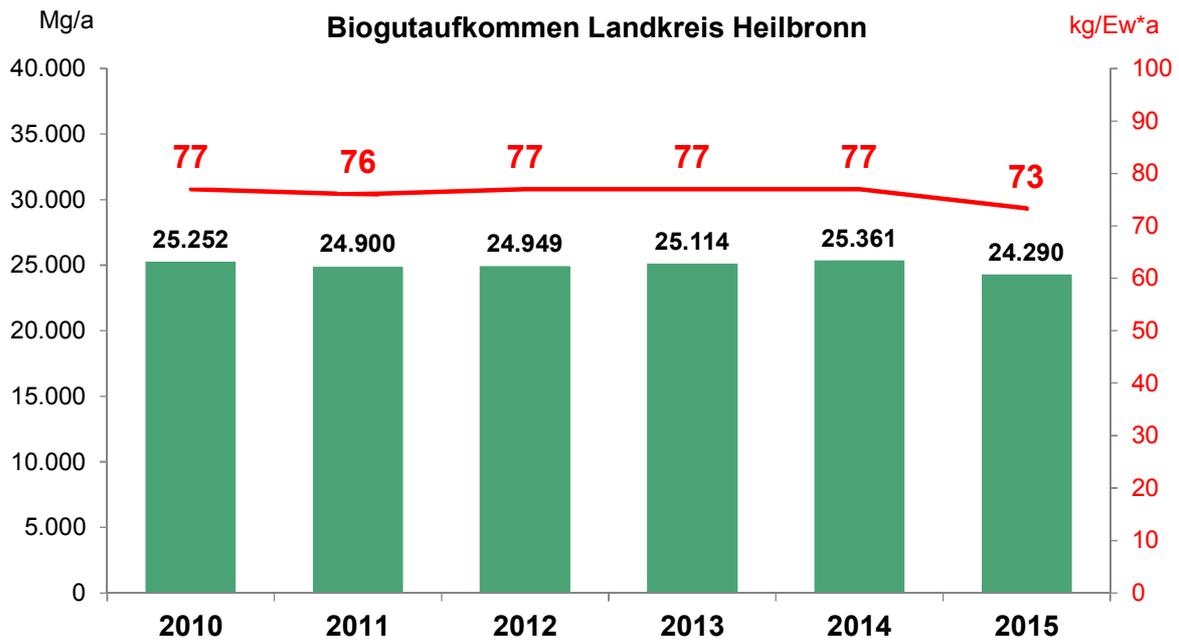
Die Erfassung von Baum-, Strauch- und Heckenschnitt aus Hausgärten erfolgt auf 40 befestigten und eingezäunten Häckselplätzen. Von Mitte März bis Dezember können dort auch Laub und Gras (Rasenschnitt) kostenfrei in speziellen Behältern angeliefert werden. Die Plätze sind während der Öffnungszeiten personell besetzt. Die Anlieferungsmenge ist auf 0,5 m³ pro Anlieferung begrenzt.

Für die Entsorgung von Übermengen wird ein kostenpflichtiger Grünabfallsack mit 60 Liter Füllvolumen (1,50 €/Stück) angeboten.

Die Mengenermittlung des Baum- und Strauchschnitts erfolgt durch Volumenerfassung, wobei ein spezifischer Umrechnungsfaktor von 0,3125 Mg/m³ zum Ansatz kommt. Gras/Laub wird gewogen. Seit 2011 werden bei leichten Schwankungen ca. 22.000 Mg/a gesammelt (Abb. 9). 2015 wurden 22.175 Mg, entsprechend 67 kg/Ew*a, erfasst und einer stofflich-energetischen Verwertung zugeführt. Ein Ausreißer stellt die Sammelmenge von 2014 dar, die seitens des Landkreises auf die Jahreswitterung und das daraus resultierende gute Wachstum sowie auf den Verwerterwechsel von 2013 auf 2014 zurückgeführt wird.

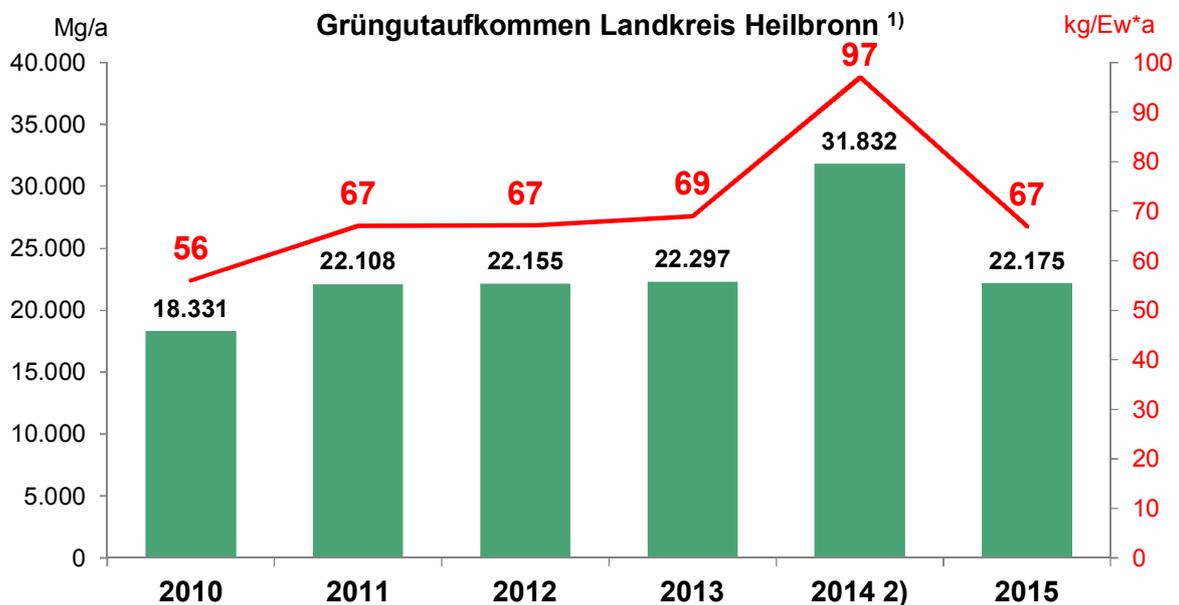
Eigenkompostierung

Eigenkompostierer können sich auf Antrag von der Biotonne befreien lassen. Derzeit sind etwa 30 % der Anschlusspflichtigen als Eigenkompostierer anerkannt.



Quelle: Landkreis Heilbronn Abfallwirtschaftsbetrieb

Abb. 8: Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Landkreis Heilbronn (2010–2015)



Quelle: Landkreis Heilbronn Abfallwirtschaftsbetrieb

1) Summe aus Baum-/Strauchschnitt und Gras/Laub;

Mengenermittlung Baum-/Strauchschnitt über Volumen; Umrechnungsfaktor 1 m³ entspricht 0,3125 Mg)

2) erhöhte Sammelmenge u.a. durch die Witterung und durch den Verwerterwechsel 2013/2014 bedingt

Abb. 9: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Landkreis Heilbronn (2010–2015)

5.3 Hohenlohekreis

Biogut

Der Hohenlohekreis hat zum 01.01.2016 die BioEnergieTonne BETty flächendeckend eingeführt. Die Abfuhr erfolgt 14-täglich, von Mitte Juni bis Mitte September wöchentlich. Gestellt sind 60 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen, die im Rahmen des Ident-Systems mit Chips zur Identifikation ausgerüstet sind.

Der Anschlussgrad beträgt derzeit ca. 80 % der Anschlusspflichtigen.

Feste Speisereste, Knochen/Fischgräten und verdorbene Lebensmittel werden miterfasst.

Der Hohenlohekreis erwartet im Jahr der Einführung 2016 etwa 7.000 Mg Biogut.

Grüngut

Die Sammlung von Grüngut aus privaten Gärten erfolgt fast ausschließlich im Bringsystem. Lediglich Weihnachtsbäume werden im Holsystem abgefahren.

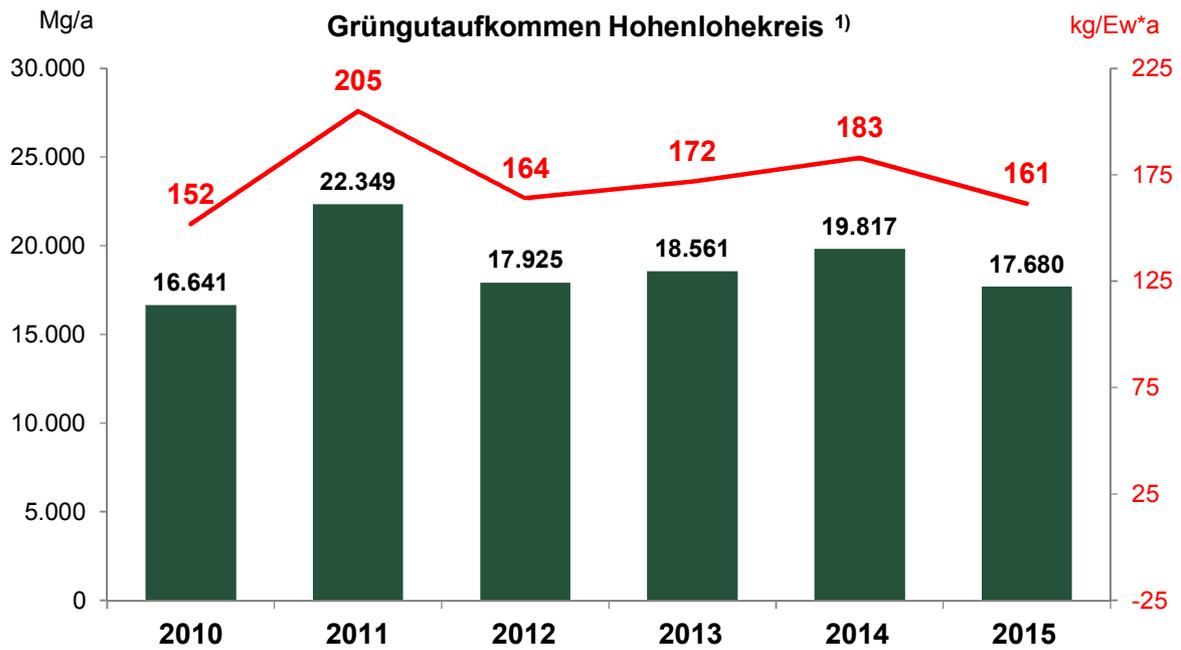
Das neu erstellte Grüngutkonzept von 2013 wird schrittweise umgesetzt. In Konsequenz dessen wird sich die Anzahl an Sammelstellen schrittweise von ursprünglich 31 über aktuell 18 bis auf künftig 10 bis 15 reduzieren. Grundlage dafür ist auch die Umsetzung der Landesvorgaben hinsichtlich der Mindestausstattung (Einzäunung, Versiegelung, Personal, ...) der Sammelplätze.

Grüngut und Reisig werden getrennt gesammelt. Die Reisisammelpplätze stehen nur zur Entsorgung für Baum-, Hecken- und Strauchschnitt zur Verfügung, nicht für Laub bzw. Gras- und Rasenschnitt.

Die Mengenermittlung erfolgt durch Verwiegung der Brennstofffraktion sowie der Feinfraktion bei den beauftragten Verwertern. Der Hohenlohekreis weist seit vielen Jahren sehr hohe Erfassungsmengen auf. Mit einer Ausnahme im Jahr 2011 werden jährlich zwischen 17.000 Mg und 20.000 Mg eingesammelt (Abb. 10). 2015 wurden 17.680 Mg, entsprechend 161 kg/Ew*a, erfasst. Mit Einführung der BETty werden ab 2016 abnehmende Mengen erwartet.

Eigenkompostierung

Eigenkompostierer können sich auf Antrag von der Biotonne befreien lassen. Eigenkompostierer müssen nachweisen, dass für jede Person, die in dem Haushalt dauerhaft lebt, mindestens 50 m² Nutzfläche vorhanden sind. Derzeit sind ca. 3.000 Anschlusspflichtige als Eigenkompostierer anerkannt.



Quelle: Abfallwirtschaft Hohenlohekreis
 1)) Mengenermittlung durch Verwiegung

Abb. 10: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutauflkommens im Hohenlohekreis (2010–2015)

5.4 Main-Tauber-Kreis

Biogut

Im Main-Tauber-Kreis wird Biogut seit 1996 flächendeckend gesammelt. Die Abfuhr der Biotonnen erfolgt 14-täglich, von Juni bis Oktober wöchentlich. Gestellt sind 80 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen.

Der Anschlussgrad an die Biogutsammlung liegt derzeit bei etwa 50 %.

Feste Speisereste, Knochen/Fischgräten und verdorbene Lebensmittel werden miterfasst.

Die Sammelmengen steigen seit 2010 kontinuierlich an und erreichten mit 99 kg/Ew*a 2014 ihren vorläufig höchsten Stand (Abb. 11). 2015 war ein leichter Rückgang auf 97 kg/Ew*a, entsprechend 12.602 Mg, festzustellen.

Auffällig ist ein hoher Störstoffbesatz des Bioguts. Vereinbarungsgemäß nimmt der Main-Tauber-Kreis eine Siebfraktion (ca. 25 % des Inputs) vom Kompostwerk Würzburg zurück und entsorgt sie auf eigene Kosten im Rahmen der Restabfallbehandlung in der MVA Schweinfurt.

Grüngut

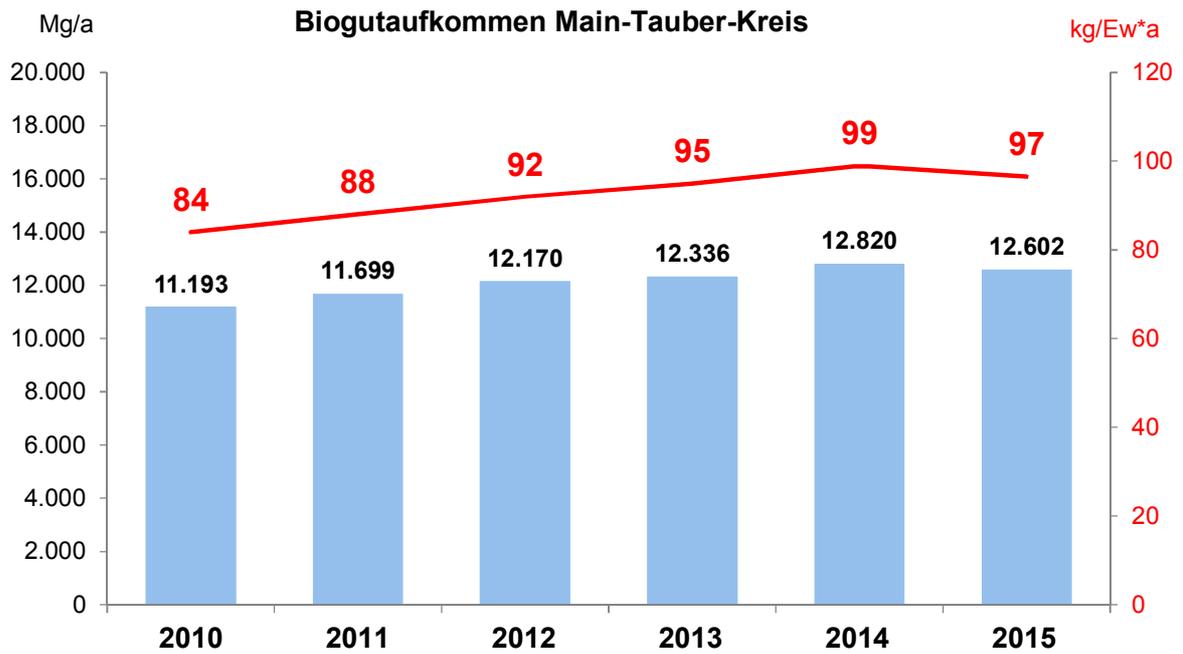
Grüngut wird im Bringsystem über fünf kreiseigene Kompostplätze zu festen Öffnungszeiten erfasst. Die Plätze sind während der Öffnungszeiten personell besetzt, abgedichtet und bau- und abfallrechtlich genehmigt. Mit dem Betrieb ist der Maschinenring beauftragt.

Bei der Anlieferung wird zwischen holzigen und krautigen Anteilen getrennt.

Die Mengenermittlung erfolgt durch die Bestimmung über das Volumen, wobei seit 2014 ein spezifischer Umrechnungsfaktor von 0,15 Mg/m³ (Vorgabe des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg) zum Ansatz kommt. Für 2015 werden 6.143 Mg, entsprechend 47 kg/Ew*a, angegeben (Abb. 12).

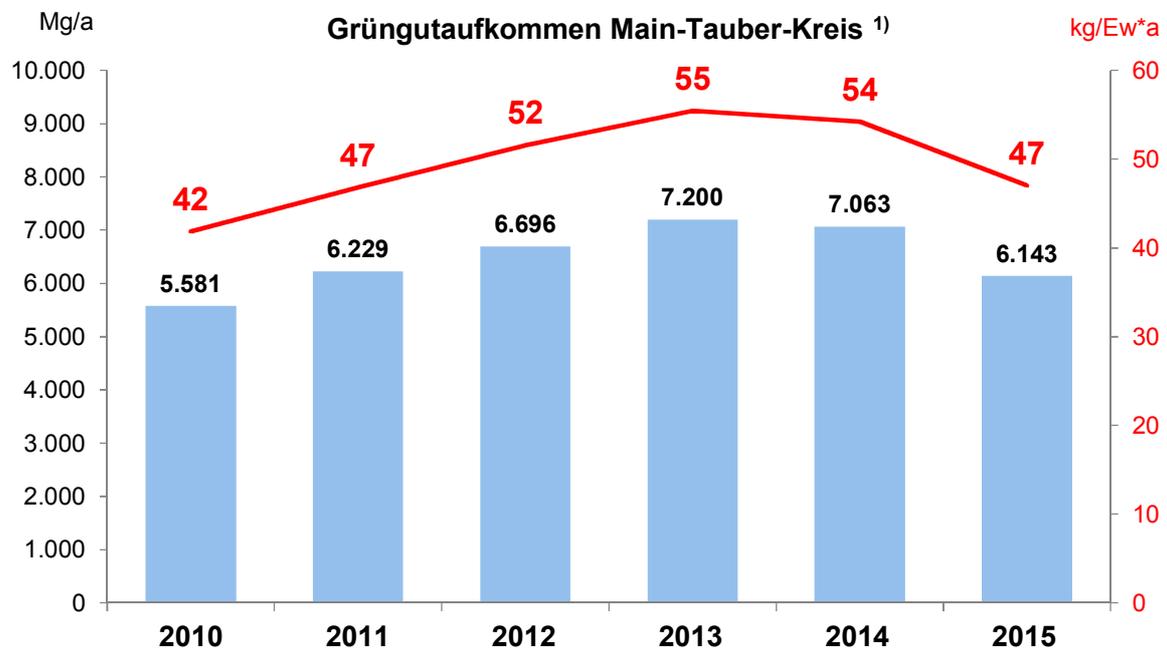
Eigenkompostierung

Eigenkompostierer können sich auf Antrag von der Biotonne befreien lassen. Die Anerkennung setzt voraus, dass die ordnungsgemäße Behandlung und schadlose Verwertung der Komposte auf dem Grundstück möglich ist. Derzeit sind ca. 50 % der Anschlusspflichtigen von der Biotonne befreit.



Quelle: Abfallwirtschaftsbetrieb Main-Tauber-Kreis

Abb. 11: Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Main-Tauber-Kreis (2010–2015)



Quelle: Abfallwirtschaftsbetrieb Main-Tauber-Kreis

1)) Mengenermittlung über Volumen; Umrechnungsfaktor 0,15 Mg/m³

Abb. 12: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Main-Tauber-Kreis (2010–2015)

5.5 Neckar-Odenwald-Kreis

Biogut

Der Neckar-Odenwald-Kreis führt derzeit für das Gebiet der Gemeinde Rosenberg und der Gemeinde Hardheim, Ortsteil Hardheim den Modellversuch „Bioenergietonne und Trockene Wertstofftonne“ im Rahmen des übergeordneten Konzepts „Restmüllarme Abfallwirtschaft“ durch. In diesem Rahmen wurde 2010 die Bioenergietonne (BET) im Pilotgebiet eingeführt.

Für jeden Haushalt bzw. jedes Grundstück im Pilotgebiet müssen ausreichend Abfallgefäße, also mindestens eine Bioenergietonne und eine Trockene Wertstofftonne, vorhanden sein. Dabei hat das Fassungsvermögen der Bioenergietonne demjenigen des bislang verwendeten Restabfallbehälters zu entsprechen. Aktuell startet der Kreis die Ausgabe von Störstoffsäcken, die das duale Sammelsystem um eine Störstoffschenke für nicht verwertbare Abfälle ergänzen.

Die BET wird ganzjährig 14-täglich abgefahren. Gestellt sind 60 l-, 80 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen.

Derzeit sind ca. 5 % der Gesamtbevölkerung des Neckar-Odenwald-Kreises an die BET angeschlossen. Der Ausbau auf 20 % ist für die kommenden Jahre geplant. Langfristig strebt der Kreis die flächendeckende Umstellung des bisherigen Systems an.

Feste Speisereste, Knochen/Fischgräten und verdorbene Lebensmittel werden miterfasst.

Die Sammelmengen steigen seit System Einführung leicht an. 2015 wurden 764 Mg, entsprechend 5 kg/Ew*a, erfasst (Abb. 13). Bezogen auf die angeschlossenen Einwohner entspricht dies ca. 100 kg/Ew*a.

Grüngut

Die Sammlung von Grüngut aus privaten Gärten erfolgt sowohl im Holsystem wie im Bringsystem. Zweimal jährlich führen die Entsorgungsbetriebe eine haushaltsnahe Baum- und Strauchschnittsammlung durch. Zusätzlich werden einmal jährlich Weihnachtsbäume abgeholt.

Des Weiteren kann Grüngut (auch Rasenschnitt, Laub etc.) auf 52 kommunalen Grüngutsammelplätzen angeliefert werden.

Die Mengenermittlung erfolgt durch Verwiegung. 2015 wurden 19.467 Mg als Summe aus krautigem und holzigem Grüngut, entsprechend 137 kg/Ew*a, erfasst (Abb. 14).

Eigenkompostierung

Bedingt durch die inhaltliche Ausrichtung des Modellversuchs besteht keine Möglichkeit zur Befreiung von der Bioenergietonne.

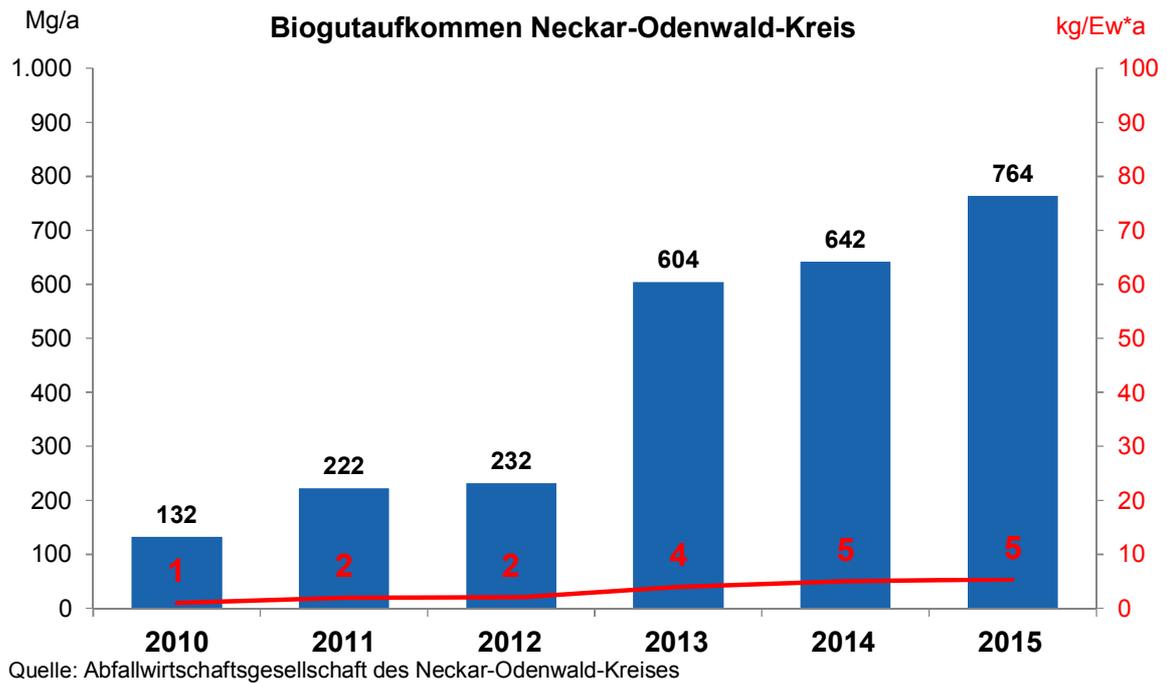


Abb. 13: Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens (Bioenergietonne BET im Rahmen eines Modellversuchs) im Neckar-Odenwald-Kreis (2010–2015)

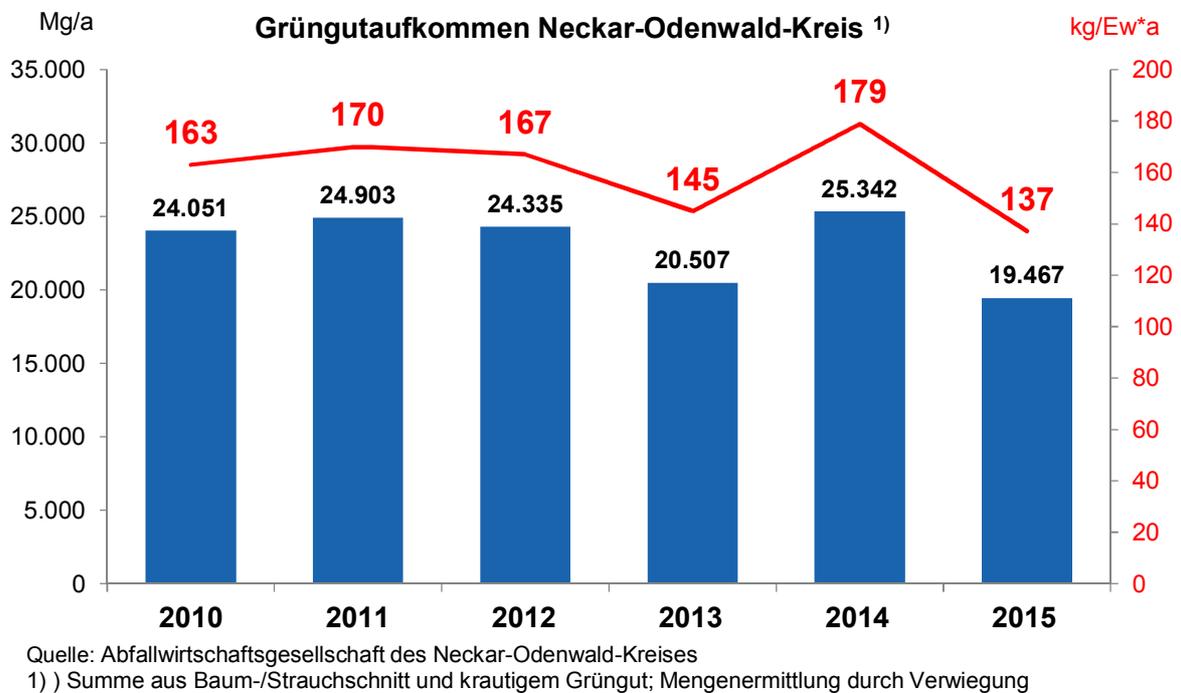


Abb. 14: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Neckar-Odenwald-Kreis (2010–2015)

5.6 Landkreis Schwäbisch Hall

Biogut

Im Landkreis Schwäbisch Hall wird Biogut seit 2005 flächendeckend erfasst. Die Abfuhr der Biotonne erfolgt 14-täglich. Eingesetzt werden 60 l-, 120 l- und 240 l-Tonnen.

Der derzeitige Anschlussgrad an die Biotonne liegt zwischen 45 % und 50 % der Anschlusspflichtigen.

Feste Speisereste werden in der Biotonne miterfasst.

Bio- und Gartentonne (s. u.) sowie die Grünabfallsäcke werden zusammen abgefahren.

Seit 2010 steigen die Biogutmengen leicht, aber stetig, an. Von 2010 (34 kg/Ew*a) ist ein Anstieg auf 37 kg/Ew*a (2015) festzustellen. Die Gesamtmenge 2015 betrug 6.967 Mg (Abb. 15).

Grüngut

Die Sammlung von Grüngut aus privaten Gärten erfolgt sowohl im Holsystem wie im Bringsystem.

Im Holsystem haben die Bürger die Möglichkeit ein kostenpflichtige Gartentonne (240 l; 14-tägliche Abfuhr) zu nutzen. Für Übermengen stellt der Landkreis 70 l-Papiersäcke (Grünabfallsäcke 2,50 €/Stück) zur Verfügung.

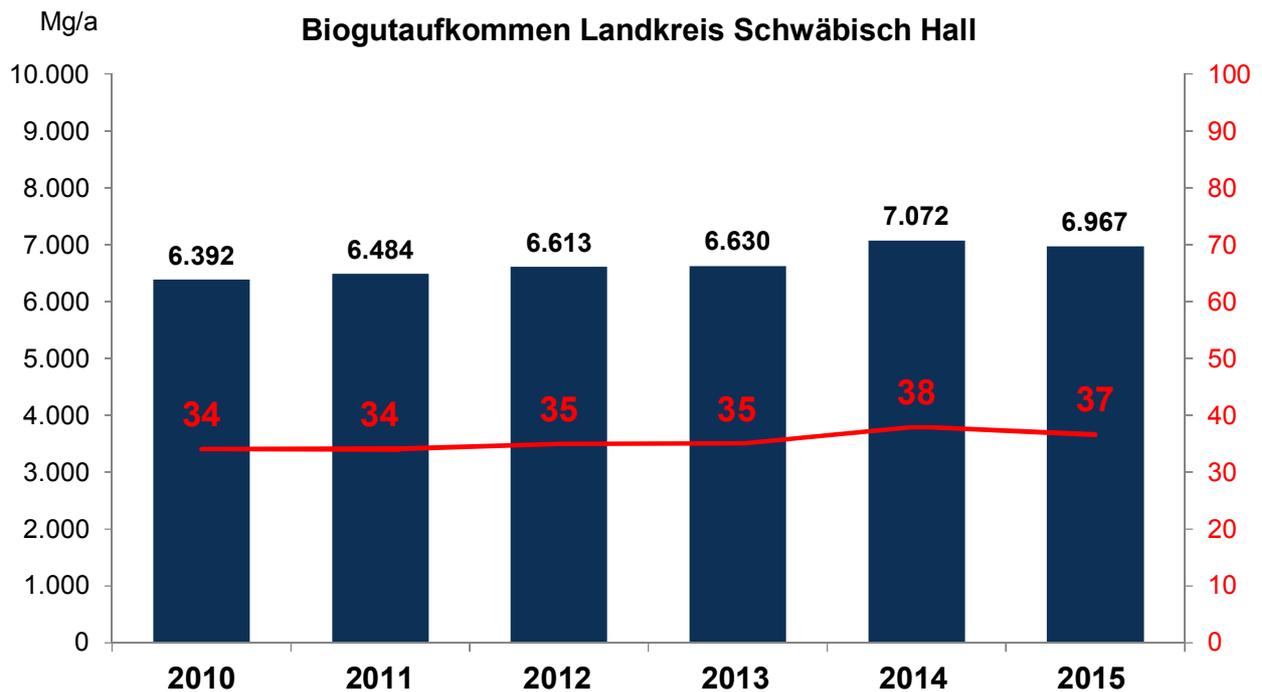
Baum- und Heckenschnitt wird auf 34 Häckselplätzen angenommen. Der Betrieb der Häckselplätze wird derzeit hinsichtlich der Getrennthaltung holziger und krautiger Anteile einschließlich Kontrolle optimiert. Zur Erfassung anderen Grünguts (z. B. Rasen- und Grasschnitt, Vertikutiergut, Abraum aus Garten- und Parkanlagen, Blumen- und Pflanzenabfälle, Rindenabfälle...) werden an 23 Standorten Großcontainer im Kreisgebiet aufgestellt.

Darüber hinaus können größere Mengen Laub in Laubsäcken des Landkreises Schwäbisch Hall (1,00 €/Stück) zu den Wertstoffhöfen gebracht werden.

Die Mengenermittlung des Baum- und Strauchschnitts erfolgt durch Volumenerfassung, wobei ein spezifischer Umrechnungsfaktor von 0,3 Mg/m³ zum Ansatz kommt. In den vergangenen Jahren schwankten die Erfassungsmengen zwischen ca. 14.000 und 18.000 Mg/a (Abb. 16). 2015 wurde mit 17.821 Mg (94 kg/Ew*a) ein Spitzenwert erreicht.

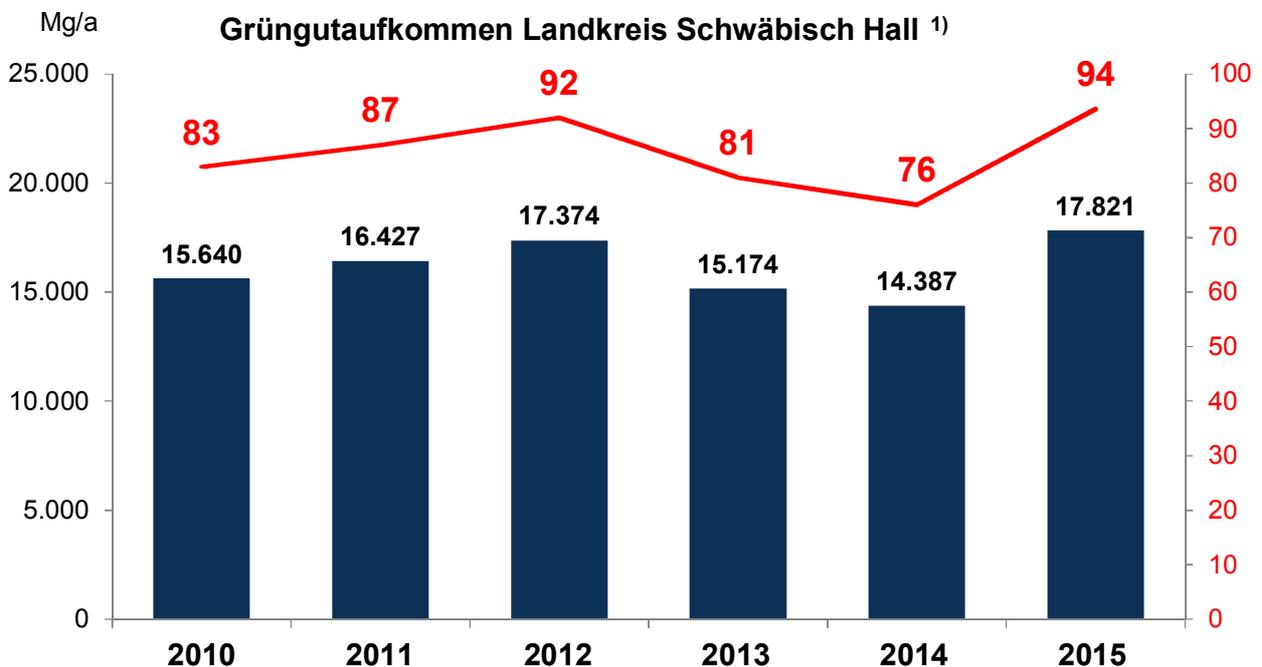
Eigenkompostierung

Eigenkompostierer können sich von der Biotonne befreien lassen. Der Anteil an Eigenkompostierern wird nicht erhoben.



Quelle: Landkreis Schwäbisch Hall Abfallwirtschaft

Abb. 15: Entwicklung des absoluten und spezifischen Biogutaufkommens im Landkreis Schwäbisch Hall (2010–2015)



Quelle: Landkreis Schwäbisch Hall Abfallwirtschaft

1) Summe aus Baum-/Strauchschnitt (Mengenermittlung Baum-/Strauchschnitt über Volumen; Umrechnungsfaktor 0,3 Mg/m³) und Grüngutcontainern (Verwiegung)

Abb. 16: Entwicklung des absoluten und spezifischen Grüngutaufkommens im Landkreis Schwäbisch Hall (2010–2015)

6 Gesamtbetrachtung des Planungsraums

6.1 Sammlungsstrukturen

Tab. 7 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Sammelstrukturen für Bio- und Grüngut (vergleiche Beschreibungen in Kap. 5).

Tab. 7: Zusammenfassende Übersicht über die Sammlungsstrukturen

Zusammenfassende Übersicht über die Sammlungsstrukturen						
	Biogut				Grüngut	
	Biotonne (Abfuhr)	Behältergrößen	Anschlussgrad	Miterfassung Speiseabfälle, verdorbene Lebensmittel	Sammlung Holsystem ¹⁾	Sammlung Bringsystem
Stadt Heilbronn	seit 1999 (14d, Mitte Jun- Okt 7d)	60l, 80l, 120l, 240l	ca. 75%	Ja	2 x Jahr Baum-/ Strauchschnittsammlung, Grünabfallsack (Abholung bei Biotonnenabfuhr)	Insgesamt 16 Container auf 7 Recyclinghöfen; zzgl. 4 Container auf freizugänglichen Plätzen
Landkreis Heilbronn	seit 1995 (14d, Mitte Jun- Aug 7d)	60l, 80l, 120l, 240l	70%	Ja	nein	40 befestigte und eingezäunte Häckselplätze, Gras-/Laubsammlung auf den Plätzen Mitte März - Dezember
Hohenlohekreis	ab 2016 BioEnergie Tonne BETTY (14d + 6 mal im Sommer)	60l, 120l, 240l	80%	Ja (inkl. Knochen/ Fischgräten)	nein	neues Grüngutkonzept aus 2013 wird schrittweise umgesetzt: Reduzierung der Annahmestellen von 31 über aktuell 18 bis auf 10-15; Trennung von Grüngut und Reisig auf den Sammelstellen
Main-Tauber-Kreis	seit 1996 (14d, Jun- Okt 7d)	80l, 120l, 240l	50%	Ja (inkl. Knochen/ Fischgräten)	nein	5 Kompostplätze
Neckar-Odenwald-Kreis	seit 2010 Bioemergietonne (14d); Pilotgebiet	60l, 80l, 120l, 240l	5% der Bevölkerung	Ja (inkl. Knochen/ Fischgräten)	2 mal jährlich Straßensammlung	52 Kommunale Grüngutplätze
Landkreis Schwäbisch Hall	seit 2005 (14d)	60l, 120l, 240l	45%-50%	Ja	Gartentonne (14d); Grünabfallsack	23 Grüngutcontainer auf gemeindlichen Bauhöfen oder anderen eingezäunten Standplätzen; 34 Häckselplätze; Laubsack

1) bei allen öRE jährliche Weihnachtsbaumsammlung

6.2 Gebührenstrukturen und Bedeutung der Eigenkompostierung

Die Biogutsammelmengen werden neben den eingerichteten Sammlungsstrukturen auch durch die jeweilige Gebührenstruktur und Gebührenhöhe bestimmt. Mit dem Landkreis Heilbronn, dem Hohenlohekreis, dem Main-Tauber-Kreis und dem Landkreis Schwäbisch Hall erheben vier Entsorgungsträger eine Grundgebühr. Im Hohenlohekreis beinhaltet die Grundgebühr 12 Pflichtleerungen für den Restabfallbehälter, jede weitere wird im Identsystem erfasst und abgerechnet. Demgegenüber schreiben der Main-Tauber-Kreis und der Landkreis Schwäbisch Hall keine Pflichtleerungen vor. Zur Reduzierung der Fehlnutzung der Biotonne plant der Main-Tauber-Kreis die Einführung von 13 Pflichtleerungen für den Restabfallbehälter ab 2018.

Tab. 8 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Gebührenstrukturen für Biogut (vergleiche Beschreibungen in Kap. 5).

Tab. 8: Übersicht über die Gebührenstrukturen

Übersicht über die Gebührenstrukturen			
	Grundgebühr	(Leistungsgebühr) Restabfall	(Leistungsgebühr) Biotonne
Stadt Heilbronn	nein	Litergebühr ¹⁾ (Jahresmarken)	Litergebühr ¹⁾ (Jahresmarken)
Landkreis Heilbronn ²⁾	Je Grundstück im Personenmaßstab	Litergebühr ¹⁾ (Jahresmarken), Banderolen bei zusätzlichen Leerungen	Litergebühr ¹⁾ (Jahresmarken)
Hohenlohekreis	Jahresgebühr (abhängig von der Behältergröße) 12 Pflichtleerungen Restabfall	Litergebühr ¹⁾ Leerungsgebühr	Litergebühr ¹⁾ (Jahresgebühr)
Main-Tauber-Kreis	Jahresgebühr (abhängig von der Behältergröße)	Litergebühr ¹⁾ Banderolengebühr, keine Pflichtleerungen ³⁾	Litergebühr ¹⁾ (Jahresgebühr)
Neckar-Odenwald-Kreis (Pilotgebiet)	nein	nein (Trockene Wertstofftonne)	Litergebühr ¹⁾ (Jahresgebühr Bioenergietonne im Pilotgebiet)
Landkreis Schwäbisch Hall	Je Grundstück im Personenmaßstab	Litergebühr ¹⁾ Leerungsgebühr, keine Pflichtleerungen	Litergebühr ¹⁾ Leerungsgebühr, keine Pflichtleerungen

1) Litergebühr = nach Art, Abfuhr und Größe des Behälters

2) Behälter sind durch Anschlusspflichtige zu beschaffen

3) Änderung geplant: künftig 13 Pflichtleerungen

Darüber hinaus haben die Regelungen zur Befreiung von der Biotonnennutzung und die damit verbundenen Gebührenanreize Einfluss auf die Biogutsammelmengen.

Der Neckar-Odenwald-Kreis verfolgt mit der Bioenergietonne/Trockenen Wertstofftonne einen anderen Ansatz und wird daher nachfolgend nicht weiter betrachtet. Systembedingt ist eine Befreiung von der BET ausgeschlossen.

Die übrigen Entsorgungsträger haben Befreiungsregelungen in ihren Abfallsatzungen verankert. Die Antragsteller sind dann verpflichtet, die anfallenden organischen Abfälle auf ihrem Grundstück selbst zu verwerten. Spezifische Anforderungen stellt nur der Hohenlohekreis, der den Nachweis fordert, dass für jede Person, die in dem Haushalt dauerhaft lebt, mindestens 50 m² Nutzfläche vorhanden sind. Derzeit liegt die Befreiungsquote zwischen 20 % (Hohenlohekreis) und grob geschätzt 50 % im Main-Tauber-Kreis (vergleiche Ausführungen in Kap. 5).

Die Einschätzung der Gebührenanreize für die Anschlusspflichtigen bei Eigenkompostierung erfolgt anhand einer Modellbetrachtung für einen Haushaltstyp. Zur Vereinfachung und Veranschaulichung der Gebührenanreize bleibt die Betrachtung auf einen Haushaltstyp beschränkt, wobei ein Vierpersonenhaushalt zugrunde gelegt wurde. Dabei wurden folgende Annahmen unterstellt:

- 120 I-Restabfallbehälter 26 Leerungen/Jahr (3.120 l/a) bzw. 13 Leerungen/Jahr im Main-Tauber-Kreis)
- 120 I-Biotonne 26 Leerungen/Jahr und zusätzliche Leerungen im Sommer (5.760 l/a bis 7.440 l/a)

Die jährliche Ersparnis für anerkannte Eigenkompostierer liegt für diesen Haushaltstyp zwischen 35 € und 70 € (Tab. 9). Dies entspricht einer prozentualen Gebührenersparnis zwischen 15 und 33 %.

Mit etwa einem Drittel Gebührenersparnis weist der Main-Tauber-Kreis den höchsten Gebührenanreiz auf. Dort gibt es auch die höchste Befreiungsquote.

Tab. 9: Modellbetrachtung der Abfallgebührenersparnis für einen 4-köpfigen Haushalt bei Eigenkompostierung

Modellbetrachtung der Abfallgebührenersparnis für einen 4-Personen-Haushalt bei Eigenkompostierung ¹⁾ (120l-Restabfallbehälter und 120l-Biotonne mit kreisspezifischem Abfuhrintervall - 14-täglich unter Berücksichtigung zusätzlicher Leerungen im Sommer)						
	Grund- gebühr	Restmüll 120l	Biotonne 120l	Summe	Ersparnis bei Eigenkompostierung	
Stadt Heilbronn						
Gebührensatz		194 €/a	59 €/a	253 €/a	59 €/a	23%
gestelltes Volumen ²⁾		3.120 l/a	4.320 l/a	7.440 €/a		
spez. Litergebühr		6,22 Ct/l	1,37 Ct/l	3,40 Ct/l		
Landkreis Heilbronn						
Gebührensatz	72 €/a	60 €/a	36 €/a	168 €/a	36 €/a	21%
gestelltes Volumen ²⁾		3.120 l/a	3.720 l/a	6.840 €/a		
spez. Litergebühr		1,92 Ct/l	0,97 Ct/l	2,46 Ct/l		
Hohenlohekreis						
Gebührensatz	130 €/a	70 €/a	35 €/a	235 €/a	35 €/a	15%
gestelltes Volumen ²⁾		3.120 l/a	3.840 l/a	6.960 €/a		
spez. Litergebühr		2,24 Ct/l	0,91 Ct/l	3,38 Ct/l		
Main-Tauber-Kreis						
Gebührensatz	88 €/a	52 €/a	70 €/a	210 €/a	70 €/a	33%
gestelltes Volumen ²⁾		1.560 l/a	4.200 l/a	5.760 €/a		
spez. Litergebühr		3,33 Ct/l	1,67 Ct/l	3,65 Ct/l		
Landkreis Schwäbisch Hall						
Gebührensatz	108,50 €/a	91,52 €/a	60,84 €/a	261 €/a	61 €/a	23%
gestelltes Volumen ²⁾		3.120 l/a	3.120 l/a	6.240 €/a		
spez. Litergebühr		2,93 Ct/l	1,95 Ct/l	4,18 Ct/l		

1) ohne Neckar-Odenwald-Kreis

(Modellvorhaben Bioenergie tonne/Trockene Wertstofftonne ist nicht vergleichbar)

2) ergibt sich aus Behältervolumen und Häufigkeit der Abfuhr

6.3 Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum

In Summe beläuft sich die eingesammelte Biogutmenge im Planungsraum 2015 auf 51.217 Mg (Abb. 17 und Abb. 18). Die Spanne der spezifischen Erfassungsmenge über die flächendeckende Biotonne liegt zwischen 37 kg/Ew*a im Landkreis Schwäbisch Hall und 97 kg/Ew*a im Main-Tauber-Kreis (Abb. 20). Im Neckar-Odenwald-Kreis sind derzeit lediglich 5 % der Kreisbevölkerung angeschlossen, entsprechend niedrig fallen die Sammelmengen bezogen auf das Kreisgebiet aus. Die Erfassungsmengen je angeschlossenen Einwohner belaufen sich auf ca. 100 kg/Ew*a. Im Hohenlohekreis wurde die Biotonne erst 2016 eingeführt. Seitens des Kreises wird für das erste Jahr mit etwa 7.000 Mg/a Biogut gerechnet. Dies würde etwa 64 kg/Ew*a entsprechen.

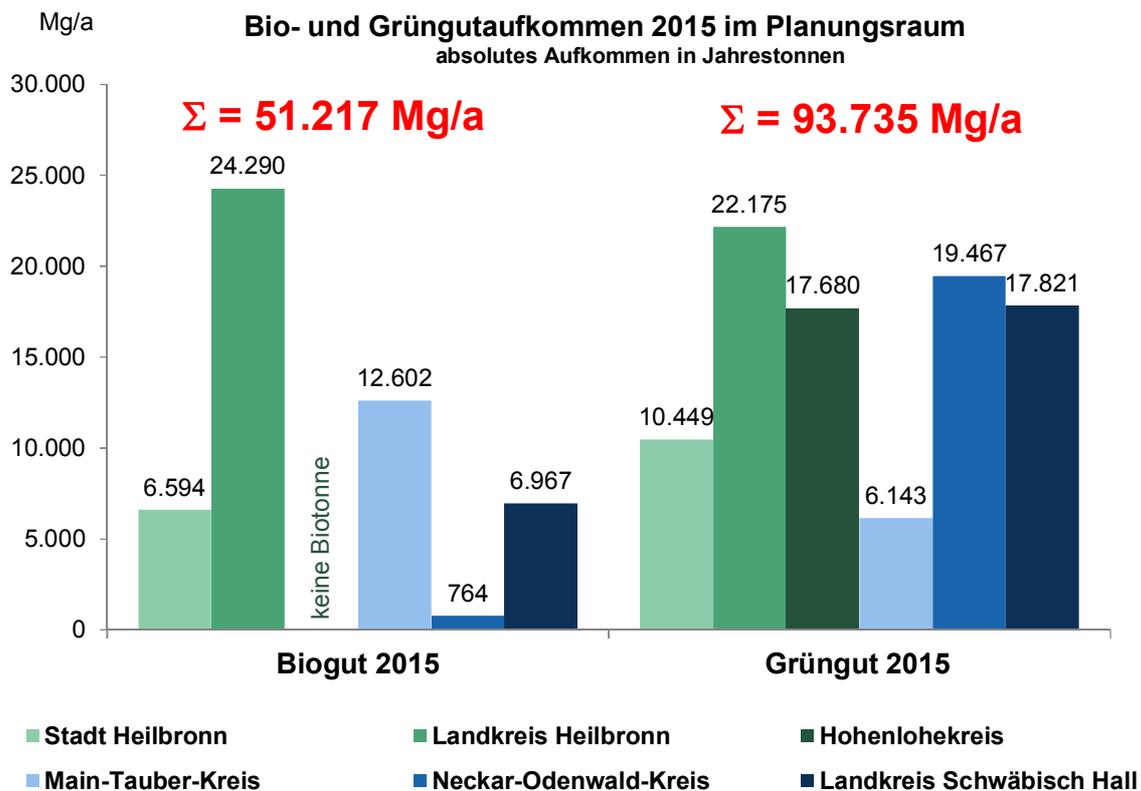


Abb. 17: Absolutes Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum 2015 (Mg/a)

Zur Sammlung von Grüngut haben die Kreise sehr unterschiedliche Systeme eingerichtet. Detaillierte Angaben hierzu finden sich in Kap. 5 und Kap. 6.4.

Nachfolgend werden krautiges und verholztes Grüngut zusammen betrachtet. 2015 belief sich die Gesamtmenge auf 93.735 Mg (Abb. 17, Abb. 19) bei spezifischen Erfassungsmengen zwischen 47 kg/Ew*a im Main-Tauber-Kreis und 161 kg/Ew*a im Landkreis Heilbronn (Abb. 20).

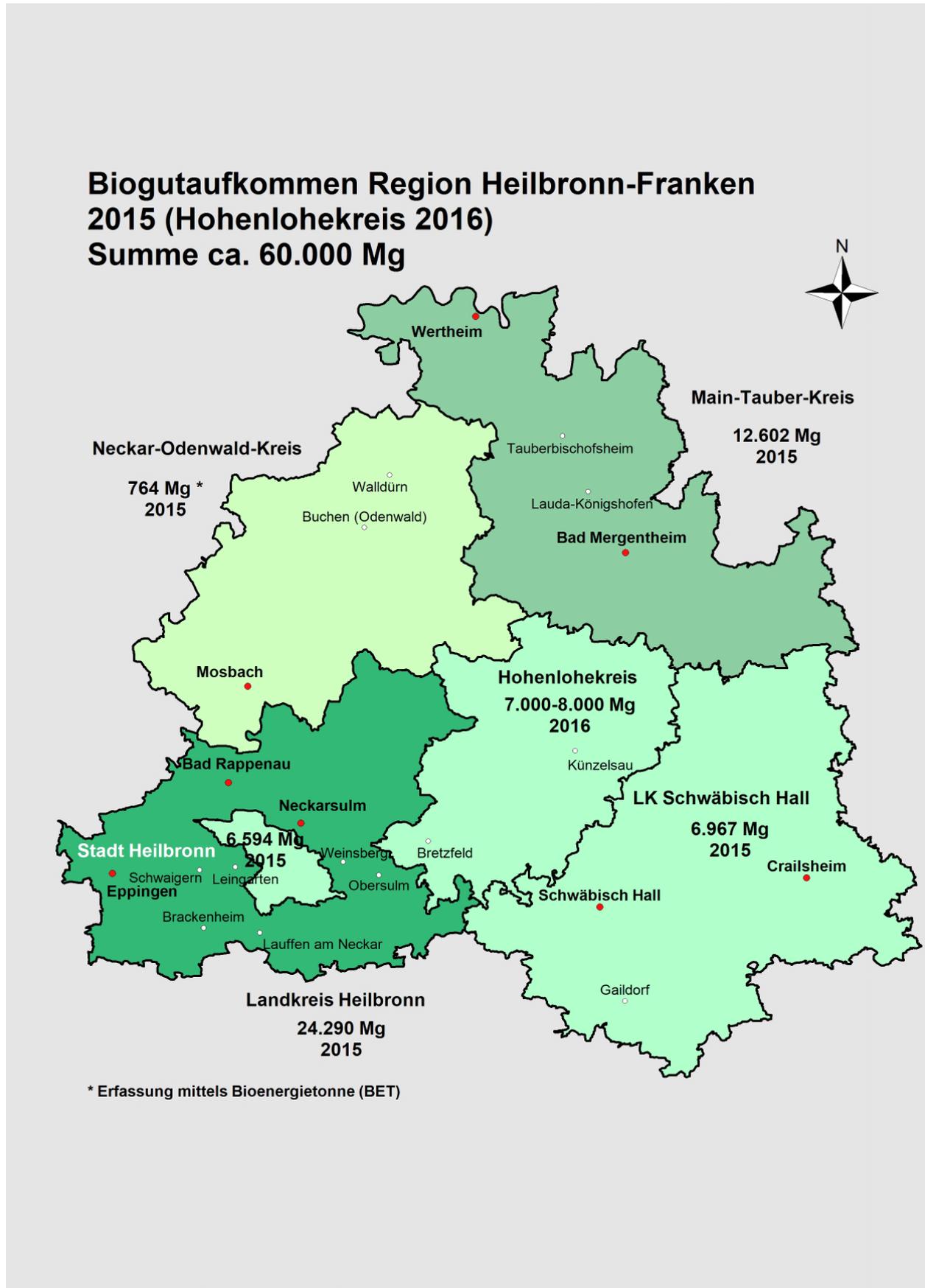


Abb. 18: Kartografische Darstellung des Biogutaufkommens im Planungsraum 2015 (Hohenlohekreis 2016)

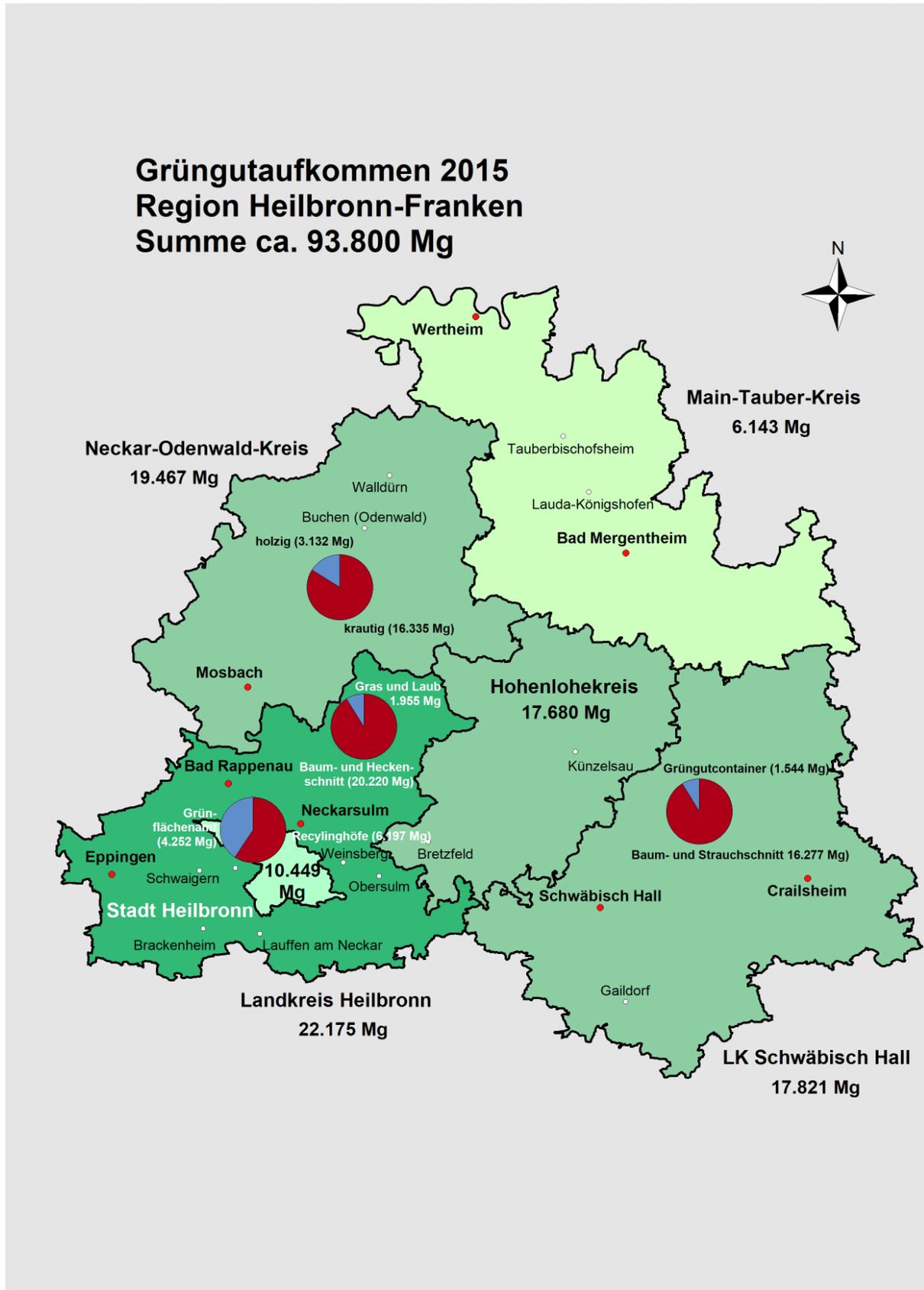


Abb. 19: Kartografische Darstellung des Grüngutaufkommens im Planungsraum 2015

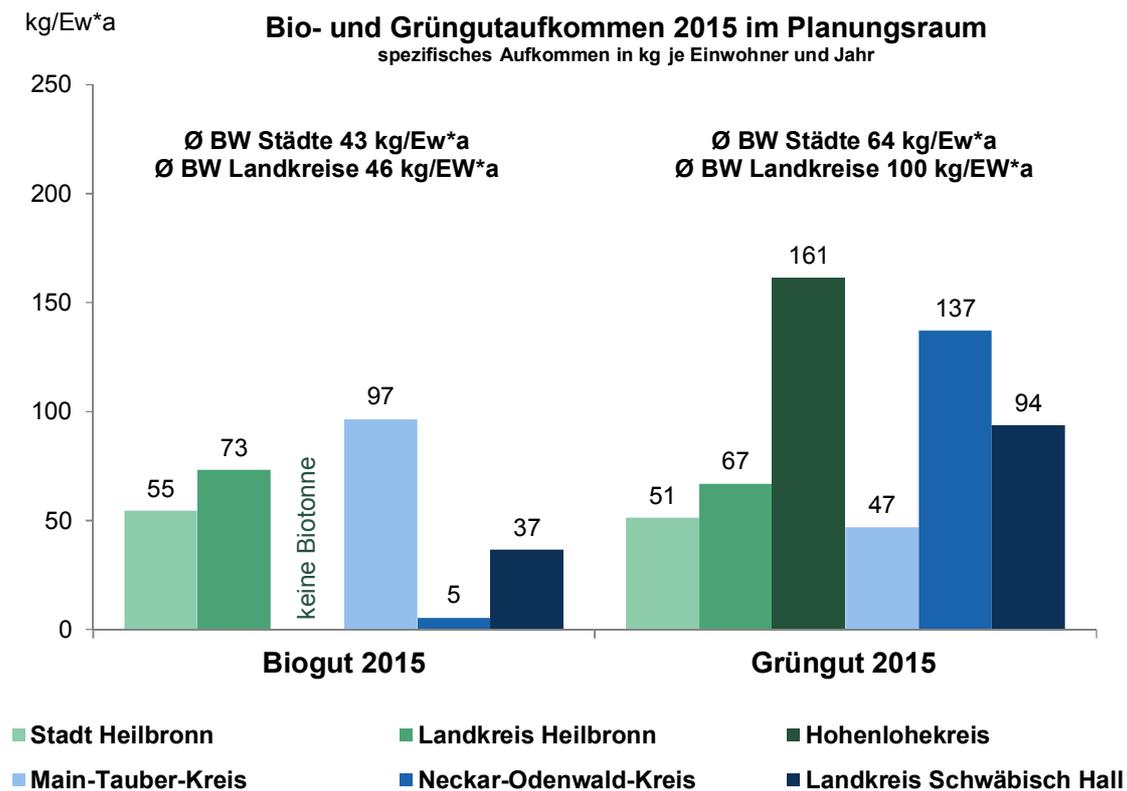


Abb. 20: Spezifisches Bio- und Grüngutaufkommen im Planungsraum 2015 (kg/Ew*a)

6.4 Verwertungsstruktur und Logistik

Nachstehend wird ein Überblick über die Verwertungsstrukturen und die logistischen Rahmenbedingungen bei den Entsorgungsträgern gegeben. Die Einzelangaben sind in Tab. 10 und Abb. 21 (Biogut) sowie Tab. 11 (Grüngut) zusammenfassend dargestellt.

6.4.1 Stadt Heilbronn

Biogut

Die Verwertung erfolgt derzeit in privatwirtschaftlich betriebenen Kompostierungsanlagen. Die derzeit gültigen Verwertungsverträge weisen eine Laufzeit bis zum Juni 2017 auf, wobei eine Option auf zweimalige Vertragsverlängerung um jeweils ein Jahr besteht.

Die Anlieferung bei Fa. Bauer-Kompost erfolgt per Sammelfahrzeug. Das zur KWB in Hardheim gehende Biogut wird auf der Deponie umgeschlagen. Betreiber der Umschlaganlage ist die Fa. AKG, Pfaffenhofen.

Grüngut

Das im Rahmen der Straßensammlung und das auf den Recyclinghöfen erfasste Grüngut wird durch ein privatwirtschaftliches Unternehmen nachsortiert und in eine krautige Fraktion zur

Kompostierung und eine holzige Fraktion zur energetischen Verwertung in Biomasseheizkraftwerken separiert. Die Laufzeit des Verwertungsvertrags endet Juni 2017. Das Grüngut des städtischen Grünflächenamtes wird ebenfalls über verschiedene Dienstleister privatwirtschaftlich verwertet.

Tab. 10: Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Biogut

Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Biogut					
	Transport zur Verwertungsanlage	Verwertungsweg ²⁾	Verwerter	Vertragslaufzeit	Vertragsoptionen / Sonstiges
Stadt Heilbronn	KWB, Hardheim (Mengen werden auf der Deponie durch AKG, Pfaffenhofen umgeschlagen); Bauer-Kompost, Bad Rappenau (Anlieferung per Sammelfahrzeugen)	Kompostierung	KWB, Hardheim Bauer-Kompost, Bad Rappenau	Juni 2017	Verlängerungsmöglichkeit 2 mal um jeweils ein Jahr
Landkreis Heilbronn	per Sammelfahrzeugen	Erdenwerk/ Substratherstellung/ Kompostierung	AKG, Pfaffenhofen Hauke-Erden, Öhringen Bauer-Kompost, Bad Rappenau bzw. Hans Vornkahl, Salzwedel	30.06.2017	Verlängerungsmöglichkeit 2 mal um jeweils ein Jahr
Hohenlohekreis	per Sammelfahrzeugen	Erdenwerk/ Substratherstellung/ Kompostierung	Hauke-Erden, Öhringen	Dezember 2018	k.A.
Main-Tauber-Kreis	per Sammelfahrzeugen	Kompostierung	Kompostwerk Würzburg	Dezember 2018	Störstoffanteil (25%) wird durch den Main-Tauber-Kreis in der MVA Schweinfurt verwertet
Neckar-Odenwald-Kreis (Pilotgebiet)	Umladung in Buchen	Vergärung/Kompostierung	<u>Trockenvergärung:</u> Stadtwerke Erfurt, B+R Bioverwertung und Recycling, Erfurt-Schwerborn	keine	---
Landkreis Schwäbisch Hall	KGH Obersontheim und T+E Humuswerk per Sammelfahrzeugen	Kompostierung / Erdenwerk/ Substratherstellung/ T+E Humuswerk: Vergärung Mittelkomfraktion (extern)	KGH Umweltservice, Obersontheim T+E Humuswerk, Bechhofen	31.12.2017 (beide Verträge)	k.A.

1) Verlängerung bis zum 30.06.2019 gemäß Beschluss Bau- und Umweltausschuss 09.04.2016

2) Siebüberläufe/Störstoffe werden bei allen Anlagen energetisch verwertet

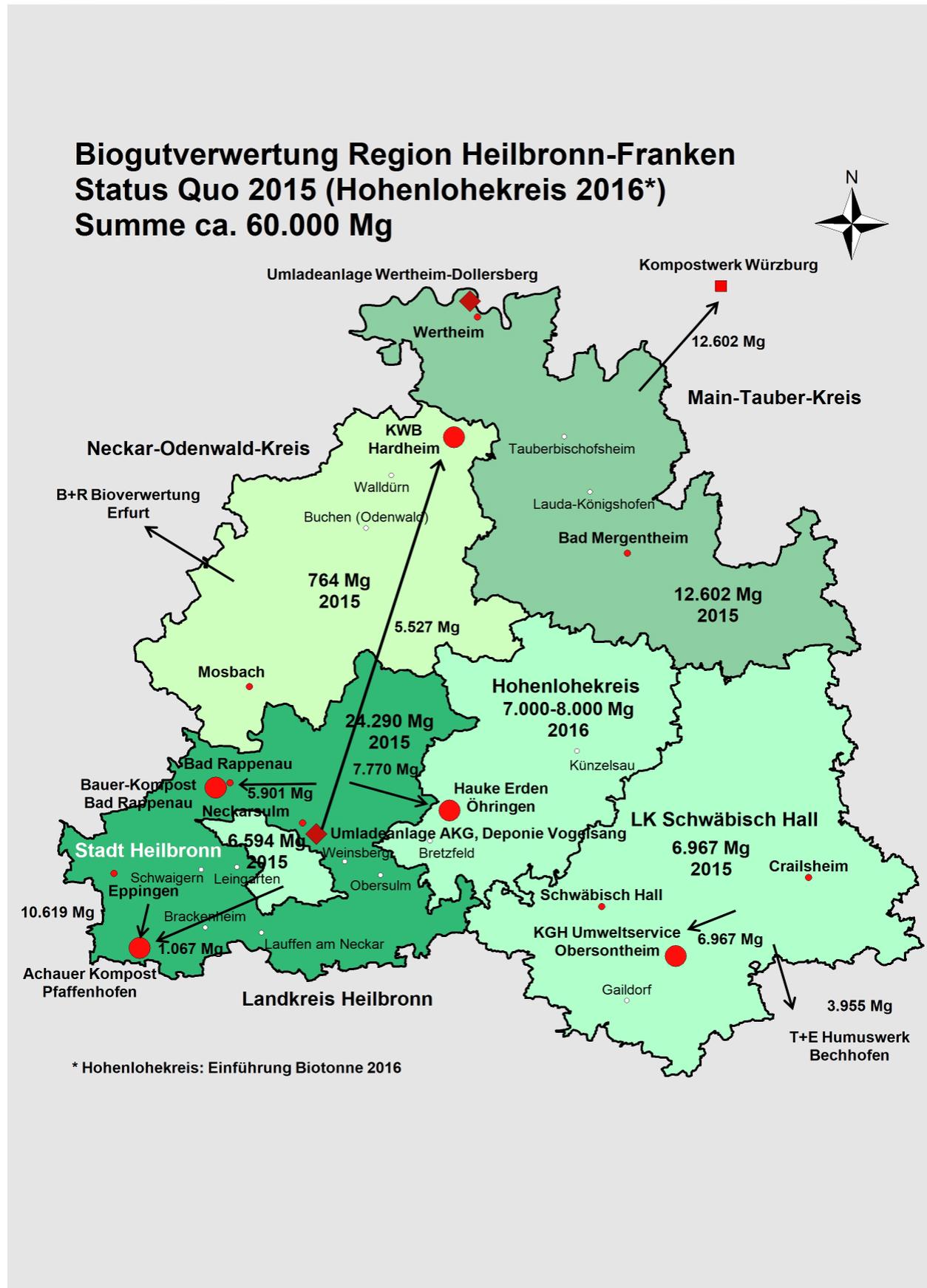


Abb. 21: Verwertungsstrukturen für Biogut im Planungsraum 2015 (Hohenlohekreis 2016)

6.4.2 Landkreis Heilbronn

Biogut

Die Verwertung erfolgt derzeit in drei privatwirtschaftlich betriebenen Kompostierungsanlagen bzw. Erdenwerken. Die Anlagen sind im Kreisgebiet verteilt und werden direkt durch die Sammelfahrzeuge angefahren. Die derzeit gültigen Verwertungsverträge laufen bis zum 30.06.2017, wobei eine Verlängerungsmöglichkeit um bis zu zwei Jahre Vertragsbestandteil ist.

Grüngut

Zur Verwertung des Baum- und Strauchschnitts besteht ein bis zum 31.12.2017 laufender Verwertungsvertrag, welcher um ein Jahr verlängert werden kann. Der Verwerter übernimmt die Zerkleinerung auf den Plätzen. Die Verwertung erfolgt in Biomasseheizkraftwerken. Gras und Laub werden durch andere Dienstleister privatwirtschaftlich kompostiert.

6.4.3 Hohenlohekreis

Biogut

Die Verwertung erfolgt derzeit in einer privatwirtschaftlichen Anlage mit einer Vertragslaufzeit bis Ende 2018 mit der Option einer zweijährigen Verlängerung. Die Anlieferung beim Erdenwerk erfolgt direkt durch die Sammelfahrzeuge.

Grüngut

Mit der Aufbereitung und energetischen Verwertung des Reisigs (2014 ca. 36 % des Gesamtgrünguts) ist der jeweilige Betreiber des Sammelplatzes beauftragt. Abnehmer für die Brennstofffraktion sind Biomasseheizkraftwerke. Feinmaterial wird in privatwirtschaftlichen Kompostierungsanlagen/Erdenwerken verwertet. Für das Feinmaterial aus der Aufbereitung besteht auch die Option, dies im Biomasseheizkraftwerk Herbrechtingen verwerten zu lassen. Rasenschnitt wird derzeit versuchsweise einer Biogasanlage zugeführt.

6.4.4 Main-Tauber-Kreis

Biogut

Seit 1996 wird das Biogut in einem externen Kompostwerk verwertet. Vertragsende ist der 31.12.2018. Die Anlieferung beim Kompostwerk erfolgt direkt durch die Sammelfahrzeuge. Im Norden des Landkreises ist eine Umschlaganlage vorhanden, sie ist nicht gekapselt ausgeführt und wird derzeit für Biogut nicht genutzt.

Grüngut

Die Sammelplätze sind mit Personal des Maschinenrings besetzt. Die Aufbereitung erfolgt im Auftrag des Kreises durch externe Dienstleister. Der Main-Tauber-Kreis verwertet unterschiedliche Brennstoffqualitäten und den Siebüberlauf aus der Kompostaufbereitung in verschiedenen Biomasseheizkraftwerken. Kompost wird durch den Main-Tauber-Kreis selbst vermarktet.

Tab. 11: Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Grüngut

Übersicht über die Verwertungsstrukturen für Biogut					
	Transport zur Verwertungsanlage	Verwertungsweg ²⁾	Verwerter	Vertragslaufzeit	Vertragsoptionen / Sonstiges
Stadt Heilbronn	KWB, Hardheim (Mengen werden auf der Deponie durch AKG, Pfaffenhofen umgeschlagen); Bauer-Kompost, Bad Rappenau (Anlieferung per Sammelfahrzeugen)	Kompostierung	KWB, Hardheim Bauer-Kompost, Bad Rappenau	Juni 2017	Verlängerungsmöglichkeit 2 mal um jeweils ein Jahr
Landkreis Heilbronn	per Sammelfahrzeugen	Erdenwerk/ Substratherstellung/ Kompostierung	AKG, Pfaffenhofen Hauke-Erden, Öhringen Bauer-Kompost, Bad Rappenau bzw. Hans Vomkahl, Salzwedel	30.06.2017	Verlängerungsmöglichkeit 2 mal um jeweils ein Jahr
Hohenlohekreis	per Sammelfahrzeugen	Erdenwerk/ Substratherstellung/ Kompostierung	Hauke-Erden, Öhringen	Dezember 2018	Verlängerungsmöglichkeit 2 Jahre
Main-Tauber-Kreis	per Sammelfahrzeugen	Kompostierung	Kompostwerk Würzburg	Dezember 2018	Störstoffanteil (25%) wird durch den Main-Tauber-Kreis in der MVA Schweinfurt verwertet
Neckar-Odenwald-Kreis (Pilotgebiet)	Umladung in Buchen	Vergärung/Kompostierung	<u>Trockenvergärung:</u> Stadtwerke Erfurt, B+R Bioverwertung und Recycling, Erfurt-Schwerbom	keine	---
Landkreis Schwäbisch Hall	KGH Obersontheim und T+E Humuswerk per Sammelfahrzeugen	Kompostierung / Erdenwerk/ Substratherstellung/ T+E Humuswerk: Vergärung Mittelkomfraktion (extern)	KGH Umweltservice, Obersontheim T+E Humuswerk, Bechhofen	31.12.2017 (beide Verträge)	k.A.

1) Verlängerung bis zum 30.06.2019 gemäß Beschluss Bau- und Umweltausschuss 09.04.2016

2) Siebüberläufe/Störstoffe werden bei allen Anlagen energetisch verwertet

6.4.5 Neckar-Odenwald-Kreis

Biogut

Die Verwertung erfolgt derzeit in einer kombinierten Trockenvergärungs-/Kompostierungsanlage. Eine vertraglich fixierte Laufzeit besteht nicht. Die Mengen werden in Buchen umgeladen.

Grüngut

Mit dem Betrieb der kommunalen Sammelpätze ist der Maschinenring beauftragt, der auch die Zerkleinerung durchführt und teilweise den Transport zu den Verwertungsanlagen übernimmt. Die Verwertung erfolgt derzeit in privatwirtschaftlich betriebenen Kompostierungsanlagen bzw. Erdenwerken. Die derzeit gültigen Verwertungsverträge haben eine Laufzeit bis zum 30.06.2017. Abnehmer für die Brennstofffraktion sind Biomasseheizkraftwerke.

Künftig verwertet der Kreis ca. 8.000 Mg/a Grüngut beim Biomassezentrum Buchen selbst. Davon sollen ca. 3.000 Mg/a verholztes Material in der neuen Pyreg-Anlage eingesetzt werden.

6.4.6 Landkreis Schwäbisch Hall

Biogut

Die Verwertung erfolgt derzeit in privatwirtschaftlich betriebenen Kompostierungsanlagen. Die derzeit gültigen Verwertungsverträge haben eine Laufzeit bis Ende 2017. Die Anlieferung bei den Kompostwerken Obersontheim und Bechhofen erfolgt direkt durch die Sammelfahrzeuge. Der Betreiber des Kompostwerks Bechhofen, die T + E Humuswerk GmbH, führt eine Mittelkornfraktion 12 bis 60 mm einer externen Vergärungsanlage (Nassvergärung) zu⁶.

Grüngut

Der Betrieb der Häckselplätze erfolgt durch den Maschinenring oder die Firma Broß, Obersontheim (inkl. Aufbereitung). Holziges Material wird über Biomassekraftwerke verwertet. Die Verwertung der Feinfraktion von den Häckselplätzen erfolgt über verschiedene Abnehmer.

Das in den Containern auf Wertstoffhöfen/Häckselplätzen erfasste Grüngut (nur nicht verholzte Grünabfälle) wird in Kompostierungsanlagen/Erdenwerken verwertet.

6.4.7 Regionale Kompostwerke / Erdenwerke für die Biogutverwertung

Das Biogut der Entsorgungsträger wird überwiegend regional verwertet. In Tab. 12 sind die angebotenen regionalen Kompost- bzw. Erdenwerke aufgelistet. Dargestellt ist die Bauausführung zentraler Anlagenfunktionsbereiche inkl. der installierten Abluftreinigung.

Alle Anlagen sind in den Bereichen der Anlieferung, Aufbereitung und Intensivrotte gekapselt ausgeführt, die Abluft wird z. T. nach Nutzung zur Belüftung der Intensivrotte erfasst und mittels Biofilter gereinigt. Mit Ausnahme des Kompostwerks Würzburg, in dem alle Behandlungsschritte in geschlossenen Hallen erfolgen, werden die Nachrotte, Konfektionierung (mit einer Ausnahme) und die Produktlagerung offen durchgeführt.

⁶ Telefonische Auskunft Herr Schmidt (T + E Humuswerk GmbH)

Tab. 12: Übersicht über die regionalen Kompost- und Erdenwerke

Übersicht über die Kompostierungsanlagen für Biogut				
	Kurzbeschreibung inkl. Art der Abluftbehandlung			
	Anlieferung/ Aufbereitung	Intensivrotte	Nachrotte	Konfektionierung/ Lager
AKG Achauer Kompostierungs GmbH & Co.KG, Pfaffenhofen	Biofilter	Biofilter	offen	offen
Bauer-Kompost GmbH, Bad Rappenau	gekapselt, Abluft in Tunnel	Tunnelkompostierung, Biofilter	offen	offen
Hauke-Erden GmbH, Remseck Anlage Öhringen	gekapselt, keine Aufbereitung	gekapselt; Membranabdeckung	offen	gekapselt (Konfektionierung); Lager (offen)
KGH Umweltservice GmbH, Obersontheim	gekapselt, Abluft als Zuluft in die Intensivrotte	gekapselt; Membranabdeckung	offen	offen
Kompostwerk Würzburg GmbH	vollständig gekapselt mit Abluftreinigung mittels Biofilter			
KWB Kompostwerk Bauland GmbH & Co. KG, Hardheim	gekapselt	gekapselt	offen	offen
T+E Humuswerk GmbH, Bechhofen	offen	gekapselt, Biofilter	offen	offen

Quellen: Betreiberangaben

6.4.8 Vermarktungsstrukturen

Im Rahmen einer Befragung der Anlagenbetreiber wurde die derzeitige Vermarktung von Erden, Substraten und Komposten erhoben. Abb. 22 zeigt im Ergebnis die übergreifende Vermarktungsstruktur für den Planungsraum.

Etwa 23 % werden als Komposte, Erden bzw. Substraten in GaLa-Bau, Erwerbs- und Hobbygartenbau verwertet. In einigen Kommunen spielt dieser Vermarktungsweg jedoch eine deutlich größere Rolle. Insbesondere gilt dies für den Landkreis Heilbronn (41 %) sowie die Stadt Heilbronn (14 %) und den Landkreis Schwäbisch Hall (16 %) (Abb. 23).

Überwiegend werden die Biogutkomposte als Frisch- bzw. Fertigungskompost in der Landwirtschaft (58 %) bzw. im Weinbau (4 %) verwertet. Die übrigen Positionen verteilen sich auf die landwirtschaftliche Verwertung von Gärkomposten, den Einsatz von Brennstofffraktionen in Biomassekraftwerken und die Störstoffverwertung in MHKW.

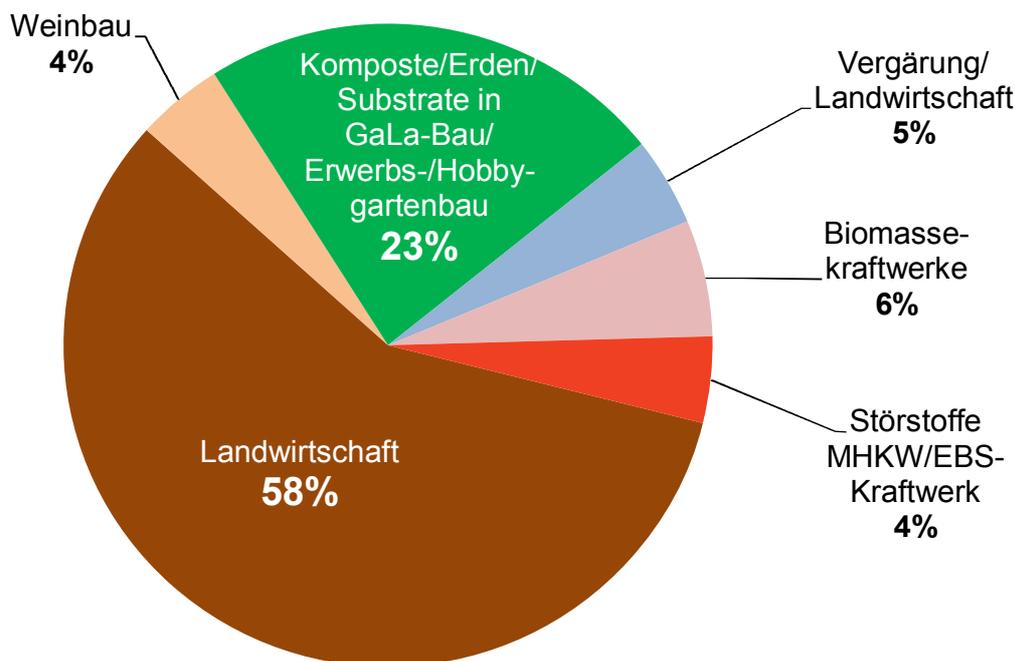


Abb. 22: Vermarktung von Produkten aus der Biogutverwertung im Planungsraum 2015 (Quelle: Angaben der Anlagenbetreiber)

Vermarktung "Biogut - IST 2015"

Differenzen zur 100% ergeben sich durch energetisch verwertete Störstoffe- und Brennstofffraktionen

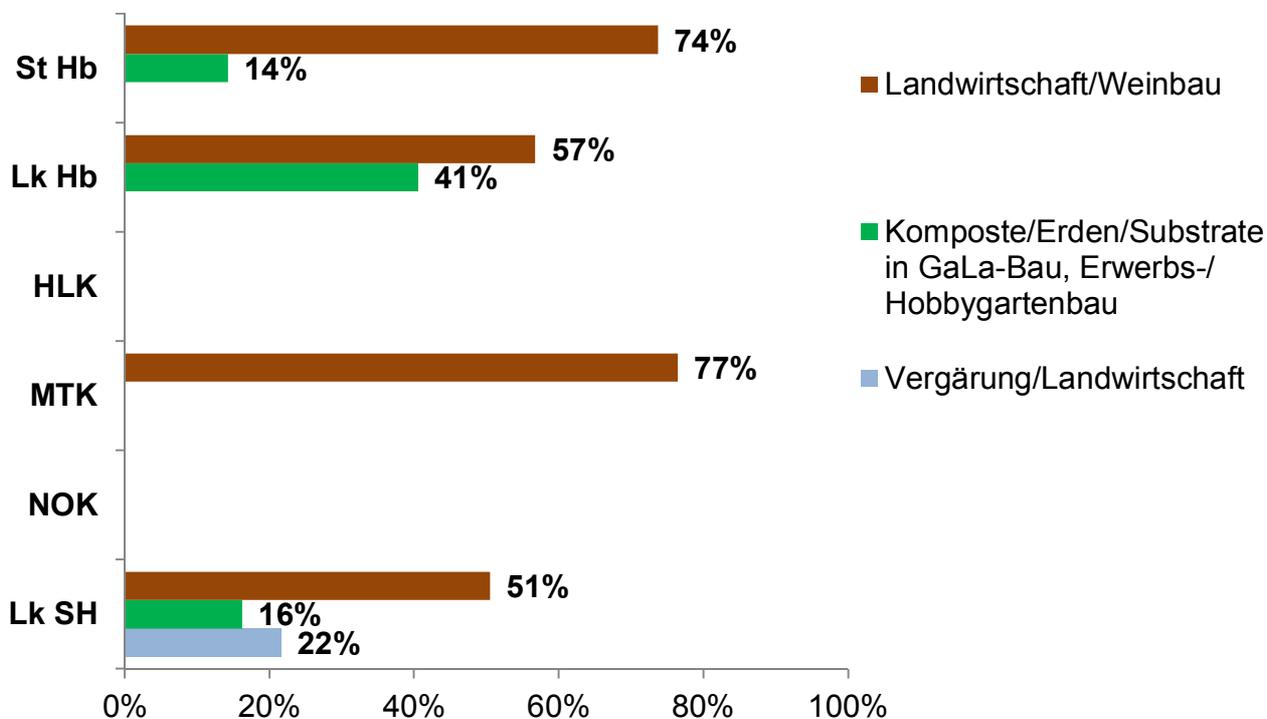


Abb. 23: Vermarktung von Produkten aus der Biogutverwertung 2015 (Quelle: Angaben der Anlagenbetreiber)

6.5 Vertragliche Bindungen und Verwertungskosten

In Abb. 24 sind die derzeit gültigen Vertragslaufzeiten für die Biogutverwertung grafisch dargestellt. Die aktuellen Verträge enden in den nächsten Jahren, spätestens jedoch zum 31.12.2018. Stadt und Landkreis Heilbronn verfügen über eine Regelung zur zweimaligen Vertragsverlängerung um jeweils ein Jahr. Wird diese Option gezogen, enden die Verträge zum 30.06.2019. Der Hohenlohekreis verfügt ebenfalls über eine Verlängerungsoption.

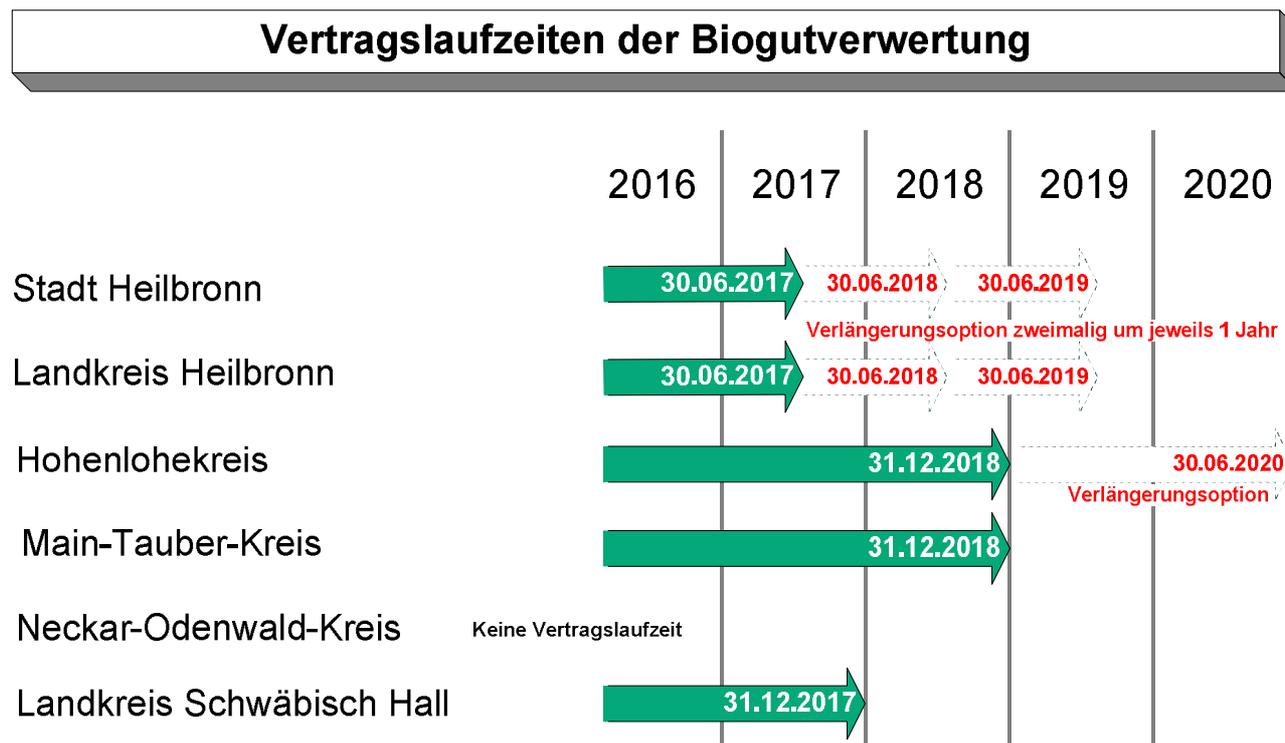


Abb. 24: Übersicht über die gültigen Vertragslaufzeiten für die Biogutverwertung

Die Verwertungskosten für Biogut liegen derzeit in einer Spannbreite zwischen 40 €/Mg und 70 €/Mg netto. Im Main-Tauber-Kreis sind die Verwertungskosten für die zurückgenommene Siebfraction hinzuzurechnen.

Für die Verwertung von Grüngut sind netto 20 €/Mg bis 35 €/Mg aufzubringen.

7 Standortkriterien zur Errichtung und zum Betrieb einer Biogutvergärungsanlage

Die Mehrzahl der untersuchten Varianten (Kap. 9) basiert auf der Errichtung von Neuanlagen auf der sogenannten „Grünen Wiese“, also ohne konkreten Standortbezug. Mögliche Standorte werden hinsichtlich ihrer Lage im Planungsraum nur großräumig verortet, wobei vorrangig logistische Aspekte den Ausschlag geben.

In weitergehenden Planungsschritten kommt der Suche nach einem geeigneten und akzeptierten Standort für eine Vergärungsanlage eine ganz entscheidende Bedeutung zu. Kann dieser nicht gefunden werden, drohen trotz erklärtem politischem Willen und selbst bei bestehender Beschlusslage sinnvolle Vergärungsprojekte zu scheitern. Jüngste Beispiele hierfür finden sich ganz in der Nähe mit den Planungen der Stadt Stuttgart und des Landkreises Ludwigsburg.

Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen Standortkriterien für die Errichtung und den Betrieb einer Vergärungsanlage dargestellt.

7.1 Standort

7.1.1 Flächenverfügbarkeit

In Abhängigkeit des Anlagentyps und der -durchsatzkapazität bemisst sich die Mindestgröße der zur Verfügung stehenden und zweckmäßig nutzbaren Fläche. Die untersuchten Varianten beruhen auf Gesamtverarbeitungskapazitäten von 25.000 Mg/a bis 45.000 Mg/a (anaerob und aerob).

Lediglich der Variante 5 liegt ein konkreter Standortbezug zugrunde. Bei den übrigen Varianten werden jeweils Neuanlagen an nicht definierten Standorten betrachtet, wobei in der Regel noch zwischen zwei Umsetzungen unterschieden wird. Differenziert werden die Untervarianten der

1. Errichtung einer Vergärungs-/Kompostierungsanlage mit Nachrotte bis zum Produkt an einem Standort sowie der
2. Errichtung einer Vergärungsanlage mit Gärrestkonditionierung, bei der die Nachrotte an einem externen Standort erfolgt.

Im zweiten Fall entfällt der (hohe) Flächenbedarf für die Nachrotte inkl. Konfektionierung und Produktlager. Erfolgen Nachrotte und Lagerung extern, lassen sich die Vergärungsanlagen somit auch bei deutlich kleinerem Flächenangebot umsetzen und betreiben.

Neben des Neubaus einer Biogutvergärungsanlage kann die Weiter- bzw. Umnutzung bereits bestehender abfallwirtschaftlicher Standorte von Interesse sein. So kann beispielsweise bei Variante 5 am Standort des Kompostwerks Obersontheim die Integration einer Vorschaltanlage für die Vergärung gut dargestellt werden.

7.1.2 Baugrund und standortsspezifische Einschränkungen

Welche spezifischen Voraussetzungen bringt die ins Auge gefasste Fläche mit und wie ist der derzeitige Nutzungsstatus? Besonders zu beachten sind hierbei mögliche Einschränkungen, wie ein hoher Grundwasserstand, welcher umfangreiche Sicherungsmaßnahmen bedeutet.

Bei Errichtung auf einem Deponiekörper ist die Deponiehistorie entscheidend. Zu klären sind hierbei insbesondere Alter, Art und Umfang des abgelagerten Materials unterhalb der Baufläche, der Status der Abdichtungen/Nachsorgemaßnahmen sowie der Setzungsstatus. Insbesondere wenn noch von relevanten Setzungen auszugehen ist, können kostspielige Gründungsmaßnahmen (Tiefgründung) erforderlich werden. Dies kann im Vorfeld durch Baugrundgutachten abgesichert werden.

Auch Vorbelastungen des Standorts durch frühere industrielle Nutzungen und ein möglicher Sanierungsbedarf (Bodenaustausch) sind abzuklären.

Weiterhin können reale Nutzungseinschränkungen hinsichtlich der Bebaubarkeit der Fläche vorliegen. Beispielsweise sind Abstandsregelungen für die Bauwerke bei vorhandenen Windkraftanlagen zu berücksichtigen.

7.1.3 Genehmigungsfähigkeit des Standortes

Der potenzielle Standort muss hinsichtlich der Erfüllbarkeit von immissionsschutzrechtlichen Anforderungen (Geruch, Lärm, Keime usw.) und somit seiner Genehmigungsfähigkeit betrachtet werden. Für den Bau und den Betrieb einer Biogutvergärungsanlage ist ein BImSchG-Genehmigungsverfahren nach Nr. 8.6.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV durchzuführen. Die vorgesehene Verarbeitungskapazität von 25.000 Mg/a bis 45.000 Mg/a bedingt eine tägliche Durchsatzkapazität zwischen 70 und 120 Mg, sodass für die Genehmigung ein „G“-Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung einzuplanen ist. Detaillierte Informationen zu den Rechtsgrundlagen und dem Verfahrensablauf sind in Kap. 2.2.2 zu finden.

Aus diesem Grund sollte im Vorfeld geprüft werden, ob der Standort beispielsweise den Anforderungen der TA Luft bezüglich der Mindestabstände zur Wohnbebauung genügt. Auch die Lage in bzw. in unmittelbarer Nähe von Schutzgebieten (Wasser, Naturschutz) kann den Bau einer Biogutvergärungsanlage verhindern bzw. erheblich erschweren. Die aufgeführten Punkte sind an dieser Stelle nicht abschließend, da jeder Standort individuelle Besonderheiten aufweist und somit spezifisch betrachtet werden muss.

7.1.4 Erschließung des Standortes

Die Erschließung des Standortes mit den notwendigen Ver- und Entsorgungseinrichtungen muss gewährleistet sein bzw. gewährleistet werden können. Falls die Erschließung nicht abgesichert werden kann, müssen alternative Lösungen, wie beispielsweise der Bau einer Kleinkläranlage statt der Anbindung an das Abwassernetz, entwickelt werden.

7.1.5 Bauplanerische Situation

Im Bauplanungsrecht wird zwischen bauplanungsrechtlichen Fragestellungen, die im folgenden Abschnitt betrachtet werden, und bauordnungsrechtlichen Fragestellungen unterschieden. Dem Bauordnungsrecht unterliegt der Bauantrag, in dem die Ausführung des Bauvorhabens geregelt wird. Zu beachten ist jedoch, dass ein Bauvorhaben nur dann positiv beschieden werden kann, wenn es sowohl mit dem Bauplanungsrecht als auch mit dem Bauordnungsrecht übereinstimmt.

Im Bauplanungsrecht wird vonseiten der Gemeinde geregelt, wo und was in ihrem Gemeindegebiet gebaut werden darf. Dafür stehen nach dem BauGB⁷ die Instrumente Flächennutzungs- und Bebauungsplan zur Verfügung. Die Aufstellung eines Flächennutzungsplans (§ 5 ff BauGB) ist als vorbereitende Bauleitplanung zu sehen. Er wird im Regelfall für das gesamte Gemeindegebiet aufgestellt und beinhaltet grundsätzliche Aussagen zur Flächennutzung bzw. deren Entwicklungsaussichten. Im Bebauungsplan (§ 8 ff BauGB) werden diese Aussagen konkretisiert. Die Festsetzungen des Bebauungsplans sind rechtsverbindlich.

Vor der weiteren Beplanung des Standortes sollte demzufolge geprüft werden, ob ein Flächennutzungsplan und ein Bebauungsplan für den Standort aufgestellt wurden und ob die geplanten Maßnahmen mit Flächennutzungs- und Bebauungsplan vereinbar sind. Trifft dies nicht zu, sind die Änderungen der Bauleitplanung mit der Gemeinde abzustimmen. Das BImSchG-Genehmigungsverfahren und das Bauleitverfahren können zeitgleich durchgeführt werden.

7.1.6 Verkehrsanbindung

Im Vorfeld zu klären ist die Anbindung des potenziellen Standorts an das Straßenverkehrsnetz. Kann die An- und Abfahrt mittels Sammelfahrzeugen bzw. LKW im Wesentlichen über gut ausgebaute Straßen (Autobahnen, Schnellstraßen, Bundesstraßen) erfolgen oder sind lange Wege über Landstraßen mit entsprechend häufigen Ortsdurchfahrten erforderlich? Für LKW ist zu klären, ob es bei LKW-Gegenverkehr Probleme geben kann. Bei kleineren Zufahrtstraßen kann die Einrichtung von Ausweichbuchten eine Lösung sein.

7.2 Nutzungsmöglichkeiten Biogas

Das Energienutzungskonzept für das erzeugte Biogas ist bei der Standortwahl ebenfalls intensiv zu bewerten. Eine Biogutvergärung ist vor allem dann ökologisch, aber auch ökonomisch vorteilhaft, wenn es gelingt, hohe Wirkungsgrade in der Energieerzeugung und -vermarktung zu erzielen. Bei der Verstromung über ein BHKW vor Ort können benachbarte Wärmesenken, die mit der überschüssigen Abwärme versorgt werden, auch wirtschaftlich interessant sein.

⁷ Baugesetzbuch (BauGB) vom 23. September 2004, letzte Änderung am 20. Oktober 2015

Fernwärme

Ein geeignetes Fernwärmenutzungskonzept unterliegt Anforderungen, die ihre Ursache in betriebsspezifischen Parametern der Vergärungsanlage nebst BHKW haben. Zu beachten sind:

- Biogutvergärungsanlagen benötigen selbst Wärme im laufenden Betrieb (z. B. Fermenterheizung, Gärrestkonditionierung). Klimabedingt unterliegt der Eigenbedarf einem Jahresgang; im Winter ist der Eigenbedarf höher, in den Sommermonaten deutlich geringer. Dieser Jahresgang verläuft analog dem Wärmebedarf von Wohngebäuden.
- Soll die Abwärme als Fernwärme zur Beheizung von Wohngebäuden genutzt werden, spielt der kongruente Jahresgang eine große Rolle. Gerade wenn der Wärmebedarf bei den Hausbesitzern hoch ist, kann die Vergärungsanlage weniger liefern. Umgekehrt fehlen im Sommer die Abnehmer.
- Künftig sind die BHKW flexibel zu betreiben. In der Praxis heißt dies, dass die BHKW nicht durchgängig laufen und damit eine kontinuierliche Wärmeabgabe erschwert bzw. unmöglich ist. Bei Fernwärmekonzepten, die nicht grundlastfähig sind, wäre ein umfangreiches Wärmespeicherkonzept erforderlich.
- Aus verschiedenen Gründen wird der Aufbau eines Fernwärmenetzes zur Beheizung von Wohngebäuden mit einer Vergärungsanlage als einzigem Wärmelieferanten für nicht sinnvoll und nicht wirtschaftlich erachtet. Im Einzelfall zu prüfen wäre die Versorgung eines oder mehrerer kleinerer Abnehmer mit ganzjährigem Bedarf (z. B. Schwimmbad).
- Optimale Voraussetzungen bietet die Einspeisung überschüssiger Wärme in ein bestehendes kraftwerksversorgtes Fernwärmenetz bzw. die Abgabe an einen gewerblichen Betrieb. Dann besteht die Chance, dass die Abwärmemenge der Vergärungsanlage in die (Fern-)Wärmegrundlast eingeht und ein ganzjähriger Absatz gewährleistet werden kann. Die Vergärungsanlage müsste dann auch nicht zwingend Lieferverpflichtungen unterliegen.

Bioerdgaseinspeisung

Bei einer ausreichenden Größe der Biogutvergärungsanlage (35.000 Mg bis 40.000 Mg jährliche Durchsatzkapazität) kann auch über eine Aufbereitung zu Biomethan und die Einspeisung in das Erdgasnetz nachgedacht werden. Hierfür ist die Frage zu klären, in welcher Entfernung ein geeigneter Einspeisepunkt ins Gasnetz vorliegt und welche Druckstufe und Aufnahmekapazität dies hat (H-Gas, L-Gas).

Alternative Nutzungsmöglichkeiten für die Überschusswärme

Die überschüssige Abwärme könnte beispielsweise auch für die Trocknung von Holzbrennstoffen eingesetzt werden. Beispielsweise ließe sich die Brennstoffqualität von holzigem Grüngut verbessern.

Ein neues Konzept ist die Speicherung der Wärme in transportablen Speichermodulen, die dann zum Abnehmer transportiert werden (mobiler Wärmetransport). Diese funktionieren vor allem als Latentwärmespeicher oder auch als thermochemische Speicher (Speichermaterial Zeolith). In beiden Fällen wird die gebundene Energie als Wärme beim Entladungsvorgang wieder freigesetzt.

Die Technologie wurde bislang bei Biogutvergärungsanlagen noch nicht umgesetzt. Eine kommerzielle Anwendung ist das Projekt bei der Müllverbrennungsanlage der AVA GmbH in Augsburg

(Abb. 25). Dort wird seit 2013 ein etwa sieben Kilometer entfernt gelegenes Schulzentrum zu etwa einem Drittel mittels mobilen Wärmetransports versorgt. Die mobile Wärme dient der Grundlastversorgung.



Abb. 25: Beispiel: Mobiler Latentwärmespeicher (AVA Augsburg); Quelle: AVA GmbH

7.3 Verwertungsmöglichkeiten der Produkte

Sowohl für die Standortprüfung als auch für die Auswahl der geeigneten Technik stellen insbesondere die regionalen Verwertungsmöglichkeiten der anfallenden Produkte Kompost und gegebenenfalls flüssige Gärreste wesentliche Kriterien dar. Art und Menge der anfallenden Gärreste sind vom gewählten Verfahren und Konzept abhängig.

Im Regelfall werden ein großer Anteil der erzeugten Komposte sowie die gesamte Menge der flüssigen Gärreste aus den Vergärungsanlagen ackerbaulich verwertet. Insbesondere für den Flüssigdünger zur ackerbaulichen Nutzung kommt hierfür nur ein gewisser Umkreis um den Anlagenstandort in Frage. Hinzu kommt, dass aktuell im Düngerecht die gesetzlichen Rahmenbedingungen verändert werden und dem Nährstoffangebot aus Wirtschaftsdüngern ein größerer Stellenwert zukommt.

Detailliertere Angaben zu den Voraussetzungen in der Planungsregion sind Kap. 4 zu entnehmen.

7.4 Logistik

Zu berücksichtigen sind weiterhin logistische Parameter, wie die durchschnittlichen Transportwege des Bioguts zu einer zentral gelegenen Anlage. Dabei spielen sowohl die Nähe zu Aufkommenschwerpunkten des Bioguts (Beispiel Anlage im Raum Heilbronn, Varianten 1–4) als auch die Minimierung des Transportaufkommens (Variante 6) eine Rolle.

8 Überblick möglicher Verfahrenstechniken

8.1 Fremdstoffe im Biogut und Kompost

8.1.1 Darstellung der verschärfenden Problematik Fremdstoffe im Biogut und Kompost

„Am Ende anfangen!“ – Getreu diesem Leitsatz ist die stoffliche Verwertung der in Biogutvergärungsanlagen erzeugten Produkte eine wesentliche Grundlage für Anlagenplanung und -betrieb. Basis für die stoffliche Verwertung ist die hohe Qualität der erzeugten Produkte. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf dem Fremdstoffgehalt, wie Kunststoffen und Glasscherben. Gestiegerte Brisanz erhält dieses Thema vor allem aufgrund der geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen und den damit einhergehenden verschärften Anforderungen.

Der Fremdstoffanteil in den Endprodukten entsteht im Regelfall bereits ganz am Anfang der Verwertungskette, nämlich durch die entsprechenden Fehlwürfe bei der häuslichen Erfassung des Bioguts. Wesentlicher Bestandteil einer Strategie zur Fremdstoffreduktion ist demzufolge die Intensivierung der Abfallberatung und Aufklärung der Bürger. Ohne eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit, Anreize und Kontrolle ist eine hinreichende Inputqualität für die stoffliche Nutzung des Bioguts nicht zu erreichen.

Weitere Elemente der Fremdstoffreduktion sind technische Verfahren im Zuge diverser Verarbeitungsschritte, die eine Ausschleusung der noch verbleibenden Fremdstoffe ermöglichen. In der Praxis kommt es dabei immer wieder zu einer unzureichenden Fremdstoffabscheidung, vor allem bei der Herstellung von Kompost aus Gärresten. Nach Erfahrung der Autoren ist hierbei eine entscheidende Stellschraube das Feuchtemanagement im Kompostierungsprozess. Nur wenn das Material vor der Konfektionierung (vor allem Siebung) ausreichend trocken ist, kann eine Fremdstoffabscheidung in befriedigender Weise gelingen. Dies sowie weitere technische Möglichkeiten und Lösungen sind der Schwerpunkt dieses Kapitels.

Eine deutliche Verschärfung der Vorgaben im Hinblick auf den Fremdstoffgehalt resultiert aus den neuen Grenzwerten der Düngemittelverordnung. Im Mai 2015 hat der Bundesrat über die Änderung der Düngemittelverordnung (DüMV) entschieden. Unter anderem wurden die Grenzwerte für Fremdbestandteile geändert. Künftig gilt nicht mehr der Gesamtfremdstoffgehalt in Höhe von 0,5 Gew.-%, sondern folgende Grenzwertregelung für Komposte:

- nicht abgebaute Kunststoffe (Folien) über 2 mm Siebdurchgang max. 0,1 Gew.-% TM
- sonstige Fremdbestandteile, wie Altpapier, Karton, Glas, Metalle und plastisch nicht verformbare Kunststoffe (Hartkunststoffe), über 2 mm Siebdurchgang max. 0,4 Gew.-% TM.

Für diese Regelung ist eine Übergangsfrist bis 31.12.2016 vorgesehen. Weitere Informationen diesbezüglich sind dem Kap. 2.4.3 zu entnehmen.

Über diese Vorgaben der DüMV hinaus hat die Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (BGK) die Grenzwerte der Flächensumme ausgelesener Fremdstoffe ebenfalls verschärft. Neben dem Gewichtsanteil von Fremdstoffen erfolgt in der Gütesicherung zusätzlich die Bestimmung der

Flächensumme der ausgelesenen Fremdstoffe. Der aktuelle Grenzwert liegt bei 25 cm²/l (Substratkompost 10 cm²/l). In der beschlossenen Neufassung der Güte- und Prüfbestimmungen wurde der Grenzwert für die Flächensumme ausgelesener Fremdstoffe auf 15 cm²/l reduziert. Dabei ist eine Übergangsfrist bis zum 30.06.2018 vorgesehen.

Nach Aussage vieler Betreiber würde bei den üblichen Fremdstoffgehalten (bis 3 Gew.-% im Biogut/Input) die Einhaltung des neuen Flächenwerts eine Verkleinerung der Sieblochung bei der Endabsiebung auf ca. 15 oder 10 mm und damit eine deutliche Erhöhung des Siebüberlaufs nach sich ziehen. Da der stark verunreinigte Siebüberlauf nicht mehr ohne Weiteres von Biomassekraftwerken zur energetischen Nutzung angenommen wird, ist vielerorts bereits eine Entsorgung über kostenintensive Müllverbrennungsanlagen die Konsequenz.

Eine Verbesserung dieser Situation ist entweder durch eine Inputoptimierung oder eine technische Optimierung der Anlagenkonfiguration möglich. Aus diesem Grund wurde von der BGK auch die Übergangsfrist gewählt.

8.1.2 Berücksichtigung der Fremdstoffproblematik bei der Verfahrensauswahl Heilbronn-Franken

Grundsätzlich ist eine Optimierung der Biogutqualität (Input) auf Fremdstoffgehalte um 1 Gew.-% allen anderen technischen Maßnahmen vorzuziehen. Das Trennverhalten der Abfallerzeuger und Biotonnennutzer wird direkt und wesentlich durch die Organisation der Sammelsysteme beeinflusst. So können z. B. falsche Gebührenanreize beim Restmüll, spezifische Befreiungstatbestände, unzureichende Abfuhrhythmen oder zu kleine Gefäßvolumina beim Restmüll die Verwerfung von Fremdstoffen in die Biotonne begünstigen. Darüber hinaus sind natürlich auch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit bei der Einführung und Optimierung des Systems Biotonne sowie eine kontinuierliche Begleitung durch verschiedene Maßnahmen zwingend erforderlich. Vermehrt werden von öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern (öRE) aber auch Fremdstoffkontrollen durchgeführt, teilweise in Verbindung mit satzungsrechtlich verankerten ordnungspolitischen Maßnahmen (Kostenübernahme Entsorgung als Restmüll, Ordnungswidrigkeit u.a.) und mit deutlichen Erfolgen.

Im Rahmen der Studie sollen aber diese Zusammenhänge und vorgelagerten Maßnahmen nicht weiter verifiziert werden. Im Folgenden werden die technischen Maßnahmen und Einrichtungen beschrieben, die im Rahmen der Auslegung der Anlagenkonzepte berücksichtigt wurden. Die Maßnahmen beziehen sich auf eine notwendige Fremdstoffausschleusung bei der Verarbeitung eines normal verunreinigten Bioguts (bis max. 3 Gew.-%).

8.1.3 Technische, anlagenbezogene Maßnahmen und Einrichtungen zur Fremdstoffabtrennung und schonenden Behandlung

Ein Teil der in Bioabfällen enthaltenen Fremdstoffe kann bei der abschließenden Konfektionierung der Endprodukte (Siebung) mit dem Siebüberlauf abgeschieden werden. In der Regel wird eine Effizienz von ca. 95 Gew.-% erreicht. Dies bedeutet, dass 95 Gew.-% der im Biogut enthaltenen Fremdstoffe ausgeschleust werden. Bei einem Biogut mit 3 Gew.-% Fremdstoffen, ist bei einer Abscheidung von 95 Gew.-% der Fremdstoffe im fertigen Kompost noch ein Fremdstoffgehalt von 0,5 Gew.-% und es wären nur knapp die Gütekriterien eingehalten.“ (BGK Standpunkte 6/2016).

Daher müssen in der Regel mehrere Konzepte zur technischen Fremdstoffentfrachtung berücksichtigt werden.

Folgende Maßnahmen zur Fremdstoffentfrachtung wurden in den nachstehenden Anlagenauslegungen berücksichtigt:

- Vor dem biologischen Prozess

Je nach Verfahrenstechnik (Pfropfenstrom- oder Boxenfermenter) wurde eine Vorabsiebung vorgenommen, wobei der Siebüberlauf ggf. später auch händisch nachsortiert werden kann. Es wurden jeweils nur schonende Vorzerkleinerungsaggregate oder Sackaufreißer eingesetzt, um die Fremdstoffe (Kunststoff, Glas) nicht unnötig zu zerkleinern.

- Während des Vergärungs- und Rotteprozesses

Händische Auslese von Glas und Kunststoff an den Mieten, schonende Umsetzung der Mieten durch Aggregatauswahl und Häufigkeit, optimale Steuerung des TS-Gehalts u. a. durch eine Aktivbelüftung der Intensivrotte, um eine abschließende Absiebung zu optimieren, ausreichende Rotte- und Lagerkapazität.

- Nach dem biologischen Prozess

Absiebung unter Berücksichtigung des TS-Gehalts, zusätzliche Windsichtung und Schwerstoffscheidung mit mobilen Maschinen.

- Aufbereitung Siebreste

Nachlagerung (weitere Trocknung) und erneute Aufbereitung der Siebreste durch Siebung/Windsichtung.

Durch eine Kombination dieser Maßnahmen ist der Anlagenbetreiber in der Lage bei einer durchschnittlichen Fremdstoffverunreinigung von max. 3 Gew.-% die Kriterien der BGK einzuhalten.

8.2 Verfahren zur energetischen Nutzung von Bio- und Grüngut – Vergärungsverfahren

Bei der anaeroben Behandlung von Biogut kommen verschiedene Vergärungsverfahren zum Einsatz, die sich vor allem in dem Trockenmassegehalt des dem Reaktor zugeführten Materials, der Prozesstemperatur und -führung sowie im Stofffluss unterscheiden. Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal stellt der Trockenmassegehalt im Reaktor dar. Die Vergärungsverfahren lassen sich je nach Feststoffgehalt im Reaktorzulauf in Nass- und Trockenverfahren unterteilen. Bei den Nassvergärungsverfahren wird durch die Zugabe von Flüssigkeit der Abfall auf einen Trockensubstanzgehalt von bis zu 15 % angemaischt, sodass er noch pump- und rührfähig ist. Trockenverfahren arbeiten bei Feststoffgehalten zwischen 20 und 40 %. Hierdurch kann in Abhängigkeit von dem verarbeiteten Abfall die für das Anmaischen des Materials notwendige Prozesswassermenge deutlich reduziert werden.

Prozessführung

Neben dem Trockenmassegehalt im Reaktor wird als wesentliches Merkmal zur Einteilung der Vergärungsverfahren die Prozessführung herangezogen. Dabei wird zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Vergärungsverfahren unterschieden.

Bei den kontinuierlichen Verfahren wird dem Fermenter in regelmäßigen Zeitintervallen Substrat zugeführt und eine entsprechende Menge Gärrest entnommen. Hierdurch wird eine kontinuierliche Biogasproduktion mit gleichbleibender Qualität erreicht.

Bei den diskontinuierlichen Verfahren hingegen werden die Fermenter (Boxen oder Tunnel) in der Regel mit einem Gemisch aus Substrat gefüllt und anschließend verschlossen. Die Fermenter werden nach einer Verweilzeit von mehreren Wochen entleert und neu befüllt. Dadurch ist keine gleichbleibende Biogasproduktion und -qualität der einzelnen Fermenter zu erreichen, was jedoch durch die Parallelschaltung mehrerer Fermenter, die zeitversetzt die verschiedenen Phasen durchlaufen, und durch Gasspeicher weitgehend kompensiert werden kann.

Der anaerobe Abbau organischer Verbindungen erfolgt in den vier aufeinander folgenden Abbauschritten Hydrolyse, Versäuerung, Acetatbildung und Methanisierung, an denen verschiedene Mikroorganismen beteiligt sind. Ein störungsfreier Abbau ist nur durch das Zusammenwirken aller beteiligten Mikroorganismen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften und Milieuanforderungen möglich. Während bei einstufigen Verfahren alle Abbauschritte in einem Reaktor ablaufen, werden bei zweistufigen Verfahren Hydrolyse und Methanisierung getrennt. Da die von Methanbakterien verwertbaren Stoffe in gelöster Form vorliegen, kann zwischen der Hydrolyse- und Methanstufe eine Abtrennung der Feststoffe vorgenommen werden. Die Hydrolysereststoffe müssen allerdings aufgrund der Geruchsbeladung einer weitergehenden Behandlung unterzogen werden.

Der simultane Ablauf der Abbauschritte beim einstufigen Prozess bedingt eine erhöhte Gefahr für Prozessinstabilitäten. Besonders die Vergärung von leicht abbaubaren Abfallstoffen kann zu einer Anreicherung von Versäuerungsprodukten führen, die eine Hemmung des Prozesses hervorgerufen. Ebenso weisen einstufige Prozesse eine höhere Gefährdung durch eine Ammoniakhemmung auf, da die Möglichkeit einer Adaption der Mikroorganismen an höhere Konzentrationen weitgehend fehlt. Die hydraulische Verweilzeit in diesen Systemen beträgt zwischen 15 und 20 Tagen.

Die Trennung der Abbauschritte eröffnet bei zweistufigen Verfahren die Möglichkeit, die Prozessbedingungen den jeweiligen Milieubedingungen der Mikroorganismen anzupassen, führt jedoch zu

einem erhöhten apparativen und baulichen Aufwand. Ist eine Abtrennung der Feststoffe zwischen dem Hydrolyse- und Methanreaktor vorgesehen, wird ein weiterer Entwässerungsschritt notwendig. Die Abtrennung der Feststoffe bietet aber die Möglichkeit, kompakte Hochleistungsreaktoren einzusetzen. Hochleistungsreaktoren bieten den Vorteil, aufgrund höherer erzielbarer Raumbelastung durch Rückhaltung oder Fixierung der Mikroorganismen, kürzere Verweilzeit und dadurch geringere Reaktorvolumina zu realisieren.

Prozesstemperatur

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der Vergärungsverfahren ist die Prozesstemperatur. Vergärungsanlagen werden in der Praxis entweder im mesophilen Temperaturbereich zwischen 35°C und 38°C oder thermophilen Temperaturbereich zwischen 50°C und 55°C betrieben. Kontinuierliche Trockenvergärungsverfahren werden überwiegend thermophil betrieben, während Nass- und diskontinuierliche Trockenvergärungsanlagen bislang eher im mesophilen Temperaturbereich betrieben werden. Jedoch werden diskontinuierliche Trockenvergärungsanlagen seit kurzem ebenfalls vermehrt auch thermophil betrieben, insbesondere zur Sicherstellung einer prozessinternen Hygienisierung.

Die Temperatur wird in der Regel durch eine Beheizung der Fermenter eingestellt, in seltenen Fällen durch die Erwärmung des Gärmaterials vor der Einbringung in den Fermenter. Die Einstellung der erforderlichen Gärtemperatur kann bei den diskontinuierlichen Verfahren ebenfalls durch die Erwärmung des Perkolatwassers erfolgen. Die thermische Prozessenergie wird aus der Abwärme gewonnen, die bei der Verstromung des produzierten Biogases anfällt. Der Anteil überschüssiger Wärme, der für eine anderweitige Nutzung zur Verfügung steht, ist bei thermophilen Verfahren geringer als bei mesophil betriebenen Anlagen. Die Prozesstemperatur übt einen maßgeblichen Einfluss auf die Abbaurate, die Gasausbeuten und die Prozessstabilität aus. Bei thermophiler Betriebsweise werden höhere Gasausbeuten und Abbauraten erreicht. Demgegenüber ist die mesophile Betriebsweise durch eine höhere Prozessstabilität gekennzeichnet.

Eine gesicherte Hygienisierung im Sinne der aktuellen Bioabfallverordnung wird von einigen Verfahrensanbietern bereits im Fermentierungsprozess durch eine thermophile Betriebsweise, von mindestens 50°C über die gesamte Verweildauer, erreicht. In der Regel erfolgt die Hygienisierung der festen Gärrückstände aber in der nachgeschalteten aeroben Gärrestbehandlung / Kompostierung. Die anfallenden Überschusswässer, aber auch der bei den Boxenverfahren entstehende Perkolatüberschuss, müssen dann bei einer stofflichen Nutzung, beispielsweise durch eine landwirtschaftliche Verwertung, separat durch eine Pasteurisierung hygienisiert werden.

In den vergangenen Jahren wurden insbesondere bei der Behandlung von Biogut, sogenannte Perkulationsverfahren eingesetzt. Hierbei wird das Material durch Prozesswasser ausgelaugt. Die Umsetzung der Organik findet hierbei direkt in den Fermentern, aber auch den Prozesswassersammeltanks, statt. Der Laugungsprozess kann hierbei sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich erfolgen. Die prinzipielle Einteilung der Vergärungsverfahren ist in Abb. 26 dargestellt.

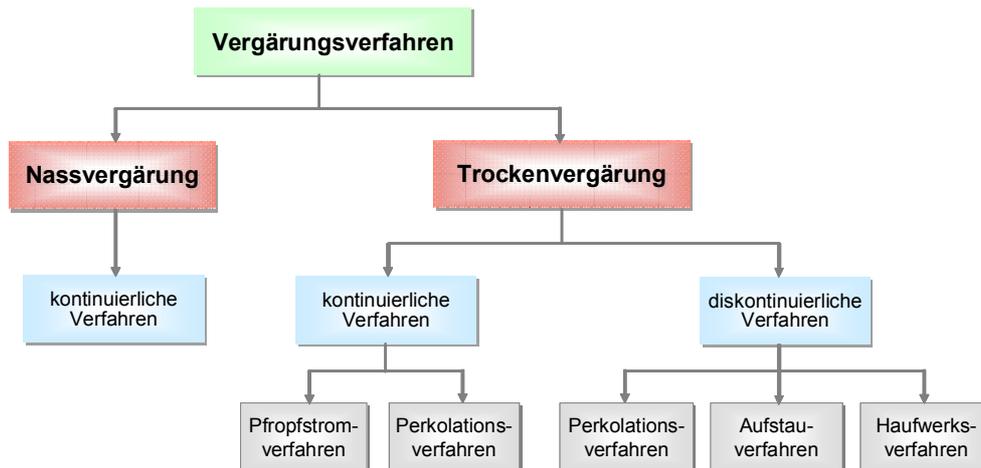


Abb. 26: Einteilung von Vergärungsverfahren (modifiziert nach WEILAND)

Trockenvergärungsverfahren wurden in den vergangenen Jahren bevorzugt für die Verwertung von Bio- und Grüngut eingesetzt, während Nassvergärungsverfahren vorwiegend für die Verwertung von flüssigen oder pastösen Abfällen eingesetzt werden.

8.2.1 Trockenvergärungsverfahren

Trockenvergärungsverfahren werden in kontinuierliche und diskontinuierliche Verfahren unterteilt, die sich insbesondere durch die Beschickung der Fermenter unterscheiden. Im Folgenden werden die beiden Trockenvergärungsverfahren näher erläutert. Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit werden im Weiteren in der Studie folgende Bezeichnungen gewählt:

- kontinuierliche Vergärungsverfahren (**Pfropfenstromverfahren**)
- diskontinuierliche Vergärungsverfahren (Boxen- oder auch Tunnelverfahren; nachfolgend bezeichnet als **Boxenverfahren**).

Pfropfenstromverfahren

Bei Pfropfenstromverfahren ist die Aufbereitung der Abfälle durch eine grobe Zerkleinerung der Abfälle und eine Abtrennung von Störstoffen erforderlich. Der Eintrag des Abfalls erfolgt mittels Stopfschnecken oder aber der Abfall wird mit rezirkuliertem Prozesswasser angemischt und anschließend mit Feststoffpumpen in den Reaktor gefördert. Überwiegend werden bei diesen Verfahren Pfropfenstromreaktoren eingesetzt, bei denen das Substrat als quasi-kontinuierlicher Pfropfenstrom den Reaktor durchströmt. Eine schonende Durchmischung erfolgt mechanisch mittels längs- oder querliegenden langsam laufenden Rührwerken. Die Reaktoren werden hierbei überwiegend thermophil betrieben. Untersuchungsergebnisse bescheinigen hierbei eine Hygienisierung des Materials während des Aufenthalts in dem Reaktor. Das Prinzip eines Pfropfenstromreaktors ist in der Abb. 27 dargestellt.

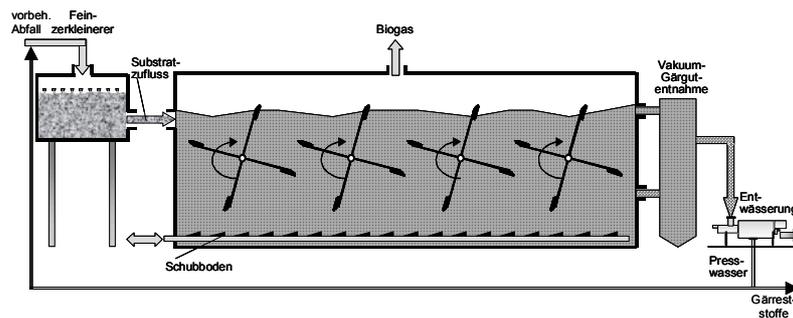


Abb. 27: Schematische Darstellung eines Pfropfenstromreaktors

Neben den liegenden Pfropfenstromreaktoren werden ebenfalls auch stehende Reaktoren angeboten, in denen das Material horizontal um eine Trennwand im Reaktor herumgeführt wird oder aber den Reaktor vertikal von oben nach unten durchströmt. Die Durchmischung in den stehenden Pfropfenstromreaktoren erfolgt entweder pneumatisch durch die Einpressung von Biogas oder aber hydraulisch durch das Umpumpen des Materials.

Eine Nachbehandlung des Gärrestes erfordert eine Entwässerung des Materials. Vor der Nachrotte der festen Gärreste ist eine intensive Durchlüftung des Materials erforderlich, um aerobe Bedingungen einzustellen und Geruchsstoffe auszutreiben. Die flüssigen Gärreste können landwirtschaftlich verwertet werden, jedoch ist unter Umständen eine Hygienisierung des Gärrestes notwendig. Die kontinuierliche Zufuhr des Bioguts bewirkt, dass eine gleichbleibende Biogasproduktion und -qualität erreicht wird. Aufgrund der Betriebsweise ist ebenfalls eine hohe Biogasausbeute zu erwarten. Abb. 28 zeigt beispielhaft die Vergärungsanlage Flörsheim-Wicker der Firma Axpo-KOMPOGAS (heute: Hitachi Zosen INOVA).



Abb. 28: Vergärungsanlage Flörsheim-Wicker

Anlagenlieferanten Pfropfenstromverfahren

liegender Pfropfenstromreaktor

- Eisenmann: 4 Anlagen, davon 2 Anlagen in Deutschland (Biogut)
- Hitachi Zosen INOVA: 65 Anlagen, davon 21 Anlagen (Biogut) und 1 Anlage (Restabfall) in Deutschland (System Kompogas)
- STRABAG Umwelttechnik: 36 Anlagen, davon 6 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- Thöni Industriebetriebe: 4 Anlagen, davon 3 Anlagen (Biogut) in Deutschland

stehender Pfropfenstromreaktor

- OWS-Dranco: 29 Anlage, davon 2 Anlagen (Biogut) und 4 Anlagen (Restabfall) in Deutschland
- Valorga International: 27 Anlagen, davon 2 Anlagen (Biogut) und 1 Anlage (Restabfall) in Deutschland

Boxenverfahren

Bei den Boxenverfahren wurden die Substrate anfänglich unaufbereitet mittels Radlader in die Reaktoren eingebracht. In jüngster Zeit wird das Biogut in einer größeren Anzahl von Anlagen jedoch mittels Sackaufreißer oder Grobzerkleinerungsaggregaten aufbereitet. In der Regel werden dem Substrat je nach Verfahrenskonzept etwa 10 bis 50 Massen-% Gärrest zur Beimpfung beige-mischt und zusätzlich mit Perkolat berieselt. Die Perkolation wird hierbei entweder kontinuierlich oder aber nur periodisch durchgeführt. Abb. 29 zeigt die Funktionsweise eines Boxenfermenters.

Die Reaktoren wurden zunächst ausschließlich im mesophilen Temperaturbereich (Temperaturbereich von 35 bis 38 °C) betrieben. In jüngster Zeit werden die Anlagen jedoch ebenfalls thermophil (Temperaturbereich von 50 bis 55 °C) betrieben, sodass auch hier eine Hygienisierung des Materials im Gärprozess erreicht wird. Die Einstellung der Gärtemperatur erfolgt verfahrensabhängig entweder über eine Beheizung der Reaktoren durch in die Behälterwände eingelassene Heiz-schlangen oder eine Erwärmung des Perkolats. Alternativ wird eine Eigenerwärmung durch den aeroben Organikabbau durch eine moderate Belüftung des Haufwerkes vorgenommen. Der Gärrest kann anschließend bis zu einem Fertigkompost weiterverarbeitet werden, jedoch ist in der Regel die Zugabe von Strukturmaterial notwendig.

Die Betriebsweise der Reaktoren bedingt, dass die Biogasproduktion und -qualität während der Fermentation Schwankungen unterliegt. Zur Sicherstellung einer gleichbleibenden Biogasproduktion umfassen die Vergärungsanlagen daher mindestens vier Reaktoren. Eine Besonderheit der Boxenverfahren ist, dass durch das Öffnen der Reaktoren zur Befüllung und Entleerung die Reaktoren belüftet werden müssen und damit in diesen Betriebsphasen eine explosionsfähige Atmosphäre, aber auch Geruchsemissionen auftreten können.

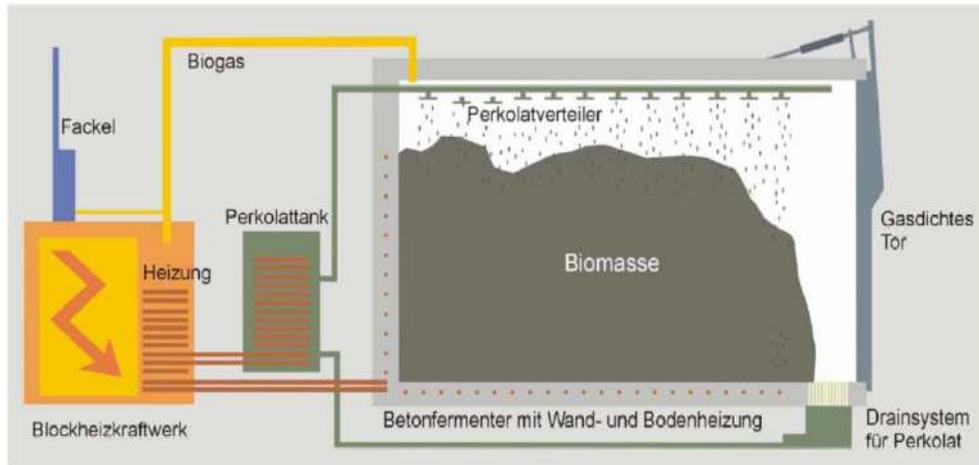


Abb. 29: Schematische Darstellung der Funktionsweise von Boxenfermentern

Zur Vermeidung der explosionsfähigen Atmosphären und Geruchsemissionen wurden von den Anbietern verschiedene Strategien entwickelt. Nach dem Verschließen der Reaktoren ist die Abluft insbesondere mit Kohlendioxid angereichert. Die Abluft wird über einen Biofilter abgeleitet, solange der Sauerstoffgehalt zur Beimischung in das Biogas der weiteren Reaktoren zu hoch ist. Vor dem Öffnen der Reaktoren nach Abschluss der Vergärung muss das Biogas aus dem Reaktor verdrängt werden. Während die überwiegende Anzahl der Anbieter hierzu die Reaktoren intensiv belüftet, leiten andere Anbieter hierzu die Abgase aus den Verbrennungsmotoren in die Reaktoren. Zu Beginn der Belüftung ist der Sauerstoffanteil im Biogas noch gering, sodass – solange eine ausreichende Methankonzentration vorhanden ist – das Biogas im BHKW verwertet werden kann. Zur Vermeidung von Methanemissionen haben einige Anbieter eine Schwachgasfackel vorgesehen, um das für die motorische Verwertung nicht geeignete Abgas umweltgerecht zu entsorgen. Abschließend werden die geruchsbelasteten Abgase über den Biofilter gereinigt. Die Belüftung der Reaktoren vor dem Öffnen erfolgt hierbei über einen Zeitraum von 1 bis 1,5 Tagen. Abb. 30 zeigt beispielhaft die Vergärungsanlage Lohfelden der Firma HELECTOR.



Abb. 30: Vergärungsanlage Lohfelden (LK Kassel) und Innenansicht eines Boxenfermenters

Anlagenlieferanten Boxenverfahren

- BEKON: 25 Anlagen, davon 11 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- BioFerm Viessmann: 9 Anlagen, davon 4 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- Eggersmann: 14 Anlagen, davon 12 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- GICON: 4 Anlagen, 1 Anlage (Restabfall) in Deutschland
- Herhof: 5 Anlagen, davon 5 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- HELECTOR: 13 Anlagen, davon 5 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- WTT: 8 Anlagen, davon 2 Anlagen (Biogut) in Deutschland

8.2.2 Nassvergärungsverfahren

Die Aufbereitung der Abfälle hat bei Nassvergärungsverfahren eine erhebliche Bedeutung. Hierbei stehen insbesondere die Abtrennung der Störstoffe sowie die Zerkleinerung der Feststoffe im Vordergrund, um in der Vergärung technische Probleme zu vermeiden. Neben der Abtrennung von Leichtstoffen wie Kunststoffen und Folien ist die Abtrennung der Schwerstoffe, wie Steine, Keramik, Knochen, aber auch Sand, von Bedeutung, um die Ausbildung von Schwimm- und Sink-schichten im Fermenter zu vermeiden. In der Nassaufbereitung werden zwischen 20 und 25 Massen-% des Anlageninputs als Leicht- und Schwerstofffraktion abgetrennt. Die Verwertung dieser Fraktionen ist aufgrund des hohen Störstoffgehaltes in der Leichtstofffraktion und der Organikanhaftungen in der Schwerstofffraktion aufwendig. Sie müssen unter Umständen entsorgt werden.

Die Abfälle werden in Prozesswasser zu einer pumpfähigen Suspension mit einem Trocken-rückstand von 10 bis 12 % angemischt. Hierzu werden in der Regel Stofflöser (Pulper) eingesetzt, die auch in der Papierindustrie Anwendung finden. Durch die Anmischung der Abfälle ist der Einsatz von aus der Abwassertechnik bekannten Techniken möglich. Die Suspension wird mittels Förderpumpen in die Vergärung transportiert.

In Nassvergärungsverfahren werden überwiegend kontinuierlich betriebene, volldurchmischte Fermenter eingesetzt. Der Fermenterinhalt wird entweder mechanisch mittels langsam laufenden Zentralrührwerken, schnell laufenden Tauchmotorrührwerken oder pneumatisch durch das Einblasen von Biogas durchmischt. Die Fermenter werden hierbei überwiegend im mesophilen Temperaturbereich betrieben. Eine gesicherte Hygienisierung der Abfälle im Fermenter ist verfahrensbedingt nicht möglich, sodass auch bei einer thermophilen Fahrweise die Hygienisierung der festen Gärreste in einer Nachrotte und der flüssigen Gärreste in beheizbaren Behältern (eine Stunde Aufenthaltszeit bei 70 °C) erfolgen muss. Abb. 31 zeigt beispielhaft die Vergärungsanlage Lübeck der Firma HAASE Energietechnik GmbH.



Abb. 31: Vergärungsanlage Lübeck

Die Gärreste werden, wie bei den Pfpfenstromverfahren, mechanisch entwässert, wobei hier Dekanter eingesetzt werden. In der anschließenden Kompostierung der festen Gärreste ist aufgrund der starken Zerkleinerung der Abfälle die Zugabe von Strukturmaterial erforderlich. Je

nach Verfahrensanbieter ist für die Nutzung des Dekanterklarlaufs als Anmischwasser zur weitgehenden Abtrennung der Feststoffe die Zugabe von Flockhilfsmitteln vorgesehen.

Eine Weiterentwicklung des Nassvergärungsverfahrens stellt das WastErgy-Verfahren dar, das in der Vergärungsanlage Rehau im großtechnischen Maßstab (Jahresdurchsatz ca. 32.000 Mg Biogut) umgesetzt wurde. Im Gegensatz zu den gängigen am Markt verfügbaren Nassvergärungsverfahren handelt es sich hierbei um ein zweistufiges Verfahren mit einer -der Vergärung vorge-schalteten- gezielten Hydrolyse. Die sogenannte Helix-Hydrolyse erfolgt hierbei in einem Rundbehälter mit schneckenförmigem Kanal, den die aufbereiteten Substrate von außen nach innen durchströmen und dabei einer Hydrolyse unterzogen werden. Hierdurch soll die Biogasausbeute um 25 bis 30 % gegenüber Verfahren ohne eine separate Hydrolyse gesteigert werden können.

Anlagenlieferanten Nassvergärungsverfahren

- BTA International: 25 Anlagen, davon 11 Anlagen (Biogut) in Deutschland
- Energy Solutions Rehau GmbH: 1 Anlage, davon 1 Anlage (Biogut) in Deutschland
- STRABAG Umwelttechnik: 31 Anlagen, davon 2 Anlagen (Biogut) in Deutschland

8.2.3 Abpressverfahren

Abpressverfahren werden insbesondere als Vorschaltanlagen für bestehende Kompostierungsanlagen zur energetischen Nutzung der Bioabfälle ohne größeren technischen Aufwand eingesetzt. Ziel der Verfahren ist hierbei, die organischen Substanzen aus den Abfällen in eine weitgehend störstofffreie Flüssigfraktion zu überführen.

Beim Abpressverfahren wird das Biogut durch die Behandlung in Pressen in eine trockene, heizwertreiche und eine nasse, organikreiche Fraktion aufgetrennt. Neben aus der Papierindustrie und Abwasserreinigung bekannten Siebschneckenpressen (Verfahren der Firma Sutco Recycling-Technik GmbH) werden ebenfalls Hochleistungspressen (Verfahren der Firma VMPress und Finsterwalder Umwelttechnik) eingesetzt, die sich aufgrund der verschiedenen hohen Systempressdrücke deutlich im Anteil der abgetrennten Organikfraktion unterscheiden. Der Biogut wird bei dem Verfahren der Firma VMPress in einer Extrusionskammer (Matrizenlochgröße 8 bzw. 16 mm) mit einem Arbeitsdruck von bis zu 280 bar (hydraulischer Betriebsdruck) beaufschlagt, während die hydraulische Kolbenpresse der Firma Finsterwalder Umwelttechnik bei einem Pressdruck von etwa 35 bar (Siebkorbblockung 6 bzw. 12 mm) arbeitet. Der Arbeitsdruck der Siebschneckenpresse (Verfahren der Firma Sutco RecyclingTechnik GmbH) liegt hingegen nur bei etwa 5 bar. Abb. 32 zeigt beispielhaft die Abpressanlage der Firma VMPress in Kaiserslautern.



Abb. 32: Abpressanlage Kaiserslautern

Als Ergebnis der Abpressung wird die organische, nasse Fraktion durch die Perforation gedrückt und von den mechanisch widerstandsfähigeren Teilen der Abfälle (Papier, Karton, Plastik, Gummi etc.) getrennt. Während bei dem Verfahren der Firma Sutco RecyclingTechnik GmbH die Abfälle mit Gärrest und Prozesswasser angemaischt werden, ist eine zusätzliche Anmischung bei dem Verfahren der Firma Finsterwalder Umwelttechnik erst ab einem TS-Gehalt größer 25 % notwendig. Der Presswasseranteil bei dem Verfahren der Firma Sutco RecyclingTechnik GmbH (Siebschneckenpressen) ist aufgrund des geringen Pressdruckes mit etwa 10 bis 15 % des Zulaufes deutlich geringer als bei dem Verfahren der Firma VMPress mit bis zu ca. 40 % des Zulaufes. Der Anteil der Flüssigfraktion kann nach Herstellerangaben auch noch deutlich höher liegen (bis zu 75 %), jedoch wird dieser hohe Anteil wahrscheinlich nur bei der Verwertung von Speise- oder aber gewerblichen Bioabfällen zu erreichen sein.

Die Produkte aus diesem Vorgang sind eine Trockenfraktion, die entweder kompostiert oder einer thermischen Verwertung zugeführt werden kann, sowie eine Nassfraktion, die als Ausgangsprodukt für eine Vergärung dient. Die Vergärung der Nassfraktion kann aufgrund des sauberen und homogenen Inputmaterials auch in technisch einfacheren (landwirtschaftlichen) Biogasanlagensystemen oder Festbettfermentern und anschließendem Nachgärer erfolgen. Zumeist werden Hochleistungsfermenter zur Vergärung der Nassfraktion eingesetzt. Die weitergehende Abtrennung von Schwimm- und Sinkstoffen ist jedoch bei Fermentern bei allen Verfahren mit Sandfängen oder Bodenräumen und Leichtstoffskimmern vorgesehen.

Die Trockenfraktion kann in einer anschließenden Kompostierung weiterbehandelt werden. Dazu muss das Material jedoch sortiert, zerkleinert und aerob zur Hygienisierung behandelt werden. Alternativ kann die Trockenfraktion aber auch thermisch behandelt werden.

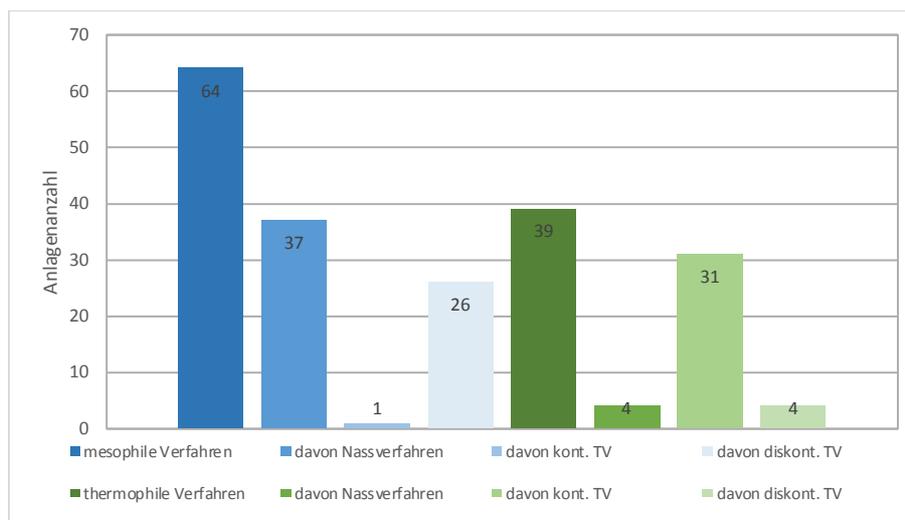
Dem geringen apparativen Aufwand stehen ein hoher Energieverbrauch der Abpressaggregate sowie ein gegenüber anderen Vergärungsverfahren geringerer Biogasertrag gegenüber. Die spezifische Biogasausbeute aus der Pressflüssigkeit wird von den Verfahrensgebern zwischen 30 und 200 Nm³/Mg Pressflüssigkeit angegeben und maßgeblich von dem Pressdruck beeinflusst. Die spezifische Biogasausbeute bezogen auf den Anlagenzulauf liegt jedoch nur zwischen etwa 30 und 80 Nm³/Mg.

Anlagenlieferanten Abpressverfahren

- Finsterwalder Umwelttechnik: 17 Anlagen, davon 3 Anlagen (Bio- und Speiseabfall) in Deutschland
- Sutco RecyclingTechnik: 1 Anlage, davon 1 Anlage (Biogut) in Deutschland
- VMPress : 3 Anlagen, davon 1 Anlage (Restabfall) in Deutschland

8.2.4 Gegenüberstellung der Vergärungsverfahren

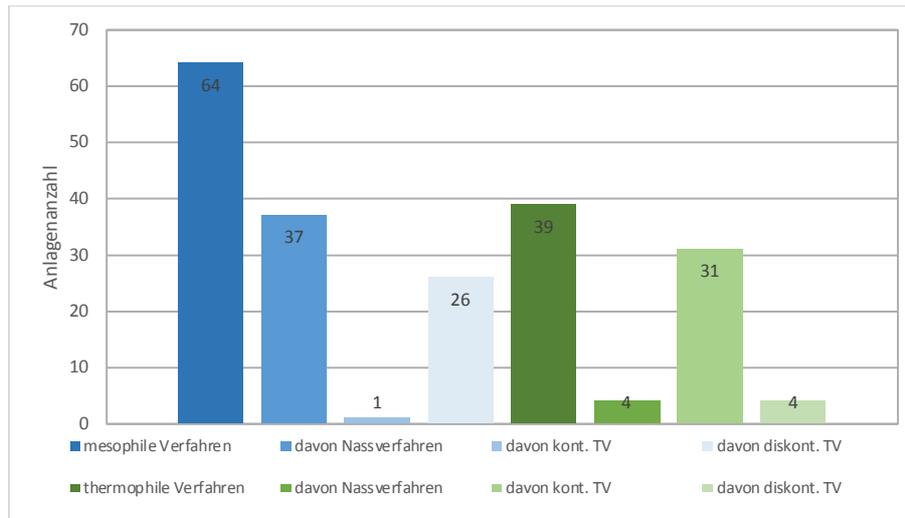
In Deutschland werden derzeit ca. 103 Vergärungsanlagen für die überwiegende Verwertung von Bio- und Grüngut sowie Speiseabfällen betrieben. In den letzten 10 Jahren wurden nahezu ausschließlich Trockenvergärungsanlagen errichtet, wobei hier die Boxenverfahren deutlich überwiegen. Während es sich bei den Nass- und Trockenvergärungsverfahren um erprobte Verfahren handelt, befinden sich die Abpressverfahren derzeit noch in der Erprobung. In Deutschland befindet sich derzeit nur vier großtechnische Anlagen in Betrieb Abb. 33 zeigt die Anlagenanzahl der verschiedenen Vergärungsverfahren.



kont.TV = Pfpfenstromverfahren; diskont. TV = Boxenverfahren

Abb. 33: Anzahl der Nass- und Trockenvergärungsanlagen für die Verwertung von Bio-/Grüngut und Speiseabfälle in Deutschland

Die weitaus größere Anzahl der Vergärungsanlagen werden im mesophilen Temperaturbereich betrieben, insbesondere die Nass- und Boxenverfahren. Die nach dem Pfpfenstromverfahren arbeitenden Vergärungsanlagen werden hingegen nahezu ausschließlich im thermophilen Temperaturbereich betrieben (Abb. 34). In jüngster Zeit werden jedoch auch zunehmend Boxenvergärungsanlagen thermophil betrieben, da durch die definierte Aufenthaltszeit in den Boxenfermentern eine gesicherte Hygienisierung der Materialien erfolgt.



kont.TV = Pfropfenstromverfahren; diskont. TV = Boxenverfahren

Abb. 34: Anzahl meso- und thermophil betriebener Vergärungsanlagen in Abhängigkeit vom Vergärungsverfahren in Deutschland

In Tab. 13 sind die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahrenstypen gegenübergestellt.

Tab. 13: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Boxen- und Pfpfenstromvergärung, der Nassvergärung sowie der Abpressverfahren

	Vorteile	Nachteile
Trockenverfahren		
Pfpfenstromvergärung (kontinuierliche Trockenverfahren)	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Fermentervolumina aufgrund höherer Raumbelastungen • hohe Gasausbeuten • geringer Flächenbedarf • Mischsysteme auch für höher viskose und feststoffhaltige Materialien geeignet • Verarbeitung von Substraten, die zur Sedimentation neigen, weniger problematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Investitionskosten • Entwässerung der Gärreste für die weitergehende Behandlung erforderlich • Mitverarbeitung flüssiger Substrate limitiert • Aerobisierung der Gärreste erforderlich
Boxenvergärung (diskontinuierliche Trockenverfahren)	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Investitionskosten • geringer technischer Aufwand • keine Durchmischung des Fermenterinhalt erforderlich • keine Verringerung des Gärvolumens durch Sedimentation • Verarbeitung von Substraten, die zur Sedimentation neigen, unproblematisch • Mitverarbeitung flüssiger Substrate im Perkolatbehälter möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Gasausbeuten • Beimischung von Strukturmaterial zur Sicherstellung der Durchströmbarkeit des Haufwerks u. U. erforderlich • Emissionen beim Befüllen und Entleeren der Fermenter möglich • Zugabe von Strukturmaterial in der Nachrotte • Kapselung der Anlage je nach Standortgegebenheiten erforderlich
Nassverfahren		
Nassvergärung (kontinuierliche Verfahren)	<ul style="list-style-type: none"> • Mitverarbeitung von flüssigen Substraten in unbegrenzter Menge möglich • hohe Gasausbeuten • Ausbringung von Gärresten mit konventioneller Technik möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugabe von Verdünnungswasser zur Aufrechterhaltung der Mischbarkeit ggf. erforderlich • höhere Investitionskosten • größerer Flächenbedarf • Durchmischung der Fermenter bei höherer Viskosität oder Feststoffgehalten schwierig • Verarbeitung von Substraten, die zur Sedimentation neigen, problematisch • Zugabe von Strukturmaterial in der Nachrotte
Abpressverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Fermentervolumina (Einsatz von Hochleistungsfermentern) • geringer Flächenbedarf • Verarbeitung störstoffhaltiger Substrate (Speise- und Nahrungsmittelabfälle) • Ausbringung von Gärresten mit konventioneller Technik möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugabe von Anmaischwasser für den Abpressvorgang ggf. erforderlich • höhere Investitionskosten • höherer technischer Aufwand • geringere Gasausbeute

9 Aufstellung der Kooperationsvarianten

Unter Einbeziehung der aktuellen Planungsansätze, der Vorarbeiten und vorhandener bzw. möglicher Anlagenstandorte wurden sechs Kooperationskonzeptionen (Tab. 14) mit einer realistischen Umsetzungsperspektive identifiziert. Diese werden nachstehend beschrieben.

Hierbei werden die spezifischen Bedingungen in der Region berücksichtigt. Im Einzelnen sind dies:

- Bio- und Grüngutaufkommen in der Region unter Berücksichtigung von Abfallschwerpunkten
- Vorhandene Anlagenstrukturen für die Biogutverwertung
- Logistik und Verkehrswege, Biogutschwerpunkt
- Umladung und Transport
- Vermarktungssituation für Gärprodukte
- Spezifische Anforderungen der beteiligten Kreise
- Schnittstellen und mögliche Integration der Grüngutverwertung
- Innovative Konzepte der Biogutverwertung
- Kosten und Wirtschaftlichkeit

Grundlagen der Aufstellungen der Konzeptionen sind:

1. Die Biogutqualität wird auf einen maximalen Störstoff-/Fremdstoffanteil von 5 % definiert. Sollte dieser derzeit überschritten werden, wird unterstellt, dass Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlwürfe bei den Entsorgungsträgern getroffen werden.
2. Aufgrund der Größe des Planungsraums und der erforderlichen Logistik wird die Errichtung einer einzigen zentralen Vergärungsanlage als nicht sinnvoll eingeschätzt und nicht betrachtet.
3. Sofern zur Minimierung der logistischen Aufwendungen eine Umladung des Bioguts erforderlich wird, können die vorhandenen Umladeanlagen für Restabfälle mitbenutzt werden. Eventuelle Erweiterungs- und Optimierungsmaßnahmen werden nicht betrachtet. Eine Ausnahme stellt die Umladeanlage auf der Deponie Heegwald im Norden des Main-Tauber-Kreises dar.

Folgende Konzeptionen und Kooperationsmöglichkeiten sollen eingehender betrachtet werden:

Kooperationsvariante 1 (Stadt/Landkreis Heilbronn)

Stadt und Landkreis Heilbronn verfügen über eine Biogutmenge von etwa 31.000 Mg/a. Diese werden in einer neu zu errichtenden kombinierten Vergärungs-/Kompostierungsanlage verwertet (Standort nicht festgelegt). Es werden zwei Untervarianten unterschieden:

- a. Trockenvergärung (Boxenfermenter) mit angeschlossener Gärrestkonditionierung und Nachrotte
- b. Trockenvergärung (Pfropfenstromfermenter) mit angeschlossener Gärrestkonditionierung und Nachrotte

Unter Berücksichtigung des Jahresgangs der Biogutsammelmengen und zur optimierten Auslastung der Anlage wird von einer Auslegungsgröße von 25.000 Mg/a Vergärungskapazität ausgegangen.

Die Nachrotte des konditionierten Gärrests kann grundsätzlich auch extern an anderen Standorten erfolgen. Dieser Fall wird bei den Untervarianten mitbetrachtet.

Kooperationsvariante 2 (Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)

In Stadt/Landkreis Heilbronn und Hohenlohekreis fallen derzeit annähernd 38.000 Mg/a Biogut an. Durch Bündelung der Mengen ließe sich eine Anlage mit ca. 35.000 Mg/a realisieren (Standort nicht festgelegt). Es werden zwei Untervarianten unterschieden:

- a. Trockenvergärung (Boxenfermenter) mit angeschlossener Gärrestkonditionierung und Nachrotte
- b. Trockenvergärung (Pfropfenstromfermenter) mit angeschlossener Gärrestkonditionierung und Nachrotte

Die Nachrotte des konditionierten Gärrests kann grundsätzlich auch extern an anderen Standorten erfolgen. Dieser Fall wird mitbetrachtet.

Kooperationsvariante 3 (Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)

Die vier Kommunen verfügen über eine Biogutmenge von etwa 45.000 Mg/a. Diese werden in einer neu zu errichtenden kombinierten Vergärungs-/Kompostierungsanlage verwertet (Standort nicht festgelegt).

Unter Berücksichtigung des Jahresgangs der Biogutsammelmengen und zur optimierten Auslastung der Anlage wird von einer Auslegungsgröße von 40.000 Mg/a Vergärungskapazität ausgegangen.

Die Nachrotte des konditionierten Gärrests kann grundsätzlich auch extern an anderen Standorten erfolgen. Dieser Fall wird bei den Untervarianten mitbetrachtet.

Tab. 14: Übersicht über die Kooperationsvarianten

Übersicht über die Kooperationsvarianten						
	Kooperation 1	Kooperation 2	Kooperation 3	Kooperation 4	Kooperation 5	Kooperation 6
Partner	Stadt/Landkreis Heilbronn	Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis	Stadt/Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall	Stadt/Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis	Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis	Neckar-Odenwald-Kreis, Main-Tauber-Kreis
Biogutmengen (Planungsgrößen)	ca. 31.000 Mg/a	ca. 38.000 Mg/a	ca. 45.000 Mg/a	ca. 46.000 Mg/a	ca. 27.000 Mg/a	derzeit ca. 13.000 Mg/a (+ zukünftig Bioenergietonne aus NOK)
Auslegung Vergärungsstufe (Durchsatzleistung)	25.000 Mg/a	35.000 Mg/a	40.000 Mg/a	40.000 Mg/a	35.000 Mg/a	25.000 Mg/a
Sicherstellung der Anlagenauslastung	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	krautiges Grüngut	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	✓ (Übermengen bei Bedarf direkt in die Kompostierung)	externe Mengen	(durch Ausbau/flächen-deckende Umsetzung der BET im Neckar-Odenwald-Kreis)
Logistik	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen / Containern	Anlieferung per Sammelfahrzeugen	Anlieferung per Sammelfahrzeugen; nördlicher Main-Tauber-Kreis Umladung in Dollersberg; Ansatz 1/3 des Kreisauflommens)	Anlieferung per Sammelfahrzeugen
Technik	a) Pflropfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pflropfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pflropfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pflropfenstromvergärung b) Boxenvergärung	a) Pflropfenstromvergärung b) Boxenvergärung	Nassvergärung
Nachrotte	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort Vergärung b) extern	a) am Standort integriert b) am Standort extern	am Standort Vergärung
Standort Vergärungsanlage	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	im Raum Heilbronn	beim Kompostwerk Obersontheim	entlang der A 81; fiktiver Standort "Grüne Wiese"

a) + b) = Untervarianten

Kooperationsvariante 4 (Stadt/Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis)

Nach Ausweitung der Sammlung mittels der Bioenergietonne im Neckar-Odenwald-Kreis wird die zur Vergärung verfügbare Biogutmenge auf ca. 46.000 Mg/a avisiert. Diese werden in einer neu zu errichtenden kombinierten Vergärungs-/Kompostierungsanlage verwertet (Standort nicht festgelegt).

Unter Berücksichtigung des Jahresgangs der Biogutsammelmengen und zur optimierten Auslastung der Anlage wird von einer Auslegungsgröße von 40.000 Mg/a Vergärungskapazität ausgegangen.

Die Nachrotte des konditionierten Gärrests kann grundsätzlich auch extern an anderen Standorten erfolgen. Dieser Fall wird bei den Untervarianten mitbetrachtet.

Kooperationsvariante 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Im Landkreis Schwäbisch Hall gibt es Überlegungen zur Errichtung einer Vergärungsanlage am Standort Kompostwerk Obersontheim. Das Kompostwerk wird privat betrieben. Vertragsgemäß ist zur Realisierung eines kommunalen Vergärungskonzepts am Standort erforderlich, dass dem privaten Anlagenbetreiber eine Gesamtmenge zur Nachkompostierung von 25.000 Mg/a Gärrest überlassen werden kann. Damit ergibt sich eine Mindestgröße für die Verarbeitungsmenge. Diese

wird für die Boxenvergärung mit 35.000 Mg/a eingestellt, für die Pfpfenstromvergärung ist ein Gesamtanlagendurchsatz von 40.000 Mg/a erforderlich.

Der Landkreis Schwäbisch Hall verfügt derzeit über ca. 7.000 Mg/a Biogut. Eine Umsetzungschance hätte dieses Konzept für den Fall, dass Mengen aus dem Hohenlohekreis (Ansatz 7.000 Mg/a) und dem Main-Tauber-Kreis (Ansatz 13.000 Mg/a) in der Anlage mitverarbeitet werden. Damit ergibt sich eine Gesamtinputmenge aus dem Planungsraum von 27.000 Mg/a. Zusätzlich wären zur Auslastung der Anlage weitere ca. 8.000 Mg/a extern zu akquirieren. Alternativ können auch (krautige) Grüngutmengen aus den Kreisen mitverarbeitet werden.

Standortbedingt wird die Errichtung einer Pfpfenstromvergärungsanlage mit einer Durchsatzleistung von 35.000 Mg/a betrachtet. Da die Möglichkeit des Zukaufs angrenzender Flächen besteht, erfolgt ergänzend die Untersuchung der Realisierung einer Boxenvergärungsanlage mit 35.000 Mg/a.

Die Nachrotte des konditionierten Gärrests erfolgt am Standort als integraler Bestandteile der Vergärungsanlage oder aber durch einen externen Dienstleister.

Kooperationsvariante 6 (Neckar-Odenwald-Kreis, Main-Tauber-Kreis)

Der Neckar-Odenwald-Kreis beabsichtigt mittelfristig die Ausweitung der Erfassung organischer Abfälle über die Bioenergietonne. Letztlich wird die flächendeckende Umsetzung des Sammelsystems angestrebt. Im derzeit angeschlossenen Versuchsgebiet wurde kürzlich der Störstoffsack als ergänzendes Sammelsystem (Störstoffschenke) eingeführt. Damit soll auch der missbräuchlichen Nutzung der BET und dem Störstoffbesatz entgegengewirkt werden. Systembedingt ist jedoch nicht davon auszugehen, dass Qualitäten wie bei einer optimierten Biotonnensammlung erreicht werden können, sodass das Vergärungsverfahren an einen zu erwartenden höheren Störstoffbesatz auszurichten ist.

Das im Main-Tauber-Kreis eingesammelte Biogut weist derzeit noch einen hohen Störstoffanteil auf. Der Kreis plant mittelfristig entsprechende Maßnahmen u. a. im Rahmen der Optimierung des Gebührensystems zu treffen.

Die gemeinsame Verwertung in einer zu errichtenden Vergärungsanlage wird als vierte Kooperationsmöglichkeit identifiziert. Aufgrund des höheren Störstoffanteils ist ein Verfahren zu favorisieren, welches eine optimale Fremdstoffauslese ermöglicht. Es wird eine Nassvergärung mit umfangreicher Aufbereitung und Fremdstoffentfrachtung betrachtet. Für einen wirtschaftlichen Betrieb wird von einer Anlagengröße von 25.000 Mg/a ausgegangen. Dies bedeutet bei derzeit 12.600 Mg/a Biogut aus dem Main-Tauber-Kreis eine Anliefermenge aus dem Neckar-Odenwald-Kreis in ähnlicher Größenordnung.

Es wird ein fiktiver Anlagenstandort „Grüne Wiese“ betrachtet. Für die logistischen Abschätzungen wird ein nicht näher definierter Anlagenstandort entlang der A 81 gewählt.

Zentrale Anlage – nicht betrachtete Variante

Ausgehend von dem hohen Biogutaufkommen im Planungsraum ist grundsätzlich auch die Errichtung einer zentralen Biogutvergärungsanlage mit einer Durchsatzleistung von ca. 60.000 Mg/a denkbar. Angesichts der räumlichen Ausdehnung der Planungsregion, der verkehrstech-

nischen Infrastruktur und der Lokalisation der Aufkommensschwerpunkte des Bioguts wurde diese Möglichkeit als nicht sinnvoll eingeschätzt und nicht betrachtet.

Dagegen spricht vor allem der hohe logistische Aufwand, der eine Zunahme der Transportaufwendungen gegenüber dem derzeitigen Stand zur Folge hätte. Darüber hinaus müssten für die – vom Anlagenstandort – weiter entfernt gelegenen Sammelgebiete entweder neue Sammlungssysteme (z. B. Wechselcontainersysteme) beschafft bzw. Umladestationen errichtet werden.

Es kann erwartet werden, dass der grundsätzlich zu vermutende Kostenvorteil einer größeren Anlage gegenüber Anlagen geringerer Durchsatzleistungen durch Mehrkosten für die zusätzliche Logistik aufgezehrt würde.

10 Verfahrenskonzept

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie werden als Vergärungsverfahren für die Kooperationen 1 bis 5 sowohl die Pfpfenstrom- als auch die Boxenverfahren in Betracht gezogen. Beide Vergärungsverfahren werden in der erforderlichen Größenordnung angeboten. Nassvergärungsverfahren werden, da diese Verfahren in den letzten Jahren nur noch selten für die Behandlung von Rest- und Bioabfällen eingesetzt wurden, lediglich für die Kooperation 6 vorgesehen, da hier aufgrund des hohen Störstoffanteils im Biogut eine Nassaufbereitung Vorteile bieten kann. Abpressverfahren werden hingegen nicht berücksichtigt, da diese Verfahren noch keine Marktreife erlangt haben.

Im Folgenden werden die Gemeinsamkeiten für alle Verfahrenskonzepte der Kooperationen dargestellt. Etwaige spezifische Unterschiede werden bei den Darstellungen zu den einzelnen Kooperationen dargelegt.

Der prinzipielle Ablauf der Pfpfenstrom- und Boxenvergärungsverfahren wurde bereits in Kapitel 8.2 dargestellt. Während der Behandlung fallen verschiedene Stoffströme an, die sich in der Handhabung und Verwertung unterscheiden und daher im Folgenden näher beschrieben werden. Die **Anlieferungsmenge** ist die gesamte an den Anlagenstandorten angelieferte Abfallmenge. Die Abfallanlieferungen weisen saisonale Schwankungen und Anlieferungsspitzen auf, sodass eine energetische Verwertung der gesamten Abfälle in der Regel in der Vergärungsanlage nicht möglich ist. Dieser nicht in der Vergärung verwertete Überschuss wird der Kompostierung zugeführt. Die Hygienisierung des Bioguts muss dann in der Kompostierung sichergestellt werden.

Pfpfenstromverfahren

Die Abtrennung der Störstoffe (Glas, Keramik, Steine, Metalle, Verpackungsmaterialien, wie Folien, Kunststoffe, Netze etc.) ist bei Pfpfenstromverfahren vorzunehmen, um technische und biologische Prozessstörungen sowie eine Verunreinigung der Produkte zu vermeiden. Hierzu werden die Abfälle zunächst grob zerkleinert und von Eisenmetallen befreit. Die Abtrennung der Störstoffe folgt in einer Siebstufe, in der gleichzeitig das von der Korngröße für die Vergärung nicht geeignete Material abgetrennt wird. In dem **Überkorn** reichert sich neben den Störstoffen ebenfalls die holzige Fraktion an, die für eine Vergärung nicht geeignet ist. Das Überkorn kann ebenfalls der Kompostierung zugeführt werden, da sich in dem Material noch ein großer Anteil holzigen Materials befindet, das als strukturgebendes Material in der Kompostierung genutzt werden kann.

Die aufbereiteten Abfälle werden in einem Zwischenbunker zwischengelagert, um eine kontinuierliche Beschickung der Fermenter zu ermöglichen, und vor dem Eintrag in die Fermenter mit Presswasser auf den für die Vergärung erforderlichen Trockenmassegehalt angemischt. Nach der Vergärung wird der Gärrückstand mittels Siebschneckenpressen entwässert. Der flüssige Gärrückstand wird zum Teil für die Anmischung der Abfälle herangezogen. Das **Überschusswasser** wird landwirtschaftlich verwertet (zu den regionalen Voraussetzungen siehe Kap. 4).

Der Feststoff wird zunächst in einer Aerobisierungsstufe in einen aeroben Zustand überführt und Geruchsstoffe werden ausgetrieben. Anschließend wird der Gärrückstand einer offenen überdachten Nachrotte unterzogen. In Abb. 35 ist schematisch ein Verfahrensablauf einer Pfpfenstromvergärung dargestellt.

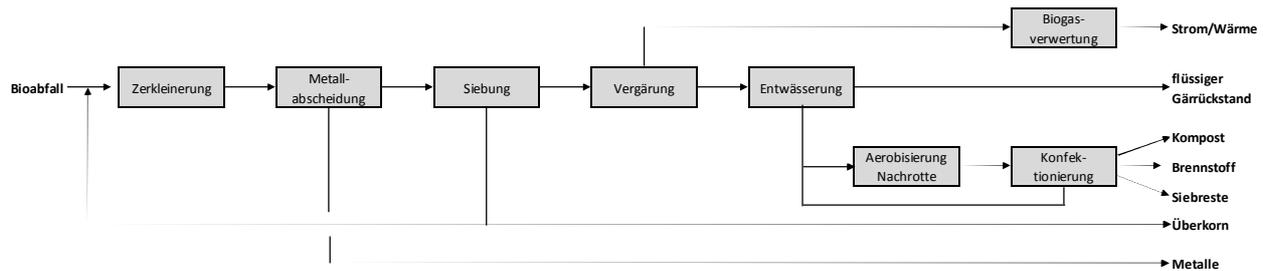


Abb. 35: Schematische Darstellung des Verfahrens konzeptes der Pflöpfenstromvergärung

Boxenverfahren

Die Abtrennung der Störstoffe aus dem Biogut vor der Vergärung ist bei den Boxenverfahren prozessbedingt nicht zwingend erforderlich. Zur Verbesserung der Verfügbarkeit werden die geschlossenen Beutel in einer Grobzerkleinerung oder mittels Sackaufreißer geöffnet. Anschließend werden die Abfälle mit Gärrückstand vermischt und in die Reaktoren eingetragen. Auch für den Gärrückstand der Boxenverfahren wird eine Aerobisierung vorgesehen, die in separaten Rotteboxen erfolgt. Anschließend wird das Material einer offenen überdachten Nachrotte zugeführt. Da das Material nicht mechanisch entwässert wird, ist in der Regel die Zumischung von Strukturmaterial oder die Rückführung von Siebresten aus der Kompostaufbereitung erforderlich, um ein belüftbares Haufwerk sicherzustellen. In der Abb. 36 ist der Verfahrensablauf des Boxenverfahrens schematisch dargestellt. Erfolgt keine Störstoffseparation vor der Vergärung muss die Störstoffauslese im Zuge der Kompostaufbereitung erfolgen.

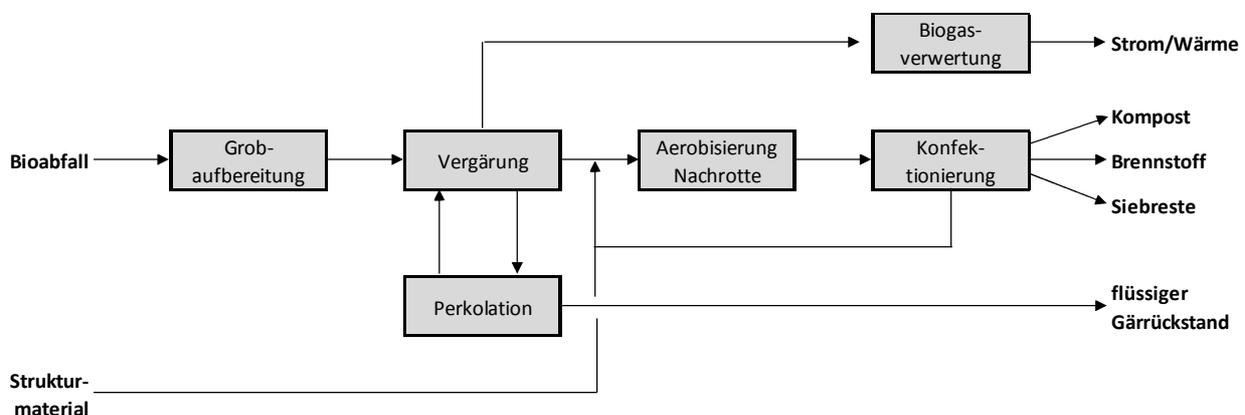


Abb. 36: Schematische Darstellung des Verfahrens konzeptes der Boxenvergärung

Nassvergärungsverfahren

Verfahrensbedingt ist bei den Nassvergärungsverfahren eine weitergehende Abtrennung der Störstoffe erforderlich. In der Nassaufbereitung wird durch eine Schwimm-Sink-Trennung eine Schwer- und Leichtstofffraktion in einer Größenordnung von ca. 20 bis 25 Massen-% abgetrennt. Während die Schwerstofffraktion bei einer ausreichenden Abtrennung der Organik entsorgt werden kann (z. B. Deponierung), ist eine getrennte Weiterverwertung der Leichtstofffraktion in einer Kompostie-

zung möglich. Dadurch kann auf eine weitere Konditionierung des Fertigkompostes verzichtet werden. Das Verfahrenskonzept ist in Abb. 37 wiedergegeben.

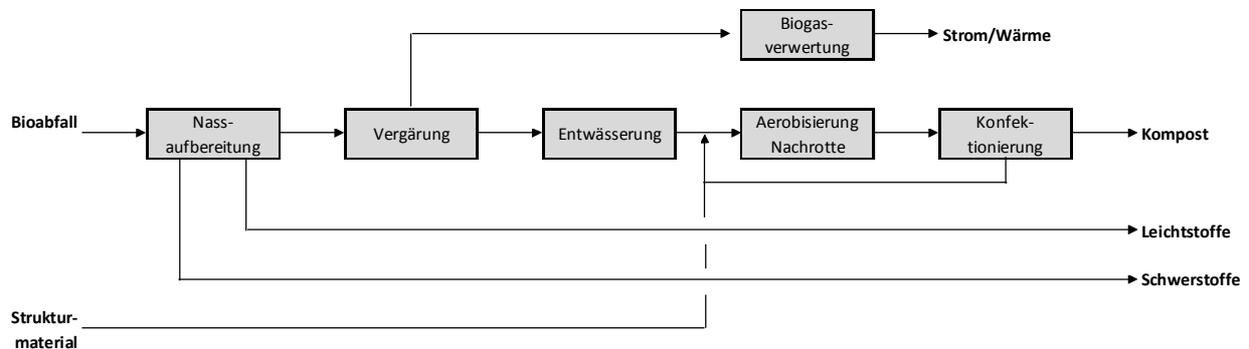


Abb. 37: Schematische Darstellung des Verfahrenskonzeptes kontinuierlicher Nassverfahren

Stör-/Fremdstoffe

Die Abtrennung der Störstoffe ist verfahrensunabhängig zwingend erforderlich, um die Produktqualität für eine Vermarktung des Fertigkompostes sicherzustellen. Der Unterschied bei den Verfahren ergibt sich aus dem Prozessschritt oder den Prozessschritten, bei denen dies erfolgt. In jedem Fall ist der Gärrestkompost zu konfektionieren, wobei neben dem Fertigkompost auch eine Mittelfraktion und Siebreste (Grobfraktion) anfallen. In der Mittelfraktion reichert sich holziges Material an, sodass das Material entweder als Strukturmaterial wieder in den Rotteprozess eingegeben oder aber, falls das Material keine höheren Verunreinigungen mit Störstoffen aufweist, als in dem Biogut, aus dem es erzeugt wurde, als **Brennstoff** verwertet werden kann. Die Brennstofffraktion kann dann in Biomasseheiz- und Biomasseheizkraftwerken verwertet werden. In den **Siebresten** reichern sich hingegen die die Qualität des Fertigkompostes beeinträchtigenden Störstoffe an. Diese Fraktion muss einer Entsorgung (z. B. MVA) zugeführt werden.

Standorte

Die derzeitigen Planungen gehen von einer Errichtung der Anlagen „auf der grünen Wiese“ aus. Lediglich bei der Kooperation 5 ist als Anlagenstandort das Kompostwerk Obersontheim vorgesehen. Die Abfallbehandlungsanlagen werden basierend auf den Anforderungen der TA Luft in der Annahme, Vergärung und Aerobisierung bzw. Intensivrotte eingehaust ausgeführt. Die Dauer der Aerobisierung beträgt hierbei zwei Wochen und wird bei allen Verfahrenskonzepten in Tunneln durchgeführt.

Abluft

Die Abluft aus den gekapselten Anlagenbereichen wird gefasst und in einem Biofilter gereinigt. Vor der biologischen Behandlung wird das in der Abluft enthaltene Ammoniak mittels einer sauren Wäsche entfernt.

Hygienisierung / Gärrestbehandlung

Die Vergärungsstufe der Pfpfenstrom- und auch der Boxenverfahren wird thermophil betrieben. Hierdurch ist die Hygienisierung des Materials gemäß den Anforderungen der BioAbfV sichergestellt und ein Transport des Gärrestes für eine Weiterbehandlung in einer anderen Anlage wäre möglich. Eine Aerobisierung und Austreibung der Geruchsstoffe ist vor dem Transport jedoch zwingend erforderlich. Ein mesophiler Betrieb der Vergärungsanlagen ist prinzipiell ebenfalls möglich und führt zu einer Verringerung des Prozesswärmebedarfs in diesem Verfahrensschritt. Aufgrund des weitgehenden Abbaus der schnell verfügbaren Organik in der Vergärung ist dann jedoch eine Erwärmung der Zuluft der Kompostierung unter Umständen erforderlich.

Obwohl auch bei den thermophil betriebenen Pfpfenstromverfahren eine Hygienisierung des Gärmaterials in der Vergärung erreicht wird, muss hier die Hygienisierung des Gärrestes in der Aerobisierung bzw. Intensivrotte sichergestellt werden, da in diesen Verfahrenskonzepten eine Vermischung der Überschuss- und Überkommengen aus der Aufbereitung in die Gärreste vorgehen wird.

Die Hygienisierung des gesamten Stoffstroms in der Kompostierung kann über drei Tage bei 65 °C oder sechs Tage bei über 60 °C erfolgen. Aufgrund des weitgehenden Abbaus der Organik in der Vergärung ist eine Eigenerwärmung des Kompostmaterials auch bei der Zufuhr des als Überkorn abgetrennten Materials schwierig. Daher kann eine Erwärmung der Zuluft notwendig werden.

Die flüssigen Gärreste können auf den Flächen der betrachteten Städte und Landkreise verwertet werden, da hier weder durch Viehhaltung noch beispielsweise durch landwirtschaftliche Biogasanlagen eine Konkurrenzsituation besteht (zu den Gegebenheiten im Planungsraum siehe Kap. 4). Vor der landwirtschaftlichen Verwertung der flüssigen Gärreste ist in den Verfahrenskonzepten eine separate Hygienisierungsstufe bei 70 °C über eine Stunde eingeplant.

Die Kompostierung der Gärreste am Anlagenstandort ist nicht zwingend erforderlich und kann auch an anderen Standorten, z. B. in vorhandenen Kompostwerken, vorgenommen werden. Hierfür ist jedoch die Aerobisierung und Hygienisierung der Gärreste erforderlich. In den Verfahrenskonzepten mit einer externen Verwertung der Gärreste (Kooperationen 1 bis 4) werden daher Tunnel für die Hygienisierung der Gärreste berücksichtigt. Die Verladung der Gärreste erfolgt in einer geschlossenen Verladehalle, die ebenfalls an die Abluftbehandlung angeschlossen ist.

Energienutzung

Als Energienutzung wird bei den Verfahrenskonzepten nur die Strom- und Wärmeerzeugung durch die motorische Verwertung in einem BHKW betrachtet. Andere Verfahren für die Biogasverwertung, wie beispielsweise die Biogasaufbereitung, werden im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht berücksichtigt, da für die wirtschaftliche Bewertung der Verfahren die örtlichen Rahmenbedingungen (z. B. ausreichende Biogasproduktion, Festlegung von Einspeisestellen und Einspeisebedingungen (Druckstufe etc.)) eine wichtige Rolle spielen. Diese Rahmenbedingungen sind aber, da für die Errichtung der Abfallverwertungsanlagen keine Anlagenstandorte festgelegt wurden, nicht bekannt. Daher wird in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ebenfalls auch keine weitergehende Wärmenutzung beispielsweise durch die Abgabe an einen Wärmeabnehmer berücksichtigt.

10.1 Massen- und Energiebilanzen

Die Auslegung einer Pfpfenstromvergärungsanlage erfolgt gegenüber der Auslegung einer Boxenvergärungsanlage, die über eine festgelegte Verweilzeit der Abfälle in den Fermentern volumetrisch ausgelegt wird, anhand der organischen Belastung der Reaktoren.

Die Auslegung beruht auf den stofflichen Eigenschaften der zu verarbeitenden Substrate. Analysen des Bioguts in den verschiedenen Städten und Landkreisen liegen nicht vor, sodass die stofflichen Eigenschaften basierend auf eigenen Erfahrungen und Literaturangaben festgelegt werden, vergleiche Tab. 15.

Tab. 15: Angenommene stoffliche Eigenschaften des Bioguts

	Biogut
Trockenmasse	38 % TM
organische Trockenmasse	65 % TM
Biogaspotenzial	120 Nm ³ /Mg

Die Abfallanlieferungsmengen unterliegen deutlichen saisonalen Schwankungen und weisen Spitzen im Frühjahr und Herbst auf. Eine Verarbeitung dieser saisonalen Anlieferungsspitzen ist bei Vergärungsanlagen nur eingeschränkt möglich. Eine vollständige Verwertung der Abfälle und damit auch von Anlieferungsspitzen gelingt nur über ein großes Fermentervolumen. Insbesondere in den Wintermonaten wird dann aber nur eine partielle Anlagenauslastung erreicht. Aus diesen wirtschaftlichen Erwägungen heraus wird mit einer reduzierten und an die Verfahrenstechnik angepassten Inputmenge in die Vergärungseinheit geplant. Überschussmengen werden direkt in die Rotteeinheit eingebracht und aerob behandelt, um die Einhaltung der Anforderungen der BioAbfV beispielsweise hinsichtlich der Hygiene des Materials sicherzustellen.

Die Bestimmung der jeweiligen Vergärungskapazität für die untersuchten Varianten basiert auf jahresgangspezifischen Betrachtungen. In Abb. 38 und Abb. 39 sind beispielhaft für die Kooperation 4 der Jahresverlauf der Anlieferungsmengen und die Auslegungskapazität dargestellt, sowie die sich aus der Anlagenauslegung ergebende Überschussmenge, die in der Vergärung nicht verwertet werden kann. Zusätzlich wird bei der Anlagenauslegung einer Behandlungsanlage mit Pfpfenstromverfahren das in der Aufbereitung abgetrennte Überkorn ausgewiesen.

Die Verarbeitungsmenge einer Vergärung wird von dem eingesetzten Verfahren bestimmt. Bei Boxenverfahren können Anlieferungsspitzen durch die Reduzierung der Gärrestmenge, die zum Animpfen des Abfalls zu Fermentationsbeginn beigemischt wird, die Erhöhung der Schütthöhe im Fermenter oder die Reduzierung der Verweilzeit in der Vergärung abgemildert werden. Die Pfpfenstromverfahren sind hingegen aufgrund des festgelegten Gärvolumens limitiert. Hier ist die Vorhaltung von zusätzlichem Gärvolumen erforderlich, jedoch wird diese Vorgehensweise aufgrund der hohen Investitionskosten in der Regel verzichtet und das überschüssige Material direkt der Kompostierung zugeführt. Die Auswahl der Anlagengröße ist daher insbesondere für die Boxenvergärungsanlagen vorzunehmen.

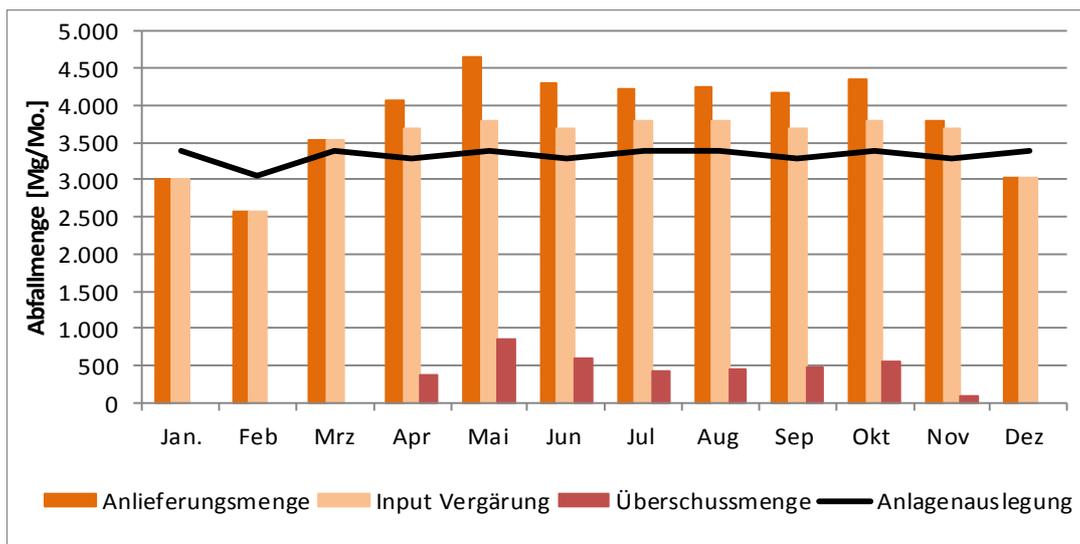


Abb. 38: Auslegung der Vergärungsstufe (Boxenverfahren) bei Kooperation 4

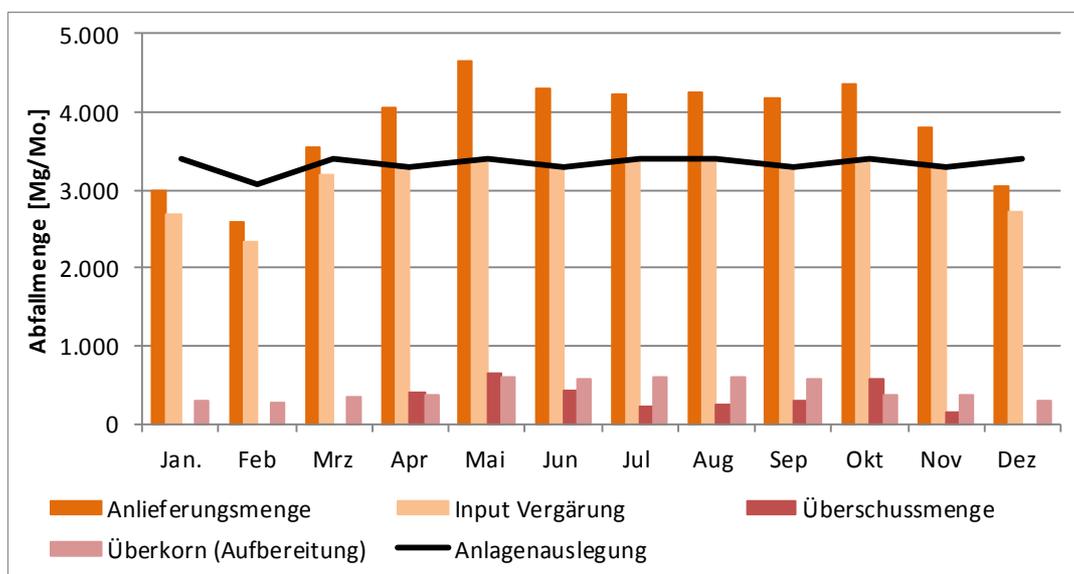


Abb. 39: Auslegung der Vergärungsstufe (Pfropfenstromverfahren) bei Kooperation 4

Die approximativen Massenbilanzen wurden für die sechs betrachteten Kooperationen auf Basis verschiedener Annahmen und Voraussetzungen erstellt. Die stofflichen Eigenschaften des Bioguts beispielsweise beeinflussen zum einen die Biogasausbeute und zum anderen auch die zu erwartenden Überschusswassermengen. Ebenso kann eine weitgehende Ausfäulung der Abfälle zur weitergehenden Ausnutzung des gesamten Biogaspotenzials dazu führen, dass die Bedingungen in der anschließenden Kompostierung suboptimal sind, da für den Wasseraustrag während der Kompostierung die Erzeugung von Wärme aus dem Organikabbau erforderlich ist. Bei einer zu geringen Selbsterwärmung des Kompostmaterials durch den Organikabbau ist dann unter Umständen eine längere Reifezeit vorzusehen. Andererseits ist aber auch der Anfall größerer Kondensatmengen aus der Abluftbehandlung möglich, die dann möglicherweise mit dem Überschusswasser entsorgt werden müssen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Massenbilanzen für die Biogutverwertungsanlagen für die verschiedenen Kooperationen dargestellt. Die Auflistung umfasst hierbei die am Standort anfallenden Stoffströme, die anderweitig verwertet oder entsorgt werden müssen. Die detaillierten approximativen Massenbilanzen sind im Anhang 1 des Berichts beigefügt.

10.1.1 Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn)

Für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt und dem Landkreis Heilbronn (Anlieferungsmenge 31.000 Mg/a) ist eine Vergärungsanlage mit 25.000 Mg/a vorgesehen. Die erzeugte Biogasmenge und damit auch elektrische Energie ist bei den Anlagen mit einer Pfropfenstromvergärung mit ca. 2,65 Mio. Nm³/a um ca. 0,6 Mio. Nm³/a höher als bei einer Anlage mit einer Boxenvergärung. Ebenso ist der Überschusswasseranfall verfahrensbedingt mit ca. 9.600 Mg/a erheblich höher. Hingegen ist die Fertigkompostmenge bei den Verwertungsanlagen mit einer Boxenvergärung mit ca. 10.400 Mg/a geringfügig höher, vergleiche Tab. 16.

Tab. 16: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt und Landkreis Heilbronn, Kooperation 1)

	Boxenverfahren	Pfropfenstromverfahren
Anlieferungsmenge	31.000 Mg/a	
Vergärungseinheit	25.000 Mg/a	
Auslegungskapazität	25.000 Mg/a	
Verarbeitungsmenge	26.900 Mg/a	24.100 Mg/a
Überschusswasser	2.700 Mg/a	9.600 Mg/a
Fertigkompost ¹⁾	10.400 Mg/a	9.700 Mg/a
Brennstoff ¹⁾	2.100 Mg/a	1.100 Mg/a
Siebrete ¹⁾	1.400 Mg/a	600 Mg/a
Biogas	2,02 Mio. Nm ³ /a	2,65 Mio. Nm ³ /a
Energieerzeugung		
elektr. Energie	4.760 MWh/a	6.080 MWh/a
therm. Energie	5.030 MWh/a	6.490 MWh/a

¹⁾ nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

10.1.2 Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)

Für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt, dem Landkreis Heilbronn und dem Hohenlohekreis (Anlieferungsmenge 38.000 Mg/a) ist eine Vergärungsanlage mit 35.000 Mg/a vorgesehen. Die erzeugte Biogasmenge und damit auch elektrische Energie ist bei den Anlagen mit einer Pflropfenstromvergärung mit ca. 3,56 Mio. Nm³/a um ca. 0,8 Mio. Nm³/a höher als bei einer Anlage mit einer Boxenvergärung. Ebenso übersteigt der Überschusswasseranfall mit ca. 12.900 Mg/a den Überschusswasseranteil einer Anlage mit Boxenvergärung um etwa das 3,5-fache. Hingegen ist die Fertigkompostmenge bei den Verwertungsanlagen mit einer Boxenvergärung ist mit ca. 12.700 Mg/a geringfügig höher, vergleiche Tab. 17.

Tab. 17: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pflropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn und Hohenlohekreis, Kooperation 2)

	Boxenverfahren	Pflropfenstromverfahren
Anlieferungsmenge	38.000 Mg/a	
Vergärungseinheit	35.000 Mg/a	
Auslegungskapazität	35.000 Mg/a	
Verarbeitungsmenge	36.200 Mg/a	32.400 Mg/a
Überschusswasser	3.600 Mg/a	12.900 Mg/a
Fertigkompost ¹⁾	12.700 Mg/a	11.500 Mg/a
Brennstoff ¹⁾	2.500 Mg/a	1.400 Mg/a
Siebbreste ¹⁾	1.700 Mg/a	700 Mg/a
Biogas	2,71 Mio. Nm ³ /a	3,56 Mio. Nm ³ /a
Energieerzeugung		
elektr. Energie	6.230 MWh/a	8.410 MWh/a
therm. Energie	6.650 MWh/a	8.480 MWh/a

¹⁾ nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

10.1.3 Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis schwäbisch Hall)

Für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt und dem Landkreis Heilbronn, dem Hohenlohekreis sowie dem Landkreis Schwäbisch Hall (Anlieferungsmenge 45.000 Mg/a) ist eine Vergärungsanlage mit 40.000 Mg/a vorgesehen. Die erzeugte Biogasmenge einer Anlage mit einer Pfpfenstromvergärung beträgt ca. 4,12 Mio. Nm³/a gegenüber einer Biogasmenge von ca. 3,14 Mio. Nm³/a bei einer Anlage mit einer Boxenvergärung. Ebenso ist der Überschusswasseranfall verfahrensbedingt mit ca. 14.900 Mg/a erheblich höher. Die Fertigkompostmenge ist hingegen bei den Boxenvergärungsanlagen mit ca. 15.100 Mg/a geringfügig höher, vergleiche Tab. 18.

Tab. 18: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis und Landkreis Schwäbisch Hall, Kooperation 3)

	Boxenverfahren	Pfpfenstromverfahren
Anlieferungsmenge	45.000 Mg/a	
Vergärungseinheit	40.000 Mg/a	
Auslegungskapazität	40.000 Mg/a	
Verarbeitungsmenge	41.900 Mg/a	37.400 Mg/a
Überschusswasser	4.200 Mg/a	14.900 Mg/a
Fertigkompost ¹⁾	15.100 Mg/a	13.800 Mg/a
Brennstoff ¹⁾	3.000 Mg/a	1.600 Mg/a
Siebreste ¹⁾	2.000 Mg/a	800 Mg/a
Biogas	3,14 Mio. Nm ³ /a	4,12 Mio. Nm ³ /a
Energieerzeugung		
elektr. Energie	7.470 MWh/a	9.830 MWh/a
therm. Energie	7.610 MWh/a	9.980 MWh/a

¹⁾ nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

10.1.4 Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis)

Für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt Heilbronn, dem Landkreis Heilbronn und dem Neckar-Odenwald-Kreis (Anlieferungsmenge 43.000 Mg/a) ist ebenfalls eine Vergärungsanlage mit 40.000 Mg/a vorgesehen. Die erzeugte Biogasmenge beträgt bei den Anlagen mit einer Pfropfenstromvergärung ca. 4,05 Mio. Nm³/a, während sich die Biogasmenge bei einer Anlage mit Boxenvergärung auf ca. 3,09 Mio. Nm³/a beläuft. Ebenso übersteigt der Überschusswasseranfall mit ca. 12.900 Mg/a den Überschusswasseranteil einer Anlage mit Boxenvergärung um etwa das 3,5-fache. Hingegen ist die Fertigungskompostmenge bei den Verwertungsanlagen mit einer Boxenvergärung ist mit ca. 14.400 Mg/a geringfügig höher, vergleiche Tab. 19.

Tab. 19: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfropfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Stadt Heilbronn, Landkreis Heilbronn und Neckar-Odenwald-Kreis, Kooperation 4)

	Boxenverfahren	Pfropfenstromverfahren
Anlieferungsmenge	43.000 Mg/a	
Vergärungseinheit	40.000 Mg/a	
Auslegungskapazität	40.000 Mg/a	
Verarbeitungsmenge	41.200 Mg/a	36.900 Mg/a
Überschusswasser	4.100 Mg/a	14.600 Mg/a
Fertigungskompost ¹⁾	14.400 Mg/a	13.000 Mg/a
Brennstoff ¹⁾	2.900 Mg/a	1.500 Mg/a
Siebbreste ¹⁾	1.900 Mg/a	800 Mg/a
Biogas	3,09 Mio. Nm ³ /a	4,05 Mio. Nm ³ /a
Energieerzeugung		
elektr. Energie	7.350 MWh/a	9.620 MWh/a
therm. Energie	7.490 MWh/a	9.810 MWh/a

¹⁾ nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

10.1.5 Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Bei der Kooperation des Landkreises Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis und Main-Tauber-Kreis wird eine Vergärungsanlage mit einer Auslegungskapazität von 35.000 Mg/a vorgesehen. Bei den Betrachtungen wird davon ausgegangen, da externe Biogutmengen für die Auslastung der Verwertungsanlage vorgesehen sind, dass eine Auslastung der Vergärungsanlage sichergestellt werden kann. Da bei der Pfpfenstromvergärung bei der Aufbereitung ein Teilstrom des Bioguts in der Aufbereitung als Überkorn ausgeschleust wird, liegt die Anlieferungsmenge bei diesen Anlagen mit ca. 40.000 Mg/a höher als bei den Boxenvergärung mit 35.000 Mg/a.

Die erzeugte Biogasmenge ist bei den Anlagen mit einer Pfpfenstromvergärung mit ca. 3,85 Mio. Nm³/a um ca. 1,2 Mio. Nm³/a höher als bei einer Anlage mit einer Boxenvergärung. Ebenso ist der Überschusswasseranfall verfahrensbedingt mit ca. 13.900 Mg/a erheblich höher. Hingegen ist die erzeugte Fertigkompostmenge beider Verwertungsanlagen nahezu gleich, was auf die verschiedenen Anlieferungsmengen für die Verwertungsanlagen zurückzuführen ist, vergleiche Tab. 20.

Tab. 20: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Pfpfenstrom- bzw. Boxenvergärung (Biogut Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis und Main-Tauber-Kreis, Kooperation 5)

	Boxenverfahren	Pfpfenstromverfahren		
Anlieferungsmenge	35.000 Mg/a	40.000 Mg/a		
Vergärungseinheit	35.000 Mg/a			
Auslegungskapazität				
Verarbeitungsmenge	35.000 Mg/a	35.000 Mg/a		
Überschusswasser	3.500 Mg/a	13.900 Mg/a		
Fertigkompost ¹⁾	11.700 Mg/a	12.000 Mg/a		
Brennstoff ¹⁾	2.300 Mg/a	1.400 Mg/a		
Siebreste ¹⁾	1.600 Mg/a	700 Mg/a		
Biogas	2,63 Mio. Nm ³ /a	3,85 Mio. Nm ³ /a		
Energieerzeugung				
elektr. Energie			6.020 MWh/a	8.890 MWh/a
therm. Energie			6.430 MWh/a	9.510 MWh/a

¹⁾ nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

10.1.6 Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis)

Bei der Kooperation des Main-Tauber-Kreises und des Neckar-Odenwald-Kreis wird nur eine Anlage mit einer Nassvergärung mit einer Auslegungskapazität von 25.000 Mg/a betrachtet. Die Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine solche Anlage sind in der Tab. 21 zusammengestellt.

Tab. 21: Ergebnisse der approximativen Massenbilanz für eine Biogutverwertungsanlage mit Nassvergärung (Biogut Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis, Kooperation 6)

	Nassvergärungsverfahren
Anlieferungsmenge	25.000 Mg/a
Vergärungseinheit	
Auslegungskapazität	25.000 Mg/a
Verarbeitungsmenge	20.200 Mg/a
Überschusswasser	2.600 Mg/a
Leichtstoffe	3.800 Mg/a
Schwerstoffe	1.200 Mg/a
Fertigkompost ¹⁾²⁾	10.400 Mg/a
Biogas	2,30 Mio. Nm ³ /a
Energieerzeugung	
elektr. Energie	5.490 MWh/a
therm. Energie	6.050 MWh/a

1) nur, falls Gärreste am Anlagenstandort weiterbehandelt werden

2) kein Anfall einer Brennstofffraktion und Siebresten aufgrund der intensiven Abtrennung in der Nassaufbereitung

11 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf den im folgenden Kapitel erläuterten Annahmen und Voraussetzungen sowie den Ausführungen zur technischen Ausführung der Anlagen in den vorhergehenden Kapiteln. Fördermöglichkeiten für den Bau der Biogasanlage oder Anlagenteile wurden nicht in die Betrachtungen einbezogen, da Förderbedingungen und -programme Veränderungen unterliegen.

Im Anhang sind detaillierte Berechnungen für alle nachfolgend beschriebenen Varianten enthalten. Grundsätzlich sind alle Kostenangaben ohne Mehrwertsteuer, es sei denn die Mehrwertsteuer ist besonders ausgewiesen.

11.1 Umlade und Abfalltransporte

Die Bioguttransporte zu den Standorten der geplanten Vergärungsanlagen sind mit den Sammelfahrzeugen vorgesehen. Somit werden keine Mehraufwendungen gegenüber dem Status-Quo angesetzt. Grundsätzlich ist eine Optimierung der angesetzten Umladekosten z. B. über eine Wechselcontainerabfuhr oder die Optimierung von Abfuhrorganisation und Transport mit den Sammelfahrzeugen möglich, würde aber den Rahmen dieser Untersuchung überschreiten.

Bei der Kooperation 5 beträgt die Transportentfernung für das Biogut, welches im nördlichen Main-Tauber-Kreis anfällt mehr als 100 km. Daher wurde für diese Mengen von einer Umlade am Standort Deponie Heegwald ausgegangen. In Summe ist dies ca. ein Drittel des gesamten Bioguts des Main-Tauber-Kreises. Somit sind ca. 4.500 Mg jährlich nach Obersontheim zu transportieren. Die zusätzlichen Kosten für die Umladung des Bioguts wurden getrennt berechnet, aber in der vergleichenden Kostenaufstellung der Varianten als Solidarkosten in die Kooperationsvariante eingepreist.

Umladeanlagen

Die Umladeanlage wird für die Kostenschätzung im Main-Tauber-Kreis auf der Deponie Heegwald, einem abfallwirtschaftlich aktiven Standort, geplant. Eine entsprechende Infrastruktur (Umzäunung, Waage, Einbindung in den Betrieb, u. a.) wurde als gegeben unterstellt und kostenseitig berücksichtigt.

Für die Biogutumladeung auf Schubboden- oder Containerfahrzeuge wird eine teilgeschlossene Halle in Stahlskelettbauweise mit Abluftanlage und Biofilter vorgesehen. Die maschinentechnische Ausrüstung besteht im Wesentlichen aus einem Radlader mit Hochkippschaufel. Die personellen Aufwendungen wurden anhand der Ladezeiten (inkl. Pflege, Säuberungen) abgeschätzt, wobei davon ausgegangen wird, dass diese Aufwendungen in das vor Ort bestehende Personalkonzept eingepflegt werden können.

Der Transport des Bioguts von der Deponie Heegwald zur Behandlungsanlage in Obersontheim wird durch ein Lohnunternehmen angenommen. Die Beschaffung eines eigenen Fahrzeuges wird nicht vorgesehen.

Es wird angenommen, dass bei einem 14-täglichen Abfuhrhythmus von November bis Mai und einem wöchentlichen Abfuhrhythmus zwischen Juni und Oktober jährlich 36 Abfahrten durchge-

führt werden. Die durchschnittliche zu transportierende Menge Biogut beläuft sich dann auf ca. 125 Mg pro Abfuhr. Bei einer Nutzlast von 24 Mg der Schubbodenfahrzeuge ergeben sich somit ca. 188 Touren über eine Entfernung von 132 km von der Deponie Heegwald nach Obersontheim. Für die Abschätzung der Transportkosten werden 1,30 €/km Fahrzeugkosten und Personalkosten von 60 €/h angesetzt. Die Aufwendungen für den Transport des Bioguts betragen unter den Annahmen und Voraussetzungen ca. 178.500 €/a, wie Tab. 22 zu entnehmen ist. Die detaillierten Berechnungen sind im Anhang der Studie beigefügt.

Tab. 22: Transportkostenschätzung für den Transport des Bioguts von der Deponie Heegwald zu einer Behandlungsanlage Obersontheim (Kooperation 5)

Kooperation 5	Hik-LkSH-MTK
Standort Umlade	Deponie Heegwald
Transportmenge	4.500 Mg/a
Investitionskosten (netto)	
Bauteil	300.000 €
M&E-Technik	130.000 €
mobiles Gerät	0 €
Gesamtkosten	430.000 €
Betriebskosten	
Kapitaldienst	33.826 €/a
Personalkosten	11.080 €/a
Unterhaltskosten	9.700 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	2.950 €/a
Transportkosten (extern)	120.922 €/a
Gesamtaufwendungen	178.477 €/a
Transportkosten	40 €/Mg

11.2 Investitionskostenschätzung

Die Investitionskostenschätzung wurde für die sechs betrachteten Kooperationen durchgeführt. Während bei den Kooperationen 1 bis 5 sowohl Boxen- als auch Pfropfenstromverfahren betrachtet wurden, wurde für die Kooperation 6 nur ein Nassvergärungsverfahren betrachtet. Bei allen betrachteten Varianten wurde die Verarbeitung des Bioguts bis zu Fertigkompost am Anlagenstandort unterstellt. Für die Kooperationen 1 bis 5 wurde zusätzlich die Investitionskostenschätzung vorgenommen für den Fall, falls der Gärrest nach der Entwässerung und anschließenden Aerobisierung einer externen Verwertung zugeführt wird. Die Investitionskosten wurden auf Basis von Herstellerangaben und Angeboten aus der jüngsten Vergangenheit abgeschätzt und beinhalten alle Kosten der für den Betrieb der Anlage erforderlichen Anlagenkomponenten.

Infrastrukturkosten wurden, soweit zum jetzigen Zeitpunkt möglich, in der Kostenschätzung einkalkuliert. Anforderungen, die sich aus dem Genehmigungsverfahren und der derzeitigen Gesetzeslage an den Bau der Biogutvergärungsanlage ergeben können, wurden ebenfalls soweit wie absehbar in den Planungen berücksichtigt. Ebenfalls werden emissionsminimierende Maßnahmen beim Bau der Anlage (wie z. B. geschlossene Bauweise der relevanten Anlagenteile, Abluftreinigung mit saurem Wäsche usw.) berücksichtigt, wie beispielsweise die im Referentenentwurf der TA Luft geforderte 14-tägige Aufenthaltsdauer in einer Aerobisierung.

Nachstehend werden einige der berücksichtigten Funktionsbereiche und der zugrunde liegenden Kalkulationsannahmen aufgelistet:

- Betriebsgebäude
- geschlossene Anlagenausführung (Annahmehalle, Fermenterhalle, Aerobisierung (zwei Wochen))
- offene überdachte Hallen (Nachrotte (zwei bis vier Wochen), Kompostlager (sechs Monate))
- Aerobisierung und ggf. Hygienisierung der Gärreste auch bei den Anlagenkonzepten ohne Nachrotte
- geschlossene Verladehalle bei Anlagenkonzepten ohne Nachrotte
- Abluffassung und -reinigung mittels saurem Wäscher und Biofilter
- Energienutzung zur flexiblen Energieerzeugung (Biogasspeicher, ausreichende BHKW-Kapazität)
- Überschusswasser- bzw. Perkolatspeicher (Speicherkapazität neun Monate)
- Grundstückskosten von 50 €/m² für den Erwerb einer Baufläche
- Abschätzung Infrastrukturkosten anhand Aufstellungsplänen für die verschiedenen Kooperationen

Anlagenstandorte für die Errichtung der Anlagen wurden nicht festgelegt, lediglich bei Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis) wurde die Errichtung der Vergärungsanlage am Standort des Kompostwerkes Obersontheim unterstellt. Bei den Kooperationen 1 bis 4 und 6 wurde eine Errichtung der Anlage auf der „grünen Wiese“ angenommen. Bei diesen Kooperationen wurden die Grundstückskosten anhand einer groben Abschätzung des Flächenbedarfs (Tab. 23) mit einem Kostenansatz von 50 €/m² angesetzt. Die detaillierten Investi-

tions- und Betriebskostenschätzungen für die verschiedenen Anlagenkonzepte der Kooperationen sind im Anhang enthalten.

Tab. 23: Abschätzung des Flächenbedarfs für die Errichtung der Behandlungsanlagen für die Kooperationen 1 bis 6

	Boxenvergärung	Pfropfenstrom- vergärung	Nassvergärung	Boxenvergärung	Pfropfenstrom- vergärung
	mit Nachrotte			ohne Nachrotte	
Kooperation 1	2,50 ha	2,20 ha	-	1,44 ha	1,55 ha
Kooperation 2	3,08 ha	2,68 ha	-	1,78 ha	1,77 ha
Kooperation 3	3,46 ha	2,88 ha	-	2,08 ha	1,96 ha
Kooperation 4	3,69 ha	2,90 ha	-	2,03 ha	2,09 ha
Kooperation 5	1,75 ha ¹⁾	1,60 ha ¹⁾	-	0,97 ha ¹⁾	0,92 ha ¹⁾
Kooperation 6	-	-	1,96	-	-

¹⁾ nur zusätzlicher Flächenbedarf

11.2.1 Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn)

Das der Investitionskostenschätzung zugrunde gelegte Anlagenlayout der Biogutverwertungsanlagen mit einem Pfropfenstromverfahren inkl. der Nachrotte am Anlagenstandort bzw. der externen Nachrotte der Gärreste für das Biogut aus Stadt und Landkreis Heilbronn sind im Anhang 2 enthalten. Die Investitionskosten für eine Biogutverwertungsanlage mit Boxenverfahren liegen bei ca. 17,7 Mio. € und sind damit ca. 2,1 Mio. € niedriger als die Investitionskosten beim Pfropfenstromverfahren. Die Investitionskosten sinken bei einem Verzicht auf eine Nachrotte für die Gärreste um ca. 5 Mio. € beim Boxenverfahren und ca. 3,5 Mio. € beim Pfropfenstromverfahren, vergleiche Tab. 24. Die Kosteneinsparungen sind beim Boxenverfahren höher, da verfahrensbedingt eine größere Gärrestmenge verbleibt.

Tab. 24: Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 1)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Grundstückskosten	1.250.000 €	1.100.000 €	720.000 €	775.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	1.591.000 €	1.786.000 €	1.125.000 €	1.437.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	8.968.000 €	9.687.000 €	5.396.000 €	7.290.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	4.311.000 €	5.772.000 €	4.311.000 €	5.772.000 €
mobiles Gerät	700.000 €	675.000 €	350.000 €	350.000 €
Unvorhergesehenes	841.000 €	951.000 €	595.000 €	781.000 €
Summe Investitionskosten	17.661.000 €	19.971.000 €	12.497.000 €	16.405.000 €

11.2.2 Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)

Das Anlagenlayout der Verwertungsanlagen für die Behandlung des Bioguts aus der Stadt und dem Landkreis Heilbronn sowie dem Hohenlohekreis, die der Investitionskostenschätzung zugrunde gelegt wurden, sind im Anhang 2 dargestellt. Die Investitionskosten belaufen sich beim Boxenverfahren auf ca. 20,3 Mio. € und beim Pfropfenstromverfahren auf ca. 24,1 Mio. €. Die Investitionskosten reduzieren sich bei einer Anlage ohne Nachrotte um etwa 6 Mio. € bzw. 4,2 Mio. €, vergleiche Tab. 25.

Tab. 25: Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 2)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Grundstückskosten	1.540.000 €	1.340.000 €	890.000 €	885.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	1.790.000 €	2.044.000 €	1.293.000 €	1.639.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	10.211.000 €	11.801.000 €	6.094.000 €	9.000.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	4.945.000 €	7.040.000 €	4.945.000 €	7.040.000 €
mobiles Gerät	800.000 €	750.000 €	400.000 €	400.000 €
Unvorhergesehenes	964.000 €	1.149.000 €	681.000 €	948.000 €
Summe Investitionskosten	20.250.000 €	24.124.000 €	14.303.000 €	19.912.000 €

11.2.3 Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)

Das Anlagenlayout der Verwertungsanlagen für das Biogut aus Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis sowie Landkreis Schwäbisch Hall, die der Investitionskostenschätzung zugrunde gelegt wurden, ist im Anhang 2 dargestellt. Die Investitionskosten betragen für die beiden Anlagenkonzepte etwa 23,2 bzw. 27,7 Mio. €. Die Kostenreduktion für eine Anlage ohne Nachrotte beläuft sich auf 6,9 bzw. € 4,8 Mio. €, vergleiche Tab. 26.

Tab. 26: Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 3)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Grundstückskosten	1.730.000 €	1.440.000 €	1.040.000 €	985.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	2.027.000 €	2.306.000 €	1.475.000 €	1.864.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	11.819.000 €	13.766.000 €	6.943.000 €	10.459.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	5.631.000 €	8.091.000 €	5.631.000 €	8.091.000 €
mobiles Gerät	850.000 €	825.000 €	450.000 €	450.000 €
Unvorhergesehenes	1.103.000 €	1.321.000 €	777.000 €	1.092.000 €
Summe Investitionskosten	23.160.000 €	27.749.000 €	16.316.000 €	22.941.000 €

11.2.4 Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis)

Das der Investitionskostenschätzung zugrunde gelegte Anlagenlayout der Verwertungsanlagen für das Biogut der Stadt Heilbronn, des Landkreises Heilbronn und dem Neckar-Odenwald-Kreis sind im Anhang 2 beigefügt. Die Investitionskosten liegen beim Pfdropfenstromverfahren bei ca. 27,3 Mio. € und sind damit um ca. 4,6 Mio. € höher als die Investitionskosten als beim Boxenverfahren, vergleiche Tab. 27.

Tab. 27: Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 4)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Grundstückskosten	1.705.000 €	1.395.000 €	1.015.000 €	1.050.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	1.994.000 €	2.308.000 €	1.455.000 €	1.948.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	11.525.000 €	13.406.000 €	6.883.000 €	10.459.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	5.587.000 €	8.091.000 €	5.587.000 €	8.091.000 €
mobiles Gerät	850.000 €	825.000 €	450.000 €	450.000 €
Unvorhergesehenes	1.083.000 €	1.301.000 €	769.000 €	1.100.000 €
Summe Investitionskosten	22.744.000 €	27.326.000 €	16.159.000 €	23.098.000 €

11.2.5 Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Für die Kooperation 5 wird als möglicher Standort die Kompostierungsanlage Obersontheim betrachtet. Für die Errichtung einer Anlage sind östlich der Kompostierungsanlage zwei nicht zusammenhängende Flächen mit einer Gesamtgröße von etwa 1 ha vorhanden. Die Fläche ist für die Errichtung einer Anlage mit Nachrotte für die Gärreste nicht ausreichend, die Nachrotte der Gärreste müsste bei einer Nutzung dieses Bauareals extern erfolgen, beispielsweise auf der Kompostierungsanlage Obersontheim. Der Zuschnitt der Flächen lässt allerdings keine auf die funktionalen Erfordernisse optimierte Errichtung einer Anlage zu.

Eine optimierte und aufeinander abgestimmte Anordnung der verschiedenen Betriebseinheiten einer Biogutverwertungsanlage ist dort insbesondere für eine Anlage mit einem Boxenverfahren nicht möglich, sodass der räumliche Zusammenhang von Anlagenteilen (z. B. Annahmehalle und Aerobisierung/Intensivrotte mit Abluftreinigung, Vergärung mit Aerobisierung/Intensivrotte) verloren geht, vergleiche Abb. 40 und Abb. 41.



Abb. 40: Anlagenlayout für eine Anlage mit Boxenverfahren (ohne Nachrotte)



Abb. 41: Anlagenlayout für eine Anlage mit Pfropfenstromverfahren (ohne Nachrotte)

Neben einem erhöhten Betriebsaufwand, beispielsweise durch vermehrten Transportaufwand von Biogut oder Gärresten, werden sich hierdurch ebenfalls die Investitionskosten erhöhen. Da die Einplanung einer Verwertungsanlage unter speziellen Rahmenbedingungen nicht in der Machbarkeitsstudie vorgesehen war, wurde für die Abschätzung der Investitionskosten die Errichtung der Anlagen unter günstigeren baulichen Voraussetzungen angenommen (vergleiche Anhang 2). Dies stellt sicherlich den günstigeren Fall gegenüber einer Planung der Verwertungsanlage auf den vorhandenen Flächen dar.

Die Investitionskosten liegen beim Pfropfenstromverfahren bei ca. 22,2 Mio. € und damit um ca. 3,2 Mio. € höher als die Investitionskosten beim Boxenverfahren. Die Investitionskosten sinken bei

einem Verzicht auf eine Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort um ca. 5,4 Mio. € beim Boxenverfahren und ca. 4,3 Mio. € beim Pfropfenstromverfahren, vergleiche Tab. 28.

Tab. 28: Investitionskostenschätzung einer Biogutverwertungsanlage mit und ohne Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort (Kooperation 5)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Grundstückskosten	875.000 €	800.000 €	485.000 €	460.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	1.390.000 €	1.869.000 €	1.211.000 €	1.485.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	10.014.000 €	10.674.000 €	5.824.000 €	7.723.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	5.073.000 €	7.104.000 €	5.073.000 €	6.992.000 €
mobiles Gerät	700.000 €	700.000 €	350.000 €	350.000 €
Unvorhergesehenes	903.000 €	1.057.000 €	647.000 €	850.000 €
Summe Investitionskosten	18.955.000 €	22.204.000 €	13.590.000 €	17.860.000 €

Die Kosteneinsparungen zwischen den beiden Anlagenkonzepten fallen hierbei geringer aus als bei den anderen betrachteten Kooperationen, da für beide Anlagen von einer Vergärungsanlage mit einer Kapazität von ca. 35.000 Mg/a ausgegangen wurde. Für die Auslastung einer Boxenvergärungsanlage werden 35.000 Mg/a gegenüber 40.000 Mg/a für eine Pfropfenstromvergärungsanlage benötigt. Die höhere Anlieferungsmenge wird dadurch hervorgerufen, dass für die Beschickung einer Pfropfenstromvergärung die Störstoffe vorab abgetrennt werden müssen und somit ein Anteil des angelieferten Bioguts als Überkorn an der Vergärung vorbei geschleust und direkt in die Kompostierung verfrachtet wird. Daher ergeben sich keine gravierenden Unterschiede bei der Gärrestmenge, die in der Aerobisierung und Intensivrotte nachbehandelt werden muss.

11.2.6 Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis)

Der Betrachtung einer Anlage zur Verwertung des Bioguts des Main-Tauber-Kreises und des Neckar-Odenwald-Kreises wurde eine Nassvergärungsanlage zugrunde gelegt (Anhang 26). Auf die Abschätzung der Investitionskosten einer Anlage mit der Nachrotte der Gärreste vor Ort oder auf einer externen Kompostierungsanlage wurde hier verzichtet. Die Investitionskosten sind in Tab. 29 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 29: Investitionskostenschätzung der Verwertungsanlage (Nassvergärungsverfahren) mit Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort

	Nassvergärung mit Nachrotte
Investitionskosten, netto	
Grundstückskosten	980.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten	1.347.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter	7.854.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik	5.965.000 €
mobiles Gerät	650.000 €
Unvorhergesehenes	840.000 €
Summe Investitionskosten	17.636.000 €

11.3 Betriebs- und Behandlungskostenschätzung

In den Betriebskosten werden alle derzeit absehbaren Aufwendungen für den Betrieb und Unterhalt einer Biogutverwertungsanlage für die verschiedenen betrachteten Kooperationen berücksichtigt.

Die anfallenden Produkte Kompost und flüssiger Gärrest können regional verwertet werden. Die landwirtschaftliche Verwertung der flüssigen Gärreste ist aufgrund der nur geringen Konkurrenzsituation zu anderen Biogasanlagen in der Region möglich (siehe Kap. 4). Die Kosten für die landwirtschaftliche Verwertung der flüssigen Gärreste werden mit 10 €/Mg angesetzt, für die Verwertung des Fertigkompostes wird eine Zuzahlung von 5 €/Mg angenommen.

Im Rahmen der Behandlung des Bioguts fällt eine Mittelkornfraktion bei der Konditionierung des Fertigkompostes an, die in der Regel als Brennstoff vermarktet werden kann. Im Gegensatz zu Brennstoffen aus Grüngut, für die Erlöse angesetzt werden können, wird die Verwertung der Brennstofffraktion aus der Biogutaufbereitung kostenneutral angenommen.

Die Biogasnutzung wird durch die Verstromung des anfallenden Gases in BHKW angenommen, die Aufbereitung des Biogases zu Bioerdgas wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht betrachtet. Die Erlöse werden auf Basis des EEG 2017 bei einer Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 2018 abgeschätzt. Erlöse für eine Vermarktung von überschüssiger Wärmeenergie werden nicht angesetzt.

Die Personalkosten für das Betriebspersonal wurden inkl. der Arbeitgeberanteile, aber ohne Berücksichtigung von Urlaubs- und Krankheitsvertretungen kalkuliert.

Für die Berechnung der Betriebskosten wurden die folgenden Ansätze gewählt:

- Kapitalkosten
 - Zinssatz 1,8 %
 - Fremdkapital
- Abschreibungszeitraum
 - Bautechnik 20 a
 - Maschinentechnik 10 a
 - mobile Geräte 7 a
- Wartung und Reparatur
 - Bautechnik 1,0 % des Invests
 - Maschinentechnik 4,0 % des Invests
 - mobiles Gerät 7,0 % des Invests
- sonstige Kosten
 - Versicherung 1,0 % des Invests
- Personalkosten
 - Anlagenleiter 70.000 €/a
 - Facharbeiter 55.000 €/a
 - Vermarktung 55.000 €/a
 - Verwaltung 45.000 €/a
 - Hilfskraft, Radladerfahrer 40.000 €/a
- Verbrauchsmittel
 - Strombezug 17 ct/kWh_{el}
 - Trinkwasser 2,50 €/m³
 - Diesel 1,09 €/l
- Entsorgungskosten
 - Störstoffe 70 €/Mg
 - Siebreste 70 €/Mg
 - Schwerstoffe (Nassvergärung) 50 €/Mg
 - Leichtstoffe (Nassvergärung) 45 €/Mg
 - Verwertung Flüssigdünger 10 €/Mg
 - Verwertung Kompost 5 €/Mg
 - Verwertung Biomasse/Brennstoff 0 €/Mg
- Energieerzeugung/-nutzung /Biogasertrag Biogut
 - Boxenvergärung 85 Nm³/Mg
 - Pfropfenstromvergärung 110 Nm³/Mg
 - Methangehalt 58 Vol.-%
 - Nassvergärung 115 Nm³/Mg
 - Methangehalt 60 Vol.-%
 - Volllaststunden BHKW 8.585 h/a
- Erlöse (Inbetriebnahme 2018)
 - Stromvergütung 12 ct/kWh_{el}

Im Folgenden werden die Betriebskosten für die verschiedenen Anlagen getrennt für die betrachteten Kooperationen wiedergegeben.

11.3.1 Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn)

Die Behandlungskosten für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt und dem Landkreis Heilbronn belaufen sich beim Boxenverfahren auf ca. 64 €/Mg und für eine Anlage mit Pfropfenstromvergärung auf ca. 70 €/Mg. Durch den Verzicht auf eine Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort reduzieren sich die Behandlungskosten beim Boxenverfahren um ca. 20 €/Mg und beim Pfropfenstromverfahren um rund 14 €/Mg, vergleiche Tab. 30.

Tab. 30: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 1)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Gesamt-Investitionskosten	17.661.000 €	19.971.000 €	12.497.000 €	16.405.000 €
Betriebskosten				
Kapitaldienst	1.266.052 €/a	1.484.592 €/a	955.422 €/a	1.259.851 €/a
Personalkosten	310.000 €/a	310.000 €/a	255.000 €/a	255.000 €/a
Unterhaltskosten	335.440 €/a	402.370 €/a	268.100 €/a	350.460 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	408.758 €/a	468.492 €/a	345.875 €/a	451.372 €/a
Umladestation und Abfalltransport	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Zuzahlung Kompostvermarktung	52.000 €/a	48.500 €/a	0 €/a	0 €/a
sonstiges	177.000 €/a	200.000 €/a	125.000 €/a	164.000 €/a
Gesamtaufwendungen	2.549.250 €/a	2.913.954 €/a	1.949.396 €/a	2.480.683 €/a
Erlöse	571.573 €/a	729.200 €/a	571.573 €/a	729.200 €/a
Behandlungskosten	64 €/Mg	70 €/Mg	44 €/Mg	56 €/Mg

11.3.2 Kooperation 2 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis)

Die Behandlungskosten für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt und dem Landkreis Heilbronn sowie dem Hohenlohekreis betragen beim Boxenverfahren ca. 58 €/Mg und liegen damit etwa 7 €/Mg niedriger als beim Pfropfenstromverfahren. Durch den Verzicht auf eine Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort reduzieren sich die Behandlungskosten für die Boxenvergärungsanlage um ca. 17 €/Mg und um rund 13 €/Mg beim Pfropfenstromverfahren, vergleiche Tab. 31.

Tab. 31: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 2)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Gesamt-Investitionskosten	20.250.000 €	24.124.000 €	14.303.000 €	19.912.000 €
Betriebskosten				
Kapitaldienst	1.445.102 €/a	1.789.936 €/a	1.090.036 €/a	1.531.910 €/a
Personalkosten	350.000 €/a	310.000 €/a	310.000 €/a	255.000 €/a
Unterhaltskosten	383.450 €/a	484.040 €/a	306.480 €/a	425.470 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	522.303 €/a	610.099 €/a	439.851 €/a	589.155 €/a
Umladestation und Abfalltransport	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Zuzahlung Kompostvermarktung	63.500 €/a	57.500 €/a	0 €/a	0 €/a
sonstiges	203.000 €/a	241.000 €/a	143.000 €/a	199.000 €/a
Gesamtaufwendungen	2.967.355 €/a	3.492.575 €/a	2.289.367 €/a	3.000.535 €/a
Erlöse	747.286 €/a	1.009.334 €/a	747.286 €/a	1.009.334 €/a
Behandlungskosten	58 €/Mg	65 €/Mg	41 €/Mg	52 €/Mg

11.3.3 Kooperation 3 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall)

Die Kosten für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt Heilbronn, dem Landkreis Heilbronn, dem Hohenlohekreis und dem Landkreis Schwäbisch Hall belaufen sich beim Boxenverfahren auf ca. 56 €/Mg und beim Pfropfenstromverfahren auf ca. 63 €/Mg. Die Nachrotte der Gärreste in einer externen Kompostierungsanlage führt zu einer Verringerung der Behandlungskosten beim Boxenverfahren um ca. 18 €/Mg und beim Pfropfenstromverfahren um rund 12 €/Mg, vergleiche Tab. 32.

Tab. 32: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 3)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Gesamt-Investitionskosten	23.160.000 €	27.749.000 €	16.316.000 €	22.941.000 €
Betriebskosten				
Kapitaldienst	1.647.347 €/a	2.061.117 €/a	1.240.876 €/a	1.765.008 €/a
Personalkosten	390.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltskosten	434.230 €/a	555.320 €/a	348.690 €/a	489.290 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	615.531 €/a	711.840 €/a	505.589 €/a	687.072 €/a
Umladestation und Abfalltransport	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Zuzahlung Kompostvermarktung	75.500 €/a	69.000 €/a	0 €/a	0 €/a
sonstiges	232.000 €/a	277.000 €/a	163.000 €/a	229.000 €/a
Gesamtaufwendungen	3.394.608 €/a	4.024.277 €/a	2.608.155 €/a	3.480.371 €/a
Erlöse	896.543 €/a	1.179.506 €/a	896.543 €/a	1.179.506 €/a
Behandlungskosten	56 €/Mg	63 €/Mg	38 €/Mg	51 €/Mg

11.3.4 Kooperation 4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Neckar-Odenwald-Kreis)

Die Behandlungskosten für die Verwertung des Bioguts aus der Stadt Heilbronn, dem Landkreis Heilbronn und dem Neckar-Odenwald-Kreis sind in Tab. 33 dargestellt.

Tab. 33: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 4)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Gesamt-Investitionskosten	22.744.000 €	27.326.000 €	16.159.000 €	23.098.000 €
Betriebskosten				
Kapitaldienst	1.621.686 €/a	2.038.444 €/a	1.230.750 €/a	1.770.527 €/a
Personalkosten	390.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltskosten	429.000 €/a	551.540 €/a	346.050 €/a	490.210 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	600.727 €/a	702.555 €/a	507.009 €/a	678.880 €/a
Umladestation und Abfalltransport	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Zuzahlung Kompostvermarktung	72.000 €/a	65.000 €/a	0 €/a	0 €/a
sonstiges	227.000 €/a	273.000 €/a	162.000 €/a	231.000 €/a
Gesamtaufwendungen	3.340.413 €/a	3.980.538 €/a	2.595.809 €/a	3.480.617 €/a
Erlöse	882.286 €/a	1.159.409 €/a	882.286 €/a	1.159.409 €/a
Behandlungskosten	57 €/Mg	66 €/Mg	40 €/Mg	54 €/Mg

Sie liegen für eine Pfpfenstromvergärungsanlage bei etwa 66 €/Mg und sind damit um ca. 9 €/Mg höher als beim Boxenverfahren. Durch den Verzicht auf eine Nachrotte der Gärreste am Anlagenstandort können die Behandlungskosten beim Boxenverfahren auf dann ca. 40 €/Mg und beim Pfpfenstromverfahren auf ca. 54 €/Mg reduziert werden.

11.3.5 Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Die Kosten für die Verwertung des Bioguts aus dem Landkreis Schwäbisch Hall, dem Hohenlohekreis und Main-Tauber-Kreis belaufen sich auf etwa 67 €/Mg beim Boxenverfahren und auf ca. 64 €/Mg beim Pfpfenstromverfahren. Durch die Nachrotte der Gärreste beispielsweise in der nahegelegenen Kompostierungsanlage Obersontheim können die Kosten beim Boxenverfahren um ca. 20 €/Mg und um rund 15 €/Mg beim Pfpfenstromverfahren verringert werden, vergleiche Tab. 34.

Tab. 34: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für die Behandlungsanlagen mit und ohne Nachrotte (Kooperation 5)

	Box	PF	Box	PF
	mit Nachrotte		ohne Nachrotte	
Investitionskosten, netto				
Gesamt-Investitionskosten	18.955.000 €	22.204.000 €	13.590.000 €	17.860.000 €
Betriebskosten				
Kapitaldienst	1.404.402 €/a	1.705.704 €/a	1.073.317 €/a	1.427.243 €/a
Personalkosten	350.000 €/a	310.000 €/a	310.000 €/a	255.000 €/a
Unterhaltskosten	374.990 €/a	469.160 €/a	304.240 €/a	404.760 €/a
Ver- und Entsorgungskosten	501.353 €/a	699.804 €/a	380.548 €/a	584.713 €/a
Umladestation und Abfalltransport	178.477 €/a	178.477 €/a	178.477 €/a	178.477 €/a
Zuzahlung Kompostvermarktung	58.500 €/a	60.000 €/a	0 €/a	0 €/a
sonstiges	190.000 €/a	222.000 €/a	136.000 €/a	179.000 €/a
Gesamtaufwendungen	3.057.722 €/a	3.645.145 €/a	2.382.583 €/a	3.029.193 €/a
Erlöse	722.883 €/a	1.066.919 €/a	722.883 €/a	1.066.919 €/a
Behandlungskosten	67 €/Mg	64 €/Mg	47 €/Mg	49 €/Mg

11.3.6 Kooperation 6 (Main-Tauber-Kreis, Neckar-Odenwald-Kreis)

Für die Behandlung des Bioguts aus dem Main-Tauber-Kreis und dem Neckar-Odenwald-Kreis wurde nur eine Nassvergärung mit Nachrotte in Betracht gezogen. Die Behandlungskosten liegen hier in einer Größenordnung von etwa 86 €/Mg (vergleiche Tab. 35), was zum einen auf die geringere Anlagenkapazität gegenüber den Anlagen bei den anderen Kooperationen und zum anderen auf die höhere Ausschleusung von Störstofffraktionen in der Nassaufbereitung gegenüber den Trockenvergärungsverfahren zurückzuführen ist.

Tab. 35: Zusammenstellung der Betriebs- und Behandlungskosten für eine Behandlungsanlage mit Nachrotte (Kooperation 6)

	Nassvergärung mit Nachrotte
Investitionskosten, netto	
Gesamt-Investitionskosten	17.636.000 €
Betriebskosten	
Kapitaldienst	1.359.082 €
Personalkosten	255.000 €
Unterhaltskosten	384.510 €
Ver- und Entsorgungskosten	575.546 €
Umladestation und Abfalltransport	- €
Zuzahlung Kompostvermarktung	52.000 €
sonstiges	176.000 €
Gesamtaufwendungen	2.802.137 €/a
Erlöse	658.689 €/a
Behandlungskosten	86 €/Mg

11.3.7 Zusammenfassende Betrachtung der Behandlungskosten

In Abb. 42 sind die Größenordnungen der verschiedenen Betriebskosten, wie Kapitaldienst, Ver- und Entsorgungskosten sowie Personalkosten aller betrachteten Kooperationen einer Verwertungsanlage mit Boxen- und Pfpfenstromverfahren inkl. der Nachrotte zusammenfassend dargestellt. Die Behandlungskosten einer Anlage mit einem Boxenverfahren betragen zwischen ca. 56 und 67 €/Mg, während die Behandlungskosten einer Anlage mit einem Pfpfenstromverfahren zwischen etwa 63 und 70 €/Mg liegen und damit bei den einzelnen Kooperationen um etwa 3 bis 9 €/Mg höher sind.

Die Verwertungskosten für die Anlagen mit Boxen- und Pfpfenstromverfahren, jedoch ohne Nachrotte für die Gärreste, liegen mit 38 bis 47 €/Mg (Boxenverfahren) und 49 bis 56 €/Mg (Pfpfenstromverfahren) (Abb. 43) erwartungsgemäß niedriger als bei den Varianten mit Nachrotte.

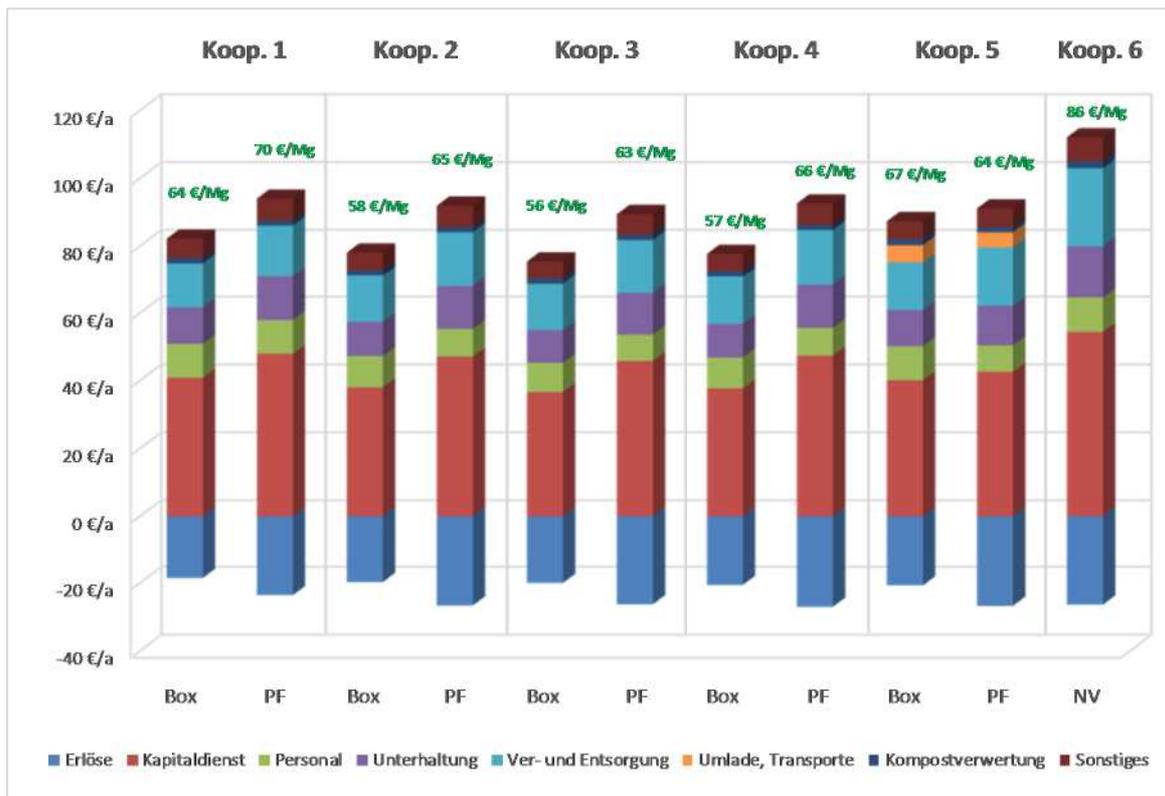


Abb. 42: Zusammenstellung der Behandlungskosten für Behandlungsanlagen mit Boxen- (Box) und Pfpfenstromverfahren (PF) mit Nachrotte für die Kooperationen 1 bis 6

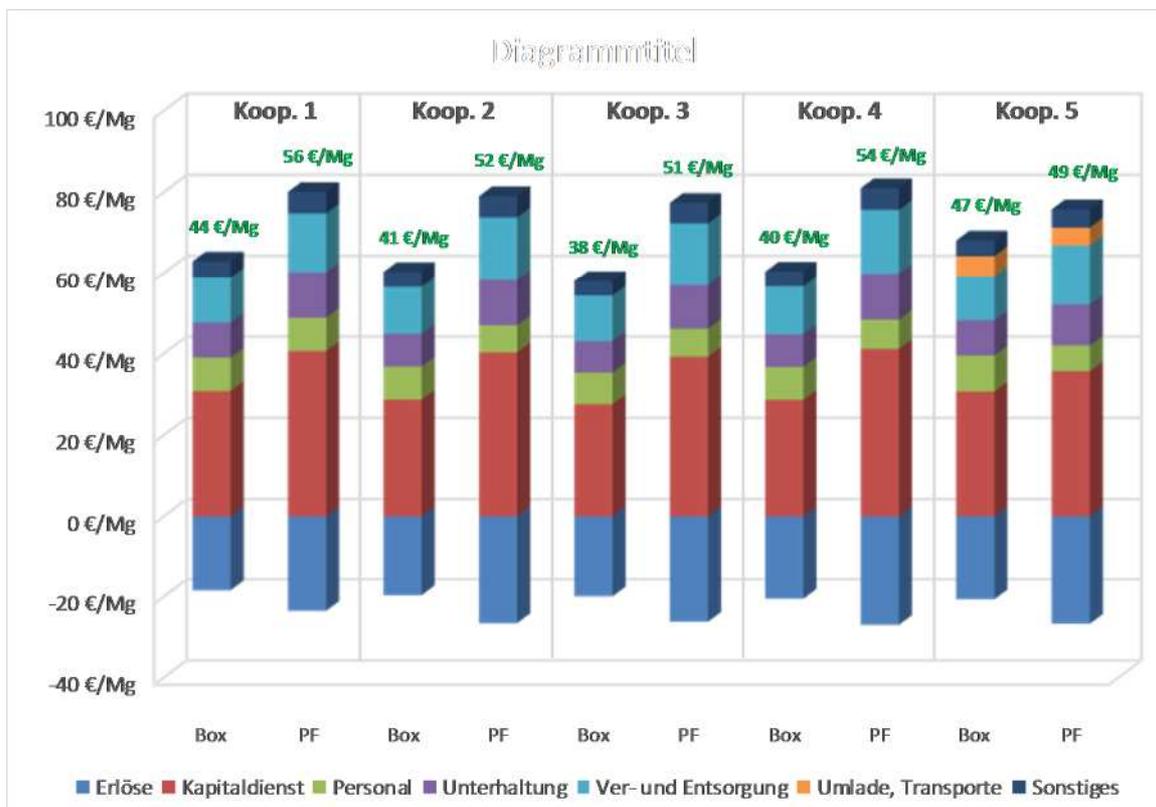


Abb. 43: Zusammenstellung der Behandlungskosten für Behandlungsanlagen mit Boxen- (Box) und Pfpfenstromverfahren (PF) mit externer Nachrotte für die Kooperationen 1 bis 5

11.4 Sensitivitätsbetrachtungen

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf konservativen Ansätzen für die Investitions- und Betriebskostenschätzung. Das Betriebsergebnis wird von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst, wobei nur wenige eine nennenswerte Auswirkung auf das Betriebsergebnis haben. Das Betriebsergebnis wird im Wesentlichen durch die folgenden Einflussgrößen beeinflusst:

- Veränderung der Erlöse für die Stromeinspeisung
- Veränderung der Investitionskosten

Im Folgenden werden die Auswirkungen bei einer Veränderung der oben genannten Einflussgrößen nur für die Behandlungsanlagen mit der Nachrotte am Anlagenstandort betrachtet. Die Auswirkungen werden sich bei den Behandlungsanlagen mit einer externen Behandlung der Gärreste ähnlich darstellen.

Die Investitionskosten werden u. a. von der Ausführung der Behandlungsanlagen beeinflusst, die insbesondere von behördlichen Auflagen und den örtlichen Gegebenheiten bestimmt wird. In Abb. 44 sind die möglichen Kostenreduktionen der Behandlungskosten bei einer Veränderung der Investitionskosten dargestellt.

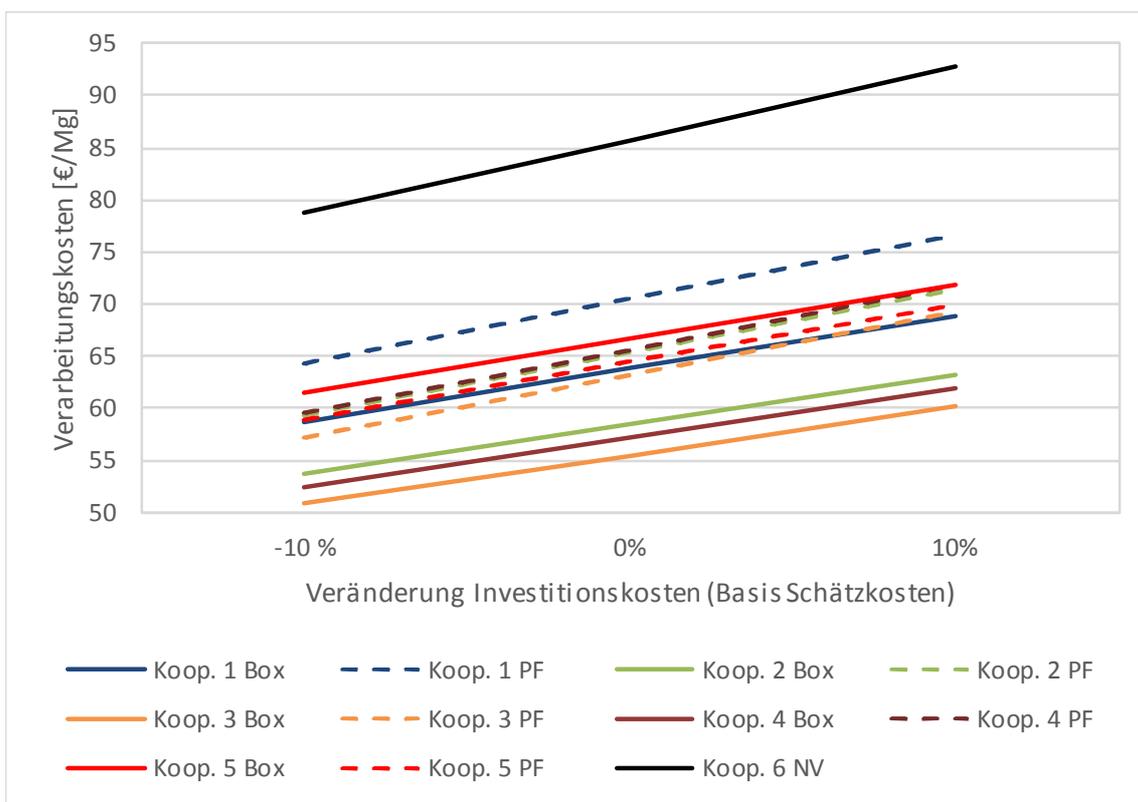


Abb. 44: Auswirkungen der Veränderung der Investitionskosten

Die Behandlungskosten bei den Anlagen mit Boxenverfahren erhöhen sich bei einer Steigerung der Investitionskosten um 10 % um ca. 4,7 bis 5,2 €/Mg oder reduzieren sich bei einer Verringerung der Investitionskosten um 10 % um denselben Betrag. Die Reduzierung der Behandlungs-

kosten bei einer Verringerung der Investitionskosten um 10 % beträgt bei Anlagen mit Pfpfenstromverfahren etwa 5,6 bis 6,2 €/Mg, um denselben Betrag erhöhen sich die Behandlungskosten bei einer Erhöhung der Investitionskosten um 10 %. Bei der Anlage mit Nassverfahren verändern sich die Investitionskosten um ca. ± 7 €/Mg.

Die Erlöse für den eingespeisten Strom müssen nach dem novellierten EEG 2017 nun auch für Verwertungsanlagen von Biogut im Rahmen eines Ausschreibungsverfahrens ermittelt werden. Die Gebote dürfen dabei nicht über der im EEG 2017 vorgesehenen Vergütung liegen. Für eine im Jahr 2018 in Betrieb gehende Anlage würde somit maximal ein Erlös von 14,73 ct/kWh bis zu einer installierten Leistung bis 500 kW und 12,92 ct/kWh bis zu einer installierten Leistung von 1 MW erreichbar sein. Durch eine flexible Stromerzeugung besteht aber die Möglichkeit, auch höhere Erlöse zu erzielen, jedoch ebenfalls auch das Risiko bei sinkenden Strompreisen an der Strombörse, dass die Erlöse unterhalb der im EEG festgelegten Vergütung liegen.

Wie aus Abb. 45 ersichtlich, reduzieren sich die Behandlungskosten bei einem Stromerlös von 15 ct/kWh je nach Kooperationsmodell um ca. 4,5 bis 5 €/Mg für Anlagen mit Boxenverfahren und um ca. 6 bis 7 €/Mg für Anlagen mit Pfpfenstromverfahren. Die Reduzierung der Behandlungskosten für eine Anlage mit Nassverfahren liegen mit ca. 6,5 €/Mg in einer ähnlichen Größenordnung wie bei den Anlagen mit Pfpfenstromverfahren. Demgegenüber erhöhen sich die Behandlungskosten bei Stromerlöse von nur 10 ct/kWh um ca. 3 bis 3,5 €/Mg bei den Anlagen mit Boxenverfahren und ca. 4 bis 4,5 €/Mg bei einer Anlage mit Pfpfenstromverfahren, ebenso wie für eine Anlage mit Nassverfahren.

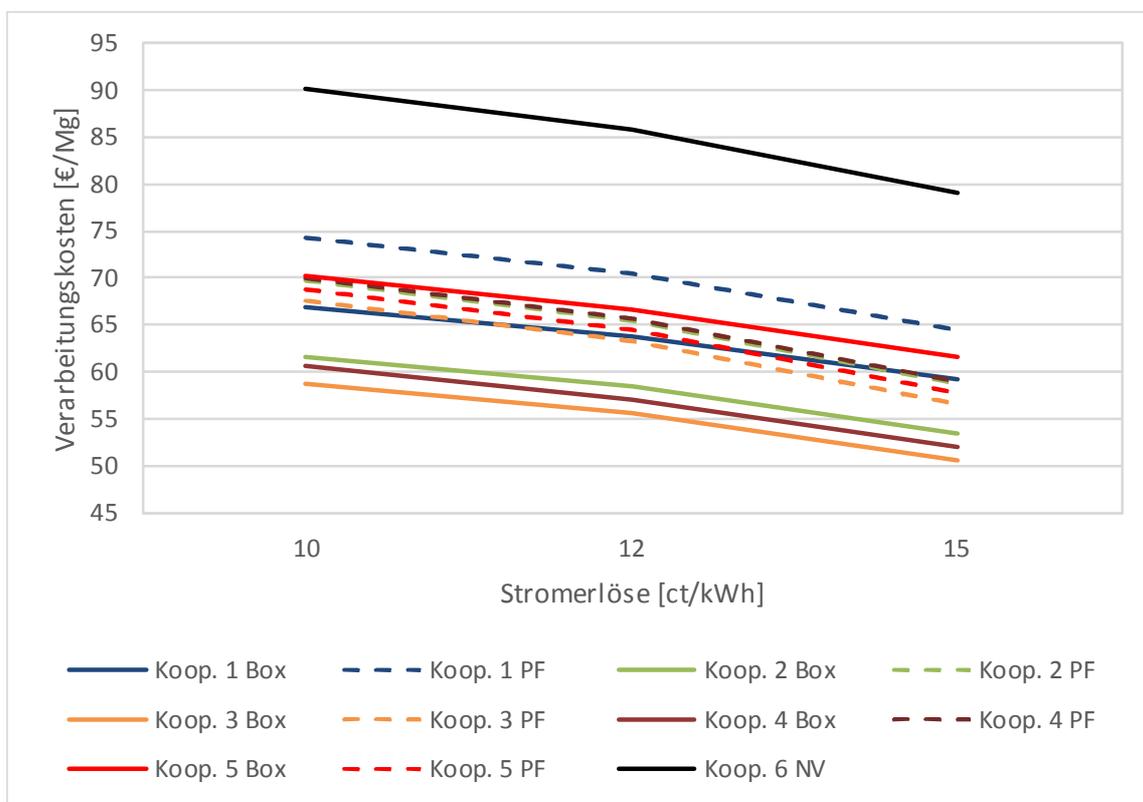


Abb. 45: Auswirkungen der Veränderung der Stromerlöse

Die Behandlungskosten werden ebenfalls durch eine Verbesserung der Biogasausbeute in der Vergärungsanlage beeinflusst. In den Betrachtungen wurde eine durchschnittliche Biogasausbeute aus dem Biogut angenommen, sodass hier keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten sind. Es besteht aber prinzipiell die Möglichkeit, durch die Verarbeitung von energiereicheren Substraten die Biogasausbeute zu erhöhen, beispielsweise durch die Erhöhung des Anteils von Speise- und Küchenabfällen im Biogut.

In den Betrachtungen wurde angenommen, dass der gesamte erzeugte Strom eingespeist und der Strombedarf aus dem Netz bezogen wird. In Abhängigkeit von den spezifischen Kosten für den Strombezug kann jedoch auch die Deckung des Eigenstrombedarfs über den erzeugten Strom und nur die Einspeisung des Überschussstroms in das öffentliche Netz vorteilhaft sein. Da die Anlagen zunächst „auf der grünen Wiese“ geplant wurden, sind diese Rahmenbedingungen nicht bekannt. Die Auswirkungen der Einspeisung nur des Überschussstroms in das öffentliche Netz sollte jedoch bei einer Konkretisierung der Planungen betrachtet werden.

12 Formen der Zusammenarbeit, vergaberechtliche Aspekte

12.1 Allgemeines

Für die Behandlung des Bioguts in der Region Heilbronn-Franken wird eine interkommunale Kooperation angestrebt. Hierzu sind entsprechende die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere vergaberechtliche Aspekte, zu berücksichtigen und daraus die bestehenden Gestaltungsmöglichkeiten für die beteiligten öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger abzuleiten. Wesentliche Ausführungen wurden hierzu von Gaßner et. al im Rahmen der Studie „Interkommunale Zusammenarbeit bei der Verwertung von Bioabfall“ im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg gemacht.⁸

Da wir als Ingenieurdienstleister keine rechtliche Beratung durchführen dürfen und können, sind die folgenden Ausführungen nur als erste Hinweise zu verstehen. Im Rahmen der weiteren Umsetzung müssen diese von einem Fachanwalt konkretisiert werden.

Grundsätzlich können folgende fünf Modelle realisiert werden:

1. Ausschreibungsmodell
2. PPP-Modell
3. Einbahnstraßenmodell
4. Austauschmodell
5. Betreibermodell

In Betracht kommt zunächst die Kooperation bei der Ausschreibung von Verwertungsleistungen (Nachfragebündelung), wobei hierbei auch losweise ausgeschrieben werden kann und jeder öRE zuletzt auch einen eigenen Vertrag erwirken kann.

Eine Kooperation kann auch durch ein PPP-Modell erfolgen, bei dem kommunale und private Partner eine gemeinsame Biogutbehandlungsanlage errichten. Für die interkommunale Zusammenarbeit der Kommune in der Region Heilbronn-Franken wird diese Variante vorerst nicht weiter berücksichtigt. Ein weiterer Nachteil wäre auch die vergaberechtlich problematische Einbeziehung weiterer kommunaler Partner zu einem späteren Zeitpunkt.

Die Kooperation kann auch in Form einer Aufgabenübertragung für die Verwertung von Biogut durch eine andere Kommune (Zweckvereinbarung) erfolgen. Optional kann auch eine Rücknahme von Stoffen (Kompost oder Störstoffe) vereinbart werden. Schließlich können mehrere kommunale Partner auch gemeinsam eine Anlage errichten und betreiben.

Das Gutachten zur „Interkommunalen Zusammenarbeit bei der Verwertung von Bioabfall“ (Gaßner et al., 2014) kommt zum Ergebnis, dass alle vorgestellten Modelle der interkommunalen Zusammenarbeit (wie oben erwähnt) grundsätzlich realisierbar sind. Die rechtlichen Rahmenbedingungen

⁸ Gaßner et. al (2014): Interkommunale Zusammenarbeit bei der Verwertung von Bioabfall. Studie im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg. Berlin, 19. Februar 2014.

schließen kein Modell aus, wenn die benannten Vorgaben eingehalten werden. Nach der dort vertretenen Auffassung ist auch das Einbahnstraßenmodell auf der Grundlage der aktuellen Rechtslage denkbar. Hierbei würde eine Kommune die Verwertungsaufgabe für andere Kommunen übernehmen, ohne dass eine gemeinsame Institution (z. B. Zweckverband) errichtet wird.

„Eine Entscheidungsfindung zugunsten eines der vorgeschlagenen Modelle kann durch die Beantwortung von Leitfragen strukturiert werden. Eine erste Weichenstellung gibt die Entscheidung für eine marktorientierte (Ausschreibungsmodell) oder kommunale Lösung vor. Sodann ist festzulegen, ob eine kommunale Beteiligung an einer Anlage (bzw. deren Eigentümer) erfolgen soll oder eine Dienstleistungsvergabe bzw. Aufgabenübertragung bevorzugt wird. Für die private Beteiligung können die Nutzbarmachung privaten Know-hows und die Übernahme von Mengen- und Auslastungsgarantien durch den privaten Partner sprechen. Nachteilig sind die fehlende Inhouse-Fähigkeit von PPP-Gesellschaften und die daraus folgenden Restriktionen für die Erweiterung von kommunalen Aufträgen und die spätere Aufnahme weiterer kommunaler Partner.

Bei der vergleichenden Bewertung sind wirtschaftliche Risiken ebenso wie der Verwaltungsaufwand, die Dauer der Vertragsbindung und schließlich die Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeit zu berücksichtigen. Welches Modell im konkreten Fall realisiert werden soll, hängt einerseits von der nur politischen zu entscheidenden Gewichtung der verschiedenen Aspekte und andererseits von der konkreten Situation vor Ort ab.“(Gaßner et al., 2014)

Im Einzelnen werden im Folgenden für die favorisierten Kooperationen der beteiligten öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger denkbare Lösungsansätze vorgestellt, wobei wir vorab noch einige allgemeine Vorgaben auf der Basis aktueller Erkenntnisse und Rechtsprechung voranstellen wollen.

Diese Erkenntnisse werden zitiert aus einem aktuellen Beitrag vom Büro Gaßner, Groth Siederer & Coll. anlässlich des Biomasseforums in Bad Hersfeld im Oktober 2016 („Hochwertige Verwertung von Bioabfällen vs. Fremdstoffe – Strategien der Ausschreibung und der Satzungsgestaltung“)⁹:

12.2 Hochwertige Verwertung

„Für die Wahl der konkreten Verwertungsstrategie selbst sind die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (öRE) gehalten, die Abfallhierarchie des § 6 Abs. 1 KrWG zu beachten. Die Hierarchie gibt aber nicht uneingeschränkt und ausnahmslos eine „zwingende“ Rangfolge möglicher Maßnahmen vor. Vielmehr bestimmt § 6 Abs. 2 KrWG, dass – ausgehend von dieser Rangfolge – nach Maßgabe der §§ 7 und 8 diejenige Maßnahme Vorrang haben soll, die den Schutz von Mensch und Umwelt unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt soll nach § 6 Abs. 2 Satz 2 KrWG der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen sein. Insbesondere zu berücksichtigen sind nach § 6 Abs. 2 Satz 3 KrWG die zu erwartenden Emissionen, das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen, die einzusetzende oder gewinnende Energie sowie die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder daraus gewonnenen Erzeugnissen.

⁹ C. von Bechtolsheim (2016): Hochwertige Verwertung von Bioabfällen versus Fremdstoffe – Strategien der Ausschreibung und der Satzungsgestaltung. 10. Bad Hersfelder Biomasseforum – Witzenhausen-Institut. Oktober 2016.

Weiter „zu beachten“ sein sollen nach § 6 Abs. 2 Satz 4 schließlich die technische Möglichkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit sowie die sozialen Folgen der Maßnahme.“

Für die Organisation der Biogutverwertung sind also bereits im Vorfeld zahlreiche Entscheidungen zu treffen, die Auswirkungen auf etwaige Ausschreibungsverfahren zur Beschaffung entsprechender Dienstleistungen haben. Selbst wenn das erklärte Ziel der beteiligten öRE im Rahmen dieser Studie die gewünschte hochwertige Verwertung mittels einer Kaskadennutzung ist, so sollten im Rahmen einer späteren Ausschreibung z. B. auch verschiedene technische Konzepte bis zu einer Teilstromvergärung der Bioabfälle zugelassen werden, um den Bieterkreis nicht unnötig einzuschränken.

12.3 Leistungsbestimmungsrecht des Bieters

„Wie schon nach bisherigem Vergaberecht enthalten auch die novellierten Regelungen des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) sowie der Vergabeverordnung (VgV) die zum 18.04.2016 in Kraft getreten sind, keine Vorgaben, die sich näher damit befassen, auf welche Weise die Vergabestelle zur Definition des eigentlichen Leistungsgegenstands kommt.

Lediglich wird dem öffentlichen Auftraggeber in § 28 Abs. 1 der VgV nunmehr ausdrücklich die Möglichkeit eingeräumt, vor der Einleitung eines Vergabeverfahrens Markterkundungen durchzuführen. Dies soll ihn in die Lage versetzen, sich einen Überblick über die am Markt angebotenen Leistungsvarianten zu verschaffen. Er kann damit also seine Informationsbasis verbreitern. Zur Durchführung einer solchen Markt- oder Interessenbekundung ist er nach § 28 Abs. 1 VgV aber auch nur berechtigt und nicht verpflichtet. Demgegenüber stellt § 28 Abs. 2 VgV klar, dass die Durchführung von Vergabeverfahren zu Zwecken der Markterkundung unzulässig sein soll. Daraus kann in der Gesamtschau gefolgert werden, dass der öffentliche Auftraggeber sich vor dem Start einer Ausschreibung, der in der Veröffentlichung der Bekanntmachung liegt, Gewissheit darüber verschafft haben muss, welche Leistung er konkret beschaffen will. Nach wie vor steht ihm dafür ein dem Vergabeverfahren vorgelagertes Leistungsbestimmungsrecht zu.

Die Bestimmung des Auftragsgegenstandes und damit die Ausübung des sogenannten Leistungsbestimmungsrechts sollen schon nach dem bisher gültigen Vergaberecht einer etwaigen Ausschreibung und Vergabe vorgelagert sein. Bezogen auf die Ausschreibungs- und Verwertungsleistungen wurde bereits entschieden, dass eine Vergabestelle auch die Verwertungsart vorschreiben darf, ohne dass den Bietern insoweit ein Recht zustehen soll, dagegen vorzugehen. Zwar ist mittlerweile auch Rechtsprechung ergangen, die den Schluss nahelegt, dass zwingende Normen des jeweiligen Fachrechts (vorliegend also insbesondere des Kreislaufwirtschaftsgesetzes i. V. m. der EU-Abfallrahmenrichtlinie) die Bestimmungsfreiheit des Auftraggebers einschränken können. Vorliegend würde dies aber nur bedeuten, dass die Vorgaben des KrWG aus den §§ 6 bis 8 einzuhalten sind. Zwingende Normen des Abfallrechts, die eine bestimmte, definierte Ausgestaltung der Erfassung bzw. der Verwertungstechnologie erfordern, sind – wie gezeigt – gerade bei der Biogutverwertung aus den vorgenannten Gründen nicht erkennbar, wenn mehrere Varianten der hochwertigen Verwertung zur Verfügung stehen. Überdies wurde entschieden, dass die Bestimmung z. B. des Leistungsorts nicht gegen das Gleichbehandlungsgebot und dass aus ihm ableitbare Verbot des regionalen Protektionismus verstoßen darf. Dann kann es auch unter Berücksichtigung eines Leistungsbestimmungsrechts Bedenken begegnen, wenn der Auftraggeber Leistungsorte vorgibt, die z. B. allein und ausschließlich von einem Bieter eingehalten werden können.

Richtet der öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger seine dahingehenden Überlegungen in Übereinstimmung mit dem KrWG an Aspekten des Umweltschutzes aus, kann er ausgehend davon auch bestimmen, welche Leistung der Erfassung oder Verwertung von Bioabfällen er beschaffen will.

Er kann also durchaus eine definierte Verwertungstechnologie (sei es eine hochwertige Kompostierung oder eine Biogutvergärung) vorgeben – alternativ kann er auch funktional ausschreiben und beide Varianten zulassen. Bei der Ausübung des ihm zustehenden Leistungsbestimmungsrechts ist er also nicht gehalten, Details für die Leistungserbringung bzw. die Beschaffenheit des Gegenstands der Ausschreibung exakt zu umreißen. Er kann – z. B. im Wege einer sogenannten funktionalen Ausschreibung – die zu beschaffende Leistung so allgemein umschreiben, dass die Bieter in die Lage versetzt sind, unterschiedliche Angebote über z. B. technisch voneinander abweichende Leistungsgegenstände abzugeben. Naturgemäß ist der Auftraggeber dann gehalten, bei der Anwendung der Zuschlagskriterien auf die Vergleichbarkeit der Angebote besonderen Wert zu legen.“

12.4 Losaufteilung und interkommunale Kooperation

„Nach wie vor wird auch im aktuellen deutschen Vergaberecht aus Gründen des Mittelstandsschutzes eine Aufteilung der Leistungen nach Losen befürwortet. § 97 Abs. 4 Satz 2 GWB neu bestimmt, dass Leistungen

- in der Menge aufgeteilt (Teillose) und
- getrennt nach Art oder Fachgebiet (Fachlose)

zu vergeben sein sollen. Mehrere Teil- oder Fachlose sollen nach § 97 Abs. 4 Satz 3 GWB zusammen vergeben werden dürfen, wenn „wirtschaftliche oder technische Gründe dies erfordern“.

§ 30 Abs. 1 Satz 2 VgV lässt nunmehr ausdrücklich bei der Vergabe von Leistungen in mehreren Losen eine sogenannte „Loslimitierung“ zu: Der Auftraggeber kann also die Anzahl der Lose, auf die ein Bieter Angebote abgeben kann, beschränken. Schon nach bisherigem Vergaberecht wurde die sogenannte Loslimitierung für zulässig erachtet, um gerade im Entsorgungsbereich sich nicht nur einem Auftragnehmer gegenüber zu sehen. Dabei wurde das Ausfallrisiko im Einzelfall besonders hervorgehoben.

Gleichzeitig kann es naheliegen, gerade bei der Ausschreibung der Verwertung von Bioabfällen, falls hierfür – aufgrund der hohen Anforderungen des Abfallrechts – eine neue Anlage errichtet werden muss, im Ausnahmefall auf eine Losbildung zu verzichten. Dafür sollte sich darlegen lassen, dass eine solche – zwingend neu zu errichtende – Anlage nur dann rentabel betrieben werden kann, wenn sämtliche Mengen aus dem Einzugsbereich eines öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgers auch einer Anlage zugeführt werden.

Aus solchen Rentabilitätsgründen kann weiter zu überlegen sein, dass mehrere Kommunen sich zu einer Beschaffungsgemeinschaft zusammenschließen und ihre jeweiligen Biogutmengen bzw. deren Verwertung gemeinsam ausschreiben. Nach dem neuen Vergaberecht wird dies laut § 4 der VgV unter den dort genannten Umständen erstmals ausdrücklich für zulässig erklärt: Nach § 4 Abs. 1 VgV können danach mehrere öffentliche Auftraggeber vereinbaren, bestimmte öffentliche

Aufträge gemeinsam zu vergeben. § 4 Abs. 2 ff. VgV trifft Regelungen, wie dann die Verantwortlichkeiten verteilt werden können: Wird das Verfahren im Namen und im Auftrag aller öffentlichen Auftraggeber gemeinsam durchgeführt (z. B. bei einer Vergabe der Gesamtmenge in einer Ausschreibung ohne Losaufteilung) dann trifft alle an der Kooperation Beteiligten die Verantwortung für die Einhaltung der vergaberechtlichen Bestimmungen.

Alternativ können Mengenlose gebildet werden, für die unterschiedliche Verantwortlichkeiten begründet werden (auch wenn die Synergien der gemeinsamen Ausschreibung sich dann jedenfalls auf den ersten Blick nur in der gemeinsamen Verfahrensführung erschöpfen). Insoweit kann auch in einer „Beschaffungsgemeinschaft“ das Risiko begründet werden, dass unterschiedliche Mengen auf unterschiedliche Anbieter entfallen. Für solche Fälle legt § 30 Abs. 3 VgV nahe, die Lose in der Kombination zu werten. Es ist dann denkbar, dass ein Auftragnehmer den Auftrag erhält, der in Summe mehrerer Lose den günstigsten Preis geboten oder bei der Anwendung der Zuschlagskriterien die meisten Punkte erhalten hat, auch wenn er nicht in jedem Los für sich betrachtet der Günstigste oder Beste war. Allerdings muss sich insoweit erst noch eine belastbare Spruchpraxis zur Auslegung des § 30 VgV herausbilden.

Bisher sprach dagegen vieles dafür, dass aus Gründen des Mittelstandsschutzes der Zuschlag auf mehrere Lose nur dann an einen Bieter erteilt werden kann, wenn dieser in jedem Los für sich betrachtet das beste Angebot unterbreiten konnte.“

12.5 Kooperation 1 (Stadt und Landkreis Heilbronn)

Für diese Kooperation haben wir grundsätzlich zwei Varianten zu betrachten.

1. Die Umsetzung einer eigenen Anlage an einem noch festzulegenden Standort im Raum Heilbronn im Eigenbetrieb oder mit einem Betriebsüberlassungsvertrag (Betreibermodell).
2. Die gemeinsame Vergabe an kompetente und erfahrene Dienstleister vor Ort (Ausschreibungsmodell).

In der ersten Kooperationsvariante wäre ein Betreibermodell mit gleichen Pflichten, Risiken und verteilten Aufgaben ein sinnvolles Kooperationsmodell. Würde nur ein Partner das Risiko und die Aufwendungen zur Realisierung einer Anlage übernehmen, müsste man für die Integration des zweiten Partners eine Aufgabenübertragung (Zweckvereinbarung) oder das Austauschmodell wählen. Wobei im Hinblick auf den Austausch von Leistungen (z. B. Mengentausch mit Grünabfall oder Restmüll) sich spontan keine Optionen anbieten.

Bei beiden Kooperationsmodellen besteht noch die Option, die Anlage mit kommunalen Mittel zu errichten und dann den Betrieb an sachkundige Dienstleister auszuschreiben. Damit könnte man auch zukünftig auf veränderte Rahmenbedingungen (z. B. Umweltauflagen, Vergrößerung der Anlage etc.) eingehen ohne das Risiko und den Aufwand eines operativen Betriebs einzugehen.

Die zweite Kooperationsvariante bietet sich in der Region Heilbronn im Besonderen an, da kompetente Partner in der Region bereits wesentliche Leistungen darstellen können. Gerade im Hinblick auf die Marktkenntnisse bei der Kompostvermarktung kann nach unseren Recherchen den regionalen Anbietern ein hohes Maß an Erfahrung unterstellt werden. Diese bereits erschlos-

senen Märkte und das diesbezügliche Wissen könnte so auch in Zukunft eingebunden und gesichert werden.

Die zusätzlich und bisher nicht von den Dienstleistern angebotene Vergärung der Bioabfälle vor der Kompostierung (Kaskadennutzung) wird nach unseren Recherchen von den regionalen Bietern bereits angedacht und geplant und könnte voraussichtlich bei einer zukünftig anstehenden Neuvergabe berücksichtigt und bedient werden.

Eine **Kombination der Kooperationsmodelle** ist ebenfalls denkbar. Die kommunalen Partner könnten nur die Vergärung mit der nachgeschalteten Intensivrotte im Betreibermodell realisieren und die Nachrotte, Lagerung und Vermarktung des Kompostes gemeinsam ausschreiben. Unabhängig ob diese Variante im Hinblick auf die Umsetzung sinnvoll oder konsequent ist, stellt sich ggf. in Zukunft ein genehmigungsrechtliches und technisches Problem dar. Im Entwurf der TA Luft wird die Intensivphase nach einer Vergärung nicht zeitlich limitiert. Die Rotte ist bis zur Stabilisierung gekapselt auszuführen. Da mit der Stabilisierung des Rotteguts die Pflicht zur Kapselung endet, könnten nach derzeitiger Einschätzung die Nachreife/Nachrotte und die Lagerung offen erfolgen. Je nachdem wie sich diese Anforderungen in der Endfassung bestätigen, könnten nach der Vergärung und Intensivrotte im Eigenbetrieb die Nachreife, Lagerung und Vermarktung der Komposte extern ausgeschrieben werden. Nach unseren Recherchen sind die bestehenden Anlagen der potenziellen und regionalen Bieter aber für diese reduzierte Dienstleistung (es bestehen entsprechende gekapselte Rotteeinheiten) geeignet.

12.6 Kooperation 2-4 (Stadt und Landkreis Heilbronn, Hohenlohekreis, Landkreis Schwäbisch Hall, Neckar-Odenwald-Kreis)

Die Kooperationsmodelle 2 bis 4 basieren auf der Überlegung die günstigen Rahmenbedingungen und den Abfallschwerpunkt Heilbronn umfassend zu nutzen. In verschiedenen Kombinationen werden die zusätzlichen Biogutmengen der weiteren Partner genutzt, um die Kapazität und somit auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu optimieren.

Im Grunde sind die gleichen Modelle wie bei der **Kooperation 1** denkbar. Im Hinblick auf die Anzahl der beteiligten öRE könnte man für das gemeinsame Betreibermodell vorteilhafterweise eine eigene Verwaltungseinheit, z. B. einen Zweckverband gründen, um die Pflichten, Aufgaben und Risiken klarer darstellen und abgrenzen zu können.

Die Übernahme der deutlich höheren Investitionen und Risiken für nur einen Partner und die Integration der weiteren Partner mit entsprechenden Zweckvereinbarungen (oder Austauschmodell) sind wahrscheinlich politisch nur bedingt realisierbar.

Eine Nachfragebündelung der jeweiligen Partner im Rahmen einer Dienstleistungsausschreibung ist natürlich ebenfalls denkbar. Im Hinblick auf die größeren Mengen und die regionale Bieterperformance müsste man wahrscheinlich die Biogutmengen in geeignete Lose aufteilen, welche dann auch ggf. einzeln von den öRE bedient werden könnten.

Um das Potenzial der Bieterperformance in der Region vorab besser einschätzen zu können (z. T. sind die regionalen Bieter bereits im Genehmigungsverfahren mit einer Anlagenerweiterung und andere erst in der Vorplanung!) ist, wie vorab aus der neuen Rechtsprechung berichtet, die Durchführung einer gezielten Markterkundung möglich.

12.7 Kooperation 5 (Landkreis Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, Main-Tauber-Kreis)

Diese Kooperation basiert auf der Einbeziehung des vorhandenen Standorts in Obersontheim. Der Landkreis Schwäbisch Hall ist daran interessiert den Standort Obersontheim und die bestehende und privat betriebene Kompostanlage im Rahmen einer Neukonzeption zu entwickeln. Die politische Beschlusslage zielt daraufhin, dass der Kreis ggf. kommunale Partner findet mit denen gemeinsam eine Biogutvergärungsanlage im kommunalen Regime gebaut und betrieben wird. Voraussetzung für die Auslegung der Anlage ist die Bedienung der benötigten Inputmengen für die bestehende Kompostanlage, da die Betreiber ansonsten externe Inputmengen akquirieren müssten. Bedingt durch diese Vorgabe muss die Vergärungsstufe auf mindestens 35.000 Mg/a ausgebaut werden, um ca. 25.000 Mg/a an Gärresten und Überkorn der Kompostierung anzudienen. Bezogen auf die Partner beim Kooperationsmodell 5 müssten daher zusätzlich ca. 7.000 bis 8.000 Mg/a externe Biogutmengen akquiriert werden.

Grundsätzlich könnte der Landkreis Schwäbisch Hall die Investitionen der neu zu errichtenden Vergärungsstufe alleine tätigen und die weiteren kommunalen Partner im Rahmen von verbindlichen Zweckvereinbarungen einbeziehen. Mehr im Sinne des Landkreises und im Sinne einer gleichberechtigten Kooperation und Risikominimierung wäre die Gründung z. B. eines Zweckverbandes und die gemeinsame Investition in die Anlage. Der Betrieb der Anlage könnte ungeachtet der Organisationsform natürlich auch im Rahmen einer Betriebsüberlassung extern ausgeschrieben werden.

Bei der Gründung eines Zweckverbandes müssten die öffentlich-rechtlichen Aufgaben der Behandlung des Bioguts und ggf. auch der Sammlung auf den Zweckverband übertragen und gleichzeitig eine operative Organisation aufgebaut werden, falls auch der Betrieb kommunal erfolgen soll. Da keiner der öRE bisher einen operativen Betrieb in dem Ausmaß betreibt, wäre dieser Schritt vorab auch organisatorisch wesentlich aufwendiger und bedarf eines umfangreichen politischen Entscheidungsprozesses.

Die Kosten einer in dieser Kooperation fast zwingend notwendigen Umladung von Teilmengen aus dem Main-Tauber-Kreis sind zudem kostenseitig einzubeziehen. Diese wurden bei der vorliegenden Kostenkalkulation in dieser Studie auf alle beteiligten öRE „solidarisiert“!

12.8 Kooperation 6 (Neckar-Odenwald-Kreis, Main-Tauber-Kreis)

Dieses Kooperationsmodell basiert auf der Optimierung der Transportkosten und der materialspezifischen Voraussetzung im Hinblick auf das Sammelsystem. Vorgesehen ist der Neubau einer Nassvergärung mit Nachrotte und Lager auf der „grünen Wiese“.

Da die Investitionen kommunal erfolgen sollen, müsste auch in diesem Modell entweder ein Partner dem anderen, z. B. mit einer Zweckvereinbarung, die Aufgaben der Biogutbehandlung übertragen oder ein gemeinsamer Zweckverband gegründet werden. Im zweiten Fall ist eine spätere Integration weiterer öRE in der Regel einfacher zu gestalten. Die Anlage könnte dann entweder getrennt funktional oder inkl. Betrieb ausgeschrieben werden.

Grundsätzlich kann die Aufgabe auch als komplette Dienstleistung (Bau und Betrieb) funktional ausgeschrieben werden, wobei dann der private Betreiber Besitzer der Anlage und Genehmigung

bleibt. Das hat allerdings wesentliche Konsequenzen auf die Ausgestaltung des Vergabezeitraums, der späteren Einbindung weiterer öRE und den Zugriff bei zukünftigen Änderungen der gesetzlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen. In diesem Fall müsste fast zwingend ein Standort vorgegeben werden, um eine regionale Behandlung sicherzustellen. Im Hinblick auf die Aufgabenstellung einer interkommunalen Kooperation wird diese Variante daher nicht weiter betrachtet.

Die Einbindung regionale privater Anbieter (ein Anbieter im Neckar-Odenwald-Kreis vorhanden) im Rahmen einer Dienstleistungsausschreibung konnte im Rahmen der Studie nicht weiter geprüft werden und könnte im Rahmen eine Markterkundung vorab geprüft werden.

12.9 Empfehlung

Für die **Kooperationsmodelle 1 bis 4** (Standort Raum Heilbronn) könnte eine Bündelung der kommunalen Biogutmengen im Rahmen einer interkommunalen Kooperation wirtschaftlich interessant sein. Hierbei wäre zu unterscheiden, ob die Partner gemeinsam eine eigene Anlage (z. B. auch nur die Vergärungseinheit mit Aerobisierung) errichten wollen oder die regionale Anbieterperformance nutzen wollen.

Bei einer gemeinsamen Investition in eine Anlage könnten die Aufgaben z. B. mittels einer Zweckvereinbarung auf einen Partner übertragen oder ein gemeinsamer Zweckverband gegründet werden. Dieser Prozess ist im Hinblick auf die wirtschaftliche und organisatorische Belastung und verschiedene Risiken politisch zu entscheiden und hat neben einigen Vorteilen auch verschiedene Nachteile.

Die Einbindung der regionalen Bieterperformance ist allerdings vor dem Hintergrund der bestehenden und erweiterungsfähigen Anlagen, der bereits etablierten Vermarktungswege und der bisherigen Zuverlässigkeit gutachterlich zu empfehlen. Die Nutzung dieser bestehenden Infrastruktur ist insbesondere vor dem Hintergrund einer bereits hochwertigen Vermarktungsstruktur für den Kompost bis hin zur Einbindung regionaler Erdenherstellung zu bevorzugen. Der Aufbau dieser Aktivitäten in einem kommunalen Verbund ohne Einbindung der privaten Erfahrungen würde mindestens Jahre dauern.

Die Ausschreibung einer hochwertigen Verwertung inkl. einer Kaskadennutzung (mit Vergärung) ist nach unseren Recherchen möglich, da die bestehenden Anlagen entsprechend erweitert werden könnten. Die Ausführungen und Vorgaben im Hinblick auf die Art und Weise der energetischen Verwertung sollten in der Ausschreibung möglichst offengehalten werden, um das Potenzial der Bieter nicht einzuschränken.

Eine Bündelung der Mengen kann aber auch vor diesem Hintergrund durchaus sinnvoll und zielführend sein. Es wird daher empfohlen, ggf. im Rahmen einer vergaberechtlich möglichen Markterkundung, die Kapazitäten und technischen Rahmenbedingungen der Bieter zu ergründen, um darauf aufbauend eine entsprechende losweise Bündelung vorzunehmen.

Die **Kooperationsmodelle 5 und 6** basieren auf der Überlegung eine neue Anlage zu mindestens in Teilen (in Obersontheim nur die Vergärung inkl. Aerobisierung) in kommunaler Trägerschaft zu bauen. Bei einer gemeinsamen und nicht unbedeutenden Investition sind die Übernahmen der Aufwendungen und wirtschaftlichen Risiken für nur einen Partner in der Regel problematisch. Hier

bietet sich die Gründung eines Zweckverbandes an, auf den ggf. nicht nur die Aufgaben des Anlagenbaus und Betriebs übertragen werden, sondern auch die Sammlung. Damit wären auch zukünftige organisatorische Maßnahmen, z. B. im Hinblick auf die Störstoffproblematik, in einer Hand. Diese Organisationsform zieht naturgemäß einen wesentlichen Umbau der bisherigen Verwaltungspraxis der beteiligten öRE nach sich und muss grundsätzlich umfassend politisch abgewogen werden.

Steuerrechtliche, kartellrechtliche und kommunalrechtliche Belange wurden bei der Empfehlung bisher nicht berücksichtigt.

13 Ökologische Betrachtung

13.1 Allgemeines Kapitel

Als Basisansatz zur ökologischen Bewertung umfassender Systeme steht im Wesentlichen allein die Ökobilanz (LCA) zur Verfügung. Die funktionelle Einheit ist eine Entsorgung des Bioguts aus dem Landkreis, die die wertgebenden Eigenschaften des Bioguts nutzt. Es sind dies Energiepotenzial, Nährstoffe und organische Substanz. Über eine Kaskadennutzung mit Vergärung und Verwendung des nachkompostierten Gärrestes in der Landwirtschaft und höherwertigen Anwendungen im Bereich Substrate und Erden kann der Nutzen weitestgehend ausgeschöpft werden. Ziel ist es daher, das Konzept einer zentralen Vergärung der heutigen Situation gegenüberzustellen.

Der Status Quo umfasst eine Mischung aus geschlossenen Anlagen zur Herstellung von Frischkompost und teilgeschlossenen Anlagen zur Herstellung von Fertigkompost. Frischkompost wird in der Landwirtschaft verwertet, Fertigkompost findet in der Landwirtschaft, zur Herstellung von Substraten und Erden sowie im Bereich Garten- und Landschaftsbau, Kommunen und Hobbygartenbau Verwendung. Die entsprechend anteilige Aufteilung der Anwendung von Fertigkompost wurde von den zuständigen Verwertern erfragt und mit den im Landkreis ermittelten Mengenströmen gewichtet gemittelt. Die zugrunde gelegten Emissionen aus der Kompostierung entstammen den Medianwerten von Cuhls (2015¹⁰).

Das Vergärungsszenario geht von einer nach dem aktuellen Stand der Technik errichteten Anlage aus (UBA, 2012¹¹). Das Biogas wird über ein BHKW verbrannt, wobei Strom und Wärme gewonnen werden. Es wird angenommen, dass die Wärme zu 40 % tatsächlich genutzt werden kann. Für den flüssigen Gärrest wird eine Anwendung in der Landwirtschaft, für den nachkompostierten festen Gärrest einmal dieselbe Aufteilung wie für den Fertigkompost im Status Quo und einmal eine ausschließliche Anwendung in der Landwirtschaft angesetzt (Vergärung_LW). Hintergrund ist, dass das Ziel die Einbindung der aktuellen Verwertungsstruktur in das Konzept sein sollte. Gelingt dies nicht, fallen die Nutzen aus ökologischer Sicht geringer aus, was als separates Szenario dargestellt wird.

In der Ökobilanz werden die einzelnen Emissionen und Verbräuche addiert und dann mit Hilfe von Charakterisierungsfaktoren zu Wirkungskategorien zusammengefasst (Abb. 46).

Es werden folgende Wirkungskategorien und Summenparameter in der Auswertung betrachtet. Dadurch werden sowohl die Emissionen, die durch die aerobe und anaerobe Behandlung des Bioguts entstehen (Methan, Stickstoff-Emissionen), als auch der Energieaspekt und die stoffliche Verwertung abgedeckt. Die Ergebnisse für folgende Wirkungskategorien werden nachstehend grafisch dargestellt:

¹⁰ Cuhls, C., Mähl, B., Clemens, J. (2015): Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen; gewitra Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH; im Auftrag des Umweltbundesamtes; Dessau-Roßlau, April 2015

¹¹ UBA (2012) Knappe, F., Vogt, R., Lazar, S., Höke, S. (2012): Optimierung der Verwertung organischer Abfälle; ifeu-Institut; im Auftrag des Umweltbundesamtes; Heidelberg, Januar 2012

- Treibhauseffekt (fossiles Kohlendioxid, Methan, Lachgas)
- Fossiler kumulierter Energieaufwand (KEA fossil)
- Versauerungspotenzial (Schwefeldioxid, NO_x, Ammoniak)
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial (NO_x, Lachgas, Ammoniak)
- Einsparung von Phosphaterzen

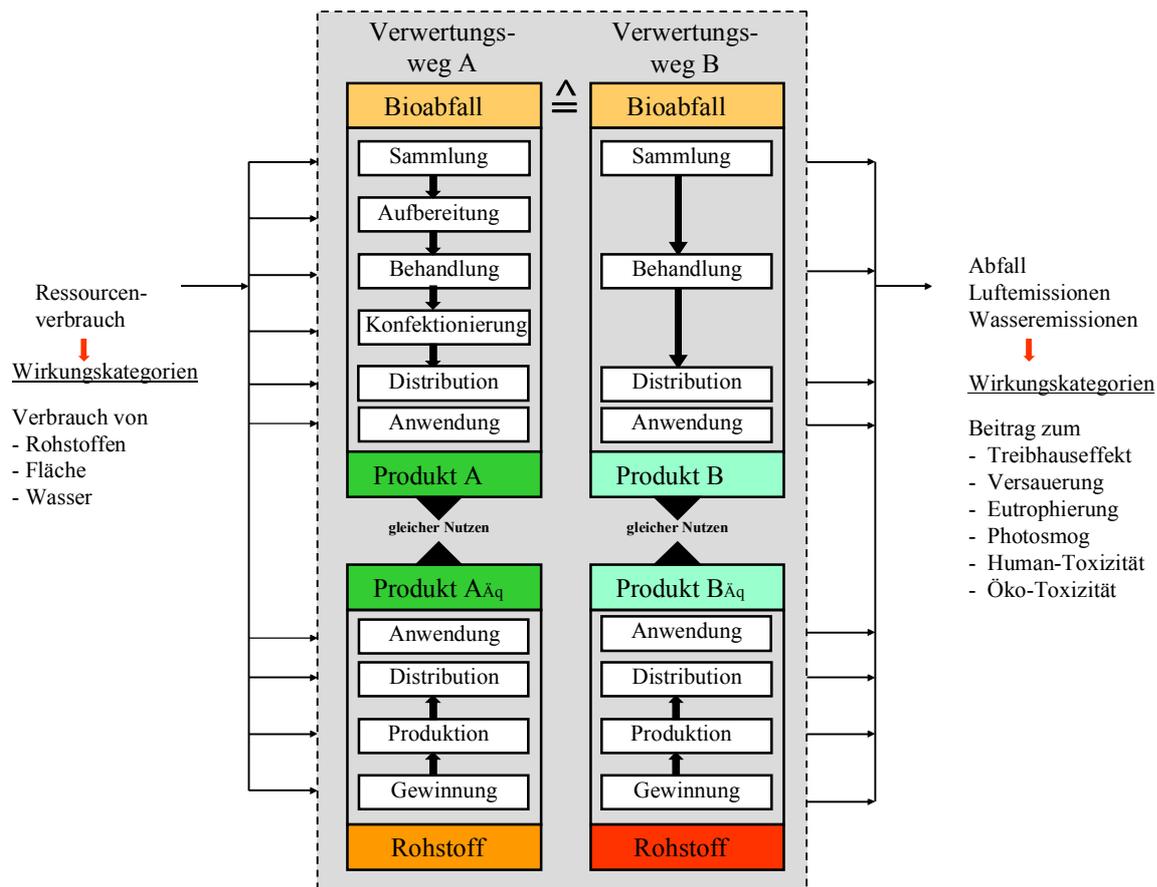


Abb. 46: Schematische Darstellung der Methodik der Ökobilanzierung

Das System besteht sowohl im Status Quo als auch in der Vergärungsvariante zum einen aus den Lasten der jeweiligen Behandlung. Diese sind in den nachfolgenden Diagrammen durch den Balken nach oben dargestellt. Zum anderen wird für den erzielten Nutzen eine Gutschrift gegeben, um die Nutzengleichheit zwischen den Systemen zu gewährleisten. Diese sind als Balken nach unten aufgezeichnet, wobei über die Sektordarstellung nach Gutschriften für die jeweils substituierten Primärprodukte differenziert wird. Die Verrechnung von Lasten und Gutschriften ergibt das Netto-Ergebnis, welches jeweils als separater Balken daneben gezeigt wird.

Folgende Sektoren werden unterschieden, basierend auf (UBA, 2012):

- System: Emissionen durch Kompostierung bzw. Vergärung
- Anwendung: Emissionen vom Feld durch die ausgebrachten Produkte

- Gutschrift (GS) Torf: Gutschrift einer äquivalenten Menge Torf für die organische Substanz im Kompost/Gärrest im Falle einer Anwendung im Bereich Erden und Substrate (100 %) sowie GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau (50 %)
- Gutschrift (GS) Rindenhumus: Gutschrift einer äquivalenten Menge Rindenhumus für die organische Substanz im Kompost/Gärrest im Falle einer Anwendung im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau (50 %)
- Gutschrift (GS) Mineraldünger: Gutschrift einer äquivalenten Menge Mineraldünger für die im Kompost/Gärrest enthaltenen Nährstoffe
- Gutschrift (GS) Stroh: Gutschrift für die Humusreproduktionswirkung des Kompostes/Gärrestes, wodurch das Streu vom Feld abgefahren werden und im Stall zur Einstreu anstelle von Holzspänen verwendet werden kann
- Gutschrift (GS) Zwischenfrüchte: Gutschrift für die Humusreproduktionswirkung des Komposts/Gärrestes, wodurch der Anbau von Zwischenfrüchten substituiert wird
- Gutschrift (GS) Mineralboden: Gutschrift für den anorganischen Anteil im Kompost/Gärrest, welcher Bodenaushub ersetzt
- Gutschrift (GS) Strom: Substitution des deutschen Netzstrommixes
- Gutschrift (GS) Wärme: Substitution von Heizwärme zu je 50 % aus Erdöl- und Erdgaskessel

Ein Anhaltspunkt zur Interpretation der Ergebnisse in den verschiedenen Wirkungskategorien stellt die Bewertung der qualitativen Einstufung durch das Umweltbundesamt dar. Danach kommt dem Treibhauseffekt eine sehr große, dem Versauerungspotenzial eine große, dem fossilen kumulierten Energieaufwand (KEA-fossil) und dem terrestrischen Eutrophierungspotenzial jeweils eine mittlere Bedeutung zu.

Für den gesamten Planungsraum ohne den Neckar-Odenwald-Kreis ergibt sich eine Planmenge von ca. 58.000 Mg gesammeltem Biogut. Bislang wird dabei 2,6 % des Bioguts vergoren, der Rest kompostiert. Zusammen mit der angenommenen Verwertungsstruktur für den Hohenlohekreis, der erst seit 2016 eine separate Biogutsammlung hat, ergibt sich im Status Quo eine Aufteilung des kompostierten Bioguts zu 58 % auf Anlagen mit der Erzeugung von Frisch- und zu 42 % auf solche mit dem Ziel Fertigkompost. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost bzw. nachkompostierte feste Gärrest werden dann in Summe zu 70 % in der Landwirtschaft, zu 19 % im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau und zu 11 % im Bereich Erden und Substrate eingesetzt. Als Vergärungsoptionen werden eine Pfpfenstromvergärung (Bezeichnung: Vergärung Pfpfen) und eine Boxen-/Tunnelvergärung (Bezeichnung: Vergärung Tunnel) gegenübergestellt. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Für den Treibhauseffekt ergibt sich somit das in Abb. 47 dargestellte Bild. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

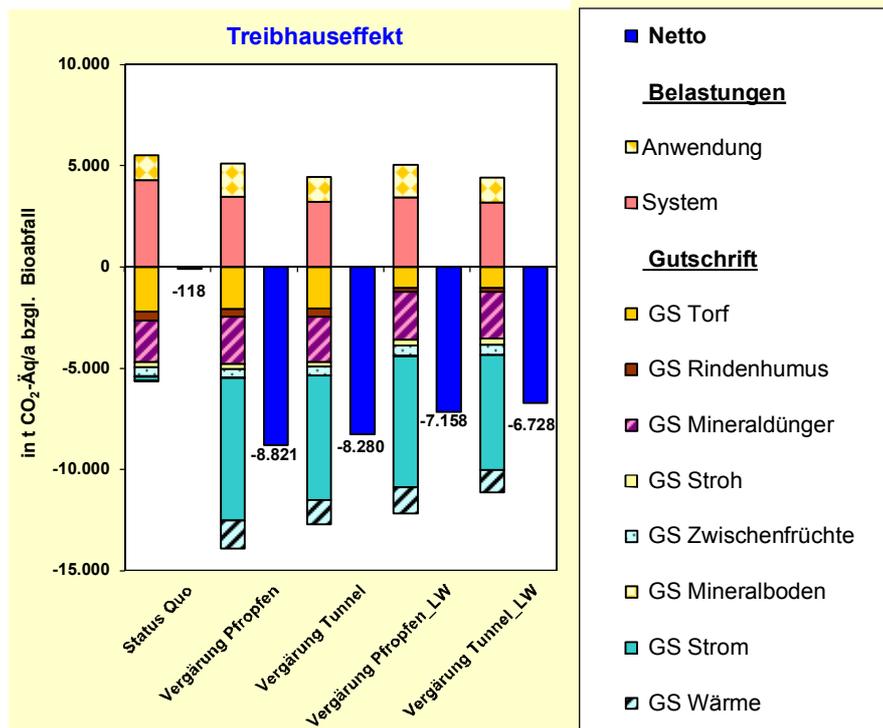


Abb. 47: Ergebnisse der Ökobilanz für den gesamten Planungsraum – Treibhausgasemissionen

Die Einsparungen sind für die Option der kontinuierlichen Vergärung mit einer Verwertung des nachkompostierten festen Gärrestes wie im Status Quo am größten: Zu den Einsparungen aufgrund der Substitution des fossilen Rohstoffes Torf und der Gutschrift für substituierten Mineraldünger kommen bei den Vergärungsvarianten hier noch die Gutschriften für aus dem Biogas erzeugten Strom bzw. erzeugte Wärme. Mit der Boxenvergärung wird spezifisch weniger Biogas erzeugt, wobei der Eigenenergieverbrauch wiederum geringer ist als bei der Pflöpfenstromvergärung. In Summe verbleibt etwas mehr Netto-Energie im Falle des Pflöpfenstromfermenters. In den Szenarien Vergärung mit ausschließlicher Anwendung des nachkompostierten festen Gärrestes in der Landwirtschaft (Bezeichnung: Vergärung_LW) entfällt der Nutzen der Torfsubstitution, was eine merkliche Verringerung der Einsparung zur Folge hat.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvarianten (Abb. 48).

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneiden die Vergärungsvarianten noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich (Abb. 48).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier leicht besser abschneidet als die Vergärungsvarianten (Abb. 48).

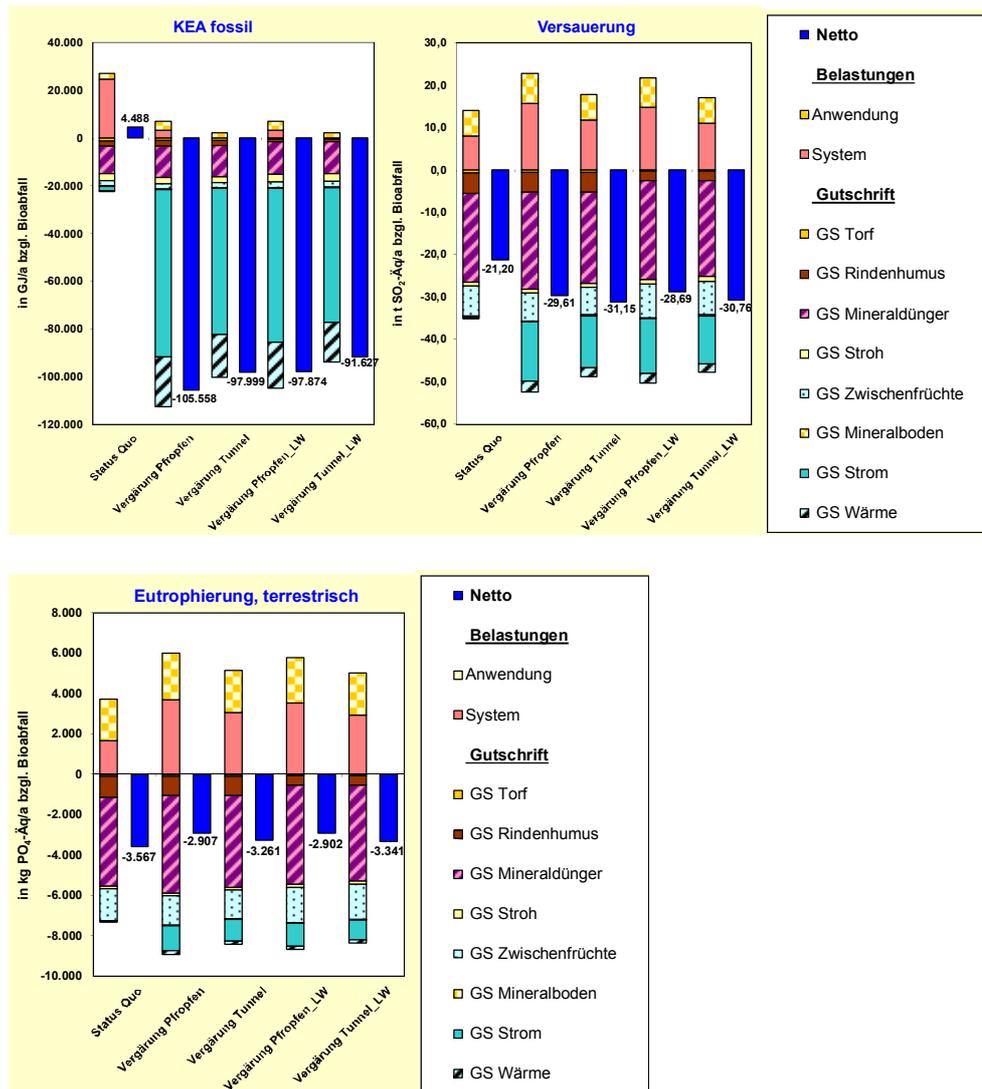


Abb. 48: Ergebnisse der Ökobilanz für den gesamten Planungsraum – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

In allen Varianten wird in etwa dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung Pfropfen):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 8.821 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 105.558 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 29,61 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 2.907 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 455 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

Insgesamt zeigen sich beide Vergärungsvarianten vorteilhaft. Dies gilt auch dann in etwas abgeschwächter Form noch, wenn die Verwertung des nachkompostierten festen Gärrests zukünftig nur noch ausschließlich in der Landwirtschaft erfolgt. Es sollte aber darauf abgezielt werden, auch weiterhin, wie gehabt, einen Teil des festen nachkompostierten Gärrestes einer hochwertigen

Verwertung über die bestehende Verwertungsstruktur zuzuführen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und vor allem auch den Naturraum Moor zu schonen.

13.2 Stadt Heilbronn

Für die Stadt Heilbronn ergibt sich eine Menge von ca. 6.590 Mg gesammeltem Biogut, welche sich momentan zu 84 % auf Anlagen mit der Erzeugung von Frisch- und zu 16 % auf solche mit dem Ziel Fertigkompost aufteilt. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost werden dann in Summe zu 84 % in der Landwirtschaft, zu 11 % im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau und zu 5 % im Bereich Erden und Substrate eingesetzt. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 49 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

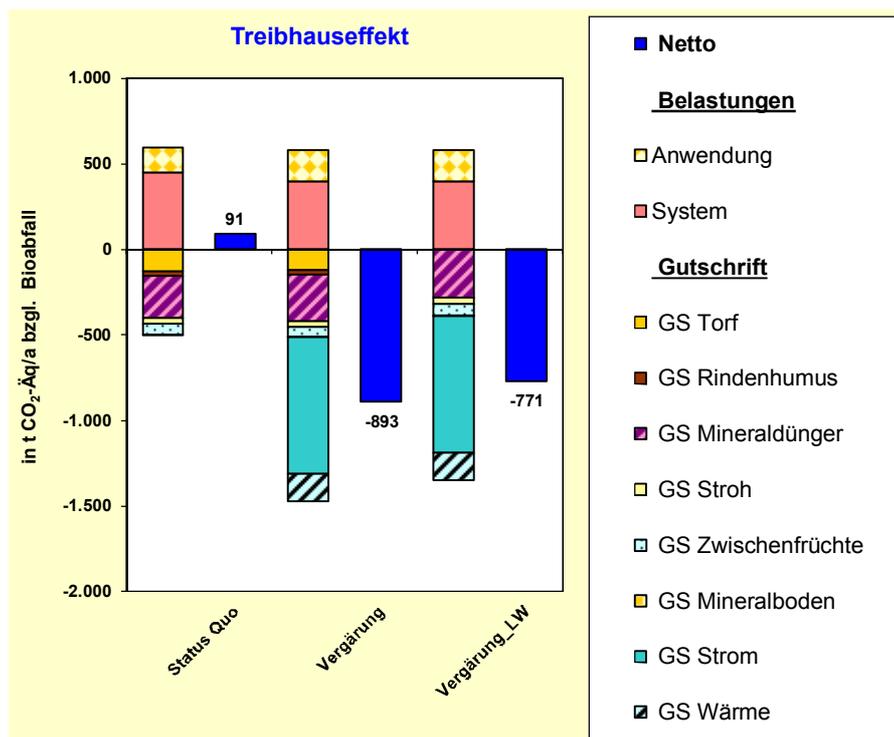


Abb. 49: Ergebnisse der Ökobilanz für die Stadt Heilbronn – Treibhausgaseffekt

Bei den Einsparungen fällt zunächst der Beitrag für die Torfsubstitution durch die hochwertige Verwendung der Komposte im Bereich Substrate und Erden auf. Torf ist ein fossiler Rohstoff, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Im Szenario Vergärung mit ausschließlicher Anwendung des nachkompostierten festen Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt dieser Nutzen. Weiterhin ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von

Mineraldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert in den Vergärungsszenarien aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoptionen deutlich besser abschneiden als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird.

Bezüglich des Treibhauseffekts fällt das Ergebnis zugunsten einer zukünftigen Vergärung aus. Es sollte aber darauf geachtet werden, die bestehenden hochwertigen Verwertungsstrukturen für Kompost auch mit dem nachkompostierten festen Gärrest zu bedienen, weil sonst mit der Torfsubstitution ein nicht unbedeutender Teil der Gutschriften verloren geht.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvarianten (Abb. 50).

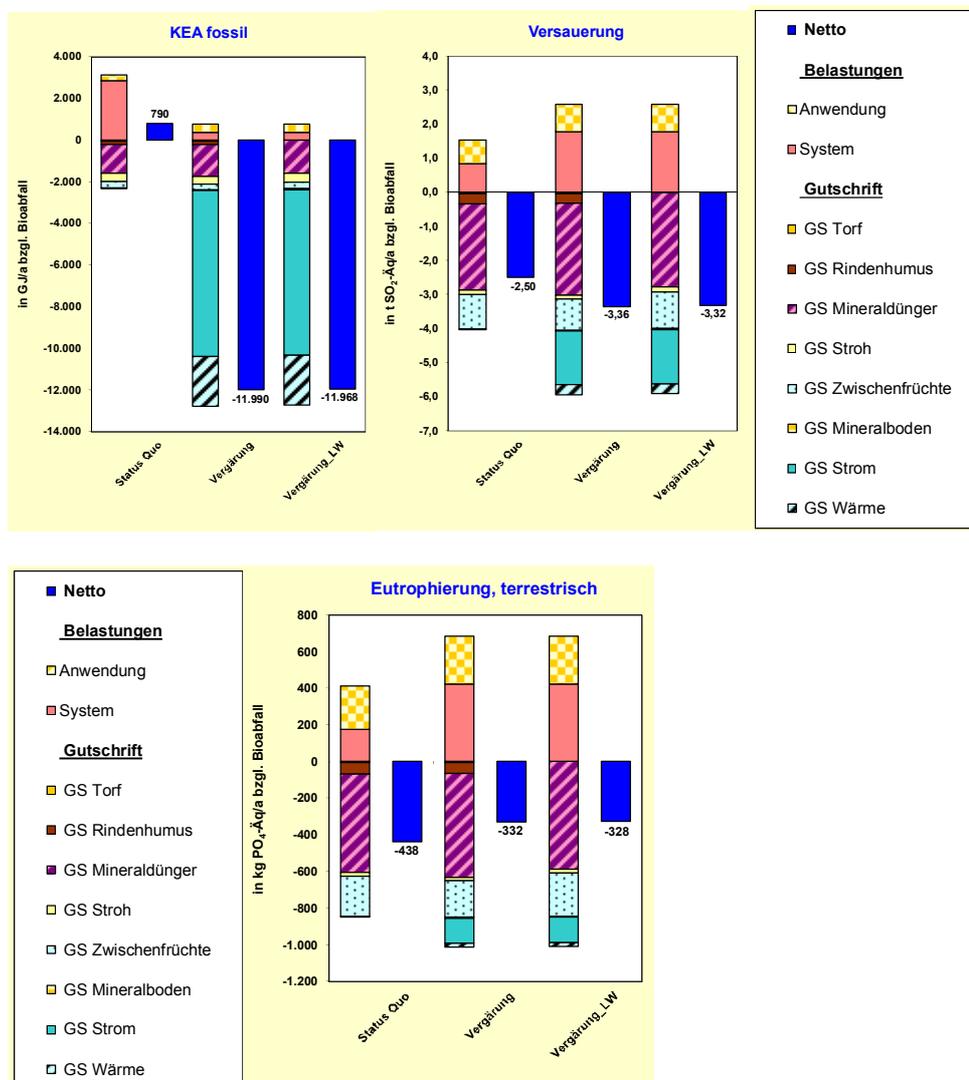


Abb. 50: Ergebnisse der Ökobilanz für die Stadt Heilbronn – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneiden die Vergärungsvarianten noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich (Abb. 50).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier leicht besser abschneidet als die Vergärungsvarianten (Abb. 50).

In allen Varianten wird ca. dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr in der Stadt Heilbronn gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 893 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 11.990 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 3,36 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 332 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 52 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

Insgesamt zeigt sich somit die Variante Vergärung vorteilhaft. Dies gilt auch dann in etwas abgeschwächter Form noch, wenn die Verwertung des nachkompostierten festen Gärrestes zukünftig nur noch ausschließlich in der Landwirtschaft erfolgt. Es sollte aber darauf abgezielt werden, auch weiterhin, wie gehabt, einen Teil des festen nachkompostierten Gärrestes einer hochwertigen Verwertung über die bestehende Verwertungsstruktur zuzuführen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere auch den Naturraum Moor zu schonen.

13.3 Landkreis Heilbronn

Für den Landkreis Heilbronn ergibt sich eine Menge von ca. 24.900 Mg gesammeltem Biogut, welche sich momentan zu 44 % auf Anlagen mit der Erzeugung von Frisch- und zu 56 % auf solche mit dem Ziel Fertigkompost aufteilt. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost werden dann in Summe zu 58 % in der Landwirtschaft, zu 28 % im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau und zu 14 % im Bereich Erden und Substrate eingesetzt. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 51 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

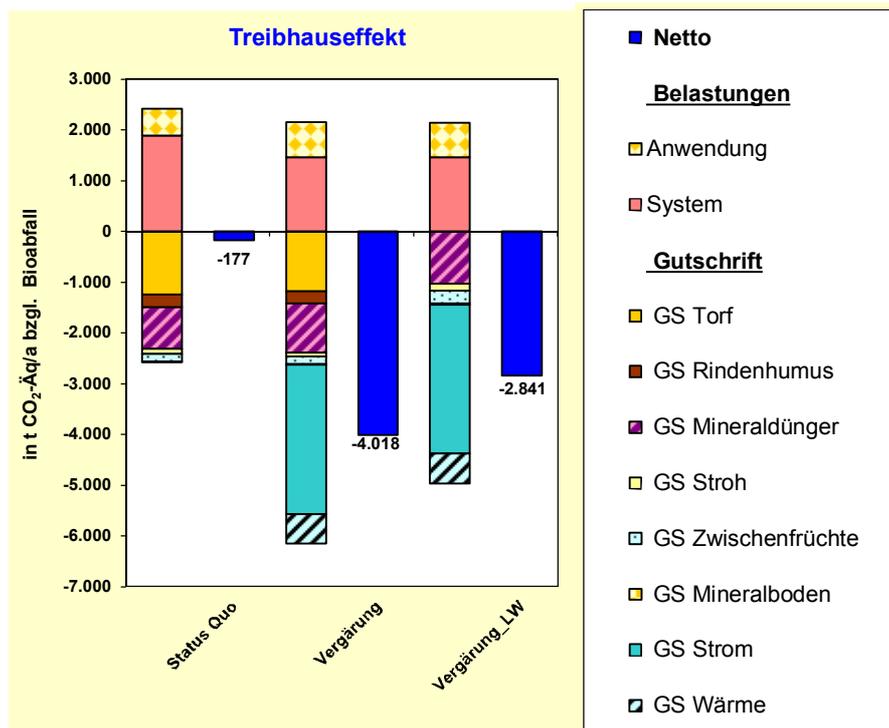


Abb. 51: Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Heilbronn – Treibhausgaseffekt

Bei den Einsparungen fällt zunächst der Beitrag für die Torfsubstitution durch die hochwertige Verwendung der Komposte im Bereich Substrate und Erden auf. Torf ist ein fossiler Rohstoff, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Im Szenario Vergärung mit ausschließlicher Anwendung des nachkompostierten festen Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt dieser Nutzen. Weiterhin ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von Mineraldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert in den Vergärungsszenarien aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoptionen deutlich besser abschneiden als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird.

Bezüglich des Treibhauseffekts fällt das Ergebnis zugunsten einer zukünftigen Vergärung aus. Es sollte aber darauf geachtet werden, die bestehenden hochwertigen Verwertungsstrukturen für Kompost auch mit dem nachkompostierten festen Gärrest zu bedienen, weil sonst mit der Torfsubstitution ein nicht unbedeutender Teil der Gutschriften verloren geht.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvarianten (Abb. 52).

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneiden die Vergärungsvarianten noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich (Abb. 52).

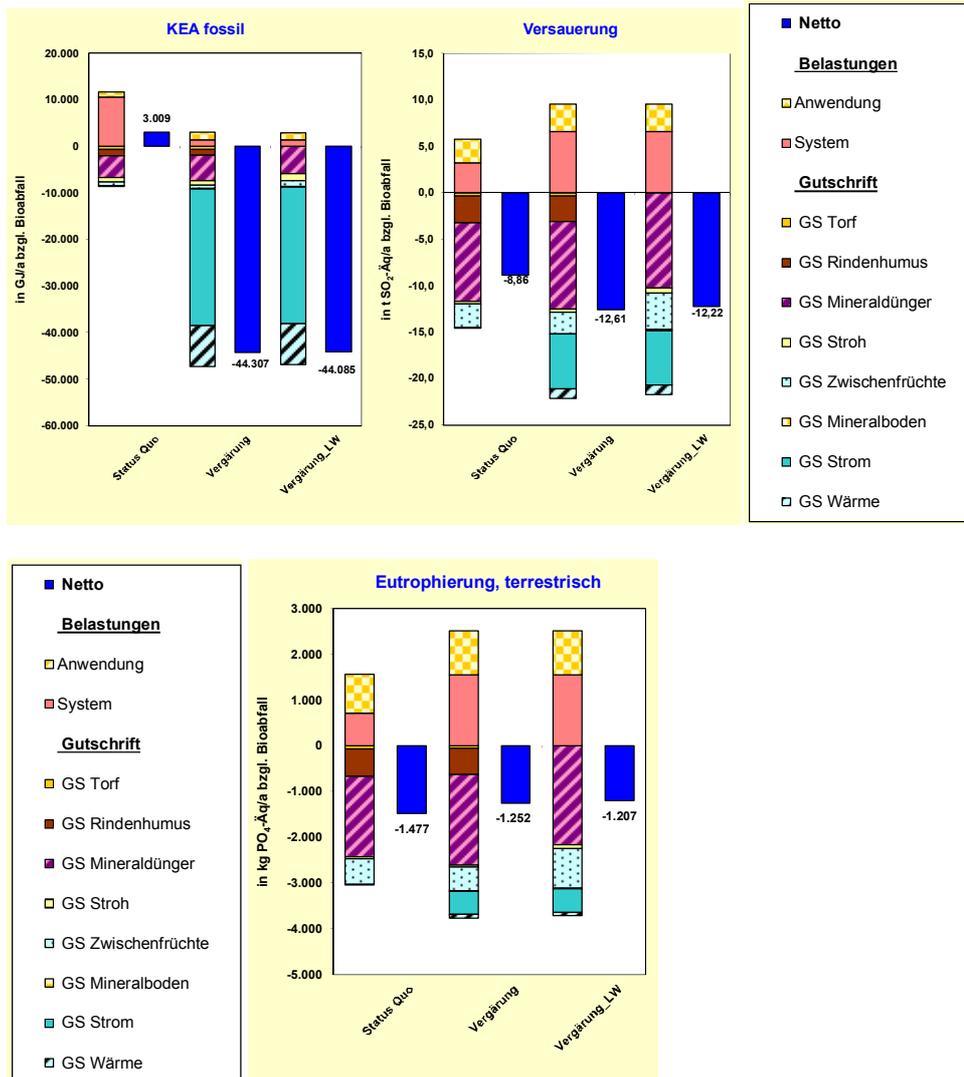


Abb. 52: Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Heilbronn – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier leicht besser abschneidet als die Vergärungsvarianten (Abb. 52).

In allen Varianten wird ca. dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr im Landkreis Heilbronn gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 4.018 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 44.307 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 12,61 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 1.252 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 190 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

Insgesamt zeigt sich somit die Variante Vergärung vorteilhaft. Dies gilt auch dann in etwas abgeschwächter Form noch, wenn die Verwertung des nachkompostierten festen Gärrestes zukünftig nur noch ausschließlich in der Landwirtschaft erfolgt. Es sollte aber darauf abgezielt werden, auch weiterhin, wie gehabt, einen Teil des festen nachkompostierten Gärrestes einer hochwertigen Verwertung über die bestehende Verwertungsstruktur zuzuführen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere auch den Naturraum Moor zu schonen.

13.4 Hohenlohekreis

Für den Hohenlohekreis ergibt sich 2016 erstmalig eine Menge von ca. 7.000 bis 8.000 Mg gesammeltem Biogut. Zuvor wurde das Biogut zusammen mit dem Restmüll in der MVA mitbehandelt. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost wurden 2016 nach eigener Annahme zu 40 % in der Landwirtschaft, zu 40 % im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau und zu 20 % im Bereich Erden und Substrate eingesetzt. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 53 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

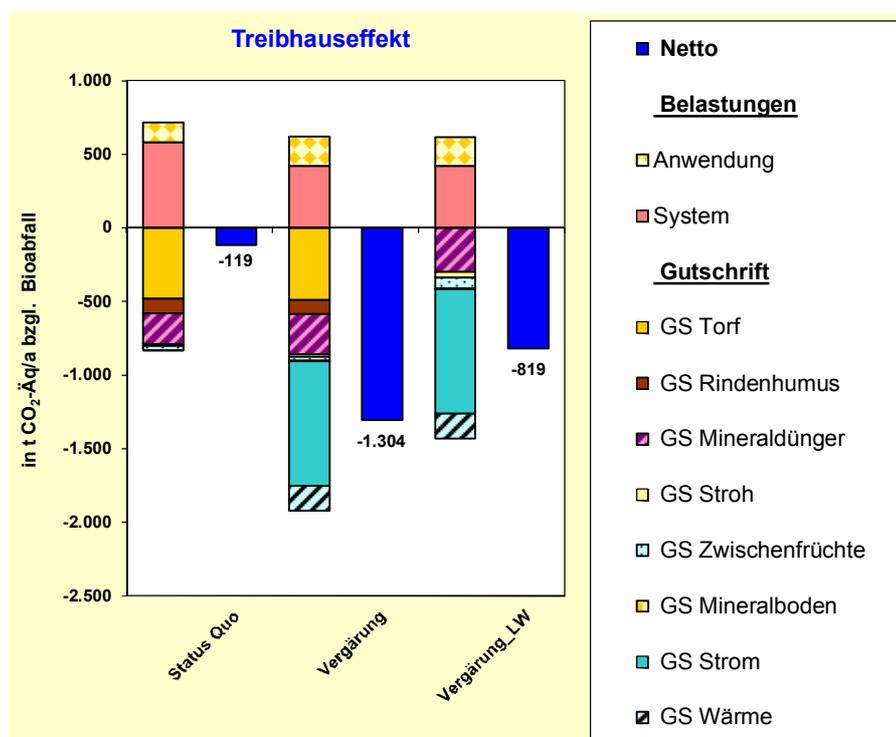


Abb. 53: Ergebnisse der Ökobilanz für den Hohenlohekreis – Treibhausgaseffekt

Bei den Einsparungen fällt zunächst der Beitrag für die Torfsubstitution durch die hochwertige Verwendung der Komposte im Bereich Substrate und Erden auf. Torf ist ein fossiler Rohstoff,

dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Im Szenario Vergärung mit ausschließlicher Anwendung des nachkompostierten festen Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt dieser Nutzen. Weiterhin ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von Mineräldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert in den Vergärungsszenarien aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoptionen deutlich besser abschneiden als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird.

Bezüglich des Treibhauseffekts fällt das Ergebnis zugunsten einer zukünftigen Vergärung aus. Es sollte aber darauf geachtet werden, die bestehenden hochwertigen Verwertungsstrukturen für Kompost auch mit dem nachkompostierten festen Gärrest zu bedienen, weil sonst mit der Torfsubstitution ein nicht unbedeutender Teil der Gutschriften verloren geht.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvarianten (Abb. 54).

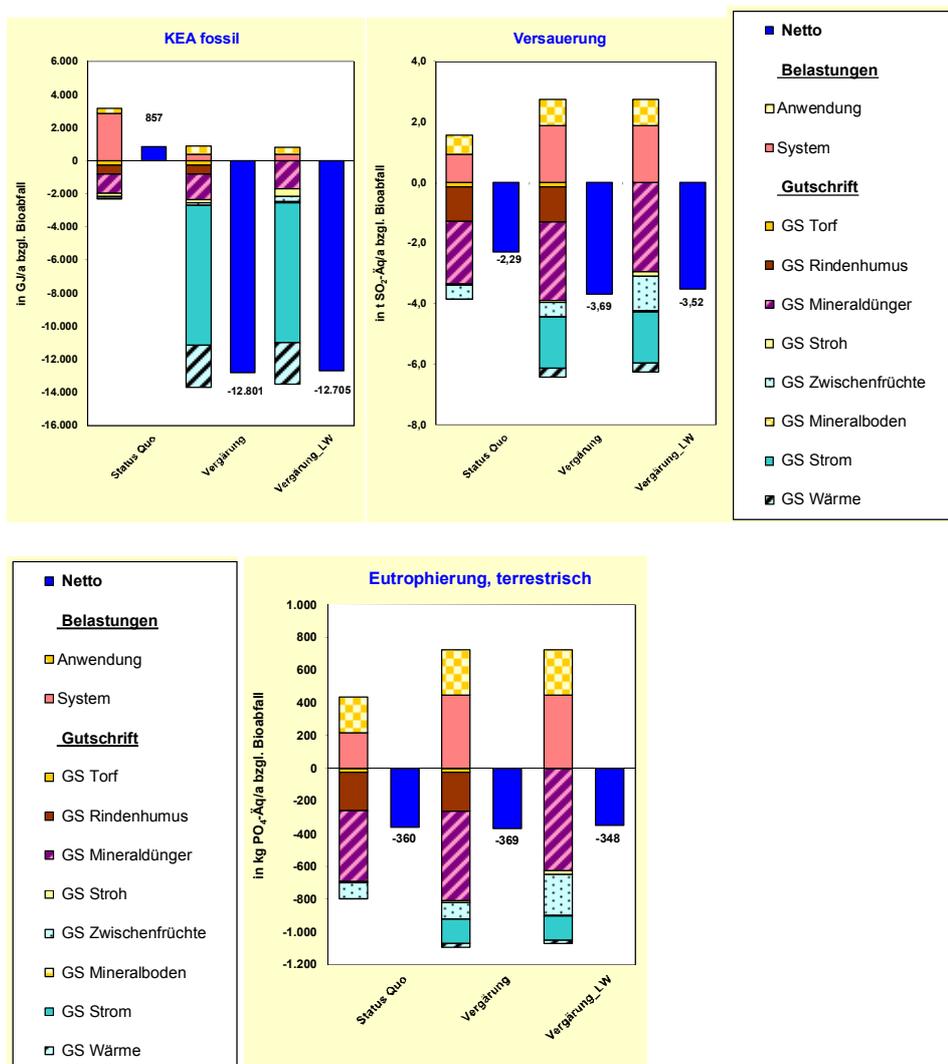


Abb. 54: Ergebnisse der Ökobilanz für den Hohenlohekreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneiden die Vergärungsvarianten noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich (Abb. 54).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier genauso abschneidet wie die Vergärungsvarianten (Abb. 54).

In allen Varianten wird ca. dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr im Hohenlohekreis gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 1.304 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 12.801 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 3,69 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 369 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 55 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

Insgesamt zeigt sich somit die Variante Vergärung vorteilhaft. Dies gilt auch dann in etwas abgeschwächter Form noch, wenn die Verwertung des nachkompostierten festen Gärrestes zukünftig nur noch ausschließlich in der Landwirtschaft erfolgt. Es sollte aber darauf abgezielt werden, auch weiterhin, wie gehabt, einen Teil des festen nachkompostierten Gärrestes einer hochwertigen Verwertung über die bestehende Verwertungsstruktur zuzuführen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere den Naturraum Moor zu schonen.

13.5 Main-Tauber-Kreis

Für den Main-Tauber-Kreis ergibt sich eine Menge von ca. 12.600 Mg gesammeltem Biogut, welche momentan in einer Anlage zur Erzeugung von Frischkompost behandelt wird. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost werden dann zu 100 % in der Landwirtschaft eingesetzt. Das Szenario Vergärung_LW entfällt hier dementsprechend, weil es identisch mit dem Szenario Vergärung ist. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 55 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

Durch die ausschließliche Anwendung des nachkompostierten festen Kompostes bzw. Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt der Nutzen einer Torfsubstitution. Torf ist ein fossiler Rohstoff, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Es ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von Mineraldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert im Vergärungsszenario aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins

Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoption deutlich besser abschneidet als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird.

Bezüglich des Treibhauseffekts fällt das Ergebnis zugunsten einer zukünftigen Vergärung aus. Es sollte aber darauf abgezielt werden, hochwertige Verwertungsstrukturen für einen Teil des nachkompostierten festen Gärrests aufzubauen, um mit der Torfsubstitution eine weitere Entlastung zu erzielen.

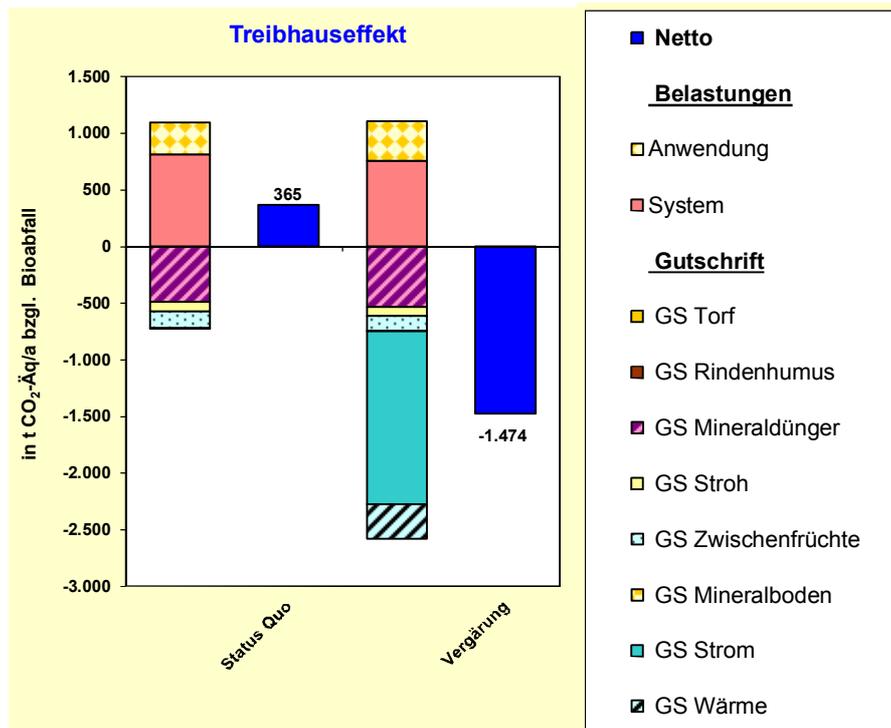


Abb. 55: Ergebnisse der Ökobilanz für den Main-Tauber-Kreis – Treibhausgaseneffekt

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvariante (Abb. 56).

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneidet die Vergärungsvariante noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich (Abb. 56).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier leicht besser abschneidet als die Vergärungsvariante (Abb. 56).

In beiden Varianten wird ca. dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr im Main-Tauber-Kreis gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 1.474 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 22.872 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 6,34 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 626 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 99 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

Insgesamt zeigt sich somit die Variante Vergärung vorteilhaft. Es sollte aber darauf abgezielt werden, eine hochwertige Verwertungsstruktur für die nachkompostierten festen Gärreste aufzubauen, um mit der Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere auch den Naturraum Moor zu schonen.

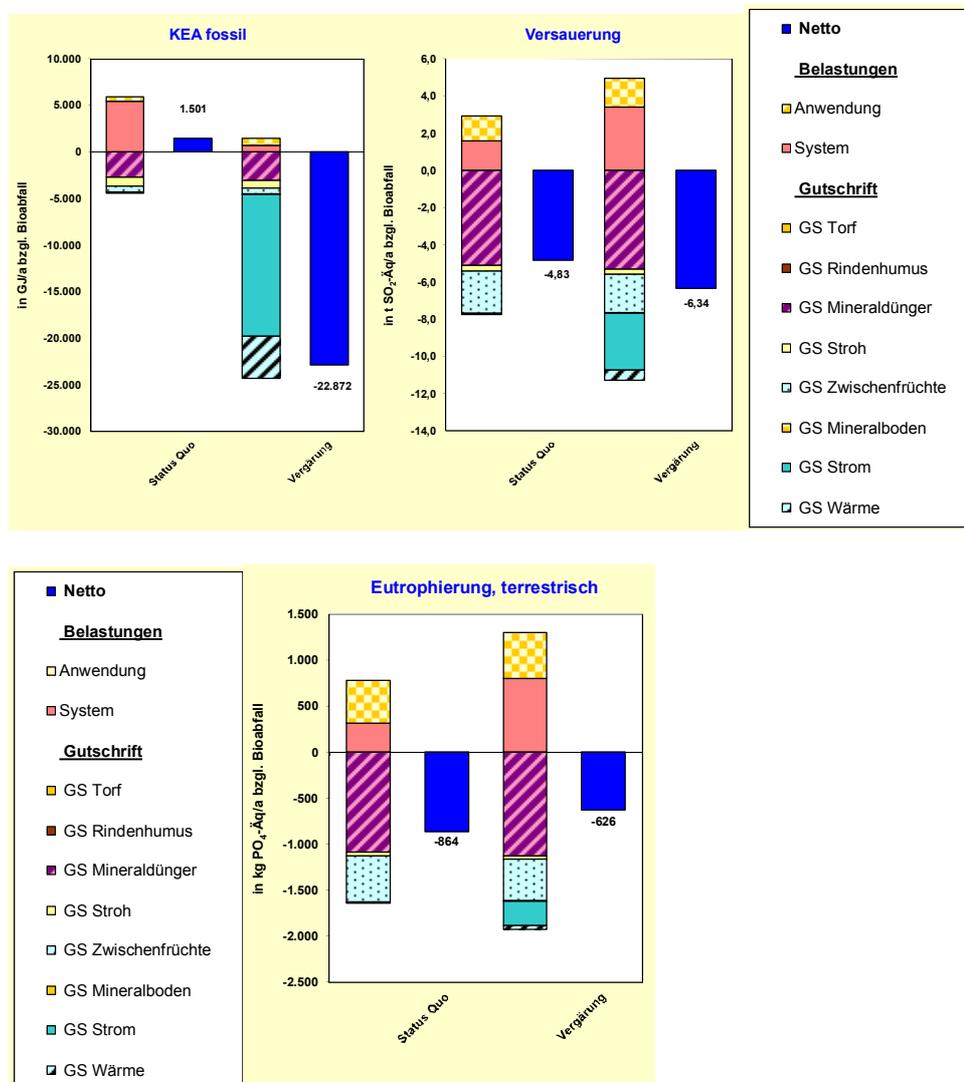


Abb. 56: Ergebnisse der Ökobilanz für den Main-Tauber-Kreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

13.6 Neckar-Odenwald-Kreis

Für den Neckar-Odenwald-Kreis ergibt sich bei flächendeckender Umsetzung der Bioenergietonne eine Menge von ca. 12.000 Mg abschöpfbarem Biogut. Die derzeit in den Modellregionen erfasste Menge (ca. 760 Mg/a) wird versuchsweise einer Vergärungsanlage angedient. Für die zukünftige Vergärung wird von einer Ausbringung des festen Gärrestes zu 100 % in der Landwirtschaft ausgegangen. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird. In der MVA erfolgt zwar eigentlich keine Abtrennung dieser Stoffe, aber um die Vergleichbarkeit mit der Vergärungsoption herzustellen, wird die Entsorgung dieser Stoffe hier ebenso nicht betrachtet.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 57 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren die Emissionen aus der Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen. Die Lasten aus der Behandlung in der MVA sind nur gering, weil mit dem Biogut biogener Kohlenstoff verbrannt wird.

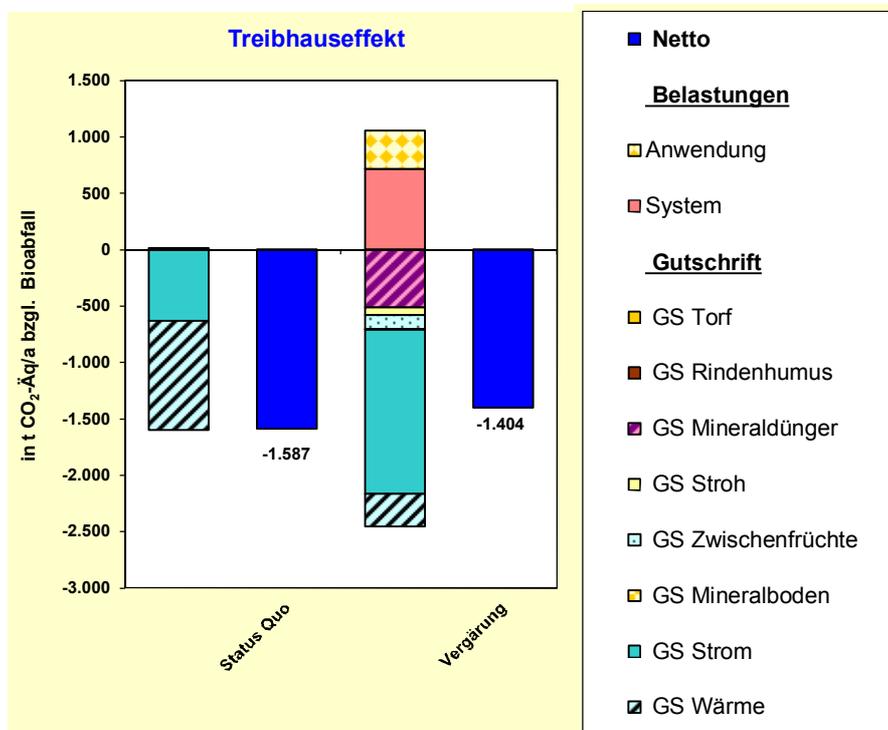


Abb. 57: Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – Treibhausgaseffekt

Durch die ausschließliche Anwendung des nachkompostierten festen Kompostes bzw. Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt der Nutzen einer Torfsubstitution im Vergärungsszenario. Torf ist ein fossiler Rohstoff, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Es ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von Mineraldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert im Vergärungsszenario aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoption deutlich besser abschneidet als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur

von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird. Die Energieproduktion in der MVA führt zu entsprechenden Gutschriften im Status Quo.

Bezüglich des Treibhauseffekts ist eine zukünftige Vergärung gegenüber dem Status Quo zunächst nicht zwingend im Vorteil. Wenn aber hochwertige Verwertungsstrukturen für einen Teil der nachkompostierten festen Gärreste aufgebaut werden, wird sich das durch die Gutschriften für die Torfsubstitution ändern.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand schneiden beide Varianten ähnlich ab (Abb. 58).

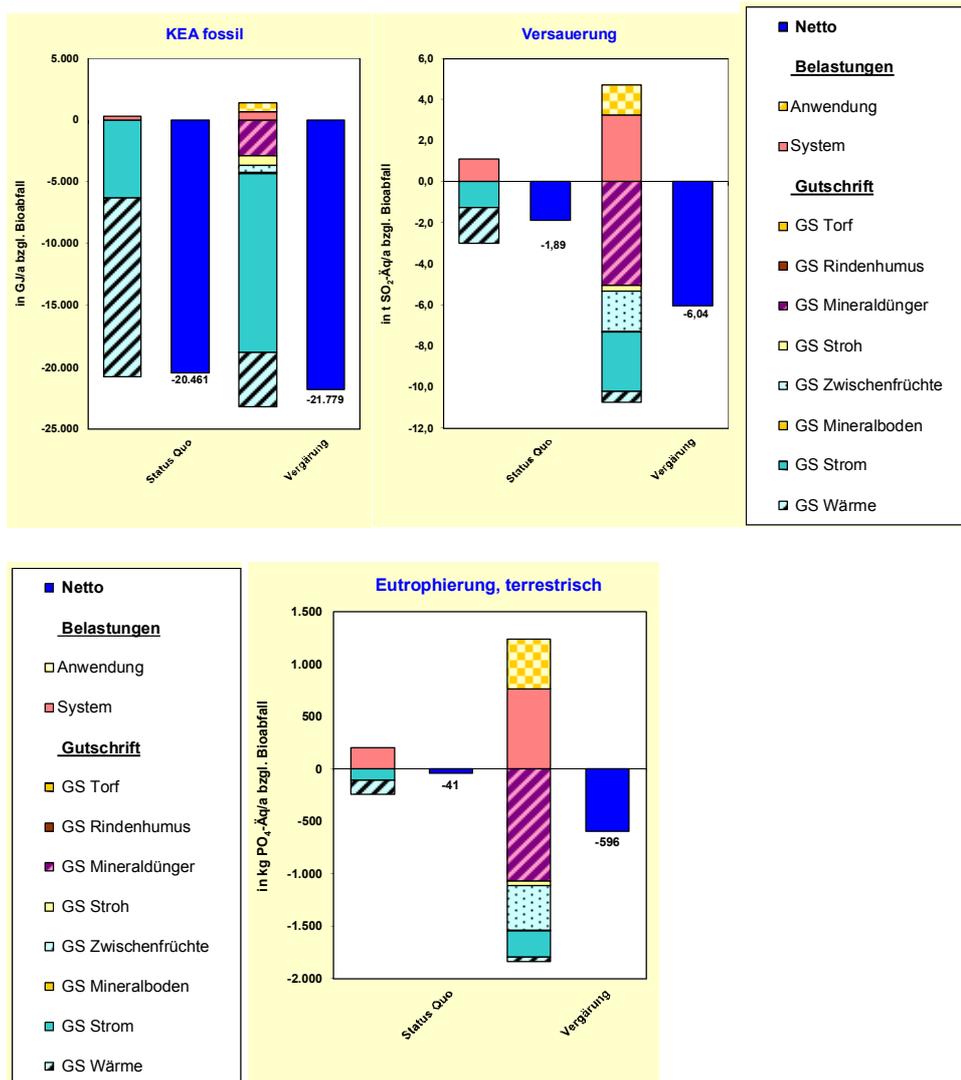


Abb. 58: Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineraldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig ergeben sich mit den Ammoniakemissionen

aus der Vergärung etwas größere Lasten. Im Ergebnis schneidet die Vergärungsvariante deutlich besser ab als der Status Quo (Abb. 58).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt dazu, dass die Vergärungsvariante besser abschneidet als der Status Quo (Abb. 58).

Eine Einsparung von Phosphaterz wird nur mit der Vergärungsvariante durch die stoffliche Nutzung der Gärreste erzielt. Die Reste aus der MVA können hingegen aufgrund der Mischung und Verdünnung mit Restmüll nur deponiert werden. Dadurch geht eine erhebliche Menge Phosphor dem Kreislauf verloren (Abb. 59).

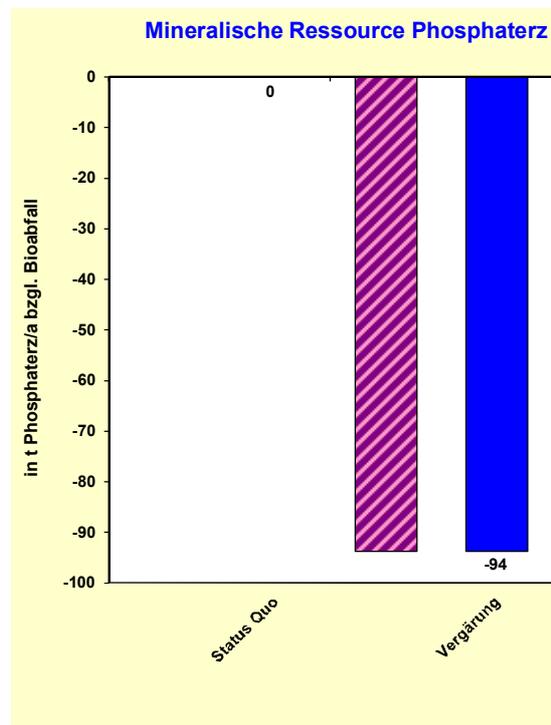


Abb. 59: Ergebnisse der Ökobilanz für den Neckar-Odenwald-Kreis – mineralische Ressource Phosphaterz

Die absoluten Werte für die im Jahr im Neckar-Odenwald-Kreis gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 1.404 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 21.779 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 6,04 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 596 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 94 Mg

Insgesamt zeigt sich die Variante Vergärung vorteilhaft. **Das normierte Ergebnis für die Einsparung von Phosphaterz, welches mehr um eine Größenordnung über den normierten Ergebnissen der anderen Kategorien liegt, zeigt die Bedeutung der stofflichen Verwertung der Biogutprodukte, die mit der Behandlung über die MVA nicht gegeben ist.** Es sollte aber darauf abgezielt werden, eine hochwertige Verwertungsstruktur für die nachkompostierten festen Gärreste aufzubauen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere auch den Naturraum Moor zu schonen.

13.7 Landkreis Schwäbisch Hall

Für den Landkreis Schwäbisch Hall ergibt sich eine Menge von ca. 6.970 Mg gesammeltem Biogut, welche sich momentan zu 22 % auf eine Vergärungsanlage mit Nachkompostierung und der Anwendung des Gärrestes in der Landwirtschaft und zu 78 % auf Kompostierungsanlagen aufteilt. Letztere stellen zu 72 % Anlagen zur Erzeugung von Frisch- und zu 28 % solche mit dem Ziel Fertigkompost dar. Das Biogut und der daraus erzeugte Kompost aus den Kompostierungsanlagen werden dann in Summe zu 82 % in der Landwirtschaft, zu 6 % im Bereich GaLa-Bau, Kommunen und Hobbygartenbau und zu 12 % im Bereich Erden und Substrate eingesetzt. Sowohl für den Status Quo als auch die Vergärung wird jeweils eine Abtrennung von 4 % Störstoffen und 4 % Siebüberlauf unterstellt, deren Entsorgung nicht betrachtet wird.

Unter diesen Bedingungen ergibt sich das in Abb. 60 dargestellte Ergebnis für den Treibhauseffekt. Bei den Lasten dominieren jeweils die Emissionen aus Kompostierung und Vergärung. Bei der Anwendung auf dem Feld kommt es dann u. a. noch zu Lachgasemissionen.

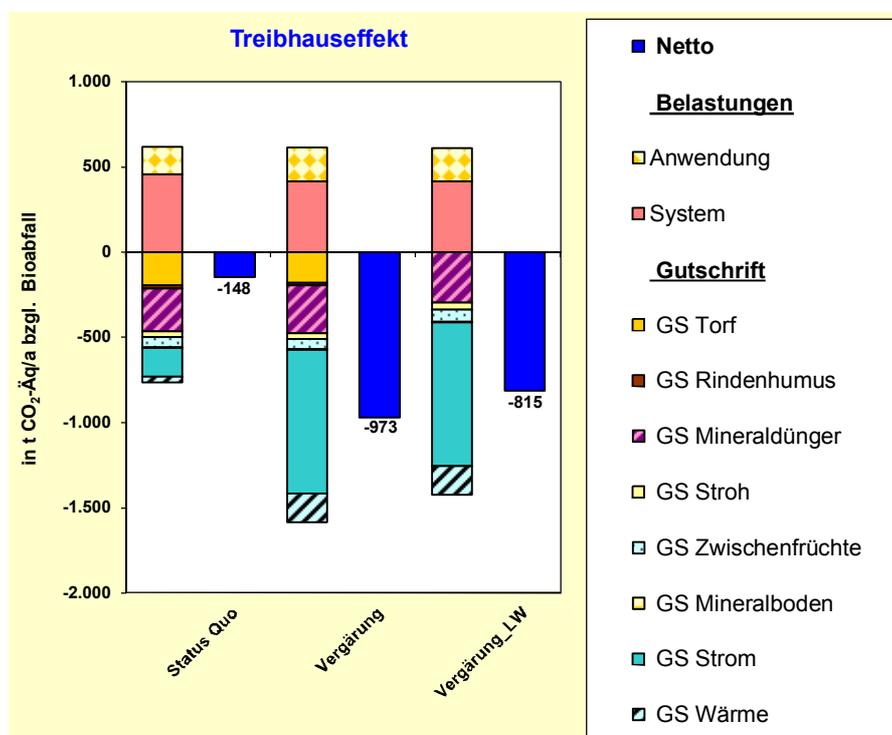


Abb. 60: Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Schwäbisch Hall – Treibhausgaseffekt

Bei den Einsparungen fällt zunächst der Beitrag für die Torfsubstitution durch die hochwertige Verwendung der Komposte im Bereich Substrate und Erden auf. Torf ist ein fossiler Rohstoff, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei Abbau und Anwendung in Form von fossilem Kohlendioxid freigesetzt wird, was durch die Substitution mit Kompost vermieden wird. Im Szenario Vergärung mit ausschließlicher Anwendung des nachkompostierten festen Gärrestes in der Landwirtschaft entfällt dieser Nutzen. Weiterhin ergibt sich eine nennenswerte Gutschrift für die Substitution von Mineräldünger, dessen Herstellung mit Energieverbrauch und einem dementsprechenden Treibhauseffekt verbunden wäre. Den größten Beitrag liefert in den Vergärungsszenarien aber die über das Biogas erzeugte Energie und darunter insbesondere der ins Netz eingespeiste Strom, sodass die Vergärungsoptionen deutlich besser abschneiden als der Status Quo. Die Gutschrift für Wärme fällt geringer aus, weil auch nur von einer 40%igen Nutzung der Wärme ausgegangen wird. Auch im Status Quo wird ein Teil des Bioguts bereits jetzt vergoren, sodass ein entsprechender Teil der Gutschrift für Strom und Wärme auch hier erzielt wird.

Bezüglich des Treibhauseffekts fällt das Ergebnis zugunsten einer zukünftigen Vergärung aus. Es sollte aber darauf geachtet werden, die bestehenden hochwertigen Verwertungsstrukturen für Kompost auch mit dem nachkompostierten festen Gärrest zu bedienen, weil sonst mit der Torfsubstitution ein nicht unbedeutender Teil der Gutschriften verloren geht.

Auch beim fossilen kumulierten Energieaufwand zeigen sich durch die mit der über das Biogas substituierten Primärenergie deutliche Vorteile für die Vergärungsvarianten (Abb. 61).

Beim Versauerungspotenzial treten neben der Energiegewinnung die mit der Herstellung von insbesondere Stickstoffmineräldünger über das Haber-Bosch-Verfahren verbundenen versauernden Ammoniakemissionen deutlich zutage. Gleichzeitig fallen die Ammoniakemissionen aus der Vergärung etwas größer aus. Im Ergebnis schneiden die Vergärungsvarianten noch besser ab, aber nicht mehr so deutlich. Aufgrund der Dominanz der Mineräldüngergutschriften erzielt das Szenario Vergärung_LW mit vollständiger Ausbringung des nachkompostierten Gärrestes in der Landwirtschaft ein etwas besseres Ergebnis als das Szenario Vergärung, in welchem für den Bereich Erden und Substrate nur ein Teil der Nährstoffe angerechnet werden (Abb. 61).

Beim terrestrischen Eutrophierungspotenzial tritt die Gutschrift für die Energiegewinnung weiter in den Hintergrund. Dies führt zusammen mit den etwas geringeren Emissionen aus der Kompostierung dazu, dass der Status Quo hier etwas besser abschneidet als die Vergärungsvarianten (Abb. 61).

In allen Varianten wird ca. dieselbe Menge Phosphaterz eingespart. Die absoluten Werte für die im Jahr im Landkreis Schwäbisch Hall gesammelte Biogutmenge betragen (Szenario Vergärung):

- Treibhauseffekt: Einsparung von 973 Mg CO₂-äq.
- KEA fossil: Einsparung von 12.577 GJ
- Versauerungspotenzial: Einsparung von 3,30 Mg SO₂-äq.
- Terrestrisches Eutrophierungspotenzial: Einsparung von 298 kg PO₄-äq.
- Einsparung Phosphaterz: ca. 54 Mg in allen Szenarien (ohne Abbildung)

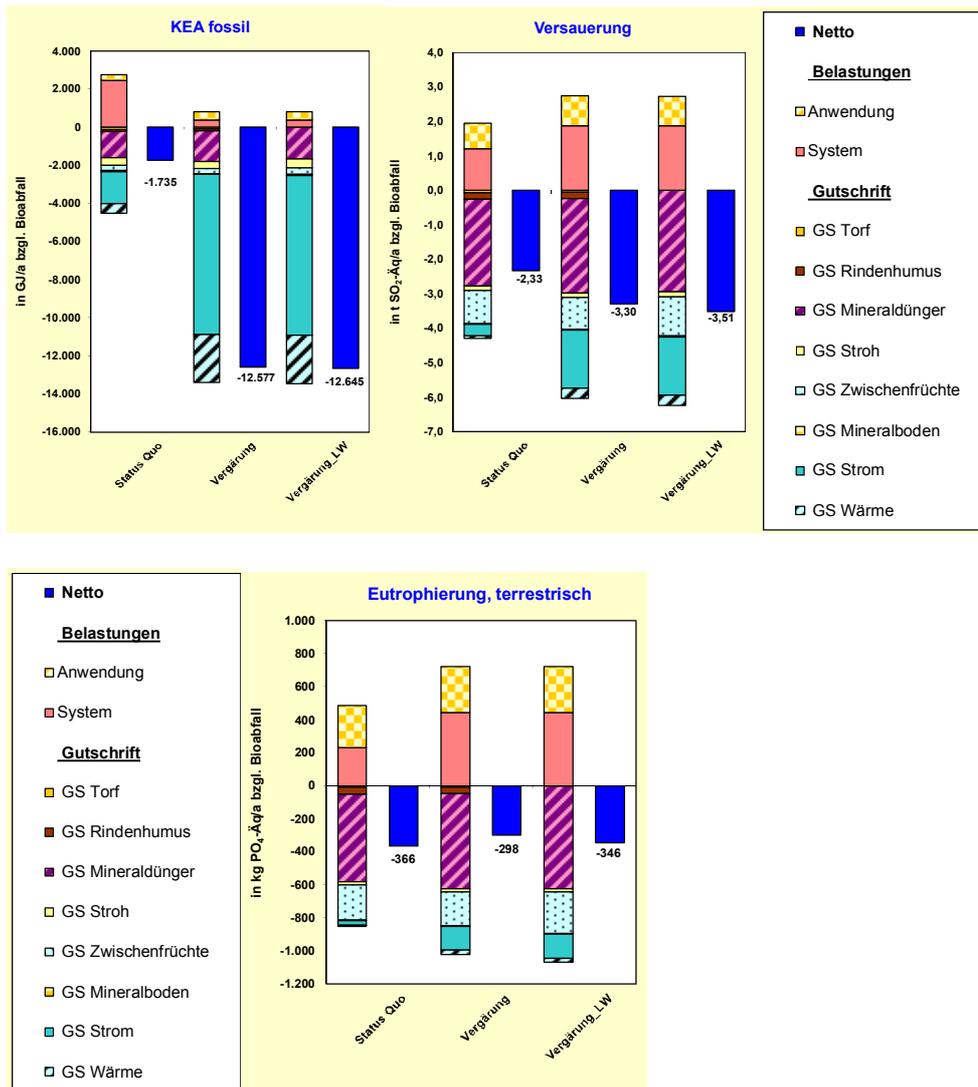
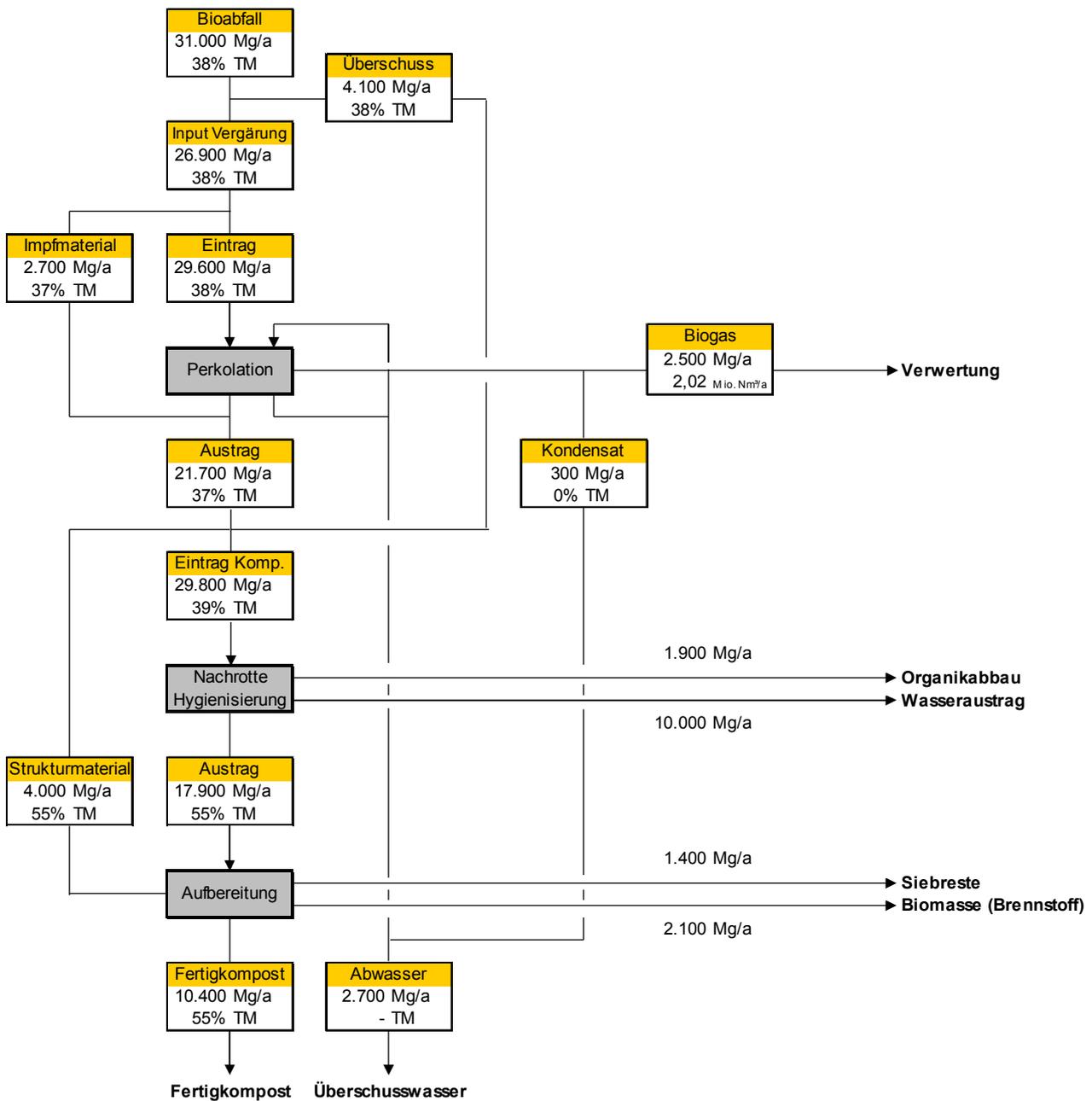


Abb. 61: Ergebnisse der Ökobilanz für den Landkreis Schwäbisch Hall – KEA fossil, Versauerung und Eutrophierung (terrestrisch)

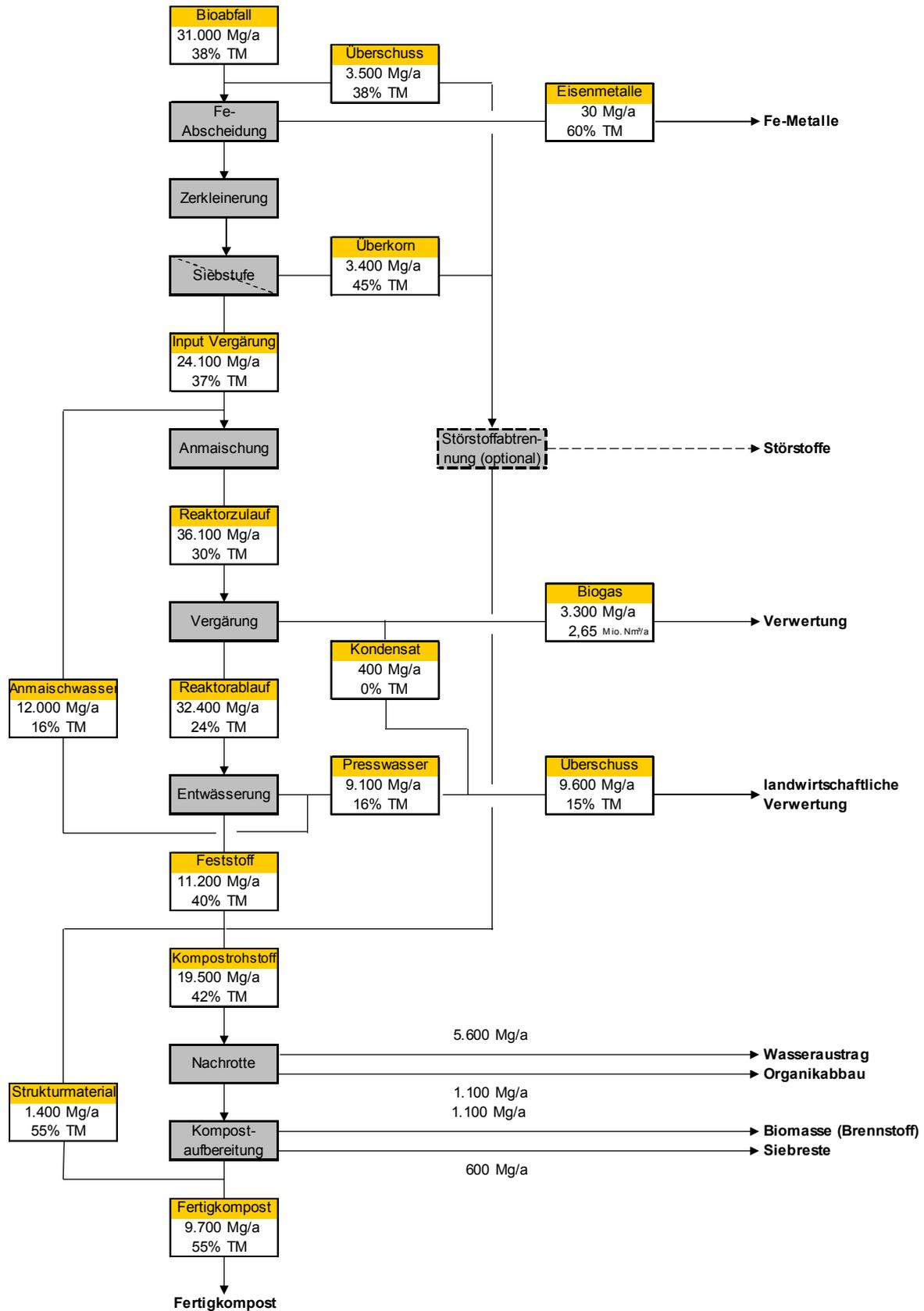
Insgesamt zeigt sich somit die Variante Vergärung vorteilhaft. Dies gilt auch dann noch, wenn die Verwertung des nachkompostierten festen Gärrestes zukünftig nur noch ausschließlich in der Landwirtschaft erfolgt. Es sollte aber darauf abgezielt werden, auch weiterhin wie gehabt einen Teil des festen nachkompostierten Gärrestes einer hochwertigen Verwertung über die bestehende Verwertungsstruktur zuzuführen, um über die Substitution von Torf weitere Entlastungen im Treibhauseffekt zu erzielen und insbesondere auch den Naturraum Moor zu schonen.

14 Anhang

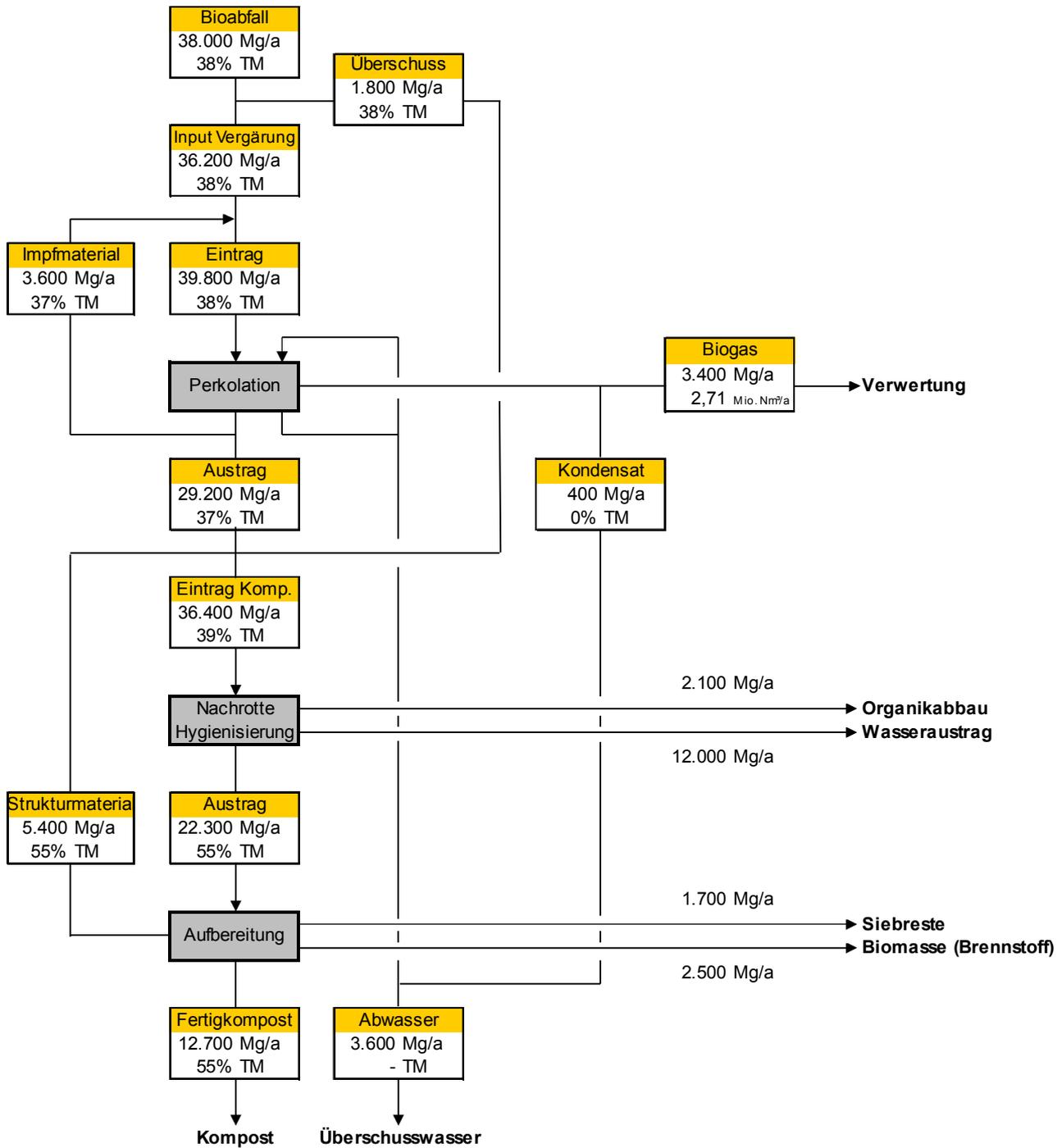
14.1 Anhang 1 - Massenbilanzen



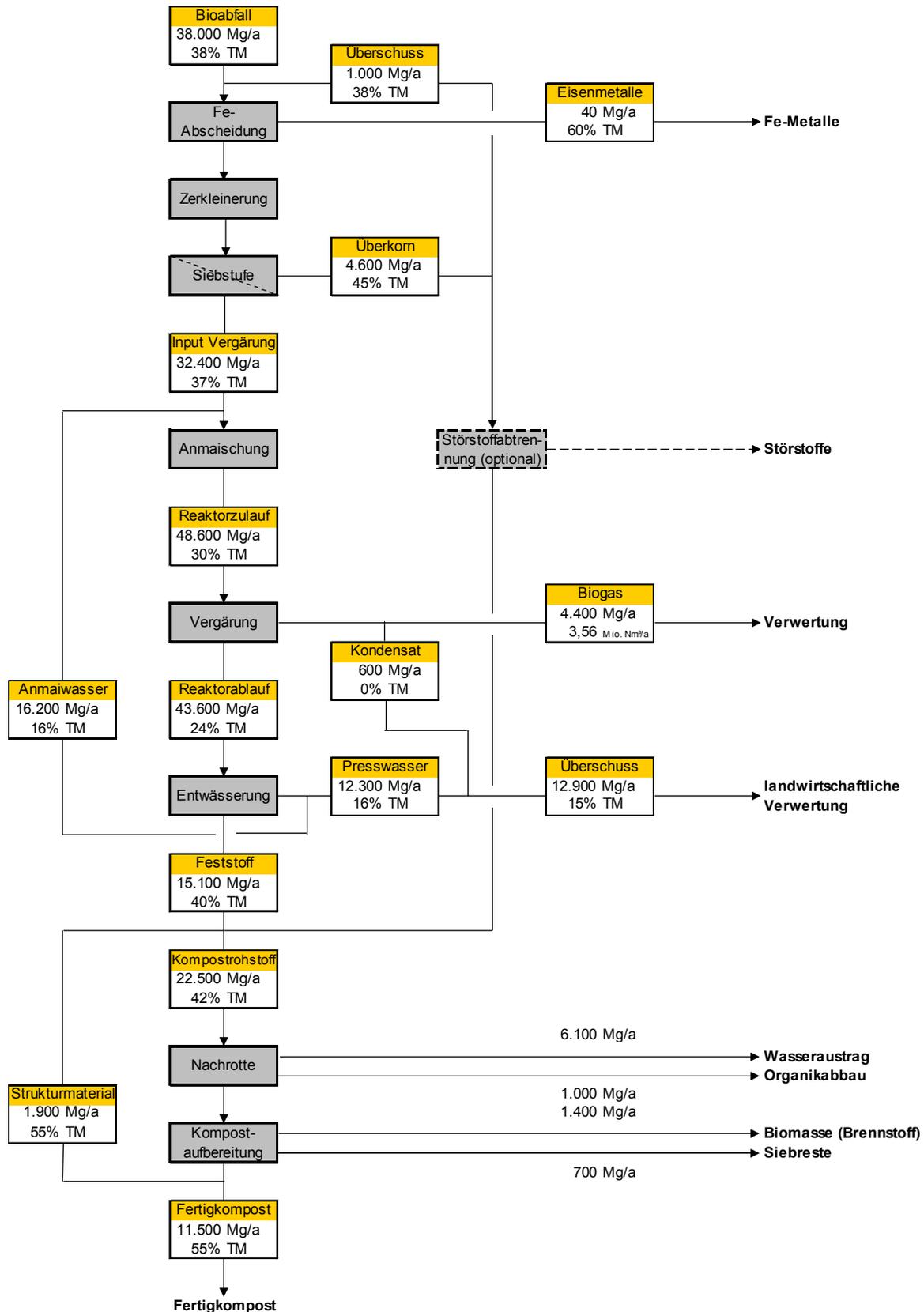
Anhang Abb. 1: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 1)



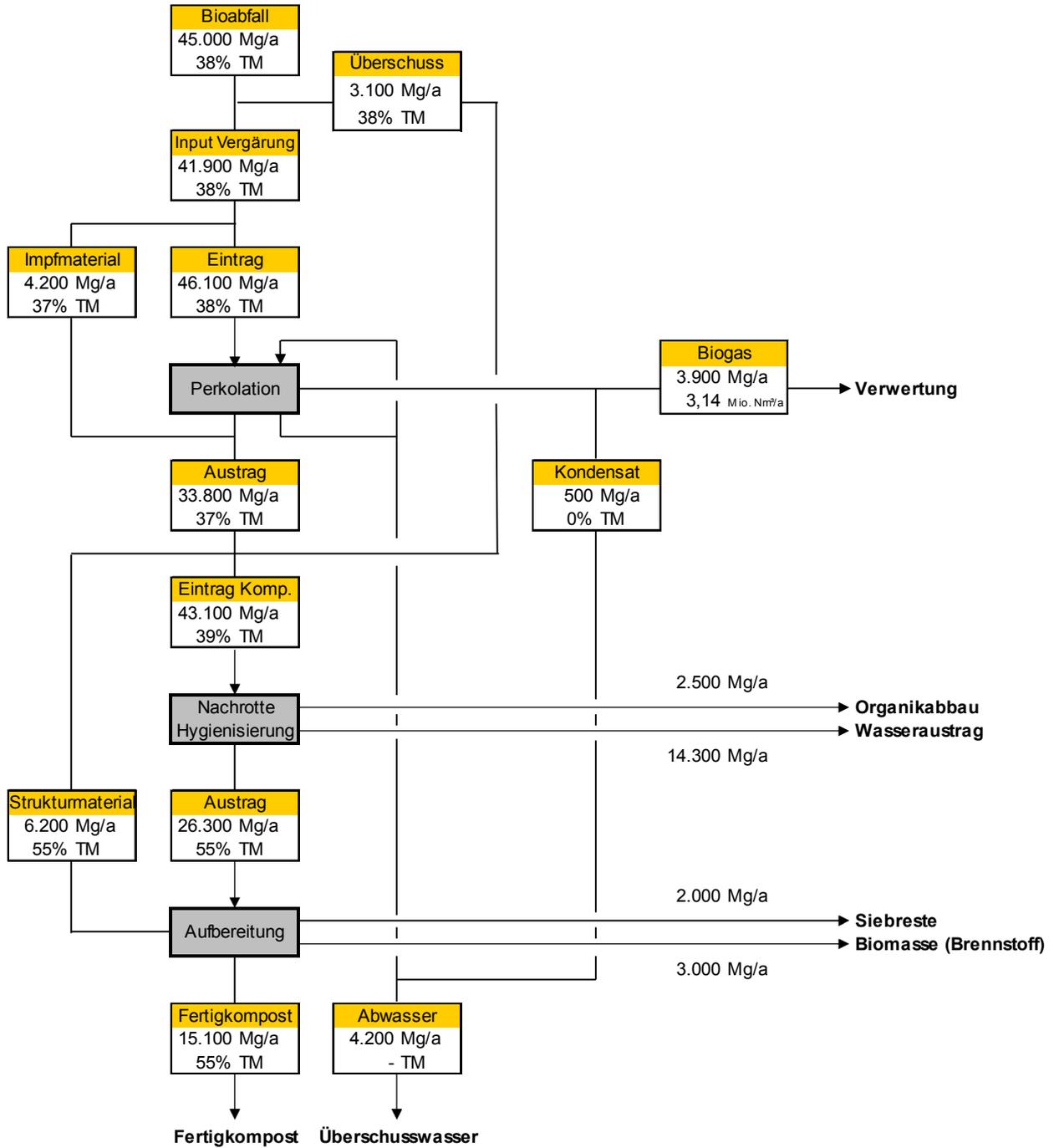
Anhang Abb. 2: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfropfenstromvergärung (Kooperation 1)



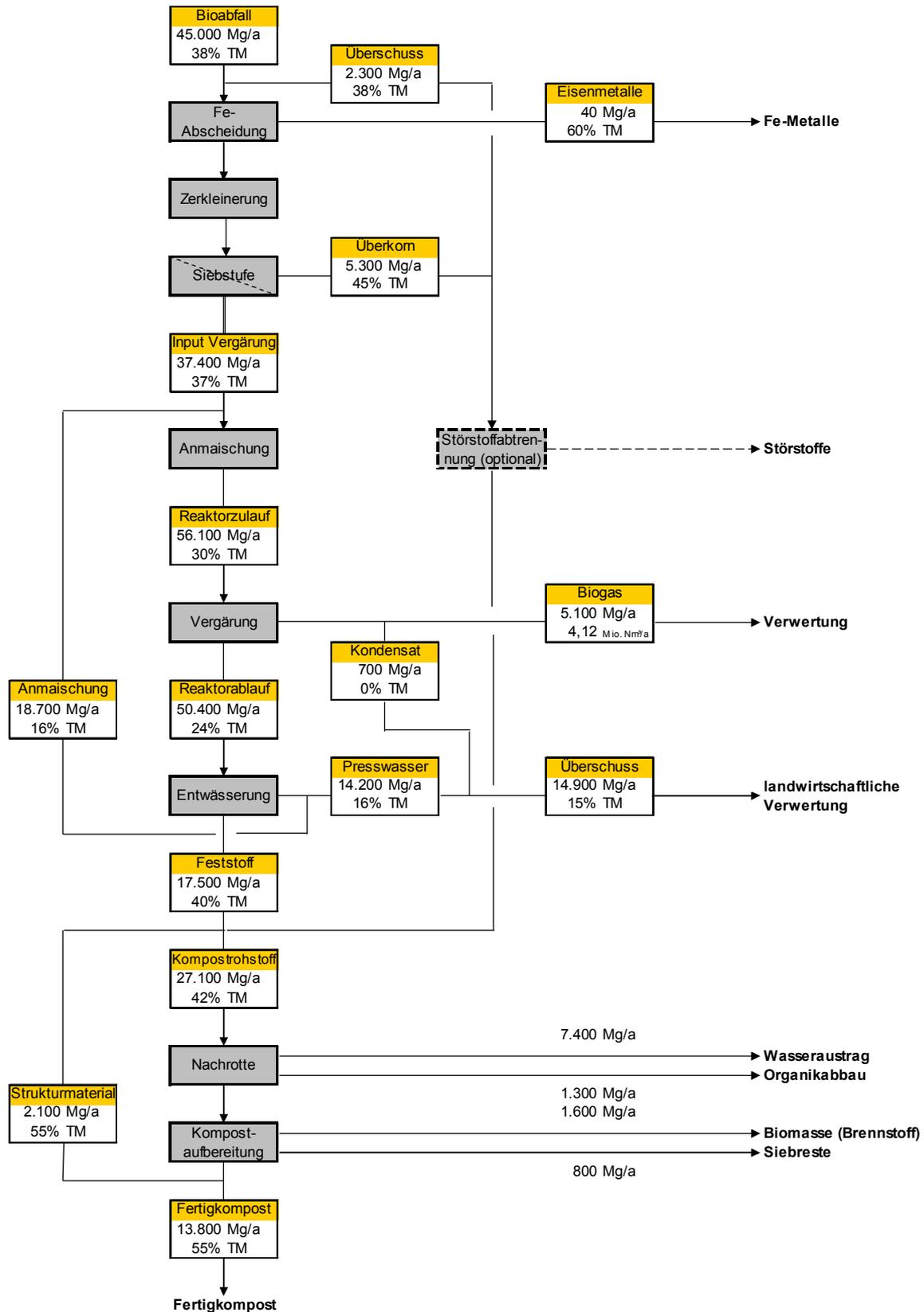
Anhang Abb. 3: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 2)



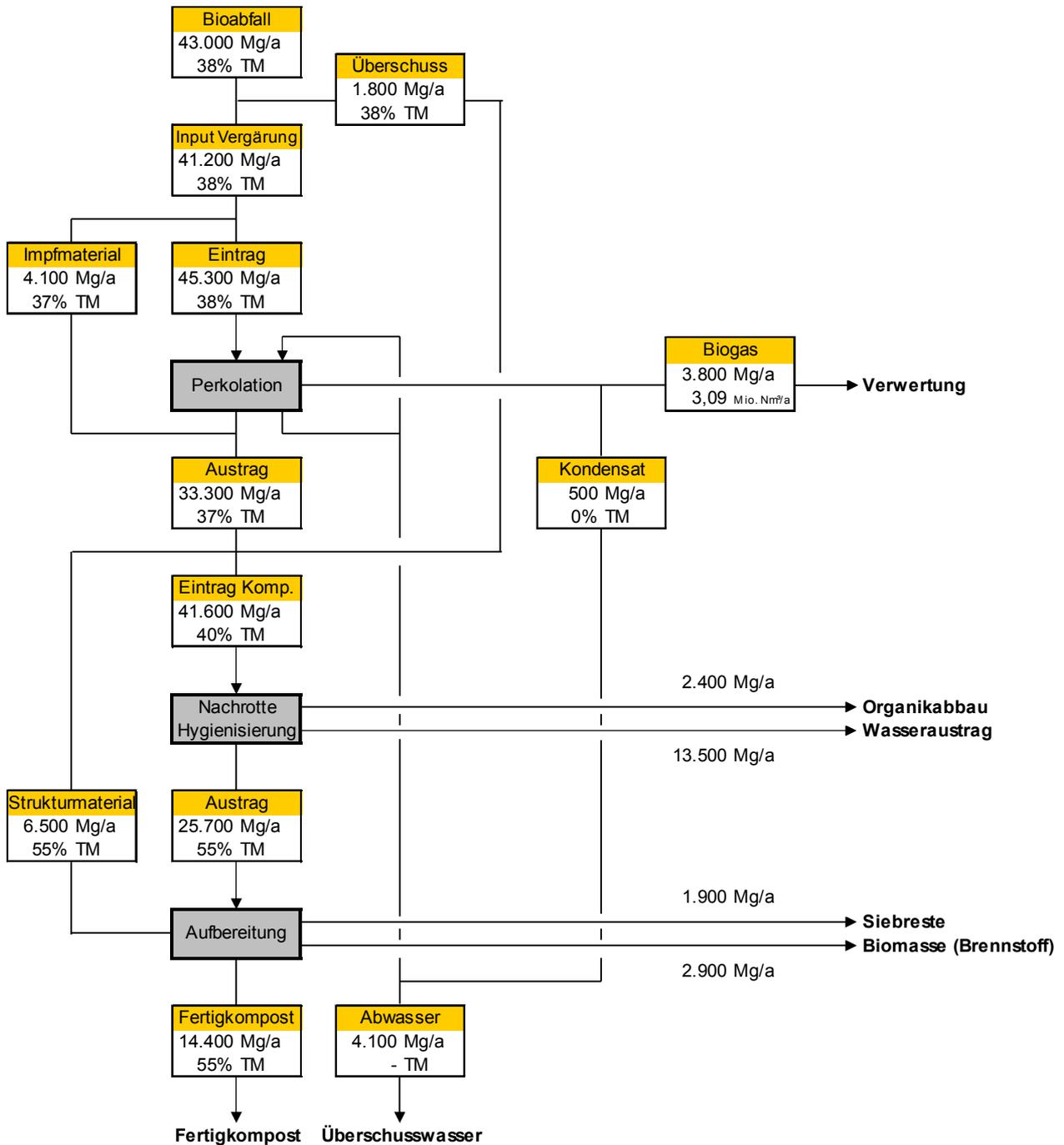
Anhang Abb. 4: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfropfenstromvergärung (Kooperation 2)



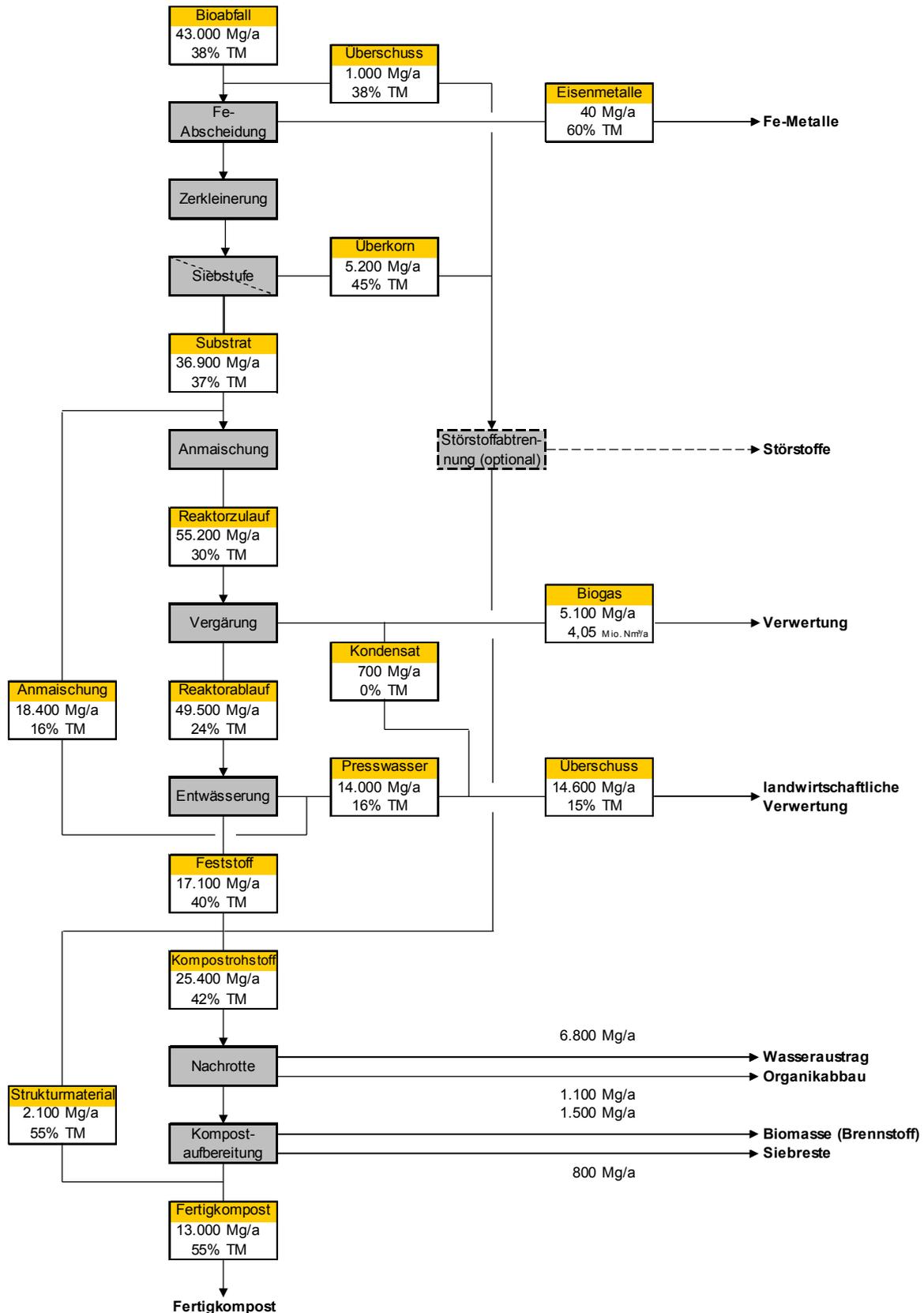
Anhang Abb. 5: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 3)



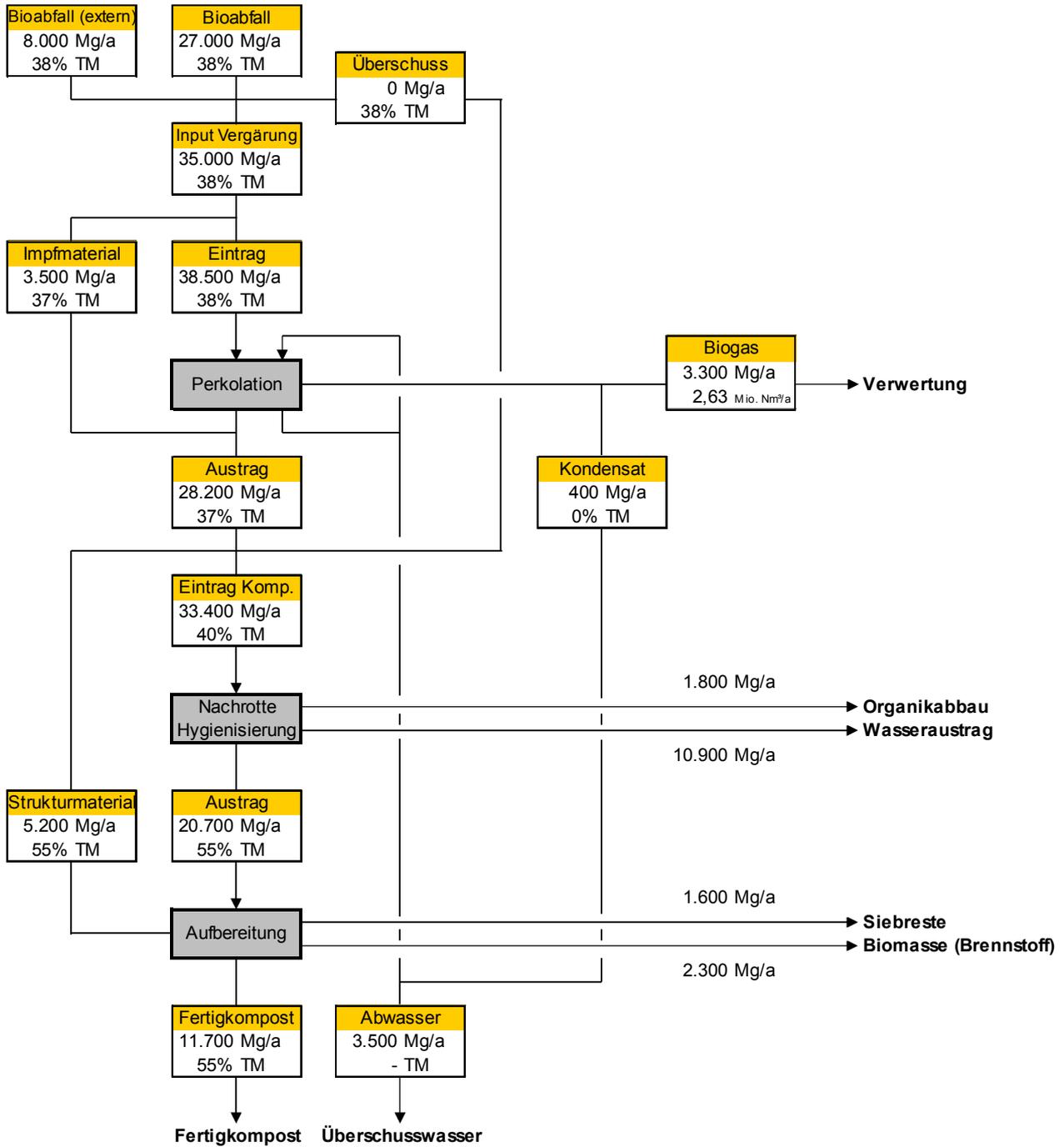
Anhang Abb. 6: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfropfenstromvergärung (Kooperation 3)



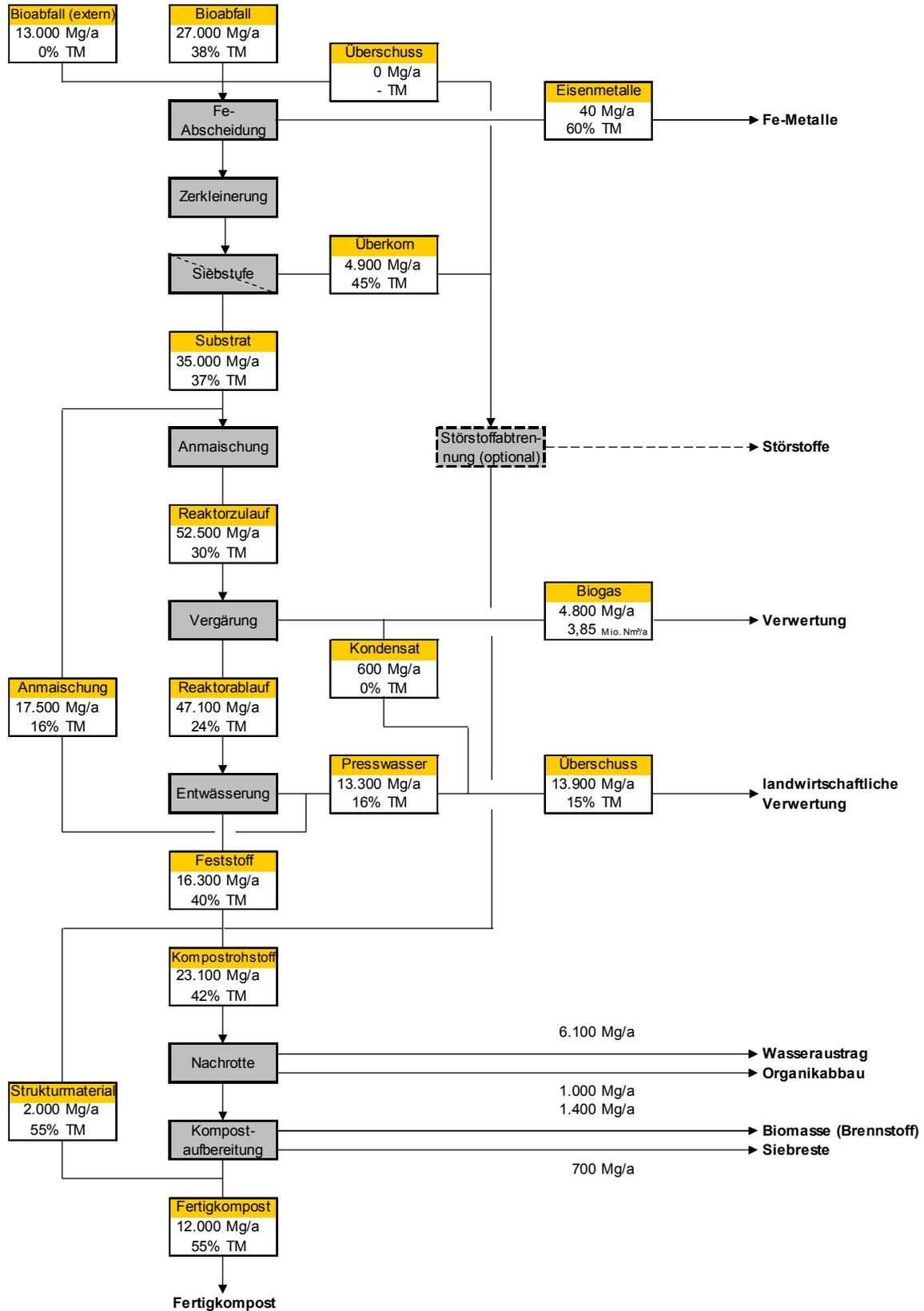
Anhang Abb. 7: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 4)



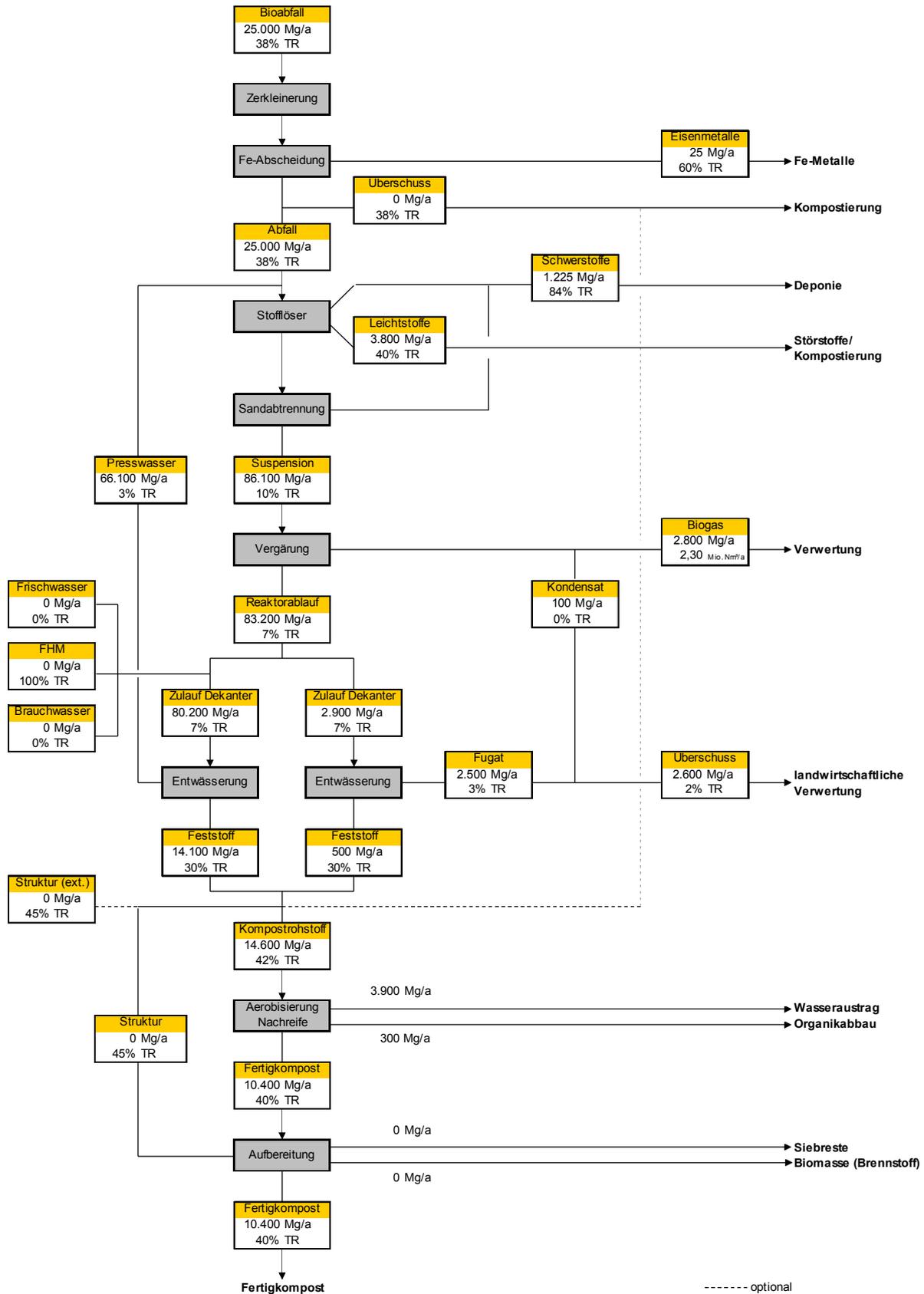
Anhang Abb. 8: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfropfenstromvergärung (Kooperation 4)



Anhang Abb. 9: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Boxenvergärung (Kooperation 5)



Anhang Abb. 10: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Pfpfenstromvergärung (Kooperation 5)



Anhang Abb. 11: approximative Massenbilanz einer Verwertungsanlage mit einer Nassvergärung (Kooperation 6)

14.2 Anhang 2 – Transportkostenschätzung für Kooperation 5

Kooperation			Hlk-Lk-SH-MTK
Gesamtbiogutmenge			4.500 Mg/a
Standort Umladestation			Heegwald
<i>Investitionskosten, netto</i>			
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter			300.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik			130.000 €
mobiles Gerät			0 €
Summe Investitionskosten			430.000 €
<i>Personalkosten:</i>			
Personal Umlade	45 €/h		6.080 €/a
Fahrer			0 €/a
Verwaltung			5.000 €/a
Summe Personalkosten			11.080 €/a
<i>Unterhaltungskosten:</i>			
RWU (Anteil an den Baukosten)	1,0% v. Invest		3.000 €/a
RWU (Anteil M + E-Technik)	4,0% v. Invest		5.200 €/a
RWU (Anteil mobiles Gerät)	7,0% v. Invest		1.500 €/a
Summe Unterhaltungskosten			9.700 €/a
<i>Kapitaldienst:</i>			
	1,80%	20 Jahre	
	1,80%	10 Jahre	
	1,80%	7 Jahre	
Bauteil u. Planungskosten			17.995 €/a
M + E-Technik			14.321 €/a
mobiles Gerät			1.510 €/a
Summe Kapitaldienst			33.826 €/a
<i>Ver- und Entsorgungskosten:</i>			
Diesel	1,09 €/l		2.950 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			2.950 €/a
<i>Transportkosten</i>			
Kosten externes Transportunternehmen			120.922 €/a
Betriebskosten			
Personalkosten			11.080 €/a
Unterhaltungskosten			9.700 €/a
Ver- und Entsorgungskosten			2.950 €/a
Transportkosten			120.922 €/a
Sonstiges			0 €/a
Gesamtaufwendungen			178.477 €/a
Transportkosten [€/Mg]			40 €/Mg

Anhang Abb. 12: Transportkostenschätzung für den Transport des Bioguts von der Deponie Heegwald zu einer Behandlungsanlage Obersontheim (Kooperation 5)

14.3 Anhang 2 – Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen / Anlagenlayout

			Hb-LkHb 31.000 Mg/a (26.900 Mg/a)	Hb-LkHb-Hlk 38.000 Mg/a (36.200 Mg/a)	Hb-LkHb-Hlk-LkSH 45.000 Mg/a (41.900 Mg/a)	Hb-LkHb-NOK 43.000 Mg/a (41.200 Mg/a)	LkSH-Hlk-MTK 35.000 Mg/a (35.000 Mg/a)
Gesamtabfallmenge							
Anlagendurchsatz Vergärung							
Standort			"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	Obersontheim
Investitionskosten, netto							
Grundstückskosten			1.250.000 €	1.540.000 €	1.730.000 €	1.705.000 €	875.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten			1.591.000 €	1.790.000 €	2.027.000 €	1.994.000 €	1.390.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter			8.968.000 €	10.211.000 €	11.819.000 €	11.525.000 €	10.014.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik			4.311.000 €	4.945.000 €	5.631.000 €	5.587.000 €	5.073.000 €
mobiles Gerät			700.000 €	800.000 €	850.000 €	850.000 €	700.000 €
Unvorhergesehenes			841.000 €	964.000 €	1.103.000 €	1.083.000 €	903.000 €
Summe Investitionskosten			17.661.000 €	20.250.000 €	23.160.000 €	22.744.000 €	18.955.000 €
Personalkosten:							
Anlagenleiter		70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a
Facharbeiter, z. B. Elektriker, Mechaniker		55.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a
Vermarktung		55.000 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Verwaltung		50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a
Radladerfahrer, Hilfskraft		40.000 €/a	80.000 €/a	120.000 €/a	160.000 €/a	160.000 €/a	120.000 €/a
Summe Personalkosten			310.000 €/a	350.000 €/a	390.000 €/a	390.000 €/a	350.000 €/a
Unterhaltungskosten:							
RWU (Anteil an den Baukosten)	1,0% v. Invest		114.000 €/a	129.650 €/a	149.490 €/a	146.020 €/a	123.070 €/a
RWU (Anteil M + E-Technik)	4,0% v. Invest		172.440 €/a	197.800 €/a	225.240 €/a	223.480 €/a	202.920 €/a
RWU (Anteil mobiles Gerät)	7,0% v. Invest		49.000 €/a	56.000 €/a	59.500 €/a	59.500 €/a	49.000 €/a
Summe Unterhaltungskosten			335.440 €/a	383.450 €/a	434.230 €/a	429.000 €/a	374.990 €/a
Kapitaldienst:							
	1,80%	20 Jahre	0,05998				
	1,80%	10 Jahre	0,11016				
	1,80%	7 Jahre	0,15333				
Grundstück	1,80%		22.500 €/a	27.720 €/a	31.140 €/a	30.690 €/a	15.750 €/a
Bauteil u. Planungskosten			683.803 €/a	777.676 €/a	896.682 €/a	875.868 €/a	738.207 €/a
M + E-Technik			474.920 €/a	544.765 €/a	620.338 €/a	615.491 €/a	558.866 €/a
mobiles Gerät			107.328 €/a	122.661 €/a	130.327 €/a	130.327 €/a	107.328 €/a
Summe Kapitaldienst			1.266.052 €/a	1.445.102 €/a	1.647.347 €/a	1.621.686 €/a	1.404.402 €/a
Ver- und Entsorgungskosten:							
thermische Energie	0,00 €/kWh		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
elektrische Energie	0,17 €/kWh		183.054 €/a	246.035 €/a	284.698 €/a	280.171 €/a	238.000 €/a
Frischwasser	2,50 €/m³		1.906 €/a	2.000 €/a	2.094 €/a	2.094 €/a	2.000 €/a
Diesel	1,09 €/l		50.798 €/a	62.269 €/a	73.739 €/a	70.462 €/a	57.353 €/a
Entsorgung flüssiger Gärrest	10,00 €/Mg		27.000 €/a	36.000 €/a	42.000 €/a	41.000 €/a	35.000 €/a
Siebreste	70,00 €/Mg		98.000 €/a	119.000 €/a	140.000 €/a	133.000 €/a	112.000 €/a
Störstoffe	70,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Hilfsstoffe (Fette, Öle, Säuren usw.)	pauschal		48.000 €/a	57.000 €/a	73.000 €/a	74.000 €/a	57.000 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			408.758 €/a	522.303 €/a	615.531 €/a	600.727 €/a	501.353 €/a
Umladestation und Abfalltransporte							
Aufwendungen Umlade und Transporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Betriebskosten							
Personalkosten			310.000 €/a	350.000 €/a	390.000 €/a	390.000 €/a	350.000 €/a
Unterhaltungskosten			335.440 €/a	383.450 €/a	434.230 €/a	429.000 €/a	374.990 €/a
Ver- und Entsorgungskosten			408.758 €/a	522.303 €/a	615.531 €/a	600.727 €/a	501.353 €/a
Umladestation und Abfalltransporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Zuzahlung Kompostverwertung	5,00 €/Mg		52.000 €/a	63.500 €/a	75.500 €/a	72.000 €/a	58.500 €/a
Sonstiges			177.000 €/a	203.000 €/a	232.000 €/a	227.000 €/a	190.000 €/a
Erlöse							
Strom			571.573 €/a	747.286 €/a	896.543 €/a	882.286 €/a	722.883 €/a
Brennstofffraktion (Bioabfall)	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Kompost	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Gesamtaufwendungen			2.549.250 €/a	2.967.355 €/a	3.394.608 €/a	3.340.413 €/a	3.057.722 €/a
Erlöse			571.573 €/a	747.286 €/a	896.543 €/a	882.286 €/a	722.883 €/a
Behandlungskosten [€/Mg]			64 €/Mg	58 €/Mg	56 €/Mg	57 €/Mg	67 €/Mg

Legende:

- di: diskontinuierliches Trockenverfahren
- Hb: Abfälle Stadt Heilbronn
- LkHb: Abfälle Landkreis Heilbronn
- Hlk: Abfälle Hohenlohekreis
- MTK: Abfälle Main-Tauber-Kreis
- NOK: Abfälle Neckar-Odenwald-Kreis
- LkSH: Landkreis Schwäbisch-Hall

Anhang Abb. 13: Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Boxenvergärung mit Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)

			Hb-LkHb	Hb-LkHb-Hlk	Hb-LkHb-Hlk-LkSh	Hb-LkHb-NOK	LkSh-Hlk-MTK
Gesamtabfallmenge			31.000 Mg/a	38.000 Mg/a	45.000 Mg/a	43.000 Mg/a	40.000 Mg/a
Anlagendurchsatz Vergärung Standort			(24.100 Mg/a) "grüne Wiese"	(32.400 Mg/a) "grüne Wiese"	(37.400 Mg/a) "grüne Wiese"	(36.900 Mg/a) "grüne Wiese"	(35.000 Mg/a) "Obersontheim"
Investitionskosten, netto							
Grundstückskosten			1.100.000 €	1.340.000 €	1.440.000 €	1.395.000 €	800.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten			1.786.000 €	2.044.000 €	2.306.000 €	2.308.000 €	1.869.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter			9.687.000 €	11.801.000 €	13.766.000 €	13.406.000 €	10.674.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik			5.772.000 €	7.040.000 €	8.091.000 €	8.091.000 €	7.104.000 €
mobiles Gerät			675.000 €	750.000 €	825.000 €	825.000 €	700.000 €
Unvorhergesehenes			951.000 €	1.149.000 €	1.321.000 €	1.301.000 €	1.057.000 €
Summe Investitionskosten			19.971.000 €	24.124.000 €	27.749.000 €	27.326.000 €	22.204.000 €
Personalkosten:							
Anlagenleiter		70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a
Facharbeiter, z. B. Elektriker, Mechaniker		55.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a
Vermarktung		55.000 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Verwaltung		50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a
Radladerfahrer, Hilfskraft		40.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a	120.000 €/a	120.000 €/a	80.000 €/a
Summe Personalkosten			310.000 €/a	310.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltungskosten:							
RWU (Anteil an den Baukosten)	1,0% v. Invest		124.240 €/a	149.940 €/a	173.930 €/a	170.150 €/a	136.000 €/a
RWU (Anteil M + E-Technik)	4,0% v. Invest		230.880 €/a	281.600 €/a	323.640 €/a	323.640 €/a	284.160 €/a
RWU (Anteil mobiles Gerät)	7,0% v. Invest		47.250 €/a	52.500 €/a	57.750 €/a	57.750 €/a	49.000 €/a
Summe Unterhaltungskosten			402.370 €/a	484.040 €/a	555.320 €/a	551.540 €/a	469.160 €/a
Kapitaldienst:							
	1,80%	20 Jahre	0,05998				
	1,80%	10 Jahre	0,11016				
	1,80%	7 Jahre	0,15333				
Grundstück	1,80%		19.800 €/a	24.120 €/a	25.920 €/a	25.110 €/a	14.400 €/a
Bauteil u. Planungskosten			745.225 €/a	899.381 €/a	1.043.280 €/a	1.020.606 €/a	815.765 €/a
M + E-Technik			635.871 €/a	775.560 €/a	891.343 €/a	891.343 €/a	782.611 €/a
mobiles Gerät			103.495 €/a	114.995 €/a	126.494 €/a	126.494 €/a	107.328 €/a
Summe Kapitaldienst			1.484.592 €/a	1.789.936 €/a	2.061.117 €/a	2.038.444 €/a	1.705.704 €/a
Ver- und Entsorgungskosten:							
thermische Energie	0,00 €/kWh		0 €/a				
elektrische Energie	0,17 €/kWh		245.820 €/a	330.480 €/a	381.480 €/a	376.380 €/a	408.000 €/a
Frischwasser	2,50 €/m³		1.906 €/a	1.906 €/a	2.000 €/a	2.000 €/a	1.906 €/a
Diesel	1,09 €/l		33.866 €/a	41.513 €/a	49.160 €/a	46.975 €/a	43.697 €/a
Entsorgung flüssiger Gärrest	10,00 €/Mg		96.000 €/a	129.000 €/a	149.000 €/a	146.000 €/a	139.000 €/a
Eisenmetalle	30,00 €/Mg		900 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a
Siebreste	70,00 €/Mg		42.000 €/a	49.000 €/a	56.000 €/a	56.000 €/a	49.000 €/a
Störstoffe	70,00 €/Mg		0 €/a				
Hilfsstoffe (Fette, Öle, Säuren usw.)	pauschal		48.000 €/a	57.000 €/a	73.000 €/a	74.000 €/a	57.000 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			468.492 €/a	610.099 €/a	711.840 €/a	702.555 €/a	699.804 €/a
Umladestation und Abfalltransporte							
Aufwendungen Umlade und Transporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Betriebskosten							
Personalkosten			310.000 €/a	310.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltungskosten			402.370 €/a	484.040 €/a	555.320 €/a	551.540 €/a	469.160 €/a
Ver- und Entsorgungskosten			468.492 €/a	610.099 €/a	711.840 €/a	702.555 €/a	699.804 €/a
Umladestation und Abfalltransporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Zuzahlung Kompostverwertung	5,00 €/Mg		48.500 €/a	57.500 €/a	69.000 €/a	65.000 €/a	60.000 €/a
Sonstiges			200.000 €/a	241.000 €/a	277.000 €/a	273.000 €/a	222.000 €/a
Erlöse							
Strom			729.200 €/a	1.009.334 €/a	1.179.506 €/a	1.159.409 €/a	1.066.919 €/a
Brennstofffraktion (Bioabfall)	0,00 €/Mg		0 €/a				
Kompost	0,00 €/Mg		0 €/a				
Gesamtaufwendungen			2.913.954 €/a	3.492.575 €/a	4.024.277 €/a	3.980.538 €/a	3.645.145 €/a
Erlöse			729.200 €/a	1.009.334 €/a	1.179.506 €/a	1.159.409 €/a	1.066.919 €/a
Behandlungskosten [€/Mg]			70 €/Mg	65 €/Mg	63 €/Mg	66 €/Mg	64 €/Mg

Legende:

ko: kontinuierliches Trockenverfahren
Hb: Abfälle Stadt Heilbronn
LkHb: Abfälle Landkreis Heilbronn
Hlk: Abfälle Hohenlohekreis
MTK: Abfälle Main-Tauber-Kreis
NOK: Abfälle Neckar-Odenwald-Kreis
LkSh: Landkreis Schwäbisch-Hall

Anhang Abb. 14: Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Pfpfenstromvergärung mit Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)

Gesamtabfallmenge Anlagendurchsatz Vergärung Standort			MTK-NOK 25.000 Mg/a (25.000 Mg/a) "grüne Wiese"
<i>Investitionskosten, netto</i> Grundstückskosten Planungskosten, Erschließung, Gutachten Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter Maschinen- und Elektrotechnik mobiles Gerät Unvorhergesehenes			980.000 € 1.347.000 € 7.854.000 € 5.965.000 € 650.000 € 840.000 €
Summe Investitionskosten			17.636.000 €
<i>Personalkosten:</i> Anlagenleiter Facharbeiter, z. B. Elektriker, Mechaniker Vermarktung Verwaltung Radladerfahrer, Hilfskraft		70.000 €/a 55.000 €/a 55.000 €/a 50.000 €/a 40.000 €/a	70.000 €/a 55.000 €/a 0 €/a 50.000 €/a 80.000 €/a
Summe Personalkosten			255.000 €/a
<i>Unterhaltungskosten:</i> RWU (Anteil an den Baukosten) RWU (Anteil M + E-Technik) RWU (Anteil mobiles Gerät)	1,0% v. Invest 4,0% v. Invest 7,0% v. Invest		100.410 €/a 238.600 €/a 45.500 €/a
Summe Unterhaltungskosten			384.510 €/a
<i>Kapitaldienst:</i> Grundstück Bauteil u. Planungskosten M + E-Technik mobiles Gerät	1,80% 1,80% 1,80% 1,80%	20 Jahre 10 Jahre 7 Jahre	0,05998 0,11016 0,15333 17.640 €/a 602.287 €/a 657.133 €/a 99.662 €/a
Summe Kapitaldienst			1.359.082 €/a
<i>Ver- und Entsorgungskosten:</i> thermische Energie elektrische Energie Frischwasser Diesel Entsorgung flüssiger Gärrest Schwerstoffe Leichtstoffe Siebreste Hilfsstoffe	0,00 €/kWh 0,17 €/kWh 2,50 €/m³ 1,09 €/l 10,00 €/Mg 50,00 €/Mg 45,00 €/Mg 70,00 €/Mg pauschal		0 €/a 255.000 €/a 1.813 €/a 20.483 €/a 26.000 €/a 61.250 €/a 171.000 €/a 0 €/a 40.000 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			575.546 €/a
<i>Umladestation und Abfalltransporte</i> Aufwendungen Umlade und Transporte			0 €/a
Betriebskosten Personalkosten Unterhaltungskosten Ver- und Entsorgungskosten Umladestation und Abfalltransporte Zuzahlung Kompostverwertung Sonstiges		5,00 €/Mg	255.000 €/a 384.510 €/a 575.546 €/a 0 €/a 52.000 €/a 176.000 €/a
Erlöse Strom Brennstofffraktion (Bioabfall) Kompost		0,00 €/Mg 0,00 €/Mg	658.689 €/a 0 €/a 0 €/a
Gesamtaufwendungen			2.802.137 €/a
Erlöse			658.689 €/a
Behandlungskosten [€/Mg]			86 €/Mg

Legende:

ko: kontinuierliches Trockenverfahren
Hb: Abfälle Stadt Heilbronn
LkHb: Abfälle Landkreis Heilbronn
Hk: Abfälle Hohenlohekreis
MTK: Abfälle Main-Tauber-Kreis
NOK: Abfälle Neckar-Odenwald-Kreis
LkSH: Landkreis Schwäbisch-Hall

Anhang Abb. 15: Investitions- und Betriebskostenschätzung für eine Nassvergärungsanlage (Kooperation 6)

			Hb-LkHb 31.000 Mg/a (26.900 Mg/a)	Hb-LkHb-Hlk 38.000 Mg/a (36.200 Mg/a)	Hb-LkHb-Hlk-LkSH 45.000 Mg/a (41.900 Mg/a)	Hb-LkHb-NOK 43.000 Mg/a (41.200 Mg/a)	LkSH-Hlk-MTK 35.000 Mg/a (35.000 Mg/a)
Gesamtabfallmenge			"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	"grüne Wiese"	Obersontheim
Anlagendurchsatz Vergärung Standort							
Investitionskosten, netto							
Grundstückskosten			720.000 €	890.000 €	1.040.000 €	1.015.000 €	485.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten			1.125.000 €	1.293.000 €	1.475.000 €	1.455.000 €	1.211.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter			5.396.000 €	6.094.000 €	6.943.000 €	6.883.000 €	5.824.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik			4.311.000 €	4.945.000 €	5.631.000 €	5.587.000 €	5.073.000 €
mobiles Gerät			350.000 €	400.000 €	450.000 €	450.000 €	350.000 €
Unvorhergesehenes			595.000 €	681.000 €	777.000 €	769.000 €	647.000 €
Summe Investitionskosten			12.497.000 €	14.303.000 €	16.316.000 €	16.159.000 €	13.590.000 €
Personalkosten:							
Anlagenleiter		70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a
Facharbeiter, z. B. Elektriker, Mechaniker		55.000 €/a	55.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a
Vermarktung		55.000 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Verwaltung		50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a
Radladerfahrer, Hilfskraft		40.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a	120.000 €/a	120.000 €/a	80.000 €/a
Summe Personalkosten			255.000 €/a	310.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltungskosten:							
RWU (Anteil an den Baukosten)	1,0% v. Invest		71.160 €/a	80.680 €/a	91.950 €/a	91.070 €/a	76.820 €/a
RWU (Anteil M + E-Technik)	4,0% v. Invest		172.440 €/a	197.800 €/a	225.240 €/a	223.480 €/a	202.920 €/a
RWU (Anteil mobiles Gerät)	7,0% v. Invest		24.500 €/a	28.000 €/a	31.500 €/a	31.500 €/a	24.500 €/a
Summe Unterhaltungskosten			268.100 €/a	306.480 €/a	348.690 €/a	346.050 €/a	304.240 €/a
Kapitaldienst:							
	1,80%	20 Jahre	0,05998				
	1,80%	10 Jahre	0,11016				
	1,80%	7 Jahre	0,15333				
Grundstück	1,80%		12.960 €/a	16.020 €/a	18.720 €/a	18.270 €/a	8.730 €/a
Bauteil u. Planungskosten			426.837 €/a	483.941 €/a	551.541 €/a	546.263 €/a	460.787 €/a
M + E-Technik			474.920 €/a	544.765 €/a	620.338 €/a	615.491 €/a	558.866 €/a
mobiles Gerät			53.664 €/a	61.331 €/a	68.997 €/a	68.997 €/a	53.664 €/a
Summe Kapitaldienst			955.422 €/a	1.090.036 €/a	1.240.876 €/a	1.230.750 €/a	1.073.317 €/a
Ver- und Entsorgungskosten:							
thermische Energie	0,00 €/kWh		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
elektrische Energie	0,17 €/kWh		137.290 €/a	184.526 €/a	213.523 €/a	210.128 €/a	178.500 €/a
Frischwasser	2,50 €/m³		1.719 €/a	1.813 €/a	1.906 €/a	1.906 €/a	1.813 €/a
Diesel	1,09 €/l		33.866 €/a	41.513 €/a	49.160 €/a	46.975 €/a	38.235 €/a
Entsorgung flüssiger Gärrest	10,00 €/Mg		27.000 €/a	36.000 €/a	42.000 €/a	41.000 €/a	35.000 €/a
Siebreste	70,00 €/Mg		98.000 €/a	119.000 €/a	126.000 €/a	133.000 €/a	112.000 €/a
Störstoffe	70,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Hilfsstoffe (Fette, Öle, Säuren usw.)	pauschal		48.000 €/a	57.000 €/a	73.000 €/a	74.000 €/a	15.000 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			345.875 €/a	439.851 €/a	505.589 €/a	507.009 €/a	380.548 €/a
Umladestation und Abfalltransporte							
Aufwendungen Umlade und Transporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Betriebskosten							
Personalkosten			255.000 €/a	310.000 €/a	350.000 €/a	350.000 €/a	310.000 €/a
Unterhaltungskosten			268.100 €/a	306.480 €/a	348.690 €/a	346.050 €/a	304.240 €/a
Ver- und Entsorgungskosten			345.875 €/a	439.851 €/a	505.589 €/a	507.009 €/a	380.548 €/a
Umladestation und Abfalltransporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Zuzahlung Kompostverwertung	5,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Sonstiges			125.000 €/a	143.000 €/a	163.000 €/a	162.000 €/a	136.000 €/a
Erlöse							
Strom			571.573 €/a	747.286 €/a	896.543 €/a	882.286 €/a	722.883 €/a
Brennstofffraktion (Bioabfall)	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Kompost	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Gesamtaufwendungen			1.949.396 €/a	2.289.367 €/a	2.608.155 €/a	2.595.809 €/a	2.382.583 €/a
Erlöse			571.573 €/a	747.286 €/a	896.543 €/a	882.286 €/a	722.883 €/a
Behandlungskosten [€/Mg]			44 €/Mg	41 €/Mg	38 €/Mg	40 €/Mg	47 €/Mg

Legende:

- di: diskontinuierliches Trockenverfahren
- Hb: Abfälle Stadt Heilbronn
- LkHb: Abfälle Landkreis Heilbronn
- Hlk: Abfälle Hohenlohekreis
- MTK: Abfälle Main-Tauber-Kreis
- NOK: Abfälle Neckar-Odenwald-Kreis
- LkSH: Landkreis Schwäbisch-Hall

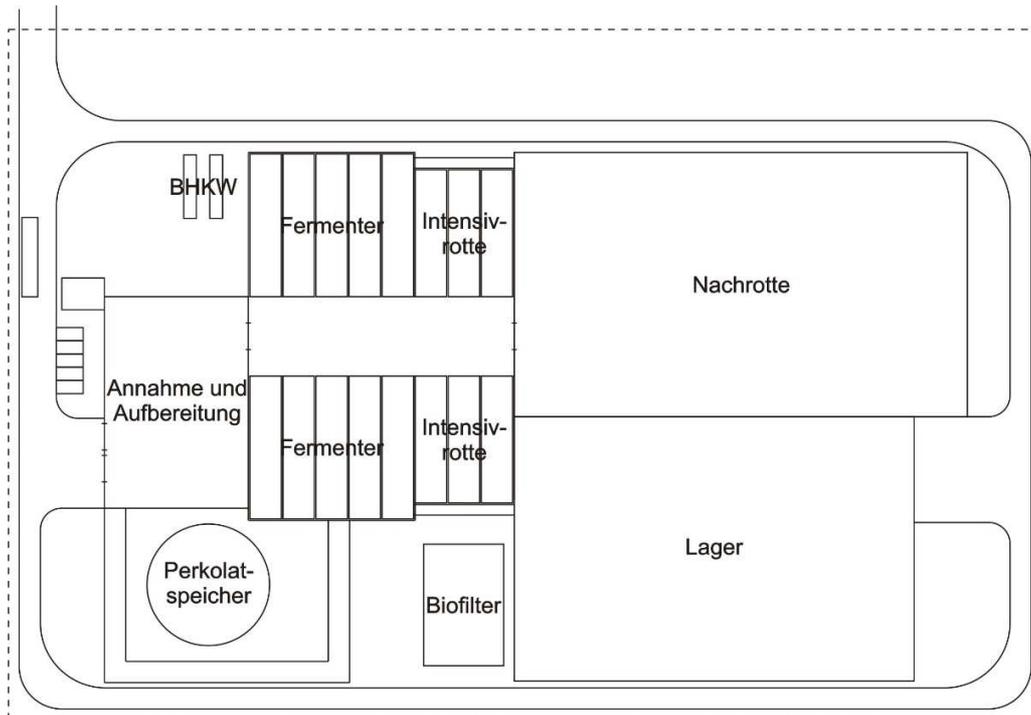
Anhang Abb. 16: Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Boxenvergärung ohne Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)

			Hb-LkHb 31.000 Mg/a (24.100 Mg/a) "grüne Wiese"	Hb-LkHb-HlK 38.000 Mg/a (32.400 Mg/a) "grüne Wiese"	Hb-LkHb-HlK-LkSH 45.000 Mg/a (37.400 Mg/a) "grüne Wiese"	Hb-LkHb-NOK 43.000 Mg/a (36.900 Mg/a) "grüne Wiese"	LkSH-HlK-MTK 40.000 Mg/a (35.000 Mg/a) Obersontheim
Gesamtabfallmenge							
Anlagendurchsatz Vergärung Standort							
Investitionskosten, netto							
Grundstückskosten			775.000 €	885.000 €	985.000 €	1.050.000 €	460.000 €
Planungskosten, Erschließung, Gutachten			1.437.000 €	1.639.000 €	1.864.000 €	1.948.000 €	1.485.000 €
Bauteil, Hallen, Tiefbau, Behälter			7.290.000 €	9.000.000 €	10.459.000 €	10.459.000 €	7.723.000 €
Maschinen- und Elektrotechnik			5.772.000 €	7.040.000 €	8.091.000 €	8.091.000 €	6.992.000 €
mobiles Gerät			350.000 €	400.000 €	450.000 €	450.000 €	350.000 €
Unvorhergesehenes			781.000 €	948.000 €	1.092.000 €	1.100.000 €	850.000 €
Summe Investitionskosten			16.405.000 €	19.912.000 €	22.941.000 €	23.098.000 €	17.860.000 €
Personalkosten:							
Anlagenleiter		70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a	70.000 €/a
Facharbeiter, z. B. Elektriker, Mechaniker		55.000 €/a	55.000 €/a	55.000 €/a	110.000 €/a	110.000 €/a	55.000 €/a
Vermarktung		55.000 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Verwaltung		50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a	50.000 €/a
Radladerfahrer, Hilfskraft		40.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a	80.000 €/a
Summe Personalkosten			255.000 €/a	255.000 €/a	310.000 €/a	310.000 €/a	255.000 €/a
Unterhaltungskosten:							
RWU (Anteil an den Baukosten)	1,0% v. Invest		95.080 €/a	115.870 €/a	134.150 €/a	135.070 €/a	100.580 €/a
RWU (Anteil M + E-Technik)	4,0% v. Invest		230.880 €/a	281.600 €/a	323.640 €/a	323.640 €/a	279.680 €/a
RWU (Anteil mobiles Gerät)	7,0% v. Invest		24.500 €/a	28.000 €/a	31.500 €/a	31.500 €/a	24.500 €/a
Summe Unterhaltungskosten			350.460 €/a	425.470 €/a	489.290 €/a	490.210 €/a	404.760 €/a
Kapitaldienst:							
	1,80%	20 Jahre	0,05998				
	1,80%	10 Jahre	0,11016				
	1,80%	7 Jahre	0,15333				
Grundstück	1,80%		13.950 €/a	15.930 €/a	17.730 €/a	18.900 €/a	8.280 €/a
Bauteil u. Planungskosten			570.316 €/a	695.020 €/a	804.668 €/a	810.187 €/a	603.306 €/a
M + E-Technik			635.871 €/a	775.560 €/a	891.343 €/a	891.343 €/a	770.272 €/a
mobiles Gerät			53.664 €/a	61.331 €/a	68.997 €/a	68.997 €/a	53.664 €/a
Summe Kapitaldienst			1.259.851 €/a	1.531.910 €/a	1.765.008 €/a	1.770.527 €/a	1.427.243 €/a
Ver- und Entsorgungskosten:							
thermische Energie	0,00 €/kWh		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
elektrische Energie	0,17 €/kWh		245.820 €/a	330.480 €/a	381.480 €/a	376.380 €/a	357.000 €/a
Frischwasser	2,50 €/m³		1.719 €/a	1.719 €/a	1.813 €/a	1.813 €/a	1.719 €/a
Diesel	1,09 €/l		16.933 €/a	20.756 €/a	24.580 €/a	23.487 €/a	21.794 €/a
Entsorgung flüssiger Gärrest	10,00 €/Mg		96.000 €/a	129.000 €/a	149.000 €/a	146.000 €/a	139.000 €/a
Eisenmetalle	30,00 €/Mg		900 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a	1.200 €/a
Siebreste	70,00 €/Mg		42.000 €/a	49.000 €/a	56.000 €/a	56.000 €/a	49.000 €/a
Störstoffe	70,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Hilfsstoffe	pauschal		48.000 €/a	57.000 €/a	73.000 €/a	74.000 €/a	15.000 €/a
Summe Ver- und Entsorgungskosten			451.372 €/a	589.155 €/a	687.072 €/a	678.880 €/a	584.713 €/a
Umladestation und Abfalltransporte							
Aufwendungen Umlade und Transporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Betriebskosten							
Personalkosten			255.000 €/a	255.000 €/a	310.000 €/a	310.000 €/a	255.000 €/a
Unterhaltungskosten			350.460 €/a	425.470 €/a	489.290 €/a	490.210 €/a	404.760 €/a
Ver- und Entsorgungskosten			451.372 €/a	589.155 €/a	687.072 €/a	678.880 €/a	584.713 €/a
Umladestation und Abfalltransporte			0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	178.477 €/a
Zuzahlung Kompostverwertung	5,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Sonstiges			164.000 €/a	199.000 €/a	229.000 €/a	231.000 €/a	179.000 €/a
Erlöse							
Strom			729.200 €/a	1.009.334 €/a	1.179.506 €/a	1.159.409 €/a	1.066.919 €/a
Brennstofffraktion (Bioabfall)	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Kompost	0,00 €/Mg		0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Gesamtaufwendungen			2.480.683 €/a	3.000.535 €/a	3.480.371 €/a	3.480.617 €/a	3.029.193 €/a
Erlöse			729.200 €/a	1.009.334 €/a	1.179.506 €/a	1.159.409 €/a	1.066.919 €/a
Behandlungskosten [€/Mg]			56 €/Mg	52 €/Mg	51 €/Mg	54 €/Mg	49 €/Mg

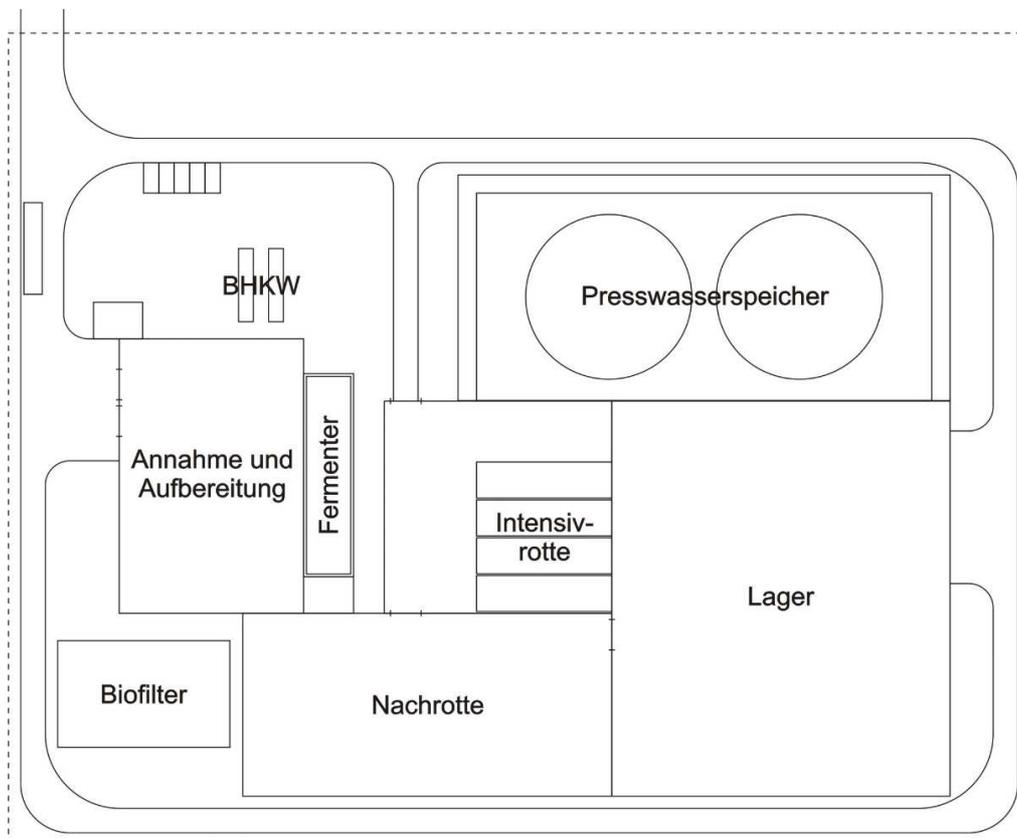
Legende:

ko: kontinuierliches Trockenverfahren
Hb: Abfälle Stadt Heilbronn
LkHb: Abfälle Landkreis Heilbronn
HlK: Abfälle Hohenlohekreis
MTK: Abfälle Main-Tauber-Kreis
NOK: Abfälle Neckar-Odenwald-Kreis
LkSH: Landkreis Schwäbisch-Hall

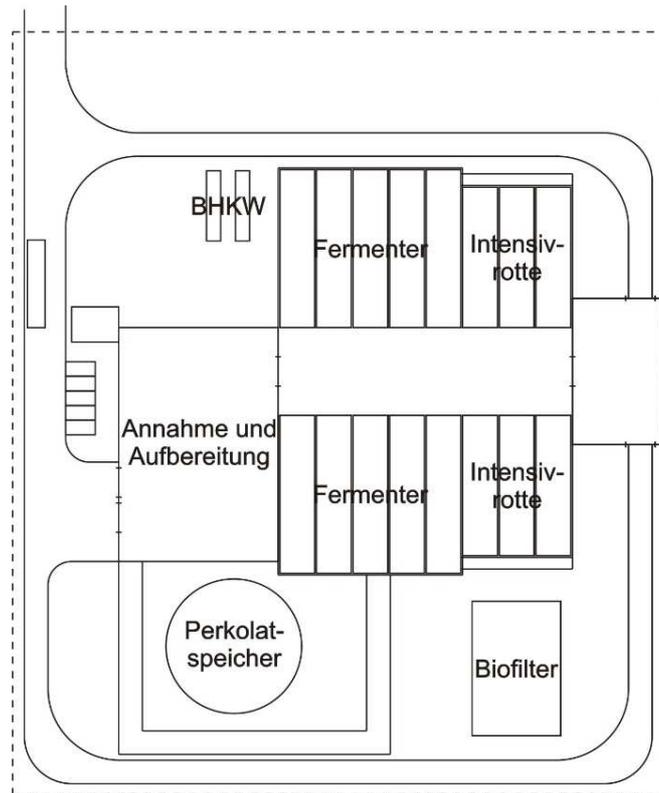
Anhang Abb. 17: Investitions- und Betriebskostenschätzung für Anlagen mit Pfropfenstromvergärung ohne Nachrotte (Kooperation 1 bis 5)



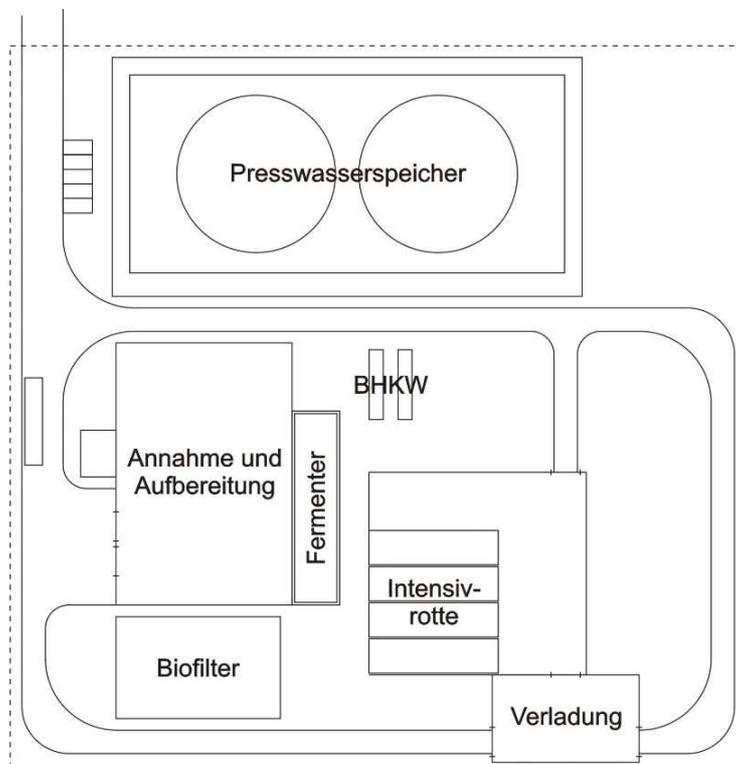
Anhang Abb. 18: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 1)



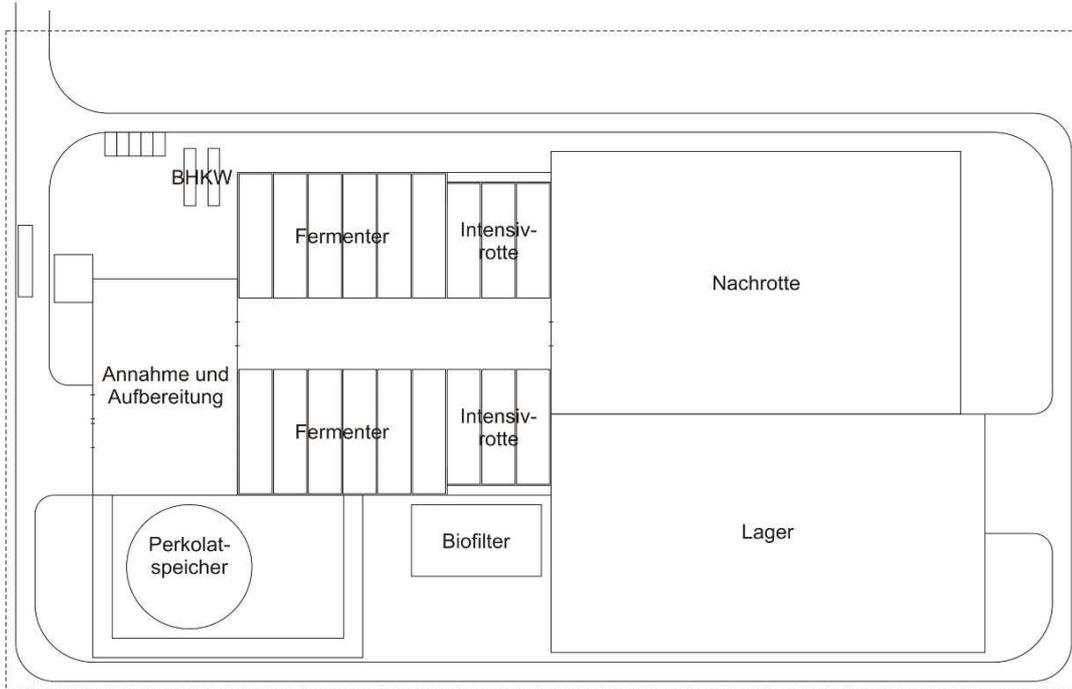
Anhang Abb. 19: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 1)



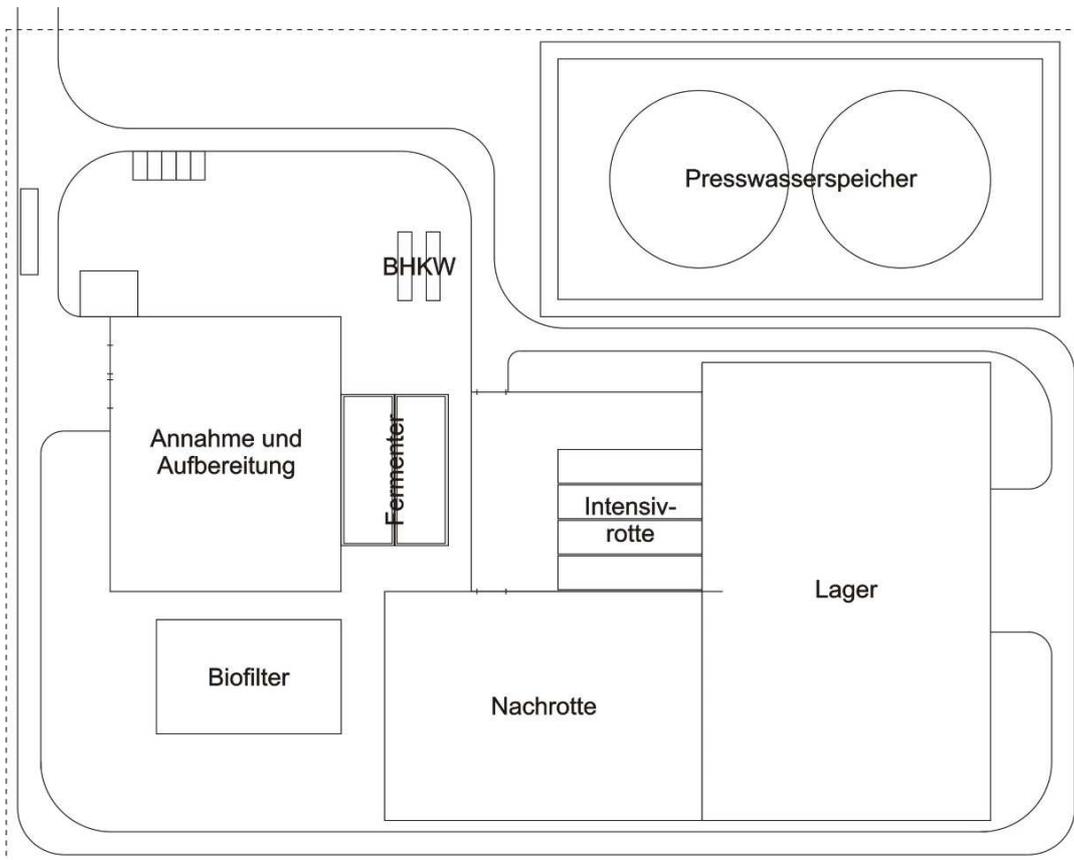
Anhang Abb. 20: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 1)



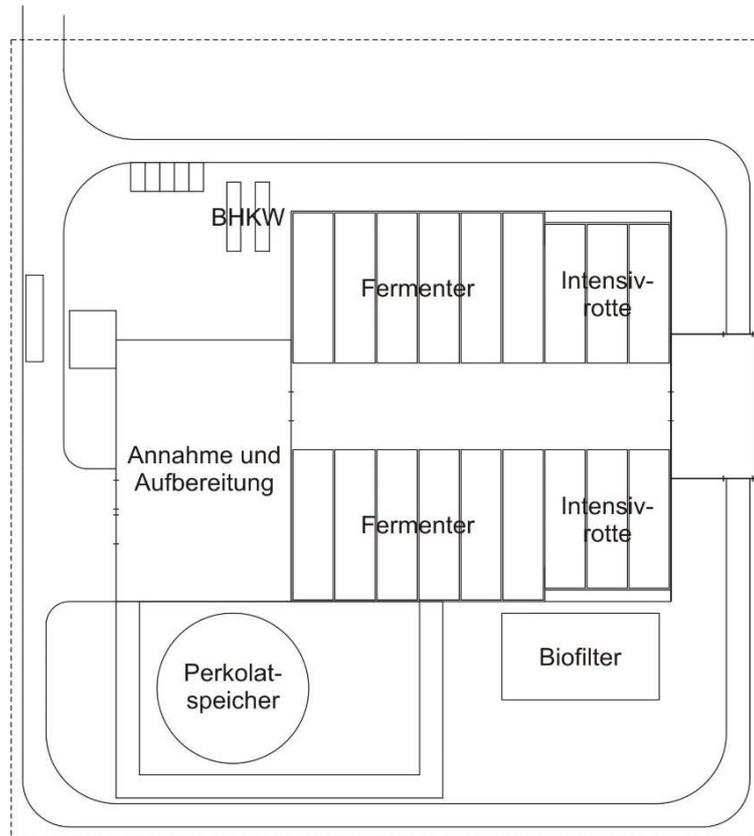
Anhang Abb. 21: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 1)



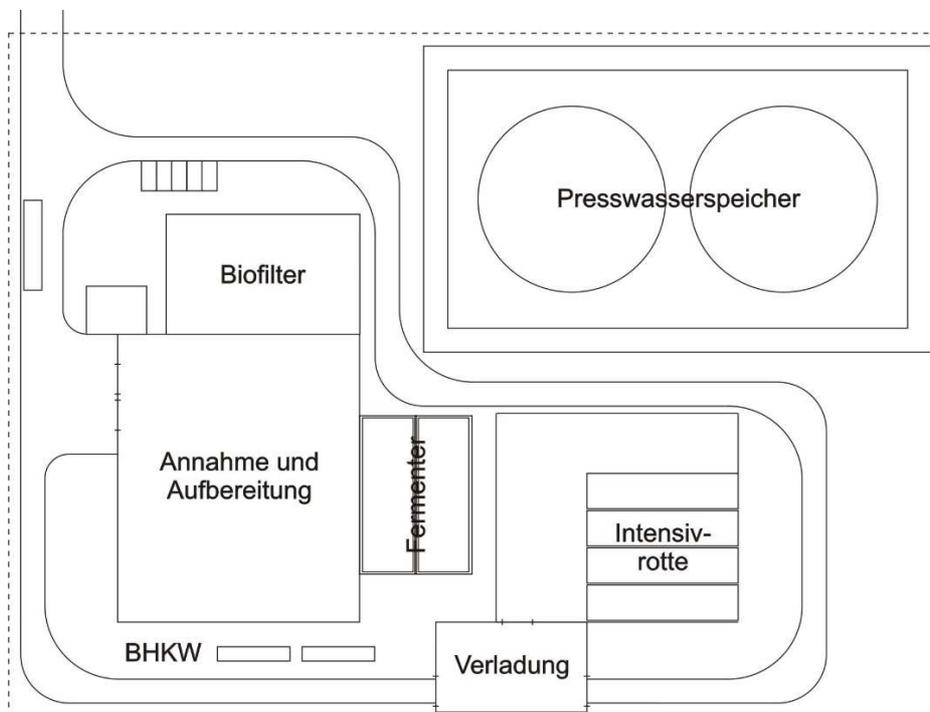
Anhang Abb. 22: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 2)



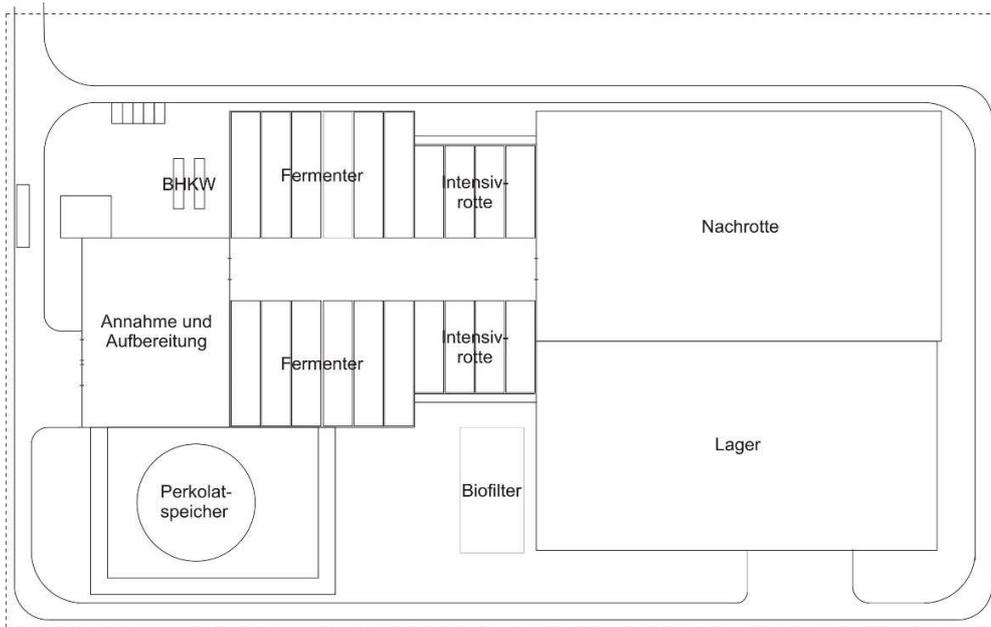
Anhang Abb. 23: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 2)



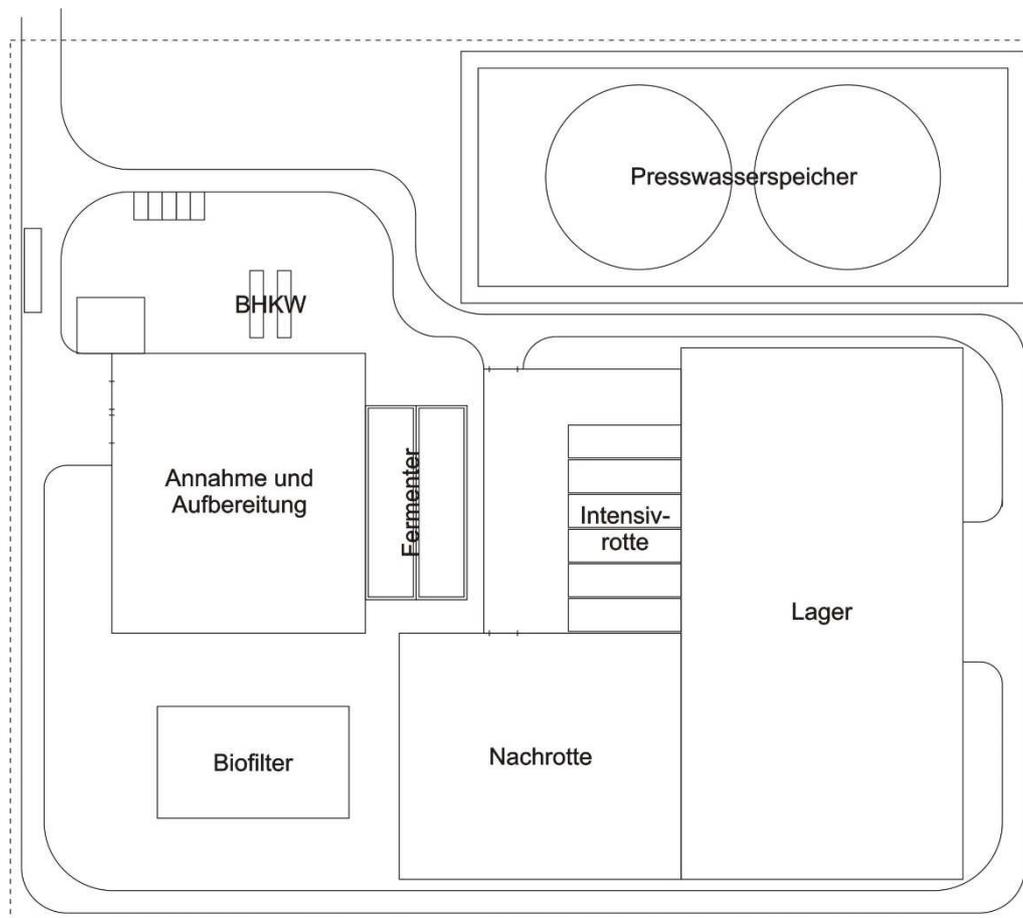
Anhang Abb. 24: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 2)



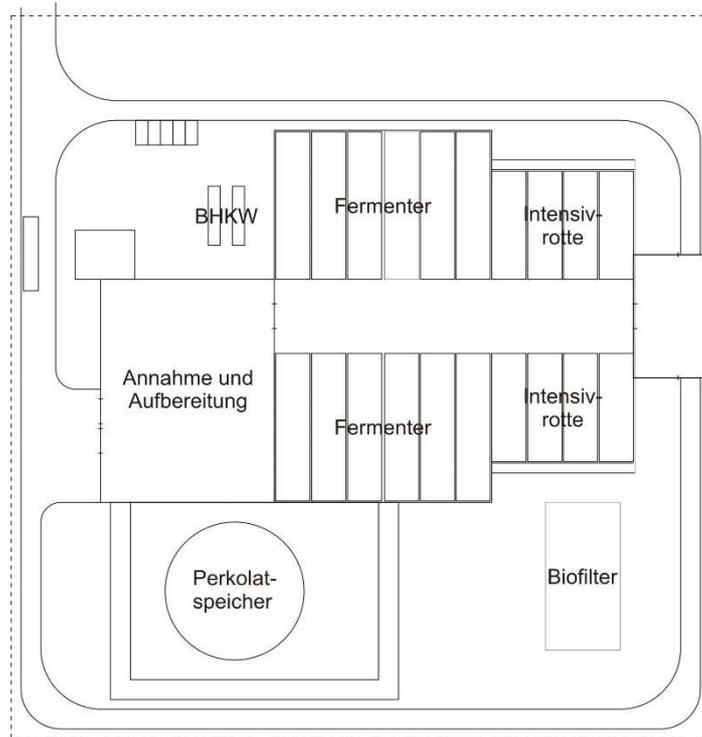
Anhang Abb. 25: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfropfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 2)



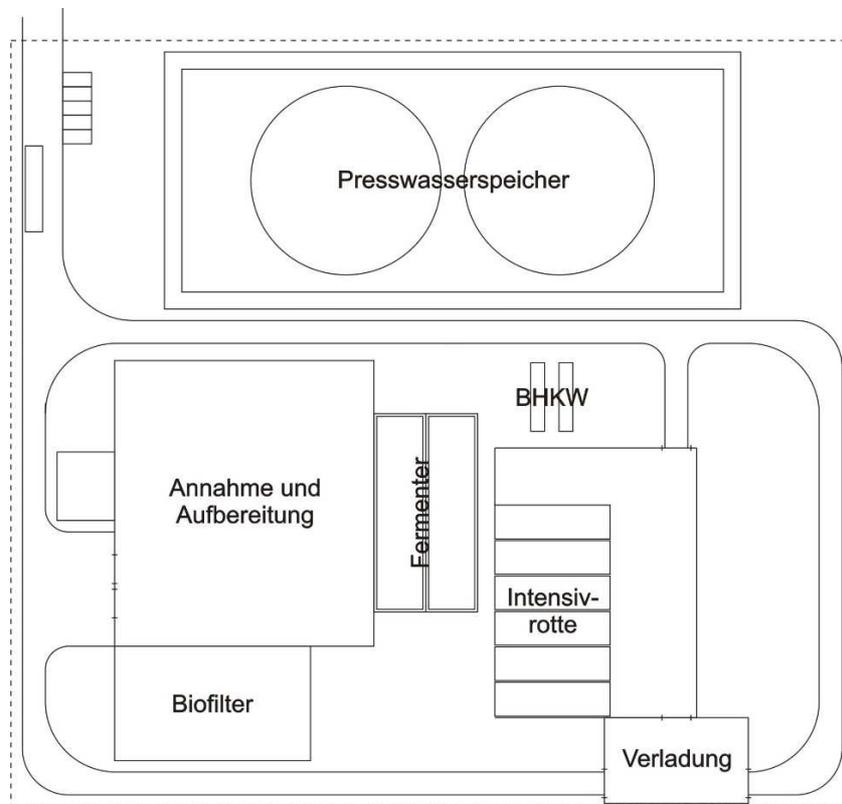
Anhang Abb. 26: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 3)



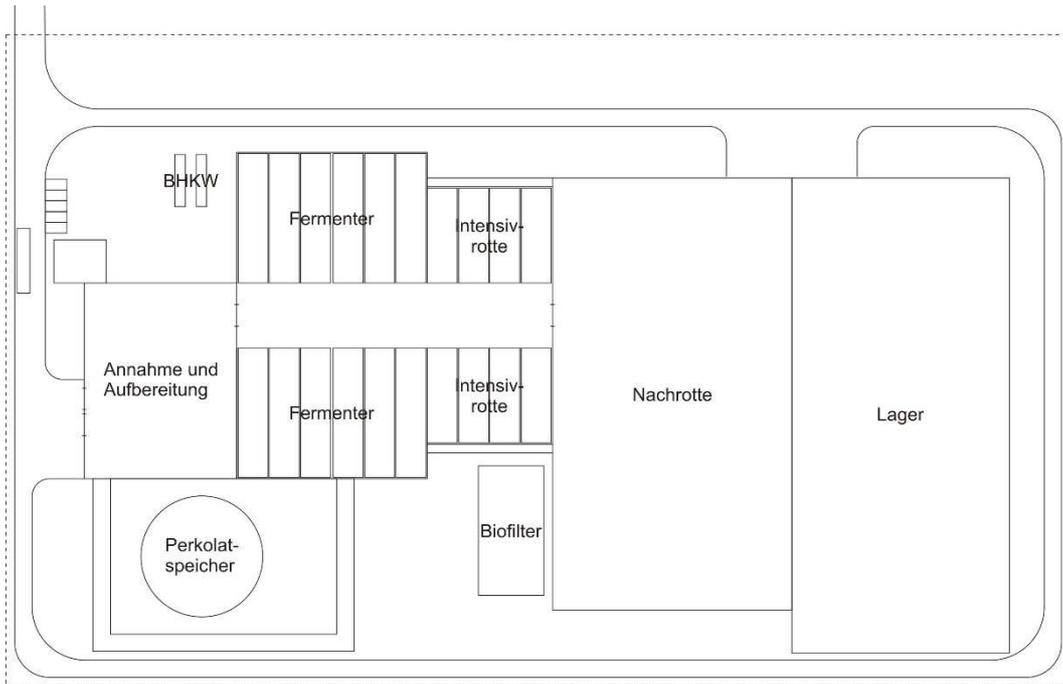
Anhang Abb. 27: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfropfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 3)



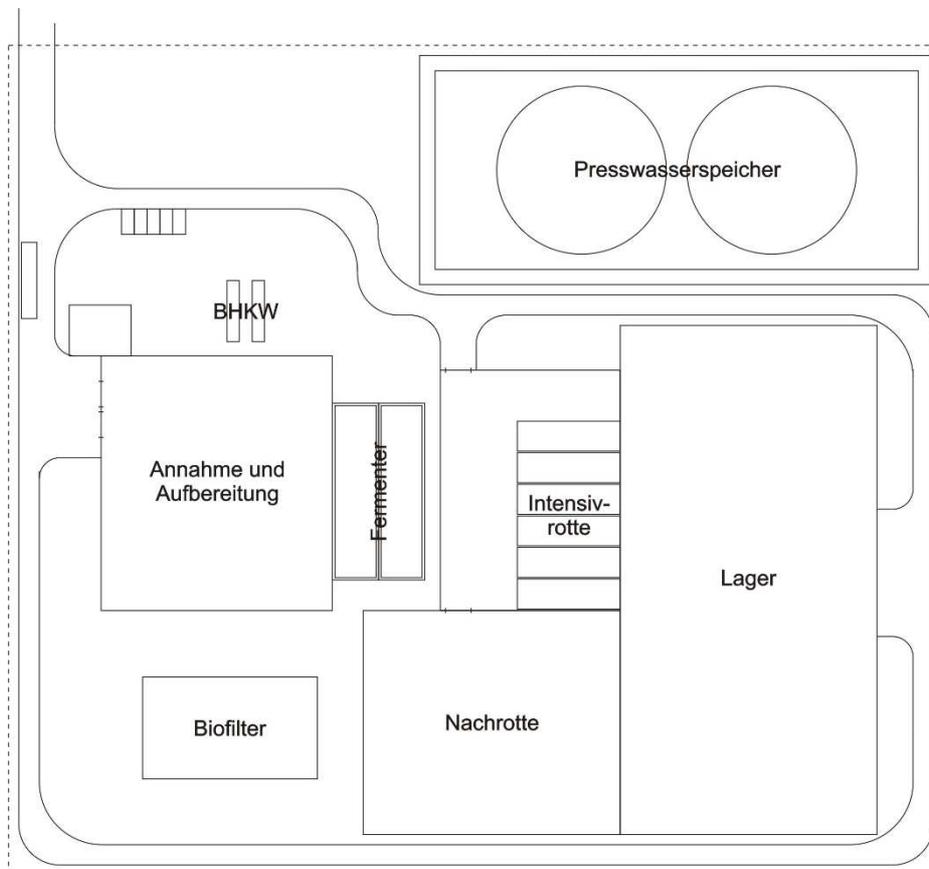
Anhang Abb. 28: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 3)



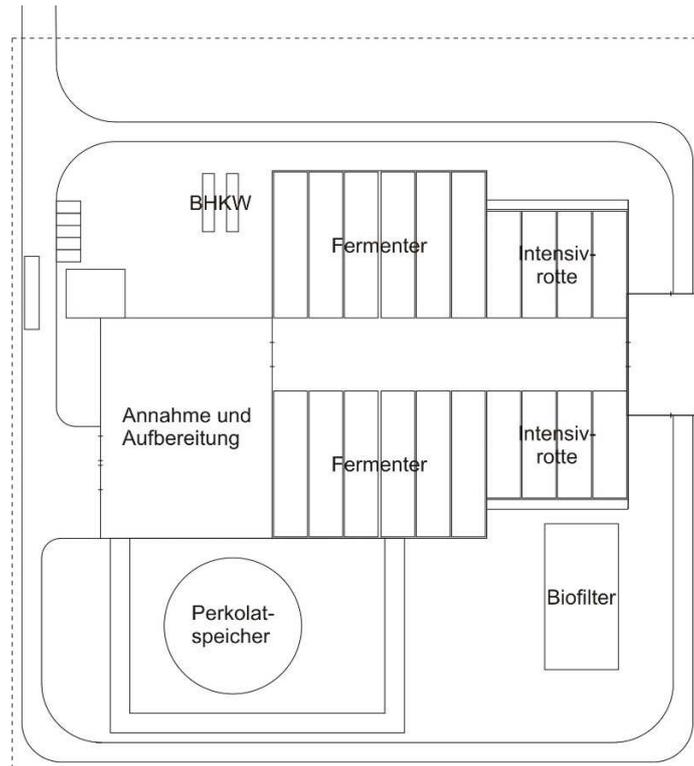
Anhang Abb. 29: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfropfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 3)



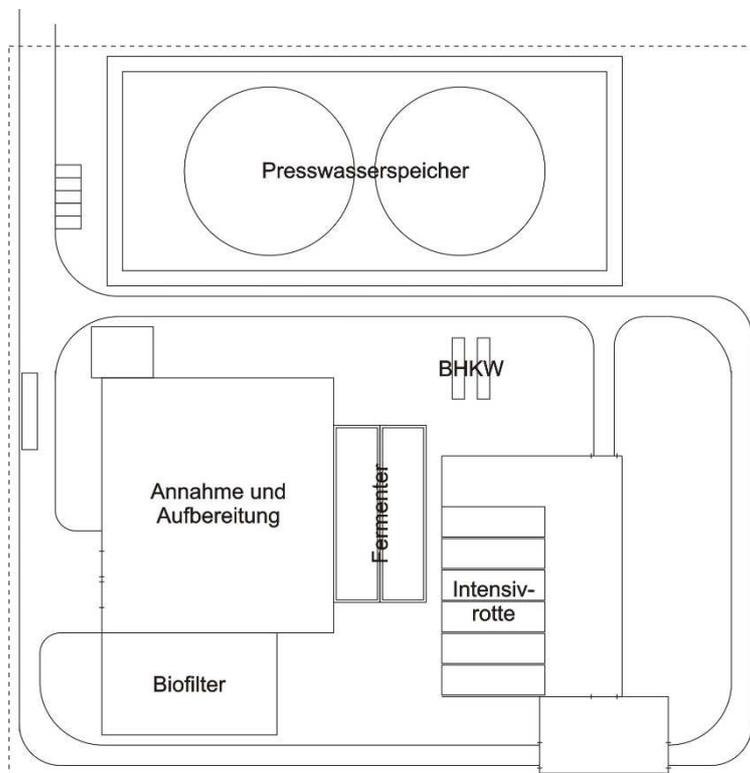
Anhang Abb. 30: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 4)



Anhang Abb. 31: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 4)



Anhang Abb. 32: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 4)



Anhang Abb. 33: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfpfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 4)



Anhang Abb. 34: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung und Nachrotte (Kooperation 5)



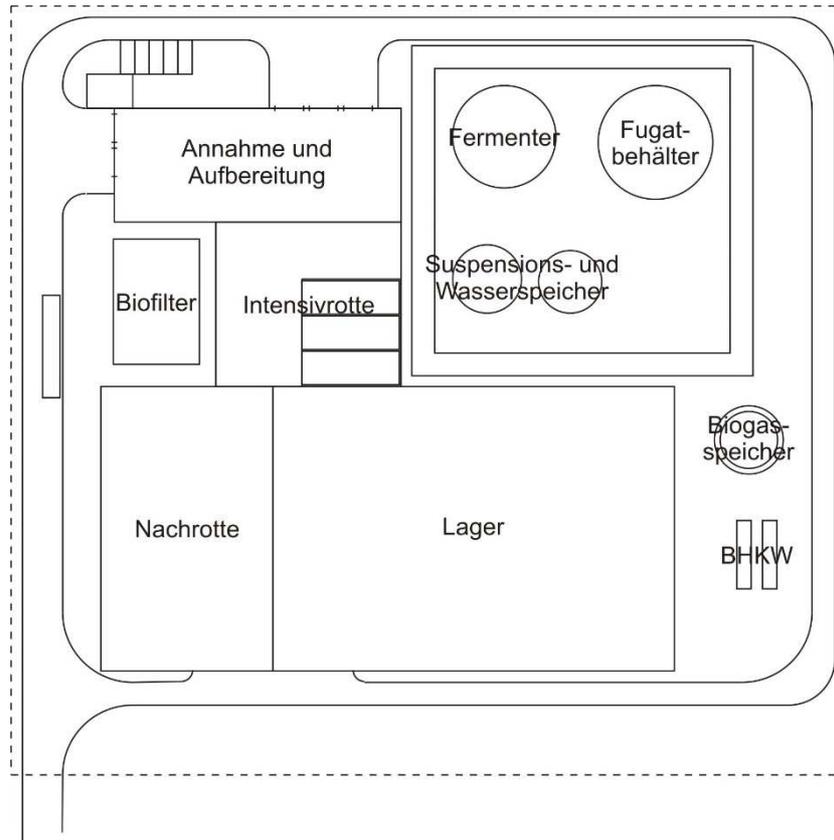
Anhang Abb. 35: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfropfenstromvergärung und Nachrotte (Kooperation 5)



Anhang Abb. 36: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Boxenvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 5)



Anhang Abb. 37: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Pfropfenstromvergärung mit externer Nachrotte (Kooperation 5)



Anhang Abb. 38: Anlagenlayout Behandlungsanlage mit Nassvergärung und Nachrotte (Kooperation 6)