



LANDESWEITE POTENTIALSTUDIE ZUR ENERGETISCHEN NUTZUNG HOLZIGER BIOMASSE

– STUDIE –

AUFTRAGGEBER: **Administration de l'Environnement**
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

VORGELEGT VON: IGLux s.à r.l.
3, Place des Bruyères
3714 Rumelange

Kontakt: Dipl.-Ing. Helge Dorstewitz
Tel. : 26 56 50 23
Fax : 26 56 50 50
Port. : 621 37 74 60
Email : h.dorstewitz@iglux.lu

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2.	BRENNSTOFF	2
2.1.	ANGESTREBTE QUALITÄT	2
2.2.	ERFORDERLICHE AUFBEREITUNG	3
2.3.	LAGERUNG.....	4
3.	AKTEURE	6
4.	POTENTIALANALYSE DER BETRACHTETEN STOFFSTRÖME	8
4.1.	STREUOBSTWIESEN.....	8
4.1.1.	VORKOMMEN.....	9
4.1.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG VON STREUOBSTWIESEN.....	10
4.1.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	12
4.2.	OBSTPLANTAGEN	14
4.2.1.	VORKOMMEN.....	14
4.2.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG VON OBSTPLANTAGEN.....	15
4.2.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	16
4.3.	WEINBAU	18
4.3.1.	VORKOMMEN.....	18
4.3.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM WEINBAU.....	18
4.3.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	20
4.4.	STRAßENBEGLEITHOLZ	22
4.4.1.	VORKOMMEN.....	22
4.4.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM STRAßENBEGLEITHOLZ	22
4.4.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	25
4.5.	SCHIENENBEGLEITHOLZ.....	27
4.5.1.	VORKOMMEN.....	27
4.5.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM SCHIENENBEGLEITHOLZ	27
4.5.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	30
4.6.	KOMMUNALE ERFASSUNG.....	31
4.6.1.	VORKOMMEN.....	31
4.6.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DER KOMMUNALEN ERFASSUNG	34
4.6.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	35

4.7.	LANDSCHAFTSPFLEGE	36
4.7.1.	VORKOMMEN.....	36
4.7.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DER LANDSCHAFTSPFLEGE	37
4.7.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	39
4.8.	FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ	42
4.8.1.	VORKOMMEN.....	42
4.8.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ.....	44
4.8.3.	ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN	45
4.9.	WALDRESTHOLZ.....	47
4.9.1.	VORKOMMEN.....	48
4.9.2.	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS WALDRESTHOLZ.....	48
4.10.	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	50
4.10.1.	POTENTIALE JE STOFFSTROM.....	50
4.10.2.	ENERGETISCH VERWERTBARE BIOMASSE	52
4.10.3.	RESTMENGEN ZUR KLASSISCHEN VERWERTUNG	55
5.	VORHANDENE UND GEPLANTE VERWERTUNGSANLAGEN	56
5.1.	INNERHALB LUXEMBURGS	56
5.2.	ANGRENZENDES AUSLAND.....	59
5.3.	ABSATZZEITRÄUME UND GGF. ERFORDERLICHE LAGERUNG	61
5.4.	BEISPIELE VON KOMMUNALEN VERWERTUNGSKONZEPTEN (HEIZWERKE)	63
5.5.	ENTSORGUNG DER RESTSTOFFE (ASCHEN)	69
6.	KONZEPT ZUR ERFASSUNG, AUFBEREITUNG, BEHANDLUNG UND NUTZUNG.....	71
6.1.	GRUNDKONZEPT	72
6.1.1.	ALTERNATIVEN UND MÖGLICHE ANPASSUNGEN.....	75
6.2.	SAMMEL- UND HÄCKSELPLÄTZE.....	75
6.2.1.	ALTERNATIVE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG AUF DEN SAMMEL- UND HÄCKSELPLÄTZEN.....	78
6.3.	TROCKNUNG UND LAGERUNG	78
6.3.1.	ALTERNATIVE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG AUF DEN TROCKNUNGSPLÄTZEN.....	82
6.4.	KOMPOSTIERUNG	82
6.5.	ERFORDERLICHE TRANSPORTE	82
6.6.	ERFORDERLICHE PERSONALQUALIFIKATION	83

6.7.	ERFORDERLICHES MOBILES GERÄT/AUFBEREITUNGSTECHNIK.....	84
6.7.1.	HÄCKSLER	84
6.7.2.	RADLADER	85
6.7.3.	KOMBINIERTE ZERKLEINERUNGS- UND LADETECHNIK.....	85
6.7.4.	SIEBE.....	86
7.	KOSTEN UND MÖGLICHE ERLÖSE	87
7.1.	INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN	87
7.2.	INVESTITIONSKOSTEN	87
7.2.1.	SAMMEL- UND TROCKNUNGSPLÄTZE	87
7.2.2.	MOBILES GERÄT.....	88
7.2.3.	ZUSAMMENFASSUNG DER INVESTITIONSKOSTEN.....	89
7.3.	BETRIEBSKOSTEN.....	90
7.3.1.	SAMMLUNG UND TRANSPORTKOSTEN.....	90
7.3.2.	BETRIEB DER SAMMEL- UND TROCKNUNGSPLÄTZE SOWIE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG	94
7.3.3.	ZUSAMMENFASSUNG / GESAMTBHANDLUNGSKOSTEN.....	95
7.3.3.1.	Kostenverteilung	95
7.4.	MÖGLICHE ERLÖSE	96
7.4.1.	DERZEITIGE MARKTPREISE/ERLÖSE.....	96
7.4.2.	ALTERNATIVE ERLÖSBETRACHTUNGEN	97
7.5.	OPTIONEN ZUR KOSTENSENKUNG	100
7.6.	KOSTEN-NUTZEN VERGLEICH.....	101
8.	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG	102
8.1.	DATENGRUNDLAGE UND BILANZRAUM.....	102
8.2.	ERGEBNISSE	105
8.2.1.	ENERGIEBILANZ.....	105
8.2.2.	CO ₂ -BILANZ	107
9.	STUFENWEISE UMSETZUNG	110
10.	MANAGEMENT UND STEUERUNG	111
11.	RECHTLICHE ASPEKTE.....	112
12.	FAZIT UND WEITERE EMPFEHLUNGEN	114

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	AUFBEREITUNGSSCHEMA.....	4
ABBILDUNG 2:	STREUOBSTWIESE IM RAUM BETTEMBOURG	9
ABBILDUNG 3:	STREUOBSTWIESEN IN LUXEMBURG JE KANTON	10
ABBILDUNG 4:	POTENTIAL AN ENERGETISCH NUTZBARER HOLZIGER BIOMASSE VON STREUOBSTWIESEN JE KANTON	11
ABBILDUNG 5:	OBSTPLANTAGE, APFEL, NIEDERSTAMM	14
ABBILDUNG 6:	OBSTPLANTAGEN (NIEDERSTAMM) JE KANTON	15
ABBILDUNG 7:	POTENTIAL AN ENERGETISCH NUTZBARER BIOMASSE VON OBSTPLANTAGEN (NIEDERSTAMM) JE KANTON	16
ABBILDUNG 8:	WEINBAUFLÄCHEN IN LUXEMBURG JE KANTON	18
ABBILDUNG 9:	WEINSTOCK NACH DEM REBSCHNITT	18
ABBILDUNG 10:	ENERGETISCH NUTZBARE BIOMASSE AUS DEM WEINBAU JE KANTON.....	20
ABBILDUNG 11:	RODEPFLUG IM EINSATZ	21
ABBILDUNG 12:	GERODETER WEINBERG VOR ENTNAHME DER REBSTÖCKE	21
ABBILDUNG 13:	STRÄßEN IN LUXEMBURG, JE KANTON.....	22
ABBILDUNG 14:	AUSZUG DENDROMASSEPOTENTIAL AUS DER STRÄßENBEGLEITGRÜNPFLÉGE IN DER BIOREGION EIFEL.....	23
ABBILDUNG 15:	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM STRÄßENBEGLEITGRÜN...24	
ABBILDUNG 16:	ZERKLEINERUNG UND HÄCKSEL-/HACKGUTAUFNAHME MIT FORWARDER-GERÄTETRÄGER	25
ABBILDUNG 17:	CHIPPERTRUCK.....	26
ABBILDUNG 18:	SCHIENENSTRECKEN IN LUXEMBURG JE KANTON	27
ABBILDUNG 19:	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AN SCHIENENSTRECKEN JE KANTON.....	29
ABBILDUNG 20:	LKW-ZUG MIT LADEKRAN	30
ABBILDUNG 21:	ABWEICHUNG DER ERFASTEN GRÜNSCHNITTMENGEN VON DEN MINIMALEN REALISTISCHEN ERFASSUNGSMENGEN IM JAHR 2014	32
ABBILDUNG 22:	VERGLEICH GRÜNSCHNITTMENGEN 2014 UND THEORETISCHE GRÜNSCHNITTMENGEN BEI VOLLSTÄNDIGER ERFASSUNG	33
ABBILDUNG 23:	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DER KOMMUNALEN ERFASSUNG34	
ABBILDUNG 24:	VORHANDENE GRÜNSCHNITTMENGEN 2014 UND ERFORDERLICHE, PROGNOSTIZIERTE BEHANDLUNGSKAPAZITÄT.....	35
ABBILDUNG 25:	ABSCHNITTWEISER STOCKHIEB ÜBER MEHRERE JAHRE	37
ABBILDUNG 26:	ANGESETZTE HECKENLÄNGEN	38
ABBILDUNG 27:	POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS LANDSCHAFTSPFLEGEMATERIAL	39
ABBILDUNG 28:	SCHNITTGUT AUS DER LANDSCHAFTSPFLÉGE (SIAS)	39
ABBILDUNG 29:	MOBILER ZERKLEINERER/ HÄCKSLER (SICONA)	40
ABBILDUNG 30:	LANDWIRTSCHAFTLICHES SAMMELFAHRZEUG (SICONA).....	40

ABBILDUNG 31:	DIREKTVERLADUNG VON HÄCKSELMATERIAL (SICONA)	41
ABBILDUNG 32:	MIT MISTELN BEFALLENES SCHNITTGUT AUS DER LANDSCHAFTSPFLEGE	41
ABBILDUNG 33:	FLIEßGEWÄSSERBEGLEIT-HOLZ MIT TOTHOLZANTEIL.....	42
ABBILDUNG 34:	FLIEßGEWÄSSER IN LUXEMBURG	43
ABBILDUNG 35:	FLIEßGEWÄSSER IN LUXEMBURG, KANTONSWEISE	44
ABBILDUNG 36:	POTENTIAL AN ENERGETISCH VERWERTBARER BIOMASSE AUS FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ JE KANTON.....	45
ABBILDUNG 37:	AUFGESTAUTES SCHWEMMHOLZ	46
ABBILDUNG 38:	BENJESHECKE	46
ABBILDUNG 39:	WALDFLÄCHE IN LUXEMBURG NACH EIGENTUMSART	47
ABBILDUNG 40:	BEWUCHSARTEN UND DEREN VERTEILUNG	47
ABBILDUNG 41	ANFALLENDE MENGE HOLZ (MITTELWERTE)	50
ABBILDUNG 42	HOLZIGE BIOMASSE ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG (30% WG, MITTELWERTE).....	51
ABBILDUNG 43	HEIZÖLÄQUIVALENTE (MITTELWERTE).....	51
ABBILDUNG 44	BEITRAG DER ERZEUGTEN HOLZIGEN BIOMASSE ZUR ENERGIEVERSORGUNG	53
ABBILDUNG 45:	GESAMTPOTENTIAL AN ENERGETISCH VERWERTBARER HOLZIGER BIOMASSE, 30% WASSERGEHALT	54
ABBILDUNG 46:	ERZEUGTE HOLZIGE BIOMASSE NACH STOFFSTRÖMEN	54
ABBILDUNG 47:	LAGE DER VORHANDENEN UND GEPLANTEN VERWERTUNGSANLAGEN IN LUXEMBURG	58
ABBILDUNG 48:	ANLAGEN IM ANGRENZENDEN AUSLAND, DIE FÜR DIE VERWERTUNG HOLZIGER BIOMASSE GEEIGNET SIND.....	61
ABBILDUNG 49:	TYPISCHE LASTKURVE EINES NAHWÄRMENETZES.....	62
ABBILDUNG 50:	TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN FÜR EIN HEIZKRAFTWERK	63
ABBILDUNG 51:	BEISPIEL CONTAINERHEIZWERK UND VORRATSSPEICHER	64
ABBILDUNG 52:	FLÄCHE MIT HACKSCHNITZELHEIZWERK AM VORGEGEHEHENEN STANDORT	64
ABBILDUNG 53:	INVESTITIONSKOSTENBERECHNUNG HEIZWERK GEM. ANGEBOT MAWERA	66
ABBILDUNG 54:	ASCHE ALS DÜNGEMITTEL	69
ABBILDUNG 55	ROST-/KESSEL- UND FILTERASCHE	70
ABBILDUNG 56:	GESAMTKONZEPT, SCHEMATISCHE DARSTELLUNG	74
ABBILDUNG 57:	SCHEMATISCHER AUFBAU EINES SAMMEL- UND HÄCKSELPLATZES	78
ABBILDUNG 58:	SCHEMATISCHER AUFBAU EINES TROCKNUNGS- UND LAGERPLATZES	80
ABBILDUNG 59:	MITTELS MEMBRANFOLIE ABGEDECKTES BRENNSTOFFLAGER	81
ABBILDUNG 60:	VERMARKTUNGSPREISE; ANKAUFSPREISE FÜR VERWERTER.....	97
ABBILDUNG 61:	PREISENTWICKLUNG BEI HOLZHACKSCHNITZELN WG 35	98
ABBILDUNG 62:	BILANZRAUM UND ABLAUSFSCHEMA	103

ABBILDUNG 63:	AUFZUWENDEnde PRIMÄRENERGIE PRO MG AUSGANGSBIOMASSE	105
ABBILDUNG 64:	AUFGEWENDETE PRIMÄRENERGIE UND ERZEUGTE BRENNSTOFFENERGIE	106
ABBILDUNG 65:	CO ₂ -ÄQUIVALENTE DER VERSCHIEDENEN PROZESSABSCHNITTE	107
ABBILDUNG 66:	CO ₂ -EMISSION UND GUTSCHRIFTEN DURCH SUBSTITUTION VON HEIZÖL ODER ERDGAS IN CO ₂ -ÄQUIVALENTEN	108
ABBILDUNG 67	CO ₂ -EINSPARUNG.....	108

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1:	AUFLISTUNG WESENTLICHER AKTEURE	7
TABELLE 2:	STREUOBSTWIESEN, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	12
TABELLE 3:	OBSTPLANTAGEN, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	16
TABELLE 4:	WEINBAU, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	20
TABELLE 5:	ABFAHRBARE HOLZIGE MENGEN AUS DER STRAßENBEGLEITHOLZPFLEGE NACH STRAßENTYP.....	23
TABELLE 6:	STRAßENBEGLEITHOLZ, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE.....	24
TABELLE 7:	SCHIENENBEGLEITHOLZ, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	29
TABELLE 8:	KOMMUNALE ERFASSUNG, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE.....	35
TABELLE 9	LANDSCHAFTSPFLEGE, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	39
TABELLE 10:	FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ, ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE..	45
TABELLE 11:	ZUSAMMENFASSUNG DER ERMITTELTEN POTENTIALE JE STOFFSTROM (MITTELWERTE)	50
TABELLE 12:	GESAMTPOTENTIAL AN ENERGETISCHE VERWERTBARER HOLZIGER BIOMASSE, FRISCHMASSE.....	52
TABELLE 13:	GESAMTPOTENTIAL AN ENERGETISCHE VERWERTBARER HOLZIGER BIOMASSE, 30% WASSERGEHALT	52
TABELLE 14:	GESAMTMENGEN ZUR KLASSISCHEN VERWERTUNG, FRISCHMASSE	55
TABELLE 15:	VORHANDENE ANLAGEN, DIE BEREITS HOLZIGE BIOMASSE EINSETZEN (LUXEMBURG)	57
TABELLE 16:	VORHANDENE ANLAGE, DIE GGF. BEREIT SIND HOLZIGE BIOMASSE EINZUSETZEN (LUXEMBURG)	57
TABELLE 17:	GEPLANTE ANLAGEN, DIE DEN EINSATZ HOLZIGER BIOMASSE VORSEHEN (LUXEMBURG)	57
TABELLE 18:	GEPLANTE ANLAGEN, DIE GGF. BEREIT, SIND HOLZIGE BIOMASSE IN IHREN WEITEREN PLANUNGEN ZU BERÜCKSICHTIGEN (LUXEMBURG).....	57
TABELLE 19:	ANLAGEN IM ANGRENZENDEN AUSLAND, DIE FÜR DIE VERWERTUNG HOLZIGER BIOMASSE GEEIGNET SIND.....	60
TABELLE 20:	VERGLEICH RICHTPREISANGEBOTE	65
TABELLE 21:	ENERGIETRÄGERKOSTEN, BEISPIEL.....	67
TABELLE 22:	BETRIEBSGEBUNDENE KOSTEN DES HEIZWERKES, BEISPIEL.....	67
TABELLE 23:	GESAMTKOSTEN HEIZWERK UND BERECHNETER WÄRMEPREIS, BEISPIEL.....	68
TABELLE 24:	WÄRMEERSTEHUNGSKOSTEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN WÄRMETRÄGERN	68
TABELLE 25:	ANLIEFERUNGSMENGEN JE SAMMEL- UND HÄCKSELPLATZ	76
TABELLE 26:	DIMENSIONIERUNG SAMMEL- UND HÄCKSELPLATZ.....	77
TABELLE 27:	DIMENSIONIERUNG, TROCKNUNGSFLÄCHEN.....	79
TABELLE 28:	DIMENSIONIERUNG LAGER	81
TABELLE 29:	MOBILER HÄCKSLER, EMPFOHLENE LEISTUNGSDATEN	84

TABELLE 30:	RADLADER, EMPFOHLENE LEISTUNGSDATEN	85
TABELLE 31:	MOBILE SIEBE, EMPFOHLENE LEISTUNGSDATEN	86
TABELLE 32:	INVESTITIONSKOSTEN SAMMEL- UND HÄCKSELPLÄTZE	87
TABELLE 33:	INVESTITIONSKOSTEN TROCKNUNGSPLÄTZE UND LAGER	88
TABELLE 34:	INVESTITIONSKOSTEN, ZUSAMMENFASSUNG	89
TABELLE 35:	SAMMLUNGS- UND TRANSPORTKOSTEN BEI DER VERWERTUNG DES BRENNSTOFFES IM AUSLAND	92
TABELLE 36:	SAMMLUNGS- UND TRANSPORTKOSTEN BEI DER VERWERTUNG IN LUXEMBURG	93
TABELLE 37:	BETRIEBSKOSTEN DER SAMMEL- UND TROCKNUNGSPLÄTZE SOWIE DER SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG	94
TABELLE 38:	GESAMTBEHANDLUNGSKOSTEN DES ZU ERZEUGENDEN BRENNSTOFFES	95
TABELLE 39:	VERGLEICH MÖGLICHER ERLÖSE	98
TABELLE 40:	ANSÄTZE ZUR BERECHNUNG DER CO ₂ -BELASTUNG	104
TABELLE 41:	VERGLEICH DES ERMITTELTEN WERTES FÜR DIE CO ₂ - EMISSIONEN VERGLEICHEN MIT ANDEREN ENERGIETRÄGERN	109

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
atro	absolut trocken
BHKW	Blockheizkraftwerk
BioAbfV	Bioabfallverordnung
Brennwert	spezifisch je Bemessungseinheit in einem Stoff enthaltene thermische Energie
CH₄	Methan
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CO₂-Äq	CO ₂ -Äquivalent
ct	Euro Cent
Degruba	degree of urbanization
Dendromasse	holzartige Biomasse, die stofflich und energetisch verwandt werden kann, sich aber aufgrund von Qualitätsmängeln nicht für die traditionellen, höherwertigen Verwendungen von Holz eignet
EU	Europäische Union
Ew	Einwohner
Fe	Eisen
GaLa-Bau	Garten- und Landschaftsbau
Gew.-%	Gewichtsprozent
h	Stunde
Heizwert	maximal nutzbare Wärmeenergie, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt
KEA	kumulierter Energieaufwand
kg	Euro Cent
kW	Kilowatt, Wärmeleistung
kWh	Kilowattstunde, Wärmemenge
l	Liter
Lk	Landkreis
m³	Kubikmeter
Mg	Megagramm (1.000 kg)
MW	Megawatt (1.000 kW), Wärmeleistung
MWh	Megawattstunde (1.000 kWh), Wärmemenge
Nm³	Norm-Kubikmeter
NO_x	Stickoxide
örE	öffentlich-rechtlicher Entsorger

oTS	organische Trockensubstanz
PO₄	Phosphat
PO₄-Äq	PO ₄ -Äquivalent
SO₂	Schwefeldioxid
SO₂-Äq	SO ₂ -Äquivalent
srm	Schüttraummeter
TS	Trockensubstanz
Vol.-%	Volumenprozent
WG	Wassergehalt
Wo	Woche

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- Administration de la nature et des forêts . 2000.** *La forêt luxembourgeoise en chiffre.* Luxembourg : Administration de la nature et des forêts, 2000.
- Administration de l'environnement. 2016.** *Zusammenfassung der Jahresberichte 2014.* s.l. : Administration de l'environnement, 2016.
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 2010.** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. *LWF-aktuell.* 2010, Vol. 74, 74/2010.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt . 2009.** *Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe - Klima schützen - Kosten senken.* s.l. : Bayerisches Landesamt für Umwelt , 2009.
- Bayrisches Landesamt für Umwelt. 2009.** *Verwertung und Beseitigung von Holzaschen.* s.l. : Bayrisches Landesamt für Umwelt, 2009.
- Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V. .** Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V. . [En ligne] <http://www.holzaschen.de/>.
- Carmen e.V.** *Energieholz-Index Grafiken.* [En ligne] [Citation : 22 Mai 2012.] <http://www.carmen-ev.de>.
- DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH. 2014.** *Halmgut/Holz von Obstplantagen.* s.l. : DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 2014. Datenblatt.
- ECO-Conseil s.à r.l. 2015.** *Daten zur Abfallwirtschaft im Großherzogtum Luxemburg 2013.* Bech-Kleinmacher (L) : s.n., 2015.
- . **2016.** *Daten zur Abfallwirtschaft im Großherzogtum Luxemburg 2014.* Bech-Kleinmacher : s.n., 2016.
- Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft (EdDE). 2012.** *Energieeffizient und CO2-Bilanz von biologischen Verfahren zur Behandlung von Bioabfällen.* Köln: Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft (EdDE), 2012.
- Groupement des Sylviculteurs asbl.** Der Luxemburger Wald. [En ligne] www.privatbesch.lu.
- Henssen, Dirk gab Designer und Ingenieure GmbH. 2009.** *Einführung und Optimierung der getrennten Sammlung zur Nutzbarmachung von Bioabfällen.* s.l. : Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V., 2009.
- Innenministerium, Transportministerium, Ministerium für öffentliche Bauten, Umweltministerium. 2004.** *Ein integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept für Luxemburg.* Luxembourg : Innenministerium, Transportministerium, Ministerium für öffentliche Bauten, Umweltministerium, 2004.
- Internationales Institut für Wald und Holz NRW e.V. 2012.** *Energieholz Eifel - Potential- und Marktstudie und Konzept für eine verbesserte Bereitstellung, Veredelung und Vermarktung.* s.l. : Internationales Institut für Wald und Holz NRW e.V., 2012.

- IZES GmbH. 2011.** *Energie aus Holzhackschnitzeln – Status Quo und Perspektiven.* 2011. Präsentation.
- Kaltschmitt, Martin, et al. 2009.** *Energie aus Biomasse.* s.l. : Springer Verlag, 2009. 978-3-540-85094-6.
- Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg. 2016.** Daten aus GEMIS-Datenbank des Internationalen Institutes für Nachhaltigkeitsanalysen (IINAS). [En ligne] November 2016. www.iinas.org.
- Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. 2016/2017.** La Plateforme de données luxembourgeoise. [En ligne] 2016/2017. <https://data.public.lu>.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. 2015.** *Hochwertige Verwertung von Bioabfällen, Ein Leitfaden.* s.l. : Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2015.
- NABU. 2017.** Was ist Streuobstanbau. [En ligne] 2017. www.nabu.de.
- NawaRo-Holz: Ankaufspreise für Verwerter.* **EUWID. 2017.** 2017, EUWID Recycling und Entsorgung.
- Oberösterreichischer Biomasseverband.** *Masse und Energieinhalt von Hackgut in Abhängigkeit vom Wassergehalt.* s.l. : Biomasseverband OÖ. Fachinformation.
- Öko-Institut e.V.** *Ergebnisse aus der GEMIS-Datenbank 4.6.* Freiburg : Öko-Institut e.V.
- Quaschnig, Prof. Dr.-Ing. habil. Volker.** Erneuerbare Energien und Klimaschutz. [En ligne] <http://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-spez/index.php>.
- Raymond Aendekerk, Richard Dahlem, Stephan Müllenborn. 2013.** *Plan national pour la protection de la nature / Plan d'actions habitats.* s.l. : natur&ëmwelt, 2013.
- SICONA.** Hecken. [En ligne]
- STATEC.** Le Portail des statistiques. *Superficie forestière par canton et commune 1995 - 2010.* [En ligne] http://www.statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=12748&IF_Language=fra&MainTheme=1&FldrName=3&RFPPath=9609.
- . **2012.** *Population par canton et commune.* s.l. : Institut national de la statistique et des études économiques, 2012.
- Umweltbundesamt (UBA).** Ergebnisses aus der ProBas-Datenbank. [En ligne] <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>.
- Umweltbundesamt / Oetjen-Dehne & Partner Umwelt und Energie-Consult GmbH/ GAVIA Gesellschaft für Beratung, Entwicklung und Management mbH - Co KG. 2015.** *84/2014 Verpflichtende Umsetzung der GRETRENNTSAMMLUNG von Bioabfällen.* s.l. : Umweltbundesamt, 2015.
- Wagner, J. et al.,. 2012.** Potenzial biogener Abfälle im Freistaat Sachsen. *Schriftenreihe des LfULG (Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie), Heft 10.* 2012.

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt, Energie GmbH. 2015. *Mobilisierung, Aufbereitung und Verwertung holziger Biomassen in der ländlichen Region am Beispiel des Werra-Meißner-Kreises.* s.l. : Werra-Meißner-Kreis, der Kreisausschuss, Schlossplatz 1, 37269 Eschwege, 2015. Endbericht.

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Holzige Biomasse stellt grundsätzlich eine wichtige regenerative und regionale Energiequelle dar. Dennoch beschränkt sich die derzeitige energetische Nutzung des Energieträgers Holz vielfach noch auf Wald(rest)holz oder auf Hölzer aus dem Altholzsegment. Hölzer, die nicht aus diesen Quellen stammen, bleiben hingegen noch weitgehend unberücksichtigt.

In diesem Zusammenhang sind in erster Linie Hölzer bzw. holzige Biomasse aus der Landschaftspflege, der Straßen- und Trassenrandpflege, der Fließgewässeruferpflege, der Pflege von Streuobstwiesen und Obstplantagen zu nennen. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass auch die Potentiale bei der Sammlung aus privaten Haushaltungen bzw. Gärten noch nicht in vollem Umfang ausgeschöpft sind.

Ziel muss es daher sein, auch diese Stoffströme zukünftig einer ökologischen sowie technisch und wirtschaftlich sinnvollen Nutzung zuzuführen.

Bei der Erarbeitung der vorliegenden Potentialstudie im Hinblick auf die Erfassung, Behandlung und Verwertung von holzigen Grünabfällen bzw. holziger Biomasse sind daher folgenden Ziele maßgebend berücksichtigt worden:

- die technisch und wirtschaftliche optimale Erfassung der vorhandenen Potentiale - ohne die gesamtökologischen Aspekte aus den Augen zu verlieren - im Sinne einer möglichst regionalen energetischen und stofflichen Ressource,
- die optimale ökologische Behandlung und energetische Verwertung des erzeugten Brennstoffes,
- und die Berücksichtigung einer maximierten regionalen Wertschöpfung.

2. BRENNSTOFF

Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass lediglich holzige Abfälle zu energetisch verwertbarer holziger Biomasse aufbereitet werden, die nicht wirtschaftlich zu höherwertigen Brennstoffen wie Pellets und/oder Scheitholz verarbeitet werden können und nicht wirtschaftlich als Möbel- und/oder Industrieböhlen genutzt werden können.

2.1. ANGESTREBTE QUALITÄT

Holzige Biomasse wird europaweit in unterschiedlichsten Qualitäten genutzt. Insbesondere in Bezug auf den Wasser- oder Feuchtegehalt, die Stückigkeit sowie den Aschegehalt bestehen zum Teil erhebliche Unterschiede.

So wird in Anlagen, die speziell zur Nutzung derartiger Brennstoffe errichtet wurden, die holzige Fraktion des Baum- und Strauchschnittes, abgesehen von einer Zerkleinerung mittels Häcksler, ohne jegliche weitere Aufbereitung oder Trocknung energetisch verwertet.

Anlagen, deren Regelbrennstoff jedoch vorwiegend aus anderen Materialien (in der Regel Waldhackschnitzel) besteht, stellen hingegen höhere Anforderungen an den Brennstoff und insbesondere seine Stückigkeit.

Um ein möglichst breites Spektrum an möglichen Anlagen bzw. Verwertern abdecken zu können, geht die vorliegende Studie davon aus, dass der zu erzeugende bzw. zu gewinnende Brennstoff so weit wie möglich den Anforderungen der EN ISO 17225 (biogene Festbrennstoffe) entsprechen muss.

Lediglich in Bezug auf den Aschegehalt kann die Einhaltung der Anforderungen der EN ISO 17225 nicht herangezogen werden, da die betrachteten Stoffströme einen hohen Anteil an feinerem Astmaterial enthalten, was auf Grund des niedrigen Verhältnisses von Holz zu Rinde naturgemäß einen höheren Aschegehalt nach sich zieht.

In Bezug auf die Stückigkeit haben verschiedene in den Anlagen des Syndikates Minett-Kompost durchgeführte Versuche gezeigt, dass die Qualität P45S bzw. G50 nach der immer noch gebräuchlicheren Ö-Norm 7133, durchaus erreichbar ist. Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass – auch bei Einhaltung der geforderten Stückigkeit – das Material deutlich zerfaserter und damit weniger fließfähig ist als klassisches Hackgut.

Ein diesen Versuchen vergleichbares Material wird bereits erzeugt und in Luxemburg erfolgreich energetisch verwertet.

Die ausreichende Qualität des Materials für eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle energetische Verwertung ist somit nachgewiesen.

2.2. ERFORDERLICHE AUFBEREITUNG

Brennstoffe, die aus Grünschnitt gewonnen werden, weisen auf Grund der Heterogenität der Ausgangsmaterialien nennenswerte Unterschiede zu herkömmlichen Wald-Holzhackschnitzeln auf. Trotzdem kann – wie bereits ausgeführt - ein qualitativ hochwertiger Brennstoff mit guten verbrennungstechnischen Eigenschaften erzeugt werden. Eine Aufbereitung ist – insbesondere bei den gesteckten Zielen – jedoch unabdingbar.

Wesentliche Gründe hierfür sind

- die Reduzierung des Aschegehaltes durch Abtrennung des Feinmaterials,
- die Herstellung der erforderlichen Stückigkeit zur Vergleichmäßigung der Verbrennung,
- die Schaffung einer belüftungsfähigen Struktur um auch bei nicht-thermischer Trocknung den angestrebten Wassergehalt von < 30% zu erreichen.

Der erste und einer der wichtigsten Schritte zur Sicherstellung der angestrebten Qualität ist die getrennte Behandlung der holzigen Anteile aus dem Grünschnitt. Rasenschnitt, größere Laubmengen und Ähnliches lassen sich im Zuge der mechanischen Aufbereitung, wenn überhaupt, nur schwer entfernen und führen spätestens bei der Lagerung des Brennstoffes zu einer ungewollten biologischen Aktivität und damit zu einer Reduzierung des Heizwertes.

Der erste Schritt der Aufbereitung ist die Zerkleinerung mittels Häcksler. Diese sind heute in der Regel mit einem Gegenseibkorb zur Vermeidung zu großer Körnungen ausgestattet. Zudem können sie auch anstelle der sonst üblichen Hammerköpfe mit Messern bestückt werden, was die Faserigkeit des Brennstoffs mindert und seine Fließfähigkeit im gleichen Maße erhöht. Aber auch mit handelsüblichen Hackern ist, bei Anpassung der Rotordrehzahl und des Gegenseibkorbes, die Erzeugung gleichartigen Materials möglich.

Das zerkleinerte und von Fein- sowie zu groben Anteilen befreite Material muss anschließend von seinem mittleren Anfangswassergehalt von 50% auf 30% heruntergetrocknet werden. Hierfür bietet sich die biologische Trocknung an. Der Brennstoff wird zu diesem Zweck zu Mieten aufgesetzt. Durch die Entfernung des Feinanteils verfügt das Material über die erforderliche Belüftbarkeit und damit auch über die Fähigkeit zum erforderlichen Wasseraustrag.

Selbst unter ungünstigen Witterungsbedingungen und einer Trocknungszeit von ca. 9-10 Wochen inklusive einer, maximal zwei Umsetzungen wird der angestrebte Wassergehalt im Normalfall erreicht.

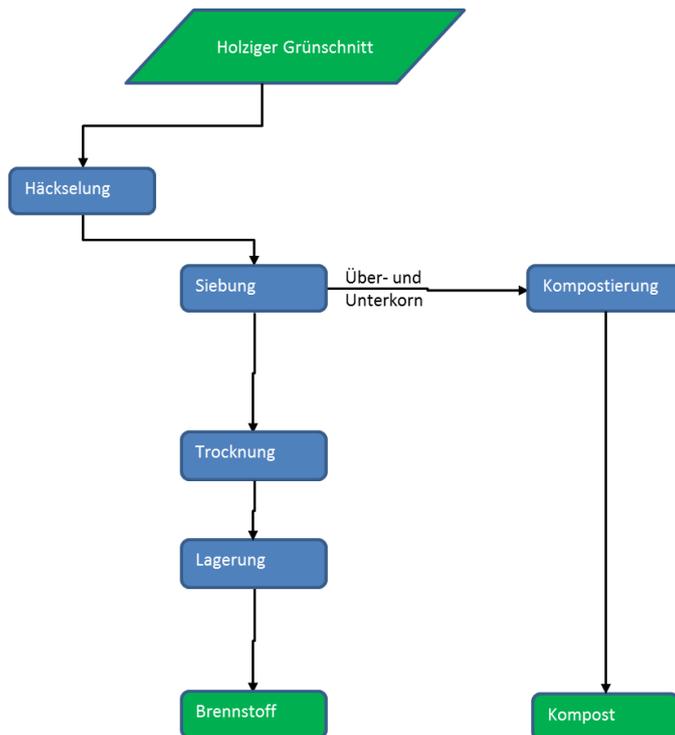


Abbildung 1: Aufbereitungsschema

2.3. LAGERUNG

Da die zeitnahe Verwertung insbesondere während der wärmeren Jahreszeiten nicht garantiert werden kann, ist die Lagerung des erzeugten Brennstoffes erforderlich. Um in diesem Zeitraum eine Vernässung zu vermeiden, sollte das Material vor Niederschlag geschützt gelagert werden. Hierdurch steigt bei einem ausreichenden Lagerzeitraum der Trockenmasseanteil und damit der Heizwert weiter an.

Das getrocknete Material hat, wie bereits ausgeführt, einen Wassergehalt von maximal 30%. Die mikrobielle Aktivität ist damit weitestgehend unterbunden.

Allgemein haben sich folgende Maßnahmen bei der Lagerung bewährt:

- möglichst kurze Lagerdauer,
- Niederschlagsschutz,
- ausreichende Luftzufuhr,
- optimale Schütthöhe (höchstens 4 m),
- luftige Hallenlagerung,
- Luftaustausch im Brennstoffbunker (bei direkter Lagerung in der Brennstoffvorlage).

Eine Hallenlagerung bietet im Gegensatz zur Lagerung im Freien einen zuverlässigen Regenschutz und ist einer Außenlagerung grundsätzlich vorzuziehen. Es sollte immer eine Luftzirkulation ermöglicht werden, damit der Dampf, der bei der natürlichen Selbsterwärmung entsteht, abziehen kann und immer neue Frischluft zugeführt wird. Schlitzte in den Wänden und dem Wind abgewandte geöffnete Längsseiten haben sich

dafür bewährt. Eine ausreichende Hallenhöhe sollte gewährleistet sein, damit keine Feuchtigkeit an der Decke kondensiert.¹

Bei großem Materialanfall bietet sich ein Aufschütten auf Haufen (Mieten) unter freiem Himmel und auf festem Untergrund an. Das Material ist, wenn es nicht abgedeckt ist, hierbei der Witterung ausgesetzt. Es wird bei Regen jedoch nicht komplett durchnässt, sondern nur an der Oberfläche. Der Großteil des Brennstoffes kann trotzdem von innen heraus weiter trocknen.

Für die Abdeckung haben sich Membranfolien und Vliese bewährt. Es gibt Vliese, die von außen wasserabweisend sind und trotzdem nach außen hin den Abzug der feuchten Abluft, die bei der Selbsterwärmung entsteht, ermöglichen (dampfdurchlässige Membran). Auch bei starkem Regen wird das meiste Wasser abgeführt. Eine geringe Durchnässung an der Oberfläche ist aber dennoch möglich. Da die Trocknung aber vor allem von innen heraus vonstattengeht, ist das für die Qualität der Gesamtmenge nicht ausschlaggebend.²

Im vorliegenden Fall wird aus Gründen der Wirtschaftlichkeit die letztgenannte Form der Lagerung (Mieten mit Membran- oder Vliesabdeckung) herangezogen.

¹ (Carmen e.V.)

² (Carmen e.V.)

3. AKTEURE

Um sicherzustellen, dass sämtlich zur Beantwortung der anstehenden Fragestellungen sowie alle für die Umsetzung eines technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Erfassungs-, Behandlungs- und Verwertungssystems relevanten Akteure berücksichtigt und im erforderlichen Umfang an der weiteren Abstimmung und Umsetzung beteiligt werden, wurde im Vorfeld der eigentlichen Bearbeitung eine Akteursanalyse durchgeführt.

Einen allgemeinen Überblick der betreffenden Akteure liefert die nachfolgende tabellarische Zusammenfassung.

Name / Bezeichnung	
1	Administration des bâtiments publics
2	Administration de l'environnement
3	Administration de la gestion de l'eau
4	Administration de la nature et des forêts
5	Administration des ponts et chaussées
6	Société nationale des chemins de fer luxembourgeoise
7	Institut Viti-Vinicole
8	MBR Lëtzebuerg
9	Betreiber von in Luxemburg geplanten und vorhanden energetischen Verwertungsanlagen
10	Betreiber von im angrenzenden Ausland geplanten und vorhanden energetischen Verwertungsanlagen
11	SIDOR, Syndicat intercommunal pour la destruction des ordures des Cantons Luxembourg, Esch-sur-Alzette, Capellen
12	SIDEC, Syndicat Intercommunal (pour la gestion des déchets) Diekirch Ettelbruck Colmar-Berg
13	SICA, Syndicat intercommunal pour l'hygiène publique du Canton de Capellen.
14	Minett-Kompost, Syndicat intercommunal pour l'exploitation d'un centre de compostage régional à Mondercange
15	SIGRE, Syndicat intercommunal Grevenmacher Remich Echternach
16	Land- und Forstwirtschaft
17	Winzer
18	Betreiber von gewerblichen Obstplantagen
19	Gemeinden, Vertreter der 105 Luxemburger Gemeinden
20	Beschäftigungsinitiativen, Vertreter der öffentlich anerkannten Beschäftigungsinitiativen
21	SIAS, Syndicat intercommunal à vocation multiple communes Syrtal
22	SICONA, Syndicat Intercommunal de l'Ouest pour la Conservation de la Nature

Name / Bezeichnung	
23	Naturpark OUR
24	Naturpark Müllertal
25	Naturpark Sure

Tabelle 1: Auflistung wesentlicher Akteure

4. POTENTIALANALYSE DER BETRACHTETEN STOFFSTRÖME

Für alle betrachteten Stoffströme – mit Ausnahme der kommunalen Erfassung - gilt grundsätzlich, dass eine weitestgehend laubfreie Sammlung anzustreben ist. Die Vermischung des holzigen Materials mit Grasschnitt oder Ähnlichem ist ebenfalls grundsätzlich zu vermeiden. Hintergrund ist die Sicherstellung der angestrebten und bereits oben beschriebenen Brennstoffqualität.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass der tatsächliche Anfall von Holziger Biomasse nicht zuletzt auch witterungsabhängig ist. Aufgrund dieser Tatsache sowie der allgemeinen und grundsätzlichen Unschärfe der Daten zur Flächennutzung werden die ermittelten Potentiale in den nachfolgenden Kapiteln nicht als exakte Werte, sondern als Mengenspannen angegeben.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass, ebenso wie in anderen europäischen Regionen, ein gewisser Pflegestau vorliegt, das heißt, dass in den vergangenen Jahren die meisten, nicht unbedingt notwendigen Pflegemaßnahmen auch nicht durchgeführt wurden. Demzufolge ist in der ersten Phase der Umsetzung einer gezielten Erfassung und Verwertung von Holzigen Grünschnitt mit einem deutlich höheren Mengenanfall zu rechnen. Dieser zunächst erhöhte Mengenanfall wird in den folgenden Jahren naturgemäß zunächst einen Rückgang nach sich ziehen. Erst danach ist mittelfristig eine Normalisierung und Vergleichmäßigung des Mengenanfalls zu erwarten.

4.1. STREUOBSTWIESEN

Allgemein ist Streuobstbau eine Form des Obstbaus, bei der mit umweltverträglichen Bewirtschaftungsmethoden Obst auf hochstämmigen Bäumen erzeugt wird. Die Bäume stehen im Gegensatz zu niederstämmigen Plantagenobstanlagen häufig „verstreut“ in der Landschaft.

Kennzeichnend für Streuobstbestände ist die regelmäßige Nutzung sowohl der Hochstamm-Obstbäume (Obernutzung) als auch der Flächen unter den Bäumen (Unternutzung). Die umweltverträgliche Nutzung eines Streuobstbestandes schließt die Anwendung synthetischer Behandlungsmittel wie Pestizide und/oder Dünger aus.

Die häufigste Anlageform ist die Streuobstwiese, bei der hochstämmige Obstbäume auf Wiesen, Weiden oder Mähweiden stehen. Andere Streuobstbestände sind flächenhafte Anpflanzungen von Hochstamm-Obstbäumen auf ackerbaulich oder gärtnerisch genutzten Flächen, sogenannte Streuobstäcker. Diese waren Anfang des 20. Jahrhunderts insbesondere auf ehemaligen Weinbaugebieten weit verbreitet und kommen heute nur noch vereinzelt vor. Auch hochstämmige Obstalleen an Feld- und Fahrwegen (Straßenobst), in Hausgärten oder hochstämmige Einzelbäume in der freien Landschaft gehören zum Streuobstbau.

In ihrer Vielfalt der Anbauformen sind Streuobstbestände prägender Bestandteil der mitteleuropäischen Kulturlandschaften. Für die mitteleuropäische Biodiversität spielen Streuobstbestände mit über 5.000 Tier- und Pflanzenarten sowie über 3.000 Obstsorten eine herausragende Rolle.³

³ (NABU, 2017)



Abbildung 2: Streuobstwiese im Raum Bettembourg

4.1.1. VORKOMMEN

In den letzten hundert Jahren ist der Bestand an hochstämmigen Obstbäumen in Luxemburg um vermutlich über 80 % geschrumpft. Gab es laut einer Zählung von 1902 (ständige Kommission für Statistik 1904) noch über 1,1 Millionen Hochstämme in Luxemburg, waren es 1992 nur noch etwa 245.000 Stück (AENDEKERK 1993). Bis heute hat sich der Bestand weiter, auf deutlich unter 200.000 Bäume, reduziert.

Die aktuelle Biotopkartierung der Naturverwaltung, die auch Streuobstwiesen (Bongerten) umfasst, weißt 932 ha Streuobstwiesen in Luxemburg aus. Diese Angabe umfasst allerdings lediglich Bestände von mehr als 25 Bäumen mit einem Mindestalter von 30 Jahren und einer Mindestbestandsdichte von 50 Bäumen je ha. Die Gesamtfläche entspricht somit etwa 50.000 Obstbäumen. Verbreitungsschwerpunkte von „Bongerten“ in Luxemburg sind die Täler von Alzette, Sauer und Syr sowie das Mosel-Hinterland. Hofnahe Selbstversorgerbestände, wie sie vor allem im Ösling zu finden sind, sowie Anzahl und Qualität der in den letzten 30 Jahren gepflanzten Jungbäume werden dadurch nicht erfasst⁴

Diesem Ansatz steht eine Flächenangabe der aktuellen GIS⁵-Kartierung eine ca. um den Faktor 3 erhöht Gesamtfläche gegenüber.

Wesentlicher Hintergrund dieser Tatsache ist die unterschiedliche Definition von Streuobstflächen im Allgemeinen sowie der oben genannte Ansatz von mindestens 25 Bäumen je ha der nicht Gegenstand der GIS-Kartierung ist. Hier werden auch deutlich kleinere Bestände bis hin zu Einzelbäumen berücksichtigt. Auch das Alter der Bäume ist nicht Gegenstand der Einstufung als Streuobstbestand.

Eine weitestgehende Übereinstimmung der Quellen besteht jedoch im Hinblick auf die Häufigkeit der Streuobstwiesen je Gemeinde bzw. Kanton. Schwerpunkte befinden sich demnach in den Tälern von Alzette, Sauer und Syr sowie dem Mosel-Hinterland.

Eine Auswertung von Luftbildern in den betreffenden Bereichen zeigt, dass der Bericht der Stiftung natur&émwelt näher an der Wahrheit liegt als die GIS-Daten, da hier eine

⁴ (Raymond Aendekerk, 2013)

⁵ (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016/2017)

erhebliche Anzahl von Einzelbäumen und kleinen Baumgruppen erfasst ist, welche – unter Berücksichtigung der Zielsetzung der vorliegenden Studie - nicht als Streuobstwiesen im eigentlichen Sinne aufgefasst werden können. Ein weiterer Grund ist sicherlich der nach wie vor zu verzeichnende Rückgang der Streuobstbestände, z.B. durch Umnutzung der Flächen oder durch Verwahrlosung.

Die oben genannte Fläche von ca. 930 ha wird demzufolge als realistisch betrachtet und damit nachfolgend als Berechnungsgrundlage herangezogen. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die tatsächlichen Streuobstbestände geringfügig größer sind, als es dieser konservative Ansatz widerspiegelt.

Zusammenfassend sind die folgenden Bestände an Streuobstwiesen je Kanton in die Berechnungen eingeflossen.

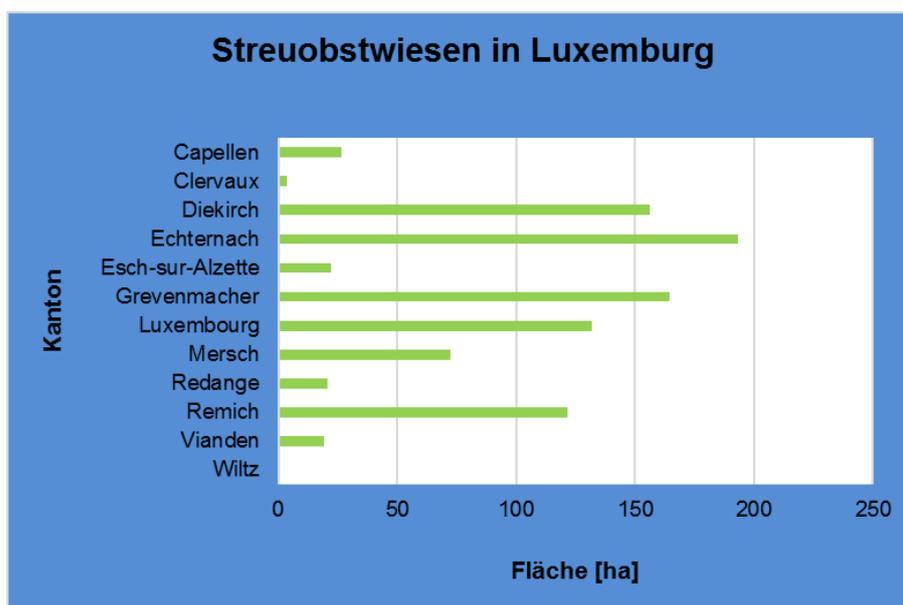


Abbildung 3: Streuobstwiesen in Luxemburg je Kanton

4.1.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG VON STREUOBSTWIESEN

Zur Ermittlung des Potentials an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung ist neben der gewünschten Qualität des zu erzeugenden Brennstoffes vor allem die Nutzung und Pflege des Bestandes von Bedeutung.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird von einer extensiven Nutzung ausgegangen, was wiederum bedeutet, dass auf 50 % der Streuobstwiesen-Flächen Pflegeschnitte an Bäumen durchgeführt werden, die regelmäßig (im Durchschnitt alle fünf Jahre) erfolgen. Das darunter befindliche Grünland wird durch Mahd oder Beweidung genutzt.

Stark überalterte Bäume, die sich im Degenerationsstadium befinden, werden vereinzelt auf der Fläche belassen, um sie künftig als Tothholzobjekte auf Zeit zu erhalten. Der überwiegende Anteil der Streuobstbäume mit diesem relativ schlechten Vitalitätsgrad

wird gefällt. Im Gegenzug erfolgen Neuanpflanzungen von Hochstämmen, um die Baumanzahl des Streuobstbestandes weitgehend zu erhalten.⁶

Die tatsächliche Umsetzung dieser Bewirtschaftungsform mit dem Ziel der Erhaltung der bestehenden Flächen wurde im Rahmen von Flurbegehungen verifiziert. Hintergrund dieser Begehungen ist der Einfluss der tatsächlichen Eingriffsstärke auf die anfallenden Mengen.

In Bezug auf die anfallenden holzigen Grünschnittmengen musste auf Grund der nicht vorhandenen lokalen Datenbasis auf entsprechende Literaturwerte und Erfahrungen bei der Durchführung vergleichbarer Untersuchungen in anderen Regionen zurückgegriffen werden.

Aus diesem Ansatz ergibt sich ein mittlerer Gesamtholzanzfall von ca. 1 Mg/ha*a^{7,8}. Unter Berücksichtigung der angesetzten Gesamtflächen ergibt sich daraus eine jährliche Gesamtmenge an holzigem Grünschnitt von ca. 800 bis 1.000 Mg FM.

Durch die erforderliche Aufbereitung reduziert sich diese Menge nochmals auf ca. 500 bis 600 Mg FM pro Jahr, was wiederum ca. 2.000 – 2.400 srm Häckselgut entspricht.

Diese Gesamtmenge verteilt sich wie nachfolgend dargestellt auf die einzelnen Kantone.

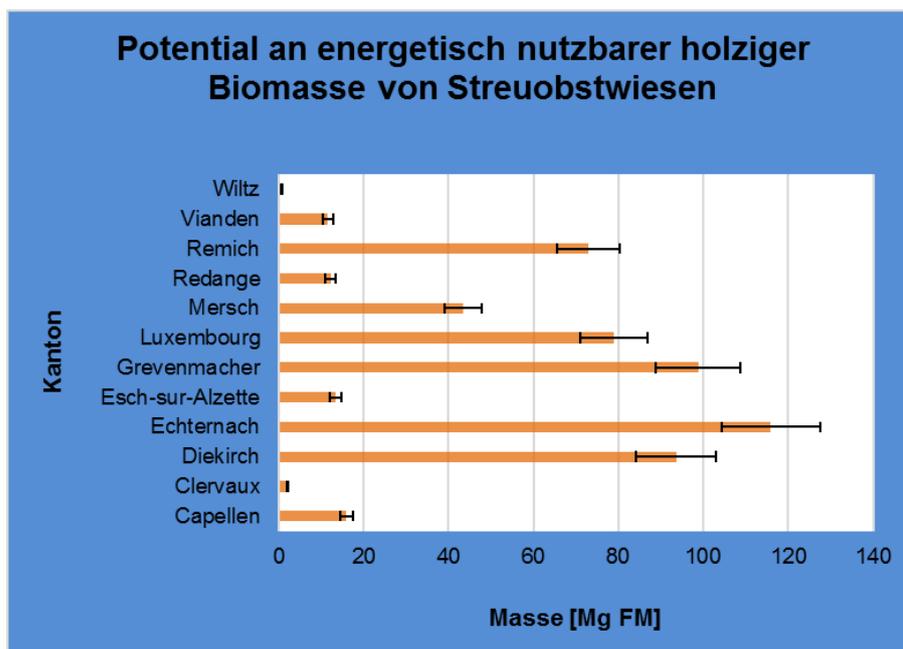


Abbildung 4: Potential an energetisch nutzbarer holziger Biomasse von Streuobstwiesen je Kanton

Durch die Trocknung auf einen Restwassergehalt von ca. 30% reduziert sich die Gesamtmenge auf ca. 350-450Mg. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt

⁶ (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt, Energie GmbH, 2015)

⁷ (Kaltschmitt, et al., 2009)

⁸ (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt, Energie GmbH, 2015)

bei ca. 0,57 MWh/srm und entspricht damit einem Heizöläquivalent von ca. 115.000 bis 137.000l.

Streuobstwiesen, Zusammenfassung	
Gesamtfläche	930 ha
Art der Pflege	extensiv
anfallende Menge Holz	800 – 1.000 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	350 - 450 Mg /a; 2.000-2400 srm/a
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	115.000 – 137.000 l/a

Tabelle 2: Streuobstwiesen, Zusammenfassung der Potentiale

4.1.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Streuobstwiesen sind oftmals und erst recht während der feuchten und kalten Jahreszeit in der die Pflege in der Regel stattfindet, nur bedingt für größere Fahrzeuge zugänglich. Eine händische Aufnahme des Materials wird daher auch zukünftig in den meisten Fällen nicht vermeidbar sein. In diesem Fall muss das gewonnene Material zur nächsten Zufahrtsstraße (in der Regel Feldwege) verbracht werden und kann erst dort auf Sammelfahrzeuge verladen werden. In der Regel wird es sich dabei um landwirtschaftliche Fahrzeuge mit Anhänger handeln, welche das holzige Material anschließend zu den vorgesehenen Sammel- und Häckselplätzen transportieren (siehe hierzu auch Kapitel 6 ff). Dort erfolgt die erforderliche Aufbereitung und der anschließende Weitertransport.

In einzelnen Fällen und in Abhängigkeit der Lage kann auch eine Häckselung direkt vor Ort erfolgen. Dies hätte den Vorteil einer deutlichen Minimierung des Transportaufwandes, zieht aber wiederum Lärmemissionen nach sich und muss daher ggf. kritisch betrachtet werden.

Grundsätzlich sollte zur Mobilisierung des Materials eine enge Kooperation mit der Landwirtschaft angestrebt werden, welche im Regelfall über die erforderlichen Transportfahrzeuge und – falls erforderlich- auch über geeignete Häckslers verfügt. Der Anteil des direkt vor Ort gehäckselten Materials wird jedoch 50% voraussichtlich nicht überschreiten.

In Bezug auf die Mobilisierung des Potentials sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Verbleib von Totholz (z.B. überalterte Bäume im Degenerationsstadium aber auch Kronenreste) Bestandteil einer intakten Streuobstwiese ist. Das Ziel der Mobilisierung der holzigen Biomasse ist nicht die dauerhafte und vollständige Beräumung der Wiesen von Tothölzern. Das bezieht sich ausdrücklich auch auf im Rahmen der Sammlung und/oder Verladung verschlepptes oder zurückgelassenes feines Astmaterial.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass nahezu alle Streuobstwiesen unter den vorbeschriebenen Bedingungen zugänglich sind und das Potential an energetisch verwertbarer Biomasse damit aktivierbar ist.

Einzelfälle können allerdings nicht ausgeschlossen werden. Sollte aus Sicht des Betreibers die Verbrennung – ein Verrottungsschnitt ist in Obstwiesen nur bedingt geeignet – erforderlich sein, wird die Durchführung einer Einzelfallprüfung im Rahmen

eines Biomasse-Managementsystem empfohlen. Hierauf wird unter anderem in Kapitel 9 genauer eingegangen.

4.2. OBSTPLANTAGEN

Im Gegensatz zur Streuobstwiese steht bei der Obstplantage die Flächenproduktivität im Vordergrund. Diese wird zum einen durch eine im Vergleich zur Streuobstwiese deutlich höhere Baumdichte und zum anderen durch die Zuchtform, welche in der Regel als Niederstamm und als Halbstamm vorkommt, erreicht. Hintergrund des Anbaus in diesen Zuchtformen ist die Erleichterung der Ernte und damit die Erhöhung des Ertrags je Baum.

Von Niederstamm spricht man im Allgemeinen bei einer Kronenhöhe von ca. 1,00m. Halbstämmige Bäume sind hingegen durch Kronenhöhen zwischen ca. 1,00 bis 1,60m gekennzeichnet. Größere Bäume gelten als Hochstamm-Bäume.

Insbesondere bei der Zuchtform als Niederstamm entwickeln die Bäume nur kleine Kronen. Hierdurch kann der Standraum deutlich verringert werden.

Die Baumdichte liegt bei intensiv genutzten, mitteleuropäischen Obstplantagen in Abhängigkeit der Obstsorte zwischen 5.000 und 10.000 Bäumen (Niederstamm) je ha. In älteren Anlagen liegt die Bestandsdichte bei ca. 580 Bäumen je ha⁹. Die zu berücksichtigenden Bestandsdichten unterscheiden sich demnach erheblich.



Abbildung 5: Obstplantage, Apfel, Niederstamm¹⁰

Auch die Umtriebszeit ist dementsprechend unterschiedlich. Sie liegt im Regelfall jedoch zwischen 10 und 15 Jahren bei intensiv bewirtschafteten Plantagen und zwischen 15 und 25 Jahre bei Plantagen älteren Typs. Allerdings werden zum Teil auch deutlich ältere Plantagen noch betrieben.

4.2.1. VORKOMMEN

Das Hauptverbreitungsgebiet der Obstplantagen in Luxemburg liegt in den Kantonen Luxembourg, Remich und Grevenmacher. Weitere größere Bestände finden sich in den Kantonen Vianden, Capellen und Echternach.

⁹ (Kaltschmitt, et al., 2009)

¹⁰ Wort.lu, Foto: Christophe Olinger

Auf der Basis der verfügbaren GIS¹¹-Daten ergeben sich die folgenden, für den Obstanbau (Niederstamm) genutzten Flächen.

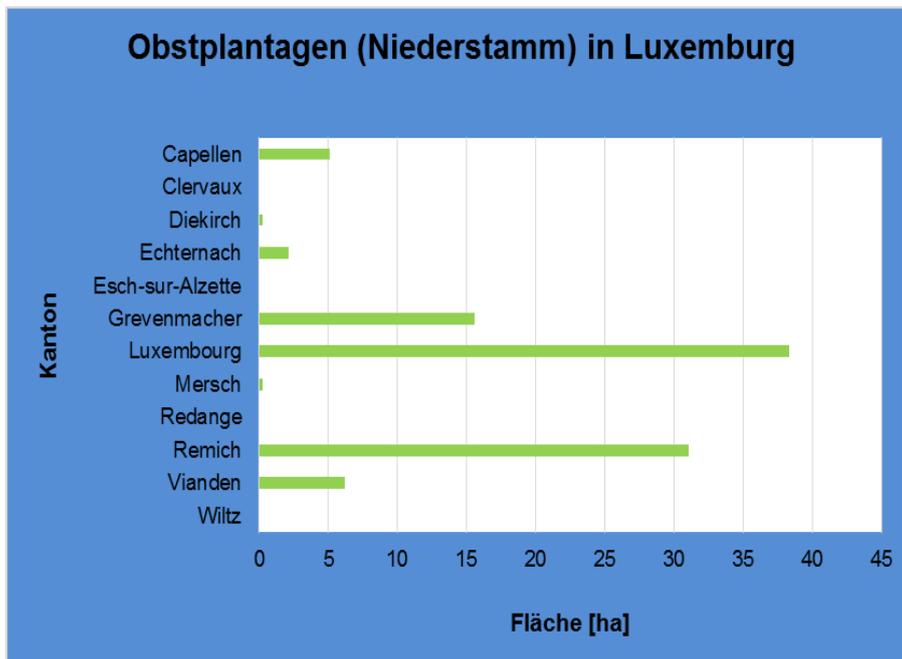


Abbildung 6: Obstplantagen (Niederstamm) je Kanton

4.2.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG VON OBSTPLANTAGEN

Holziges Material fällt unter anderem bei der im Regelfall jährlich stattfindenden Kronenpflege an. Hierbei handelt es sich allerdings um eher dünnes Astmaterial, welches auf Grund des Verhältnisses von Rinde zu Holz für eine energetische Nutzung eher uninteressant ist. Dieses Material sollte, wie auch bereits jetzt oftmals praktiziert, als Mulchmaterial vor Ort verbleiben. Lediglich das in deutlich geringerem Maße anfallende dickere Astmaterial sollte der weiteren Aufbereitung und energetischen Nutzung zugeführt werden.

Nennenswerte Mengen an energetisch nutzbarer Biomasse fallen bei der Rodung der Plantagen bzw. von Einzelbäumen auf den Plantagen an. Hierbei fällt neben dem Stamm- und Kronenholz auch Wurzelholz an. Letztgenanntes ist allerdings naturgemäß mit Erdresten behaftet, welche zur Erhöhung des Ascheanteils beitragen. Darüber hinaus wird auch die Abnutzung der eingesetzten Aufbereitungsaggregate negativ beeinflusst.

Das Rodungsmaterial fällt am Ende der Umtriebszeit einer Plantage und somit, je nach Plantagentyp, nach ca. 10-25 Jahren an. Bei Plantagen älteren Typs kann die Umtriebszeit auch höher als 25 Jahre sein.

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zuchtformen, Plantagenarten und Umtriebszeiten sowie einer mittleren Bergungsrate von ca. 75-85% ergibt sich ein mittlerer Gesamtanfall holzigen Materials von ca. 4 bis 4,5 Mg FM/ha^{12,13,14}. Unter

¹¹ (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016/2017)

¹² (DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH, 2014)

¹³ (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt, Energie GmbH, 2015)

¹⁴ (Kaltschmitt, et al., 2009)

Berücksichtigung der in Ansatz gebrachten Fläche ergibt sich hieraus eine Gesamtmenge von ca. 400 bis 500 Mg FM. Diese Gesamtmenge reduziert sich durch die Aufbereitung auf ca. 160 bis 200 Mg FM/a, was wiederum einem Volumen von ca. 650 bis 800 srm entspricht.

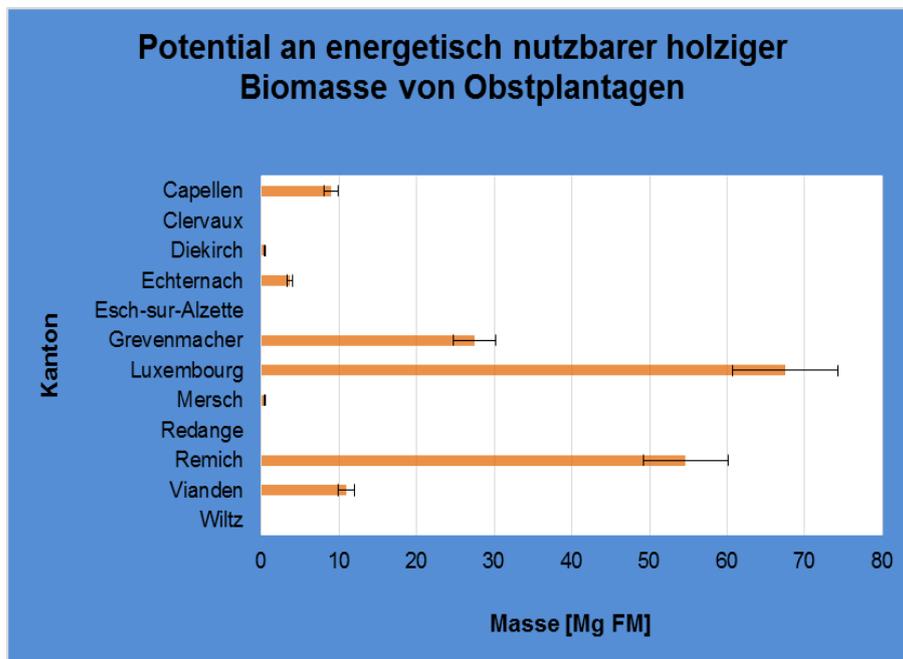


Abbildung 7: Potential an energetisch nutzbarer Biomasse von Obstplantagen (Niederstamm) je Kanton

Nach der Trocknung liegen abschließend ca. 110-140 Mg/a als energetisch nutzbarer Brennstoff mit einem Heizwert von ca. 0,57 MWh/srm vor.

Obstplantagen, Zusammenfassung	
Gesamtfläche	100 ha
anfallende Menge Holz	400 – 500 Mg FM/a
anfallende Menge an Holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	110-1400 Mg FM/a; 650-800 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	37.000 bis 46.000 l/a

Tabelle 3: Obstplantagen, Zusammenfassung der Potentiale

4.2.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Für die Erfassung des jährlich anfallenden Holzigen Schnittmaterials von Obstplantagen bietet sich, da diese in der Regel auf Grund der im Vergleich zur Streuobstwiese intensiven Bewirtschaftung gut zugänglich sind, die direkte Verladung des Schnittmaterials auf landwirtschaftliche Fahrzeuge an. Dies trifft sowohl auf Plantagen älteren Typs als auch auf intensiv bewirtschaftete Plantagen zu.

Das gewonnene Material kann anschließend zu den zentralen Sammel- und Häckselplätzen transportiert und zu Brennstoff aufbereitet werden.

Bei größeren Plantagen im Allgemeinen und insbesondere bei intensiv bewirtschafteten Plantagen mit erhöhter Baumdicke (Niederstamm) kann auch die direkte Zerkleinerung vor Ort eine sinnvolle Option sein. Die dabei auftretenden Lärmemissionen sind jedoch zu beachten. Der Anteil an direkt vor Ort zerkleinertem Material wird 50% voraussichtlich nicht überschreiten.

Werden Plantagen ganz oder teilweise gerodet, muss davon ausgegangen werden, dass nur noch die oberirdische Biomasse für eine energetische Nutzung zur Verfügung steht. Die Wurzelstöcke einschließlich der obersten Bodenschichten werden in der Regel durchfräst und verbleiben somit im Boden.

In Bezug auf das bei der Rodung von Plantagen älteren Typs gewonnene Stammholz sollte – trotz der vergleichsweise geringen Holzdichte und des damit verbundenen geringeren Heizwertes – geprüft werden, ob die Verwendung als Scheitholz möglich ist.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist davon auszugehen, dass die Plantagen grundsätzlich gut zugänglich sind. Die vollständige Aktivierung des bestehenden Potentials ist damit gewährleistet.

In Bezug auf die erforderlichen Arbeiten (Transporte, ggf. Häckselung) wäre das bereits angesprochene Managementsystem für eine geordnete Erfassung bzw. Konzentration empfehlenswert, um möglichst umfangreiche Mengen ökonomisch aufbereiten zu können. Auf diese Option wird unter Kapitel 9 genauer eingegangen.

4.3. WEINBAU

Das Weinanbaugebiet der luxemburgischen Mosel ist eines der nördlichsten Weinbaugebiete. Die Weinberge liegen meistens 150 bis 250 Meter über dem Meeresspiegel und befinden sich in den Kantonen Remich und Grevenmacher.

4.3.1. VORKOMMEN

Laut Auskunft des staatlichen Weinbauinstitutes in Remich erfolgt der Weinbau derzeit auf ca. 1.300 ha, verteilt auf die Kantone Remich und Grevenmacher. Diese Angabe deckt sich weitestgehend mit den Angaben der GIS¹⁵-Daten, laut denen der Anbau auf einer Fläche von ca. 1.400ha erfolgt. Zudem weisen die GIS-Daten zusätzliche kleinere Anbauflächen im Kanton Echternach (4 ha) aus.

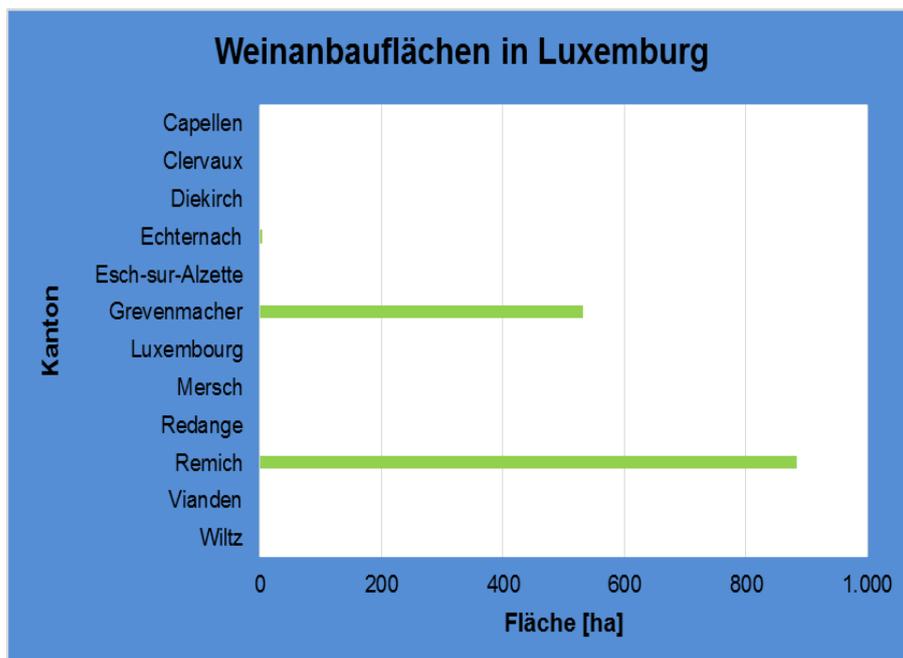


Abbildung 8: Weinbauflächen in Luxemburg je Kanton

4.3.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM WEINBAU

In Bezug auf die Ermittlung des bestehenden Potentials an energetisch nutzbarer holziger Biomasse aus dem Weinbau ist zu beachten, dass der im Rahmen des jährlichen Schnittes anfallende Grünschnitt (Reben) vor dem Hintergrund der angestrebten Brennstoffqualität nicht berücksichtigt werden kann. Hintergrund dieses Ansatzes ist der geringe holzige Anteil im Verhältnis zum Rindenanteil und der damit verbundene unverhältnismäßig hohe Ascheanteil in Verbindung mit dem niedrigen Heizwert. Der Nutzen einer energetischen Verwertung würde somit in



Abbildung 9: Weinstock nach dem Rebschnitt

¹⁵ (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016/2017)

keinem Verhältnis zu den im Rahmen der Aschentsorgung entstehenden Lasten stehen.

Der anfallende Rebschnitt wird nach Aussage des Weinbauinstitutes derzeit vor allem – mit dem Ziel der Anreicherung der organischen Substanz des Bodens- gemulcht und verbleibt vor Ort. Diese Praxis sollte auch zukünftig beibehalten werden.

Die oftmals als aus phytosanitären Gründen angeführte notwendige Verbrennung der Reben kann durch die IGLux nicht beurteilt werden. Ggf. kann aus diesem Grund auch zukünftig nicht vollständig auf die Verbrennung dieses Materials verzichtet werden. Die IGLux empfiehlt allerdings hierfür eine eindeutige Rechtsgrundlage zu schaffen, aus der eindeutig hervorgeht, bei welchem Befall eine Bekämpfung mit Feuer nötig oder zumindest anzuraten ist. Eine entsprechende, eindeutige Regelung besteht derzeit, nach Kenntnisstand der IGLux, nicht.

Wesentliche und energetisch nutzbare holzige Biomasse fällt hingegen bei der Rodung von Weinbergen an. Nach Abstimmung mit dem staatlichen Weinbauinstitut beträgt der jährliche Anteil an gerodeter Fläche im Mittel ca. 20 ha¹⁶. Angaben zu den dabei anfallenden Massen an Grünschnitt liegen jedoch nicht vor. Aus diesem Grund musste auf entsprechend auf die lokalen Verhältnisse anzupassende Literaturwerte zurückgegriffen werden. Dabei kann laut der einschlägigen Literatur von einem Anfall von ca. 100 Mg FM je ha¹⁷ (bezogen auf eine Bestockung von ca. 10.000 Stück pro ha) ausgegangen werden.

Hierbei wird allerdings von einer Bergungsrate von 100% ausgegangen. Es handelt sich somit um einen theoretischen und in der Praxis kaum zu realisierenden Wert. Allein aufgrund der immer noch gängigen Praxis vieler Privatleute, die Rebstöcke (trotz Ihrer regelmäßigen Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln) als Kamin- und oder Grillholz zu verwenden und unter Berücksichtigung der in Luxemburg üblichen geringeren Bestockung¹⁸ je ha, erscheint hier ein Ansatz von ca. 40Mg FM je ha realistischer.

Um den in Bezug auf die Bestockung (5.000-5.500 Rebstöcke je ha) sowie die nicht sinnvolle Einsetzbarkeit des reinen Rebschnittes und den damit verbundenen Mengenansatz zu verifizieren, wurden Ortsbegehungen im Raum Remich und Mertert durchgeführt. In diesem Zusammenhang konnte auch die angesetzte Effizienz des Rodepfluges (siehe nachfolgendes Kapitel „Erfassungsmöglichkeiten und -grenzen“) überprüft werden.

Der Gesamtanfall an holzigem Material aus dem Weinbau liegt dementsprechend bei ca. 700 - 900 Mg FM pro Jahr. Durch die Aufbereitung entsteht eine energetisch nutzbare Gesamtmenge von ca. 350 bis 450 Mg FM. Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 250-320 Mg oder 875 bis 1.150 srm.

¹⁶ Ansatz ohne Flurbereinigungen

¹⁷ (Kaltschmitt, et al., 2009)

¹⁸ 5.000-5.500 Rebstöcke je ha, gemäß Aussage des staatlichen Weinbauinstitutes

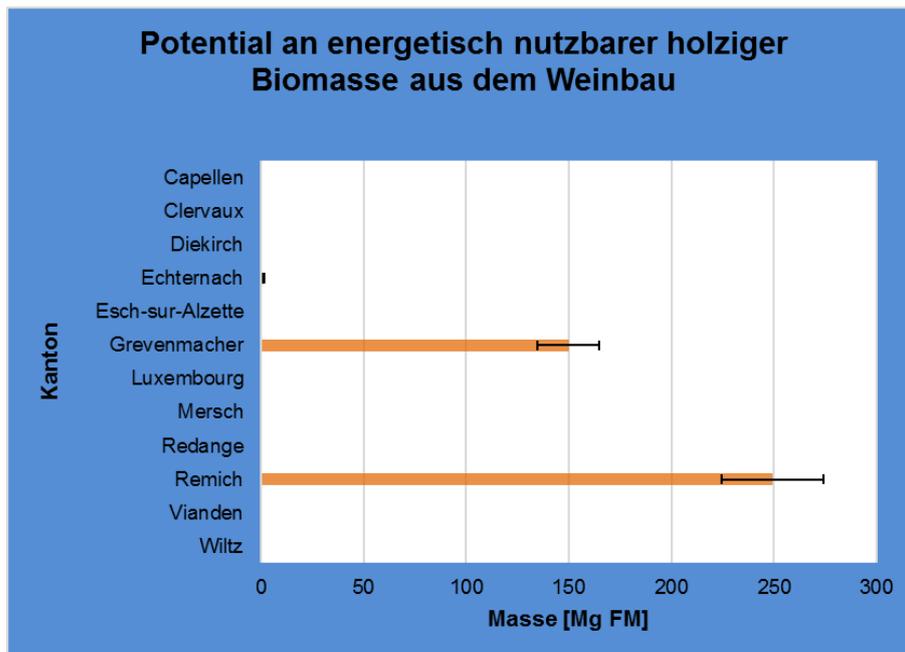


Abbildung 10: Energetisch nutzbare Biomasse aus dem Weinbau je Kanton

Weinbau, Zusammenfassung	
Gesamtfläche	1.400 ha
anfallende Menge Holz	700 – 900 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	250 - 320 Mg FM/a; 875 – 1.150 srm
Heizwert	ca. 0,93 MWh/srm
Heizöläquivalent	81.500 – 105.000 l/a

Tabelle 4: Weinbau, Zusammenfassung der Potentiale

4.3.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Aus den vorstehenden Kapiteln geht hervor, dass sinnvoll nutzbare holzige Biomasse nur bei der Rodung der Weinstöcke anfällt.

Die Rodung selbst ist, vor allem in Steillagen, sehr aufwändig und wird heute in der Regel mittels Rodepflügen durchgeführt. Ziel ist es hierbei nicht nur den Weinstock selbst, sondern auch das Wurzelmaterial so weit wie möglich zu entfernen, um einen Neuausschlag der Wurzelunterlage zu vermeiden.

Bei der Rodung fallen größere Mengen an holzigem Material an. Zudem sind die Weinberge in der Regel gut erschlossen und auch mit schwererem Gerät gut zugänglich.

Demzufolge ist eine direkte Zerkleinerung vor Ort zu empfehlen. Das Material kann anschließend direkt zu den vorgesehenen Behandlungsanlagen (siehe hierzu auch Kapitel 6 ff) transportiert und dort aufbereitet werden.

Hierbei ist zu beachten, dass die an den Wurzelstöcken anhaftenden Erdreste zwar durch die Aufbereitung weitestgehend entfernt werden und die Brennstoffqualität, auch vor dem Hintergrund des geringen Gesamtanteils des Holzes aus dem Weinbau an der Gesamtbrennstoffmenge, damit nicht negativ beeinflusst, aber dennoch zu einem erhöhten Verschleiß führt. Die oftmals noch an den Stöcken verbliebenen Drahtreste führen ebenfalls zu hohem Verschleiß und, im Falle von Verwicklungen, ggf. auch zu Schäden an den Zerkleinerungsaggregaten. Auf eine möglichst rückstandsfreie Entfernung der Drähte vor dem Roden ist somit zu achten.



Abbildung 11: Rodepflug im Einsatz

Unabhängig von den vorstehenden Sachverhalten kann jedoch davon ausgegangen, dass das gesamte anfallende holzige Material erfasst und somit auch aufbereitet werden kann. Auf den Schwund durch Privatnutzung wurde bereits im Rahmen der Potentialermittlung eingegangen.

Der Anteil an unzerkleinert gesammeltem Material sollte demnach vernachlässigbar gering sein. Auch hier ist, in Bezug auf die Zerkleinerung, eine möglichst enge Kooperation mit der Landwirtschaft anzustreben, soweit die Betreiber der Weinberge nicht über entsprechende eigene Aggregate verfügen.



Abbildung 12: gerodeter Weinberg vor Entnahme der Rebstöcke

Abschließend muss jedoch noch erwähnt werden, dass unter Umständen eine teilweise Verbrennung der anfallenden Mengen aus phytosanitären Gründen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Notwendigkeit dieser Maßnahme kann durch die IGLux jedoch nicht beurteilt werden¹⁹.

¹⁹ Fotos: <http://lohnunternehmen-kiss.de>

4.4. STRAßENBEGLEITHOLZ

Als Straßenbegleitholz werden allgemein alle zur Straße gehörenden Gehölze bezeichnet, unabhängig davon, ob diese im Zuge von Straßenbaumaßnahmen angelegt wurden oder natürlichen Ursprungs sind. Besagte Gehölze gehören zum historischen und landschaftstypischen Erscheinungsbild der Straßen und bestehen sowohl aus Bäume als auch aus mit Feldgehölzen vergleichbaren Hecken und unterliegen keiner produktionsorientierten Nutzung.

Die regelmäßige Pflege bzw. der Rückschnitt und/oder die teilweise Fällung der Gehölze und Hecken sind unter anderem notwendig, um Verkehrsraumprofile und Sichtachsen offenzuhalten sowie witterungsbedingte Gefahrensituationen (z.B. bei Schneelast) durch Abbrüche von Bäumen oder Baumteilen im Vorfeld zu vermeiden.

4.4.1. VORKOMMEN

Das luxemburgische Straßennetz außerhalb der Bauperimeter besteht aus Autobahnen, den Routes nationales sowie den Chemins repris und ist wie nachfolgend dargestellt auf die einzelnen Kantone verteilt.

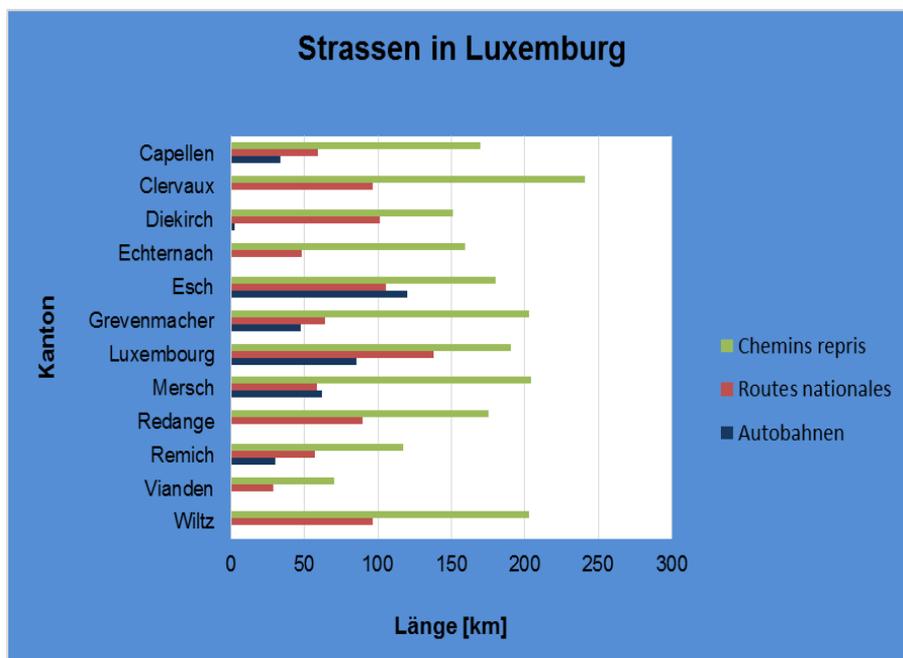


Abbildung 13: Straßen in Luxemburg, je Kanton²¹

4.4.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM STRAßENBEGLEITHOLZ

Die im Rahmen der Pflege des Straßenbegleitholzes anfallende Menge an holzigem Material ist nicht zuletzt auch abhängig von der Eingriffsstärke.

Entsprechende, auf Luxemburg übertragbare Daten finden sich unter anderem in der Literatur²² und der Studie des Institutes für Wald und Holz NRW e.V. aus dem Jahr 2012²³.

²¹ Längenermittlung und Zuordnung auf GIS-Basis

²² Unter anderem (Kaltschmitt, et al., 2009)

²³ (Internationales Institut für Wald und Holz NRW e.V., 2012)

Bei (Kaltschmitt, et al., 2009) wird näherungsweise allgemein von einem spezifischen Aufkommen an Pflegeschnitt aus der Straßenrandpflege von zwischen 1 und 4 t/km*a holzigem Material (Frischmasse) ausgegangen. In Abhängigkeit des Straßentyps wird hier bei Gemeindestraßen von rund 1t/km*a, bei Bundes-, Landes- und Kreisstraßen von 1-2 t/km*a und bei Bundesautobahnen von 3-4 t/km*a ausgegangen. Als tatsächlich abfahr- also nutzbar, wird eine Quote zwischen 20% und 70% angesetzt.

Das Institut für Wald und Holz NRW e.V. geht von 0,5 t_{atro}/km*a²⁴ bis 2 t_{atro}/km*a aus. Unter Ansatz eines mittleren Wassergehaltes von 50% von frisch eingeschlagenen Hölzern entspricht dies den bereits oben genannten Werten nach (Kaltschmitt, et al., 2009).

Tabelle 17: Berechnung der theoretischen Dendromassepotenziale aus der Straßenbegleitgrünpflege in t_{atro} (Trockenmasse) pro Jahr in der Bioenergieregion Eifel (Quellen: Landesbetrieb für Information und Technik NRW 2011; Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2011; ¹ Wald-Zentrum (2007); ² PROJEKTGEMEINSCHAFT BIOROHSTOFFE (2005)).

Kreis	Straßen-kategorie	Strecke		Fläche		Freie Strecken BioEnReg km	Dendromassepotenzial [t _{atro} pro Jahr]		
		gesamt km	frei km	Kreis ha	BioEnReg ha		Telgestudie ¹ [0,5 t _{atro} /km]	Studie Hessen ² [2 t _{atro} /km]	
Städte- region Aachen	Autobahnen	46	46	70.716	34.315	23	11	45	
	Bundesstraßen	122	78				38	19	76
	Landstraßen	322	212				103	52	206
	Kreisstraßen	122	70				34	17	68
	Insgesamt	611	406				197	99	394
Düren	Autobahnen	46	46	91.139	21.805	11	6	22	
	Bundesstraßen	129	108				26	13	51

Abbildung 14: Auszug Dendromassepotential aus der Straßenbegleitgrünpflege in der Bioregion Eifel²⁵

Ausgehend von einem eher konservativen Ansatz und Übertragen auf die in Luxemburg üblichen straßenbaulichen Definitionen kann demnach von dem nachfolgend angeben Anfall an abfahrbarem holzigem Material ausgegangen werden. Grundlage der vorgenommenen Minderungen der grundsätzlich vorhandenen Gesamtmassen ist die Tatsache, dass nicht das gesamte Straßennetz gleichmäßig stark begrünt und damit nicht vollständig mit den zitierten Literatur- und Erfahrungswerten des zu Grunde liegenden Straßennetzen vergleichbar ist.

	Autobahnen [Mg _{FM} /Km*a]	Routes nationales [Mg _{FM} /Km*a]	Chemins repris [Mg _{FM} /Km*a]
Masse gesamt	3	2	1
abfahrbar	60%	50%	50%
Nutzbare Masse	1,5	1	0,5

Tabelle 5: abfahrbare holzige Mengen aus der Straßenbegleitgrünpflege nach Straßentyp

²⁴ ATRO =absolut trocken

²⁵ (Internationales Institut für Wald und Holz NRW e.V., 2012)

Umgelegt auf die einzelnen Kantone und unter Ansatz einer letztendlichen Ausbeute von 50% an holziger Biomasse liegt der der Gesamtanfall an Holz aus der Straßenbegleitholzpflege bei ca. 2.300 -2.800 Mg FM pro Jahr. Durch die Aufbereitung entsteht eine energetisch nutzbare Gesamtmenge von ca. 1.150 bis 1.400 Mg FM.

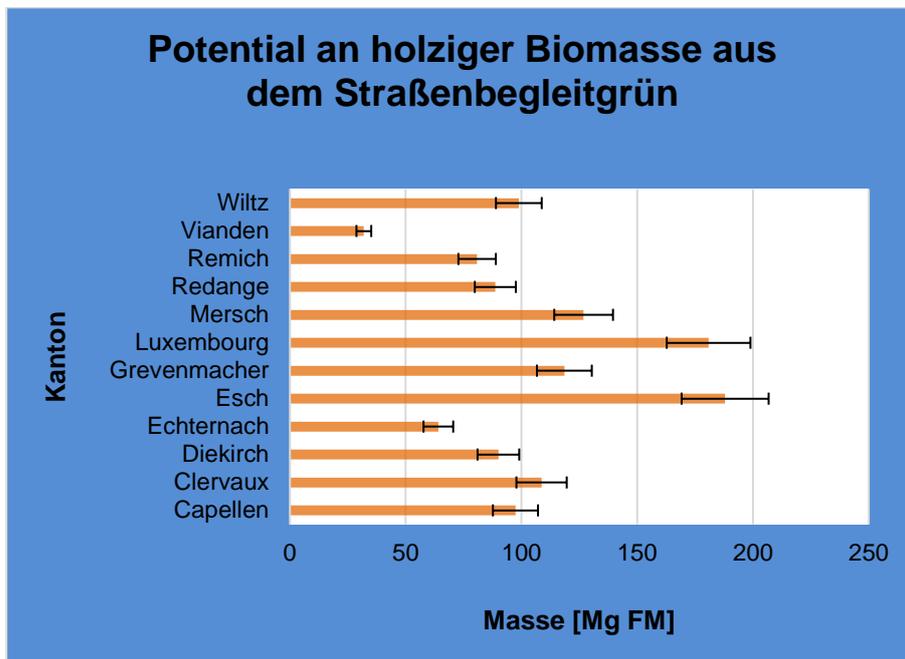


Abbildung 15: Potential an holziger Biomasse aus dem Straßenbegleitgrün

Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 800-1.000 Mg oder 4.400 bis 5.600 srm. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt bei ca. 0,57 MWh/srm Hackselgut. Daraus ergibt sich ein Gesamtheizöläquivalent von ca. 250.000 bis 320.000l.

Straßenbegleitholz, Zusammenfassung	
anfallende Menge Holz	2.300 – 2.800 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	800 – 1.000 Mg /a; 4.400 – 5.600 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	250.000 – 320.000 l/a

Tabelle 6: Straßenbegleitholz, Zusammenfassung der Potentiale

4.4.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Für die Erfassung des im Rahmen der Straßenbegleitholzpflege gewonnene und in der Regel seitlich gelagerte Material sind grundsätzlich zwei Optionen denkbar.

1. Erfassung mittels kombinierter Zerkleinerungs- und Ladetechnik
Hierbei wird das Material direkt vor Ort zerkleinert (mobiler Häcksler/Hacker) und direkt auf Anhänger bzw. in Container verladen.



Abbildung 16: Zerkleinerung und Häcksel-/Hackgutaufnahme mit Forwarder-Geräteträger²⁶

2. Sammlung mittels Containerzug mit Greifkran oder alternativ mittels Forwarder-Geräteträger und Anhänger
In diesem Fall wird das Material nicht vor Ort zerkleinert, sondern mittels auf dem Fahrzeug montierten Greiferkran auf Anhänger oder in Container verladen. Anschließend wird das Material dann zu den zentralen Sammel- und Häckselplätzen transportiert.

²⁶ Quelle: Witzenhausen-Institut



Abbildung 17: Chippertruck²⁷

Im ersten Fall wird das Material unzerkleinert zu den zentralen Sammel- und Aufbereitungsplätzen verbracht. Im zweiten Fall kann der Transport direkt zu einer der vorhandenen Behandlungsanlagen transportiert werden. Hierauf wird unter Kapitel 6 genauer eingegangen.

Im Falle des Straßenbegleitholzes sollte die direkt Zerkleinerung vor Ort der Regelfall sein. Lediglich bei stark befahrenen oder sehr engen, unübersichtlichen Straßen sollte auf Grund der schnelleren Beräumung auf eine unzerkleinerte Erfassung zurückgegriffen werden.

In einzelnen Streckenabschnitten (z.B. auf Grund von Sicherheitsbedenken in unübersichtlichen Bereichen, geringe Straßenbreiten, etc.) werden voraussichtlich beide Varianten nicht praktikabel sein. In diesen Fällen wird die Durchführung eines Verrottungsschnittes und der Verbleib des Materials vor Ort empfohlen. Auch der Verbleib als Totholz kann in einzelnen Bereichen sinnvoll sein. Diesem Umstand wurde, ebenso wie den Besonderheiten des Luxemburgischen Straßennetzes, im Rahmen der Potentialermittlung durch Anpassung der gängigen Literatur- und Erfahrungswerte entsprechend Rechnung getragen.

In Bezug auf den Anteil der unzerkleinert erfassten Mengen wird von ca. 30% ausgegangen. Der Regelfall sollte wie bereits ausgeführt, die Erfassung mittels kombinierter Zerkleinerungs- und Ladetechnik sein.

²⁷ Quelle JENZ AG

4.5. SCHIENENBEGLEITHOLZ

Schienenbegleitholz ist grundsätzlich mit dem Straßenbegleitholz vergleichbar, wenn auch höhere Anteile an heckenähnlichem Bewuchs vorhanden sind. Auch diese Hecken und Gehölze gehören zum landschaftstypischen Erscheinungsbild, unabhängig davon, ob diese künstlich angelegt wurden oder natürlichen Ursprungs sind. Ebenso unterliegt auch dieser Bewuchs keiner produktionsorientierten Nutzung.

Die regelmäßige Pflege bzw. der Rückschnitt und/oder die teilweise Fällung der Gehölze und Hecken ist auch im Falle des Schienenbegleitholzes notwendig, um Verkehrsraumprofile und Sichtachsen offenzuhalten sowie witterungsbedingte Gefahrensituationen durch Abbrüche von Bäumen oder Baumteilen im Vorfeld zu vermeiden.

Allerdings kommt der Freihaltung der Sichtachsen, allein schon auf Grund der Vielzahl an Signalanlagen sowie des langen Bremsweges von Zügen (Masse), ein höherer Stellenwert zu.

4.5.1. VORKOMMEN

Das luxemburgische Schienennetz²⁸ weist nach Angaben des STATEC eine Streckenlänge von ca. 280km aus. Hierin sind auch die privat betriebenen Strecken enthalten.

Die kantonsweise Verteilung der Strecken stellt sich wie folgt dar.

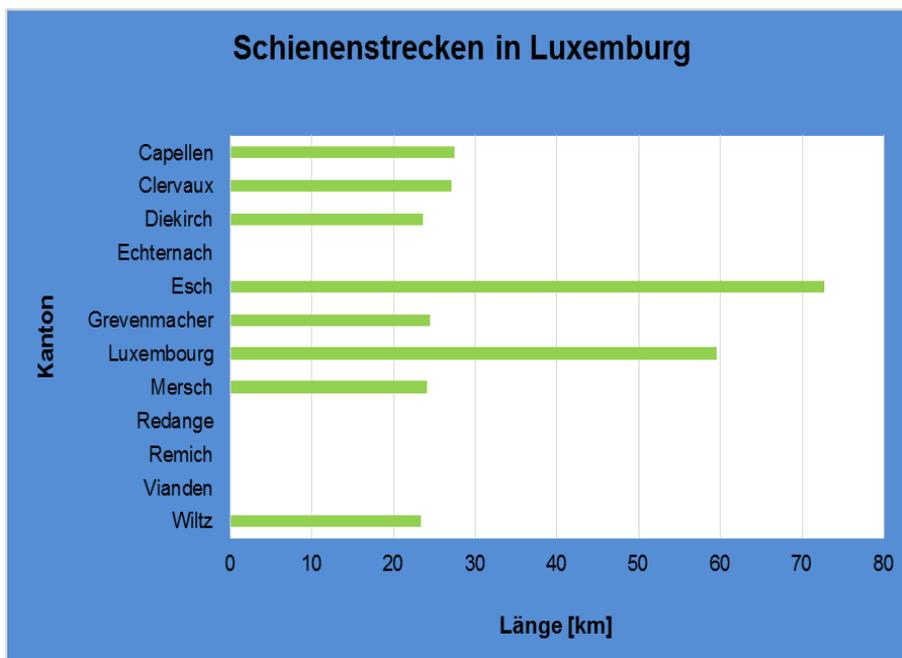


Abbildung 18: Schienenstrecken in Luxemburg je Kanton

4.5.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM SCHIENENBEGLEITHOLZ

In Gesprächen mit der CFL sowie im Rahmen einer durchgeführten Streckenbegehung der Nordstrecke hat sich gezeigt, dass die Bahnstrecken mit einer Vielzahl von Installation wie zum Beispiel Signalanlagen, Masten der Oberleitungen und deren

²⁸ angegeben sind die Streckenlängen, nicht die Schienenlängen, da die Strecken teilweise mehrgleisig ausgeführt sind, die Begrünung jedoch lediglich seitlich der Strecken vorliegt.

Abspannungen versehen sind. Die CFL unterhält in diesem Zusammenhang umfangreiche Verzeichnisse, die die Lage bzw. die Abstände der betreffenden Einrichtungen aufzeigen. Wie sich im Zuge der oben genannten Streckenbegehung mit Mitarbeitern der CFL sowie zusätzlich durchgeführter unabhängiger Streckenbegehungen gezeigt hat, ist die Dichte dieser, in Bezug auf eine automatisierte Gewinnung von Schienenbegleitholz, als Hindernisse zu bezeichnenden Installationen derart erheblich, dass eine automatisierte Pflege in weiten Teilen nicht durchführbar erscheint. Vielmehr ist hier auch zukünftig von einer manuellen Pflege auszugehen.

Hinzu kommt noch die insbesondere im Norden anzutreffende Lage der Strecken in engen Tälern bzw. Einschnitten, welche nicht nur die Pflege, sondern auch die Abfuhr der anfallenden Mengen zusätzlich erheblich erschwert.

Ein weiterer kritischer Punkt sind die teilweise offen, neben den Strecken verlegten Verkabelungen (fliegende Verkabelung) der Signal- und Weichenanlagen.

In Bezug auf die im Rahmen der Schienenbegleitholzpflge anfallenden Mengen liegen derzeit nur wenige Erfahrungen vor. Hintergrund dieser Tatsache ist die in allen Ländern immer noch gängige Praxis des Verbrennens vor Ort und – im besseren Fall – des Verrottungsschnittes. Das heißt, das Material wird soweit zerschnitten/zerkleinert, dass es störungsfrei vor Ort verbleiben kann verrottet. Die letztgenannte Praxis erscheint auch im vorliegenden Fall, zumindest auf weiten Teilen des Luxemburger Schienennetzes, die zukünftig sinnvollste Art der Pflege zu sein.

Allgemein liegen, wie bereits erwähnt, nur wenige Erfahrungen in Bezug auf die anfallenden holzigen Mengen vor. Auch der CFL selbst liegen keine massenbezogenen Daten vor, so dass auf entsprechende Erfahrungswerte zurückgegriffen wurde.

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen diesbezüglich belastbare Angaben lediglich seitens der DB Netz AG²⁹, des Leitfadens des Landes Baden-Württemberg³⁰ sowie der Potentialanalyse des Freistaates Sachsen³¹ vor. Erstgenannte Quelle geht von 2 Mg TM je Streckenkilometer (atro, entsprechend ca. 3,5-4,0 Mg FM), die beiden letztgenannten von ca. 3,5 Mg FM pro Streckenkilometer aus.

Unter Berücksichtigung der bereits mehrfach genannten Schwierigkeiten bei der Gewinnung bzw. der Abfuhr an den Schienenstrecken muss dieser Ansatz im vorliegenden Fall jedoch reduziert werden. Hier erscheint ein allgemeiner Ansatz von ca. 2,0 Mg FM je Streckenkilometer realistischer. Im Bereich der Nordstrecke muss dieser Ansatz aus den genannten Gründen auf ca. 0,5 Mg FM je Streckenkilometer reduziert werden.

Vor diesem Hintergrund sowie einer angesetzten möglichen Ausbeute an energetisch nutzbarer holziger Biomasse ergibt sich das nachfolgend kantonsweise dargestellte Potential.

²⁹ (IZES GmbH, 2011)

³⁰ (Ministerium für Umwelt, 2015)

³¹ (Wagner, 2012)

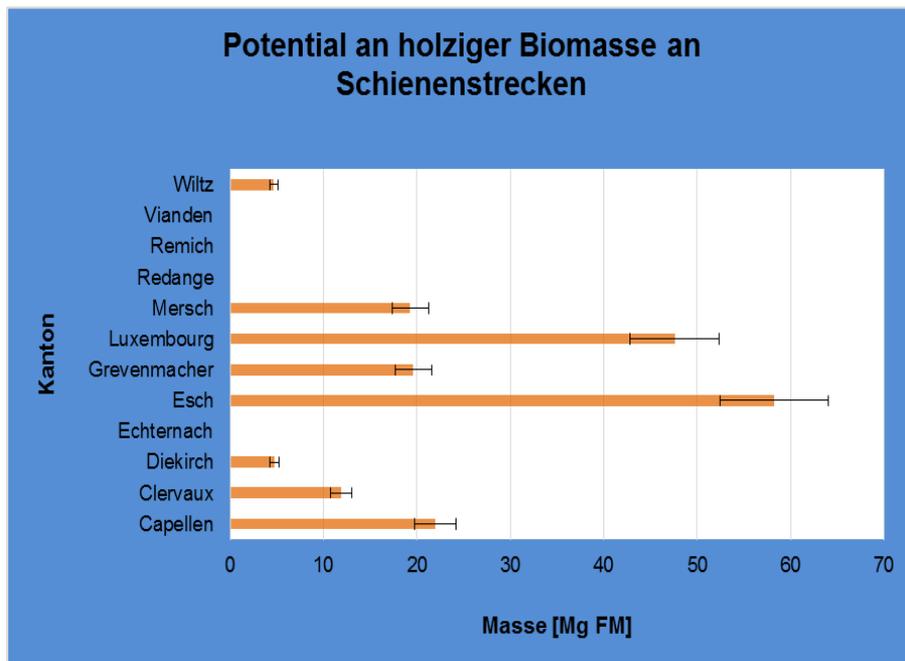


Abbildung 19: Potential an holziger Biomasse an Schienenstrecken je Kanton

Der Gesamtanfall an Holz aus der Schienenbegleitholzpflge liegt bei ca. 400-500 Mg FM pro Jahr. Durch die Aufbereitung entsteht eine energetisch nutzbare Gesamtmenge von ca. 170-200 Mg FM. Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 120-160 Mg oder 700- 800 srm. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt bei ca. 0,57 MWh/srm Häckselgut.

Das Gesamtheizöläquivalent ergibt sich damit zu 40.000 bis 46.000 l.

Schienenbegleitholz, Zusammenfassung	
Streckenlänge	280 km
anfallende Menge Holz	400 – 500 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	120 - 160 Mg /a; 700 - 800 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	40.000 – 46.000 l/a

Tabelle 7: Schienenbegleitholz, Zusammenfassung der Potentiale

4.5.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Auf die Vielzahl der technischen Installationen in den Randbereichen der CFL-Strecken, die Schwierigkeiten bei Streckensperrungen zur Durchführung von Pflegemaßnahmen, die Besonderheiten der Nordstrecke sowie die teilweise offene Verkabelung in verschiedenen Streckenabschnitten wurde bereits im vorangegangenen Kapitel eingegangen. Als Folgerung aus diesen Punkten wurden die im Normalfall ermittelten Potentiale entsprechend abgemindert. Daraus ergibt sich automatisch, dass holziges Restmaterial auf bzw. an den Strecken verbleiben muss. Hier wird die Durchführung eines Verrottungsschnittes empfohlen. Die bis vor kurzem noch in weiten Teilen praktizierte Verbrennung kann keine Option für die Zukunft sein.

Die Pflege wird auf Grund der oben genannten Punkte voraussichtlich unabhängig von der Frage des Abtransportes oder der Verrottung vor Ort, auch zukünftig händisch erfolgen. Das in den entsprechend zugänglichen Streckenabschnitten gewonnene Material muss anschließend händisch oder zumindest semimanuell an mit Fahrzeugen zugänglichen Punkten zusammengeführt werden. Bei der Beurteilung des damit verbundenen Arbeitsaufwandes bzw. Mehraufwandes ist zu bedenken, dass auch das Zusammentragen des Materials zur Verbrennung eine händische Tätigkeit ist.

Nach dem Zusammenführen des Holzigen Schnittmaterials sollte eine Zerkleinerung direkt vor Ort, also mittels kombinierter Zerkleinerungs- und Ladetechnik (siehe auch Straßenbegleitholz) erfolgen und das Material anschließend direkt zu einer der vorgesehenen Behandlungsanlagen transportiert werden (siehe hierzu auch Kapitel 6 ff).

In einigen Fällen und insbesondere bei Kleinmengen an weniger stark begrünten Streckenabschnitten kann auch die unzerkleinerte Erfassung mittels LKW mit Ladetechnik die wirtschaftlichere Option sein. Der Anteil dieses Materials an der Gesamtmenge wird mit 30% abgeschätzt.

In diesem Fall erfolgt der Transport des gewonnenen Materials zu einem der zentralen Sammel- und Häckselpplätze.



Abbildung 20: LKW-Zug mit Ladekran

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die Ladungsdichte bei der Sammlung mittels Container und Ladekran durch die Stopfwirkung des Krans merklich erhöht werden kann und im Mittel bei ca. $0,15 \text{ Mg/m}^3$ ³² liegt.

³² zum Vergleich: bei offener Ladung auf landwirtschaftlichen Fahrzeugen beträgt die Ladungsdichte im Mittel ca. $0,1 \text{ Mg/m}^3$

4.6. KOMMUNALE ERFASSUNG

Die nachfolgend betrachtete kommunale Erfassung von Grünschnitt betrifft grundsätzlich die folgenden Bereiche:

- a) durch Privathaushalte gesammelte Mengen, inklusive der an den Recyclingparks und ähnlichen Sammelstellen angelieferten Mengen,
- b) Mengen aus der gewerblichen Grünpflege von privaten Gärten und Parkanlagen,
- c) Mengen aus der kommunalen Pflege von Grünanlagen und Parks.

4.6.1. VORKOMMEN

Die luxemburgischen Kommunen unterscheiden sich neben ihrer reinen Größe und der Bevölkerungszahl auch im Hinblick auf ihre Bebauungsart (Einzelhausbebauung im Verhältnis zum Mehrgeschoßbau etc.), die Bevölkerungsdichte und der Gesamtbevölkerung je Kommune. Diese Unterschiede müssen bei der Ermittlung des Potentials an energetisch verwertbarer Biomasse berücksichtigt werden.

Zur Erfassung und statistisch nutzbaren Abbildung der genannten Unterschiede wurde der innerhalb der europäischen Union eingeführte und auch unter anderem durch das STATEC veröffentlichte Urbanisierungsrad (Degruba³³) herangezogen.

Auf der Grundlage dieser Daten ergibt sich, dass 87 Kommunen dem Grad 3 (eher ländlich), 17 dem Grad 2 (suburban/urban) und 1 dem Grad 1 (großstädtisch) entsprechen.

Entsprechend der bereits in Deutschland durchgeführten und auf Luxemburg übertragbaren Potentialermittlungen in verschiedenen, und in Bezug auf Ihren Urbanisierungsgrad vergleichbaren Kommunen, Landkreisen und Bundesländern kann in den Gebieten des Urbanisierungsgrades 2 und 3 von einem minimalen realistischen³⁴ Grünschnittpotential von ca. 110 kg/Ew*a³⁵ ausgegangen werden. Für Kommunen mit einem Urbanisierungsgrad von 1 kann hingegen von einem minimalen realistischen Grünschnittpotential von ca. 70 kg/Ew*a ausgegangen werden.

Diesem grundsätzlichen Potential steht eine im Rahmen der existierenden Bring- und Holsysteme bzw. –sammlungen im Jahr 2014 landesweit erfasster Grünschnitt von 40.824 Mg³⁶ gegenüber. Dies entspricht einer mittleren Erfassungsquote von 74,3 Kg/Ew*a.

Einschränkend muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass in dieser Gesamtmenge auch ca. 8.200 Mg durch Firmen (Baufirmen etc.) angelieferte Grünschnittmengen (ca. 8.200³⁷) enthalten sind. Eine exakte Zuweisung ist auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht möglich.

Eine detailliertere Betrachtung der bisherigen Erfassungsmengen der einzelnen Kommunen zeigt, dass die jeweiligen Mengen in den einzelnen Kommunen – auch bei Berücksichtigung des unterschiedlichen Urbanisierungsgrades – mit Werten von < 10 kg/Ew*a und > 200 Kg/Ew*a zum einen deutlich schwanken und zum anderen sowohl

³³ Degree of urbanisation, siehe Glossar

³⁴ Das theoretische Potential liegt ca. 20-30% über den angesetzten Werten.

³⁵ (Umweltbundesamt / Oetjen-Dehne & Partner Umwelt und Energie-Consult GmbH/ GAVIA Gesellschaft für Beratung, 2015), (Ministerium für Umwelt, 2015), erhöht um 10kg/EW*a zur Abdeckung der Mengen aus der kommunalen Pflege von Grünanlagen und Parks

³⁶ (ECO-Conseil s.à r.l., 2016)

³⁷ (Administration de l'environnement, 2016)

nach unten als auch nach oben erheblich von den minimalen realistischen Erfassungsquoten abweichen.

Insgesamt lagen die tatsächlichen Erfassungsmengen im Jahr 2014 in 64 luxemburgischen Kommunen unterhalb der oben genannten Erfassungsquoten. Die Daten der vorangegangenen Jahre weisen ähnliche Ergebnisse aus.

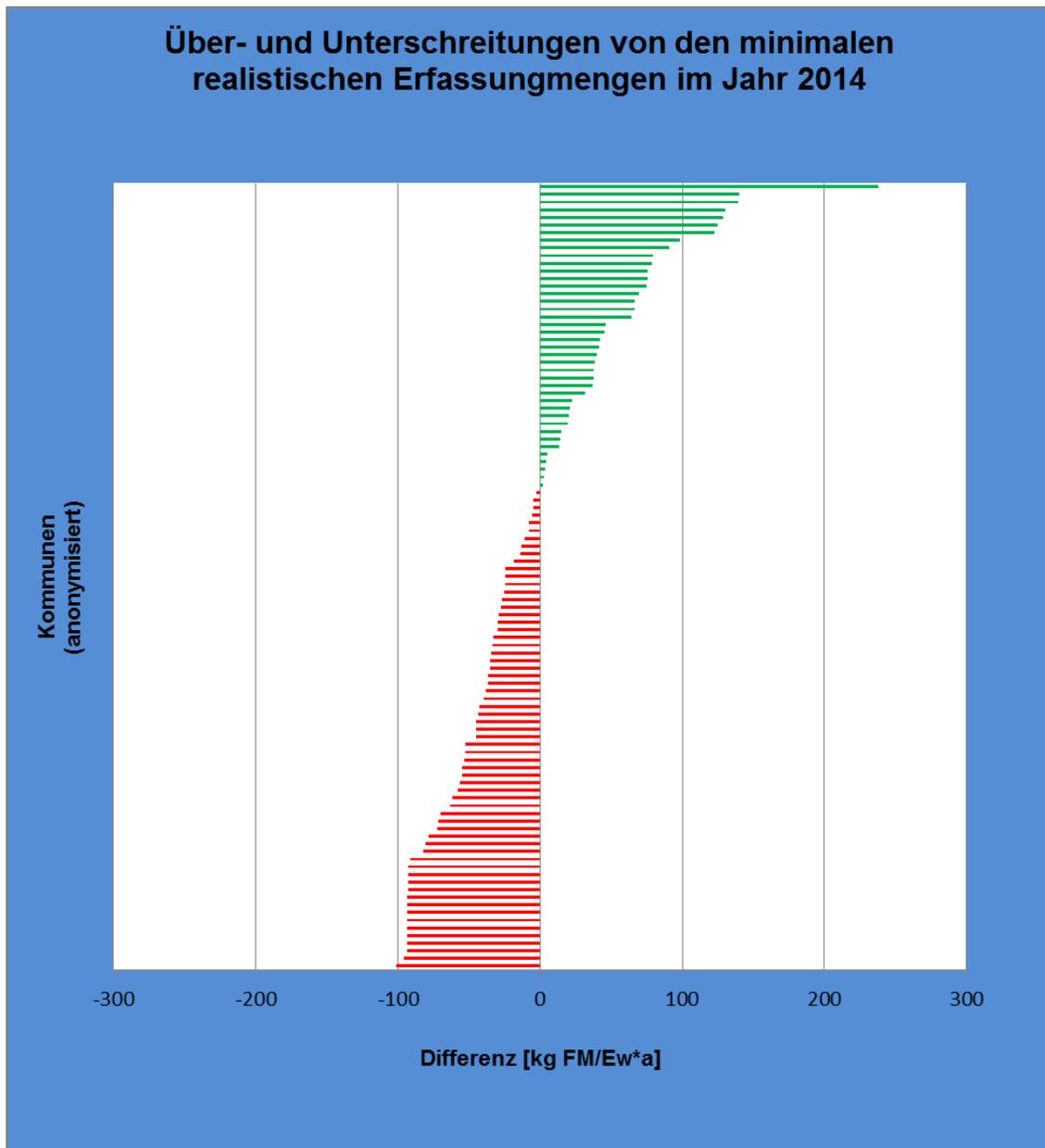


Abbildung 21: Abweichung der erfassten Grünschnittmengen von den minimalen realistischen Erfassungsmengen im Jahr 2014

Würde man zu Grunde legen, dass die Erfassungsquoten in den betreffenden Kommunen auf die minimalen, realistischen Erfassungsmengen ansteigen bzw. durch geeignete Maßnahmen angehoben werden können und die verbleibenden Kommunen die aktuellen Erfassungsmengen beibehalten, würde die Gesamtmenge der erfassten

Grünschnittmengen – bezogen auf die aktuellen Einwohnerzahlen am 31. Dezember 2016 - um ca. 19.500 Mg ansteigen und dann insgesamt ca. 60.500 Mg betragen.

Für die bestehenden 12 Kantone würde dies die nachfolgend dargestellten Mengenänderungen nach sich ziehen.

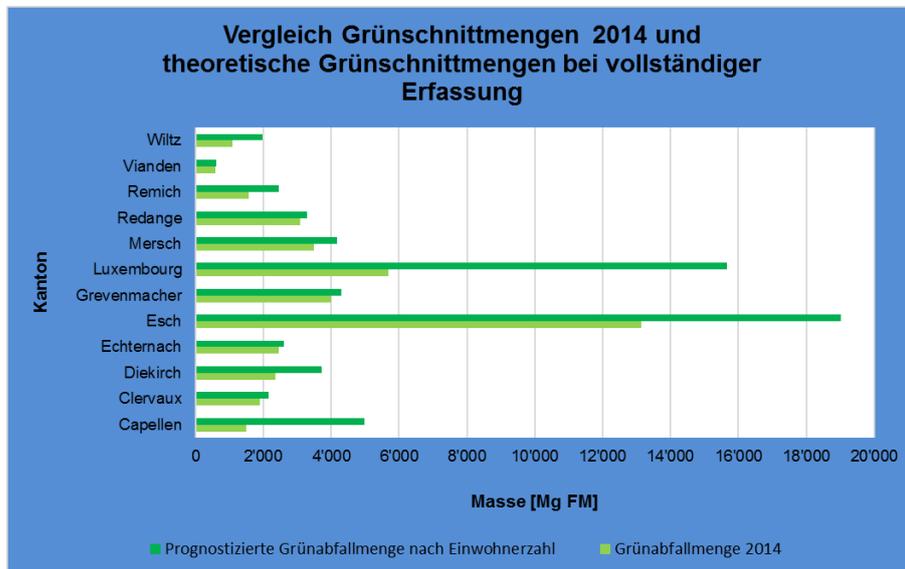


Abbildung 22: Vergleich Grünschnittmengen 2014 und theoretische Grünschnittmengen bei vollständiger Erfassung

Da für diese Mengen derzeit und auch in absehbarer Zukunft nach derzeitigem Kenntnisstand keine Behandlungsanlagen oder andere alternative Verwertungsformen bestehen bzw. vorgesehen sind, wird im weiteren Verlauf davon ausgegangen, dass dieses Potential derzeit nicht (z.B. durch den Ausbau der vorhandenen Bring- und Holsysteme) aktiviert werden soll.

Unabhängig davon kann jedoch grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die bisher gesammelten Mengen sich zukünftig nicht zuletzt durch das mittlerweile um- und durchgesetzte Verbrennungsverbot erhöhen werden. Andererseits ist jedoch auch davon auszugehen, wenn nicht sogar zu empfehlen, dass die Kommunen die in ihren Zuständigkeitsbereichen anfallenden Mengen durch lokale Maßnahmen (z.B. Durchführung von Verrottungsschnitten oder Mulchmaßnahmen) in einem ähnlichen Maß verringern werden (Letzteres allein schon aus finanziellen Gründen (Kompensierung des zusätzlichen Aufwandes)).

Folglich wird davon ausgegangen, dass eine Erhöhung der gesammelten Mengen allein durch die Erhöhung der Einwohnerzahlen erfolgen wird. Insgesamt wäre jedoch auch eine Erhöhung der Gesamtmenge um 5-10% für das vorgestellte Gesamtsystem (siehe hierzu auch Kapitel 6 ff) unkritisch.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesen Annahmen um Abschätzungen handelt, die derzeit nicht durch statistische Werte oder vergleichbare Quellen abgesichert werden können.

4.6.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DER KOMMUNALEN ERFASSUNG

Auf der Grundlage der oben erläuterten Annahme ergibt sich demnach eine zu erwartende Gesamtmenge von ca. 42.500 Mg FM Grünschnitt.

Zur Ermittlung der in den Grünschnittmengen enthaltenen Holzigen Anteile wurde auf diesbezüglich vorliegenden Angaben eines luxemburgischen Syndikates zurückgegriffen, dessen Grünschnittmengen im Rahmen entsprechender Versuche auch im Hinblick auf die erzielbaren Anteile an Holziger Biomasse untersucht wurden.

Aus diesen Holzigen Anteilen können unter der Voraussetzung, dass der erzeugte Brennstoff weitestgehend den Anforderungen der EN ISO 17225 entsprechen soll, wiederum, bezogen auf die Frischmasse, ca. 45% als energetisch verwertbare Biomasse gewonnen werden. Dies entspricht nach der Trocknung einem Anteil von ca. 30 Gew.-%, bezogen auf die angelieferte Holzige Frischmasse. Die verbleibenden Holzigen Anteile müssen auch weiterhin konventionell verwertet, d.h. i.d.R. kompostiert werden.

Zusammenfassend entsprechen die vorgenannten Anteile einer Gesamtmenge von ca. 18.000 bis 22.000 Mg FM/a, welche sich wie nachfolgend dargestellt kantonsweise aufteilen.

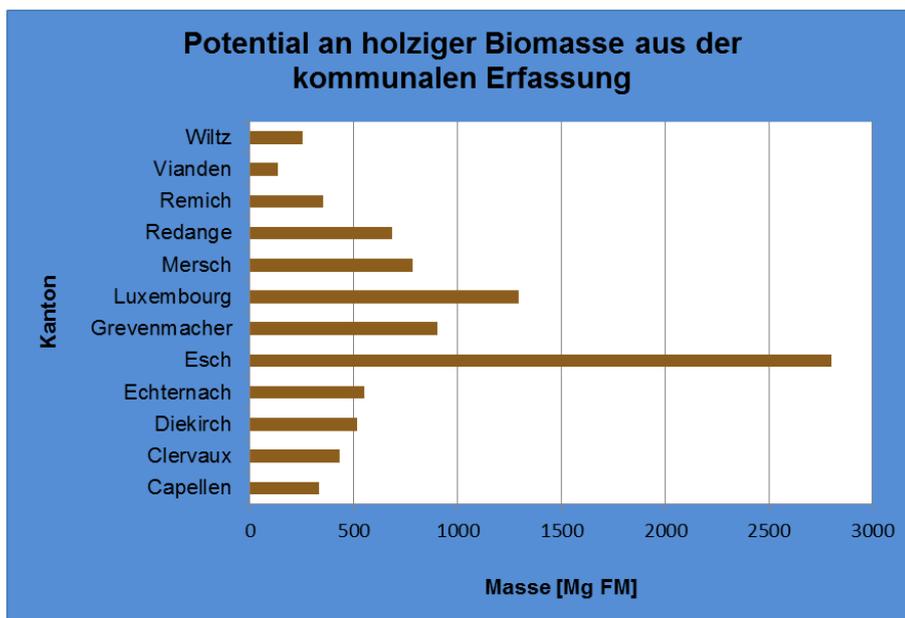


Abbildung 23: Potential an Holziger Biomasse aus der kommunalen Erfassung

Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 5.700-7.100 Mg oder 32.000-40.000 srm. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt bei ca. 0,57 MWh/srm Häckselgut.

Das Gesamtheizöläquivalent ergibt sich damit zu 1.825.000 bis 2.280.000 l.

Kommunale Erfassung, Zusammenfassung	
anfallende Menge Holz	18.000 – 22.000 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	5.700 – 7.100 Mg/a; 32.000 – 40.000 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	1.825.000 – 2.280.000 l/a

Tabelle 8: kommunale Erfassung, Zusammenfassung der Potentiale

Unter der Voraussetzung, dass die verbleibenden Mengen auch zukünftig der klassischen Grünabfallverwertung zugeführt werden müssen, ergeben sich nach Abzug der für die Brennstoffproduktion verwendeten Mengen die nachfolgend dargestellten erforderlichen Behandlungskapazitäten für Grünschnitt (Krautiger Anteil und Siebreste des holzigen Anteils nach der Aufbereitung) im Vergleich zu den angesetzten Grünschnittmengen.

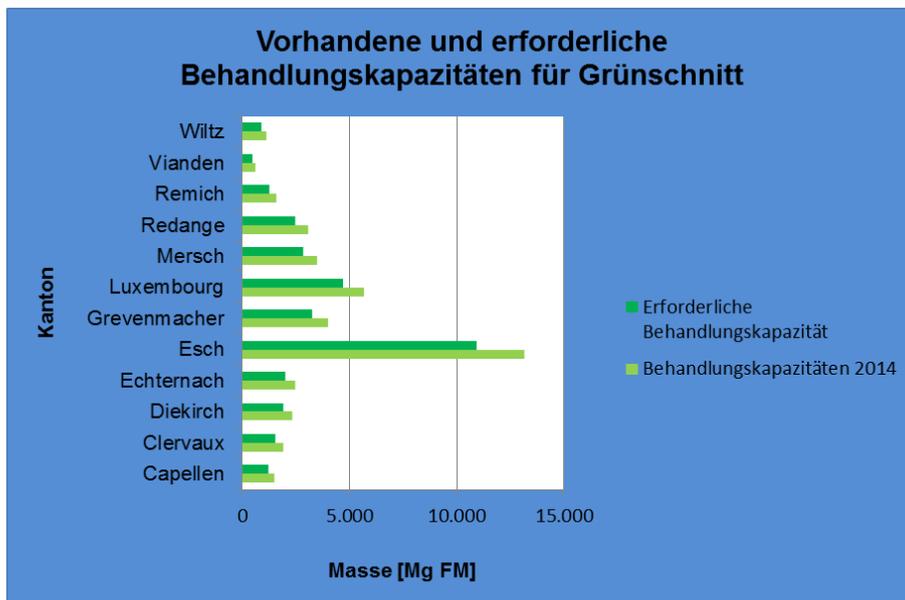


Abbildung 24: vorhandene Grünschnittmengen 2014 und erforderliche, prognostizierte Behandlungskapazität

Es lässt sich somit festhalten, dass, trotz der zu erwartenden Steigerung der angelieferten Mengen bei gleichzeitiger Produktion von holziger Biomasse zur energetischen Verwertung, keine zusätzlichen Behandlungskapazitäten erforderlich sein werden. Im Gegenteil werden die, bezogen auf das Jahr 2014, mindestens vorhandenen Behandlungskapazitäten um 6.600 bis 8.100 Mg unterschritten. Diese Kapazitäten stehen somit einer anderweitigen Nutzung zur Verfügung.

4.6.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Die Erfassung des gesamten Materials erfolgt im Rahmen der vorhandenen Bring- und Holsysteme. Eine Änderung oder Ausweitung der bestehenden Systeme wird derzeit nicht angestrebt.

4.7. LANDSCHAFTSPFLEGE

Im allgemeinen Sprachgebrauch gelten als Landschaftspflegematerial alle Materialien, die bei Maßnahmen anfallen, die vorrangig und überwiegend den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege dienen und nicht gezielt zur kommerziellen oder landwirtschaftlichen Nutzung angebaut wurden. Marktfrüchte wie Mais, Raps oder Getreide sowie Grünschnitt aus der privaten oder öffentlichen Garten- und Parkpflege oder aus Straßenbegleitgrün, Grünschnitt von Abstandsflächen in Industrie und Gewerbegebieten zählen nicht als Landschaftspflegematerial. Gehölze (hier Schienen- und Straßenbegleitgrün) bzw. Hecken, deren Pflege in die Zuständigkeit der CFL und/oder P&Ch fallen, ebenfalls nicht unter den Begriff Landschaftspflegematerial, wobei hier Überschneidungen nicht vollständig zu vermeiden sind.

Hecken, wobei im Sinne der Zielsetzung dieser Studie sowohl strauchartiger Bewuchs als auch Feldholzinseln, Sukzessionsflächen etc. als Hecken bezeichnet werden, zählen zu den besonders wertvollen Biotopen der Kulturlandschaft und bieten einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten einen idealen Lebensraum. Viele Arten finden dort notwendige Lebensbedingungen, andere nutzen sie nur zur Nahrungssuche, als Versteck vor Feinden oder als Brutstätte sowie als Biotoptrittstein, um eine Landschaft ungestört durchqueren zu können.

Darüber hinaus bieten sie an exponierten Standorten, die quer zur Hauptwindrichtung stehen, einen wirksamen Wind- und Kälteschutz. In Viehweiden schützen sie das Vieh vor allzu starker Sonne und Regen. An Hängen verhindern Hecken Erosion, indem sie das Abschwemmen von Boden aufhalten.³⁸

Die Hecken sind somit ein ökologisch wichtiger Bestandteil der Landschaft.

4.7.1. VORKOMMEN

Der Anfall von holzigem Material bei der Heckenpflege hängt stark von der Form der Pflege, d.h. der Eingriffsstärke ab.

Auch die praktische Umsetzung des „auf den Stock setzen“ einer Hecke unterliegt oftmals Definitionsschwankungen.

Im Sinne der grundsätzlich anzustrebenden ökologischen Pflege der Biotope (Hecken) wird davon ausgegangen, dass die Eingriffsstärke das nötige Maß nicht überschreitet. „Nötig“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Hecken nur insoweit geschnitten werden, dass diese nicht „verwalden“ und damit unausweichlich ihren Artenreichtum (Biodiversität) sowie ihre Bewuchsdichte und damit ihre Funktion als Wind- und Erosionsschutz, verlieren. Die in früherer Zeit verbreitete und auch heute noch vereinzelt durchgeführte Pflege in Form von Kahlschlag erfüllt diesen Zweck nicht.

In Bezug auf das eingangs erwähnte „auf den Stock setzen“ bedeutet dies eine abschnittsweisen, jährlich wechselnden Rückschnitt auf eine Stockhöhe von 60-90 cm.

³⁸ (SICONA)



Abbildung 25: Abschnittweiser Stockhieb über mehrere Jahre³⁹

Eine Abschnittsweise bzw. flächenanteilig intensive regelmäßige Pflege wird in der Regel in einem 10 bis 15-jährigen Rhythmus durchgeführt, bei denen die Gehölze auf den Stock gesetzt werden, um sowohl deren Schutzwirkungen (z. B. vor Wind und Erosion), als auch die für den Naturschutz relevanten wertvollen Strukturen der Hecken mittel- bis langfristig zu erhalten. Das dabei anfallende Holz stammt größtenteils von Bäumen sowie größeren Sträuchern und eignet sich somit zur Erzeugung eines energetisch nutzbaren Brennstoffes. Im Rahmen der Pflege von Kleinstgehölzen/-hecken anfallende Mengen sowie das allgemein anfallende Feinmaterial werden hingegen nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass diese Mengen nach wie vor als Häckselgut bzw. Mulch unter den Hecken/Gehölzen verbleiben.

4.7.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DER LANDSCHAFTSPFLEGE

Die Annahmen in Bezug auf die tatsächliche Länge der in Luxemburg vorhandenen Hecken bzw. deren Flächen weichen je nach Ansprechpartner stark voneinander ab. So weichen die der Administration de la Nature et des Forêts vorliegenden Daten teilweise um den Faktor 2 von denen der Naturschutzverbände ab. Ein allgemeines, nationales Heckenkataster, das in dieser Hinsicht Klarheit schaffen würde, befindet sich derzeit in der Erstellung, ist jedoch noch nicht einsatzfähig.

Die Genauigkeit der vorliegenden Daten ist vor diesem Hintergrund schwer abzuschätzen. Um jedoch dennoch eine höchstmögliche Genauigkeit zu erreichen, basieren die Potentialermittlungen für 40 Gemeinden auf den die Arbeiten durchführenden Naturschutzverbänden und/oder Naturparkverwaltungen. Im Einzelnen wurden entsprechende Daten durch das SICONA, das SIAS, den Naturparks Uewersauer, Our, Sûre und Müllerthal zur Verfügung gestellt und sind in die Potentialermittlungen eingeflossen.

Für die 65 Gemeinden, für die keine Daten aus den oben genannten Quellen herangezogen werden konnten, wurde auf GIS-Daten⁴⁰ in Zusammenhang mit Luftbildsichtungen zurückgegriffen. In diesem Zusammenhang muss bedacht werden, dass die Genauigkeit dieser auf Grund der schwierigen Differenzierung der Zuständigkeiten (CFL, P&Ch, Syndikate, etc.) über Luftbilder geringer ist als die entsprechenden Angaben der oben genannten Syndikate und Verwaltungen.

³⁹ (SICONA)

⁴⁰ (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016/2017)

Zusammenfassend ergeben sich aus den vorgenannten Daten die nachfolgend kantonsweise dargestellten Heckenlängen.

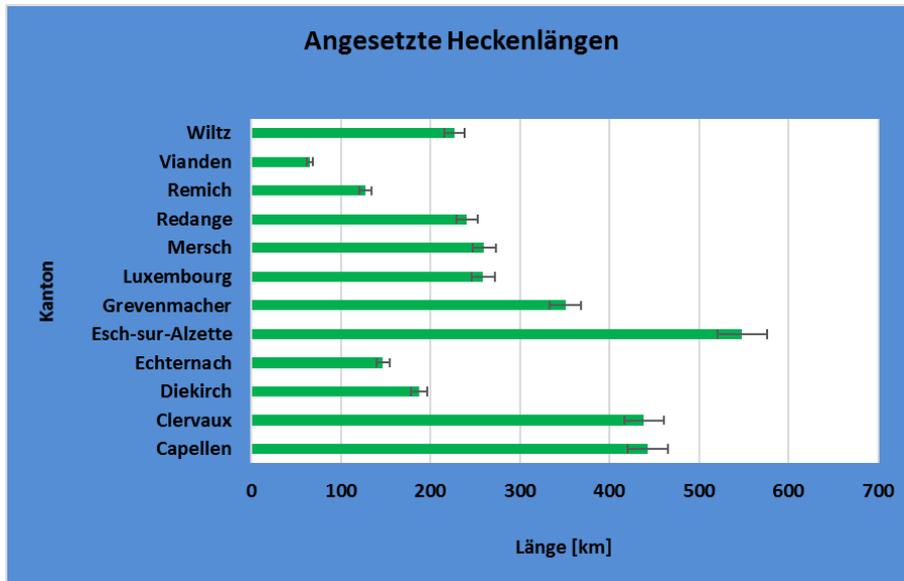


Abbildung 26: Angesetzte Heckenlängen

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Art der Pflege kann von ca. 10-15 m³ srm Häckselgut je Kilometer Hecke ausgegangen werden. Dieser Ansatz deckt sich auch mit den tatsächlich erfassten Mengen bei im Großherzogtum Luxemburg durchgeführten Pflegemaßnahmen. Einschränkend muss in diesem Zusammenhang allerdings darauf hingewiesen werden, dass die vorhandene, massenbezogene Datengrundlage keine absolute Verifikation des getroffenen Ansatzes zulässt.

Die oben beschriebene Durchführung der Pflegemaßnahmen, deren Eingriffstiefe wesentlichen Einfluss auf die letztendlich gewonnenen Mengen im allgemeinen und insbesondere auf die Häufigkeit des Anfalls hat, wurden unter anderem im Rahmen der Teilnahme an Pflegemaßnahmen im Raum Mondorf-les-Bains und Préizerdaul verifiziert.

Der Gesamtanfall an Holz aus der Landschaftspflege liegt somit bei ca. 9.500 bis 12.000 srm oder ca. 2.400 bis 3.000 Mg/a FM pro Jahr. Durch die Aufbereitung entsteht eine energetisch nutzbare Gesamtmenge von ca. 950 bis 1.200 Mg FM. Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 700-900 Mg oder 3.800 bis 4.800 srm. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt bei ca. 0,57 MWh/srm Häckselgut.

Das Gesamtheizöläquivalent ergibt sich somit zu 216.000 bis 274.000 l.

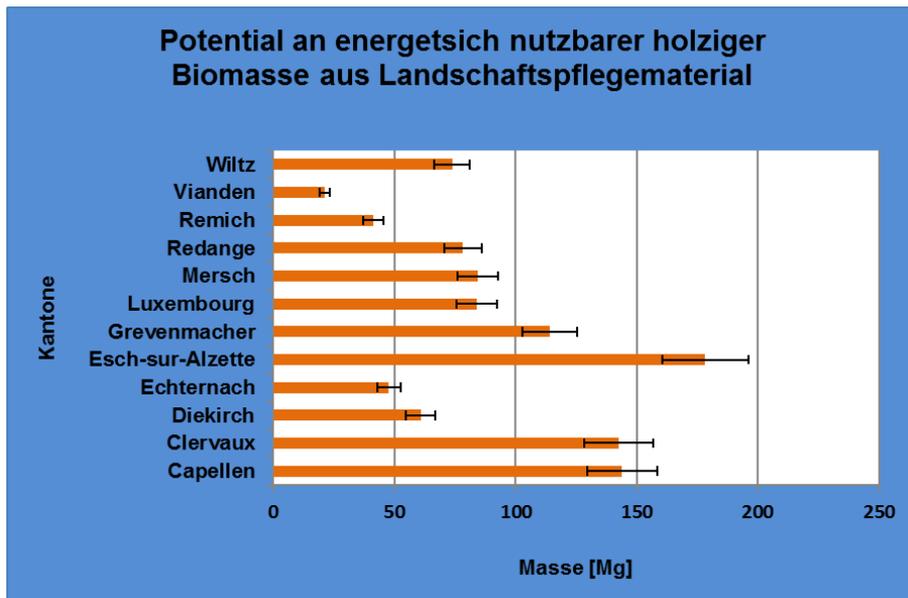


Abbildung 27: Potential an Holziger Biomasse aus Landschaftspflegematerial

Landschaftspflege, Zusammenfassung	
anfallende Menge Holz	2.400 - 3.000 Mg FM/a
anfallende Menge an Holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	700 - 900 Mg /a; 3.800 – 4.800 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	216.000 - 274.000 l/a

Tabelle 9 Landschaftspflege, Zusammenfassung der Potentiale

4.7.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Die Landschaftspflege wird in weiten Teilen entweder direkt durch Naturschutzverbände, Naturparkverwaltungen und ähnliche Vereinigungen oder durch von diesen unterbeauftragte Dritte durchgeführt. In anderen Bereichen erfolgt die Pflege durch die örtlichen Landwirte. Letzteres erfolgt auch in Zusammenarbeit mit bzw. im Auftrag der Gemeinden.



Insbesondere, wenn auch nicht ausschließlich, bei der nicht durch Landwirte durchgeführten Landschaftspflege, wird das Schnittgut in der Regel abschnittsweise zusammengefasst, vor Ort zerkleinert und anschließend abtransportiert. Hierbei kommen in der Regel landwirtschaftliche Fahrzeuge zum Einsatz.

Abbildung 28: Schnittgut aus der Landschaftspflege (SIAS)

Diese Vorgehensweise sollte auch zukünftig beibehalten werden.

In Gesprächen mit einzelnen Naturschutzsyndikaten und Parkverwaltungen hat sich gezeigt, dass diese zudem bereits über eigene Zwischenlager für Häckselgut (z.B. in der Ortschaft Abweiler, Gemeinde Bettembourg), die unter Umständen den Anforderungen angepasst und damit auch zukünftig genutzt werden können.



Abbildung 29: mobiler Zerkleinerer/Häcksler (SICONA)

In anderen Bereichen, insbesondere bei im landwirtschaftlichen Rahmen durchgeführten Pflege, wird auch eine unzerkleinerte Erfassung durchgeführt. Die Sammlung erfolgt dann naturgemäß ebenfalls mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Auch diese Praxis sollte zukünftig beibehalten werden und das Material anschließend zu den vorgesehenen zentralen Sammel- und Häckselplätzen transportiert werden.

Sollten die durchführenden Landwirte über geeignete Häcksler verfügen, ist natürlich auch in diesem Bereich, aus logistischer Sicht, eine Zerkleinerung am Entstehungsort zu bevorzugen. Die hierbei entstehenden Lärmemissionen sind allerdings zu beachten.



Abbildung 30: Landwirtschaftliches Sammelfahrzeug (SICONA)

Die bisher gängige Praxis stärkeres Stammholz zu zerkleinern und als dem Wald-Hackgut gleichwertigen Brennstoff oder als Scheitholz zu nutzen, kann auch zukünftig beibehalten werden. Die Ziele der Erfassung einer hochwertigen holzigen Biomasse zur energetischen Verwertung werden hierdurch nicht negativ beeinflusst. Allerdings sollte hierfür eine eindeutige rechtliche Basis geschaffen werden (siehe hierzu auch Kapitel 11).

Unabhängig davon sollte eine enge Kooperation mit der Landwirtschaft angestrebt werden. Hierfür spricht nicht nur die vorhandene technische Ausstattung (Häcksler, Traktoren, Anhänger etc.), sondern auch die vorhandenen Flächen, die zukünftig, nach baulicher Anpassung, ggf. als Sammel- und Häckselplatz genutzt werden können.

Einschränkungen in Bezug auf das tatsächlich aktivierbare Potential bestehen in extremen Hanglagen oder in Feuchtgebieten, in denen die Zugänglichkeit stark eingeschränkt ist. Über das tatsächliche Ausmaß dieses Flächenanteils kann derzeit keine abgesicherte Aussage getroffen werden. Es kann jedoch erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass dies nur einen vernachlässigbaren Anteil der Flächen betrifft. In diesen Bereichen kann das Material entweder einen Verrottungsschnitt erfahren oder als Totholz vor Ort verbleiben. Insbesondere letztgenanntes ist ein wesentlicher Bestandteil einer artenreichen Flurvegetation.



Abbildung 31: Direktverladung von Häckselmaterial (SICONA)

Eine Ausnahme hiervon bilden nach derzeitigem Kenntnisstand lediglich Bereiche in denen aus phytosanitären Gründen eine Bekämpfung mit Feuer nötig ist. Die IGLux empfiehlt allerdings hierfür eine eindeutige Rechtsgrundlage zu schaffen, aus der eindeutig hervorgeht, bei welchem Befall eine Bekämpfung mit Feuer nötig oder zumindest anzuraten ist. Eine entsprechende, eindeutige Regelung besteht derzeit, nach Kenntnisstand der IGLux, nicht.

Grundsätzlich wird in fraglichen Fällen die Durchführung einer Einzelfallprüfung im Rahmen eines Biomasse-Managementsystem empfohlen. Hierauf wird unter Kapitel 11 genauer eingegangen.

In Bezug auf den Massenanteil von unzerkleinertem Material ist voraussichtlich mit einem Anteil von ca. 40-50% zu rechnen.



Abbildung 32: Mit Misteln befallenes Schnittgut aus der Landschaftspflege

4.8. FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ

Fließgewässer sind im Allgemeinen an den Ufern vornehmlich mit krautiger Vegetation bewachsen - in einigen Bereichen jedoch auch mit feldgehölzähnlichen Hecken oder auch mit Solitärbäumen. Letztere sind in der Regel Pappeln, Erlen oder Weiden. Stellenweise sind auch naturferne Anpflanzungen von Nadelgehölzen festzustellen.



**Abbildung 33: Fließgewässerbegleit-
holz mit Totholzanteil**

Die Fließgewässer mit ihren Uferrandbereichen sind aufgrund eines vielfältigen Spektrums von krautigen und gehölzartigen Pflanzen – einschließlich des Totholzes – ein bedeutsamer Lebensraum für viele Tierarten. Darüber hinaus erfüllen die Gehölze und Hecken an den Ufern auch die Funktion

- der Reduzierung der Stoffeinträge (vor allem Nährstoffe) und damit Reduzierung des Algenwachstums),
- der Sicherung der Ufer gegen Erosion und
- der Unterstützung der Wasserfauna durch den Eintrag von Falllaub und Totholz.

4.8.1. VORKOMMEN

Die Pflege des Baum- und Heckenbestandes an Fließgewässern außerhalb geschlossener Ortschaften wird in der Regel durch die Gemeinden oder private Anrainer durchgeführt. Die dabei anfallenden Mengen sind daher in unterschiedlichem Ausmaß in den Stoffströmen der Landschaftspflege und der kommunalen Erfassung enthalten. Innerhalb geschlossener Ortschaften sowie im Umfeld von Brücken und ähnlichen Bauwerken erfolgt die Pflege hingegen unter der Zuständigkeit der Administration de la gestion de l'eau, wobei in Einzelfällen Überschneidungen und abweichende Übereinkünfte zwischen den Gemeinden und der Administration de la gestion de l'eau nicht ausgeschlossen werden können.

Demzufolge kann nur ein kleiner Teil der in Luxemburg vorhandenen ca. 3.900 km Fließgewässer für die Potentialermittlung herangezogen werden. Genaue Angaben über die in Ansatz zu bringenden Strecken liegen nicht vor.



Abbildung 34: Fließgewässer in Luxemburg

Auf der Grundlage der durch die Division de l'Hydrologie - Service Régional Sud zur Verfügung gestellten Daten über den Umfang der im Jahr 2016 durchgeführten Arbeiten in Zusammenhang mit den ebenfalls durch die Administration de la gestion de l'eau zur Verfügung gestellten GIS-Daten des vorhandenen Gewässersystems lässt sich näherungsweise ableiten, dass ca. 1,5% der bestehenden Fließgewässer (Haupt- und Nebenströme) hier in Ansatz gebracht werden können.

Massenbezogene Daten in Bezug auf die im Rahmen der Pflege anfallenden Mengen an holzigem Grünschnitt liegen jedoch nur in geringem Umfang vor.

4.8.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS DEM FLIEßGEWÄSSERBEGLEITHOLZ

Aus den vorbeschriebenen Daten und Ansätzen ergeben sich die nachfolgend kantonsweise dargestellten und im Zuge der Potentialermittlungen anzusetzenden Fließgewässerslängen (Gesamtlänge).

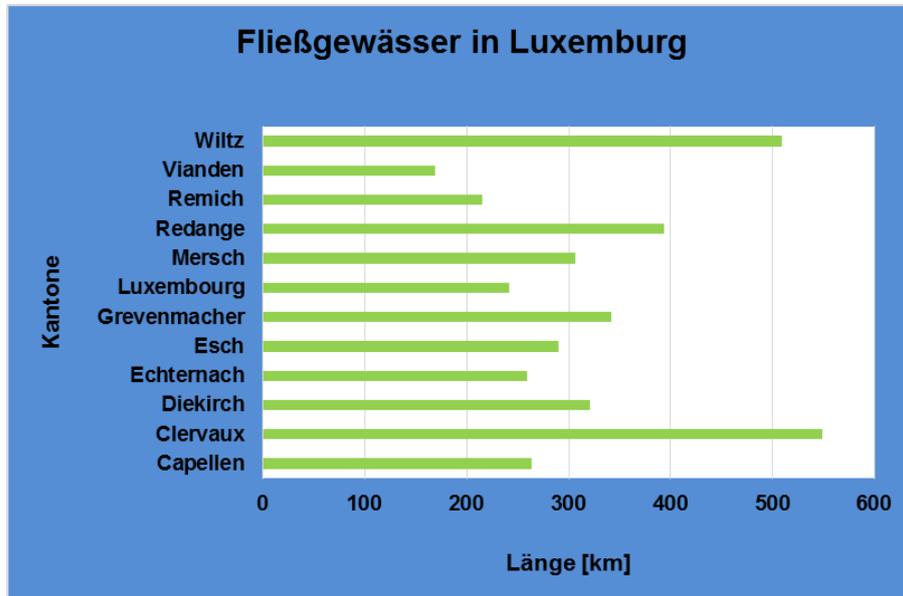


Abbildung 35: Fließgewässer in Luxemburg, kantonsweise

Ausgehend von den bereits eingangs genannten Daten der Administration de l'eau in Bezug auf die im Jahr 2016 bei der Pflege einzelner Abschnitt in den Südgemeinden angefallenen Mengen sowie den tatsächlich gepflegten Streckenabschnitten (Längen) sowie den dabei gewonnenen Mengen ergibt sich ein Ansatz von ca. 0,22 srm FM je gepflegtem Meter⁴¹.

⁴¹ Vorhandene Literaturwerte beziehen sich nach derzeitigem Kenntnisstand auf die mögliche Ausbeute je Flußkilometer (Gesamtlänge) und sind daher nur sehr eingeschränkt auf den vorliegenden Fall übertragbar.

Insgesamt ergibt sich aus diesem Ansatz die nachfolgend kantonsweise dargestellte Gesamtmenge an energetisch verwertbarer holziger Biomasse.

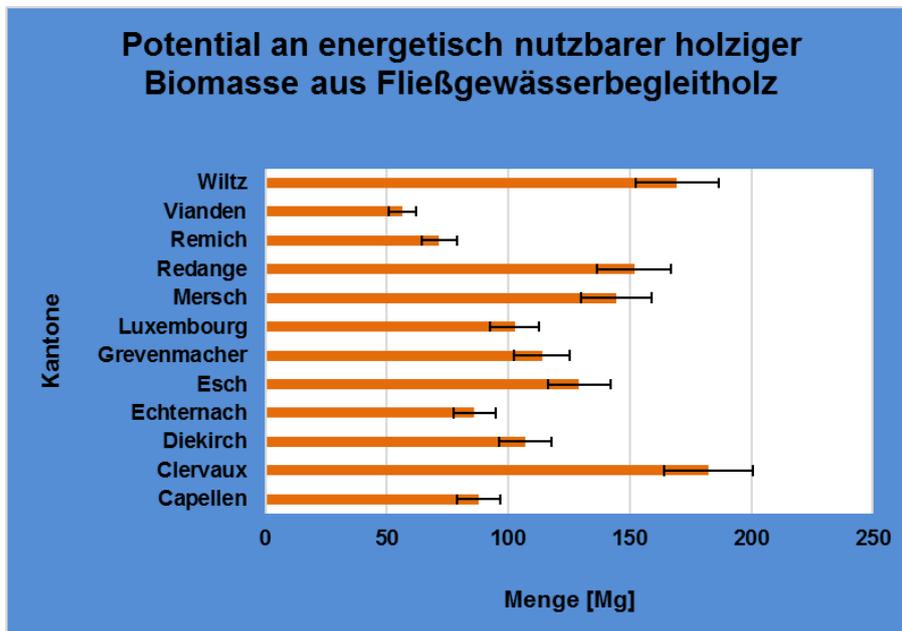


Abbildung 36: Potential an energetisch verwertbarer Biomasse aus Fließgewässerbegleitholz je Kanton

Der Gesamtanfall an Holz aus der Fließgewässerbegleitholzpflge liegt bei ca. 3.100-3.900 Mg FM pro Jahr. Durch die Aufbereitung entsteht eine energetisch nutzbare Gesamtmenge von ca. 1.200-1.550 Mg FM. Durch die Trocknung reduziert sich diese Masse auf ca. 850-1.100 Mg oder 4.800- 6.200 srm. Der Heizwert des gewonnenen Brennstoffes liegt bei ca. 0,57 MWh/srm Häckselgut, was einem Gesamtheizöläquivalent von ca. 274.000 bis 353.000l entspricht.

Fließgewässerbegleitholz, Zusammenfassung	
anfallende Menge Holz	3.100 – 3.900 Mg FM/a
anfallende Menge an holziger Biomasse zur energetischen Nutzung	850 – 1.100 Mg /a; 4.800 – 6.200 srm
Heizwert	0,57 MWh/srm
Heizöläquivalent	274.00 – 353.000 l/a

Tabelle 10: Fließgewässerbegleitholz, Zusammenfassung der Potentiale

4.8.3. ERFASSUNGSMÖGLICHKEITEN UND -GRENZEN

Wie schon eingangs ausgeführt erfolgt die Pflege des Fließgewässerbegleitholzes nur innerhalb von geschlossenen Ortschaft und an Fluss querenden Bauwerken als eigenständige Leistung und wird durch bzw. im Auftrage der Administration de la gestion de l'eau durchgeführt. Außerhalb der Ortschaften erfolgt die Pflege im Rahmen der Landschaftspflege.

Ein wesentlicher bei der Erfassung der anfallenden Mengen zu beachtender Punkt ist die Tatsache, dass der größte Teil der durchzuführenden Arbeiten in Feuchtgebieten und vor allem in Überschwemmungsgebieten erfolgt. Dies hat zur Folge, dass

- die betreffenden Bereiche insbesondere bei feuchten Witterungsbedingungen nur schwer und mit größeren Fahrzeugen oftmals überhaupt nicht zugänglich sind;
- geschnittenes Material kurzfristig entfernt werden muss, um eine Verschleppung bei Hochwasser und damit das Risiko von Stauungen unter den die Gewässer querenden Bauwerken zu vermeiden;
- Verrottungsschnitte nur eingeschränkt möglich sind, da auch dieses Material im Fall von Hochwassern als Schwemmmaterial zu erheblichen Problemen führen kann.



Abbildung 37: aufgestautes Schwemmholz

Die Erfassung bzw. Sammlung der anfallenden Mengen, welche grundsätzlich analog zu der des Landschaftspflegematerials erfolgt (siehe Kapitel 4.7 ff), ist demnach ungleich schwieriger.

Es ist daher in enger Zusammenarbeit mit der Administration de la gestion de l'eau zu prüfen, ob, zumindest für Teilbereiche, alternative Möglichkeiten denkbar sind, um das Material als Totholz vor Ort zu belassen und lediglich seine Lage soweit zu sichern, als dass eine Verschleppung durch Hochwasser weitgehend vermieden werden kann. Denkbar wäre hier zum Beispiel eine Lagesicherung in Anlehnung an Benjeshecken.



Abbildung 38: Benjeshecke

Verbrennungen sollten auch hier zukünftig nur in Ausnahmefällen und nach einer Einzelfallprüfung zugelassen werden. Ein möglicher Grund könnte beispielsweise die nicht mehr rechtzeitig mögliche Entfernung des Schnittmaterials vor einem drohenden Hochwasser sein.

Im Falle von zu feuchter Witterung kann das Material ohne Schaden zu nehmen oder zu verursachen, durchaus mehrere Wochen (unzerkleinert) vor Ort gelagert werden und nach Besserung der Witterungsbedingungen abgefahren werden.

Wie bereits im Falle des Landschaftspflegematerials ausgeführt, sollte auch hier das unzerkleinerte Material zu den zentralen Sammel- und Häckselplätzen transportiert werden. Das vor Ort zerleinerte Material ist hingegen direkt den vorhandenen Behandlungsanlagen zuzuführen (siehe hierzu auch Kapitel 6 ff).

4.9. WALDRESTHOLZ

Der Luxemburger Wald umfasst insgesamt ca. 87.850 ha⁴². Hiervon befinden sich ca. 44% Wald in kommunalem (33%) bzw. staatlichem Eigentum (11%). Ca. 55 % befinden sich im Privatbesitz. Hinzu kommt noch ca. 1% der Fläche, welche sich im Besitz öffentlicher Einrichtungen befindet⁴³.

Bezogen auf die Gesamtfläche des Großherzogtums Luxemburg sind demnach ca. 34 % mit Waldflächen unterschiedlicher Bewuchsdichte und Baumarten bedeckt.

Damit liegt Luxemburgs Bewaldungsgrad etwas über dem seiner direkten Nachbarn (31,4 % in Frankreich, 22,2 % in Belgien und 31 % in Deutschland). Der gesamteuropäische Durchschnitt liegt bei ca. 43,7%.⁴⁴

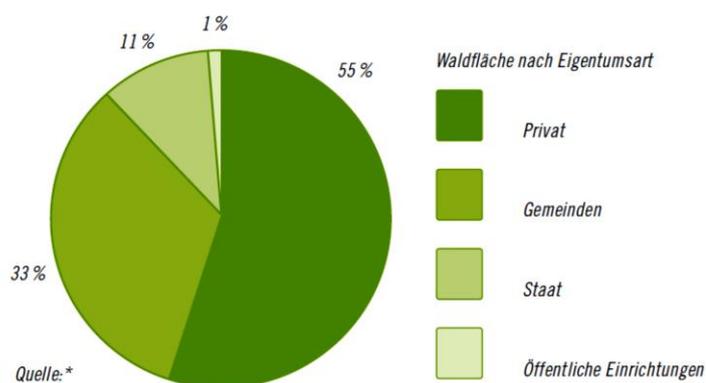


Abbildung 39: Waldfläche in Luxemburg nach Eigentumsart

Die Bewuchsarten stellen sich wie folgt dar:

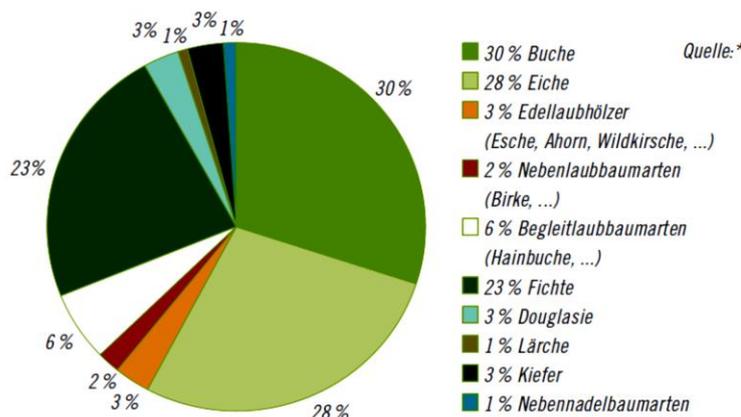


Abbildung 40: Bewuchsarten und deren Verteilung

Ca. 37.500 ha Wald sind derzeit nach der FFH-Richtlinie 92/43/EWG geschützt.

⁴² (STATEC)

⁴³ (Administration de la nature et des forêts, 2000)

⁴⁴ (Groupement des Sylviculteurs asbl)

Die Rückedistanzen liegen im Allgemeinen unter 500 m. Die Erschließung des Luxemburger Waldes kann demnach – aus forstwirtschaftlicher Sicht - allgemein als gut bezeichnet werden.

4.9.1. VORKOMMEN

Waldrestholz besteht überwiegend aus Baumkronen, Ästen und nicht verkäuflichen Stammteilen und bezeichnet in der Forstwirtschaft die Holzreste, die nach einem professionellem Holzeinschlag oder einer Durchforstung – eine Pflegemaßnahme, bei der abgestorbene, schwache oder fehlgewachsene Bäume dem Wald entnommen und sog. Zukunftsbäume freigestellt werden – traditionell im Wald verbleiben und nicht genutzt werden, sondern insbesondere auf nährstoffarmen Standorten der Regeneration des Waldbodens dienen. Ergänzend ist noch der aus Naturschutzgründen im Wald verbleibende und damit grundsätzlich ebenfalls als Restholz zu bezeichnenden Anteil an stehendem Totholz.

Gegenwärtig befinden sich auf jedem ha Wald in Luxemburg ca. 7,2m³ liegendes und ca. 4,4 m³ stehendes Totholz⁴⁵.

4.9.2. POTENTIAL AN HOLZIGER BIOMASSE AUS WALDRESTHOLZ

Das grundsätzlich vorhandene Potential kann jedoch nicht erhoben bzw. im Sinne der Zielsetzung der vorliegenden Studie als energetisch nutzbare Biomasse in Ansatz gebracht werden.

In Bezug auf die nicht in Privatbesitz befindlichen Wälder ist ein wesentlicher Hintergrund dieses Umstandes die bereits ca. 55 % der betreffenden Wälder betreffende Zertifizierung (FSC und/oder PEFC), welche unter anderem grundsätzlich den Verbleib des Totholzes im Wald vorsieht.

Die Ziele der FSC (Forest Stewardship Council) Zertifizierung sind:

- a) Untersagung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln,
- b) permanente Herausnahme von 5 % der zertifizierten Fläche aus der Bewirtschaftung,
- c) Wahl der Baumarten hinsichtlich der natürlich vorkommenden Waldgesellschaft (Nadelhölzer wie Fichte oder Douglasie werden verringert),
- d) Förderung des Totholzanteils in Wäldern,
- e) Nichtderbholz (Durchmesser <7 cm) verbleibt im Wald.

Die Ziele der PEFC- (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) Zertifizierung gehen in die gleiche Richtung:

- a) Erhaltung und angemessene Verbesserung der forstlichen Ressourcen und ihres Beitrages zu globalen Kohlenstoffkreisläufen
- b) Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Forstökosystemen,
- c) Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion der Wälder (Holz- und Nichtholzprodukte),
- d) Erhaltung, Schutz und angemessene Verbesserung der Biodiversität in Forstökosystemen,
- e) Erhaltung, Schutz und angemessene Verbesserung der Schutzfunktionen bei der Waldbewirtschaftung (vor allem Boden und Wasser),
- f) Erhaltung anderer sozioökonomischer Funktionen und Bedingungen.

Die Entnahme von Tot- und oder Resthölzern widerspricht somit den vorgenannten Zertifizierungskriterien.

⁴⁵ (Groupement des Sylviculteurs asbl)

Unabhängig von einer vorhandenen Zertifizierung ist festzuhalten, dass der Verbleib der betreffenden Tot- und Resthölzer aus ökologischer Sicht zu bevorzugen ist.

Das Potential an energetisch nutzbarer Biomasse aus nicht in Privatbesitz befindlichen Wäldern ist also sehr gering.

Der Anteil an zertifizierten Waldflächen in Privatbesitz ist derzeit nicht bekannt. Unabhängig davon gelten natürlich auch für diese Wälder die gleichen ökologischen Ansätze. Verlässliche und ggf. von für öffentliche Wälder getroffenen Annahmen abweichende Daten liegen nicht vor.

Noch dazu haben entsprechende Erhebungen in anderen Regionen gezeigt, dass Waldeigentümer kein grundsätzliches Interesse daran haben, eine forstliche Bewirtschaftung durchzuführen. Andere wiederum betrachten ihr Waldeigentum vor dem Hintergrund einer sogenannten „Anlagefunktion“, also nur dann Holz einzuschlagen und zu vermarkten, wenn zusätzliche Geldmittel benötigt werden.⁴⁶

Auch das Potential an energetisch nutzbarer Biomasse aus im Privatbesitz befindlichen Wäldern ist also gering.

Eine sinnvolle Abschätzung der Gesamtmenge an theoretisch vorhandener holziger Biomasse, die zur energetischen Verwertung geeignet ist, kann auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht vorgenommen werden. Es ist jedoch allgemein davon auszugehen, dass dieses lediglich in einem vernachlässigbaren Umfang anfällt.

In diesem Zusammenhang stellt sich vor dem Hintergrund des hohen Aufwandes bei der theoretisch möglichen Entnahme im Verhältnis zum möglichen Ertrag auch die Frage der grundsätzlichen Sinnhaftigkeit.

Der Verbleib der betreffenden Tot- und Resthölzer ist demnach zu bevorzugen. Ein praktisch und ökologisch nutzbares Potential an holziger Biomasse zur energetischen Verwertung konnte nicht ermittelt werden.

⁴⁶ (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt, Energie GmbH, 2015)

4.10. ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE

4.10.1. POTENTIALE JE STOFFSTROM

Die für die betrachteten Stoffströme ermittelten und in den jeweiligen Kapiteln angeführten Potentiale (Mittelwerte) sind zur besseren Übersicht nachfolgend nochmals zusammenfassend tabellarisch aufgeführt und grafisch dargestellt.

Quelle	Anfallende Menge Holz	Holzige Biomasse zur energetischen Verwertung (30% WG)		Heizöläquivalent
	[Mg FM/a]	[Mg/a]	[srm/a]	[l/a]
Streuobstwiesen	900	390	2'200	122'020
Obstplantagen	450	120	730	37'540
Weinbau	800	280	1'010	93'250
Straßenbegleitholz	2'600	900	5'000	281'580
Schienenbegleitholz	450	140	800	43'800
Kommunale Erfassung	20'100	6'450	36'000	2'018'030
Landschaftspflege	2'700	800	4'300	250'300
Fließgewässerbegleitholz	3'500	970	5'500	303'480
Waldrestholz	0	0	0	0
Summen	31'500	10'050	55'540	3'150'000

Tabelle 11: Zusammenfassung der ermittelten Potentiale je Stoffstrom (Mittelwerte)

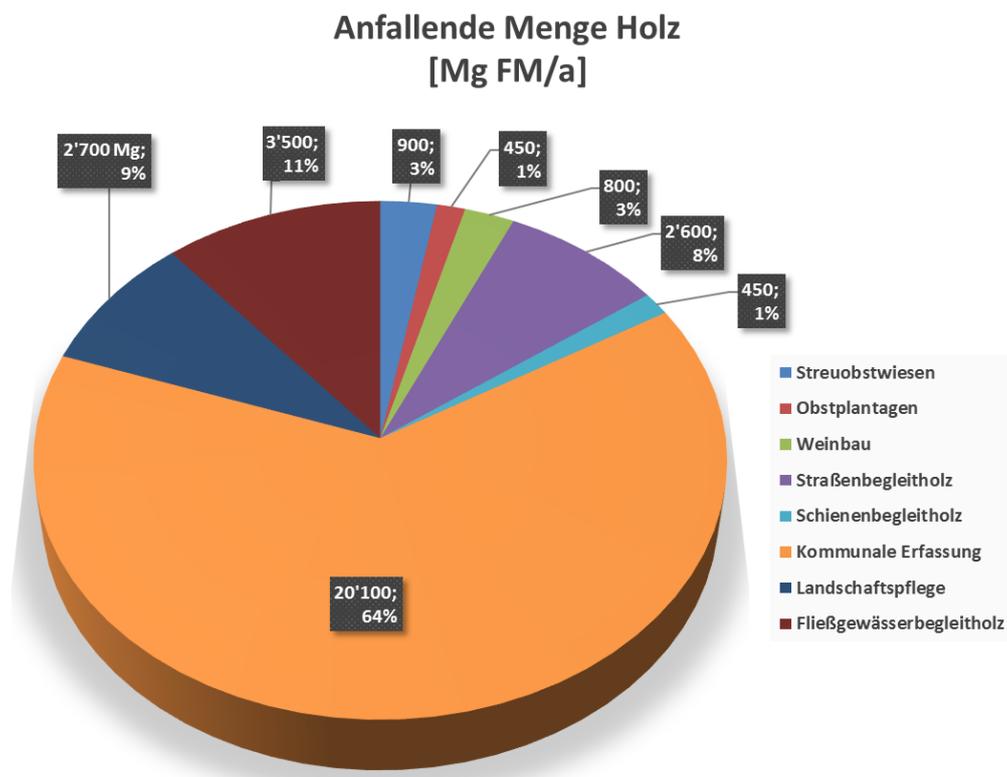


Abbildung 41 Anfallende Menge Holz (Mittelwerte)

Holzige Biomasse zur energetischen Verwertung (30%WG)

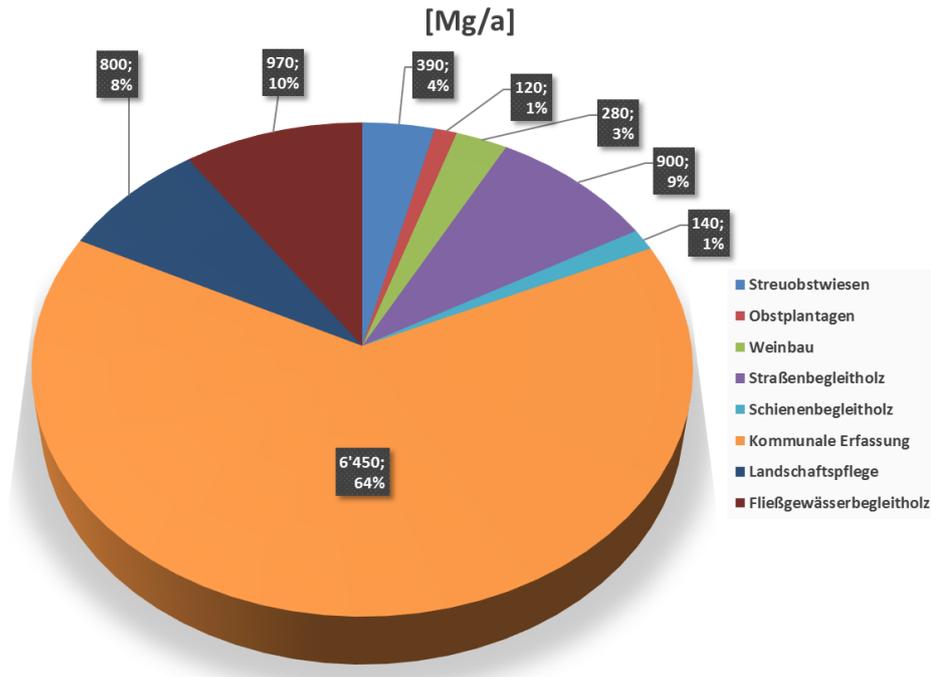


Abbildung 42 Holzige Biomasse zur energetischen Verwertung (30% WG, Mittelwerte)

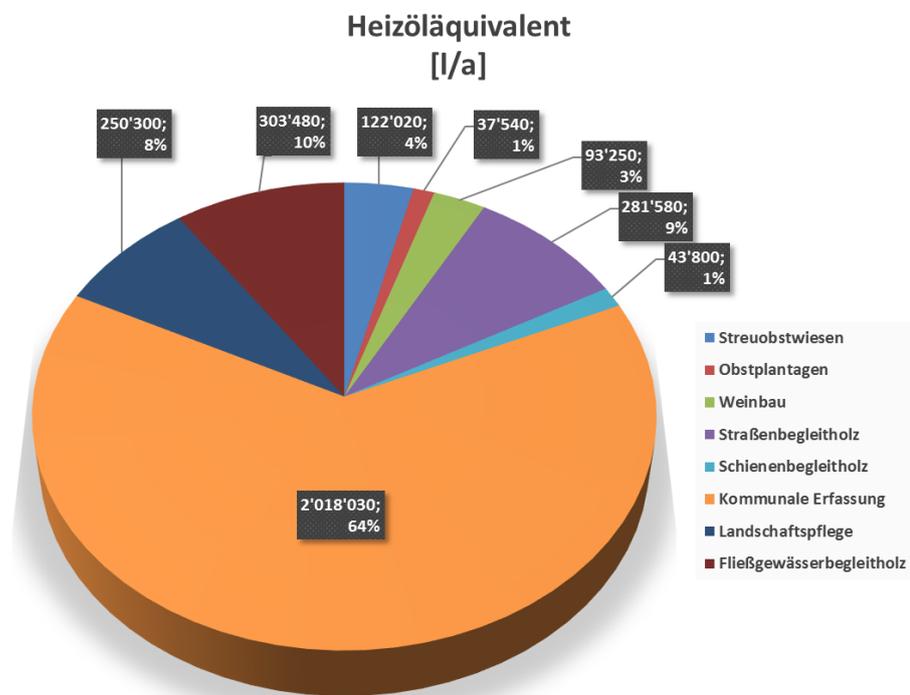


Abbildung 43 Heizöläquivalente (Mittelwerte)

4.10.2. ENERGETISCH VERWERTBARE BIOMASSE

Auf der Basis der in den vorangegangenen Kapiteln durchgeführten Potentialermittlungen ergibt sich landesweit ein Gesamtpotential von ca. 14.100 Mg FM/a (Mittelwert⁴⁷) an energetisch verwertbarer holziger Biomasse.

Die Gesamtmenge (Mittelwert) ist der folgenden Tabelle 12 nach Stoffströmen und Kantonen gegliedert aufgeführt.

Kanton/Quelle	Landschaftspflege	Streuobst	Obstplantagen	Straßenbegleitholz	Schienenbegleitholz	Weinbau	Fließgewässer	kommunale Erfassung	Summe
Wiltz	70 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	100 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	170 Mg FM/a	250 Mg FM/a	590 Mg FM/a
Vianden	20 Mg FM/a	10 Mg FM/a	10 Mg FM/a	30 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	60 Mg FM/a	130 Mg FM/a	260 Mg FM/a
Remich	40 Mg FM/a	70 Mg FM/a	50 Mg FM/a	80 Mg FM/a	0 Mg FM/a	250 Mg FM/a	70 Mg FM/a	350 Mg FM/a	910 Mg FM/a
Redange	80 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	150 Mg FM/a	690 Mg FM/a	1'020 Mg FM/a
Mersch	80 Mg FM/a	40 Mg FM/a	0 Mg FM/a	130 Mg FM/a	20 Mg FM/a	0 Mg FM/a	140 Mg FM/a	790 Mg FM/a	1'200 Mg FM/a
Luxembourg	80 Mg FM/a	80 Mg FM/a	70 Mg FM/a	180 Mg FM/a	50 Mg FM/a	0 Mg FM/a	100 Mg FM/a	1'300 Mg FM/a	1'860 Mg FM/a
Grevenmacher	110 Mg FM/a	100 Mg FM/a	30 Mg FM/a	120 Mg FM/a	20 Mg FM/a	150 Mg FM/a	110 Mg FM/a	900 Mg FM/a	1'540 Mg FM/a
Esch-sur-Alzette	180 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	190 Mg FM/a	60 Mg FM/a	0 Mg FM/a	130 Mg FM/a	2'800 Mg FM/a	3'370 Mg FM/a
Echternach	50 Mg FM/a	120 Mg FM/a	0 Mg FM/a	60 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	550 Mg FM/a	870 Mg FM/a
Diekirch	60 Mg FM/a	90 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	110 Mg FM/a	520 Mg FM/a	870 Mg FM/a
Clervaux	140 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	110 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	180 Mg FM/a	430 Mg FM/a	870 Mg FM/a
Capellen	140 Mg FM/a	20 Mg FM/a	10 Mg FM/a	100 Mg FM/a	20 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	330 Mg FM/a	710 Mg FM/a
Summe									14'070 Mg FM/a

Tabelle 12: Gesamtpotential an energetische verwertbarer holziger Biomasse, Frischmasse

Durch die Trocknung des Materials „reduziert“ sich die Masse des Materials auf 10.050 Mg/a (Mittelwert).

Die Gesamtmenge (Mittelwerte) ist der folgenden Tabelle 13 nach Stoffströmen und Kantonen gegliedert aufgeführt.

Kanton/Quelle	Landschaftspflege	Streuobst	Obstplantagen	Straßenbegleitholz	Schienenbegleitholz	Weinbau	Fließgewässer	kommunale Erfassung	Summe
Wiltz	50 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	70 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	120 Mg/a	180 Mg/a	420 Mg/a
Vianden	15 Mg/a	5 Mg/a	5 Mg/a	20 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	45 Mg/a	95 Mg/a	185 Mg/a
Remich	30 Mg/a	50 Mg/a	35 Mg/a	55 Mg/a	0 Mg/a	180 Mg/a	50 Mg/a	250 Mg/a	650 Mg/a
Redange	55 Mg/a	5 Mg/a	0 Mg/a	65 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	105 Mg/a	495 Mg/a	725 Mg/a
Mersch	55 Mg/a	30 Mg/a	0 Mg/a	95 Mg/a	15 Mg/a	0 Mg/a	100 Mg/a	565 Mg/a	860 Mg/a
Luxembourg	55 Mg/a	55 Mg/a	50 Mg/a	130 Mg/a	35 Mg/a	0 Mg/a	70 Mg/a	930 Mg/a	1'325 Mg/a
Grevenmacher	80 Mg/a	70 Mg/a	20 Mg/a	85 Mg/a	15 Mg/a	105 Mg/a	80 Mg/a	645 Mg/a	1'100 Mg/a
Esch-sur-Alzette	130 Mg/a	5 Mg/a	0 Mg/a	135 Mg/a	45 Mg/a	0 Mg/a	95 Mg/a	2'000 Mg/a	2'410 Mg/a
Echternach	35 Mg/a	85 Mg/a	0 Mg/a	45 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	65 Mg/a	395 Mg/a	625 Mg/a
Diekirch	45 Mg/a	65 Mg/a	0 Mg/a	65 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	80 Mg/a	370 Mg/a	625 Mg/a
Clervaux	100 Mg/a	0 Mg/a	0 Mg/a	80 Mg/a	5 Mg/a	0 Mg/a	130 Mg/a	305 Mg/a	620 Mg/a
Capellen	100 Mg/a	15 Mg/a	5 Mg/a	70 Mg/a	15 Mg/a	0 Mg/a	65 Mg/a	235 Mg/a	505 Mg/a
Summe									10'050 Mg/a

Tabelle 13: Gesamtpotential an energetische verwertbarer holziger Biomasse, 30% Wassergehalt

⁴⁷ Angesetzte Mittelwerte können ggf. rundungsbedingte Abweichungen beinhalten.

Der Gesamtenergiegehalt der ermittelten Gesamtmenge beträgt, bezogen auf die oben genannte Gesamtmenge (Mittelwert) an energetisch verwertbarer holziger Biomasse von 10.050 Mg/a, ca. 31.500 MWh/a, was wiederum einem Heizöläquivalent von 3.150.000 l jährlich und damit dem Heizölbedarf von ca. 1.300 klassischen Einfamilienhäusern oder ca. 4.400 Niedrigenergiehäusern nach KfW-70-Standard⁴⁸ entspricht. Der Beitrag dieser Ressource zur Energieversorgung des Großherzogtums Luxemburg kann also als durchaus relevant bezeichnet werden.



Abbildung 44 Beitrag der erzeugten holzigen Biomasse zur Energieversorgung

⁴⁸ Die Bezeichnung KfW-Effizienzhaus 70 steht für die Reduzierung des Energiebedarfes gegenüber dem gesetzlichen Standard um 30%.

Die stoffstromspezifische und kantonsweise Aufteilung der ermittelten Mengen ist in der nachfolgenden Abbildung 45 zur besseren Übersicht nochmals grafisch dargestellt.

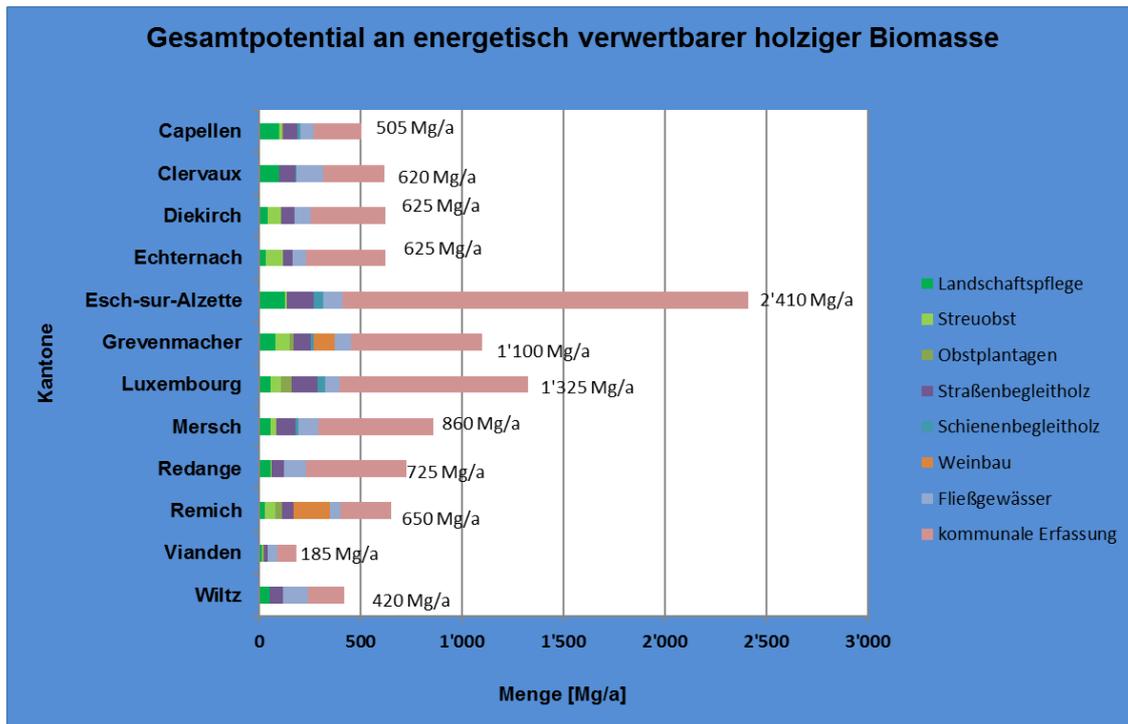


Abbildung 45: Gesamtpotential an energetisch verwertbarer holziger Biomasse, 30% Wassergehalt

Die Anteile der jeweiligen Stoffströme an der zu erwartenden Gesamtmenge an energetisch verwertbarer holziger Biomasse ist nachfolgend grafisch dargestellt.

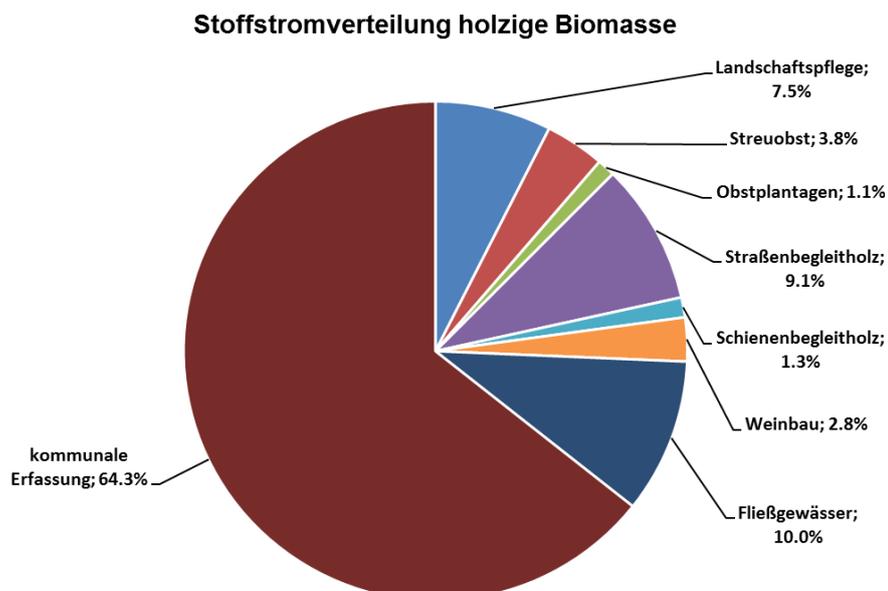


Abbildung 46: Erzeugte holzige Biomasse nach Stoffströmen

4.10.3. RESTMENGEN ZUR KLASSISCHEN VERWERTUNG

Neben dem gewonnenen Brennstoff fallen – ohne Berücksichtigung der Mengen aus der kommunalen Erfassung - folgende stoffstromspezifische und kantonsweise gegliederten Restmengen aus der Aufbereitung an, welche der klassischen biologischen Verwertung, in der Regel also der Kompostierung, zugeführt werden müssen. Die Gesamtmasse beträgt ca. 6.400 Mg FM/a (Mittelwert).

Kanton/Quelle	Landschaftspflege	Streuobst	Obstplantagen	Straßenbegleitholz	Schienenbegleitholz	Weinbau	Fließgewässer	Summe
Wiltz	110 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	100 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	250 Mg FM/a	470 Mg FM/a
Vianden	30 Mg FM/a	10 Mg FM/a	20 Mg FM/a	30 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	80 Mg FM/a	170 Mg FM/a
Remich	60 Mg FM/a	50 Mg FM/a	80 Mg FM/a	80 Mg FM/a	0 Mg FM/a	310 Mg FM/a	110 Mg FM/a	690 Mg FM/a
Redange	120 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	230 Mg FM/a	450 Mg FM/a
Mersch	130 Mg FM/a	30 Mg FM/a	0 Mg FM/a	130 Mg FM/a	30 Mg FM/a	0 Mg FM/a	220 Mg FM/a	540 Mg FM/a
Luxembourg	130 Mg FM/a	50 Mg FM/a	100 Mg FM/a	180 Mg FM/a	70 Mg FM/a	0 Mg FM/a	150 Mg FM/a	680 Mg FM/a
Grevenmacher	170 Mg FM/a	70 Mg FM/a	40 Mg FM/a	120 Mg FM/a	30 Mg FM/a	190 Mg FM/a	170 Mg FM/a	790 Mg FM/a
Esch-sur-Alzette	270 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	190 Mg FM/a	90 Mg FM/a	0 Mg FM/a	190 Mg FM/a	750 Mg FM/a
Echternach	70 Mg FM/a	80 Mg FM/a	10 Mg FM/a	60 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	130 Mg FM/a	350 Mg FM/a
Diekirch	90 Mg FM/a	60 Mg FM/a	0 Mg FM/a	90 Mg FM/a	10 Mg FM/a	0 Mg FM/a	160 Mg FM/a	410 Mg FM/a
Clervaux	210 Mg FM/a	0 Mg FM/a	0 Mg FM/a	110 Mg FM/a	20 Mg FM/a	0 Mg FM/a	270 Mg FM/a	610 Mg FM/a
Capellen	220 Mg FM/a	10 Mg FM/a	10 Mg FM/a	100 Mg FM/a	30 Mg FM/a	0 Mg FM/a	130 Mg FM/a	500 Mg FM/a
Summe								6'410 Mg FM/a

Tabelle 14: Gesamt mengen zur klassischen Verwertung, Frischmasse

Die im Rahmen der Behandlung der Mengen aus der kommunalen Erfassung anfallenden Reststoffe sind nicht aufgeführt, da diese wie auch bereits jetzt vollständig auf den vorhandenen Behandlungsanlagen anfallen und demnach nicht gesondert und/oder zusätzlich behandelt werden müssen (siehe hierzu auch Kapitel 4.6 ff).

Auf die vorgesehene Behandlung dieser Mengen wird unter Kapitel 6 genauer eingegangen.

5. VORHANDENE UND GEPLANTE VERWERTUNGSANLAGEN

5.1. INNERHALB LUXEMBURGS

Soll der gewonnene Brennstoff technisch wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll verwertet werden, stellt sich neben der Frage der Qualität und der Menge des zur Verfügung stehenden Brennstoffes auch die Frage nach dessen energetischer Verwertung.

Auch hier spielt neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten die Ökologie des Gesamtsystems eine wesentliche Rolle.

Um diesem Aspekt auch auf der Seite der Verwertung gerecht zu werden, ist insbesondere die Transportentfernung vom Entstehungs- zum letztendlichen Verwertungsort ein wesentliches Kriterium. Eine Verwertung innerhalb Luxemburgs ist, abgesehen von ggf. vorhandenen oder zukünftig entstehenden grenznah gelegenen Anlagen, demnach einer Verwertung im Ausland vorzuziehen.

Um das bestehende und geplante Verwertungspotential innerhalb des Großherzogtums Luxemburg abschätzen zu können, wurden alle 105 luxemburgischen Gemeinden mittels Fragebogen zu den von Ihnen betriebenen und geplanten energetischen Verwertungsanlagen befragt. Weitere staatliche Stellen wie zum Beispiel die Administration des bâtiments publics oder die Administration de la nature et des forêts wurden in Gesprächen befragt. Hierbei wurde von einer Mindestleistung (thermische Leistung) von 400 kW ausgegangen, da für kleinere Anlagen die erforderliche Vorlage und Eintragungstechnik derzeit im Normalfall noch unwirtschaftlich ist.

Darüber hinaus wurden auch mögliche private Errichter und/oder private Betreiber von vergleichbaren Anlagen, soweit sie bekannt waren, telefonisch und in persönlichen Gesprächen zu diesem Thema befragt.

Nach Auswertung der zurückgesandten Fragebögen (inklusive teilweiser telefonischer Rücksprache) sowie der mündlich erteilten Auskünfte ergibt sich, dass derzeit in Luxemburg eine geeignete energetische Verwertungsanlage vorhanden, eine weitere ggf. bereit ist teilweise holzige Biomasse einzusetzen und 9 weitere in Planung sind. Die betreffenden Anlagen sind, inklusive ihrer voraussichtlichen thermischen Anschlussleistung, in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt. Hierbei wurde unterschieden zwischen

1. vorhandenen Anlagen, die bereits holzige Biomasse als Brennstoff einsetzen und dies auch weiterhin planen (Tabelle 15),
2. vorhandenen Anlagen, die ggf. bereit sind holzige Biomasse einzusetzen (Tabelle 16: vorhandene Anlage, die ggf. bereit sind holzige Biomasse einzusetzen (Luxemburg),
3. Anlagen, die geplant sind und bereits den Einsatz holziger Biomasse in ihren Planungen berücksichtigen (Tabelle 17) und
4. Anlagen, die derzeit noch keinen Einsatz holziger Biomasse vorsehen ggf. aber bereit sind, diese in ihren weiteren Planungen zu berücksichtigen (Tabelle 18).

Belastbare Angaben zu den tatsächlich geplanten Quantitäten an holziger Biomasse liegen auf Grund des derzeitigen Planungsstandes der Anlagen noch nicht vor. Stellt man jedoch allein die geplanten Leistungen von insgesamt über 30 MW (bisher bekannte thermische Anschlussleistung), selbst bei einer konservativen Annahme von 7.500 Betriebsstunden, den prognostizierten Brennstoffmengen bzw. ihrem Energiegehalt von 31.500 MWh/a gegenüber, zeigt sich, dass zukünftig die technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Verwertung des erzeugten Brennstoffes gesichert ist.

Vorhandene Anlagen, die holzige Biomasse einsetzen		
Gemeinde	Anzahl	Leistung [kW]
Beckerich	1	4'000
Summe	1	4'000

Tabelle 15: vorhandene Anlagen, die bereits holzige Biomasse einsetzen (Luxemburg)

Vorhandene Anlagen, die ggf. bereits sind holzige Biomasse einzusetzen		
Gemeinde/Betreiber	Anzahl	Leistung [kW]
Mamer, Europaschule	1	750
Summe	1	750

Tabelle 16: vorhandene Anlage, die ggf. bereit sind holzige Biomasse einzusetzen (Luxemburg)

Geplante Anlagen, die bereits den Einsatz holziger Biomasse vorsehen			
Gemeinde	Anzahl [St.]	Inbetriebnahme [Jahr]	Leistung [kW]
Boevange-sur-Attert	1	unbekannt	400
Bettendorf	1	2020	400 -600
Junglinster	1	2017	unbekannt
Mersch	1	2018	1'200
Wiltz	1	2018	450
Wincrange	1	2018	25'000
Summe	5		27'450

Tabelle 17: geplante Anlagen, die den Einsatz holziger Biomasse vorsehen (Luxemburg)

Geplante Anlagen, die ggf. bereit sind, holzige Biomasse zukünftig in Ihren Planungen zu berücksichtigen			
Gemeinde	Anzahl [St.]	Inbetriebnahme [Jahr]	Leistung [kW]
Pétange	1	unbekannt	unbekannt
Schiffange	1	2020	2'000
Wahl	1	unbekannt	unbekannt
Summe	4		2'450

Tabelle 18: geplante Anlagen, die ggf. bereit, sind holzige Biomasse in ihren weiteren Planungen zu berücksichtigen (Luxemburg)

Die Lage der in den vorstehenden Tabellen aufgeführten Anlagen ist nachfolgend zusätzlich kartografisch dargestellt.

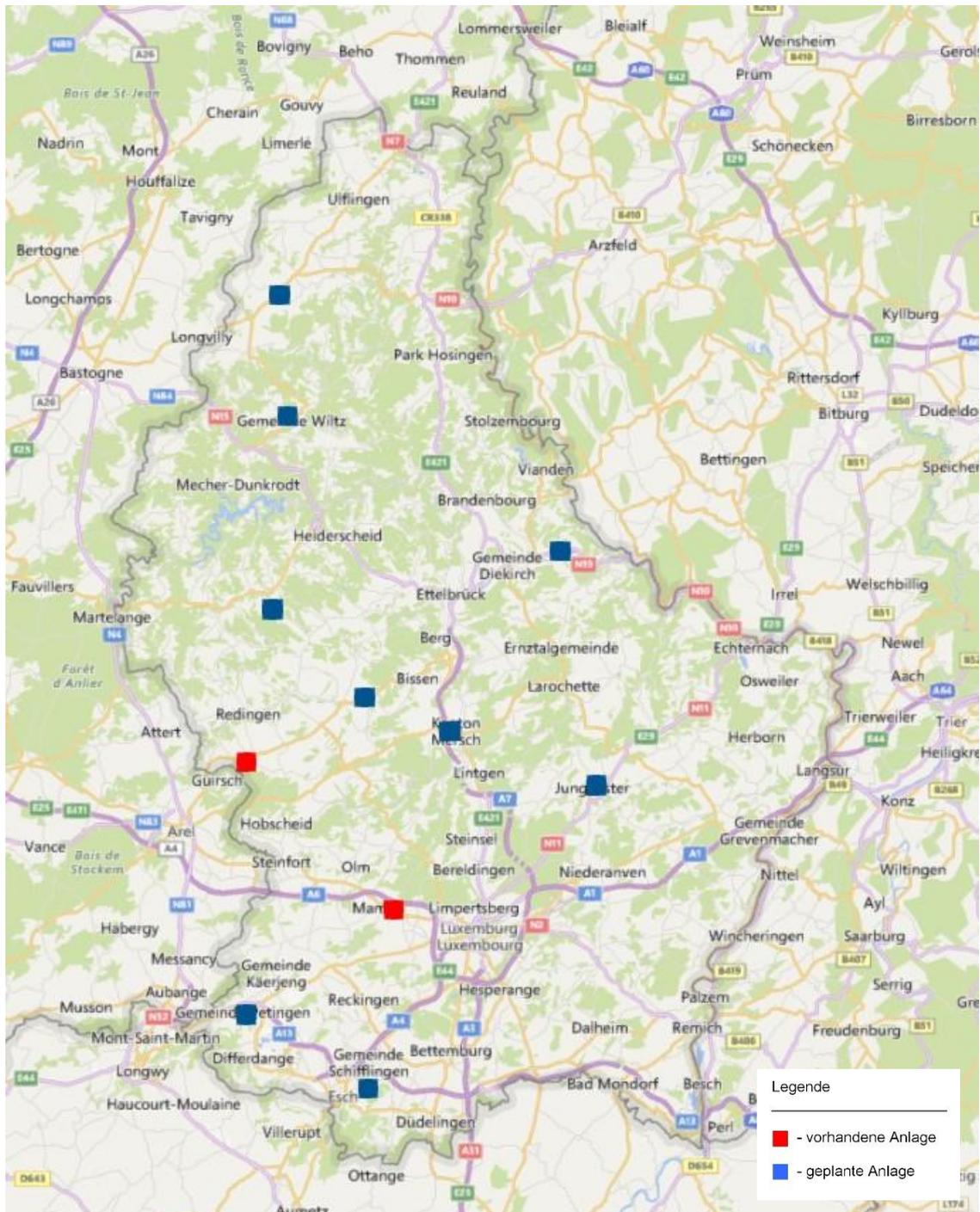


Abbildung 47: Lage der vorhandenen und geplanten Verwertungsanlagen in Luxemburg

Die ebenfalls in den Fragebögen enthaltenen, detaillierteren Fragen zum geplanten Vorlage- und Beschickungssystem, dem Brennstoffmischverhältnis, der zu erwartenden Lastkurven, dem Ascheanfall und deren Entsorgung etc. haben auf Grund der in den meisten Fällen noch in einem frühen Stadium befindlichen Planungen in der Regel

keine belastbaren Daten geliefert. Die wenigen diesbezüglich vorhandenen Antworten wurden daher nicht berücksichtigt.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung der vorhandenen und geplanten Verwertungsanlagen ist klar ersichtlich, dass voraussichtlich vor dem Jahr 2018 keine nennenswerten Verwertungskapazitäten innerhalb Luxemburgs vorhanden sein werden. Aus diesem Grund wurden auch die Anlagen im näheren, angrenzenden Ausland mit in die Betrachtungen einbezogen.

5.2. ANGRENZENDES AUSLAND

Wie bereits oben dargestellt, ist die Transportentfernung zwischen Entstehungsort und dem Ort der letztendlichen Verwertung ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der ökologischen Sinnhaftigkeit einer energetischen Verwertung.

Aus diesem Grund wurden lediglich die innerhalb einer maximalen Transportentfernung von 100 km zur Luxemburger Grenze gelegenen Anlagen berücksichtigt.

Die betreffenden Anlagen sind, inklusive ihrer thermischen Anschlussleistung und Angaben zu den eingesetzten Regelbrennstoffen sowie ihrer Entfernung zur Luxemburger Grenze sowie und der Stadt Luxemburg, nachfolgend tabellarisch aufgeführt. Darüber hinaus ist die Lage der aufgelisteten Anlagen auch kartografisch dargestellt.

Anlagen im angrenzenden Ausland, die für die Verwertung holziger Biomasse geeignet sind								
Standort	Inbetriebnahme	Entf. Grenze [km]	Entf. Stadt Luxemburg [km]	Thermische Leistung [MW]	Elektrische Leistung [MW]	Durchsatz pro Jahr [Mg]	Eingesetzte Brennstoffe	Einsetzbare holzige Biomasse [ca. Mg]
Vielsalm	in Betrieb	18	97	60	20	320'000	Restholz, Rinde und bis zu 200.000 t holziger Grünschnitt	200'000
Gouvy-Halconreux	in Betrieb	3	83	20	5	80'000	Sägewerkreste, Waldhackschnitzel, Rinde, bis zu 15-20 % holziger Grünschnitt (12.000 to)	12'000
Bertrix	in Betrieb	65	84	30	7.3	ca. 100.000	noch unklar	noch unklar
<i>Butgenbach</i>	Sep 17	40	113	3.5	0.9	15'000	Restholz, Rinde und maximal 100% holziger Grünschnitt	15'000
Virton	in Betrieb	34	52	45	-/-	120'000	noch unklar	noch unklar
Hoppstetten-Weiersbach	in Betrieb	80	100	8	8.2	70'000	Alt- bzw. Restholz, Waldholzabfälle, Sägewerksholz, Produktionsabfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie, Grünschnitt aus der Landschaftspflege	ca. 5.000
Warndt	in Betrieb	62	90	8.1	1.8	40'000	waldfrisches Holz	noch unklar

Tabelle 19: Anlagen im angrenzenden Ausland, die für die Verwertung holziger Biomasse geeignet sind

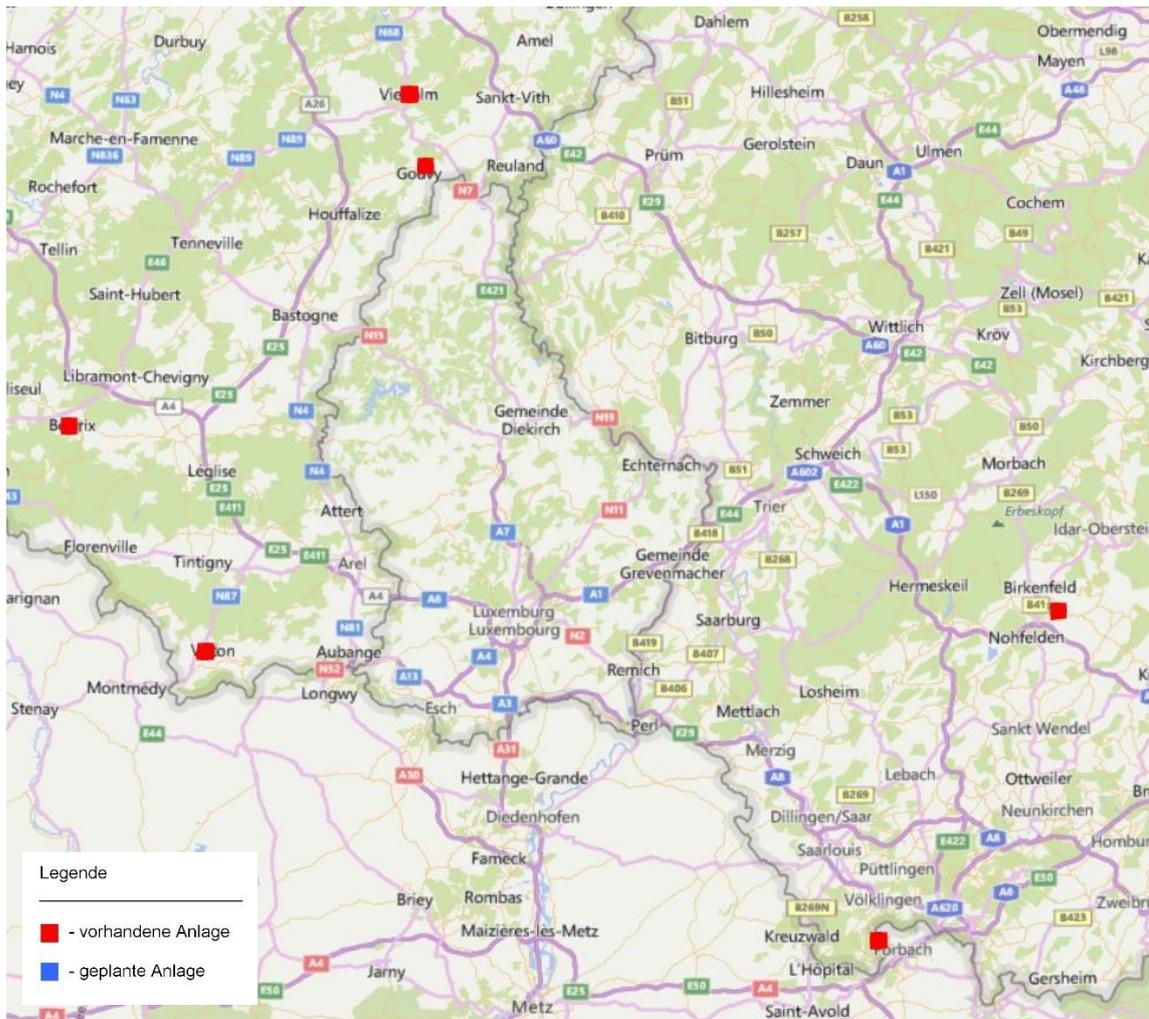


Abbildung 48: Anlagen im angrenzenden Ausland, die für die Verwertung holziger Biomasse geeignet sind

Alle genannten Anlagen werden privatwirtschaftlich betrieben. Vor dem Hintergrund der in erster Linie wirtschaftlichen Orientierung ist es nicht möglich, belastbare Aussagen zu tatsächlich vorhandenen freien Kapazitäten zu bekommen. Diese hängen immer auch von der aktuellen Marktlage und dem Preis des Brennstoffes ab.

Genauere Angaben hierzu sind demzufolge erst bei der Aufnahme von konkreten Verhandlungen zu bekommen. Alle Betreiber haben jedoch eindeutig die Bereitschaft zur Nutzung des im vorliegenden Fall erzeugten Brennstoffes bekundet.

Die kurz- und mittelfristige Verwertung des erzeugten Brennstoffes in vertretbarer Transportentfernung ist somit nicht in Frage gestellt.

5.3. ABSATZZEITRÄUME UND GGF. ERFORDERLICHE LAGERUNG

In Bezug auf die saisonalen Absatzmöglichkeiten muss davon ausgegangen werden, dass das Interesse an dem erzeugten Brennstoff vornehmlich in der kalten Jahreszeit besteht. Hintergrund dieser Tatsache ist vor allem, dass die holzige Biomasse in der Regel genutzt wird, um die Lastspitzen während dieser Zeit abzudecken. Für den Betrieb der verbleibenden Monate reichen in der Regel die eingesetzten Regeltreibstoffe aus.

Dies wird auch bei der Mehrzahl der in Luxemburg geplanten Anlagen der Fall sein, da derzeit nicht davon ausgegangen werden kann, dass diese vollständig oder zumindest in erster Linie auf die Nutzung von holziger Biomasse ausgerichtet werden.

Zur Verdeutlichung der erheblichen saisonalen Bedarfsschwankungen einer üblichen Verwertungsanlage ist nachfolgend eine beispielhafte Lastkurve dargestellt, welche auch den Verlauf des Brennstoffbedarfes widerspiegelt.

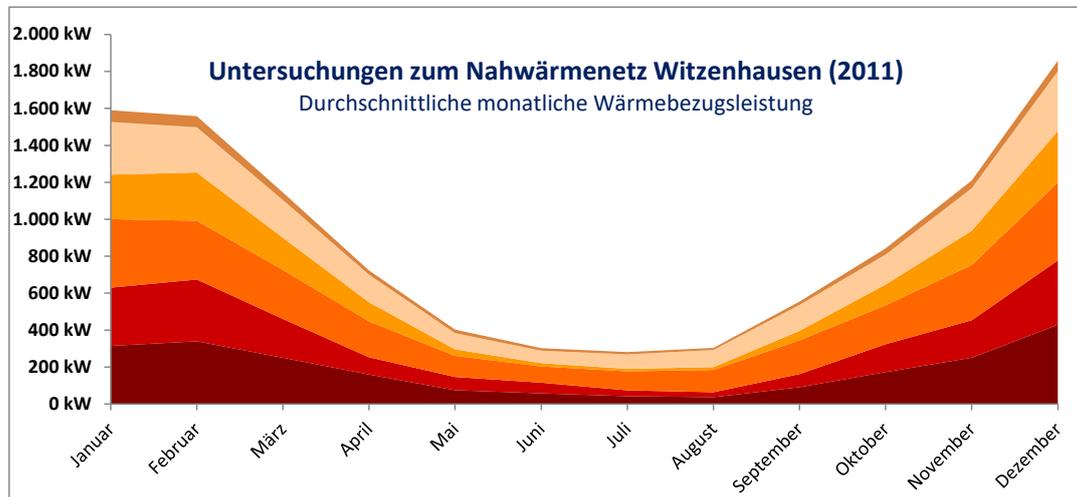


Abbildung 49: Typische Lastkurve eines Nahwärmenetzes⁴⁹

Die Konsequenz daraus ist, dass eine zumindest teilweise Lagerung des erzeugten Brennstoffes über die Sommermonate nicht zu vermeiden sein wird.

Dieser Umstand wird Bestandteil der weiteren Betrachtungen sein und unter anderem im Rahmen der Darstellung des Gesamtkonzeptes (siehe hierzu Kapitel 6 ff) wieder aufgegriffen.

⁴⁹ Quelle: Witzzenhausen-Institut

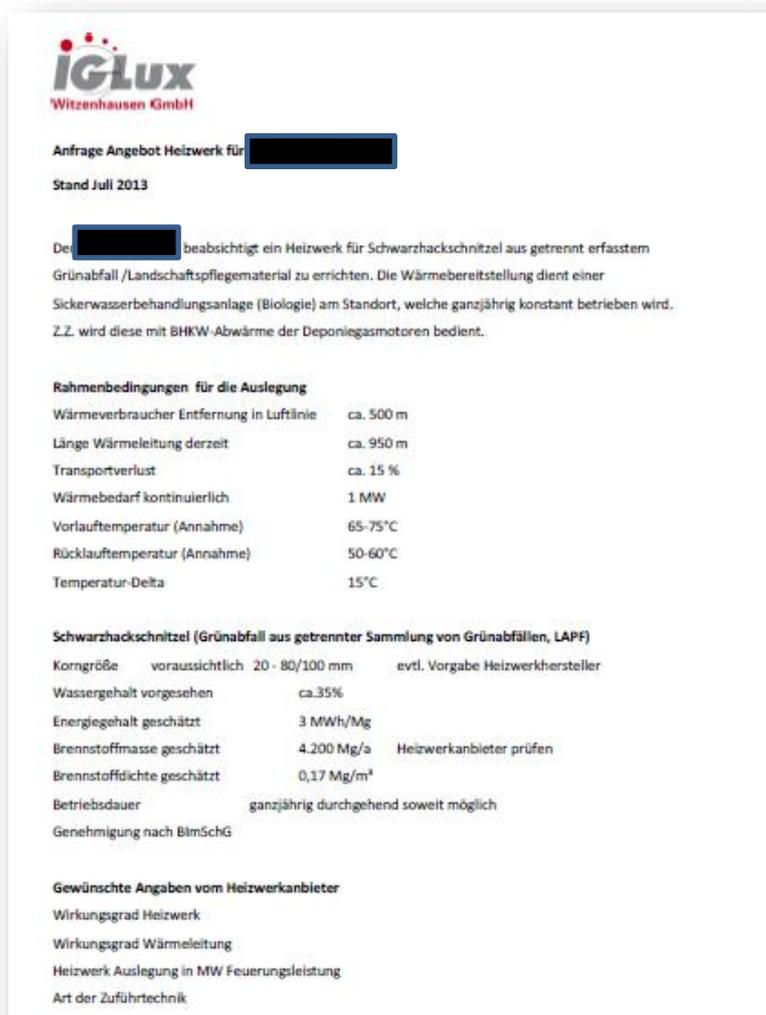
5.4. BEISPIELE VON KOMMUNALEN VERWERTUNGSKONZEPTEN (HEIZWERKE)

Die mögliche Konzeption eines Heizkraftwerkes in dem gängigen Leistungsbereich von ca. 1 MWth wird nachfolgend anhand des Beispiels eines Heizkraftwerkes auf einem Deponiestandort in Deutschland dargestellt.

In besagtem Heizkraftwerk erfolgt die Nutzung der erzeugten holzigen Biomasse aus Grünschnitt, oftmals auch als „Schwarzhackschnitzel“ bezeichnet, mit dem Ziel der reinen Wärmeerzeugung. Wenn auch andere Konversionstechniken vorhanden sind, ist dies doch immer noch der Regelfall.

Die technische Auslegung dieser Heizanlagen wurde auf die spezifischen Merkmale der holzigen Biomasse (Schwarzhackschnitzel) angepasst. Vergleichbare Konzepte werden mittlerweile in mehreren Anlagen in Deutschland erfolgreich betrieben.

Für die Auslegung und Kostenermittlung der Anlage sind von entsprechenden Spezialfirmen entsprechende Richtpreisangebote angefragt und bei der Auslegung im erforderlichen Umfang berücksichtigt worden. Mit den potentiellen Anbietern wurde im Vorfeld der Angebotserstellung in enger Zusammenarbeit eine technische Spezifizierung durchgeführt.



IGLux
Witzenhausen GmbH

Anfrage Angebot Heizwerk für [REDACTED]
Stand Juli 2013

Der [REDACTED] beabsichtigt ein Heizwerk für Schwarzhackschnitzel aus getrennt erfasstem Grünabfall /Landschaftspflegematerial zu errichten. Die Wärmebereitstellung dient einer Sickerwasserbehandlungsanlage (Biologie) am Standort, welche ganzjährig konstant betrieben wird. Z.Z. wird diese mit BHKW-Abwärme der Deponiegasmotoren bedient.

Rahmenbedingungen für die Auslegung

Wärmeverbraucher Entfernung in Luftlinie	ca. 500 m
Länge Wärmeleitung derzeit	ca. 950 m
Transportverlust	ca. 15 %
Wärmebedarf kontinuierlich	1 MW
Vorlauftemperatur (Annahme)	65-75°C
Rücklauftemperatur (Annahme)	50-60°C
Temperatur-Delta	15°C

Schwarzhackschnitzel (Grünabfall aus getrennter Sammlung von Grünabfällen, LAPF)

Korngröße	voraussichtlich 20 - 80/100 mm	evtl. Vorgabe Heizwerkhersteller
Wassergehalt vorgesehen	ca.35%	
Energiegehalt geschätzt	3 MWh/Mg	
Brennstoffmasse geschätzt	4.200 Mg/a	Heizwerkanbieter prüfen
Brennstoffdichte geschätzt	0,17 Mg/m³	
Betriebsdauer	ganzjährig durchgehend soweit möglich	
Genehmigung nach BImSchG		

Gewünschte Angaben vom Heizwerkanbieter

- Wirkungsgrad Heizwerk
- Wirkungsgrad Wärmeleitung
- Heizwerk Auslegung in MW Feuerungsleistung
- Art der Zuführtechnik

Abbildung 50: technische Spezifikationen für ein Heizkraftwerk

Folgende Anbieter haben schlussendlich ein Angebot abgegeben:

- Fa. MAWERA (Viessmann Group)
- Fa. POLZENITH

Als Standort auf der Deponie wurde eine Fläche im Eingangsbereich in der Nähe der BHKW-Maschinenhalle gewählt.

Da das Lager für die Hackschnitzel in größerer Entfernung geplant werden musste, ist eine zusätzliche Brennstoffbevorratung über zwei bis sechs Tage direkt am Standort der Heizanlage erforderlich geworden



Abbildung 51: Beispiel Containerheizwerk und Vorratsspeicher



Abbildung 52: Fläche mit Hackschnitzelheizwerk am vorgesehenen Standort

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den wesentlichen technischen Inhalt und die zum Angebotszeitpunkt (2013 !) anzusetzenden Kosten.

iGLux Witzhausen GmbH		Vergleich Richtpreisangebote Heizwerke		
Mawera Angebot 10.07.2013	Kosten	Polzenith Angebot 31.07.2013	Kosten	Optionen
Kesselanlage Nennwärmeleistung 1100kW, Feuerungsleistung 1298kW		Kesselanlage 1.000kW bei Hu min. 3,0 kW/kg entspricht WG 35% oder besser		
Brennstoff Aschegehalt Annahme 5,5%		Brennstoff max. Aschegehalt 3%		
Wirkungsgrad Kessel 84,7%				
Austragssystem, 12,8*7,5m, Füllhöhe 3,4m, ca. 326 m ³	37.870 €	Container mit Dosiervorrichtung, Schubboden Stahlbausystem 9*4,5m Höhe 3,2 m, ca. 120 m ³		
Brennstofftransport TKF geschl. 17m	68.220 €	Doppelstrangkettentraktor Untertrum, Trichter mit Füllstandsüberwachung, Einschubanlage mit Messeranlage, Hydraulischer Einschub durch Vortrockenkanal		Plattenförderer Obertrum Mehrpreis 21.593 €
Brennkammer + Zubehör	147.350 €	Kesselhauscontainer, Vorfeuerung 2 Stufenrost, Entstauber, Entaschung, Kesselbeschickung, Steuerung, Isowände inkl. Wanddurchbrüche		Ascheaustag bauseits Fundament erstellen, Fundament und Tor muss
Wärmetauscher + Zubehör + Economizer 0,5 - 6 bar	53.340 €	Förderanlage, hydraulischer Aschetransport, Abgasleitung, Lichtbänder, Wasseranschluss, Pumpenwarmwasserwärmetauscher 3,0 bar		
Rauchgasentstaubung, Multizyklon, Ventilator, Aschecontainer 800l, Elektrofilter < 50 mg/Nm ³ , Schnecke Staubaustrag, Aschestation 800l	90.740 €	Rauchgasentstaubung mit Saugzuganlage, Multizyklonentstauber <100 mg/m ³ mit Staubsammelbunker, E-Filter fehlt		
Entaschung, Schnecke 1,2m, Container 800l	10.390 €	Rostabüttlung, hydraulische Asche- und Brennstoffschieber, Staubschnecke mit Zelleradschleuse		Ascheaustag bauseits Fundament erstellen, Fundament und Tor muss luftdicht sein
Rauchgasführung, Rezirkulation, Rohre, Verbindungen und freistehender Kamin 20 m D 500 mit Leiter und Podest. Material ??	48.400 €	freistehender Kamin 18 m D 520 mit Leiter und Podest. Material Stahl verzinkt		
Steuerungstechnik	19.110 €	Gesamtsteuerung		Speichersteuerung 1.430 €, Fernwartungseinrichtung 2.660 €
Diverses, Montage Abnahmemessung	5.220 €			
Zwischensumme	480.640 €			
Fracht Montage IBN	59.690 €	Fracht Montage enthalten		
Summe, netto	540.330 €	Summe, netto	300.314 €	
nicht enthalten		nicht enthalten		
Genehmigung, Bauplanung, Bauleistungen, Bedienungs- Wartungsbühnen, Einhausungen, Anschlüsse Strom-Wasser-Telefon-Wärme		diverse Bauleistungen (Fundamente) und Anschlüsse Strom-Wasser-Telefon-Wärme, Kran		
Für die Montage erforderlichen Hebezeuge, für die Montage erforderlichen Gerüste, für die Montage erforderliche spezielle Hilfsmittel wie Paletten etc		Holzbohlen für Bunkerwände nach unseren Angaben, Isolierung der Rauchgaskanäle, Wasseraufbereitung falls erforderlich, Ausdehnungsanlage für Heizungswasser		
komplette Liste umfasst eine A4 Seite		Aschebehälter		

Tabelle 20: Vergleich Richtpreisangebote

Die weiteren Planungen und Kostenbetrachtungen wurden auf Grund verschiedener technischer Parameter sowie des ungünstigeren Preises (worst-case Betrachtung) auf der Grundlage des Angebotes der Fa. MAREWA durchgeführt. Alle Kostenangaben sind als Nettokosten angegeben.

Bei den Investitionen wurden Kosten für Bauwerke und sonstige Leistungen in Höhe ca. 477.000 € angesetzt. Ein Gaskessel zur Abdeckung einer Spitzenlast oder zur Redundanz wurde nicht kalkuliert. Es ist abzuklären, ob eine Spitzenlastabdeckung erforderlich ist und ob bei den vorhandenen Installationen Einrichtungen dafür vorhanden sind, die zukünftig weiter genutzt werden können.

Die gesamten Investitionen sind ohne Berücksichtigung möglicher Fördermaßnahmen angegeben.

Die Kosten für die Instandhaltung wurden mit einem mittleren Ansatz unter Berücksichtigung des ganzjährigen Betriebes kalkuliert.

 Witzenhausen GmbH	Rechnungs- nutzungs- dauer	Investitions- kosten	Kapital- kosten (Annuität)	Instandhaltung	
				%	€/Jahr
Kostenansatz Angebot MAWERA vom 10.07.2013	Jahre	€	2 % Zins ^{*)}		
Lager und Transport	15	106.090 €	8.300 €	3,0%	3.183 €
Kesselanlage	15	147.350 €	11.500 €	3,0%	4.421 €
Mess- und Regeltechnik	10	19.110 €	2.130 €	3,0%	573 €
Pumpen und Sicherungstechnik	12		0 €	3,0%	0 €
Rauchgasreinigung	15	101.130 €	7.870 €	3,0%	3.034 €
Schornsteinanlage	20	48.400 €	2.960 €	3,0%	1.452 €
Sanitärinstallation Kessel (Wasseraufbereitung usw.)	20		0 €	3,0%	0 €
Sanitärinstallation allgemein	20		0 €	3,0%	0 €
Sonstige Wärmeübergabestation	15	53.340 €	4.150 €	3,0%	1.600 €
Sonstige Verkabelung Gebäude	20		0 €	3,0%	0 €
Montage IBN usw.	20	64.910 €	3.970 €	3,0%	1.947 €
Bauleistung (Gebäude) geschätzt	20	326.400 €	19.960 €	3,0%	9.792 €
Anschlüsse an Peripherie	20	50.000 €	3.060 €	3,0%	1.500 €
<i>Anteilige Baunebenkosten (Genehmigung, Fachplanung, Einmessung, SiGeKo)</i>	20	100.000 €	6.120 €	3,0%	3.000 €
Förderung (z. B. KfW Erneuerbare/Förderprogramm BW Holzenergie)	20%	0 €			
Summe Kapitalkosten		1.016.730 €	70.000 €		30.500 €
mit Förderung		1.016.730 €			

Abbildung 53: Investitionskostenberechnung Heizwerk gem. Angebot MAWERA

Die Energieträgerkosten werden im Wesentlichen durch die Hackschnitzelkosten und im geringen Maße durch die benötigte elektrische Leistung (Pumpen, Steuerung etc.) geprägt. Als Kosten für die Hackschnitzel wurden die im Vorfeld ermittelten Herstellungskosten angesetzt (hier 135 €/Mg).

iGLux Witzenhausen GmbH	Energieträger	Energie- bzw. Brennstoffmenge				spez. Kosten **)		Kosten €/Jahr
1	Schwarzhackschnitzel	11.190.000	kWh/a	3.730	Mg/a	135,00 €	Mg	503.550 €
2	Gas		kWh/a			0,06 €	kWh	0 €
3	Elektroenergie allg.	111.900	kWh/a			0,17 €	kWh	19.023 €
Summen		11.301.900	kWh/a					522.573 €

Tabelle 21: Energieträgerkosten, Beispiel

Bei den betriebsgebundenen Kosten wurden die Instandhaltungskosten gemäß Investitionskostenberechnung angesetzt und andere Kostenfaktoren auf Basis anderer Projekte abgeschätzt.

iGLux Witzenhausen GmbH	Betriebsgebundene Kosten		€/a
1	Heiztechnik		20.000 €
2	Schornsteinfeger		3.000 €
3	Versicherung / Verwaltung		12.000 €
4	Telefon und Wasser		2.000 €
5	Bedienpersonal	500 h x 45 €	22.500 €
6	Instandhaltungskosten		30.500 €
7	Ascheentsorgung /Filter		8.000 €
	Summe betriebsgebundene Zahlungen		98.000 €

Tabelle 22: Betriebsgebundene Kosten des Heizwerkes, Beispiel

Mit den vorbeschriebenen Kostenermittlungen decken die errechneten Wärmepreiskosten die gesamten Kosten inkl. Sammlung, Aufbereitung, Trocknung sowie die Investitions- und Betriebskosten der Heizanlage ab.

Ein Wärmepreis von ca. 8,2 Ct/kWh ist ein durchaus wirtschaftlicher Preis für eine Wärmebereitstellung. In der Regel wird zum Beispiel Fernwärme alleine schon mit einem Arbeitspreis von 6-8 Ct/kWh angeboten. Der durchschnittliche Wärmepreis bei einer Ölheizung wird in der Literatur mit ca. 8-9 Ct/kWh gerechnet.

 Basis Kalkulation		
Kostenposition		
Kapitalkosten	70.000	€/a
Energiekosten	522.573	€/a
Betriebskosten	98.000	€/a
Gesamtkosten	690.573	€/a
verwertbare Wärme	8.377	MWh
Wärmepreis (ab Anlage)	8,2	Cent/kWh

Tabelle 23: Gesamtkosten Heizwerk und berechneter Wärmepreis, Beispiel

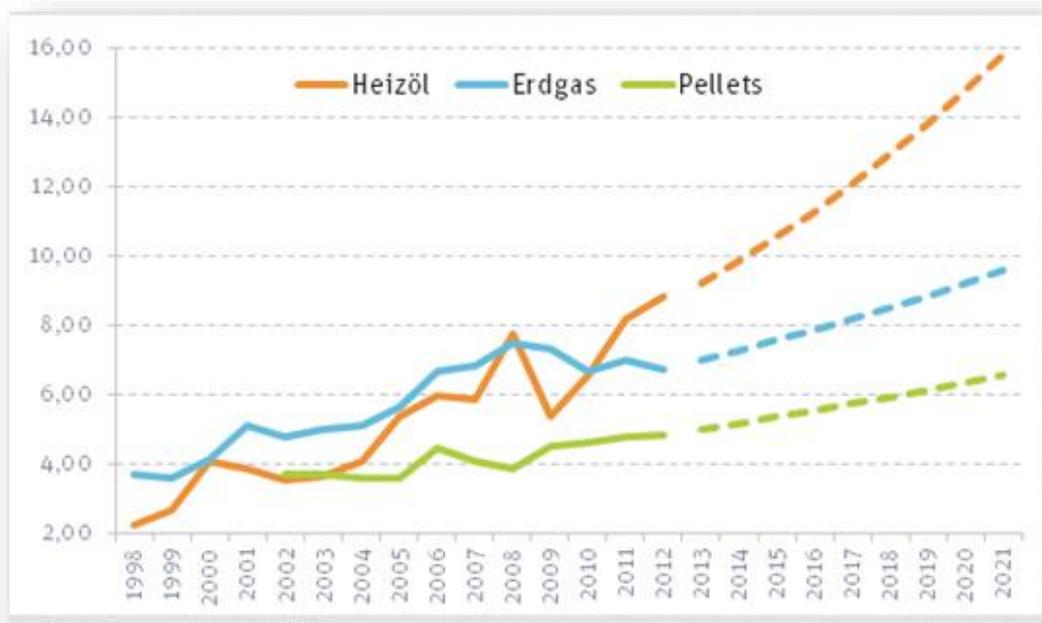


Tabelle 24: Wärmeerstellungskosten bei unterschiedlichen Wärmeträgern

5.5. ENTSORGUNG DER RESTSTOFFE (ASCHEN)

Auf Grund der geringen Anzahl der in Luxemburg bereits in Betrieb befindlichen Anlagen mit einer relevanten Größe und der noch geringeren Anzahl an Anlagen, welche bereits holzige Biomasse einsetzen, liegen derzeit nur wenige „lokale“ Daten zur praktizierten Verwertung bzw. Entsorgung der anfallenden Aschen vor. Im Rahmen der nachfolgenden Erläuterungen wird daher im Wesentlichen auf Erfahrungen ausländischer, bereits im Betrieb befindlicher Anlagen zurückgegriffen.

Die im Rahmen der energetischen Verwertung anfallenden Aschen lassen sich allgemein in zwei Kategorien einteilen. Zum einen ist dies die Rost- und Kesselasche und zum anderen die im Rahmen der Abluftreinigung (Gewebe- oder Elektrofilter) anfallende Filterasche.

Die letztgenannten Filteraschen werden gemeinhin als gefährliche Abfälle (10 01 18 oder 10 01 19) eingestuft und sind dementsprechend zu behandeln bzw. zu entsorgen. In der Regel erfolgt dies in Untertagedeponien. Die wenigen in Luxemburg betriebenen Anlagen zu denen entsprechende Daten vorliegen, entsorgen Ihre Filteraschen über die Luxemburger Abfallsyndikate oder verfügen über entsprechende Entsorgungsverträge mit Luxemburger Entsorgungsdienstleistern. Andere Entsorgungs- oder Verwertungswege für Filteraschen sind derzeit nicht absehbar, so dass davon ausgegangen werden muss, dass dies auch mittelfristig der einzig gangbare Weg ist.

Im Gegensatz hierzu bestehen für die anfallenden Rostaschen (inklusive Kesselasche) verschiedene Möglichkeiten zur Entsorgung bzw. Verwertung der Aschen.

In diesem Zusammenhang besteht zunächst die „klassische“ Form der Entsorgung auf Bauschuttdeponien (Rostasche wird allgemein unter der Nummer 10 01 01 entsorgt).

Neben dieser Entsorgung können die Aschen aber auch verwertet werden. Hier ist vor allem der Einsatz als Düngemittel auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden zu nennen, was schon, wenn auch in geringem Umfang, bereits in Luxemburg praktiziert wird. Aber auch die Zumischung von Aschen zu Komposten sowie die Verwertung der Aschen im Wald sind Möglichkeiten der Verwertung. Mittlerweile besteht über die „Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V.“ auch die Möglichkeit, die anfallende Asche mit dem RAL-Gütezeichen als Düngemittel zu zertifizieren. Dies betrifft auch Asche/Kompostgemische.

Die dabei einzuhaltenden Vorgaben richten sich nach der deutschen Düngemittelverordnung (DüMV) sowie der Bioabfallverordnung (BioAbfV), welche beide den Einsatz von Asche ausdrücklich erlauben. Es besteht also, ähnlich wie es seit Jahren bei den produzierten Komposten geschieht, die Möglichkeit, aus dem Abfallstoff Asche ein zertifiziertes Qualitätsprodukt herzustellen. Diese Form der Verwertung befindet sich derzeit noch am Anfang stellt aber eine für die Zukunft durchaus interessante Option dar.



Naturholzasche:
Düngemittel(komponente) statt Deponie

Abbildung 54: Asche als Düngemittel

Weitergehende Angaben sind zum Beispiel in einem Leitfaden⁵⁰ des Bayerischen Landesamtes zur Verwertung und Beseitigung von Holzaschen und über die Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V.⁵¹ erhältlich.

In Bezug auf die anfallenden Aschemengen zeigen entsprechenden Betriebserfahrungen bei der Verwertung von Holziger Biomasse, dass zwischen 5 und 10 Gew.-% des eingesetzten Brennstoffs als Rostasche anfallen werden. Der Anteil der Filterasche wird bei ca. 5-10 Gew.-% des Rost-/Kesselascheanteils und damit unter einem Gew.-% des eingesetzten Brennstoffes liegen. Zum Vergleich sei angemerkt, dass der Rostascheanteil bei der Verwertung von Wald-Hackschnitzeln bei < 2,5 Gew.-% und der Anteil der Filterasche bei 3 bis 5 Gew.-% der Rostasche liegt.

Die energetische Verwertung von Holziger Biomasse führt also in Bezug auf die Ascheentsorgung und im Vergleich zur Nutzung von Waldhackschnitzeln zu höheren Betriebskosten der Verwertungsanlagen. Dies ist neben der geringeren Energiedichte der wesentliche Grund für die geringeren Verwertungserlöse (siehe hierzu auch Kapitel 7.4).

Ausgehend von einem mittleren Rost- und Kesselascheanfall von 8% des eingesetzten Brennstoffes und einer mittleren Filteraschmenge von 8% (bezogen auf die Rost- und Kesselasche) ergeben sich die bei der Verwertung der ermittelten Gesamtmenge (Mittelwert) von 10.050 Mg/a Holziger Biomasse wie folgt:

Rost- und Kesselasche:	ca. 800 Mg/a
Filterasche:	ca. 65 Mg/a

Rost-/Kessel- und Filterasche [Mg/a]

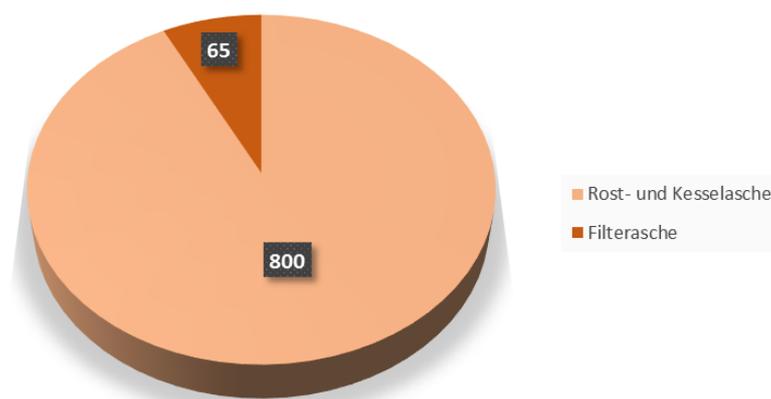


Abbildung 55 Rost-/Kessel- und Filterasche

⁵⁰ (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2009)

⁵¹ (Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V.)

6. KONZEPT ZUR ERFASSUNG, AUFBEREITUNG, BEHANDLUNG UND NUTZUNG

In den folgenden Kapiteln wird ein optimiertes Konzept zur Erfassung, Aufbereitung, Behandlung und Nutzung des anfallenden holzigen Grünschnittes vorgestellt, welches auf den nachstehenden Eckpunkten basiert:

- Erfassung der anfallenden Mengen unter Einbeziehung der Landwirtschaft sowie kombinierter Lade- und Zerkleinerungstechnik unter Berücksichtigung der stoffstromspezifischen Eigenheiten;
- Sammlung und Häckselung auf zentralen Plätzen;
- Nutzung der durch die Erzeugung des Brennstoffes freiwerdenden Kompostierungskapazitäten (vorhandene Kompostanlagen) zur Kompostierung der anfallenden Siebreste;
- Siebung und Konfektionierung des gewonnenen Brennstoffes auf den vorhandenen Kompostanlagen;
- Trocknung und Lagerung des Brennstoffes auf zusammengefassten Trocknungs- und Lagerplätzen;
- Lagerung des Brennstoffes über die warmen Jahreszeiten.

Wie bereits oben erwähnt, handelt es sich um ein optimiertes System. Voraussetzung für dessen mögliche Verwirklichung ist eine enge und teilweise auch syndikats- und kantonsübergreifende Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure.

Für den Fall, dass die vorgeschlagene Nutzung der vorhandenen Kompostanlagen nicht im vorgesehenen Umfang (z.B. aus kommunal- oder syndikatsrechtlichen Gründen) nicht in die Praxis umgesetzt werden kann, werden unter anderem unter Kapitel 6.1.1 mögliche Alternativen bzw. Anpassungen des Konzeptes dargestellt. Die vorgestellten Alternativen und möglichen Anpassungen werden weder die Gesamteffizienz noch die Gesamtwirtschaftlichkeit des Konzeptes in Frage stellen, jedoch erhöhte technische Anforderungen und ggf. auch Investitionskosten nach sich ziehen.

Zusätzlich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass in Luxemburg derzeit Projekte entwickelt werden, welche bereits die Trocknung des geplanten Brennstoffes vorsehen. Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebene Trocknung auf externen Plätzen ist somit ggf. nicht für die gesamte angesetzte Menge erforderlich. Aus Gründen der kalkulatorischen Sicherheit sowie auf Grund des Umstandes, dass die betreffenden Projekte noch nicht umgesetzt sind, wird nachfolgend grundsätzlich davon ausgegangen, dass die gesamten Mengen auf externen Plätzen getrocknet werden.

6.1. GRUNDKONZEPT

Das den nachfolgenden Beschreibungen und Erläuterungen zu Grunde liegende Gesamtkonzept zur Erfassung, Sammlung und Aufbereitung des anfallenden Holzigen Grünschnittes geht von folgenden Annahmen aus:

- a) Die Erfassung der Mengen an den Entstehungsorten erfolgt durch ein gemeindeübergreifendes System.
- b) Transporte von unzerkleinertem Material werden weitgehend minimiert, um die erforderlichen Transportvolumina zu beschränken.
- c) Die Aufbereitung erfolgt je nach Stoffstrom entweder direkt am Entstehungsort oder auf zentralen Sammel- und Häckselplätzen.
- d) Die Aufbereitung des Holzigen Grünschnittes beinhaltet eine Trocknung zur Absenkung des Wassergehaltes auf < 30%.
- e) Die Behandlung der anfallenden Siebreste (Feinkorn/Überkorn) erfolgt soweit wie möglich in den bestehenden Behandlungsanlagen bzw. auf den bereits bestehenden Verwertungswegen. Die bestehenden Einrichtungen werden, mit Ziel der Kostenminimierung, auch zur Siebung und Konfektionierung des gewonnenen Brennstoffes genutzt.

zu a): Der Aufbau eines technisch und wirtschaftlich angemessenen sowie finanziell tragbaren Erfassungs- und Sammelsystems setzt die Zusammenarbeit der betroffenen Kommunen voraus. Nur so kann sowohl die technische als auch die wirtschaftliche Effizienz des Systems dauerhaft sichergestellt werden.

Um diesem Ansatz gerecht zu werden, wird nachfolgend zunächst davon ausgegangen, dass die Erfassung der Mengen auf kantonaler Ebene organisiert wird. Die anfallenden Mengen werden demnach auf einem oder maximal zwei Sammelplätzen je Kanton zusammengefasst und danach der weiteren Aufbereitung zugeführt.

In der Praxis wird diese Grundidee voraussichtlich nicht in allen Bereichen des Landes umsetzbar sein, da die einzelnen Kommunen sich zur Organisation ihrer Abfallbehandlung weitgehend zu Syndikaten zusammengeschlossen haben, deren Grenzen in weiten Teilen nicht mit den Kantonsgrenzen übereinstimmen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass nach erfolgter Abstimmung mit den zuständigen Syndikaten und/oder Gemeinden eine Erfassung in den Kantonen vergleichbaren Flächen realisiert werden kann. Das vorgestellte Gesamtsystem müsste in diesem Fall lediglich in geringem Umfang angepasst werden. Weder das Grundkonzept noch dessen Effizienz wäre davon in technischer oder finanzieller Hinsicht negativ beeinträchtigt.

zu b) und c) Insbesondere im Bereich des Landschaftspflegematerials, der Streuobstwiesen und sicherlich auch teilweise im Bereich der Obstplantagen muss davon ausgegangen werden, dass eine Zerkleinerung der Mengen direkt am Entstehungsort auf Grund der nicht vorhandenen technischen Ausstattung und/oder der damit einhergehenden Lärmemissionen nicht in allen Fällen möglich sein wird. Diese Mengen werden demnach unzerkleinert zu den Sammel- und Häckselplätzen transportiert. Die Zerkleinerung (Häckselung) erfolgt dort. Das gehäckselte Material soll anschließend in Container verladen und mittels LKW-Zügen (2 Container je Zug) zu den vorhandenen Behandlungsanlagen transportiert werden. Die Siebung und Konfektionierung des gewonnenen Brennstoffes erfolgt dann auf den Anlagen.

Teile der vorgenannten Stoffströme können voraussichtlich jedoch auch bereits vor Ort zerkleinert werden. Diese Methode würde den erforderlichen Aufwand zur Zwischenlagerung auf den Sammelplätzen und auch den allgemeinen Transportaufwand deutlich minimieren.

In beiden Fällen, also der unzerkleinerten Erfassung bzw. dem Transport zu den Sammelplätzen sowie der Zerkleinerung vor Ort, wird eine enge Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft angestrebt.

Letzteres bietet sich an, da Landwirte in der Regel sowohl über die geeigneten Transportkapazitäten von unzerkleinertem Material als auch über entsprechend nutzbare Häcksler verfügen. Durch diese Maßnahme kann auch die lokale Landwirtschaft gestärkt werden.

Auch der Betrieb der Sammel- und Häckselplätze kann unter Einbeziehung der örtlichen Landwirte realisiert werden. Auf die in diesem Zusammenhang zu beachtenden technischen Rahmenbedingungen wird unten (siehe Kapitel 6.2) weiter eingegangen.

zu d) Die Trocknung der gewonnenen und zur energetischen Verwertung vorgesehenen holzigen Biomasse ist auf baulich einfachen, ebenfalls zentralen, Trocknungsplätzen vorgesehen. Auf die baulichen und betrieblichen Anforderungen an die Plätze wird unter Kapitel 6.2 ff weiter eingegangen. Der Betrieb dieser Plätze ist durch die bestehenden Syndikate und/oder unter Einbeziehung lokaler Beschäftigungsinitiativen denkbar.

zu e) Durch die Gewinnung energetisch verwertbarer holziger Biomasse aus den kommunalen Mengen entsteht auf den vorhandenen Verwertungskapazitäten eine freie Behandlungskapazität von ca. 7.400 Mg FM/a. Diese freie Kapazität kann zur biologischen Behandlung und Verwertung der anfallenden Siebreste (ca. 6.400 Mg FM/a, ohne kommunale Mengen) genutzt werden.

Darüber hinaus ist die Siebung des angelieferten, gehäckselten holzigen Grünschnittes sowie die Konfektionierung (Container) des gewonnenen Brennstoffes zum Weitertransport zu den Trocknungsplätzen auf den vorhandenen Kompostanlagen vorgesehen.

Auch in diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass hier eine entsprechende Übereinkunft mit den Syndikaten getroffen werden muss, da die Entstehungs- bzw. zentralen Erfassungsorte nicht ohne weiteres einer Verwertungsanlage zugeordnet werden können.

Zusammenfassend stellt sich das vorgeschlagene Gesamtkonzept wie in Abbildung 56 schematisch dargestellt dar.

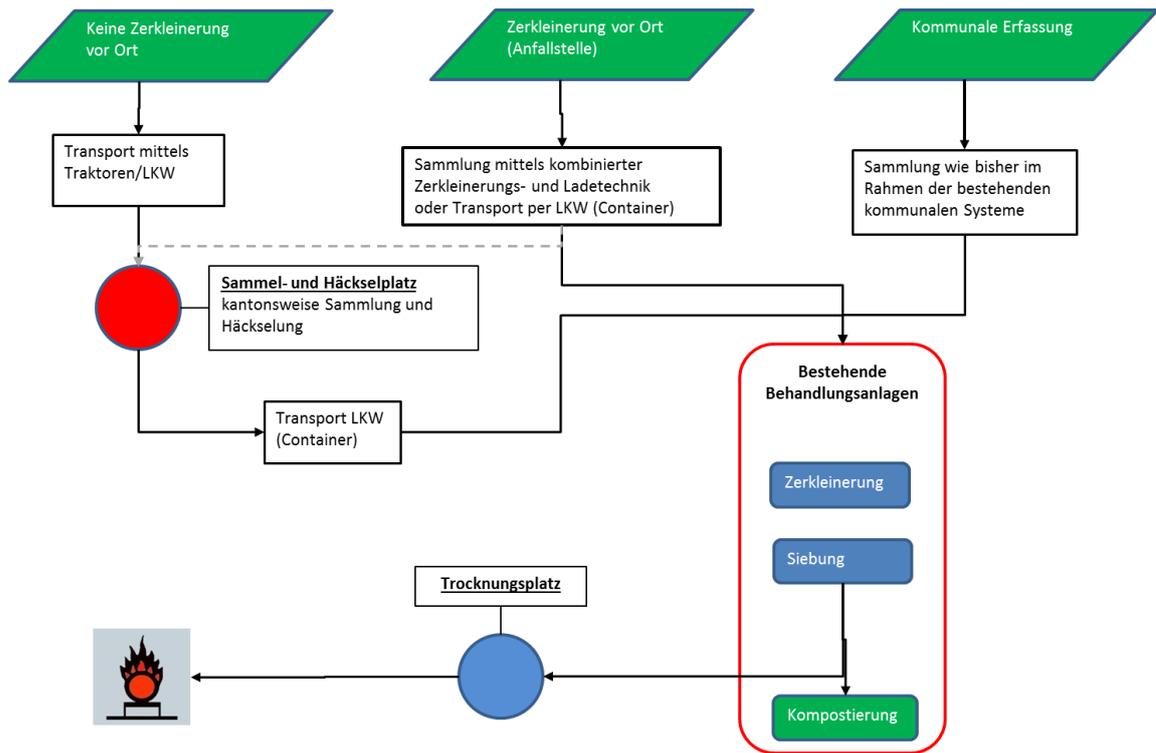


Abbildung 56: Gesamtkonzept, schematische Darstellung

6.1.1. ALTERNATIVEN UND MÖGLICHE ANPASSUNGEN

Wie eingangs dargestellt sieht das Konzept die Anlieferung der gehäckselten Mengen aus der nichtkommunalen Erfassung (Landschaftspflegematerial, Straßenbegleitholz etc.) auf den vorhandenen Verwertungsanlagen (in der Regel Kompostanlagen) vor. Dort soll das Material abgesiebt und zum Weitertransport zu den Trocknungsplätzen in Container verladen werden. Dies setzt jedoch neben der erforderlichen syndikatsübergreifenden Zusammenarbeit und der erforderlichen Logistikplanung auch entsprechenden Platzreserven auf den besagten Anlagen voraus. Darüber hinaus kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Verarbeitung von Mengen aus diesen „Drittanlieferungen“ ggf. im Widerspruch zu den Satzungen der betriebenen Syndikate und/oder Kommunen steht.

Sollten aus einem der genannten Gründe die Aufbereitung und Konfektionierung der Mengen auf einzelnen Anlagen nicht möglich sein, kann die Siebung und Konfektionierung jedoch grundsätzlich auch auf anderen Plätzen erfolgen.

In Bezug auf die auf den Sammel- und Häckselplätzen angelieferten Mengen kann die Siebung und Konfektionierung grundsätzlich auch dort erfolgen. Voraussetzung hierfür ist natürlich das Vorhandensein oder die Schaffung des erforderlichen Platzes. Der in diesem Fall auf den Sammel- und Häckselplätzen gewonnene Brennstoff könnte dann direkt von dort zu Trocknungsplätzen verbracht werden und lediglich die anfallenden und zu kompostierenden Siebreste würden zu den Kompostanlagen transportiert werden.

Die im Grundkonzept zum direkten Transport zu den Kompostanlagen vorgesehenen Mengen, d.h. die direkt am Entstehungsort gehäckselst oder mittels kombinierter Zerkleinerungs- und Ladetechnik erfasst werden, müssten ebenfalls anderenorts gesiebt und ggf. konfektioniert werden.

Die Absiebung dieser Mengen wird auf Grund des in diesem Fall deutlich höheren Materialaufkommens voraussichtlich nicht auf den Lager- und Häckselplätzen möglich sein, könnte aber auf den Trocknungsplätzen erfolgen. In diesem Fall müssten lediglich die anfallenden Siebreste zu den vorhandenen Verwertungsanlagen transportiert werden.

Durch diese Maßnahmen würden die Kompostanlagen und damit auch deren Betreiber, deutlich entlastet werden.

Konsequenz aus der Umsetzung dieser Alternative wäre allerdings die notwendige Schaffung zusätzlichen Platzes auf den Sammel- und Häckselplätzen sowie den betroffenen Trocknungsplätzen. Auch die erforderliche Siebtechnik müsste in Form von mobilen Sieben auf den Plätzen zur Verfügung stehen.

Auf die sich hieraus ergebenden Anforderungen wird im Rahmen der folgenden Kapitel weiter eingegangen.

6.2. SAMMEL- UND HÄCKSELPLÄTZE

Ausgehend von der worst-case-Annahme, dass die derzeit zur Sammlung der Grünschnittmengen aus der Landschaftspflege genutzten Plätze nicht in vollem Umfang weiterhin genutzt werden können, werden die technischen bzw. baulichen Anforderungen an die ggf. neu zu errichtenden Plätze nachfolgend beschrieben. Darüber hinaus werden die erforderlichen Plätze dimensioniert.

Unabhängig davon wäre jedoch im nächsten Schritt zu prüfen, ob ggf. auch im landwirtschaftlichen Raum Einrichtungen vorhanden sind, welche die Neueinrichtung der Plätze ggf. zumindest zum Teil überflüssig macht.

Für die Dimensionierung der erforderlichen Sammel- und Häckselplätze wird von den folgenden allgemeinen Dimensionierungsgrundsätzen ausgegangen:

- Anlieferungsichte des unzerkleinerten Materials: 0,1 Mg FM/m³
- Schüttdichte nach dem Häckseln: 0,25 Mg FM/srm
- Anlieferungszeitraum: 23 Wochen)
(Oktober bis März abzgl. 3 Wochen am Jahresende)
- Spitzenzuschlag (Menge) 25%
- Mittlere Schütthöhe (unzerkleinertes Material): 2,20m
- Rangierzuschlag (Verkehrsfläche): 50%
- Containerabmessungen (Grundfläche): 2,30m x 6,50m

Da eine just-in-time Anlieferung bzw. Abholung der zum Abtransport der Container (gehäckseltes Material) voraussichtlich nicht jederzeit gewährleistet werden kann, werden je Sammel- und Häckselplatz 5 Containerstellplätze vorgesehen.

Darüber hinaus wird aus Gründen der Dimensionierungssicherheit davon ausgegangen, dass zusätzlich zu den angelieferten/gesammelten Mengen an unzerkleinertem Baum- und Strauchschnitt je Platz 3-5 Container zur Unterstützung der Logistik der Sammlungen von zerkleinertem Material abgestellt/zwischengepuffert werden.

Die anzusetzenden Mengen je Kanton ergeben sich unter Beachtung der oben genannten Dimensionierungsgrundsätze aus den angestellten Potentialermittlungen und beziehen sich auf die angelieferten Frischmassen (FM).

Kantone	Anlieferungsmengen	
	[Mg]	[m ³]
Wiltz	22	225
Vianden	8	83
Remich	46	458
Redange	22	217
Mersch	25	253
Luxembourg	32	315
Grevenmacher	47	466
Esch-sur-Alzette	36	360
Echternach	18	184
Diekirch	21	209
Clervaux	31	311
Capellen	26	260
Total	334	3'342

Tabelle 25: Anlieferungsmengen je Sammel- und Häckselplatz

Demzufolge beträgt die maximale zu lagernde Menge ca. 450 m³ (Mittelwert) unzerkleinert angeliefertes Material. Unter Beachtung der genannten mittleren Schütthöhe folgt hieraus ein netto Platzbedarf von ca. 210m² (Mittelwert).

Die Gesamtflächenermittlung ist nachfolgend tabellarisch dargestellt.

	Wert
Bezeichnung	[-]
Lagerungsmenge (unzerkleinertes Material)	450 m ³
Anzahl Containerstellplätze	5 St.
Verkehrs- und Rangierflächen	ca. 50%
Häckselplatz	(15m x 15m) 225 m ²
Gesamtfläche	770m ²

Tabelle 26: Dimensionierung Sammel- und Häckselplatz

Die Sammelplätze sollen mit Zaunanlage und abschließbaren Toren eingefriedet werden. Zu den Öffnungszeiten sollte eine Aufsicht auf dem Platz zur Verfügung stehen. Der Betreiber sollte u. a. darauf achten, dass die Grünabfälle sauber und ohne Fremdstoffe in die für die Sammlung bereitgestellten Container abgeladen werden und melden, wenn die Abholung der Container erforderlich ist.

Besondere Anforderungen an die Flächenbefestigung bestehen aus technischer Sicht nicht. Ausgenommen hiervon ist lediglich eine befestigte, d.h. eine möglichst asphaltierte oder betonierte und auch bei Niederschlag mit Maschinen befahrbare Lagerungsfläche (Kies, Steine etc. / Gefahr der „Radladeraufnahme“).

In Bezug auf die Sicherheit ist neben den allgemein üblichen Sicherheitsanforderungen an Lagerflächen und mit mobilen Maschinen befahrenen Flächen lediglich die Frage der Zugangsbeschränkung relevant.

Die Plätze sollten unter anderem mit einem Sicherungszaun umgeben werden, um unbefugtes Betreten zu vermeiden und um Personen vor Kollision mit den die Lager bewirtschaftenden Fahrzeugen zu verhindern. Ein zusätzliches Argument ist der Brandschutz, da sowohl eine Entzündung durch weggeworfenen Zigaretten als auch eine Selbstentzündung nie völlig ausgeschlossen werden kann.

Die Containeraufstellung und die Anordnung der Zufahrt für Abholer muss aufeinander abgestimmt werden. Diese ist auf den Grundstückszuschnitt und die Verkehrsführung der jeweiligen Standorte auszulegen. Der Wechsel der Container auf dem Anhänger kann grundsätzlich auch außerhalb des Sammelplatzes erfolgen, wurde jedoch bei der Dimensionierung berücksichtigt.

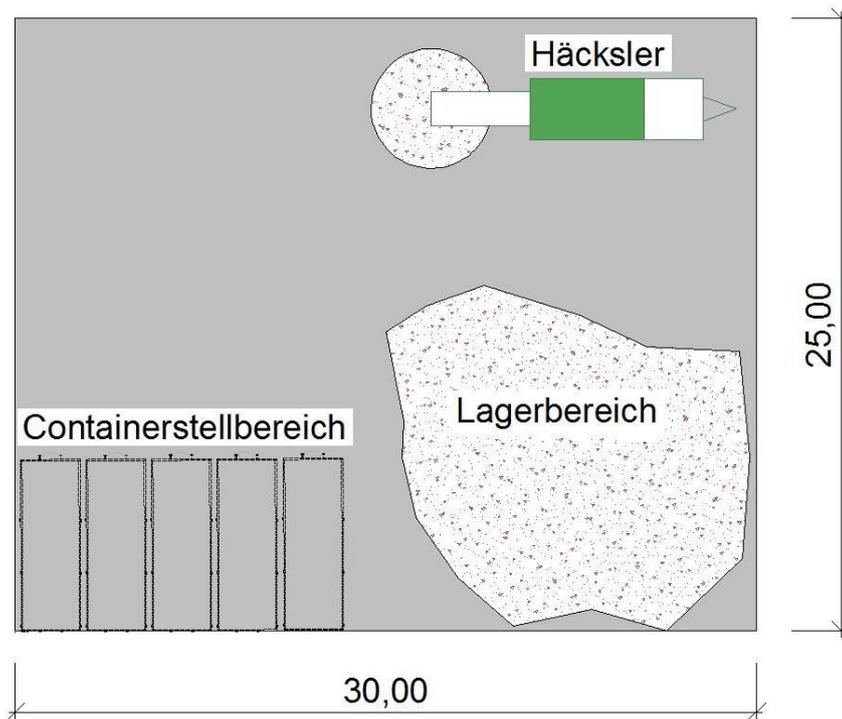


Abbildung 57: schematischer Aufbau eines Sammel- und Häckselplatzes

6.2.1. ALTERNATIVE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG AUF DEN SAMMEL- UND HÄCKSELPLÄTZEN

Sollte auch die unter Kapitel 6.1.1 beschriebene Siebung und Konfektionierung auf den Sammel- und Häckselplätzen erfolgen, müssten zusätzlich ca. 300m² (15 x 20 m) Platz zur Durchführung dieser Arbeiten geschaffen werden. Die ggf. darüber hinaus erforderliche Rangierfläche ist von den letztendlichen örtlichen Gegebenheiten abhängig.

Die sonstigen beschriebenen Anforderungen an die Plätze blieben jedoch unberührt.

6.3. TROCKNUNG UND LAGERUNG

Grundlage für die Ermittlung der erforderlichen Größe bzw. Behandlungsfläche der Trocknungsplätze ergibt sich aus der zu behandelnden bzw. zu trocknenden Gesamtmasse. Die Spitzenbelastung (Anlieferungsmenge) ist zwischen Oktober und März zu erwarten, wenn neben den Mengen aus der kommunalen Erfassung auch die Mengen aus den sonstigen betrachteten Stoffströmen angeliefert werden.

Die wesentlichen Mengen aus der kommunalen Erfassung werden dabei erfahrungsgemäß über einen Zeitraum von ca. 43 Wochen anfallen. Aufgrund der bei diesem Stoffstrom normalerweise zu verzeichnenden saisonalen und witterungsabhängigen Schwankungen ist darüber hinaus ein Spitzenzuschlag von ca. 40% berücksichtigt worden.

Des Weiteren wird in einem ersten Ansatz von landesweit 4 anzulegenden Trocknungsplätzen ausgegangen, wobei auch dieser im Zuge der praktischen Umsetzung des Konzeptes noch zu verifizieren bleibt.

Ausgehend von diesen Annahmen und den unter Kapitel 4.10.3 ermittelten Mengen sowie dem Ansatz einer gleichmäßigen Mengenverteilung ergibt sich ein wöchentlicher

Gesamtinput von ca. 2.260 Mg/a aus der kommunalen Erfassung und ca. 1.250 Mg/a aus den sonstigen Stoffströmen je Trocknungsplatz.

Der wesentliche Anlieferungs- und damit auch der Verarbeitungszeitraum für holzigen Grünschnitt aus der kommunalen Erfassung erstreckt sich vorwiegend auf 43 Wochen im Jahr, wohingegen die Mengen aus den sonstigen Stoffströmen über einen Zeitraum von ca. 23 Wochen⁵² anfallen. Der maximale Flächenbedarf ergibt aus der Überlagerung der beiden Stoffströme.

	Ansätze/Flächenbedarf Trocknung	
	Kommunale Erfassung	Sonstige Stoffströme
Verarbeitungszeit pro a	43 Wochen	23 Wochen
Anlieferungsmenge, jährlich	2'260 Mg/a	1'258 Mg/a
Spitzenzuschlag	40%	40%
Anlieferung je Woche (inkl. Spitzenzuschlag)	74 Mg/Wo.	77 Mg/Wo.
Dichte	0.20 Mg/m ³	0.20 Mg/m ³
Volumen pro Woche (inkl. Spitzenzuschlag)	368 m ³ /Wo.	383 m ³ /Wo.
Flächenbelegung	3.00 m ³ /m ²	3.00 m ³ /m ²
Anlieferfläche, 1 Woche	123 m ²	128 m ²
Rangierfläche 50 %	61 m ²	64 m ²
Flächenbedarf Anlieferung	184 m²	191 m²
Input Trocknung, jährlich	2'260 Mg/a	1'258 Mg/a
Anlieferung je Woche (inkl. Spitzenzuschlag)	74 Mg/a	77 Mg/a
Dichte nach Zerkleinerung	0.25 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³
Volumen pro Woche (inkl. Spitzenzuschlag)	294 m ³ /a	306 m ³ /a
Trocknungsdauer	10 Wochen	10 Wochen
Volumen Trocknung	2'943 m ³	3'062 m ³
Flächenbelegung	2.20 m ³ /m ²	2.20 m ³ /m ²
Fläche netto	1'338 m ²	1'392 m ²
gewählte Mietenbreite	20 m	20 m
Mietenlänge	67 m	70 m
Umfahrungen je Seite	5 m	5 m
Gesamtlänge	77 m	80 m
Gesamtbreite	30 m	30 m
Flächenbedarf Trocknung	2'307 m²	2'388 m²
Trocknungsverluste	29%	29%
Output Trocknung	1'605 Mg/a	893 Mg/a
Gesamtflächenbedarf je Trocknungsplatz	5'070 m²	

Tabelle 27: Dimensionierung, Trocknungsflächen

⁵² 3 Wochen über Weihnachten und Sylvester abgezogen.

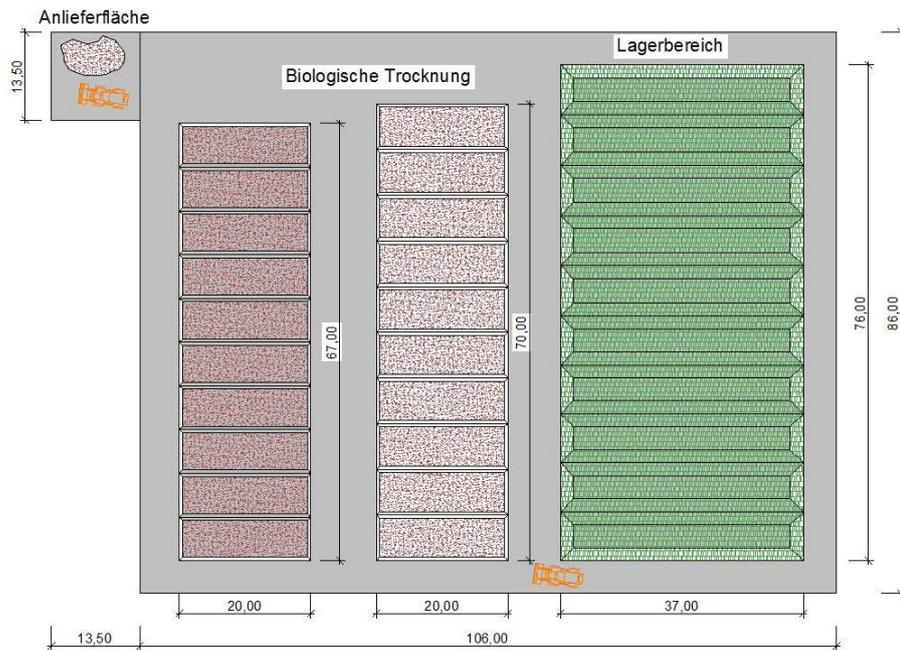


Abbildung 58: schematischer Aufbau eines Trocknungs- und Lagerplatzes

Wie bereits im Rahmen der Betrachtungen zu den möglichen Absatzzeiträumen erläutert, ist damit zu rechnen, dass die produzierten Brennstoffe nicht „just-in-time“ verwertet werden können und somit eine Lagerung voraussichtlich erforderlich werden wird.

Aus diesem Grund wird nachfolgend davon ausgegangen, dass die produzierten Brennstoffe über einen Zeitraum von ca. 25 Wochen (wärmere Jahreszeit) zwischengelagert werden müssen und zu diesem Zweck an jeden Trocknungsplatz ein entsprechend dimensioniertes Lager angeschlossen werden muss.

Es sei jedoch auch hier darauf hingewiesen, dass es sich dabei um eine worst-case Betrachtung handelt. Bei einer entsprechenden Steuerung des Mengenabsatzes (siehe hierzu auch Kapitel 7.5 und Kapitel 9) kann die Lagerungsdauer voraussichtlich erheblich verkürzt werden.

Die Lagerung ist im baulichen Anschluss an die Trocknungsplätze vorgesehen. Demzufolge sind 4 Lager erforderlich.

	Kommunale Erfassung	Sonstige Stoffströme
Holzhäcksel Input Lager	1'605 Mg/a	893 Mg/a
Lagerungsdauer	25 Wochen	25 Wochen
Lagerungsdichte (i.M.)	0.17 Mg/m ³	0.17 Mg/m ³
erforderliches Lagervolumen (inkl. Spitzenzuschlag)	5'488 m³	5'709 m³
Flächenbelegung	4.00 m ³ /m ²	4.00 m ³ /m ²
Flächenbedarf Lagerung	1'372 m ²	1'427 m ²
Rangierfläche 50%	686 m ²	714 m ²
Gesamtflächenbedarf je Lager	4'199 m²	

Tabelle 28: Dimensionierung Lager

Der Gesamtflächenbedarf je Trocknungs- und Lagerplatz beläuft sich damit auf ca. 9.300m² oder knapp einen ha.

Der Betrieb der Trocknungs- und Lagerplätze verläuft nach einem vergleichsweise einfachen Verfahren.

Das angelieferte Material wird dann ohne weitere Aufbereitung für die biologische Trocknung zu Mieten aufgesetzt. Nach einer Trocknungszeit von ca. 10 Wochen inkl. einer oder maximal zwei Umsetzungen mittels Radlader wird das Material, ebenfalls mittels Radlader als Brennstoff ins Lager verbracht. Dort erfolgt die Lagerung ebenfalls in Mietenform.

Um eine Vernässung zu vermeiden, sollte das Material mittels Membranabdeckung vor Niederschlag geschützt gelagert werden. Hierdurch steigt der Trockenmasseanteil und damit der Heizwert weiter an (siehe hierzu auch Kapitel 2.3).



Abbildung 59: mittels Membranfolie abgedecktes Brennstofflager

6.3.1. ALTERNATIVE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG AUF DEN TROCKNUNGSPLÄTZEN

Sollte auch die unter Kapitel 6.1.1 beschriebene Siebung und Konfektionierung auf den Trocknungsplätzen erfolgen, müssten zusätzlich ca. 300m² (15 x 20 m) Platz zur Durchführung dieser Arbeiten geschaffen werden. Zusätzlich wären die bereits im Rahmen der Erläuterungen zu den Sammel- und Häckselplätzen beschriebenen Containerstellplätze mit einem Gesamtbedarf von ca. 100 bis 120m² erforderlich. Die ggf. darüber hinaus erforderliche Rangierfläche ist von den letztendlichen örtlichen Gegebenheiten abhängig.

Die sonstigen beschriebenen Anforderungen an die Plätze blieben jedoch unberührt.

6.4. KOMPOSTIERUNG

Es wurde bereits an verschiedenen Stellen auf die durch die Brennstoffherzeugung aus den kommunal erfassten Mengen entstehenden freien Kapazitäten in den bestehenden Verwertungsanlagen (Kompostierung) in Luxemburg in Höhe von ca. 7.400 Mg/a eingegangen.

Diese Kapazitäten können nach der Umsetzung des vorgestellten Konzeptes zur biologischen Behandlung der anfallen Siebreste (Über- und Unterkorn) verwendet werden. Zusätzliche bauliche Einrichtungen oder Betriebsmittel werden hierdurch nicht erforderlich.

Es muss jedoch nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Zuweisung bzw. Zuordnung der Mengen zu den jeweiligen Anlagen nur in enger Abstimmung mit den Syndikaten sowie den betroffenen Gemeinden erfolgen kann. Die in der vorliegenden Studie vorgeschlagene kantonsweise Erfassung kann und wird voraussichtlich, allein schon aufgrund der nicht übereinstimmenden Syndikats- und Kantonsgrenzen, von der letztendlich realisierten Zuordnung abweichen.

Diese Zuordnung wäre eine der Aufgaben des angedachten und unter Kapitel 9 vorgestellten Biomasse-Management-Systems.

6.5. ERFORDERLICHE TRANSPORTE

Neben den offenkundig durch die Sammlung der nicht kommunal erfassten Mengen – diese werden in jedem Fall gesammelt und transportiert – entstehenden Transportaufwendungen, wird die Umsetzung des vorgestellten Konzeptes weitere erforderliche Transporte nach sich ziehen. Diese sind:

- die Transporte von den zentralen Sammel- und Häckselplätzen zu den vorhandenen Kompostanlagen;
- die Transporte des Brennstoffes zu den Trocknungs- und Lagerplätzen und
- die Transporte des getrockneten Brennstoffes zu den letztendlichen Verwertungsanlagen.

Auf die hierfür vorgesehenen Sammel- und Transportfahrzeuge wurde ebenfalls bereits in den vorangegangenen Kapiteln umfassend eingegangen. Aus diesem Grund erfolgt an dieser Stelle lediglich eine kurze, zusammenfassende Auflistung.

- Die Durchführung der Sammlung der unzerkleinerten Mengen ist im Wesentlichen mit Hilfe landwirtschaftlicher Fahrzeuge vorgesehen. Zur Umsetzung wird eine enge Kooperation mit den örtlichen Landwirten empfohlen.
- Die Sammlung der vor Ort zerkleinerten Mengen ist im Regelfall mittels Containerzügen (LKW) und in Einzelfällen ebenfalls mit Hilfe landwirtschaftlicher Fahrzeuge vorgesehen.

- Sämtliche Transportbewegungen von zerkleinertem Material zwischen den unterschiedlichen Behandlungspunkten ist gleichfalls mit Hilfe von Containerzügen (LKW) vorgesehen.

Sollte die alternativ mögliche Siebung und Konfektionierung ganz oder teilweise realisiert werden, müsste die beschriebene Transportlogistik natürlich entsprechend angepasst werden. Der Umfang der in diesem Fall erforderlichen Anpassungen kann zu gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht belastbar abgeschätzt werden. Eine grundsätzliche Infragestellung des Gesamtsystems ist hierdurch jedoch nicht zu erwarten.

6.6. ERFORDERLICHE PERSONALQUALIFIKATION

Für den Betrieb der Sammel- und Häckselplätze sowie Teile der erforderlichen Sammlungen an den Anfallorten ist die Einbindung der Landwirtschaft vorgesehen. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die erforderlichen Erfahrungen und Qualifikationen bei der Handhabung der genutzten Fahrzeuge und Maschinen in ausreichendem Maße vorhanden sind.

Auch wenn die Einbindung der Landwirtschaft auch für den Betrieb der Trocknungsplätze sowie der Lager denkbar ist, wird hier zunächst von einem Betrieb durch oder zumindest unter Anleitung der Abfallsyndikate ausgegangen. Hintergrund dieser Annahme ist die vorhandene Erfahrung bei der Handhabung größerer Materialmengen im Allgemeinen und dem Aufsetzen der Mieten im Besonderen. Diese Tätigkeiten können jedoch nach entsprechender Ausbildung auch durch Dritte ausgeführt werden.

An dieser Stelle wird die Einbindung von Beschäftigungsinitiativen empfohlen. Dies würde neben einer Kostensenkung auch die Möglichkeit für die Beschäftigten bieten, sich im Bereich der Handhabung von Erdbaumaschinen (als solche gilt der Radlader) sowie der Lagerlogistik fortzubilden. Auf diese Weise können zusätzliche Qualifikationen für den Wiedereintritt in den ersten Arbeitsmarkt geschaffen werden. Die betreffenden Personen müssten lediglich temporär durch erfahrene Mitarbeiter der Syndikate eingearbeitet und angeleitet werden.

Besondere Qualifikationen sind, abgesehen von der nötigen Gesundheit sowie dem Vorhandensein der erforderlichen Führerscheine, für die auszuführenden Arbeiten nicht notwendig.

6.7. ERFORDERLICHES MOBILES GERÄT/AUFBEREITUNGSTECHNIK

In Bezug auf das erforderliche mobile Gerät wird davon ausgegangen, dass die im Zuge der vorgesehenen Sammlung erforderlichen Häcksler auf Grund der vorgesehenen Einbindung der Landwirtschaft vorhanden sind. Für die erforderlichen kombinierte Lade- und Zerkleinerungstechnik wird wie bereits oben ausgeführt, die Zusammenarbeit mit Lohnunternehmen empfohlen.

Die nachstehenden Erläuterungen zu den technischen Anforderungen an die Häcksler sowie die kombinierte Lade- und Zerkleinerungstechnik sind daher lediglich informativ zu verstehen.

Auch die Anschaffung zusätzlicher LKW und Container ist nicht Bestandteil des vorliegenden Konzeptes, da es sich hierbei um handelsübliche Fahrzeuge und 40-m³ Container handelt, die als vorhanden oder als von Lohnunternehmen beschaffbar eingestuft wurden. Auf eine tiefergehende Beschreibung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Die durch die Einbindung der Landwirtschaft bzw. deren Häcksler sowie sämtlicher Lohnunternehmer entstehenden Kosten sind inkl. Abschreibungskosten, RWU-Kosten etc. im Rahmen der Betriebskostenermittlungen berücksichtigt worden. Entsprechende Investitionskosten werden daher nicht benannt.

6.7.1. HÄCKSLER

Wie bereits oben erwähnt ist die Anschaffung zusätzlicher Häcksler für den Betrieb der Sammel- und Häckselplätze nicht vorgesehen. Sollte dies dennoch erforderlich sein, wird die Beachtung der folgenden Anforderungen empfohlen.

Bezeichnung	Wert
Durchsatz bis ca. (in srm) -	
Grünabfall	≥ 150 srm
Bauart	
Bauart	mobil mit Straßenzulassung
Einzug / Bunker	
Einzugswalze	obenliegend
Einlassbreite	≥ 1.500 mm
Einlasshöhe	≥ 800 mm
Einwurfänge	≥ 3.500 mm
Bunkervolumen	≥ 4m ³
Zerkleinerungseinheit / Materialaustrag	
Anzahl Rotoren	≥ 1
Werkzeugart und Anzahl	≥ 30 wahlweise Hammer und/oder Messer
Materialaustragung	durch Förderband
Abwurfhöhe ab	≥ 3.000 mm
Antrieb	
Hauptantrieb	Diesel
Leistung	≥ 350 PS
Steuerung	
Steuerung	vor Ort und Fernbedienung
Überlastautomatik	Ja

Tabelle 29: mobiler Häcksler, empfohlene Leistungsdaten

6.7.2. RADLADER

Für die zum Betrieb der Trocknungsplätze erforderlichen Lager wird die Beachtung der nachfolgenden Anforderungen empfohlen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass je Trocknungsplatz ein Radlader und ein weiterer als Reserve erforderlich sein wird. Auf letzteren kann ggf. auch verzichtet werden, da vergleichbare Geräte im Havariefall auch sehr kurzfristig als Leihmaschinen auf dem Markt verfügbar sind.

Beschreibung	Wert
Allgemeines	
Gesamtgewicht I	≤ 13t
Schmierung	automatische Zentralschmierung
Lenksystem	hydraulisch
Kipphöhe bei 45°	≥ 4,25m mit Hochkippschaufel
Kipphöhe bei 45°	≥ 2,90m mit Standradschaufel
Werkzeugaufnahme	Schnellkupplung
Antrieb	
Typ	Diesel
Leistung	≥ 100 kW (max. 130 kW)
Kühlung	wassergekühlt mit automatisch invertierendem Lüfter
Schaufeln	
Hochkippschaufel	Hochkippschaufel ≥ 3,0 m ³ , bombiert mit Unterschraubmesser
Standardschaufel	Schaufel ≥ 4,0m ³ , bombiert mit Unterschraubmesser

Tabelle 30: Radlader, empfohlene Leistungsdaten

6.7.3. KOMBINIERTER ZERKLEINERUNGS- UND LADETECHNIK

Wie bereits oben erwähnt ist die Anschaffung eigener, auf LKW montierter Häcksler für die Sammlung nicht vorgesehen.

Sollte dies dennoch erforderlich sein, wird die Beachtung der bereits unter Kapitel 6.7.1 beschriebenen Anforderungen für die mobilen Häcksler empfohlen.

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass:

1. die auf LKW montierten Geräte in der Regel als Hacker ausgeführt sind (um ein den restlichen Materialien vergleichbares Hackgut zu produzieren, muss daher die Siebkorbweite und auch die Rotordrehzahl entsprechend angepasst werden, was bei dem Großteil der Markt verfügbaren Geräte kein Problem darstellt);
2. die Beschickung mittels Greiferkran erforderlich und anzuraten ist (eine entsprechende Ausstattung des LKW ist daher erforderlich);
3. die für die mobilen Häcksler empfohlenen Anforderungen in Bezug auf den Vorlagebunker auf Grund der bereits genannten Beschickung mittels Greiferkran nicht anwendbar ist.

6.7.4. SIEBE

Die Beschaffung zusätzlicher mobiler Siebe ist lediglich erforderlich, falls die Siebung und Konfektionierung ganz oder teilweise auf den Sammel- und Häckselplätzen erfolgen soll. Im Falle der Umsetzung des vorgeschlagenen Konzeptes kann auf die vorhandene Siebtechnik zurückgegriffen werden.

Sollte die Anschaffung jedoch erforderlich sein, wird die Beachtung der folgenden Anforderungen empfohlen.

Beschreibung	Wert
Allgemeines	
Einfülltrichter, Volumen	≥ 3 m ³
Schmierung	automatische Zentralschmierung
Bandbreiten Austragsbänder	≥ 800 mm
Bandlängen	≥ 5.000 mm
Abwurfhöhen Austragsbänder	≥ 3.000 mm
Antrieb	
Typ	Diesel
Leistung	≥ 50 kW
Kühlung	wassergekühlt mit automatisch invertierendem Lüfter
Siebtrommel	
Materialstärke	≥ 5mm
Bauart	Schnellwechsler
Lochdurchmesser	15mm, ggf. 60 mm wechselbar
Lochform	Rund, Quadrat oder Polygon

Tabelle 31: Mobile Siebe, empfohlene Leistungsdaten

In Bezug auf die Größe des Einfülltrichters ist bei einer ggf. erfolgreichen Befüllung mittels Radlader darauf zu achten, dass das Trichtervolumen ca. das 1,5-fache des Schaufelvolumens betragen sollte.

Die letztendlich erforderliche Anzahl der Siebe kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht belastbar abgeschätzt werden. Grundsätzlich ist jedoch die gemeinsame Nutzung auf mehreren Plätzen anzustreben, auch wenn dies eine genaue Planung der Arbeitsabläufe voraussetzt. Eine entsprechende räumliche Nähe der Nutzer ist natürlich ebenfalls anzustreben, um die erforderlichen Transportbewegungen soweit wie möglich einzuschränken.

Unabhängig davon ist eine gemeinsame Nutzung auf mehr als drei Plätzen zwar theoretisch möglich, voraussichtlich jedoch nicht praktisch umsetzbar.

7. KOSTEN UND MÖGLICHE ERLÖSE

Die Erläuterungen zu den Investitions- und Betriebskosten beziehen sich auf die mit dem vorgestellten Grundkonzept einhergehenden Kosten. Auf die im Falle der Realisierung der ebenfalls erläuterten möglichen Alternativen und Anpassungen wird auf Grund des derzeit nicht absehbaren, letztendlichen Umfangs der ggf. vorgenommenen Anpassungen bzw. tatsächlich umgesetzten Alternativen, hingegen lediglich nachrangig Bezug genommen.

7.1. INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN

7.2. INVESTITIONSKOSTEN

7.2.1. SAMMEL- UND TROCKNUNGSPLÄTZE

Die Kosten für die Errichtung eines Sammel- und Häckselplatzes werden nachfolgend unter der Annahme einer vollständigen Neuerrichtung abgeschätzt. Wie bereits angesprochen sollte eine Kooperation mit der Landwirtschaft angestrebt werden. Dort sind oftmals bereits nutzbare Flächen in den erforderlichen Größenordnungen vorhanden. In diesem Fall würden lediglich die Kosten für die Einfriedung anfallen.

	Preis je Einheit	Summe
Bezeichnung	[€, HTVA-]	[€, HTVA-]
Fläche Beton/Betonstein/Asphalt...	100 €/m ²	69.300 €
Einfriedung (h>2,0m)	100 €/m	11.000 €
Toranlage(n)	5.000 €/St.	15.000 €
Sonstiges (pauschal)		4.700 €
Summe	550m ²	100.000 €

Tabelle 32: Investitionskosten Sammel- und Häckselplätze

Insgesamt sind bei vollständiger Umsetzung des vorgeschlagenen Konzeptes 12 Sammel- und Häckselplätze erforderlich. Die Gesamtinvestitionskosten würden sich demzufolge auf 1.200.000 €, HTVA belaufen.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass insbesondere an die Sammel- und Häckselplätze, aber auch an die unten genannten Trocknungsplätze aus technischer Sicht nur geringe technische bzw. bauliche Anforderungen bestehen. Auch die Anzahl der Plätze kann grundsätzlich erhöht und damit auch ihre erforderliche Fläche merklich verkleinert werden, ohne dass die nachgelagerten Kosten davon negativ beeinflusst werden. Es ist daher gut vorstellbar, dass bereits bestehende und ursprünglich für die landwirtschaftliche Nutzung vorgesehene Plätze zukünftig als Sammel- und Häckselplätze genutzt werden können. Dies würde die Investitionskosten unter Umständen erheblich senken.

Das Gesamtkonzept geht wie bereits oben ausgeführt derzeit von der Neuerrichtung von landesweit insgesamt 4 Trocknungs- und Lagerplätzen aus. Die Kosten eines solchen Platzes sind nachfolgend tabellarisch dargestellt.

	Preis je Einheit	Summe
Bezeichnung	[€, HTVA]	[€, HTVA]
Trocknungsfläche	90 €/m ²	456'300 €
Lagerfläche	80 €/m ²	335'900 €
Einfriedung (h>2,0m)	100 €/m	40'000 €
Toranlagen	5'000 h/St.	15'000 €
Sonstiges (Membranen, etc.) pauschal		25'000 €
Summe		872'200 €

Tabelle 33: Investitionskosten Trocknungsplätze und Lager

Für alle 4 geplanten Plätze würden die Gesamtinvestitionskosten – unter der Voraussetzung einer vollständigen Neuerrichtung - demnach ca. 3.500.000 Millionen €, HTVA betragen.

Sollte die Siebung und Konfektionierung in einzelnen Fällen auf den Sammel- und Häckselplätzen bzw. den Trocknungsplätzen erfolgen, würden die damit einhergehenden zusätzlichen Flächen (ca. 300m² bzw. ca. 400m²) zusätzliche Investitionskosten nach sich ziehen. Im Falle eines Lager- und Häckselplatzes wären dies ca. 55.000 € (HTVA) und im Falle eines Trocknungsplatzes ca. 75.000 € (HTVA).

Die sonstigen dargestellten Kosten blieben hiervon jedoch unberührt.

7.2.2. MOBILES GERÄT

In Bezug auf das erforderliche mobile Gerät wird davon ausgegangen, dass die im Zuge der vorgesehenen Sammlung erforderlichen Häcksler, vorhanden sind. Entsprechende Investitionskosten werden daher an dieser Stelle nicht benannt.

Für den Betrieb der Trocknungsplätze sind lediglich 5 (4 Trocknungsplätze+1xReserve) Radlader erforderlich. Die Investitionskosten werden sich auf ca. 180.000 € pro Stück und damit insgesamt auf ca. 900.000€ belaufen.

Das für die Durchführung der Siebung erforderliche Gerät wird als vorhanden vorausgesetzt. Zusätzliche Investitionskosten fallen hier also nicht an.

Für die erforderlichen kombinierte Lade- und Zerkleinerungstechnik wird wie bereits oben ausgeführt, die Zusammenarbeit mit Lohnunternehmen empfohlen. Gesonderte Investitionskosten fallen hier also nicht an.

Die anfallenden Kosten für Abschreibung, RWU etc. sowie im Falle der Nutzung von Lohnunternehmen sind im Rahmen der nachfolgenden Betriebskostenermittlungen eingeflossen.

Sollte die Siebung und Konfektionierung in einzelnen Fällen auf den Sammel- und Häckselplätzen bzw. den Trocknungsplätzen erfolgen, wäre voraussichtlich die Anschaffung zusätzliche mobiler Sieb erforderlich. Pro Sieb wäre voraussichtlich mit zusätzlichen Investitionskosten von ca. 200.00 bis 250.000 € (HTVA) zu rechnen.

Die sonstigen dargestellten Kosten blieben hiervon jedoch unberührt.

7.2.3. ZUSAMMENFASSUNG DER INVESTITIONSKOSTEN

Die sich aus den vorangegangenen Kostenerhebungen ergebenden Investitionskosten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

	Preis je Einheit [€, HTVA]	Anzahl [St.]	Summe [€, HTVA]
Sammel- und Häckselplätze	100'000 €	12 St.	1'200'000 €
Trocknungsplätze inkl. Lager	872'200 €	4 St.	3'488'800 €
Radlader	180'000 €	5 St.	900'000 €
Summe			5'588'800 €

Tabelle 34: Investitionskosten, Zusammenfassung

7.3. BETRIEBSKOSTEN

Die im Gegensatz zu den einmaligen bzw. lediglich im Turnus der Erneuerungszeiträume anfallenden Investitionskosten jährlich anfallenden Betriebskosten sind für die Betrachtung der Gesamtwirtschaftlichkeit fokussiert zu betrachten. Hierbei sind vor allem die Kosten für:

1. die Sammlung und den Transport sowie für den
2. Betrieb der Sammel- und Trocknungsplätze

relevant.

Hinterfragt man diese Kostenfaktoren jedoch, stellt sich die Frage, inwieweit diese tatsächlich durch das vorgestellte Erfassungs- und Verwertungskonzept bedingt sind. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Kosten für die Sammlung kritisch zu betrachten, da die Erfassung des holzigen Grünschnittes nicht vornehmlich mit dem Ziel einer gewinnbringenden oder zumindest kostendeckenden Vermarktung erfolgt, sondern zuerst und vor allem aus ökologischen und abfallrechtlichen Gesichtspunkten erfolgt.

Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass die Sammlung der holzigen Abfälle in jedem Fall und unabhängig von der weiteren Verwertung erfolgen muss.

Um jedoch ein geschlossenes Bild der Gesamtsituation aufzuzeigen, sind die genannten Kosten Bestandteil der angestellten Kostenbetrachtungen. Auf Ihre Bewertung wird im Zuge des Kosten-Nutzen-Vergleiches nochmals eingegangen.

Die Kosten der Sammlung im Rahmen der kommunalen Erfassung hingegen sind bei der Kostenermittlung nicht betrachtet worden, da davon ausgegangen wird, dass die Sammlung dieser Mengen bereits jetzt in gleichem Umfang erfolgt und sich auch zukünftig nicht ändern wird. Die Kosten in diesem Bereich werden somit voraussichtlich weitestgehend konstant bleiben.

Die Kosten für die Bereitstellung des zu transportierenden Materials am Entstehungsort (Schnitt, Zusammentragen etc.) werden gleichfalls nicht berücksichtigt.

Des Weiteren sei darauf hingewiesen, dass alle angegebenen Kosten als Nettokosten, d.h. ohne Steuern (€, HTVA) ausgewiesen sind.

Die im Falle der Durchführung der Siebung auf den Sammel- und Häckselplätzen bzw. den Trocknungsplätzen anfallenden Betriebskosten können zu jetzigen Zeitpunkt nicht belastbar abgeschätzt werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen gering sind, da lediglich die RWU- und ähnliche maschinengebundene Kosten höher ausfallen würden. Die Auswirkungen auf die Personal- und Transportkosten werden voraussichtlich nicht wesentlich ins Gewicht fallen.

7.3.1. SAMMLUNG UND TRANSPORTKOSTEN

Endgültige Kosten für die Sammlung des anfallenden holzigen Materials und die Transportkosten der verschiedenen Stoffströme zwischen den Sammelplätzen, den Behandlungsanlagen, den Trocknungsplätzen und den Verwertungsanlagen können erst nach erfolgter Abstimmung mit den betreffenden Akteuren und der letztendlichen Festlegung der genauen Lage der zu berücksichtigenden Einrichtungen festgestellt werden.

Sämtliche nachfolgend aufgeführten Kostenansätze basieren daher auf Berechnungen von vergleichbaren Leistungen und stellen einen Maximalwert dar, welcher bei

entsprechender Berücksichtigung bereits vorhandener Kapazitäten in der Praxis voraussichtlich merklich geringer ausfallen wird.

Unabhängig davon sind die bestimmenden Kostenfaktoren der Sammlung und der erforderlichen Transportbewegungen die zu berücksichtigenden Transportentfernungen, die erforderlichen Rüstzeiten inkl. Lade- und Entladevorgänge, der Personalbedarf sowie der erforderliche Maschineneinsatz (Häcksler, Radlader etc.) in die Berechnungen eingeflossen.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass zunächst nur Anlagen im angrenzenden Ausland für die Verwertung der erzeugten Brennstoffe zur Verfügung stehen werden.

Die sich aus diesen Parametern ergebenden jährlichen Kosten für die Sammlung und die erforderlichen Transporte sind in den nachfolgenden Tabellen für den Fall der Verwertung im Ausland und der späteren Verwertung im Inland dargestellt.

Die spezifischen Gesamtkosten sind in beiden Fällen auf die Gesamtmenge des erzeugten Brennstoffes von ca. 10.050 Mg/a (Mittelwert) bezogen, um für den abschließenden Kosten-Nutzenvergleich eine einheitliche Bezugsgrundlage anhand des Brennstoffpreises zu schaffen.

Sammlungs- und Transportkosten bei Verwertung im Ausland

Ansätze					
Startpunkt	Anrillort (unzerkleinerte Sammlung)	Anrillort (zerkleinerte Sammlung)	Sammel- und Häckselplatz	Behandlungsanlage	Lager
Zielpunkt	Sammel- und Häckselplatz	Behandlungsanlage	Behandlungsanlage	Trocknungsplatz	Verwertungsanlage
zu transportierende Menge	4'400 Mg/a	7'000 Mg/a	4'400 Mg/a	14'070 Mg/a	10'050 Mg/a
Mittlere Transportentfernung	15 km	15 km	25 km	25 km	80 km
Rüstzeiten	2 h je Transport	2 h je Transport	1 h je Transport	1 h je Transport	1 h je Transport
Fahrtkosten	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km
Stundensatz	60.00 €	60.00 €	60.00 €	60.00 €	60.00 €
Mittlere Fahrtgeschwindigkeit	35 km/h	35 km/h	50 km/h	50 km/h	50 km/h
Menge je Containertransport	75 m ³	75 m ³	80 m ³	80 m ³	80 m ³
Menge je LW-Transport	64 m ³	64 m ³	64 m ³	64 m ³	64 m ³
Transportdichte Container	0.15 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.20 Mg/m ³
Transportdichte LW	0.10 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³
Anteil Containertransport	50%	80%	100%	100%	100%
Anteil LW-Transport	50%	20%	0%	0%	0%
Kostenberechnung					
Fahrzeit mittlere		0.43 h	0.50 h	0.50 h	1.60 h
Fahrzeit mittlere	0.43 h	0.43 h	0.50 h	0.50 h	1.60 h
Transportentfernung	26 Min.	26 Min.	30 Min.	30 Min.	96 Min.
Fahrzeit je Sammlungstour	171 Min.	171 Min.	120 Min.	120 Min.	252 Min.
Anzahl Touren Containertransport	196 St./a	299 St./a	220 St./a	704 St./a	628 St./a
Anzahl Touren LW-Transport	344 St./a	88 St./a	0 St./a	0 St./a	0 St./a
Transportkilometer, gesamt	8'090 km/a	5'793 km/a	5'500 km/a	17'588 km/a	100'500 km/a
Transportdauer, gesamt	1'541 h/a	1'103 h/a	440 h/a	1'407 h/a	2'638 h/a
Transportkosten, gesamt	103'778 €/a	74'310 €/a	34'100 €/a	109'043 €/a	298'988 €/a
Transportkosten je Stunde	67.35 €/h	67.35 €/h	77.50 €/h	77.50 €/h	113.33 €/h
Transportkosten je km	12.83 €/km	12.83 €/km	6.20 €/km	6.20 €/km	2.98 €/km
Transportkosten, spezifisch	23.59 €/Mg	10.62 €/Mg	7.75 €/Mg	7.75 €/Mg	29.75 €/Mg
Transportkosten, spezifisch	2.83 €/m ³	2.65 €/m ³	1.94 €/m ³	1.94 €/m ³	5.95 €/m ³
Maschinenkosten Häckseln	2.00 €/m ³	2.00 €/m ³	-/-	-/-	-/-
Maschinenkosten Häckseln	73'333 €/a	56'000 €/a	-/-	-/-	-/-
Zwischensummen	177'111 €/a	130'310 €/a	34'100 €/a	109'043 €/a	298'988 €/a
Zwischensummen, spezifisch	40.25 €/Mg	18.62 €/Mg	7.75 €/Mg	7.75 €/Mg	29.75 €/Mg
	4.83 €/m ³	4.65 €/m ³	1.94 €/m ³	1.94 €/m ³	5.95 €/m ³
Zusammenfassung					
Sammlung und Transport, gesamt					749'551 €/a
Gesamtmenge an erzeugtem Brennstoff					10'050 Mg/a
Sammlung und Transport, spezifisch					74.58 €/Mg

Tabelle 35: Sammlungs- und Transportkosten bei der Verwertung des Brennstoffes im Ausland

Sammlungs- und Transportkosten bei Verwertung in Luxemburg

Ansätze					
Startpunkt	Anrillort (unzerkleinerte Sammlung)	Anrillort (zerkleinerte Sammlung)	Sammel- und Häckselplatz	Behandlungsanlage	Lager
Zielpunkt	Sammel- und Häckselplatz	Behandlungsanlage	Behandlungsanlage	Trocknungsplatz	Verwertungsanlage
zu transportierende Menge	4'400 Mg/a	7'000 Mg/a	4'400 Mg/a	14'113 Mg/a	10'050 Mg/a
Mittlere Transportentfernung	15 km	15 km	25 km	25 km	30 km
Rüstzeiten	2 h je Transport	2 h je Transport	1 h je Transport	1 h je Transport	1 h je Transport
Fahrtkosten	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km	1.40 €/km
Stundensatz	60.00 €	60.00 €	60.00 €	60.00 €	60.00 €
Mittlere Fahrtgeschwindigkeit	35 km/h	35 km/h	50 km/h	50 km/h	50 km/h
Menge je Containertransport	75 m ³	75 m ³	80 m ³	80 m ³	80 m ³
Menge je LW-Transport	64 m ³	64 m ³	64 m ³	64 m ³	64 m ³
Transportdichte Container	0.15 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.20 Mg/m ³
Transportdichte LW	0.10 Mg/m ³	0.25 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³	0.10 Mg/m ³
Anteil Containertransport	50%	80%	100%	100%	100%
Anteil LW-Transport	50%	20%	0%	0%	0%
Kostenberechnung					
Fahrzeit der mittlerer	0.43 h	0.43 h	0.50 h	0.50 h	0.60 h
Fahrzeit der flatterer	26 Min.	26 Min.	30 Min.	30 Min.	36 Min.
Fahrzeit je Sammlungstour	171 Min.	171 Min.	120 Min.	120 Min.	132 Min.
Anzahl Touren Containertransport	196 St./a	299 St./a	220 St./a	706 St./a	628 St./a
Anzahl Touren LW-Transport	344 St./a	88 St./a	0 St./a	0 St./a	0 St./a
Transportkilometer, gesamt	8'090 km/a	5'793 km/a	5'500 km/a	17'642 km/a	37'688 km/a
Transportdauer, gesamt	1'541 h/a	1'103 h/a	440 h/a	1'411 h/a	1'382 h/a
Transportkosten, gesamt	103'778 €/a	74'310 €/a	34'100 €/a	109'378 €/a	135'675 €/a
Transportkosten je Stunde	67.35 €/h	67.35 €/h	77.50 €/h	77.50 €/h	98.18 €/h
Transportkosten je km	12.83 €/km	12.83 €/km	6.20 €/km	6.20 €/km	3.60 €/km
Transportkosten, spezifisch	23.59 €/Mg	10.62 €/Mg	7.75 €/Mg	7.75 €/Mg	13.50 €/Mg
Transportkosten, spezifisch	2.83 €/m ³	2.65 €/m ³	1.94 €/m ³	1.94 €/m ³	2.70 €/m ³
Maschinenkosten Häckseln	2.00 €/m ³	2.00 €/m ³	-/-	-/-	-/-
Maschinenkosten Häckseln	73'333 €/a	56'000 €/a	-/-	-/-	-/-
Zwischensummen	177'111 €/a	130'310 €/a	34'100 €/a	109'378 €/a	135'675 €/a
Zwischensummen, spezifisch	40.25 €/Mg	18.62 €/Mg	7.75 €/Mg	7.75 €/Mg	13.50 €/Mg
	4.83 €/m ³	4.65 €/m ³	1.94 €/m ³	1.94 €/m ³	2.70 €/m ³
Zusammenfassung					
Sammlung und Transport, gesamt					586'574 €/a
Gesamtmenge an erzeugtem Brennstoff					10'050 Mg/a
Sammlung und Transport, spezifisch					58.37 €/Mg

Tabelle 36: Sammlungs- und Transportkosten bei der Verwertung in Luxemburg

7.3.2. BETRIEB DER SAMMEL- UND TROCKNUNGSPLÄTZE SOWIE SIEBUNG UND KONFEKTIONIERUNG

Neben den Sammlungs- und Transportkosten fallen weitere jährliche Kosten für den Betrieb der im Rahmen der Aufbereitung und Lagerhaltung vorgesehenen Einrichtungen an. Diese sind im Einzelnen:

1. Betriebskosten für die Sammel- und Häckselplätze:
Hierin sind die Kosten für den Materialumschlag sowie das Häckseln des unzerkleinert angelieferten Materials enthalten. Der Kostenansatz von 12,50 € je zerkleinerter und umgeschlagener Tonne Material beinhaltet sowohl den erforderlichen Personal-, als auch den nötigen Maschinensatz bzw. die daraus resultierenden Abschreibungskosten.
2. Betriebskosten für die Siebung und Konfektionierung auf den Behandlungsanlagen:
Die Kosten für die Siebung und Konfektionierung beinhalten neben den Kosten für die durchzuführenden Siebungen auch die Kosten für die Transportzusammenstellung. Der Kostenansatz von 10,00 € je gesiebter und umgeschlagener Tonne Material beinhaltet sowohl den erforderlichen Personal-, als auch den nötigen Maschinensatz bzw. die daraus resultierenden Abschreibungskosten.
3. Betrieb der Trocknungsplätze inklusive Lager:
Hierin sind sämtliche Kosten für den Betrieb der Trocknungsplätze und die Lager, einschließlich der Lagerhaltung, der Umsetzvorgänge etc. enthalten. Der Kostenansatz von 15,00 € je gehandhabter Tonne Material beinhaltet sowohl den erforderlichen Personal-, als auch den nötigen Maschinensatz bzw. die daraus resultierenden Abschreibungskosten.

Die ausgewiesene Gesamtsumme ist aus Gründen der Vergleichbarkeit auch hier auf die voraussichtlich erzeugte Gesamtbrennstoffmenge bezogen.

Betriebskosten Sammelplätze	
bezogen auf 4'400 Mg/a	55'000 €/a
	12.50 €/Mg
Betriebskosten Siebung und	
bezogen auf 11'400 Mg/a	114'000 €/a
	10.00 €/Mg
Betriebskosten Trocknungsplätze	
bezogen auf 14'070 Mg/a	211'050 €/a
	15.00 €/Mg
Summe	
bezogen auf 10'050 Mg/a	380'050 €/a
	37.82 €/Mg

Tabelle 37: Betriebskosten der Sammel- und Trocknungsplätze sowie der Siebung und Konfektionierung

7.3.3. ZUSAMMENFASSUNG / GESAMTBEHANDLUNGSKOSTEN

Die sich aus den vorangegangenen Kostenerhebungen ergebenden Gesamtbehandlungskosten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Wie bereits mehrfach dargestellt sind die Gesamtkosten auf die voraussichtliche Menge des erzeugten Brennstoffes bezogen.

	Verwertung im Ausland	Verwertung in Luxemburg
Sammlungs- und Transportkosten		
bezogen auf 10'050 Mg/a	749'551 €/a	586'574 €/a
	74.58 €/Mg	58.37 €/Mg
Betriebskosten		
	380'050 €/a	380'050 €/a
	37.82 €/Mg	37.82 €/Mg
Gesamtkosten		
bezogen auf 10'050 Mg/a	1'129'601 €/a	966'624 €/a
	112.40 €/Mg	96.18 €/Mg

Tabelle 38: Gesamtbehandlungskosten des zu erzeugenden Brennstoffes

Auch wenn an dieser Stelle noch keine Gegenüberstellung der Kosten und des Nutzens erfolgen soll, sei nochmals darauf hingewiesen, dass es sich hier um eine Grenzkostenbetrachtung handelt.

7.3.3.1. KOSTENVERTEILUNG

Auf der Basis des vorgestellten und in den vorangegangenen Kapiteln monetär betrachteten Grundkonzeptes ergeben sich in Bezug auf die reine biologische Behandlung nach derzeitigem Kenntnisstand keine zusätzlichen Kosten für die betreibenden Syndikate und/oder Kommunen. Hintergrund dieser Einschätzung ist die weitgehend gleichbleibende Menge zur biologischen Behandlung.

Im Gegensatz hierzu ist die mit der Absiebung und Konfektionierung einhergehende erforderliche Handhabung zusätzlichen Materials bereits unter anderem in Tabelle 38 aufgeführten „Betriebskosten Siebung und Konfektionierung“ enthalten. Diese wurden mit ca. 114.000 € (HTVA) pro Jahr veranschlagt.

Die im Zuge der erforderlichen Absiebung und Konfektionierung des Materials aus der kommunalen Erfassung, also des in jedem Fall zu behandelnden Materials, werden voraussichtlich in ähnlicher Höhe liegen.

Die letztendliche Aufteilung dieser Kosten auf die einzelnen Syndikate und/oder Kommunen kann jedoch erst nach Abstimmung des Konzeptes mit den betroffenen Kommunen und Syndikaten erfolgen.

Auch die Verteilung der sonstigen ermittelten Kosten – und natürlich auch der Erlöse – ist im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich und kann erst nach einer weitergehenden Abstimmung mit allen staatlichen und kommunalen Akteuren erfolgen.

7.4. MÖGLICHE ERLÖSE

7.4.1. DERZEITIGE MARKTPREISE/ERLÖSE

Für die Berechnung bzw. die Bewertung möglicher Erlöse und deren Berücksichtigung im Rahmen des letztendlich anzustellenden Kosten-Nutzen-Vergleiches kommen mehrere Herangehensweisen in Betracht. In diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache zu berücksichtigen, dass die Nutzung und damit auch die Vermarktung des erzeugten Brennstoffes aller Voraussicht nach zunächst in ausländischen Anlagen erfolgen muss. Hierbei wird es sich im Wesentlichen um privatwirtschaftlich betriebene Anlagen handeln, die in Bezug auf mögliche Erlöse anders zu bewerten sind als luxemburgische Kommunen. Aber auch langfristig kann die Verwertung, zumindest von Teilmengen des erzeugten Brennstoffes, in privatwirtschaftlich betriebenen Anlagen, sei es im In- oder im Ausland- nicht ausgeschlossen werden.

In Bezug auf eine Verwertung in privatwirtschaftlich betriebenen Anlagen muss davon ausgegangen werden, dass für diese weder die Ökologie des abfallwirtschaftlichen Gesamtsystems, noch die den Kommunen eigene Arbeit für den Bürger im Vordergrund steht, sondern der Schwerpunkt auf der Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebes liegt. Der erzeugte Brennstoff ist in diesem Fall demnach als ein zum Anlagenbetrieb nötiger Betriebsstoff zu sehen.

Positiv ist im vorliegenden Fall, dass es sich bei dem vorgesehenen Brennstoff um ein hochwertiges Produkt handelt, welches in vielen klassischen, d.h. auf Waldhackschnitzel ausgelegten Anlagen sinnvoll verwertet werden kann.

Geht man von dieser Grundkonstellation aus, kann in der Praxis derzeit ein Preis von 26 bis 60 €/Mg (atro, frei Anlage) erzielt werden. Dies entspricht ca. 18 bis 42 €/Mg für den geplanten Brennstoff aus holziger Biomasse. Erste Erfahrungen bei der Vermarktung vergleichbarer Brennstoffe in Luxemburg haben gezeigt, dass ein Erlös von >40€/Mg (frei Anlage) auch hier erzielbar wäre.

Einen Überblick über die derzeit üblichen Ankaufspreise privatwirtschaftlicher Betreiber liefert die nachfolgende Abbildung. Der deutliche Preisunterschied zu klassischen Wald-Hackschnitzeln ist dabei der geringeren Energiedichte sowie den höheren Betriebskosten auf Grund des höheren Ascheanteils geschuldet.

EUWID-Preisspiegel: NawaRo-Holz				
Februar 2017				
	Waldhackschnitzel (€/t atro)		Landschaftspflegeholz (€/t atro)	
	Biomasseheizwerke ≤ 1MWth	Biomasseheiz(kraft)werke > 1MWth	Geshredderter Grünschnitt	Hackschnitzel aus Pflegemaßnahmen
Norden				
Spanne	84,0 - 164,7	51,4 - 116,1	26,0 - 60,0	43,1 - 104,5
gewichtetes Mittel	118,1	75,2	48,6	72,0
Süden				
Spanne	72,0 - 171,5	60,0 - 80,0	21,5 - 60,0	61,7 - 80,0
gewichtetes Mittel	126,0	72,0	48,9	69,0
Insgesamt				
Spanne	72,0 - 171,5	51,4 - 116,1	21,5 - 60,0	43,1 - 104,5
gewichtetes Mittel	121,3	74,1	48,7	70,4
* Preise frei Verwertungsanlage, ohne MwSt.				
Süden: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland.			(Preisangaben ohne Gewähr)	
Norden: Restliche Bundesländer.				
Quelle: EUWID				

Abbildung 60: Vermarktungspreise; Ankaufspreise für Verwerter⁵³

Unter Berücksichtigung der voraussichtlich zu erzeugenden Gesamtbrennstoffmenge von 9.000 bis 11.050 Mg/a (im Mittel 10.050 Mg/a) ergibt sich hieraus, bezogen auf den vorgenannten Mittelwert, ein Gesamterlös von ca. 181.000 bis 465.000 €/a, welcher deutlich unter den ermittelten jährlichen Gesamtkosten von 1.130.000 (Verwertung im Ausland) bzw. 970.000 € (Verwertung in Luxemburg) liegt. An dieser Stelle sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei den genannten jährlichen Gesamtkosten um eine worst-case Betrachtung handelt, welche zudem ebenfalls differenziert betrachtet werden kann.

Die vorgenannten Marktpreise werden für alle nachfolgenden herangezogen. Die in dem folgenden Kapitel 7.4.2 angestellten alternativen Erlösbetrachtungen dienen lediglich dazu, festzuhalten, dass der derzeitige Marktpreis nicht zwingend mit den tatsächlichen Erlösen gleichgesetzt werden muss.

7.4.2. ALTERNATIVE ERLÖSBETRACHTUNGEN

Insbesondere, wenn es sich um Anlagen handelt, deren Regelbrennstoff Wald-Holz-hackschnitzel sind, und dies ist und wird bei der Mehrzahl der kommunal betriebenen Anlagen voraussichtlich der Fall sein, ist die Frage der möglichen Erlöse nicht zwingend allein durch den Marktpreis (siehe oben) zu beantworten.

Die Beschaffungskosten für Walhackschnitzel liegen gemäß der Angaben des europäischen Wirtschaftsdienstes derzeit bei ca. 121 €/Mg atro für Anlagen mit einer thermischen Anschlussleistung bis 1 MW und bei ca. 74 €/Mg atro⁵⁴ für Anlagen mit einer Anschlussleistung von > 1MW_{th}. Diese Angaben würden, bezogen auf einen Wassergehalt von ca. 30%, ca. 84 €/Mg bzw. 51 €/Mg entsprechen und liegen damit deutlich über den Beschaffungskosten für holzige Biomasse.

⁵³ (NawaRo-Holz: Ankaufspreise für Verwerter, 2017)

⁵⁴ (NawaRo-Holz: Ankaufspreise für Verwerter, 2017)

Dieser Umstand ist einerseits technisch mit den höheren Betriebskosten auf Grund des höheren Aschegehaltes sowie der geringeren Energiedichte zu begründen, andererseits aber auch dem immer noch eher negativen Image der holzigen Biomasse geschuldet. Die letztendlich durch die Anlagen erzeugte Energiemenge bleibt davon unberührt. Der höhere Aufwand auf Grund der vorgenannten Faktoren würde, bezogen auf den Brennstoffpreis, 10-15% jedoch nicht überschreiten. Ein entsprechend bereinigter Vergleichspreis wäre demnach für Anlagen mit einer Leistung bis 1 MW_{th} ca. 70 €/Mg und für Anlagen mit einer Leistung von größer 1 MW_{th} ca. 44 €/Mg

Ankaufspreise	Anlagen bis 1 MW _{th} [€/Mg]	Anlagen > 1 MW _{th} [€/Mg]
Waldhackschnitzel	70	44
Holzige Biomasse	42	18
Differenz	28	26

Tabelle 39: Vergleich möglicher Erlöse

Im Umkehrschluss lässt sich aus diesem Ansatz folgern, dass für die betreffenden Anlagen bereits bei einem Ankaufspreis von <44 €/Mg bzw. < 70 €/Mg die Gewinn- bzw. Einsparungszone beginnt. Selbst bei kommunalen Anlagen, deren Brennstoffbedarf aus eigenen Wäldern gedeckt wird, kann im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnungen ein vergleichbarer Ansatz gewählt werden, da die dann nicht selbst verwendeten und durch holzige Biomasse substituierten Waldhackschnitzel zur Vermarktung zur Verfügung stehen würden.

Wie die Preisentwicklung für Hackschnitzel in den letzten Jahren zeigt, wären die dabei erzielbaren Erlöse vergleichsweise stabil (siehe Abbildung 61). Entsprechende Annahmen sind daher auch dauerhaft belastbar.

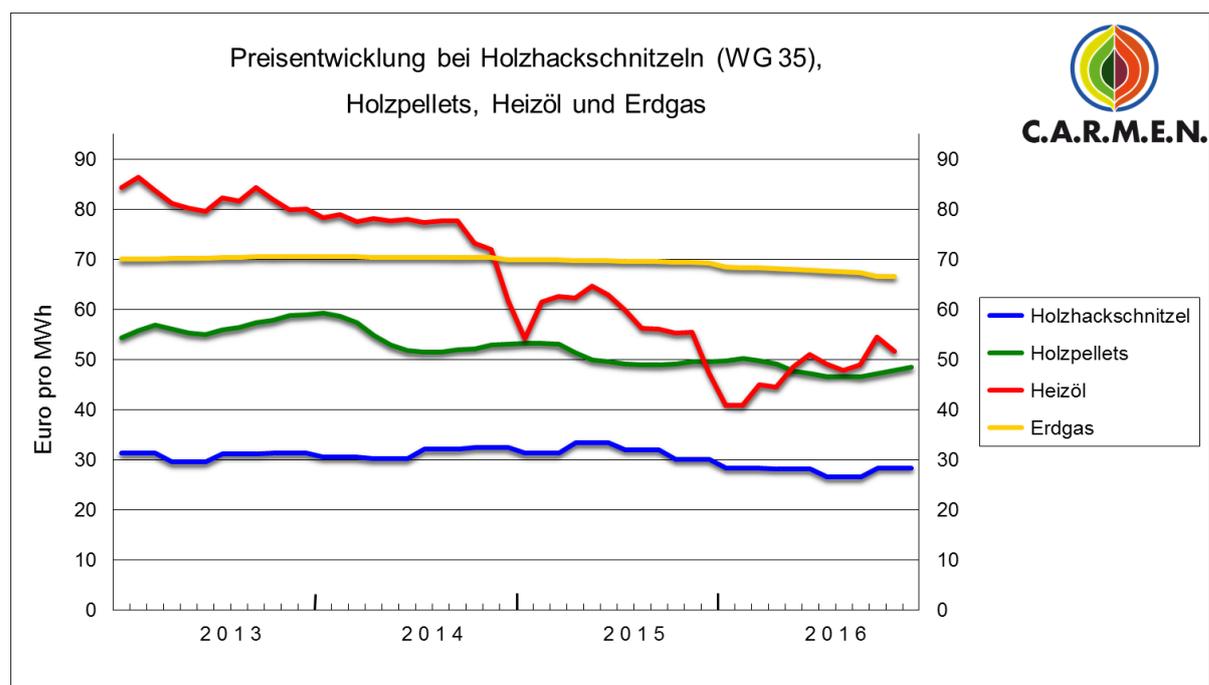


Abbildung 61: Preisentwicklung bei Holz hackschnitzeln WG 35

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der derzeitige Marktpreis nicht zwingend mit den tatsächlichen Erlösen gleichgesetzt werden kann. Aus Gründen der Kalkulationssicherheit werden für alle nachfolgenden Vergleiche jedoch die oben genannten Marktpreise von bis zu 42 €/Mg herangezogen.

7.5. OPTIONEN ZUR KOSTENSENKUNG

In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits mehrfach auf mögliche Ansätze zur Senkung der ausgewiesenen Investitions- und Betriebskosten hingewiesen, welche hier nochmals zusammenfassend dargestellt werden. Die letztendlich mögliche Aktivierung dieser Einsparungspotentiale ist jedoch erst nach erfolgter Abstimmung mit den relevanten Akteuren möglich.

- a) In Bezug auf die erforderlichen Investitionskosten können sich relevante Einsparungen aus der Nutzung vorhandener Einrichtungen ergeben. Insbesondere an die Sammel- und Häckselplätze bestehen aus technischer Sicht nur geringe technische bzw. bauliche Anforderungen. Auch die Anzahl der Plätze kann grundsätzlich erhöht und damit auch ihre erforderliche Fläche merklich verkleinert werden, ohne dass die nachgelagerten Kosten davon negativ beeinflusst werden. Dies betrifft auch und insbesondere die jährlichen Kosten. Es ist daher gut vorstellbar, dass bereits bestehende und ursprünglich für die landwirtschaftliche Nutzung vorgesehene Plätze zukünftig als Sammel- und Häckselplätze genutzt werden.
- b) Ähnliche Szenarien sind grundsätzlich auch für die vorgesehenen Trocknungsplätze (inkl. Lager) vorstellbar, auch wenn hier die Möglichkeiten auf Grund der erforderlichen Platzgrößen sicherlich geringer sind. Unter Umständen ist jedoch auch hier eine Verteilung auf mehrere Plätze vorstellbar.
- c) Durch die Nutzung der erzeugten holzigen Biomasse zur zumindest teilweisen Deckung der Grundlast (d.h. auch während der wärmeren Jahresabschnitte) der Heizkraftwerke, kann zu einer erheblichen Reduzierung der erforderlichen Lagergrößen und damit der Investitionskosten führen. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass die betreffenden Heizanlagen in der Regel aus Gewährleistungsgründen nicht ausschließlich mit holziger Biomasse betrieben werden können. Ein Anteil von 50%-70%, bezogen auf den Regelbrennstoff, ist im Normalfall jedoch ohne Probleme möglich.
In diesem Zusammenhang ist ergänzend zu berücksichtigen, dass in diesem Fall die vorhandenen gemeindeeigenen Waldhackschnitzel für die Vermarktung zur Verfügung stehen und damit zu einer weiteren kalkulatorischen Kostensenkung beitragen können.
- d) Zumindest eine der in Luxemburg geplanten Anlagen wird voraussichtlich auf die alleinige Nutzung von Biomasse ausgerichtet sein. Diese Anlagen sind im Normalfall auf die Verwendung der holzigen Materialien ohne Trocknung, teilweise auch ohne Siebung, ausgerichtet. Hier kann ggf. auf die vorgesehene Aufbereitung weitestgehend verzichtet werden, was wiederum zu erheblichen Kostensenkungen führen würde. In diesem Fall würde der erzeugte Brennstoff allerdings nicht mehr den eingangs definierten Anforderungen genügen.
- e) Die zu erwartenden Personalkosten können durch Einbindung der existierenden Beschäftigungsinitiativen deutlich gemindert werden. Die hierbei zu berücksichtigen Mindestqualifikationen sind unter Kapitel 6.6 aufgeführt. Ein zusätzlich zu verzeichnender positiver Aspekt wäre in diesem Fall die Weiterbildung im logistischen Bereich und der Handhabung von Erdbaumaschinen, welche die Chancen der Beschäftigten auf dem ersten Arbeitsmarkt nennenswert erhöhen würde.

7.6. KOSTEN-NUTZEN VERGLEICH

Die zu erwartenden jährlichen Erlöse von, nach derzeitiger Marktlage, maximal 465.000 € im Verhältnis zu voraussichtlichen jährlichen Gesamtkosten von ca. 1.130.000 € (Verwertung im Ausland) bzw. 970.00 € (Verwertung in Luxemburg) lassen die Herstellung und die energetische Verwertung eines Brennstoffes aus holziger Biomasse auf den ersten Blick als wirtschaftlich nicht interessant erscheinen. Auch der sich aus den dargestellten Kosten ergebende Brennstoffpreis von ca. 95 bis 113 €/Mg unterstreicht diesen ersten Eindruck.

Hierbei ist allerdings zu bedenken, dass in den genannten jährlichen Gesamtkosten Sammlungskosten von ca. 300.000 € enthalten sind. Die Berücksichtigung dieser Kosten bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtkonzeptes ist vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die Sammlung der betreffenden Abfallstoffe bei der geltenden Gesetzeslage unvermeidbar ist, jedoch zu mindestens fraglich. Diese Kosten würden unabhängig von letztendlichen Verwertungsform anfallen und sind somit als nicht systembedingt zu bewerten.

Ergänzend ist zu bedenken, dass vergleichbare Erlöse bei der Vermarktung von alternativ aus den anfallenden Mengen herzustellenden Komposten nachzeitigem Kenntnisstand für die dann anfallenden Mengen voraussichtlich nur schwer erzielbar wären. Auch die Behandlungskosten für die Kompostierung wären, ganz abgesehen von den zum Aufbau der nötigen Behandlungskapazitäten erforderlichen Investitionen, voraussichtlich deutlich höher. Zum Vergleich sei noch erwähnt, dass die kommunalen Sammlungskosten für Grünschnitt auf einem dem oben genannten Brennstoffpreis vergleichbaren Niveau liegen.

Darüber hinaus wurden verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt, die anfallenden Kosten zu senken und die Gesamtwirtschaftlichkeit zu erhöhen. Hierbei ist insbesondere die mögliche Vermarktung der frei werdenden Mengen an klassischen Waldhackschnitzeln zu nennen.

Vor dem Hintergrund dieser Sachverhalte kann das vorgeschlagene Konzept, insbesondere im Vergleich mit anderen abfallwirtschaftlichen Maßnahmen, als tragfähig bezeichnet werden.

Hierbei ist auch zu bedenken, dass sich die erwartenden Lasten auf 105 Kommunen verteilen werden. Die Höhe der dabei entstehenden Kosten relativiert sich bei dieser Betrachtung.

Nicht unerwähnt bleiben darf an dieser Stelle auch der nichtmonetäre Nutzen der Erzeugung eines lokalen und ökologischen Brennstoffes. Es sei daher nochmals darauf hingewiesen, dass der erzeugte Brennstoff bzw. sein Heizwert einem Heizöläquivalent von ca. 3.150.000 l jährlich entsprechen.

Allein dieser Punkt rechtfertigt die Nutzung des anfallenden holzigen Grünschnittes als Brennstoff.

8. ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

Ein wesentlicher Punkt zur Bewertung der Gesamteffizienz des vorgeschlagenen Konzeptes ist die Frage inwieweit die Einsammlung, Verarbeitung und thermische Nutzung der im Großherzogtum anfallenden holzigen Biomasse ökologisch auch sinnvoll ist. Das heißt, inwiefern die eingesetzte Primärenergie bzw. die sich daraus ergebende CO₂-Belastung nicht größer ist als die Einsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe.

In diesem Zusammenhang treten die wirtschaftlichen Aspekte des vorgeschlagenen Konzepts in den Hintergrund. Für die Bewertung sind lediglich die technischen Gesichtspunkte des Konzepts, die Transportaufwendungen und Gutschriften für die Verwertung des Produkts von Bedeutung.

Ziel der Bilanzierung ist die Beantwortung der Frage mit welchen klimawirksamen Emissionen, ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten (CO_{2-eq}), die Produktion von Brennstoff aus holzigen Grünabfällen verbunden ist und welchen Einsparungen an CO₂ aus der Nutzung von fossilen Energieträgern diese gegenüberstehen. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass das betrachtete Material nicht zur Energiegewinnung produziert wird, sondern im Rahmen der in jedem Fall erforderlichen Pflegemaßnahmen anfällt und einer technisch, wirtschaftlich und ökologischen Verwertung zugeführt werden soll.

Unabhängig davon ist natürlich auch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Verbrennung von Holz durch den enthaltenen Kohlenstoff pro kg Holz eine Emission von ca. 1,83 kg CO₂ /kWh nach sich zieht. Wird jedoch nur so viel Holz verbrannt, wie wieder nachwachsen und damit genau so viel CO₂ aus der Atmosphäre binden kann wie bei der Verbrennung frei geworden ist, ist diese CO₂ Freisetzung als Klimaneutral zu bezeichnen. Dies setzt natürlich immer voraus, dass auch ggf. bei Rodungen entstandene holzige Biomasse durch entsprechende Ausgleichmaßnahmen ersetzt wird.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die in den nachfolgenden Kapiteln vorgestellte Bilanz eine Abschätzung auf Basis der eingesetzten Primärenergien ist. Demzufolge sind darüberhinausgehende mögliche Umweltauswirkungen, wie z.B. Flächenverbrauch durch die Erstellung von Sammelplätzen oder Deponierung der Aschen nicht berücksichtigt.

8.1. DATENGRUNDLAGE UND BILANZRAUM

Grundlage der ökologischen Bewertung sind einerseits die Energieaufwendungen für die Einsammlung, die Aufbereitung und den Materialtransport und andererseits der Gewinn an Energie der durch die Verwertung des produzierten Brennstoffs in einer energetischen Verwertungsanlage in Form von Wärme entsteht.

Der Aufwand für das Schneiden der Gehölze an sich wurde als grundsätzlich notwendige Maßnahme nicht berücksichtigt. Unberücksichtigt bleiben auch die Emissionen für die Kompostierung des Siebrestes und die Gutschriften für die Anwendung des erzeugten Kompostes. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Kompostierung auch Bestandteil der herkömmlichen Verwertung des holzigen Grünschnitts wäre, also nicht erst zwangsläufig durch die Produktion des Brennstoffes entsteht.

Die eingesetzte Primärenergie ist im Wesentlichen Dieselkraftstoff, der zum Antrieb der Maschinen (Häcksler, Sieb und Radlader) und für die Transporte mit LKW und landwirtschaftlichem Schlepper mit Anhänger eingesetzt wird.

Der zu betrachtende Bilanzraum ergibt sich somit zusammenfassend wie in Abbildung 62 dargestellt.

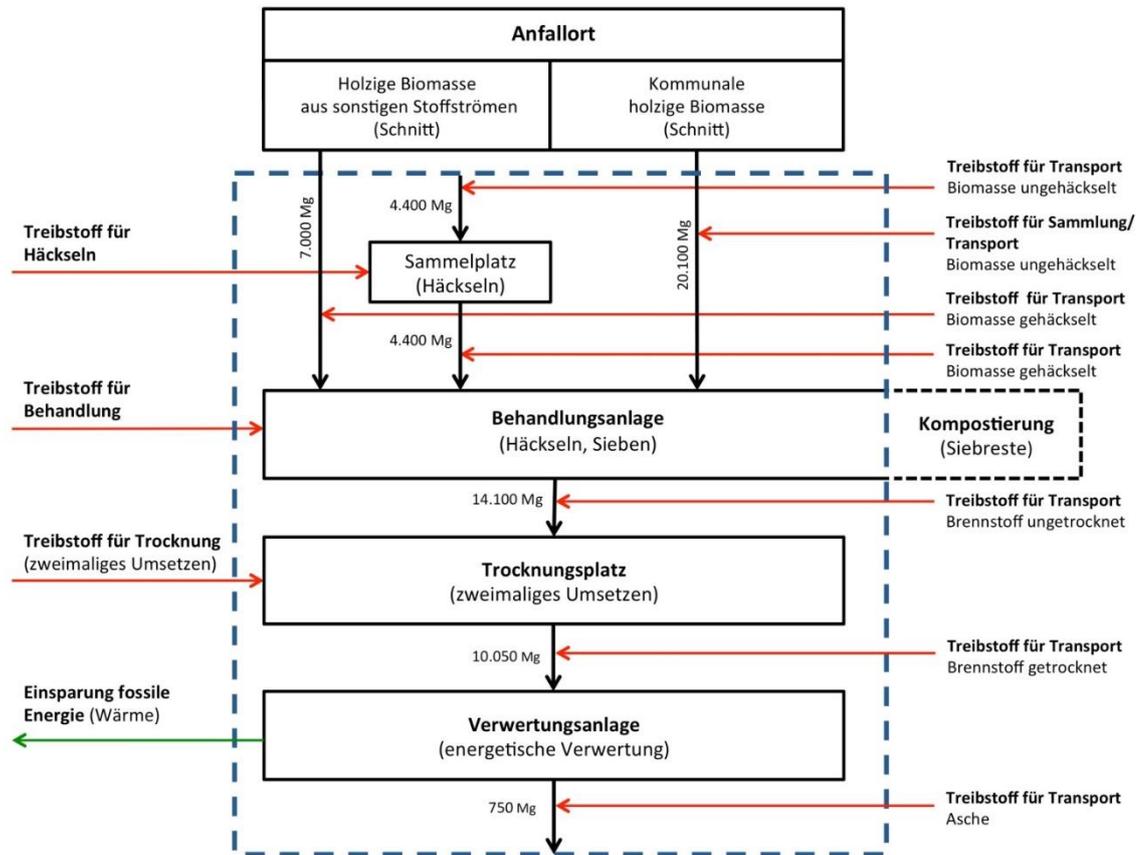


Abbildung 62: Bilanzraum und Ablaufschema

Die Umrechnung der Energieaufwendungen und –Produktion in CO₂-Emissionen bzw. Gutschriften erfolgt auf Basis der in Tabelle 40 dargestellten Kennzahlen. Neben diesen Kennzahlen sind ebenfalls die für den Transport der verschiedenen Fraktionen angesetzten mittleren Transportentfernungen aufgeführt, mit denen die zusätzlichen CO₂-Emissionen und der Energieaufwand abgeschätzt werden. Bei allen Transporten wurden die Leerfahrten mit gleicher Entfernung berücksichtigt. Für den Transport des Brennstoffes wurde eine 100% Verwertung im Großherzogtum angenommen.

Verwendete Kennzahlen	
CO₂-Emissionen (mit Vorketten)	
Diesel	3,06 kg CO ₂ -eq./l
Heizöl (Vergleich)	3,11 kg CO ₂ -eq./l
Erdgas (Vergleich)	2,43 kg CO ₂ -eq./m ³
Primärenergie	
Diesel	35 MJ/l
Transport- und Maschinenbelastung	
Treibstoffbedarf LKW	beladen 3,5 l/ km- leer 3,0l/ km
Treibstoffbedarf Schlepper	beladen 22 l/ h- leer 15l/ h
Treibstoffbedarf Radlader	20 l/h
Treibstoffbedarf Häcksler	30 l Diesel/ h
Treibstoffbedarf Sieb	10 l Diesel/h
Verbrauch Treibstoff kommunale Sammlung von Grünabfällen	6,6 l Diesel/ Mg
Mittlere Transportentfernungen	
Entstehungsort - Sammelplatz	15 km
Entstehungsort - Behandlungsanlage	15 km
Sammelplatz - Behandlungsanlage	25 km
Behandlungsanlage- Trockenplatz	25 km
Trocken(Lager-)platz - Verwertungsanlage (Ausland)	80 km
Trocken(Lager-)platz - Verwertungsanlage (Luxemburg)	30 km
Brennstoffnutzung	
Energieinhalt:Hackschnitzel Grüngut	3,13 kWh/kg bzw. 11,16 MJ/kg
Kesselwirkungsgrad Biomasse	80 %
Kesselwirkungsgrad Gas (Vergleich)	95 %
Kesselwirkungsgrad Heizöl (Vergleich)	90 %

Tabelle 40: Ansätze zur Berechnung der CO₂-Belastung^{55,56,57,58}

⁵⁵ (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, 2016)

⁵⁶ (Bayerisches Landesamt für Umwelt , 2009)

⁵⁷ (Öko-Institut e.V.)

⁵⁸ (Umweltbundesamt (UBA))

Bei der Durchführung des in dieser Studie beschriebenen Konzepts werden je nach Entstehungsort und Behandlungsanlage unterschiedliche Maschinen zum Einsatz kommen, die zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt sind oder schwer zu bestimmen sind.

Daher wurden für die Verbräuche für die Aufbereitung der Biomassen exemplarische Maschinen ausgewählt und deren Praxisverbrauch angesetzt.

Da keine einheitlichen Angaben über den Aufwand der kommunalen Einsammlung und Transport der Holzigen Grünabfälle vorliegen, wurde für die Abschätzung der Verbräuche auf Literaturwerte von vergleichbaren Sammelsystemen zurückgegriffen. Diese werden mit einem Verbrauch von 6,6 l Diesel pro Mg Material angegeben⁵⁹.

8.2. ERGEBNISSE

8.2.1. ENERGIEBILANZ

Auf der Basis des vorliegenden Konzepts wurden die für die verschiedenen Arbeitsschritte der Bedarf an Primärenergie bestimmt. Gemäß dem oben gewählten Berechnungsansatz zeigen die in Abbildung 63 dargestellten Ergebnisse den mittleren Energiebedarf zur Produktion des Brennstoffs bezogen auf die Ausgangsmasse.

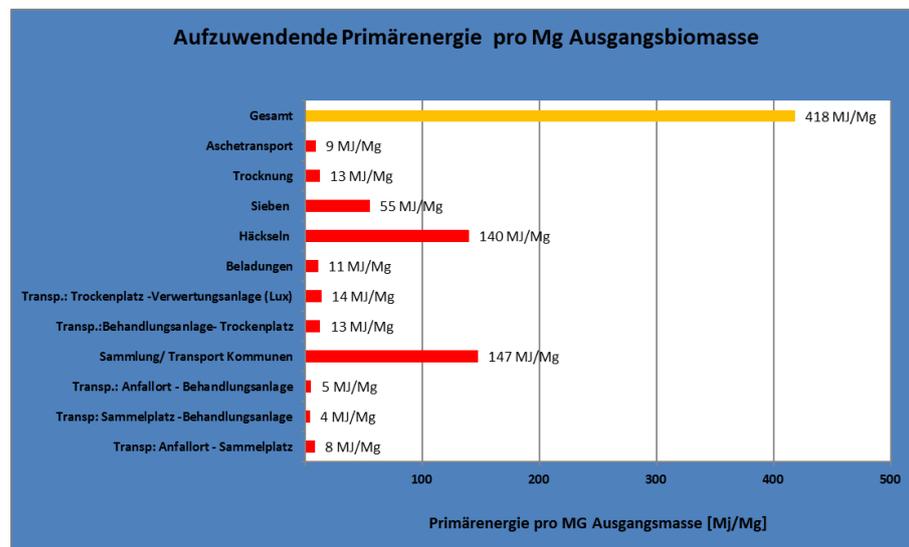


Abbildung 63: Aufzuwendende Primärenergie pro Mg Ausgangsbioasse

Gemäß der oben gewählten Berechnungsansätze geben die Ergebnisse den mittleren Energiebedarf für den im Rahmen des vorliegenden Konzepts produzierten Brennstoff wieder. Demnach wird für die Sammlung der Holzigen Biomasse und die Produktion von Brennstoff durchschnittlich eine Primärenergie von 418 MJ bzw. 116,1 kWh pro Mg Frischmasse (Ausgangsmasse) eingesetzt.

Dabei nimmt die Aufbereitung (Sieben und Häckseln) mit 195 MJ/Mg und das Einsammeln der Grünabfälle mit 147 MJ /Mg den größten Anteil ein. Die Summe der sonstigen Transporte und Beladungen machen ca. 18 % des Energiebedarfs aus.

Dementgegen wird ein Brennstoff mit einem Energieinhalt bezogen auf die Ausgangsmasse von 3.595 MJ/Mg produziert.

Somit beträgt die eingesetzte Primärenergie 116,3 kWh pro MWh Brennstoff. Zum Vergleich werden für die Produktion von Waldhackschnitzel in der Literatur Werte

⁵⁹ (Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft (EdDE), 2012)

zwischen 15 und 46 kWh/ MWh angegeben⁶⁰. Die Unterschiede liegen dabei im Wesentlichen im erhöhten Aufwand für die Einsammlung der Grünabfälle im Vergleich zu Waldhackschnitzel und dem höheren Heizwert für Waldhackschnitzel begründet.

Die folgende Abbildung zeigt die erforderliche Gesamt-Primärenergie für die Sammlung und Aufbereitung des ermittelten Potential von 31.500 Mg holziger Biomasse (vor der Aufbereitung und Trocknung) im Vergleich zu dem daraus bereitgestellten Energieinhalt des Brennstoffs. Die eingesetzte Energie entspricht demzufolge 12% der produzierten Energie bzw. unter Berücksichtigung des Kesselwirkungsgrad der Heizanlagen 15% der nutzbaren Energie in Form von Wärme.

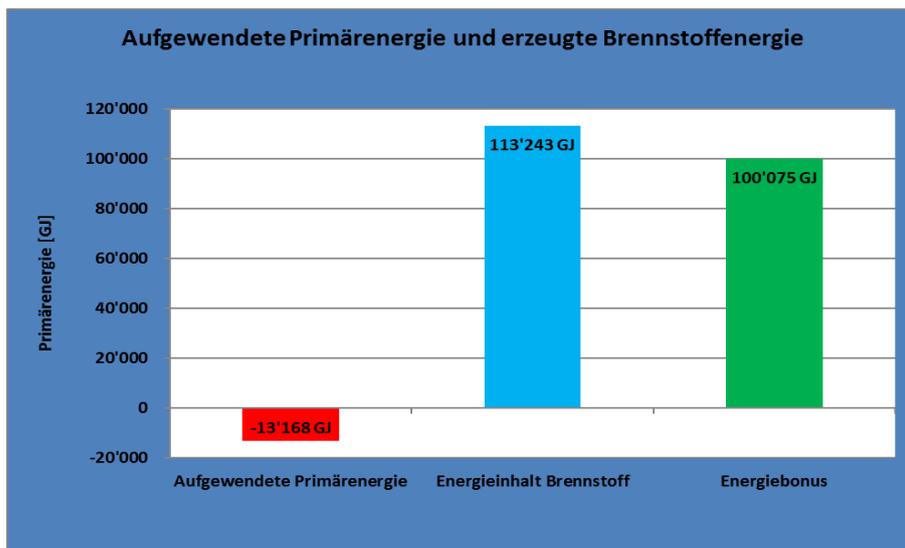


Abbildung 64: Aufgewendete Primärenergie und erzeugte Brennstoffenergie

⁶⁰ (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2010)

8.2.2. CO₂-BILANZ

Während die eingesetzte Energie auf die Frischmasse bezogen wurde, werden im Folgenden die Ergebnisse der CO₂-Bilanz auf die Masse des Brennstoffes und die nutzbare Energie, also mit einem Wirkungsgrad von 80 % des Energiegehaltes, bezogen. Diese Darstellungsform lässt den direkten Vergleich der Ergebnisse mit CO₂-Emissionen anderer Energieträgern zu.

Die Abbildung 65 zeigt die anteiligen Belastungen der verschiedenen Prozessabschnitte in CO₂-Äquivalenten.

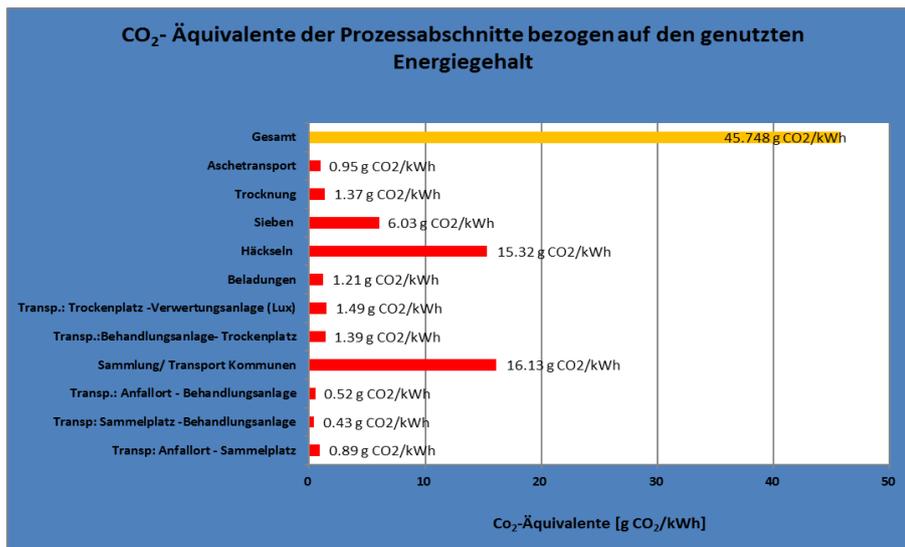


Abbildung 65: CO₂-Äquivalente der verschiedenen Prozessabschnitte

Da die eingesetzte Primärenergie ausschließlich aus Dieselkraftstoff besteht, ergeben sich hinsichtlich der Aufteilung der daraus resultierenden CO₂- Emissionen keine Unterschiede zu der Primärenergie.

Die höchsten Emissionen entstehen durch die kommunale Einsammlung und die Aufbereitung des Grünschnitts.

Eine wichtige Erkenntnis der durchgeführten Bilanzierung ist, dass der geringe Anteil der Emissionen für die Transporte im nicht kommunalen Bereich den Schluss zulässt, dass auch bei einzelnen größeren Abweichungen der Transportwege Anfallort-Sammelplatz und Sammelplatz –Behandlungsanlage bzw. Anfallort-Behandlungsanlage von den hier verwendeten mittleren Entfernungen, die Emissionen aus diesen Biomassen sich nicht wesentlich erhöhen werden.

Hinsichtlich der Gutschriften ergibt sich ein Unterschied zu der Energiebilanz, da hierbei der Wirkungsgrad für bei der Verwertung des Brennstoffes mit 80% berücksichtigt ist.

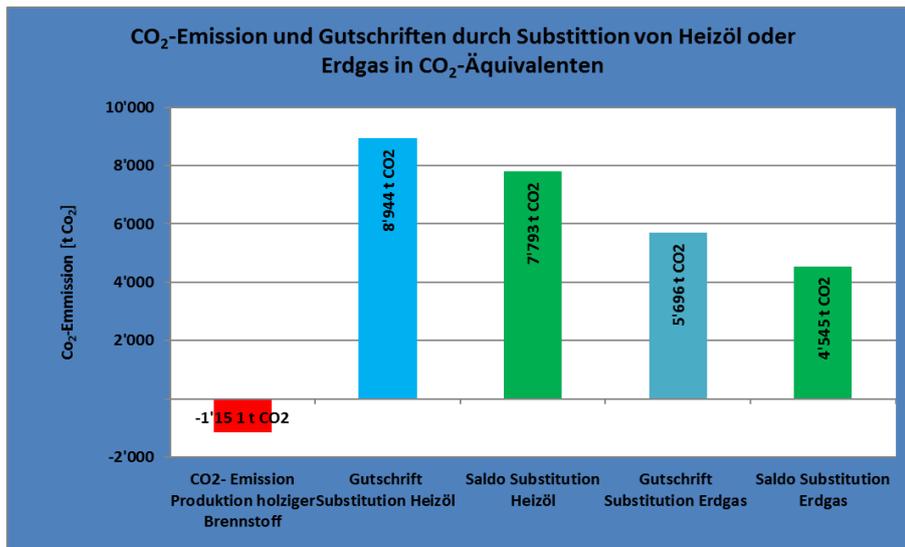


Abbildung 66: CO₂-Emission und Gutschriften durch Substitution von Heizöl oder Erdgas in CO₂-Äquivalenten

Durch die Sammlung, Aufbereitung und thermische Nutzung des landesweiten Potenzials von 31.500 Mg an holzigen Grünabfällen zu 10.050 Mg Brennstoff und die dadurch erreichte Substitution von Heizöl können pro Jahr 7.793 t CO₂ eingespart werden. Auch bei der Substitution von dem emissionstechnischen günstigeren Erdgas liegt die Einsparung noch bei 4.545 t CO₂.

Diese Substitution entspricht einer jährlichen Menge von 2.505.841 l Heizöl⁶¹ oder 1.870.449 m³ Erdgas.



Abbildung 67 CO₂-Einsparung

Für den Fall, dass bei einer Produktion dieser Brennstoffmenge noch keine Luxemburgischen Verwertungsanlagen zur Verfügung stehen sollten und der gesamte Brennstoff im grenznahen Ausland verwertet werden müsste, würden sich die Einsparungen jeweils um ca. 125 t verringern.

⁶¹ Nicht gleichzusetzen mit dem Heizöläquivalent des erzeugten Brennstoffes!

Auch der Vergleich mit den spezifischen CO₂- Emissionen anderer Energieträgern in Tabelle 41 zeigt, dass der durch eigene Berechnungen ermittelte Wert von 0,046 kg CO₂- eq pro kWh durchaus mit den Emissionen anderer holzigen Biomassen vergleichbar ist. Die Abweichung nach oben ist hauptsächlich durch die höheren Energieaufwendungen bei der Sammlung bedingt.

Energieträger	Quelle/ Berechnungsgrundlage	CO ₂ -Äq.(kg/kWh)
Holzhackschnitzel aus Grünschnitt	Eigene Berechnung	0,0458
Holz-Pellets	GEMIS	0,0270
Holz-Hackschnitzel	GEMIS	0,0240
Stückholz	GEMIS	0,0190
Strom (Mix Luxemburg)	Enovos 2015	0,240
Heizöl	GEMIS	0,319

Tabelle 41: Vergleich des ermittelten Wertes für die CO₂- Emissionen verglichen mit anderen Energieträgern⁶²

⁶² (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, 2016)

9. STUFENWEISE UMSETZUNG

Die allein schon aus der Vielzahl der beteiligten Akteure, aber auch der Herstellung bzw. Inbetriebnahme der erforderlichen Infrastruktur resultierende Komplexität des vorgeschlagenen Konzeptes wird aller Voraussicht nach eine sofortige und vollumfängliche Umsetzung verhindern. Eine stufenweise Umsetzung ist demnach anzustreben.

Der **erste Schritt** sollte die bauliche Ausführung der Trocknungs- und Lagerplätze sein. Gegebenenfalls für die Sammlung noch erforderliche Lager- und Häckselplätze könnten parallel errichtet werden.

Nach Fertigstellung der Trocknungs- und Lagerplätze kann in einem **zweiten Schritt** die Produktion des Brennstoffes aus den kommunal erfassten Mengen erfolgen. Dies erlaubt allen Beteiligten mit einer noch begrenzten Menge an Material, ausreichend Betriebserfahrungen zu sammeln und damit die Effizienz des Gesamtsystems auch unter Volllast sicherzustellen. Parallel hierzu kann die Vermarktung des aufbereiteten und getrockneten Brennstoffes beginnen.

Die Verwertung der sonstigen gesammelten Mengen sollte in diesem Zeitraum in Anlagen erfolgen die auf die Verwertung von lediglich gehäckseltem aber nicht gesiebttem und/oder getrocknetem Material ausgelegt sind. Entsprechend geeignete Anlagen sind im angrenzenden Ausland vorhanden.

Der **dritte** und letzte **Schritt** wäre die sukzessive Aufnahme der Brennstoffproduktion aus den vorgenannten, bis dahin lediglich gehäckselte verwerteten Mengen.

Die vorgeschlagene schrittweise Umsetzung würde nicht nur den zielgerichteten Aufbau der Brennstoffproduktion ermöglichen, sondern auch den nötigen zeitlichen Freiraum für die bauliche Ausführung von energetischen Verwertungsanlagen innerhalb Luxemburgs schaffen.

Zusammenfassend wird die Umsetzung des Gesamtsystems in folgenden vier Stufen vorgeschlagen.

- Stufe 1. Bauliche Umsetzung der Trocknungs- und Lagerplätze sowie, falls erforderlich, der zusätzlichen Sammel- und Häckselplätze;
- Stufe 2. Brennstoffproduktion aus den kommunal erfassten Mengen und energetische Verwertung der gehäckselten aber nicht gesiebten und/oder getrockneten sonstigen Mengen;
- Stufe 3. Brennstoffproduktion aus allen betrachteten Stoffströmen.

10. MANAGEMENT UND STEUERUNG

In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits mehrfach die Einrichtung eines Biomasse-Management-Systems angesprochen und empfohlen.

Hintergrund dieser Empfehlung sind vor allem die zu erwartenden Koordinierungsfragen im Zusammenhang mit der Durchführung der Sammlungen im nicht kommunalen betreuten Bereich, aber auch die grundsätzlich möglichen Ausnahmen im Rahmen der Erfassung/Sammlung. Die zentrale Steuerung der Verwertung ist, insbesondere in dem Zeitraum in dem die Verwertung innerhalb Luxemburgs noch nicht sichergestellt ist, ein weiterer Aspekt des Gesamtkonzeptes, der von einem zentralen Managementsystem profitieren würde.

Die Aufgaben des Biomasse-Management Systems bzw. des im Realisierungsfall einzusetzenden Biomasse-Managers wären im Wesentlichen:

- Erstellung einer Datenbank von Landwirten und Dienstleistern, die grundsätzlich für die Abholung/Sammlung und/oder Häckselung von holzigem Grünschnitt in Frage kommen;
- Organisation der Sammlungstouren, insbesondere bei Kleinproduzenten zur Minimierung des Sammlungsaufwandes und zur optimalen Ausnutzung der Transportvolumina;
- Organisation der Transporte zwischen den Sammel- und Häckselplätzen, den Behandlungsanlagen, Trocknungs- und Lagerplätzen sowie den Verwertungsanlagen;
- Kosten- und Ertragsmanagement zur gerechten Verteilung der Lasten und Erlöse zwischen den beteiligten Akteuren;
- Durchführung von Einzelfallprüfungen vor Ort bei beantragten Ausnahmeregelungen z.B. auf Grund von nicht ausreichender Zugänglichkeit des Anfallortes;
- allgemeine Koordination von Lohnunternehmern, ggf. auch durch Koordination der erforderlichen Ausschreibungen und Bündelung von zu erbringenden Leistungen durch Dritte;
- Durchführung von Verhandlungen mit nicht kommunalen Verwertern zur Sicherstellung einer optimalen Preisgestaltung;
- Verteilung von vorhandenen Kapazitätsreserven auf den einzelnen Behandlungsanlagen und/oder Trocknungsplätzen bei Engpässen und/oder Überkapazitäten;
- Moderation von Gesprächen im Falle von Problemen bei der Brennstoffversorgung oder der Brennstoffbereitstellung;
- administrative Hilfe bei der Organisation von Transporten ins Ausland (Notifizierung);
- Kooperationen und Dialog mit betroffenen Akteuren.

11. RECHTLICHE ASPEKTE

Der als Grundlage für die Herstellung des geplanten Brennstoffes genutzte holzige Grünschnitt fällt nach derzeitigem Kenntnisstand als Abfall (CED 02 01 03) an. Aus dieser Einstufung resultieren in Bezug auf die geplante Brennstoffproduktion verschiedene Fragen, die im Zuge der Umsetzung beantwortet werden sollten.

An erster Stelle ist hier die gängige Nutzung des anfallenden Stammholzes als höherwertiger Brennstoff zu sehen. Die anfallenden Hölzer werden derzeit oftmals gehackt und als zu den klassischen Waldhackschnitzeln analoger Brennstoff verkauft oder direkt als Scheitholz genutzt. Geht man davon aus, dass die geeigneten und im Rahmen des Grünschnittes anfallenden Hölzer auch zukünftig als Abfall anzusehen sind, würde diese derzeit praktizierte und auch sinnvolle Nutzung formal betrachtet dem geltenden Recht widersprechen.

Es wird daher empfohlen, hier eine eindeutige Regelung zu finden, die es ermöglicht, die oben genannten Hölzer aus der Abfalldefinition herauszunehmen. Vorstellbar wäre hier zum Beispiel eine Definition auf der Basis des Stammdurchmessers. Hier erscheint nach derzeitigem Kenntnisstand ein Durchmesser von 7cm als angemessen.

Aber auch die Errichtung und der Betrieb der vorgesehenen Sammel- und Häckselplätze sowie der Trocknungsplätze und Lager wird durch die Tatsache, dass es sich bei den betrachteten Stoffströmen um Abfälle handelt, beeinflusst.

Beispielhaft sei an dieser Stelle erwähnt, dass selbst die vorgesehenen Brennstofflager auf Grund Ihrer Größe unter die Bestimmungen des règlement grand-ducal vom 10 Mai 2012 (Nr. 040303, 02 capacité de stockage maximale de bois de plus de 300 m) fallen und demnach als Anlagen der Klasse 1 einzustufen sind. Aber auch für die anderen vorgesehenen baulichen Einrichtungen (Sammel- und Häckselplätze, Trocknungsplätze) fallen unter die Bestimmungen des oben genannten règlement grand-ducal.

Aus dieser Einstufung resultieren insbesondere im Hinblick auf die Flächenabdichtung und die Wasserfassung ggf. Anforderungen an die Plätze, die vor dem Hintergrund des zu handhabenden unkritischen Materials ggf. zu überdenken sind.

Es wird daher an dieser Stelle empfohlen, vor der Realisierung neuer Plätze und/oder der Nutzung vorhandener Plätze, eine eindeutige Liste der zu stellenden Mindestanforderungen auszuarbeiten, die den Anforderungen des Materials angemessen sind. Dies betrifft zusätzlich natürlich auch die ggf. seitens der ITM an die technische Ausstattung und den Betrieb der Plätze gestellten Anforderungen.

Schlussendlich wird auch die mögliche Vermarktung des erzeugten Brennstoffes durch die Einstufung des Brennstoffes als Produkt oder als Abfall erheblich beeinflusst. Dieser Punkt ist innerhalb Luxemburgs, insbesondere aber bei einer Verwertung im Ausland, von entscheidender Bedeutung, da die Biomasse im Falle der Beibehaltung des Abfallstatus in den meisten bestehenden Anlagen nicht verwertet werden könnte. Hintergrund dieser Tatsache ist die in der Regel nicht vorhandene Genehmigung zur Verbrennung von Abfällen.

Aber auch die Transporte ins Ausland würden durch die Beibehaltung des Abfallstatus erheblich erschwert (notification des transferts de déchets).

Eine Einstufung des Brennstoffes gemäß Artikel 7(4) des Gesetzes vom 21. März 2012 und die damit verbundene Zuerkennung des Statutes „fin de déchet“ ist somit ein wesentlicher Baustein des Gesamtkonzeptes.

Es wird daher empfohlen, zeitnah ein Nachweis- und ggf. Analyseprogramm auszuarbeiten, dass eine möglichst entsprechende Einstufung ermöglicht.

12. FAZIT UND WEITERE EMPFEHLUNGEN

Biomasse ist die wichtigste regenerative Energiequelle, da sie zwischengelagert und gezielt eingesetzt werden kann. Hierbei spielt die holzige Biomasse eine besonders wichtige Rolle, da sie unter anderem keine Konkurrenz zum Anbau von Futter- und Lebensmitteln darstellt.

Die Potentialermittlung hat gezeigt, dass im Großherzogtum Luxemburg jährlich ca. 10.050 Mg energetisch verwertbare Biomasse mit einem Heizöläquivalent von ca. 3.150.000 l erzeugt und zumindest mittelfristig effizient im Land genutzt werden kann.

Auch die durchgeführten Energie- und CO₂-Bilanzierungen schlossen mit eindeutig positiven Ergebnissen.

Sie kann also einen nennenswerten und ökologisch sinnvollen Beitrag zur Energieversorgung des Landes leisten.

Allein dieser Punkt rechtfertigt die Nutzung des anfallenden holzigen Grünschnittes als Brennstoff.

Darüber hinaus wurde in den vorangegangenen Kapiteln ein Konzept zur Erfassung, Aufbereitung und Verwertung des holzigen Grünschnittes entwickelt, welches einerseits auf der Nutzung bestehender Strukturen wie der vorhandenen Kompostierungsanlagen und der Landwirtschaft und andererseits auf der zielgerichteten Aufbereitung fußt. Ein weiterer wesentlicher Baustein wird das Zusammenwirken der beteiligten Kommunen, der öffentlichen Verwaltungen, der Landwirtschaft, der Abfallsyndikate, der Naturparkverwaltungen, Naturschutzsyndikate etc. sein.

Wesentliche Eckpunkte des Systems sind:

- Erfassung der anfallenden Mengen unter Einbeziehung der Landwirtschaft sowie kombinierter Lade- und Zerkleinerungstechnik unter Berücksichtigung der stoffstromspezifischen Eigenheiten;
- Sammlung und Häckselung auf zentralen Plätzen;
- Siebung und Konfektionierung des Brennstoffes auf den vorhandenen biologischen Behandlungsanlagen;
- Nutzung der durch die Erzeugung des Brennstoffes freiwerdenden Kompostierungskapazitäten zur Kompostierung der anfallenden Siebreste;
- Trocknung und Lagerung des Brennstoffes auf zusammengefassten Trocknungs- und Lagerplätzen;
- Lagerung des Brennstoffes über die warmen Jahreszeiten;
- Energetische Verwertung des Brennstoffes im In- und Ausland mit mittelfristigem Schwerpunkt auf der energetischen Verwertung innerhalb Luxemburgs.

Mit dem Ziel einer ggf. notwendigen Reduzierung der auf den biologischen Behandlungsanlagen zu handhabenden Mengen wurden darüber hinaus auch mögliche Alternativen zu der auf den vorhandenen biologischen Behandlungsanlagen vorgesehenen Siebung und Konfektionierung aufgezeigt.

Auch wenn die angestellten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gezeigt haben, dass die Erlöse, nach derzeitiger Marktlage in Höhe von maximal 465.000 € die zu erwartenden jährlichen Gesamtkosten von ca. 1.130.000 € (Verwertung im Ausland) bzw. 970.00 €⁶³ (Verwertung in Luxemburg) nicht decken werden, so liegen die Gesamtkosten dennoch unter denen alternativer abfallwirtschaftlicher Behandlungsformen.

⁶³ Der Brennstoffpreis ergibt sich damit zu ca. 100-113€/Mg.

Darüber hinaus haben die angestellten Betrachtungen gezeigt, dass die zukünftige technische, wirtschaftliche und ökologische Verwertung des erzeugten Brennstoffes im Allgemeinen und mittelfristig auch innerhalb des Großherzogtums Luxemburg als realistisch angesehen werden kann.

Zusammenfassend kann daher die Herstellung eines energetisch verwertbaren Brennstoffes auf der Basis holziger Biomasse empfohlen werden.

Zur Umsetzung des Systems werden die folgenden Schritte vorgeschlagen.

- Politische Entscheidungsfindung über die vorgeschlagenen Maßnahmen;
- Durchführung von gestaffelten Akteurskonferenzen mit den wesentlichen Beteiligten auf der Erzeuger- und der Verwerterseite;
- Darauf aufbauende Verifizierung des Konzeptes im Allgemeinen und im Hinblick auf die räumlichen Aspekte der vorgeschlagenen Sammlung und Verarbeitung im Besonderen;
- und letztendlich die stufenweise Umsetzung des vorgeschlagenen Konzeptes.

Rümelingen, den 12. Mai 2017



Dipl.-Ing. Helge Dorstewitz