

Inhaltsverzeichnis

1	<u>EINLEITUNG</u>	1
1.1	KLIMASCHUTZ MITTELS BIOENERGIE UND GRÜNER LOGISTIK	1
1.1.1	KLIMAPOLITIK	3
1.1.2	BIOENERGIE	4
1.1.3	GRÜNE LOGISTIK	6
1.2	ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE	9
2	<u>STAND DER WISSENSCHAFT</u>	11
2.1	BEWERTUNG VON UMWELTWIRKUNGEN	11
2.1.1	UMWELTWIRKUNGEN	11
2.1.2	METHODEN ZUR BEWERTUNG VON UMWELTWIRKUNGEN	12
2.2	VON DER BIOMASSE ZUR BIOENERGIE	18
2.2.1	DEFINITION VON BIOMASSE	18
2.2.2	BIOENERGIE	19
2.2.3	HOLZQUELLEN	20
2.2.4	HOLZBRENNSTOFFE	23
2.3	STAND DER MODELLIERUNG ZUR ÖKONOMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG	27
2.4	ABGRENZUNG UND HANDLUNGSBEDARF	32
3	<u>SYSTEMANALYTISCHE BETRACHTUNG DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG</u>	35
3.1	PROZESSE DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG	35
3.1.1	VISUALISIERUNG DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG MITTELS PROZESSKETTEN	35
3.1.2	BIOMASSEQUELLEN	36
3.1.3	TRANSPORT UND UMSCHLAG VON BIOMASSE	37
3.1.4	BIOMASSELAGERUNG	40
3.1.5	AUFBEREITUNG DER BIOMASSE ZU BRENNSTOFFEN	41
3.2	ALLGEMEINE SYSTEMATIK FÜR BIOMASSEBEREITSTELLUNGSKETTEN	42
3.2.1	WALDHACKSCHNITZEL	42
3.2.2	SCHEITHOLZ	43
3.2.3	KURZUMTRIEBSHOLZ	44
3.2.4	STRABENBEGLEITHOLZ	45
3.2.5	SCHIENENBEGLEITHOLZ	46
3.2.6	INDUSTRIEHOLZ	46
3.2.7	ALTHOLZ	46
3.3	BEREITSTELLUNGSKETTEN DER STRABENBEGLEITHOLZPFLEGE	47
3.3.1	INTERNE MAßNAHMEN	48
3.3.2	EXTERNE MAßNAHMEN	50
3.4	ZUSAMMENFASSUNG DER SYSTEMANALYSE	51

4	METHODENENTWICKLUNG	53
4.1	METHODISCHE GRUNDLAGEN	53
4.1.1	ÖKOEFFIZIENZ VON LOGISTIKSYSTEMEN	53
4.1.2	KONGRUENTER BETRACHTUNGSRAUM	54
4.1.3	KAPAZITÄTSBESTIMMUNG	55
4.1.4	VERDICHUNGSFAKTOR	56
4.1.5	ALLOKATION	56
4.1.6	SPEZIFISCHE KOSTEN UND EMISSIONEN DER PROZESSE	57
4.1.7	KOMPENSATION DURCH OFFSETTING	57
4.2	METHODIK ZUR ÖKONOMISCHEN BEWERTUNG DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG	58
4.2.1	TRANSPORTKOSTEN	59
4.2.2	UMSCHLAGKOSTEN	65
4.2.3	LAGERKOSTEN	66
4.2.4	AUFBEREITUNGSKOSTEN	66
4.3	METHODIK ZUR ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG DER BIOMASSEBEREITSTELLUNG	67
4.3.1	METHODISCHE GRUNDLAGEN	68
4.3.2	TRANSPORTEMISSIONEN	72
4.3.3	EMISSIONEN DURCH UMSCHLAG, LAGERUNG UND AUFBEREITUNG	77
4.4	ANALYSE UND AUSWAHL VON KATALOGEN ZU EMISSIONSFAKTOREN	78
4.4.1	BESTEHENDE DATENSÄTZE FÜR DIE ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG	79
4.4.2	BEWERTUNG UND AUSWAHL GEEIGNETER DATENSÄTZE	84
4.5	DARSTELLUNGSFORMEN FÜR BEWERTUNGSERGEBNISSE	86
4.6	ZUSAMMENFASSUNG DER METHODIK	89
5	BEWERTUNGSMODELL	91
5.1	ÖKONOMISCHE BEWERTUNG VON BIOMASSEBEREITSTELLUNGSPROZESSEN	91
5.1.1	TRANSPORT	91
5.1.2	UMSCHLAG	96
5.1.3	LAGERUNG	97
5.1.4	AUFBEREITUNG	99
5.2	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG VON BIOMASSEBEREITSTELLUNGSPROZESSEN	101
5.2.1	TRANSPORT	101
5.2.2	UMSCHLAG	106
5.2.3	LAGERUNG	106
5.2.4	AUFBEREITUNG	107
5.3	ZUSAMMENFASSUNG DES MODELLS	107
6	ÖKOEFFIZIENZBEWERTUNG	111
6.1	INSTRUMENTARIUM ZUR ÖKONOMISCH-ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG VON LOGISTIKSYSTEMEN	111
6.2	ÖKOEFFIZIENZBEWERTUNG VON BIOMASSEBEREITSTELLUNGSSZENARIEN	112
6.2.1	EINFLUSS VON ENTFERNUNG UND STRABENTYP	112
6.2.2	EINFLUSS VON TRANSPORTMITTELN	115
6.2.3	ÖKOEFFIZIENZ GANZER BEREITSTELLUNGSKETTEN	117
6.3	ZUSAMMENFASSUNG DER SZENARIEN	120

x Bewertung der Ökoeffizienz von Logistiksystemen
am Beispiel der Biomassebereitstellung

7	ANWENDUNGSBEISPIEL	123
7.1	MOBILISIERUNG HAMBURGER HOLZES FÜR DIE ENERGETISCHE VERWERTUNG	123
7.2	PROZESSANALYSE DES MOBILISIERUNGSKONZEPTS	124
7.2.1	HACKSCHNITZEL	126
7.2.2	SHREDDERHOLZ	126
7.2.3	SCHEITHOLZ	126
7.2.4	ANLIEFERUNG DES HOLZES AUS DEN PFLEGEMABNAHMEN	127
7.3	BEWERTUNG DES BETRACHTETEN BIOMASSEBEREITSTELLUNGSSYSTEMS	127
7.3.1	TRANSPORTLEISTUNG DER ENERGIEHOF-SZENARIEN	128
7.3.2	ÖKOEFFIZIENZ DER ENERGIEHOF-SZENARIEN	129
7.3.3	VALIDIERUNG DES MODELLS	133
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	135
9	GLOSSAR	139
10	LITERATURVERZEICHNIS	142
11	VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN UND FORMELZEICHEN	161
12	ANHANG	169