

Martin Strobl, München

# Bewertungsmethode der Biomasse-Erntelogistik

*Die Biomasse-Erntelogistik gewinnt aufgrund der größer werdenden Umschlagsmengen – beispielsweise für wachsende Milchviehbestände oder Biogasanlagen - an Bedeutung. Ziel und Aufgabe der Ökonomie sind dabei neben der Durchführung der Abrechnung einer Erntemaßnahme vor allem auch das Aufzeigen von Optimierungspotenzialen durch die Schaffung von Transparenz sowie die Sicherstellung der maßnahmenübergreifenden vertikalen und horizontalen Vergleichbarkeit.*

*Der vorliegende Beitrag zeigt exemplarisch die Methode, beginnend bei der auswertungsorientierten Datenerfassung bis hin zu ausgewählten vergleichbaren Kennzahlen.*

Dipl.-Ing.agr. Martin Strobl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrarökonomie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Menzinger Str. 54, 80638 München, e-mail: martin.strobl@LfL.bayern.de.

Dieser Beitrag aus der Arbeitsgruppe für Ökonomie nachwachsender Rohstoffe am Institut für Agrarökonomie (Leiter: Dipl.-Ing.agr. Ulrich Keymer) entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens „Wirtschaftlichkeitskontrolle von Biogasanlagen“ im Auftrag des BStLF. Das Projekt ist grundlegender Baustein einer externen Promotion am Weihenstephaner Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus der Technischen Universität München (Ordinarius: Prof. Dr. A. Heißenhuber).

## Schlüsselwörter

Biomasse, Erntelogistik, Kennzahlen, Verfahrensvergleich

## Keywords

Biomass, harvest logistics, operating figures, process comparison

**B**iomasse-Erntelogistik beschränkt sich nicht auf Biomasse-Transport. Vielmehr handelt es sich hierbei um die drei Prozessglieder Ernte, Transport und Einlagerung sowie deren Zusammenspiel. Die klassische Optimierung der Erntelogistik verfolgt derzeit überwiegend ökonomische und prozesstechnische Ziele (Kostenminimierung und Maximierung der Prozessleistung). Steigende Treibstoffpreise führen dazu, dass auch ökologische Optimierung allein schon aus ökonomischen Gründen sinnvoll wird (Minimierung des Treibstoffeinsatzes).

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich in diesem breiten Feld auf die Darstellung einer nachvollziehbaren Methode zur Berechnung leicht verständlicher Kenngrößen mit dem Ziel, sowohl horizontale als auch vertikale Vergleiche der gesamten Maßnahme sowie einzelner beteiligter Maschinen zu ermöglichen. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Datenerfassung.

### Datenerfassung

Die zur Kennzahlenberechnung notwendigen Ausgangsdaten fallen überwiegend während der Erntemaßnahme selbst an. Es besteht daher die Gefahr, entweder durch eine zu intensive Datenerfassung die eigentlichen Erntearbeiten stark zu beeinträchtigen oder durch eine lückenhafte Datenerfassung

Tab. 1: Informationsquellen zur Kenngrößenberechnung

Table 1: Source of information to determine the key figures

Informationsquelle source of information	Einheit unit	Erfassung data entry	Dokumentation documentation
<b>Frischmasse-Lagereingang</b> incoming biomass (fresh)	[t], ([t FM])	Fuhrwerkswaage vehicle weighing machine	Wiegeschein weight note
<b>Kraftstoffeinsatz</b> required fuel	[l]	Zapfsäule filling pump	Tankliste fuel note
<b>Maschineneinsatz</b> machine usage	[h], ([Mh])	Betriebsstundenzähler engine hour meter	Tankliste fuel note
<b>Arbeitskräfteeinsatz</b> worker usage	[h], ([Akh])	Arbeitskraft worker	Formblatt form
<b>Trockenmasseanteile</b> percentage fresh weight	[%]	Schnellbestimmung, Labor laboratory	Protokoll, Wiegeschein lab report
<b>Kontoumsätze</b> account turnover	[€], [\$]	Kreditinstitut credit institution	Kontoauszug abstract of account

die notwendige Mindestdatentiefe und -qualität zu verfehlen. Anzustreben ist eine auswertungsorientierte Datenerfassung. Diese bedient sich grundsätzlich der sechs in *Tabelle 1* dargestellten Informationsquellen.

Langfristig ist es denkbar, einen Großteil der in *Tabelle 1* aufgelisteten Informationen in möglichst automatisierter Form ohne weitere manuelle Eingaben zu erfassen und diese nach einer Informationsverarbeitung in einer Qualität zu dokumentieren, wie sie unmittelbar zur Kenngrößenberechnung benötigt wird. Kurz- bis mittelfristig wird aber die manuelle Erfassung weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Auf sie wird im Folgenden näher eingegangen.

### Frischmasse-Lagereingang

Der Frischmasse-Lagereingang wird von einer Fuhrwerkswaage in der Einheit Kilogramm Frischmasse [kg] erfasst und über Wiegescheine dokumentiert. Ein Wiegeschein enthält standardmäßig Informationen zum Transportfahrzeug (KFZ-Kennzeichen), die Uhrzeit der Wiegung, das Leer- und Vollgewicht sowie die Biomasseart und wird für jedes am Lager ankommende Fahrzeug ausgegeben. Zum Zwecke der Abrechnung oder für detailliertere Auswertungen sollte der Wiegeschein zusätzlich die Informationen zum anliefernden Flurstück und dessen Bewirtschafter enthalten. Das Leergewicht einer Transporteinheit kann stichprobenartig erfasst werden.

### Kraftstoffeinsatz

Der Kraftstoffeinsatz wird von einem Zählwerk an der Tankstelle in der Einheit Liter [l] erfasst und auf einer Tankliste dokumentiert. Die Tankliste enthält das Tankdatum, die Kennung der betankten Maschine (KFZ-Kennzeichen) sowie die getankte Kraftstoffmenge. Eine Maschine beginnt und beendet den täglichen Einsatz mit vollem Kraftstofftank. Dies gilt für alle Maschinen im Lager, des Transports sowie der Ernte.

Abgrenzung: Erntemaßnahme (Gesamt) scope: harvest logistics (total)		Frischmasse fresh weight [t]	Trockenmasse* dry weight [t]
Total		8.252	2.599
Kraftstoff fuel usage [l]	16.270	1,97	6,26
Frischmasse fresh weight [t]	8.252	1,00	3,18
Trockenmasse dry weight [t]	2.599	0,315	1,00
Maschineneinsatz machine usage [h]	776	0,09	0,30
Arbeitskräfteeinsatz worker usage [h]	795	0,10	0,31
Umsatz turnover [€], [\$]	-48.120	-5,83	-18,51

Tab. 2: Kennzahlenmatrix "Kostenträger"

Table 2: Key figure matrix "cost unit"

\* erfasster Trockenmasseanteil / recorded percentage of dry weight: 31,5 %

### Maschineneinsatz

Der Maschineneinsatz wird vom Betriebsstundenzähler der beteiligten Maschine in der Einheit Stunden [h] erfasst und auf der Tankliste nach jedem Tankvorgang dokumentiert. Diese Dokumentation erfolgt erfahrungsgemäß ebenfalls auf der bereits erwähnten Tankliste, erweitert um Informationen zum Maschinenstundenzählerstand. Bei Maschinen mit Kilometerzählern (etwa LKW) werden zusätzlich die gefahrenen Kilometer notiert. Bei jedem Tankvorgang wird der Maschinenstundenzählerstand auf der Tankliste notiert.

### Arbeitskräfteeinsatz

Der Arbeitskräfteeinsatz wird von den Arbeitskräften selbst in Stunden [h] erfasst und auf einem Formblatt dokumentiert.

### Trockenmasseanteile

Die Trockenmassenanteile werden ladungsspezifisch durch eine Schnellbestimmungswaage oder einen Trockenschrank in der Einheit Prozent [%] erfasst und auf dem der Ladung zugehörigen Wiegeschein dokumentiert. Die Probenahme erfolgt an mehreren Stellen direkt im Anschluss an den Entladevorgang, weil hier eine erneute Durchmischung der Fahrzeugladung zu erwarten ist.

### Kontoumsätze

Die Kontoumsätze als quasi pagatorische Kosten werden durch das Kreditinstitut erfasst und sind in Form eines Kontoauszugs oder Export einer Kontoführungssoftware dokumentiert. Die Kontoumsätze dienen vor allem der Nachkalkulation auf Basis des generell angefallenen Zahlungsverkehrs.

## Kennzahlen

Mit eingeschränkter Aussagekraft sind die absoluten Werte bereits ohne weitere Verrechnung als Kennzahlen zu nutzen. Wiederholt sich beispielsweise eine Erntemaßnahme annähernd „ceteris paribus“ (etwa Grasernte bei identischer Erntefläche mit identischen Lager-, Transport- und Erntemaschinen), ist der direkte maßnahmenübergreifende Vergleich möglich. Einen besseren Vergleich erlaubt jedoch die Erstellung von Kennzahlenmatrizen. Im Folgenden werden zwei beispielhafte Matrizen vorgestellt.

### Kennzahlenmatrix mit Kostenträgerbezug

Der Begriff Ressourceneinsatz steht allgemein für den Umfang aller für die Erntemaßnahme eingesetzten Maschinen, Arbeitskräfte und Betriebsmittel. Aus ökonomischer Sicht ist die geerntete, transportierte und eingelagerte Tonne Frischmasse (oder Trockenmasse) der Kostenträger. Auf den Kostenträger werden in Form einer Matrix alle Einsatzmengen bezogen (Tab. 2). Die Zeilen der Matrix listen die einzelnen erfassten Einsatzmengen, die Spalten enthalten die gewünschten Kostenträger. Die Matrix ist beliebig zu erweitern.

Table 2 enthält – mit Ausnahme der Umsätze – reelle Zahlen einer Maiserntelogistik aus dem Jahr 2007. Der Kraftstoffverbrauch für die Ernte, den Transport und die Einlagerung betrug bei dieser Erntemaßnahme in der Summe 1,97 Liter je Tonne Frischmasse oder umgerechnet 6,26 Liter je Tonne Trockenmasse. Betrachtet man in einem zweiten Beispiel den durch die Maisernte verursachten negativen Umsatz (= Auszahlungen) von -48.120 € (\$), so schlug diese Maisernte liquiditätswirksam mit -5,83 € (\$) je Tonne Frischmasse zu Buche.

Table 2 zeigt die Kennzahlen der gesamten Erntemaßnahme „en bloc“. In Abhängigkeit der Datenerfassungstiefe können mit dieser Methode aber auch einzelne Prozessglieder (Ernte, Transport, Einlagerung) oder noch detaillierter einzelne Maschinen der Erntelogistik abgebildet und damit getrennt mit identischer Methode bewertet werden.

### Kennzahlenmatrix zur Prozessleistung und -effizienz

Aus der Spiegelung der Ressourceneinsatzmatrix resultiert die Matrix zur Prozessleistung und -effizienz. Table 3 konzentriert sich im vorliegenden Beispiel auf die Darstellung des Maschinen- und Kraftstoffeinsatzes, beide jeweils zusätzlich aufgeschlüsselt nach den Prozessgliedern Ernte, Transport und Einlagerung. Die Werte stammen von der mit Table 2 identischen Erntekette.

Abgrenzung: Erntemaßnahme (Gesamt und Prozesskettenglieder) scope: harvest logistics (total and process chain links)		Maschineneinsatz machine usage [h]				Kraftstoffeinsatz fuel usage [l]			
		Total	Ernte	Transport	Einlagerung	Total	Ernte	Transport	Einlagerung
		total	harvest	transport	storage	total	harvest	transport	storage
Total		776	95	468	213	16.270	7.750	4.540	3.980
Frischmasse fresh weight [t]	8.252	10,6	86,9	17,6	38,7	0,51	1,06	1,82	2,07
Trockenmasse* dry weight [t]	2.599	3,3	27,4	5,6	12,2	0,16	0,34	0,57	0,65

\* erfasster Trockenmasseanteil / recorded percentage of dry weight: 31,5 [%]

Die Spalte Maschineneinsatz erlaubt die exemplarische Diskussion der Prozessleistung. Auf die Frischmasse bezogen erreicht das Prozessglied Ernte (die Erntemaschine) knapp 87 Tonnen je Einsatzstunde, während im Prozessglied Transport innerhalb einer Einsatzstunde eines Fahrzeugs lediglich 17,6 Tonnen umgeschlagen werden. Das vorliegende Verhältnis dieser beiden Prozessleistungs-Kennzahlen von 1:4,9 erfasst wiederum die Beziehung zwischen einzelnen Prozesskettengliedern in Zahlen. Aufgrund der höheren Leistung musste eine Erntemaschine mit knapp fünf Transporteinheiten bedient werden.

Die Spalte Kraftstoffeinsatz aus Tabelle 3 ermöglicht die Diskussion der Prozesseffizienz. Der bereits in Tabelle 2 erwähnte gesamte Kraftstoffverbrauch von 16270 Litern ist nach Prozessgliedern aufgeschlüsselt dargestellt. In der Summe konnte mit einem Liter Kraftstoff 0,51 Tonnen Frischmasse geerntet, transportiert und eingelagert werden. Je Liter Kraftstoff konnten frischmassebezogen entweder 1,06 Tonnen geerntet, 1,82 Tonnen transportiert oder 2,07 Tonnen eingelagert werden. Diese Effizienzkennzahlen erleichtern besonders den direkten Vergleich einzelner Maschinen (etwa Transportfahrzeug 1 gegen Transportfahrzeug 2) sowie den maßnahmenübergreifenden Vergleich.

## Fazit

Auch bei der Erntelogistik gilt: Die Qualität der Datengrundlage bestimmt die Güte der daraus berechneten Kennzahlen. Derzeit findet die zur Berechnung notwendige Datenerfassung überwiegend manuell statt und bedarf eines bewussten Verhaltens während der Erntemaßnahme. An den zwei Kennzahlenmatrizen zum Ressourceneinsatz sowie der Prozessleistung und -effizienz werden die vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten nur angedeutet. Aus Sicht des Autors besteht die zukünftige Herausforderung mit dem Ziel einer vollautomatisierten Datenerfassung und -auswertung nicht nur in der Sensortechnik, sondern aufgrund der verschiedensten Informationsquellen vor allem im innerbetrieblichen oder webbasierten Informationsmanagement.

Tab. 3: Kennzahlenmatrix „Prozessleistung und -effizienz“

Table 3: Key figure matrix "process performance and efficiency"