

Im Zusammenhang mit dem ständig steigenden Energiebedarf der Landwirtschaft erlangen die Fragen des optimalen Einsatzes der verschiedenen Energieträger immer größere Bedeutung.

Für die Lösung dieser Aufgabe ist die richtige Wahl des wirtschaftlichsten Energieträgereinsatzes eine wesentliche Voraussetzung.

Gegenwärtig wird bei der Planung des Energiebedarfs der Landwirtschaft im wesentlichen von bisherigen Gewohnheiten und von der voraussichtlichen Verfügbarkeit der Energieträger ausgegangen. In Ermangelung entsprechender Voraussetzungen muß hierbei die gleichzeitige Berücksichtigung ökonomischer und gesamtenergetischer Gesichtspunkte vernachlässigt werden.

Zur weitgehenden Beseitigung dieses Mangels wurde deshalb vom Verfasser ein Verfahren zur Bewertung verschiedener Energieträger ausgearbeitet und auf die wichtigsten Wärmeprozesse der Landwirtschaft angewendet.

Das Verfahren selbst sowie die damit erzielten Ergebnisse werden in einer Aufsatzreihe dargestellt, die insgesamt 3 Teile umfassen wird; Teil I und II folgen anschließend.

Teil I: Verfahren für eine ökonomische Bewertung verschiedener Energieträger

Im Gegensatz zu den Kraftprozessen und der Beleuchtung in der Landwirtschaft, für die beim gegenwärtigen Stand der Technik der Energieträgereinsatz fast ausschließlich auf Dieselkraftstoff und Elektroenergie beschränkt ist, können für Wärmeprozesse der Landwirtschaft zur Erreichung ein und desselben Zieles sowohl alle festen, flüssigen und gasförmigen Energieträger als auch Elektroenergie eingesetzt werden.

Da aber der Einsatz verschiedener Energieträger mit unterschiedlichem ökonomischem und energetischem Aufwand verbunden ist, ergibt sich die Notwendigkeit einer Auswahl derjenigen Energieträger, durch deren Anwendung die höchste Wirtschaftlichkeit gewährleistet wird.

Zur Erreichung dieses Zieles muß die Wertigkeit der Energieträger bestimmt werden, wofür man folgendes Verfahren anwenden kann.

1. Wahl der Bewertungskriterien

Für eine objektive Bewertung verschiedener Energieträger ist es notwendig, ein Bewertungskriterium zu wählen, das sowohl die ökonomischen als auch die energetischen Zusammenhänge des Energieträgereinsatzes real widerspiegelt.

In den meisten Fällen wurden bisher für diese Zwecke die Selbstkosten benutzt. Die Selbstkosten sind aber als objektives Bewertungskriterium insofern unzureichend, als hierbei der Prozeß der erweiterten Reproduktion unberücksichtigt bleibt, was aber für die Erzielung eines hohen Nutzeffektes der Investitionen unzulässig ist.

Ein weiteres Bewertungskriterium ist der gesamtenergetische Wirkungsgrad als Verhältnis von Nutzenergie zum Aufwand an Naturenergie. Dieses Kriterium läßt zwar deutlich die energetischen Verhältnisse des Energieträgereinsatzes erkennen, vernachlässigt aber in unzulässiger Weise die ökonomische Seite dieses Prozesses, so daß auch der gesamtenergetische Wirkungsgrad als ausschlaggebendes Bewertungskriterium nicht in Frage kommen kann.

Eine Kennziffer, die sowohl die Nachteile der Selbstkosten als auch des gesamtenergetischen Wirkungsgrades nicht aufweist und die somit der oben genannten Forderung weit-

gehend entspricht, ist der gesellschaftliche Aufwand, der durch die sogenannte Aufwandskennziffer ausgedrückt wird.

In Übereinstimmung mit [1] wird die Aufwandskennziffer nach folgender Gleichung bestimmt:

$$g = b + q^n \frac{q-1}{q^n-1} \cdot I \quad [\text{MDN/a}] \quad (1)$$

Es bedeuten:

- g Aufwandskennziffer in MDN/a;
- b jährliche Betriebskosten in MDN;
- q Akkumulationsfaktor (berücksichtigt die volle erweiterte Reproduktion);
- n normale Nutzungsdauer der Anlage in Jahren;
- I Investitionskosten der Anlage in MDN.

Die Betriebskosten werden jeweils als Summe folgender Kostenkomponenten bestimmt:

- a) Bereitstellungskosten für den Energieträger, die der Verbraucher für den Bezug, einschließlich Transport- und Anfuhrkosten, aufzubringen hat. Die Bereitstellungskosten ergeben sich als Produkt der spezifischen Bereitstellungskosten und der Menge des bezogenen Energieträgers. Auf der Grundlage der Preisanordnung 3002 vom 21. Jan. 1964 und 3002/2 vom 2. Dez. 1964 (nach Industriepreisreform) setzen sich die spezifischen Bereitstellungskosten für feste Brennstoffe wie folgt zusammen:

Industrieabgabepreis in MDN/t
+ Zonenfracht in MDN/t
+ Anfuhrkosten in MDN/t

Die spezifischen Bereitstellungskosten für Heizöl werden auf der Grundlage der Preisanordnung Nr. 3033 wie folgt ermittelt:

Großhandelsabgabepreis in MDN/t
+ Lagerpreis in MDN/t
+ Anfuhrkosten in MDN/t

Die spezifischen Bereitstellungskosten für Ferngas und Elektroenergie werden ohne weitere Zuschläge aus der Preisanordnung 3001 entnommen. Diese betragen in jedem Falle:

Für Ferngas 0,16 MDN/m³ i. N.
Für Elektroenergie 0,08 MDN/kWh (bei LS-Tarif).

- b) Lohnkosten für die Bedienung der betrachteten Anlage.
- c) Kosten für Elektroenergie, die für elektrische Antriebe und Beleuchtung (nicht für Wärmegerzeugung) verbraucht wird, d. h. Kosten für Elektroenergie als Hilfsenergie.
- d) Sonstige Kosten für laufende Reparaturen, Hilfsmaterial und sonstiges.

Bei der Ermittlung der Betriebskosten dürfen nach [1] nur die Kosten erfaßt werden, die durch das betrachtete Vorhaben begründet sind. Allgemeine Zuschlagssätze für Gemeinkosten sind nicht anzuwenden.

Der Akkumulationsfaktor wird in Übereinstimmung mit den Festlegungen in [1] für alle betrachteten Varianten gleich 1,13 gesetzt. Das entspricht einer Normrückflußdauer von 10 Jahren.

Die normale Nutzungsdauer der Anlagen wird in Anlehnung an [2] festgelegt.

Die Investitionskosten werden aus Projektunterlagen, Katalogen, Prospekten oder anderen Veröffentlichungen entnommen bzw. geschätzt.

Bei der Anwendung der Gleichung (1) für die Ermittlung des gesellschaftlichen Aufwands beim Einsatz verschiedener

* Institut für Energetik, Leipzig

Energieträger muß unterstellt werden, daß die Bereitstellungskosten für die Energieträger, die auf der Basis der Preisanordnung nach Industriepreisreform bestimmt werden, annähernd den gesellschaftlichen Aufwand für die Bereitstellung der Gebrauchsennergie außerhalb der Anwendungssphäre darstellen.

Diese Unterstellung ist deshalb notwendig, weil der tatsächliche gesellschaftliche Aufwand für die Bereitstellung der Gebrauchsennergie im Bereich der Förderung, Umwandlung und des Transports der Energieträger z. Z. noch nicht bekannt ist und erst im Rahmen anderer Aufgaben ermittelt wird.

Beim Vergleich zweier Varianten des Energieträgereinsatzes mit Hilfe der Aufwandskennziffern g wird in Übereinstimmung mit [1] festgelegt, daß zwei Varianten als gleichwertig zu betrachten sind, wenn die Differenz zwischen beiden Aufwandskennziffern nicht größer ist als 5 %.

Unter Berücksichtigung der Möglichkeit, daß sich in bestimmten Fällen für zwei oder mehrere Energieträger die gleichen oder annähernd gleiche Aufwandskennziffern ergeben können und damit eine eindeutige Entscheidung über den zweckmäßigsten Energieträger wiederum in Frage gestellt wäre, wird in der vorliegenden Ausarbeitung zusätzlich zum Hauptkriterium — der Aufwandskennziffer — der jeweils erforderliche Aufwand an Naturenergie ermittelt. Hierbei wird wie folgt verfahren:

Ausgehend vom jeweiligen Gebrauchsennergiebedarf E_G wird mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren k_u der Aufwand an Naturenergie $E_{Nat.}$ bestimmt.

$$E_{Nat.} = \frac{E_G}{k_u}$$

Die Umrechnungsfaktoren von Verbrauchs- zu Naturenergie wurden auf der Basis der in der „Energiebilanz der DDR 1960“ [3] angegebenen Umwandlungswirkungsgrade durch Näherungsrechnung ermittelt und für die Jahre 1965 und 1970 eingeschätzt.

Hinsichtlich der Wahl der Bewertungskriterien sei zusammenfassend festgestellt, daß die Aufwandskennziffer das geeignetste Kriterium darstellt und deshalb als entscheidendes Hauptkriterium benutzt wird. Zusätzlich und ergänzend wird der Aufwand an Naturenergie angegeben.

2. Festlegung der zu bewertenden Energieträger

Bisher werden für Wärmeprozesse der Landwirtschaft eine Vielzahl von Energieträgern eingesetzt [4]:

Rohbraunkohle	Heizöl
Braunkohlenbriketts	Dieselloststoff
BHT-Koks	Steinkohle bzw. Anthrazit
BS-Koks	Ferngas
Steinkohlenkoks	Elektroenergie
Brennholz	

Der Einsatz dieser Energieträger erfolgt im wesentlichen in Abhängigkeit von den örtlichen Bezugsmöglichkeiten, auf die sich die Abnehmer im Laufe der Entwicklung eingestellt haben.

Für grundsätzliche und auf die Perspektive gerichtete Betrachtungen sind aber nur die Energieträger von Interesse, die die Perspektivenenergiebilanz maßgeblich beeinflussen können. Dies sind in erster Linie Rohbraunkohle, Braunkohlenbrikett, Heizöl, Ferngas und Elektroenergie und im gewissen Grade auch Steinkohle.

Ausgehend davon ist eine Bewertung verschiedener Energieträger für folgende Grundvarianten vorzunehmen:

Variante 1: Rohbraunkohle (RB)	$H_u = 2100 \text{ kcal/kg}$
Variante 2: Braunkohlenbrikett (BB)	$H_u = 4600 \text{ kcal/kg}$
Variante 3: Heizöl, Sorte D (HE-D)	$H_u = 9500 \text{ kcal/kg}$
Variante 4: Ferngas (FG)	$H_u = 3400 \text{ kcal/m}^3$ i. N.

Variante 5: Elektroenergie (EE) $H_u = 860 \text{ kcal/kWh}$

In einigen Fällen wird es für zweckmäßig erachtet, die Grundvarianten V 1 bis V 5 durch zusätzliche Varianten zu ergänzen:

Variante 3': Heizöl, Sorte B (HE-B) $H_u = 9500 \text{ kcal/kg}$

Variante 4': Ferngas bei direkter Beheizung (FG/d) $H_u = 3400 \text{ kcal/m}^3$
i. N.

Variante 6: Steinkohle (SK) $H_u = 6100 \text{ kcal/kg}$
(Nur bei Gewächshausbeheizung)

Die eingesetzten Heizwerte sind DDR-Mittelwerte, wie sie bisher bei der Ausarbeitung von Perspektivenergiebilanzen verwendet werden.

Teilweise werden für die Bezeichnung der Energieträger die Abkürzungen verwendet, die jeweils eingeklammert angegeben sind.

3. Zu untersuchende Wärmeprozesse

Die Bewertung verschiedener Energieträger ist zweckmäßigerweise für die einzelnen Wärmeprozesse getrennt durchzuführen, da auf Grund der unterschiedlichen Ziele, die mit Hilfe der Wärmeenergie bei den einzelnen Wärmeprozessen erreicht werden sollen und der damit verbundenen unterschiedlichen Nutzungsbedingungen eine globale Betrachtungsweise der Wärmeprozesse insgesamt nicht angebracht ist.

Um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten, wird die Bewertung auf die wichtigsten und häufigsten Wärmeprozesse der Landwirtschaft ausgedehnt:

- Trocknung von Grünfütter
- Trocknung von Getreide
- Beheizen von Gewächshäusern
- Dämpfen von Kartoffeln
- Klimatisierung von Ställen
- Bereitung von Heißwasser

Damit werden die Wärmeprozesse erfaßt, deren Bedarf schätzungsweise 90 % des Gesamtwärmebedarfs der Landwirtschaft ausmacht.

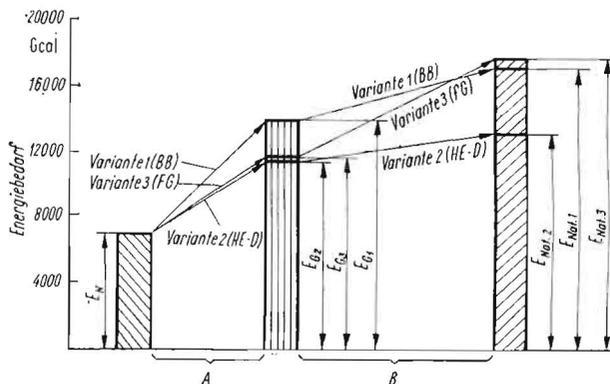


Bild 1. Stufen der Energieumwandlung (ausgehend vom Nutzenergiebedarf einer Grünfütterungsanlage). A Umwandlung von Verbrauchsennergie in Nutzenergie (Anwendungssphäre), B Umwandlung von Nutzenergie in Verbrauchsennergie (Förderung und Umwandlungssphäre). E_N Nutzenergiebedarf, E_G Verbrauchsennergiebedarf, $E_{Nat.}$ Nutzenergiebedarf, BB Braunkohlenbrikett, HE-D Heizöl Sorte D, FG Ferngas

4. Ausgangsgrößen

Um einen objektiven Vergleich der Wertigkeit der zu betrachtenden Energieträger zu gewährleisten, muß bei jeder Variante von gleichen Bedingungen und Ausgangsgrößen ausgegangen werden.

Dazu ist erforderlich, daß jeweils Anlagen gleicher Produktionsleistung und Einsatzdauer betrachtet werden und daß hinsichtlich des Energiebedarfs vom Nutzenergiebedarf (Nutzwärmebedarf) ausgegangen wird.

Die Verwendung des Nutzenergiebedarfs als Ausgangsgröße (bei jeweils gegebenen Bedingungen) ist für eine objektive Bewertung verschiedener Energieträger unerlässlich, weil der Nutzenergiebedarf bei allen Varianten die einzige unveränderliche und zur Erreichung eines bestimmten, definierten Produktionszieles vorgegebene Größe darstellt. Alle anderen Bedarfsgrößen (Gebrauchsennergiebedarf, Naturenergiebedarf) sind variabel und von entsprechenden Anwendungs- und Umwandlungswirkungsgraden abhängig (hierzu siehe Bild 1); sie können daher nicht als Ausgangsgröße benutzt werden.

5. Zusammenfassung

Eine Bewertung verschiedener Energieträger hinsichtlich ihres Einsatzes für Wärmeprozesse in der Landwirtschaft kann am zweckmäßigsten mit Hilfe des gesellschaftlichen Aufwands (Aufwandskennziffer) durchgeführt werden. Für die Bestimmung der Aufwandskennziffern ist unbedingt vom Nutzenergiebedarf des jeweiligen Wärmeprozesses auszugehen. Danach sind über entsprechende Anwendungswirkungsgrade der Gebrauchsennergiebedarf und daraus wiederum die Bereitstellungskosten der Energieträger zu ermitteln. Unter Hinzuziehung der jeweiligen Lohn-, Elektro-, Investitions- und sonstigen Kosten sowie unter Berücksichtigung

eines Akkumulationsfaktors von 1,13 und der normalen Nutzungsdauer der Anlagen werden bei Einsatz verschiedener Energieträger der jeweilige gesellschaftliche Gesamtaufwand nach Gleichung (1) ermittelt und die daraus resultierenden Aufwandskennziffern miteinander verglichen. Die Variante mit dem geringsten gesellschaftlichen Aufwand (in MDN je Jahr) ist als wirtschaftlichste Lösung zu betrachten. Unterscheiden sich die Aufwandskennziffern bei zwei oder mehreren Varianten nur geringfügig voneinander (bis zu 5%), so muß als zusätzliches Bewertungskriterium der Aufwand an Naturenergie hinzugezogen werden, den man durch Division des Gebrauchsennergiebedarfs mit entsprechenden Umrechnungsfaktoren erhält.

Literatur

- [1] Vorläufige Richtlinie für die Durchführung ökonomischer Vergleiche in der Energiewirtschaft vom 30. April 1965. Herausgegeben vom Ministerrat der DDR, Staatliche Plankommission, Sektor Energiebilanzierung
- [2] Anordnung über das Verzeichnis der Abschreibungssätze für Grundmittel. Gesetzblatt der DDR, Sonderdruck Nr. 491 vom 11. März 1964
- [3] MÜLLER, H. / G. SCHILLER: Energiebilanz der DDR 1960. Bericht des Instituts für Energetik Nr. 1/1163/64 B
- [4] SCHWENKER, G.: Energiebilanzen des Wirtschaftszweiges Land- und Forstwirtschaft für die Jahre 1965 bis 1970. Bericht des Instituts für Energetik Nr. 7/1079/63 B A 6526

Teil II:

Bewertung verschiedener Energieträger hinsichtlich ihres Einsatzes bei Grünfütterttrocknung

1. Einleitung

Die Anwendung des in Teil I beschriebenen Verfahrens wird nun am Beispiel der Grünfütterttrocknung demonstriert. Hierbei wird eine Trommeltrocknungsanlage mit einer Leistung von 5 t/h Naßgut mit einem Anfangswassergehalt von 80% betrachtet. Bei jährlich 3 000 Betriebsstunden können mit dieser Anlage 3 000 t Trockengut mit einem Restwassergehalt von 12% hergestellt werden. Untersucht und verglichen werden die Energieträger

Braunkohlenbrikett BB	(Variante V1)
Heizöl, Sorte D HE-D	(Variante V2)
Ferngas FG	(Variante V3) und
Elektroenergie EE	(Variante V4).

2. Der Nutzenergiebedarf E_N der Anlage

Als Nutzenergiebedarf einer Grünfütterttrocknungsanlage wird die theoretisch erforderliche Wärmemenge für die Verdampfung des im Grüngut enthaltenen Wassers bis auf einen Restwassergehalt von 12% betrachtet.

Bei der Trocknung von 1 t Grüngut (von 80% auf 12% Wassergehalt) sind insgesamt zu verdampfen:

$$1000 \text{ kg} \frac{80\% - 12\%}{100\% - 12\%} = 773 \text{ kg Wasser.}$$

Bei einer Jahresverarbeitung von

$$5 \text{ t/h} \cdot 3000 \text{ h} = 15000 \text{ t Grüngut}$$

sind also insgesamt

$$15000 \text{ t} \cdot 773 \text{ kg/t} = 11595 \text{ t Wasser}$$

zu verdampfen.

Es wird angenommen, daß die mittlere Temperatur des Wassers im Grüngut zu Beginn der Trocknung 15°C beträgt und daß das Wasser bei 50°C verdampft. Der Wärmebedarf je kg Wasser beträgt dann:

a) für das Erwärmen des Wassers von 15°C auf 50°C:

$$50 \text{ kcal/kg} - 15 \text{ kcal/kg} = 35 \text{ kcal/kg}$$

b) für das Verdampfen des Wassers bei 50°C [1]:

$$569 \text{ kcal/kg}$$

c) insgesamt: $35 \text{ kcal/kg} + 569 \text{ kcal/kg} = 604 \text{ kcal/kg}$

Der gesamte Nutzenergiebedarf der Anlage beträgt somit jährlich:

$$11595000 \text{ kg H}_2\text{O} \cdot 604 \text{ kcal/kg H}_2\text{O} = 7003380000 \text{ kcal}$$

$$E_N = 7000 \text{ Gcal}$$

3. Gebrauchsennergiebedarf E_G der Anlage

Der Gebrauchsennergiebedarf E_G wird mit Hilfe des Anwendungswirkungsgrades η_A und des Nutzenergiebedarfs E_N ermittelt:

$$E_G = \frac{E_N}{\eta_A}$$

* Institut für Energetik Leipzig

Den Anwendungswirkungsgrad erhält man als Verhältnis des spezifischen Nutzenergiebedarfs zum spezifischen Gebrauchsennergiebedarf. Die spezifischen Bedarfszahlen werden aus entsprechenden Veröffentlichungen entnommen, soweit sie nicht als Ergebnis eigener Messungen vorliegen.

Variante 1: Verwendung von Braunkohlenbrikett

Nach Angaben der Zentralstelle für technische Trocknung, Burgwerben, beträgt bei einem neuzeitlichen Trommeltrockner der spezifische Gebrauchsennergiebedarf bei Verwendung von BB 1100 kcal/kg H_2O . Hierzu kommen noch die Wärmeverluste, die bei Betriebsstörungen und Betriebsunterbrechungen auffallen, weil während dieser weiterhin Brennstoff zugeführt werden muß, ohne daß dabei getrocknet wird. In Anlehnung an die Angaben in [2] machen diese Wärmeverluste etwa 10% aus, so daß der endgültige spezifische Gebrauchsennergiebedarf 1210 kcal/kg H_2O beträgt.

Der Anwendungswirkungsgrad:

$$\eta_{A1} = \frac{604 \text{ kcal/kg}}{1210 \text{ kcal/kg}} = \underline{0,50}$$

Der Gebrauchsennergiebedarf:

$$E_{G1} = \frac{E_N}{\eta_{A1}} = \frac{7000 \text{ Gcal}}{0,50} = \underline{14000 \text{ Gcal}}$$

oder umgerechnet in Naturaleinheiten:

$$\frac{14000 \cdot 10^6 \text{ kcal}}{4600 \cdot 10^3 \text{ kcal/t}} = \underline{3050 \text{ t Braunkohlenbrikett}}$$

Da der Rechengang für die Bestimmung von η_A und E_G für die Varianten V2 bis V4 im Prinzip der gleiche ist wie bei Variante V1, so wird auf eine ausführliche Darlegung verzichtet. Die Ergebnisse sind in Tafel 1 zusammengefaßt.

4. Betriebs- und Investitionskosten

Die Betriebs- und Investitionskosten können wie folgt bestimmt werden:

4.1. Betriebskosten

4.1.1. Bereitstellungskosten für die Energieträger

Bei einer mittleren Transportentfernung von 200 km können folgende spezifische Bereitstellungskosten zugrunde gelegt werden:

BB: 58 MDN/t	FG: 0,16 MDN/m ³ i.N.
HE-D: 170 MDN/t	EE: 0,08 MDN/kWh

Ausgehend von den Jahresbedarfszahlen in Tafel 1 ergeben sich folgende Bereitstellungskosten:

- V1: $3050 \text{ t} \cdot 58 \text{ MDN/t} = 176900 \text{ MDN}$
 V2: $1210 \text{ t} \cdot 170 \text{ MDN/t} = 205700 \text{ MDN}$
 V3: $3,44 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ i.N.} \cdot 0,16 \text{ MDN/m}^3 \text{ i.N.}$
 $= 550400 \text{ MDN}$
 V4: $9800 \cdot 10^3 \text{ kWh} \cdot 0,08 \text{ MDN/kWh} = 784000 \text{ MDN}$

4.1.2. Lohnkosten

Nach Angaben der Zentralstelle für technische Trocknung, Burgwerben, sind die Lohnkosten wie folgt zu berechnen:

a) Bei Verwendung von BB

- 4 Produktionsarbeiter für 3600 Arbeitsstunden mit einem Stundenlohnsatz von 3 MDN/Akh:
 $4 \text{ Akh} \cdot 3600 \text{ h} \cdot 3 \text{ MDN/Akh} = 43200 \text{ MDN}$
 Ein Leiter und ein Buchhalter mit einem Gehalt von insgesamt 1400 MDN über 12 Monate:
 $1400 \text{ MDN/Monat} \cdot 12 \text{ Monate} = 16800 \text{ MDN}$
 Lohnkosten insgesamt: $43200 \text{ MDN} + 16800 \text{ MDN} = 60000 \text{ MDN}$

b) Bei Verwendung von Heizöl, Ferngas oder Elektroenergie

- 3 Produktionsarbeiter für 3600 Arbeitsstunden mit einem Stundenlohnsatz von 3 MDN/Akh:
 $3 \text{ Akh/h} \cdot 3600 \text{ h} \cdot 3 \text{ MDN/Akh} = 32400 \text{ MDN}$
 Ein Leiter und ein Buchhalter mit einem Gehalt von insgesamt 1400 MDN über 12 Monate:
 $1400 \text{ MDN/Monat} \cdot 12 \text{ Monate} = 16800 \text{ MDN}$
 Lohnkosten insgesamt: $32400 \text{ MDN} + 16800 \text{ MDN} = 49200 \text{ MDN}$

4.1.3. Elektroenergiekosten

In [2] wird ein spezifischer Elektroenergiebedarf für Antriebe und Beleuchtung von 75 kWh/t Trockengut angegeben. Berücksichtigt man noch, daß in den neuen Anlagen das Trockengut in Hammermühlen zu Grünmehl verarbeitet wird, so kann mit einem spezifischen Bedarf von 100 kWh/t Trockengut gerechnet werden. Dieser Wert ist allen Varianten 1 bis 4 zugrunde zu legen.

Die Gesamtkosten für Elektroenergie:

- V1 bis V4: $3000 \text{ t} \cdot 100 \text{ kWh/t} \cdot 0,08 \text{ MDN/kWh} = 24000 \text{ MDN}$.

4.1.4. Sonstige Kosten

Nach [2] sind für sonstige Kosten im Mittel 12,50 MDN/t Trockengut in Ansatz zu bringen. Abweichungen zwischen den einzelnen Varianten sind kaum zu erwarten. Daher:

- V1 bis V4: $3000 \text{ t} \cdot 12,50 \text{ MDN/t} = 37500 \text{ MDN}$.

Durch Addition der Kosten 4.1.1. bis 4.1.4. ergeben sich die Betriebskosten. Hierzu siehe Tafel 2.

4.2. Investitionskosten

Nach [3] betragen die Investitionskosten für eine komplette Anlage bei Verwendung von festen Brennstoffen (einschließlich Bekohlungsanlage, Kohlebunker und Kohlenlagerplatz) rund 1800000 MDN, bei Verwendung von Heizöl (einschließlich Tanklager und Vorwärmanlage) rund 1900000 MDN.

Mangels anderer Unterlagen werden die Investkosten bei Verwendung von FG wegen Wegfall des Tanklagers auf 1700000 MDN und bei Verwendung von EE wegen der komplizierten elektrischen Anlagen auf 2000000 MDN geschätzt.

Eine Zusammenstellung der Kosten enthält Tafel 2.

Tafel 1. Gebrauchsenergiebedarf bei den Varianten V1 - V4

Variante Nr.	Energieträger	spez. Gebrauchsenergiebedarf in kcal/kg H ₂ O	η_A	E _G	
				in Gcal	in Natural-einheiten
1	Braunkohlenbrikett	1210	0,50	14 000	3 050 t
2	Heizöl, Sorte D	990	0,61	11 500	1 210 t
3	Ferngas	1 000	0,60	11 700	$3,44 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
4	Elektroenergie	725	0,83	8 430	9 800 MWh

Nutzenergiebedarf: Spezifisch 604 kcal/kg H₂O; absolut 7000 Gcal

Tafel 2. Betriebs- und Investitionskosten für die Varianten V1 bis V4 (in 10³ MDN)

Lfd. Nr.	Kostenart	Varianten:			
		V1	V2	V3	V4
1	Bereitstellungskosten der Energieträger	176,9	205,7	550,4	784,0
2	Lohnkosten	60,0	49,2	49,2	49,2
3	Elektroenergiekosten	24,0	24,0	24,0	24,0
4	Sonstige Kosten	37,5	37,5	37,5	37,5
1...4	Betriebskosten	298,4	316,4	661,1	894,7
5	Investkosten	1800	1900	1700	2000

Tafel 3. Aufwandskennziffern und Aufwand an Naturenergie bei der Trocknung von Grünfutter

Variante Nr.	Energieträger	Aufwandskennziffer		Aufwand an Naturenergie		η_{ges}
		[MDN/a]	[%]	[Gcal]	[%]	
1	Braunkohlenbrikett	554,0	100	17 300	100	0,40
2	Heizöl, Sorte D	586,2	106	13 200	77	0,53
3	Ferngas	902,5	163	17 700	102	0,40
4	Elektroenergie	1 178,7	213	35 100	203	0,20

5. Aufwandskennziffern und Aufwand an Naturenergie

Die Aufwandskennziffern werden für alle Varianten nach Gleichung 1 bestimmt. Hierbei werden die Betriebskosten b und die Investitionskosten I aus Tafel 2 entnommen.

Für den Akkumulationsfaktor q wird 1,13 eingesetzt. Die normale Nutzungsdauer der Anlage wird in Anlehnung an [4] mit 20 Jahren festgelegt. Die Ergebnisse sind in Tafel 3 dargestellt.

Der Aufwand an Naturenergie wird ausgehend vom Bedarf an Gebrauchsenergie (Tafel 1) mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren ermittelt. Diese Ergebnisse sind ebenfalls in Tafel 3 dargestellt.

Aus den Angaben in Tafel 3 läßt sich folgende Wertigkeitsreihenfolge der Energieträger bei angegebenen Bedingungen ableiten:

1. Braunkohlenbrikett
2. Heizöl, Sorte D
3. Ferngas
4. Elektroenergie

In Tafel 3 sind neben den Aufwandskennziffern und dem Aufwand an Naturenergie zusätzlich noch die gesamtenergetischen Wirkungsgrade angegeben. Diese stellen aber nichts anderes als den qualitativen Ausdruck für den Aufwand an Naturenergie dar und beeinflussen deshalb in keiner Weise das Bewertungsergebnis; sie sind lediglich der Übersicht wegen angegeben.

Literatur

- [1] DUBBEL'S Taschenbuch für den Maschinenbau, Band J, Ausgabe 1955, S. 750
- [2] MALTRY/PÖTKE u. a.: Landwirtschaftliche Trocknungstechnik, VEB Verlag Technik, Berlin
- [3] Vortrag von Dipl.-Laudv. B. SCHNEIDER - Leiter der Zentralstelle für technische Trocknung Burgwerben - auf der KDT-Tagung am 22. Juni 1965 in Leipzig
- [4] Anordnung über das Verzeichnis der Abschreibungssätze für Grundmittel. Gesetzblatt der DDR, Sonderdruck Nr. 491 vom 11. März 1964 A 6600

(Teil III folgt)