



Betriebsform, Arbeitszeit, Steuern

Die Umstellung eines Betriebes auf Biogasgewinnung und -nutzung kann im Wesentlichen auf die nachfolgenden Hauptargumente zurückgeführt werden. Diese Argumente besitzen in weiten Teilen Gültigkeit für eine Vielzahl interessierter Betriebe.

Umstellungsargumente für einen landwirtschaftlichen Betrieb zur Erzeugung von Biogas:

- Positive Veränderung physikalischer/chemischer Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern im Hinblick auf
 - Emissionspotenzial klimarelevanter Gase und unter Berücksichtigung von Ausbringungszeitpunkten, -techniken sowie Lagerung auch auf Ammoniak
 - Geruchsintensität
 - Pflanzenverträglichkeit
 - Nährstoffverfügbarkeit
- Die wirtschaftlich sinnvolle Verwertung der anfallenden, überwiegend betriebseigenen Biomasse
- Die positive Einstellung der Öffentlichkeit zur Erzeugung erneuerbarer Energien
- Der auf 20 Jahre garantierte Strompreis bei der Einspeisung in das Festnetz
- Die schon länger anhaltende schlechte Erlössituation in der pflanzlichen und tierischen Produktion bei unsicheren Zukunftsaussichten
- Die Schaffung eines Arbeitsplatzes im Betrieb z. B. für den Hofnachfolger
- Die anstehende Osterweiterung der EU und der damit verbundene große Flächenzuwachs in den neuen Mitgliedsländern zur pflanzlichen Produktion unter niedrigem Lohnniveau
- Die immer stärkere Liberalisierung der Märkte und der dadurch schwieriger werdende Absatz der landwirtschaftlichen Ur-Produkte (z.B. Qualitätsweizen)

Zur Risikoabfederung kann die Realisierung mit einem Partnerbetrieb in einer Betriebsgemeinschaft vollzogen werden. Gegründet werden kann hierzu

unter anderem eine GbR zur Biomasseverwertung, die die Grundleistung aus Rohstoffpflanzen und Gülle sowie anderweitigen Stoffen, wie z. B. Fette erbringt (vgl. Kapitel 9.5).

Die Einspeisung der gewonnenen Energie erfolgt in den nächstgelegenen Transformator des Netzbetreibers. Die größtmögliche räumliche Nähe zum Trafo senkt die Baukosten der Anlage.

9.1 Umstrukturierung des Betriebes – Perspektiven und Ansätze zur Optimierung

Die Biogaserzeugung zur Energiegewinnung als zweites Standbein ist ein neues Berufsbild in der Landwirtschaft. Der Landwirt wird zum Energiewirt.

Der tägliche Mehraufwand für Betreuung und Kontrolle der Anlage ist eine zusätzliche Belastung. Für eine Anlage mittlerer Größe werden schnell einige Stunden pro Tag benötigt. Eine laufende Kontrolle zur Sicherung einer hohen Energieausbeute ist zwingend erforderlich.

Durch den Bau der Biogasanlage ist der Betriebsleiter weniger abkömmlich. Wird die Anlage in einer Gemeinschaft realisiert, so dass sich die kooperierenden Betriebe bei der Kontrolle der Anlage abwechseln, entschärft sich die Arbeitsbelastung. Sofern alle beteiligten Personen der Betreibergemeinschaft den technischen Ablauf bis zur Stromerzeugung beherrschen, ist ein reibungsloser Ablauf gewährleistet.

Werden eigene Rohstoffe erzeugt, so ist das Ziel in der pflanzlichen Produktion die Optimierung der Fruchtfolgeglieder in Haupt- und Zweitfruchtstellung zur Erhöhung der Energieausbeute. Dabei dürfen aber die Grundsätze zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit, wie Erosionsschutz, optimale Erhaltung der Struktur und Gare bei der Rücklieferung der Biogasgülle und bei der Bodenbearbeitung nicht beeinträch-

tigt werden. Die biologischen Effekte der Fruchtfolgeumstellung stabilisieren weiterhin die nachhaltige Ertragsfähigkeit des Bodens und sichern damit das Ertragsniveau der pflanzlichen Produktion zur rentablen Biogaserzeugung.

Die Betriebsabläufe müssen vor dem Hintergrund der Zielsetzung einer langfristigen Ertragsabsicherung laufend optimiert werden, was die Betriebsleiter zumindest in der Anlaufphase – den ersten Jahren – stark fordern wird.

9.2 Auswirkung auf die Fruchtfolge

Durch die Biomasseerzeugung kann eine Neuausrichtung der Fruchtfolge notwendig werden. Im Vordergrund steht jetzt die möglichst hofnahe pflanzliche Produktion für die Gaserzeugung, um Transportkosten zu minimieren. Dieser Zielsetzung ist jedoch unter Berücksichtigung der Anlagengröße und der erforderlichen Substrat-(NaWaRo-)Menge nicht immer Folge zu leisten. So kann es für einen Anlagenbetreiber mit angeschlossener Schweinehaltung durchaus ökonomisch sinnvoll sein, die auf den eigenen Betriebsflächen angebaute Wintergerste nicht mehr an die eigenen Schweine zu verfüttern, sondern diese stattdessen zu einem früheren Zeitpunkt bei Teigreife als Ganzpflanzensilage zur Biogaserzeugung zu ernten. Die Schweine werden dann alternativ mit zugekaufter Futtergerste gefüttert. Durch die frühe Gerstenernte besteht in günstigen Lagen die Möglichkeit, Silo-Mais als Zweit- bzw. Nachfrucht mit frühen Sorten anzubauen. Durch den Anbau von Mais unter Hauptfruchtbedingungen ergibt sich als Nebeneffekt die Möglichkeit, den anfallenden Gärrest über eine längere Zeitspanne ökologisch sinnvoll pflanzenbaulich zu verwerten.

Durch die Änderung der Fruchtfolge mit Ausrichtung auf die Biogaserzeugung kann eine fast ganzjährige Begrünung der Ackerflächen erreicht werden, aus der Sicht der Stickstoffausnutzung ein positiver Effekt.

Je nach Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Mais-Silageernte kann ein Befahren bei ungünstigen Bodenverhältnissen negative Auswirkungen auf die Bodenstruktur haben, insbesondere bei der Ernte von Zweitfrucht-Mais.

Im Folgenden werden die arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen der Biogasproduktion und Verstromung am Beispiel der in Kapitel 6 beschriebenen Modellanlage 5 dargestellt.

9.3 Der Faktor Zeit

Der Faktor „Zeit“ ist eine Einflussgröße mit einem enormen wirtschaftlichen Gewicht. Dies gilt auch für das Betreiben einer landwirtschaftlichen Biogasanlage mit all ihren Abhängigkeiten von den verfügbaren Substraten und Kosubstraten, technischen und baulichen Lösungen und der Eingliederung dieses Betriebes oder Betriebszweiges in ein bestehendes oder zu gründendes Unternehmen.

9.3.1 Faktor „Zeit“ in der Technik

Die entscheidende Zielsetzung beim Betrieb einer Biogasanlage liegt darin, die installierte Leistung zur Stromerzeugung bestmöglich zu nutzen.

Dies bedeutet in erster Linie, dass der Motor des Blockheizkraftwerkes sehr hoch ausgelastet wird. Eine hohe Auslastung des Motors ist dann gegeben, wenn dieser über möglichst viele Stunden des Jahres unter Vollastbedingungen gefahren werden kann. D. h. die Leistung des Motors muss optimal auf den realistisch zu erwartenden Biogasertrag abgestimmt sein.

In den Vorplanungen wird sehr oft mit 8.000 Stunden Motorlaufzeit bei einer 100%-igen Vollastleistung geplant. Planungen mit einer höheren Absicherung gegen wirtschaftliche Risiken setzen gelegentlich nur 7.000 Stunden jährliche Laufzeit an („Sicherheitszuschlag“).

Eine Auslastung von 7.000 Jahresstunden bedeutet jedoch:

- Um das aus dem Vergärungsprozess erzeugte Biogas energetisch umsetzen zu können, muss der Motor im Vergleich zu einer Jahresbetriebsstundenzeit von 8.000 h um mindestens 13% größer ausgelegt werden. Diese Zusatzkapazität muss bezahlt werden!
- Um den Motor nicht zu sehr durch täglich wechselnden Start-Stop-Betrieb zu belasten und eine gleichbleibende Prozesswärmezufuhr zu gewährleisten (nur ein laufender Motor kann heizen!), wird die Arbeit des Motors, die in 7.000 Jahresvollaststunden erreicht werden soll, nur dann erreicht, wenn der Motor nahezu kontinuierlich im Teillastbetrieb gefahren wird. Teillastbetrieb bedeutet immer Wirkungsgradeinbußen. Wirkungsgradeinbußen gehen immer zu Lasten der eingespeisten Strommenge und damit zu Lasten des Betreiberkontos!



Einen ausführlichen Überblick über wirtschaftliche Einbußen z. B. bei einer 10%-igen Verringerung des Wirkungsgrades gibt Kapitel 10, Tabelle 10-6.

Eine Auslastung des Motors von 8000 Betriebsstunden pro Jahr wird häufig als „unrealistisch“ hoch angesehen, als Argument werden Wartungs- und Reparaturzeiten angegeben, die einzuplanen seien.

Mit folgender Beispielrechnung kann jedoch gezeigt werden, dass 8000 Jahresbetriebsstunden durchaus erreichbar sind:

365 Tage x 24 Stunden ergibt 8.760 Jahresstunden.

Bei Wartungsintervallen von 240 Stunden wäre alle 10 Tage eine Motorwartung erforderlich. Das heißt 36 Wartungen pro Jahr.

Wird für jede Wartung, einschließlich Abkühlzeit, der Motor für 5 Stunden abgeschaltet (dahingehend sollte der Gasspeicher ausgelegt sein), dann beläuft sich die Zeit, die der Motor für die Energieerzeugung nicht verfügbar ist, auf jährlich 180 Stunden.

Für große und zeitaufwändige Inspektionen und Ausfälle stünden dann immer noch 580 Stunden „Reservezeit“ zur Verfügung.

Für einen wirtschaftlichen, das heißt einen möglichst Gewinn bringenden Betrieb müssen daher technische und organisatorische Maßnahmen getroffen werden, damit ein **durchschnittlicher Anlagenbetrieb des BHKW von 8.000 Betriebsstunden jährlich unter Vollastbedingungen** erreicht werden kann.

Fazit:

Je leistungsfähiger die Anlage, umso folgenschwerer und erlösrelevanter ist die Minderung von Stillstands- und Ausfallzeiten. Zeitaufwand zur Kontrolle und Steuerung des Anlagenbetriebes sind ebenso wie angemessene technische Einrichtungen zur Kontrolle und Steuerung eine lohnende Investition, wenn dadurch die aus wirtschaftlichen Gründen zu fordernden Laufzeiten sichergestellt werden können.

9.3.2 Arbeitszeitbedarf

Der erforderliche Arbeitszeitbedarf lässt sich den drei wichtigen Prozessabschnitten zuordnen:

- Erzeugung, Ernte und Einlagerung oder Beschaffung der Rohstoffe (Substrate)
- Betreiben der Anlage mit Substrataufbereitung, -zuführung, Prozessüberwachung, laufender Betreuung, einschließlich Wartung und Instandhaltung und den damit verbundenen administrativen Aufgaben

- Ausbringen der Gärreste

Alle drei Prozessabschnitte sind betriebsnotwendig. Sie können aber je nach Betriebsweise und Substrat mit sehr unterschiedlichem Arbeitszeitbedarf verbunden sein. Die Arbeitszeitplanung muss im Stadium der Vorplanung auf jeden Fall in die Überlegungen einbezogen werden, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden. Schließlich gibt es hierbei auch in der Praxis erprobte und bewährte Alternativlösungen. Beispielsweise können Arbeiten aus dem Bereich der pflanzlichen Erzeugung wie zum Beispiel Ernte, Transporte sowie Ausbringen der Gärreste auch überbetrieblich vergeben werden. Selbst im Bereich des Anlagenbetriebes können Wartungs- und Überwachungsarbeiten (Fernüberwachung) gegen entsprechende Vergütung von Spezialisten übernommen werden. Die für den Betrieb passende und wirtschaftliche Lösung lässt sich nur im Rahmen einer sorgfältigen einzelbetrieblichen Planung finden.

9.3.2.1 Erzeugung, Ernte und Einlagerung der Rohstoffe

Soweit die Erzeugung auf selbst bewirtschafteten Flächen erfolgt, beispielsweise durch den Anbau von Mais zur Silagebereitung, die Ernte von Getreidepflanzen für die Ganzpflanzensilage oder das Abernten von Grünland, stehen umfangreiche Planungsdaten aus der herkömmlichen Produktionstechnik zur Verfügung. Im Regelfall können diese ohne große Anpassung auch auf die Gewinnung von Rohstoffen angewendet werden. Für die folgenden Berechnungen wurde deshalb auf die bekannten Kalkulationsunterlagen der KTBL-Datensammlung „Betriebsplanung“ zurückgegriffen /9-1/.

Lediglich beim Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen müssen der Arbeitszeitbedarf für die Denaturierung als auch die Kosten für die Denaturierung und die Überwachung zusätzlich berücksichtigt werden. Die Denaturierung und Überwachung der Einlagerung ist zwingend vorgeschrieben, da sonst die Stilllegungsprämie nicht gewährt wird. Typisch und gebräuchlich ist dabei das Einmischen von Festmist oder Gülle in die Silage.

Als Faustzahlen werden zur Denaturierung genannt:

- Ca. 6500 l Gülle je ha Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe
- Ca. 10 % Einmischung von Festmist, schichtweise jeweils nach einer Einbringung einer Lage Silage von 30 bis 40 cm.

Der Arbeitszeitbedarf wird hierfür angegeben mit:

- Eine Stunde für die Denaturierung
- Ein bis zwei Stunden für die Vermessung und Berechnung

Bei dieser Maßnahme muss eine fachkundige Person (ein bei der BLE anerkannter Prüfer) hinzugezogen werden. Sowohl die zusätzliche Arbeit als auch die finanziellen Aufwendungen (Honorare, Löhne) sind als Kosten zu berücksichtigen, auch wenn sie vergleichsweise geringe Bedeutung haben werden.

Zusammen mit der Denaturierung ist auch eine präzise Mengenermittlung durchzuführen. (Anmerkung: Für Körnermais und Körnergetreide ist die Wiegung vorgeschrieben, während Silagen einschließlich Ganzpflanzensilagen, Corn-Cob-Mix und Lieschkolbensilagen einer volumetrischen Vermessung und Berechnung unterzogen werden müssen, die dem Verwendungsnachweis dienen.)

Arbeitszeitbedarf für die Erzeugung der Substrate für Modellanlage 5

Zur Verdeutlichung und Berechnung der arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen wird das Modell 5 (vgl. Kapitel 6.3 Beschreibung der Modellanlagen) einer näheren Betrachtung unterzogen. Diese Modellanlage verarbeitet mehr als 9.000 t bzw. m³ Gülle aus der Rinderhaltung. Dies entspricht einem Viehbestand von rund 500 GV. Ein Betrieb dieser Größenordnung wird im Regelfall auch 300 bis 400 ha landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaften.

Für die Erzeugung von 2500 t Maissilage und 1500 t Grassilage müssen, bei Durchschnittserträgen von 50 t Mais/ha und drei Grünlandschnitten mit 20 t, 10 t und 10 t Grünertrag, zusätzliche Anbauflächen von:

- 50 ha Mais; (es wird Anbau auf Stilllegungsflächen unterstellt)
- 62,5 ha Grünland

eingepflanzt werden. Es spielt keine entscheidende Rolle, ob diese Flächen als betriebseigene oder gepachtete Flächen, durch Flächentausch oder durch Kooperation in einer Gemeinschaft zur Verfügung gestellt werden. Für die Grundfutterversorgung stehen diese Flächen nicht zur Verfügung. Ob insgesamt eine ausgewogene Fruchtfolge erhalten bleibt, muss ebenfalls überprüft werden.

Für die Modellanlage 5 wurde angenommen, dass mit 5 ha durchschnittlicher Schlaggröße und 3 km Hof-Feld-Entfernung gute Produktionsvoraussetzungen bestehen. Auf eigene Erntetechnik wird weitgehend verzichtet, da anspruchsvolle Arbeit mit hohen Investitionen besser an ein Lohnunternehmen übertragen werden sollte. In diesem Ansatz ist der Trans-

port und die Einlagerung des Silomais noch enthalten, während bei der Grassilagebergung nur noch Mähen, Wenden und Schwaden als Teil der Ernte vom Betrieb verrichtet wird.

Unter diesen getroffenen Annahmen ist mit einem gesamten **Arbeitszeitbedarf von jährlich fast 873 Arbeitskraftstunden** (ohne Gärrestausbringung) zu rechnen. Allerdings konzentriert sich der größte Teil des Arbeitszeitbedarfes auf die Herbstmonate von September bis in die erste Hälfte November.

In der folgenden Tabelle 9-1 sind beispielhaft die Arbeitsfolgen, die technische Ausstattung und der daraus zu erwartende Arbeitszeitbedarf dargestellt. Die Zahlen sind der KTBL-Datenbank entnommen /9-2/, die eine Vielzahl von Planungsvarianten anbietet. Der Arbeitszeitbedarf für die Silomais-Denaturierung mit Gülle bei der Einlagerung ins Silo ist als geschätzte Angabe hinzugefügt.

In der Zeitspanne der Silomaisernte, im September und Anfang Oktober, werden rund 360 AKh benötigt, um den Abtransport vom Feld zum Silo und die Einlagerung mit dem Radlader vorzunehmen. Ob diese Arbeitsspitze ebenfalls besser überbetrieblich an Dritte vergeben wird, muss nach der betrieblichen Situation entschieden werden. Bei großen freien Personalkapazitäten würden im umgekehrten Fall auch Beschäftigungsmöglichkeiten in der Ernte bestehen.

Dass eine Veränderung des Anbauprogramms zu einer Verbesserung oder Verschlechterung von Arbeitsspitzen im Unternehmen führen kann, wird durch die Abbildung des jährlichen Arbeitsaufwandes deutlich (vgl. Abb. 9-1).

Bemerkenswert ist, dass jede Tonne erzeugtes Substrat mit rund 0,27 Arbeitskraftstunden, inklusive Gärrestausbringung, bei Ansatz von 15 € Lohn pro Stunde mit 4 € Arbeitskosten „belastet“ ist (vgl. Abb. 9-1).

Die Erzeugung von Silage und Getreide führt zu einem Arbeitszeitbedarf in den einzelnen jährlichen Zeiträumen, der auch bei einer anderweitigen Verwendung (z. B. Verkauf oder Verfütterung) einzuplanen wäre, wenn vom zusätzlichen Arbeitszeitbedarf für die Denaturierung abgesehen wird. Gemeinsam ist diesen Produktionsverfahren, dass die Verwertung eines eingelagerten Produktes über einen langen Zeitraum, meist sogar ganzjährig in gleicher Weise erfolgt. Dies kann positiv für die gesamte Prozessführung sein. In jedem Fall ist die Einspeisung in die Biogasanlage durch einen vergleichsweise gleichmäßigen und wenig schwankenden Arbeitszeitbedarf gekennzeichnet.



Silomaisanbau, durchschnittliche Schlaggröße 5 ha,		50 ha Anbaufläche				
Arbeitsgang	Teilarbeit	Ausführungszeitraum	Menge	Zeitbedarf AKh/ha	AKh auf 50 ha Anbaufläche	
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger; 50 t/h Radlader, 68 kW	Laden	SEP2 - OKT1	400 kg	0,01	0,5	
6,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	Feldarbeit	SEP2 - OKT1	400 kg	0,11	5,5	
Pflügen mit Aufsatteldrehpflug; 5 Schare, 1,75 m, 83 kW	Feldarbeit	OKT2 - NOV1		1,36	68	
Gülle ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen, Schleppschlauch; 12 m³, 83 kW	Feldarbeit	APR1 - APR2	30 m³/ha	1,88	94	
Eggen mit Saatbettkombination, angebaut, doppelte Überfahrt; 5,0 m, 83 kW	Feldarbeit	APR1 - APR2		0,67	33,5	
Einzelkornsaat von Mais; 6 Reihen, 4,5 m, 54 kW	Feldarbeit	APR2 - MAI1	28 kg	0,52	26,0	
Pflanzenschutz ab Hof; Anbaupflanzenschutzspritze, 18/24 m, 1500 l, 67 kW	Feldarbeit	APR2 - MAI1	200 l	0,21	10,5	
Pflanzenschutz ab Hof; Anbaupflanzenschutzspritze, 18/24 m, 1500 l, 67 kW	Feldarbeit	MAI1 - MAI2	400 l	0,30	15,0	
Pflanzenschutz ab Hof; Anbaupflanzenschutzspritze, 18/24 m, 1500 l, 67 kW	Feldarbeit	JUN1 - JUN2	400 l	0,30	15,0	
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger; 0,8 t, Anbauschleuderstreuer, 54 kW	Feldarbeit	JUN2 - JUL1	200 kg	0,23	11,5	
Maishacken mit Hacksterngerät; 6-reihig, 67 kW	Feldarbeit	JUN2 - JUL1		0,44	22,0	
Silomais häckseln, durch Lohnunternehmen, Selbstfahrer 6-reihig	im Lohn	SEP2 - OKT1	50 t	0,00	0,0	
10 (5) t, Doppelzug, Dreiseitenkippanhänger, 67 kW	Transport	SEP2 - OKT1	50 t	5,13	256,5	
Radlader, 11 t, 105 kW	Festfahren	SEP2 - OKT1	50 t	2,05	102,5	
Denaturierung durch Zugabe von 25 Tankwagen Gülle	Laden + Verteilen	SEP2 - OKT1	6 m³ je 50 t	0,38	18,8	
Kalk ab Feld streuen; 50 t/h, Radlader, 68 kW	Laden	OKT1 - OKT2	1 t	0,03	1,5	
6,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	Feldarbeit	OKT1 - OKT2	1 t	0,11	5,5	
Stoppelgrubbern; 3,0 m, 83 kW	Feldarbeit	OKT1 - OKT2		0,55	27,5	
				Summe	14,28	713,8
Anwekksilage, 1. Schnitt,		62,5 ha Grünland				
Arbeitsgang	Teilarbeit	Zeitspanne	Menge	Zeitbedarf	AKh auf 62,5 ha Anbaufläche	
Gülle ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen, Schleppschlauch; 12 m³, 83 kW	Feldarbeit	JUL1 - AUG1	30 m³/ha	1,88	117,5	
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger; 50 t/h Radlader, 68 kW	Laden	MAE2 - APR1	600 kg	0,01	0,6	
6,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	Feldarbeit	MAE2 - APR1	600 kg	0,12	7,5	
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger; 50 t/h Radlader, 68 kW	Laden	MAE2 - APR1	400 kg	0,01	0,6	
6,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	Feldarbeit	MAE2 - APR1	400 kg	0,11	6,9	
Abschleppen von Grünland; 9 m, 67 kW	Feldarbeit	APR1 - MAI1		0,29	18,1	
Mähen mit Mähauflbereiter; 2,8 m, 67 kW	Feldarbeit	MAI2 - MAI2	20 t	0,58	36,3	
Zetten/Wenden mit Kreiselzettwender; 7,5 m, 67 kW	Feldarbeit	MAI2 - MAI2		0,23	14,4	
Schwaden mit Kreiselschwader; 6,5 m, 67 kW	Feldarbeit	MAI2 - MAI2		0,32	20,0	
Anwekkgut von Lohnunternehmen ernten, transportieren und einlagern	Komplettarbeit	MAI2 - MAI2	12 t	0,00	0,0	
				Summe	3,6	221,9
Anwekksilage, 2. Schnitt,		62,5 ha Grünland				
Arbeitsgang	Teilarbeit	Zeitspanne	Menge	Zeitbedarf	AKh auf 62,5 ha Anbaufläche	
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger; 50 t/h Radlader, 68 kW	Laden	MAI2 - MAI2	400 kg	0,01	0,6	
6,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	Feldarbeit	MAI2 - MAI2	400 kg	0,11	6,9	
Mähen mit Mähauflbereiter; 2,8 m, 67 kW	Feldarbeit	JUN2 - JUL1	10 t	0,58	36,3	
Zetten/Wenden mit Kreiselzettwender; 7,5 m, 67 kW	Feldarbeit	JUN2 - JUL1		0,23	14,4	
Schwaden mit Kreiselschwader; 6,5 m, 67 kW	Feldarbeit	JUN2 - JUL1		0,32	20,0	
Anwekkgut von Lohnunternehmen ernten, transportieren und einlagern	Komplettarbeit	JUN2 - JUL1	6 t	0,00	0,0	
				Summe	1,25	78
Anwekksilage, 3. Schnitt,		62,5 ha Grünland				
Arbeitsgang	Teilarbeit	Zeitspanne	Menge	Zeitbedarf	AKh auf 62,5 ha Anbaufläche	
Mähen mit Mähauflbereiter; 2,8 m, 67 kW	Feldarbeit	SEP1	10 t	0,58	36,3	
Zetten/Wenden mit Kreiselzettwender; 7,5 m, 67 kW	Feldarbeit	SEP1		0,23	14,4	
Schwaden mit Kreiselschwader; 6,5 m, 67 kW	Feldarbeit	SEP1		0,32	20,0	
Anwekkgut von Lohnunternehmen ernten, transportieren und einlagern	Komplettarbeit	SEP1	6 t	0,00	0,0	
				Summe	1,13	71
Gesamt AKh ohne Gärrestaubsbringung					873	
Gesamt AKh mit Gärrestaubsbringung					1084,4	
AKh/t Substrat mit Gärrestaubsbringung					0,27	

Abb. 9-1: Arbeitsfolgen der Mais- und Anwekksilageproduktion

Viel weniger planbar und vorhersehbar wird der Arbeitszeitbedarf, wenn Reststoffe während der Vegetationszeiten und nur in bestimmten Zeitspannen anfallen und verwertet werden sollen. Beispiele hierfür wären:

- die Verwertung von frischem Schnittgrün oder
- die Verwertung von Gemüseabfällen

die nur zu bestimmten Zeiten anfallen. Arbeitswirtschaftlich und prozesstechnisch wird es immer von Vorteil sein, wenn bei der Verwertung saisonal anfallender Substrate auf eingelagerte „Reservesubstrate“ zurückgegriffen werden kann, um kurzzeitige Versorgungslücken vermeiden zu können.

Nicht zu vernachlässigen sind auch negative Einflüsse auf den Gärprozess durch zu stark wechselnde Substratzusammensetzungen beim überwiegenden Einsatz von saisonalen Substraten.

Noch bedeutender wird diese Problemstellung, wenn die Substrate nicht im eigenen Betrieb anfallen. Hier darf der Arbeitszeitbedarf für die Akquisition

nicht unterschätzt werden. Allerdings liegen über die Höhe des Arbeitszeitbedarfes praktisch keinerlei Kenntnisse vor. Es liegt letztlich im kaufmännischen Geschick des Betreibers, eine dauerhafte und möglichst kontinuierliche Versorgung sicherzustellen. Erfolgt die Abholung durch den Betreiber der Biogasanlage, dann ist der dafür erforderliche Arbeitszeitbedarf natürlich von Einfluss auf die betriebliche Arbeitsorganisation und die damit verbundenen Kosten.

Inner- und zwischenbetriebliche Transporte sind sowohl in einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben, aber besonders bei gemeinschaftlich betriebenen Biogasanlagen nicht zu vermeiden. Nicht nur der zusätzliche Arbeitszeitbedarf muss eingeplant werden, sondern die damit verbundenen Kosten können entscheidende Bedeutung erlangen. Besonders häufig dürfte die Verwendung von Gülle oder Festmist aus der Tierhaltung oder von Abfällen aus der Produktaufbereitung (Getreide, Rüben, Gemüse, Obst) in Frage kommen. Entscheidend ist stets das Verhältnis

des „Produktwertes“ für die Stromerzeugung im Verhältnis zum „Preis“ einschließlich des Transportes.

Die Transportwürdigkeit sollte im Vorfeld geklärt werden, wenn Kooperationen oder Lieferverträge abgeschlossen werden sollen. Das gilt in besonderem Maße auch bei der Festlegung des Standortes der Anlage.

9.3.2.2 Arbeitszeitbedarf für das Betreiben einer Biogasanlage

Umfangreiche Datenerhebungen zum Arbeitszeitbedarf über Betriebstagebücher von über 40 Biogasanlagen im Bundesgebiet wurden im Rahmen des Biogasmessprogramms (/9-3/, /9-4/, /9-5/, /9-6/) aufgezeichnet. Eine Systematisierung und Auswertung der zusammengetragenen Werte ergaben die in Tabelle 9-1 aufgeführten durchschnittlichen Werte:

Tabelle 9-1: Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Betreiben einer Biogasanlage

Arbeitsbereich	Arbeitszeitaufwand [Akh/Woche]	
	Durchschnitt	Spannweite
Kontrollgang, Datenerfassung	2,9	0 ... 8,42
Substratmanagement	3,4	0 ... 12,6
Kleinreparaturen	1,1	-
Allgemeine Wartung	1,2	-
BHKW Wartung	1,2	-
Allgemeine Organisation	1,8	-
Routinearbeiten gesamt	11,6	
Störungen am Feststoffeintrag beseitigen	0,83	0 ... 8
Störungen am BHKW beseitigen	0,42	0,05 ... 1,85
Störung durch verstopfte Substratleitungen beseitigen	0,25	0,03 ... 0,77
Störungsbeseitigung insgesamt	1,5	

Die Auswertung dieser Aufzeichnungen zeigte, dass mit zunehmender Nennleistung der Anlage auch der Gesamt-Arbeitszeitaufwand in Arbeitspersonstunden je Woche ansteigt. Ein enger Zusammenhang besteht auch zwischen der Größe des Tierbestandes, der Zugabemenge von Substraten in t/Woche und der Nennleistung des Blockheizkraftwerkes. Leider lassen die Aufwandszahlen bisher keine weiteren gesicherten Ableitungen für einzelne Arbeitsschwerpunkte zu.

Im Bereich der Substratzuteilung, der Entnahme aus den Lagern und in einigen Bereichen der Aufbereitung ist die Übereinstimmung mit anderen landwirtschaftlichen Tätigkeiten jedoch so weitreichend, dass Richtwerte daraus abgeleitet werden können, die eine ausreichende Zuverlässigkeit erwarten lassen. In der Gesamtsicht muss schließlich darauf verwiesen werden, dass sich die Arbeitskosten für das Betreiben einer Biogasanlagen unterhalb von 10 % der Gesamtkosten bewegen und somit nicht die entscheidende Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit haben. Trotzdem ist zu bemerken, dass in Zukunft für präzisere Planungen auch zuverlässigere Richtwerte für den Arbeitszeitbedarf benötigt werden. Folgende Gliederung und Einteilung des Arbeitszeitbedarfes scheint hierzu geeignet (Tabelle 9-2).

Tabelle 9-2: Gliederung und Einteilung des Arbeitszeitbedarfes

Charakterisierung der Arbeiten	Richtwert für den Arbeitszeitbedarf [AKh/Woche]
Kontrollen, Datenerfassung, Büroarbeiten, allgemeine Organisation	4,7
Wartungsarbeiten, einschließlich kleinerer Reparaturen	3,5
Störungsbeseitigungen	1,5
Summe, ohne Substratzuteilungen, Befüll- und Entleervorgänge	9,7

9.3.2.3 Arbeitszeitbedarf bei der Substrataufbereitung und Einbringung in den Fermenter

Der Arbeitszeitbedarf wird in starkem Maße von der Art des Substrates bestimmt.

Flüssige Substrate wie die Gülle werden in der Regel im oder am Stall zwischengelagert, einem Annahmebehälter zugeführt und von dort durch zeit- bzw. intervall-geschaltete Pumpaggregate dem Fermenter zugeführt (vgl. Kapitel 6 Verfahrensbeschreibung Modellanlagen). Der Arbeitszeitbedarf beschränkt sich auf gelegentliche Kontrollen und Einstellungen. Der Arbeitszeitbedarf hierfür sollte mit den vorgenannten Richtwerten für Wartungsarbeiten abgedeckt sein.

Ähnlich verhält es sich bei flüssigen Treestern und Pülpfen aus der Wein-, Branntwein- oder Obstsafterstellung.

Flüssige Fette und Öle werden von den Anlieferungsfahrzeugen in Tanks oder eigene Gruben gepumpt und vor der Einspeisung meist einer Hygieni-



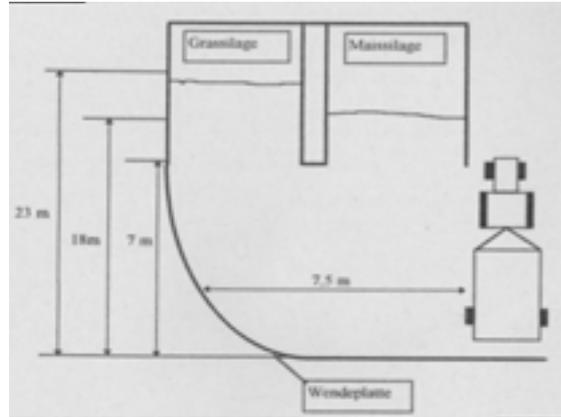
Tabelle 9-3: Elementzeiten für die Entnahme von Silagen aus Fahrsilos mit befestigter Wendepalte mit Frontlader und Schneidzange an einem Standard-Traktor bzw. einer Schneidschaufel an einem Teleskoplader

Tätigkeit: Entnahme Silage aus Fahrsilo, fahren zur Entladestelle (Fahrzeug oder Substrateinspeisung) und entladen
Fördergut: Mais- und Grassilage
Arbeitsort: Fahrsilo, befestigte Wendepalte, Distanzen ca. 15 bis 25 m

Arbeitsmittel: Traktor, Frontlader
 Schneidzange 0,87 m³

Teleskoplader
 Schneidschaufel 0,87 m³

Arbeitsablaufskizze:



Vorgangszeit: 161,67 cmin je Vorgang	161,67 cmin je Vorgang (1 cmin = 1/100 min)
Füllgewichte in kg/Vorgang 378 kg Maissilage 386 kg Grassilage	397 kg Maissilage 390 kg Grassilage
Ladezeit in min/t 4,28 min/t Maissilage 4,19 min/t Grassilage	3,83 min/t Maissilage 3,83 min/t Maissilage

sierung zugeführt. Auch hier beschränkt sich der erforderliche Arbeitszeitbedarf in der Regel auf Kontrollen und Einstellungen.

Bei den **festen Substraten** landwirtschaftlicher Herkunft überwiegen Silagen von Mais oder vom Grünland. In Frage kommen weiterhin Getreidekörner und -abfälle, die bei der Getreidereinigung und -aufbereitung anfallen. Auch Wurzel- und Knollenfrüchte (Rüben, Zwiebel, Kartoffel) sowie Bestandteile aus deren Verarbeitung sind zu handhaben.

Die bekannten Erhebungen zum Arbeitsaufwand belegen, dass die Einspeisung der Substrate den größten Anteil des Arbeitszeitbedarfes erfordern. Für die Befüllung der verschiedenen Fermenterbeschickungen (über Annahmebehälter, Befülltrichter eines Schrägförderers/einer hydraulischen Einpress-Vorrichtung) wird in der Regel mobile Lade- und Förder-technik verwendet. Das folgende Beispiel zeigt grundlegende Elementzeiten, die für die Planung herangezogen werden können (Tabelle 9-1). Spezifische Arbeitszeitmessungen, die in Biogasanlagen vorgenommen wurden, stehen derzeit noch nicht zur Verfügung.

Tabelle 9-4 enthält eine Zusammenfassung von Ladezeiten.

Durch Einsetzen der Ladezeit-Richtwerte und Multiplikation mit den jährlich verarbeiteten Substratmengen und Hinzufügen eines Zuschlages für notwendige Rüstzeiten kann der Arbeitszeitbedarf für die Substratzuteilung geschätzt werden.

Arbeitszeitbedarf für das Betreiben der Modellanlage 5 sowie Arbeitszeitbedarf für die Substrataufbereitung und Einbringung des Substrates in den Fermenter bei Modellanlage 5

Unterstellt ist der Einsatz eines Teleskopladers für das Befüllen der Beschickungsaggregate. Eine zusätzliche tägliche Rüstzeit für das Tanken der Maschine, Silofolie entfernen und wieder abdecken wurde mit 15 min täglich berücksichtigt (Tabellen 9-5 und 9-6).

Für die Bewirtschaftung der Biogasanlage (Modell 5) mit der in Kapitel 6 dargestellten technischen Ausrüstung und den o.g. Substratmengen ist ein jährlicher Arbeitszeitbedarf von rund 860 Stunden anzusetzen.

Tabelle 9-4: Erforderliche Ladezeiten bei der Verwendung unterschiedlicher Ladegeräte (nach /9-7/, /9-8/, /9-9/)

Ladegut Ladegerät	Ladezeiten in [min/t]		
	Frontlader, Traktor	Radlader	Teleskoplader
Maissilage (Flachsilo)	4,28... 8,06	6,02	3,83
Grassilage (Flachsilo)	4,19...6,20	4,63	3,89
Maissilage (Flachsilo), Kiesweg, hängig	5,11	2,44	-
Grassilage (Flachsilo), Kiesweg, hängig	5,11	3,66	-
Festmist (Mistplatte)	2,58	2,03	-
Großballen (Rechteck)	1,25	-	1,34
Getreide (lose)	2,61	-	1,50

Tabelle 9-5: Kalkulation des Gesamtarbeitszeitbedarf/Jahr mit Rüstzeiten

	[1]	[2]	[3]
Substrat	Maissilage	Grassilage	Futterreste
Substratmenge [t/Jahr]	2500	1500	46
x Ladezeit [min/t] (siehe Tab. 9-4)	3,83	3,89	4
+ Rüstzeit [min/Einsatztag]	15		
x Einsatztage/Jahr	365		
Arbeitszeitbedarf [AKh/Jahr]	250,8	97,3	3,1
Gesamtarbeitszeitbedarf [AKh/Jahr]	351,2		

Tabelle 9-6: Arbeitszeitbedarf für Routinearbeiten und Substratbeschickung (Grundlagen aus Tabelle 9-1)

Arbeitsbereich	Arbeitszeitbedarf	
	[AKh/Woche]	[AKh/Jahr]
Kontrollgang, Datenerfassung	2,9	150,8
Kleinreparaturen	1,1	57,2
Allgemeine Wartung	1,2	62,4
BHKW Wartung	1,2	62,4
Allgemeine Organisation	1,8	93,6
Routinearbeiten gesamt	8,2	426,4
Substratmanagement	Siehe Tabelle 9-1	
Störungsarbeiten	1,5	78,0
Jahres-Arbeitszeitbedarf		855,6

9.3.2.4 Arbeitszeitbedarf bei der Ausbringung von Gärresten

Bei Modellanlage 5 werden von den rund 4000 t jährlich eingesetzten Nachwachsenden Rohstoffen rund 50 % der organischen Substanz zu Biogas umgesetzt. Diese Umsetzung mindert die Masse an Gärückständen, so dass nur etwa 3400 t der ursprünglichen Substratmasse ausgebracht werden müssen. Das sind etwas mehr als 30 m³ je ha Anbaufläche für die Substraterzeugung. Der Arbeitszeitbedarf mit einem 12 m³ Pump-Tankwagen mit Schleppschlauch auf 5 ha große Parzellen und 3 km Hof-Feld-Entfernung beträgt 1,88 AKh/ha, so dass im Jahr rund 530 AKh auf die Ausbringung von Gärresten entfallen.

Der Arbeitszeitbedarf für die Ausbringung der Güllemengen wird hier nicht betrachtet, da die in die Biogasanlage eingebrachte Güllemasse auch ohne anaerobe Behandlung Kosten für die Ausbringung verursacht hätte. Bei gleichen Ausbringungsbedingungen und technischer Ausrüstung ist der Arbeitszeitbedarf ebenso hoch mit z.B. 1,88 AKh/ha anzusetzen.

Mit rund 860 AKh ist die ganzjährige Anlagenbetreuung einschließlich der Substratzuführung gekennzeichnet durch relativ gleichmäßig anfallende und sich regelmäßig wiederholende Arbeiten. Ein Drittel einer ständigen Arbeitskraft muss dafür zur Verfügung stehen.

Der Arbeitszeitbedarf für den Anbau (jeweils ohne Gärrestausrückführung) von 50 ha Silomais erfordert mit 620 AKh den höchsten Arbeitszeitbedarf, wobei die Ernte mit einem 6-reihigen Häcksler durch einen Lohnbetrieb erfolgt. Es entfallen aber 360 AKh auf den Transport, die Einlagerung und das Festfahren des Erntegutes in einem Fahrsilo. Die Grassilage erfordert dagegen 253 AKh, Häckseln, Transport und Einlagerung erfolgen komplett überbetrieblich.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass sich für **Modellanlage 5** unter der Annahme der überbetrieblichen Vergabe aufwändiger Erntearbeiten ein kalkulierter jährlicher Arbeitszeitbedarf von rund 2200 Arbeitskraftstunden ergibt. Das ist die Arbeitskapazität einer vollen Arbeitskraft, allerdings bei sehr ungleicher Verteilung über das Jahr (vgl. Abb. 9-2).

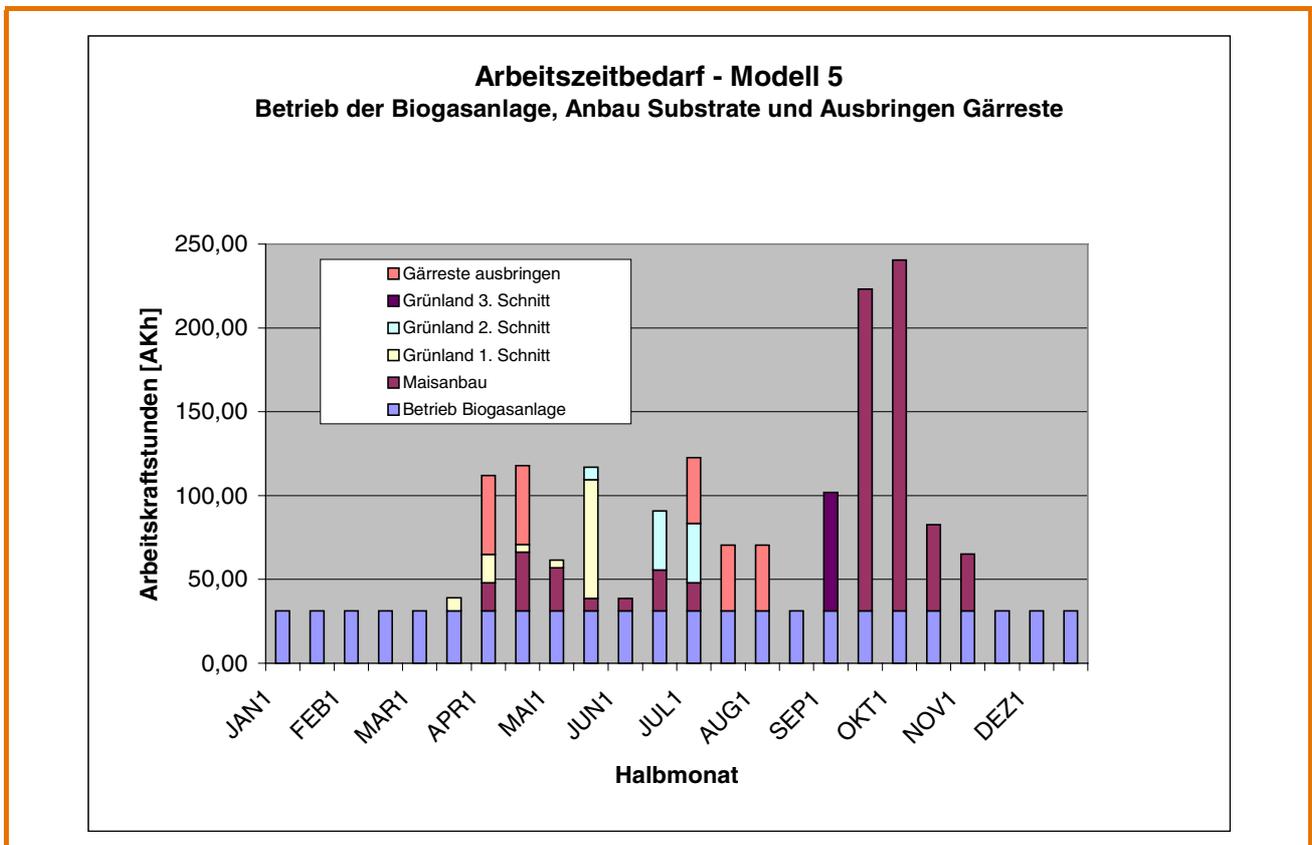


Abb. 9-2: Darstellung des für die Modellanlage 5 erforderlichen Arbeitszeitbedarfes

9.4 Steuerliche und rechtliche Anmerkungen

9.4.1 Steuerliche Behandlung des Betriebs von Biogasanlagen

Neben den technischen Fragen der Biogasgewinnung und -nutzung sind auch die steuerlichen Auswirkungen im Blick zu behalten. Nachfolgend sollen in einem kurzen Überblick die wichtigsten steuerlichen Regelungen und Auswirkungen im Bereich der Einkommensteuer, der Gewerbesteuer und der Umsatzsteuer dargestellt werden.

9.4.1.1 Ertragsteuerliche Auswirkungen

Die ertragsteuerliche Grundfrage ist zunächst, ob das Betreiben einer Biogasanlage noch in den Bereich der steuerlichen Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft fällt oder es sich bereits um Einkünfte aus Gewerbebetrieb handelt. Daneben spielen aber auch die Fragen der Behandlung von Zuschüssen für die Errichtung von Anlagen, Abschreibungsregelungen sowie mögliche Verlustverrechnungen eine bedeutende Rolle.

Abgrenzung Landwirtschaft und Gewerbe

Die Finanzverwaltung vertritt die Auffassung, dass die Erzeugung von Biogas Teil der land- und forstwirtschaftlichen Urproduktion ist, wenn die Biomasse als solche überwiegend im eigenen Betrieb erzeugt und das Biogas bzw. der daraus erzeugte elektrische Strom überwiegend im eigenen Betrieb verwendet wird. Bei der Beurteilung der Frage, wann von einer überwiegenden Erzeugung im eigenen Betrieb auszugehen ist, kommt es nicht auf das Kubikmeterverhältnis von eigener Biomasse zu den Kofermentaten an, sondern auf das „Nährstoffverhältnis“ und die daraus resultierenden Biogaserträge.

Daneben kann die Erzeugung von Biogas auch ein land- und forstwirtschaftlicher Nebenbetrieb sein, wenn

- die Biomasse überwiegend im eigenen Betrieb erzeugt wird und das Biogas oder der daraus erzeugte Strom überwiegend zum Verkauf bestimmt ist oder
- die Biomasse gegen Entgelt erworben wird, jedoch das daraus erzeugte Biogas bzw. der daraus erzeugte Strom nahezu ausschließlich im eigenen Betrieb Verwendung findet.

Nur in den Fällen, in denen die Erzeugung der eingesetzten Biomasse und die Verwendung des erzeugten Biogases bzw. des Stromes nicht im eigenen Betrieb

Tabelle 9-7: Steuerliche Einordnung des Betriebs bei der Produktion von Strom aus Biogas

Biogas Erzeugung ...	Verwendung Biogas / Strom	
	...im eigenen Betrieb	...Verkauf
überwiegend aus Eigenproduktion (Pflanzen, Pflanzenreste, Gülle)	Land- und Forstwirtschaft	Land- und Forstwirtschaft
überwiegend aus Fremdproduktion (Speisereste, Fette)	Land- und Forstwirtschaft	Gewerbe

stattfindet, liegen Einkünfte aus Gewerbebetrieb vor. Tabelle 9-7 stellt die steuerliche Einordnung des Betriebs bei der Produktion von Strom aus Biogas dar.

Im Gegensatz zur Erzeugung von Energie z. B. durch Wind-, Solar- oder Wasserkraft handelt es sich damit bei der Verwertung von Biomasse und der Erzeugung von Biogas oder Strom nach Auffassung der Finanzverwaltung nicht um gewerbliche Energieerzeugung, sondern die Verwertung der Biomasse wird als landwirtschaftliches Produkt der ersten Verarbeitungsstufe angesehen. Damit gilt für die Masse der landwirtschaftlichen Biogasanlagen, dass die daraus resultierenden Einkünfte noch zu den Einkünften aus Land- und Forstwirtschaft zählen.

Behandlung von Zuschüssen

Vielfach werden Biogasanlagen auch mit Zuschüssen aus öffentlichen Mitteln angeschafft oder hergestellt. In diesem Fall hat die Finanzverwaltung den Steuerpflichtigen ein Wahlrecht eingeräumt. Einerseits können sie die Zuschüsse als Betriebseinnahmen ansetzen und die Zuschüsse damit sofort gewinnwirksam versteuern. Andererseits kann der Steuerpflichtige jedoch auch die Zuschüsse erfolgsneutral, also nicht gewinnwirksam behandeln. In diesem Fall ist die Bemessungsgrundlage der Anschaffungs- oder Herstellungskosten einer Biogasanlage um die Zuschüsse zu kürzen.

Die Bemessungsgrundlage der Anschaffungs- oder Herstellungskosten ist ausschlaggebend für die spätere Abschreibung der Biogasanlage. Entscheidet man sich daher für die Möglichkeit, die Zuschüsse gewinnwirksam als Betriebseinnahmen zu erfassen, hat der Steuerpflichtige auf Grund höherer Anschaffungs- oder Herstellungskosten eine höhere jährliche Abschreibung. Bei einer erfolgsneutralen Behandlung der Zuschüsse mindert sich dagegen die Bemessungs-

grundlage für die Abschreibung, so dass die jährliche Abschreibung entsprechend geringer ausfällt.

Abschreibungsregeln

Biogasanlagen sind regelmäßig Betriebsvorrichtungen, so dass sich die Abschreibungsbedingungen nach denen für bewegliche Wirtschaftsgüter richten.

Nach den allgemeinen AfA-Tabellen für die Land- und Forstwirtschaft gilt für Biogasanlagen steuerlich eine Nutzungsdauer von 16 Jahren, so dass sich ein normaler linearer AfA-Satz in Höhe von jährlich 6 % der Anschaffungs- oder Herstellungskosten ergibt. Daneben können die Steuerpflichtigen noch die allgemeinen Wahlrechte bei der Abschreibung in Anspruch nehmen. Dazu zählen z. B. die degressive Abschreibung, die Vereinfachungsregelung der Halbjahres-AfA sowie Sonderabschreibungen und Ansparrücklagen.

Die für bewegliche Wirtschaftsgüter geltende Halbjahres-AfA besagt, dass bei einer in der ersten Hälfte eines Wirtschaftsjahres angeschafften Anlage der für das gesamte Jahr in Betracht kommende AfA-Betrag als Betriebsausgabe abgesetzt werden kann. Bei in der zweiten Hälfte des Wirtschaftsjahres angeschafften oder hergestellten Biogasanlage kann noch die Hälfte des für das gesamte Wirtschaftsjahr in Betracht kommenden AfA-Betrages abgesetzt werden. Dies gilt auch dann, wenn die Anlage z. B. erst am 28.12. eines Jahres angeschafft worden ist.

Neben der linearen AfA in Höhe von 6 % für Biogasanlagen können die Steuerpflichtigen auch wahlweise die degressive Abschreibung in Anspruch nehmen. Bei der degressiven Abschreibung handelt es sich um eine Abschreibung in fallenden Jahresbeträgen vom jeweils verbleibenden Restbetrag. Der degressive AfA-Satz darf das Doppelte der linearen AfA und insgesamt 20 % nicht übersteigen. Für Biogasanlagen bedeutet dies, dass der degressive Abschreibungssatz 12 % beträgt. Weiterhin kann jederzeit von degressiver auf lineare AfA übergegangen werden. Bei einer Nutzungsdauer von 16 Jahren bietet sich der Wechsel zur linearen AfA ab dem 9. Jahr ab. Ab diesem Jahr sind die linearen AfA-Beträge höher als die degressiven Abschreibungsbeträge.

Daneben können die Steuerpflichtigen auch eine Sonderabschreibung für die Anschaffung oder Herstellung der Biogasanlage in Anspruch nehmen. Mit der Sonderabschreibung können 20 % der Anschaffungs- oder Herstellungskosten wahlweise in einer Summe oder verteilt auf die ersten fünf Jahre nach der Anschaffung ergebnismindernd als Betriebsausgaben geltend gemacht werden. Aus Liquiditätsgründen ist

es daher von großem Vorteil, die Sonderabschreibung geltend zu machen.

Eine Kombination aus Sonderabschreibung und degressiver Abschreibung bewirkt, dass man bereits nach drei Jahren fast die Hälfte der ursprünglichen Anschaffungs- oder Herstellungskosten abgeschrieben hat. Dazu folgendes Beispiel:

Beispiel: Der Landwirt hat eine Biogasanlage mit Anschaffungskosten von 100.000 € erworben. Er nimmt die 20%ige Sonderabschreibung im ersten Jahr voll in Anspruch. Daneben entscheidet er sich zunächst für die degressive Abschreibung.

Daraus errechnet sich folgende AfA-Reihe:

AK/HK	100.000	---
Sonder-AfA 20 %	---	20.000
Degressive AfA 12 %	---	12.000
Restbuchwert (RBW)	68.000	---
2. Jahr AfA 12 % vom RBW	---	8.160
Restbuchwert	59.840	---
3. Jahr AfA 12 % vom RBW	---	7.181
Restbuchwert	52.659	---
AfA-Summe nach 3 Jahren	---	47.341

Der Landwirt hat also bereits nach 3 Jahren die Anlagen fast auf die Hälfte abgeschrieben und insoweit kalkulatorische Verluste in Höhe von 47.341 € erzeugt. Diese kann er mit positiven Einkünften ggf. verrechnen.

Allerdings kann ein landwirtschaftlicher Betrieb die Sonderabschreibung nur dann in Anspruch nehmen, wenn der Einheitswert des Betriebes der Land- und Forstwirtschaft im Zeitpunkt der Anschaffung oder Herstellung nicht mehr als 122.710 € beträgt. Soweit es sich um einen Gewerbebetrieb handelt, in dem die Biogasanlage angeschafft oder hergestellt wird, darf das Betriebsvermögen des Gewerbebetriebs nicht größer sein als 204.517 €.

Weitere Voraussetzung zur Bildung einer Sonderabschreibung ist, dass im Wirtschaftsjahr vor der Inanspruchnahme eine Ansparrücklage gebildet worden ist. Dieses formelle Erfordernis muss unbedingt eingehalten werden, da ansonsten die Finanzverwaltung die Sonderabschreibung nicht gewährt. Die Ansparrücklage muss mindestens 1 € und darf höchstens 40 % der voraussichtlichen Anschaffungs- oder Herstellungskosten betragen.

Verlustverrechnung

Durch die hohe Abschreibung gerade in den ersten Jahren entstehen im Betrieb hohe kalkulatorische Verluste. Diese Verluste können mit Gewinnen im übr-

gen landwirtschaftlichen Betrieb ohne Weiteres in unbegrenztem Umfang verrechnet werden.

Problematisch kann die Verlustverrechnung jedoch in den Fällen sein, in denen der Steuerpflichtige die Biogasanlagen im Rahmen eines gewerblichen Betriebes führt. In diesem Fall können die Verluste nur in begrenztem Umfang verrechnet werden, da der Gesetzgeber mit einer komplizierten Regelung sicherstellen will, dass immer eine Mindestbesteuerung der Einkünfte erfolgt. Daher kann ein Verlust z.B. bei der Einkunftsart „Gewerbebetrieb“ nur beschränkt mit positiven Einkünften aus anderen Einkunftsarten wie z.B. „Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft“ oder „Einkünfte aus Vermietung und Verpachtung“ verrechnet werden. Unbeschränkt können max. 51.500 € zwischen den verschiedenen Einkunftsarten verrechnet werden. Der dann verbleibende Betrag der negativen Einkünfte kann jedoch nur zu 50 % berücksichtigt werden.

Der Restbetrag geht jedoch nicht verloren. Soweit sich ein Restverlust ergibt, kann dieser wahlweise in den vorangegangenen Veranlagungszeitraum zurückgetragen oder in die nächsten Jahre vorgetragen werden.

9.4.1.2 Umsatzsteuerliche Auswirkungen

Für Land- und Forstwirte sieht das Umsatzsteuergesetz besondere Durchschnittssätze vor. Für die im Rahmen eines land- und forstwirtschaftlichen Betriebes ausgeführten Umsätze gilt eine Umsatzsteuer von 9 % der jeweiligen Bemessungsgrundlage. Verkauft daher der Land- und Forstwirt den aus der Biomasse erzeugten Strom, so kann er darauf 9 % MwSt. aufschlagen. Andererseits sieht das Umsatzsteuergesetz vor, dass den Land- und Forstwirten ein Abzug der auf die Anschaffungs- oder Herstellungskosten entfallende Umsatzsteuer verwehrt ist.

Deshalb haben Land- und Forstwirte zu prüfen, ob sie bei der Errichtung einer Biogasanlage eine Option zur sog. Regelbesteuerung aussprechen. Dies bedeutet, dass man fünf Jahre lang an die allgemeinen Regeln des Umsatzsteuerrechts gebunden ist. Der Landwirt muss daher auf alle veräußerten Produkte – also nicht nur das veräußerte Biogas – den jeweils geltenden MwSt-Satz von derzeit 7 % oder 16 % aufschlagen und an das Finanzamt abführen. Im Gegenzug kann er sich die ihm in Rechnung gestellte Vorsteuer vom Finanzamt zurückerstatten lassen. Da erfahrungsgemäß bei einer Baumaßnahme wie der Errichtung einer Biogasanlage ein hoher Vorsteuerbetrag anfällt, ist immer zu prüfen, ob sich die Option für die Regelbe-

steuerung für den einzelnen Betrieb rechnet. Die Optionserklärung kann auch rückwirkend bis zum 10. Januar eines Jahres für das vorangegangene Kalenderjahr erklärt werden.

Zu beachten ist jedoch, dass die Vorteile bei der Biogasanlage möglicherweise Nachteile im übrigen landwirtschaftlichen Betrieb bedeuten. Da gerade umsatzstarke Vieh haltende Betriebe oftmals Vorteile aus der Durchschnittsbesteuerung aus der Umsatzsteuer haben, sind beide Optionen sorgfältig zu prüfen.

9.4.1.3 Gewerbesteuerliche Auswirkungen

Kommt man eingangs zu dem Ergebnis, dass es sich bei der Biogasanlage nicht mehr um einen Nebenbetrieb oder einen land- und forstwirtschaftlichen Betrieb handelt, erzielt der Steuerpflichtige insoweit Einkünfte aus Gewerbebetrieb. In diesem Fall fällt nach dem Gewerbesteuergesetz auch Gewerbesteuer an, für die jedoch derzeit ein Freibetrag für Einzelunternehmer und Personengesellschaften in Höhe von 24.500 € gilt. Sollte der Gewerbeertrag darüber liegen, greift ein Stufentarif.

Doch selbst dann, wenn man tatsächlich in eine Gewerbesteuerpflicht hineinlaufen sollte, hat der Gesetzgeber vorgesehen, dass die Gewerbesteuerzahlungen pauschal auf die Einkommensteuerzahllast angerechnet werden können. Eine Nettobelastung durch die Gewerbesteuer ergibt sich daher erst ab einem Gewerbesteuerhebesatz von mehr als 360 v.H.

9.4.2 Rechtsformwahl und die steuerlichen Auswirkungen

Die Frage der Rechtsform bei der Errichtung einer Biogasanlage ist bereits im Vorfeld frühzeitig zu klären. Dabei ist die Wahl einer Rechtsform nicht alleine eine Frage der steuerlichen Belastung, doch ergibt sich eine erhebliche Wechselwirkung zwischen dem Gesellschaftsrecht und dem Steuerrecht, da das deutsche Steuerrecht abhängig von der jeweiligen Rechtsform unterschiedliche Konsequenzen hat. So unterliegen Einzelunternehmen und Personengesellschaften der Einkommensteuer, während Kapitalgesellschaften nach dem Körperschaftsteuergesetz erfasst werden.

Die Vorteilhaftigkeit einer Rechtsform bei der Errichtung oder dem Erwerb einer Biogasanlage hängt im Wesentlichen von der Größe der Biogasanlage und der Art und Weise der Kapitalbeschaffung ab. Bei kleineren Biogasanlagen wird es regelmäßig günstiger sein, diese als Nebenbetrieb zum land- und forstwirtschaftlichen Betrieb zu führen. Damit ist die Rechts-



form des landwirtschaftlichen Betriebes auch für den Nebenbetrieb ausschlaggebend. Dabei kann es sich um ein Einzelunternehmen oder auch um eine Personengesellschaft wie z. B. eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) handeln.

Gerade bei größeren Biogasanlagen ist jedoch auch die Beteiligung weiterer Unternehmer und damit die Kapitalbeschaffung von ausschlaggebender Bedeutung. Oftmals werden diese Anlagen neben dem ursprünglich landwirtschaftlichen Betrieb geführt, so dass sie auch rechtlich verselbständigt werden können. Dafür bieten sich die Rechtsformen der Kommanditgesellschaft (KG) oder ggfs. einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) an. Unterschiede zwischen den einzelnen Rechtsformen liegen z.B. in Fragen der Haftung, Gewinnverteilung, Veröffentlichungspflichten, Kapitalaufbringung und Geschäftsführung.

Neben den zivilrechtlichen Unterschieden der verschiedenen Rechtsformen sind auch steuerliche Abweichungen zu beachten, die nachfolgend ebenfalls dargestellt werden.

9.4.2.1 Einzelunternehmer

In der Land- und Forstwirtschaft am meisten verbreitet ist das klassische Einzelunternehmen. Mit der Aufnahme einer landwirtschaftlichen Tätigkeit, sei es durch die Gründung eines Betriebes oder durch die Übertragung eines Betriebes im Wege der vorweggenommenen Erbfolge oder im Rahmen des Erbfalls, ist man Einzelunternehmer und erzielt steuerrechtlich Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft. Wichtiges Element des Einzelunternehmers ist seine unbeschränkte Haftung mit seinem gesamten privaten und betrieblichen Vermögen. Die Führung des Einzelunternehmens obliegt allein dem Inhaber und ihm werden auch steuerrechtlich die Erträge des Unternehmens zugerechnet. Auf Grund des in der Land- und Forstwirtschaft üblichen Wirtschaftsjahres vom 1.07. bis zum 30.06. werden die Gewinne eines Wirtschaftsjahres auf das jeweilige Kalenderjahr aufgeteilt.

Eine Buchführungspflicht für den landwirtschaftlichen Einzelunternehmer ergibt sich nur dann, wenn die selbstbewirtschaftete land- und forstwirtschaftliche Fläche einen Wirtschaftswert von mehr als 25.000 € hat, der Gewinn aus Land- und Forstwirtschaft mehr als 30.000 € im Kalenderjahr oder die Umsätze mehr als 350.000 € im Kalenderjahr betragen. Diese Werte gelten für Wirtschaftsjahre, die nach dem 31. Dezember 2003 beginnen. Die Buchführungspflicht setzt dann mit dem Wirtschaftsjahr ein, das

nach der Aufforderung durch die Finanzverwaltung zur Buchführung beginnt. Werden die vorgenannten Grenzen nicht überschritten und liegt auch keine Aufforderung der Finanzverwaltung vor, müssen land- und forstwirtschaftliche Einzelunternehmer nur eine vereinfachte Einnahmen-Überschussrechnung anfertigen.

Daneben gibt es für kleinere Unternehmen die Möglichkeit, ihren Gewinn nach Durchschnittssätzen zu ermitteln. Dies ist möglich, so lange die selbstbewirtschaftete Fläche der landwirtschaftlichen Nutzung 20 ha nicht überschreitet, die Tierbestände nicht höher als 50 Vieheinheiten sind und der Wert der selbstbewirtschafteten Sondernutzung nicht mehr als 2.000 DM¹ je Sondernutzung beträgt. Biogasanlagen, die als Nebenbetriebe eines landwirtschaftlichen Hauptbetriebes geführt werden, gelten dabei als Sondernutzungen. Da Nebenbetriebe gesondert mit dem Einzelertragswert zu bewerten sind, wird sich – auch für kleinere Biogasanlagen – regelmäßig ein höherer Wert der Sondernutzung als 2.000 DM ergeben, so dass die Gewinnermittlung nach Durchschnittssätzen regelmäßig ausgeschlossen sein dürfte.

Solange nur Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft erzielt werden, entsteht nach derzeitiger Rechtslage keine Gewerbesteuerpflicht des Unternehmers. Wenn jedoch die Biogasanlage neben dem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb im Rahmen eines gewerblichen Einzelunternehmens geführt wird und daraus Einkünfte aus Gewerbebetrieb entstehen, entsteht automatisch auch eine Gewerbesteuerpflicht.

Nach dem Umsatzsteuergesetz kann der landwirtschaftliche Unternehmer die Umsatzsteuer-Pauschalierung in Anspruch nehmen. Dies ist einem gewerblichen Einzelunternehmer verwehrt.

9.4.2.2 Personengesellschaften

Die in der Land- und Forstwirtschaft am häufigsten vorkommenden Personengesellschaften sind die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) sowie die Kommanditgesellschaft (KG).

Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR)

Wesentlicher Vorteil der GbR ist ihre hohe Flexibilität in vielfältigen Bereichen. Zudem erfolgt die Gründung einer GbR formfrei durch Abschluss eines Gesellschaftsvertrages, der auch mündlich geschlossen werden kann. Aus Beweisgründen bietet sich jedoch immer ein schriftlicher Gesellschaftsvertrag an, um

1. Hier ist das Steuerrecht noch nicht auf € umgestellt worden



unnötige Streitigkeiten zwischen den Gesellschaftern zu vermeiden. Ein Mindestkapital ist für die Gründung einer GbR nicht erforderlich. Die Geschäftsführung schließlich erfolgt durch die Gesellschafter einstimmig, wobei hiervon abweichende Regelungen im Gesellschaftsvertrag geschlossen werden können. Ebenso wie beim Einzelunternehmer haften die Gesellschafter einer GbR mit ihrem gesamten privaten und betrieblichen Vermögen.

Hinsichtlich der Buchführungs- und Rechnungslegungspflichten einer GbR gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei einem Einzelunternehmer. Nur in den Fällen, in denen die bereits oben beschriebenen Betragsgrenzen überschritten werden und eine Aufforderung durch das Finanzamt vorliegt, muss die GbR eine Buchführung durchführen.

Zunächst wird auf der Ebene der Gesellschaft der Gewinn oder Verlust ermittelt. Da die Gesellschaft selber jedoch nicht steuerpflichtig ist, wird der so ermittelte Gewinn oder Verlust den einzelnen Gesellschaftern anteilig entsprechend der vertraglichen Regelungen zugerechnet. Es findet eine einheitliche und gesonderte Feststellung für jeden Gesellschafter statt. Diese Einkünfte hat dann der jeweilige Gesellschafter in seiner eigenen Einkommensteuererklärung zu erfassen und zu versteuern.

Umsatzsteuerlich und gewerbsteuerlich gelten für die GbR die gleichen Voraussetzungen wie für einen Einzelunternehmer.

Kommanditgesellschaft (KG)

Immer größerer Beliebtheit erfreut sich in der Land- und Forstwirtschaft die Rechtsform einer KG. Wesentlicher Vorteil einer KG gegenüber einer GbR ist, dass die Kommanditisten nur beschränkt mit ihrer Kommanditeinlage haften. Damit wird die unbeschränkte persönliche Haftung mit dem gesamten privaten und betrieblichen Vermögen auf einen bestimmten Geldbetrag reduziert. Neben einem oder mehreren Kommanditisten gibt es jedoch immer noch mindestens einen Komplementär, der als Vollhafter bezeichnet wird. Er muss mit seinem gesamten privaten und betrieblichen Vermögen haften.

Zur Einschränkung der unbeschränkten Haftung des Komplementärs gibt es weiterhin die Rechtsform der GmbH & Co. KG, bei der es sich auch um eine Personengesellschaft handelt. Bei dieser Rechtsform übernimmt eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) die Komplementärstellung. Mit dieser Rechtsformwahl kann die Haftung des Komplementärs auf die Hafteinlage der GmbH beschränkt werden.

Weiterer Vorteil einer KG ist, dass Kommanditisten gewonnen werden können, die nicht am Unternehmen selber interessiert sind, die jedoch Kapital zur Finanzierung einer Biogasanlage aufbringen können. Somit können z. B. weitere Familienangehörige oder auch familienfremde Personen gewonnen werden, um die Finanzierung einer Biogasanlage zu erleichtern und zu gewährleisten.

Wie bei einem Einzelunternehmen und der GbR ist auch bei der KG kein Mindestkapital erforderlich. Grundsätzlich gilt auch hier die Formfreiheit bei der Gründung, doch muss bei einer GmbH & Co. KG zuvor die Komplementär-GmbH gegründet und durch eine notariell beglaubigte Anmeldung beim Handelsregister dort eingetragen sein. Zur Geschäftsführung bei einer KG ist regelmäßig nur der Komplementär berechtigt. Bei einer GmbH & Co. KG ist dies die GmbH, deren Geschäfte wiederum durch ihren Geschäftsführer erledigt werden.

Hinsichtlich der Buchführung gelten für die KG die Regelungen des Handelsgesetzbuchs. Danach ist immer – unabhängig von bestimmten Betragsgrenzen – eine komplette Buchführung erforderlich.

Die Einkommensteuerpflicht bei einer KG liegt nicht bei der Gesellschaft, sondern bei ihren Gesellschaftern, denn die KG ist nicht selten Steuersubjekt bei der Einkommensteuer. Deshalb wird auch hier zunächst auf der Ebene der KG Gewinn und Verlust ermittelt und dann den Gesellschaftern anteilig in einer einheitlichen und gesonderten Feststellung zugeordnet. Die Gesellschafter sind dann verpflichtet, den auf sie entfallenen Anteil selbständig zu versteuern.

Etwas anderes gilt insoweit für die Gewerbesteuer. Hier ist die KG selbständiges Steuersubjekt und hat diese kraft Rechtsform selber zu tragen.

Soweit die KG einen landwirtschaftlichen Betrieb betreibt, kann sie auch die Umsatzsteuerpauschalierung für landwirtschaftliche Betriebe in Anspruch nehmen.

9.4.2.3 Kapitalgesellschaft

Kapitalgesellschaften spielen in der Land- und Forstwirtschaft noch keine große Rolle. Im Wesentlichen kommen als Kapitalgesellschaften die Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) sowie die Aktiengesellschaft (AG) in Frage. Nachfolgend sollen jedoch nur die GmbH dargestellt werden, da die AG auf Grund der erhöhten Formvorschriften für landwirtschaftliche Betriebe regelmäßig ausscheidet.

Grundprinzip der Kapitalgesellschaften ist die strenge Trennung zwischen der Ebene der Gesell-



Tabelle 9-8: Die wichtigsten Rechtsformen im Überblick

	Einzelunternehmer	Personengesellschaften		Kapitalgesellschaften
		GbR Gesellschaft bürgerlichen Rechts	KG Kommanditgesellschaft	GmbH Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Kapitalaufbringung	aus eigenem Vermögen; kein Mindestkapital	alle Mitunternehmer/Gesellschafter gemeinsam; kein Mindestkapital		Gesellschafter anteilmäßig; Stammkapital von 25.000 €, bei Gründung muss mindestens die Hälfte eingezahlt sein
Haftung	Unbeschränkt mit privatem und betrieblichen Vermögen	Unbeschränkt mit privatem und betrieblichen Vermögen	Komplementär als Vollhafter wie EU; Kommanditist haftet mit Einlage; GmbH als Komplementär (GmbH + Co KG) haftet nur mit Gesellschaftsvermögen	Beschränkt auf das Gesellschaftsvermögen
Geschäftsführung	Einzelunternehmer alleine	Gemeinschaftliche Geschäftsführung	Komplementär; Kommanditist von Geschäftsführung ausgeschlossen	Geschäftsführer muss von Gesellschafterversammlung berufen werden; Fremd- oder Gesellschafter-GF möglich
Gewinn-, Ergebnisverteilung	Einzelunternehmer allein	jeder Gesellschafter nach Gewinnverteilung lt. Vertrag	vorab 4 % Verzinsung, Rest nach Köpfen bzw. nach Vertrag	nach Beschluss der Gesellschafterversammlung
Buchführungspflicht	ab 25.000 € Wirtschaftswert ab 30.000 € Gewinn oder ab 350.000 € Umsatz und Aufforderung der Finanzverwaltung	Wie Einzelunternehmer	Ja, nach dem Handelsgesetzbuch	Ja, nach den Buchführungs- und Bilanzierungspflichten des Handelsgesetzbuches
Umsatzsteuerpauschalierung	ja; Option zur Regelmäßigkeit möglich	Wie Einzelunternehmer		nein; wg. Rechtsform von Pauschalierung ausgeschlossen
Gewerbesteuerpflicht	Entfällt, solange nur Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft	Wie Einzelunternehmer	Wie Einzelunternehmer	ja
Steuersubjekt und Steuerart	Einzelunternehmer unterliegt der Einkommensteuer	nicht die Gesellschaft, sondern Mitunternehmer entsprechend Gewinnanteil unterliegen der Einkommenssteuer		Gesellschaft unterliegt der Körperschaftsteuer; Ausschüttung beim Anteilseigner der Einkommensteuer

schaft und der Ebene der Gesellschafter. Die Kapitalgesellschaft als juristische Person unterliegt der Körperschaftsteuer und die von ihr erwirtschafteten Einkünfte werden stets als Einkünfte aus Gewerbebetrieb behandelt.

Soweit die Kapitalgesellschaft an ihre Gesellschafter Erträge ausschüttet, haben diese im Zeitpunkt der Ausschüttung steuerpflichtige Einkünfte und müssen die Hälfte der Ausschüttung ihrer persönlichen Einkommensteuer unterwerfen (sog. Halbeinkünfteverfahren beim Gesellschafter).

Gründungsvoraussetzung einer GmbH ist der notarielle Abschluss des Gesellschaftsvertrages und die Anmeldung der Gesellschaft zum Handelsregister.

Die Gesellschafterversammlung muss dann einen oder mehrere Geschäftsführer bestellen, da die GmbH nur durch ihren Geschäftsführer handlungsfähig ist. Allerdings gibt es auch die Ein-Mann-GmbH.

Das Mindestkapital einer GmbH beträgt 25.000 €, wovon bei der Gründung mindestens die Hälfte eingezahlt sein muss. Wesentlicher Vorteil der GmbH ist, dass die Gesellschaft nur mit ihrem Gesellschaftsvermögen, also mindestens mit dem Mindestkapital, haftet. Es besteht daneben keine weitere persönliche Haftung der Geschäftsführer oder der Gesellschafter. Die GmbH unterliegt den Buchführungs- und Bilanzierungspflichten des Handelsgesetzbuchs.

Steuerlich sind die Erträge der Gesellschaft nach den derzeit geltenden Regeln des Körperschaftsteuerrechts definitiv mit 25 % zu besteuern. Daneben unterliegt die GmbH noch der Gewerbesteuer, die ca. 12 – 13 % des Gewerbeertrags ausmacht. Insgesamt beträgt daher die Steuerbelastung einer Kapitalgesellschaft ca. 38 %.

9.5 Literaturverzeichnis

- /9-1/ KTBL-Datensammlung: Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003. KTBL (Hrsg.), 18. Auflage (2002)
- /9-2/ CD-ROM; KTBL-Datensammlung: Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003 - Außenwirtschaft. KTBL (Hrsg.), (2002)
- /9-3/ Weiland, P.; Rieger, Ch.: Wissenschaftliches Messprogramm zur Bewertung von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. (FNR-FKZ: 00NR179). 1. Zwischenbericht, Institut für Technologie und Systemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig (2001)
- /9-4/ Weiland, P.; Rieger, Ch.: Wissenschaftliches Messprogramm zur Bewertung von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. (FNR-FKZ: 00NR179). 2. Zwischenbericht, Institut für Technologie und Systemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig (2002)
- /9-5/ Weiland, P.; Rieger, Ch.: Wissenschaftliches Messprogramm zur Bewertung von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. (FNR-FKZ: 00NR179). 3. Zwischenbericht, Institut für Technologie und Systemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig (2002)
- /9-6/ Weiland, P.; Rieger, Ch.: Wissenschaftliches Messprogramm zur Bewertung von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich. (FNR-FKZ: 00NR179). 4. Zwischenbericht, Institut für Technologie und Systemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig (2003)
- /9-7/ Melchinger, T.: Ermittlung von Kalkulationsdaten im landwirtschaftlichen Güterumschlag für Front- und Teleskoplader. Diplomarbeit FH Nürtingen (2003)
- /9-8/ Mayer, M.: Integration von Radladern in alternative Mechanisierungskonzepte für den Futterbaubetrieb. Diplomarbeit FH Nürtingen (1998)
- /9-9/ Handke, B.: Vergleichende Untersuchungen an Hofladern. Diplomarbeit FH Nürtingen (2002)

