



**Folgenabschätzung einer zunehmenden  
Bereitstellung von Bioenergieträgern auf  
die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher  
Unternehmen, bewertet mit dem  
Kriteriensystem Nachhaltige  
Landwirtschaft (KSNL)**

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 206 88 100  
UBA-FB 001267

**Folgenabschätzung einer zunehmenden  
Bereitstellung von Bioenergieträgern  
auf die Nachhaltigkeit  
landwirtschaftlicher Unternehmen,  
bewertet mit dem Kriteriensystem  
Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)**

von

**Thorsten Breitschuh  
Dr. Hans Eckert  
Uta Maier  
Ulrich Gernand  
Anja Müller**

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)  
Verband für Agrarforschung und Bildung Thüringen e.V.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter  
<http://www.umweltbundesamt.de>  
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Almut Jering  
Fachgebiet I 1.1, Grundsatzfragen, Umwelt und Nachhaltigkeitsstrategien  
Dessau-Roßlau, Juli 2009

### Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA FB 001267	2.	3.
4. Titel des Berichts Folgenabschätzung einer zunehmenden Bereitstellung von Bioenergieträgern auf die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Unternehmen, bewertet mit dem Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Breitschuh, Thorsten; Eckert, Hans; Maier, Uta; Gernand, Ulrich; Müller, Anja		8. Abschlussdatum 2008-09-30
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Naumburger Str. 98, 07743 Jena  Verband für Agrarforschung und Bildung Jena e.V. Naumburger Str. 98, 07743 Jena		9. Veröffentlichungsdatum Juli 2009
		10. UFOPLAN-Nr.: 206 88 100
		11. Seitenzahl: 105
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt  Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau		12. Literaturangaben: 25
		13. Tabellen: 21 Diagramme: 39
		14. Abbildungen: 2
15. Zusätzliche Angaben 0 Anlagen zum Hauptbericht		
16. Kurzfassung Der Bericht untersucht an standörtlich und strukturell sehr unterschiedlichen Landwirtschaftsbetrieben, wie sich eine zunehmende Bereitstellung von Bioenergieträgern auf die Nachhaltigkeitssituation von Betrieben auswirkt. Als Analyse- und Bewertungsverfahren dient das Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL). Grundlage des Verfahrens sind 34 Prüfkriterien aus den Bereichen Wirtschafts-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit, die definierte Belastungen bzw. Zustände quantitativ anzeigen und mit Hilfe vorgegebener Toleranzbereiche bewerten.  Die Untersuchung erfolgt szenarisch, indem kurzfristig umsetzbare Varianten in das valide Datenmaterial der Betriebe eingepasst und mittels KSNL bewertet werden. Einschließlich der Basisstufe sind knapp 30 Szenarien ausgewertet worden, aus denen sich Optimalvarianten ermitteln lassen, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit mit nachweisbarer Umwelt- und Sozialverträglichkeit sowie hoher Flächeneffizienz verbinden. Damit werden wichtige Anpassungsoptionen landwirtschaftlicher Betriebe zur Ausweitung der Bioenergie erfasst und beurteilt.  Potentielle Einsatzmöglichkeiten dieses Vorgehens sind die ex-ante Simulation und ex-ante Beurteilung betrieblicher Anpassungsprozesse sowie die Gestaltung und Evaluierung von Förderprogrammen.		
17. Schlagwörter Landwirtschaft, Energiepflanzenbau, Bioenergie, Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeit, Nachhaltigkeitskontrolle, Prüfkriterien, Toleranzbereiche, Schwellenwerte, Betriebsberatungssystem		
18. Preis	19.	20.

### Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 001267	2.	3.
4. Report Title Impact of an increasing supply of bioenergy sources on the sustainability of agricultural enterprises, evaluated with the Criteria System for Sustainable Agriculture (CSSA)		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Breitschuh, Thorsten; Eckert, Hans; Maier, Uta; Gernand, Ulrich; Müller, Anja		8. Report Date 2008-09-30
6. Performing Organisation (Name, Address) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Naumburger Str. 98, 07743 Jena  Verband für Agrarforschung und Bildung Jena e.V. Naumburger Str. 98, 07743 Jena		9. Publication Date July 2009
		10. UFOPLAN-Ref. No 206 88 100
		11. No. of Pages: 105
		12. No. of Reference 25
		13. No. of Tables: 21
		Diagrams: 39
		14. No. of Figures: 2
15. Supplementary Notes 0 Annexes to the main report		
16. Abstract The report investigates how an increasing supply of bioenergy sources affects the sustainability situation of farms at different sites and with different structures. The "Criteria System for Sustainable Agriculture" (CSSA) was used as analysis and assessment criteria system. The CSSA is based on 34 selected criteria in the field of economy, environment and social conditions. Each criterion indicates a defined pressure or state and evaluates the results on the basis of defined tolerance ranges. In the study short-term scenarios of an increasing provision of bioenergy based on real data from agricultural farms were evaluated with the CSSA system. Altogether, 30 scenarios were analysed. As a result the most sustainable scenario for the supply of bioenergy was identified for each farm considered. Using this approach, the most important adaptation reactions of agricultural enterprises were determined and evaluated. Potential applications of the explained procedure are the ex-ante simulation and ex- ante evaluation of agricultural processes and the creation and evaluation of support programmes.		
17. Keywords agriculture, energy crops cultivation, bioenergy, sustainability, environmental compatibility, sustainability control, check criteria, range of tolerance, threshold, farm advisory system		
18. Price	19.	20.

## **Vorwort**

Die Europäische Union hat sich im Kyoto-Protokoll dazu verpflichtet, den Ausstoß an Treibhausgasen (THG) bis 2012 um 8 % auf der Basis von 1990 zu senken. Im Rahmen der hierzu vereinbarten Lastenteilung innerhalb der EU muss Deutschland seine Emissionen um 21 % vermindern. Wegen der Größe unserer Volkswirtschaft ist dies gleichzeitig der größte nationale Beitrag an den EU-Minderungsverpflichtungen.

Erste Schätzungen im Rahmen der Nationalen Berichterstattung zum Deutschen Treibhausgasinventar (NIR) legen nahe, dass wir dieses Ziel auch tatsächlich erreichen können. Die Bundesregierung hat bereits ein 40-Prozent-Minderungsziel bis 2020 (auf der Basis von 1990) beschlossen und verhandelt unter dem EU-Dach in der Klimarahmenkonvention über anspruchsvolle Ziele für die EU für ein internationales Post 2012-Klimaübereinkommen, welches die Minderungsstrategie des Kyoto-Protokolls fortführen soll. Unterzeichnet werden soll ein solches Abkommen von der Staatengemeinschaft unter der Klimarahmenkonvention (derzeit 192 Staaten) im Dezember 2009 in Kopenhagen. Nimmt man das von der Bundesregierung propagierte Ziel als Richtschnur, nämlich die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen, so würde das sogar eine Verringerung der globalen THG-Emissionen um mindestens 50 % voraussetzen, zu erreichen allerdings erst bis zum Jahr 2050.

Ein bedeutender Teil der angestrebten THG-Einsparungen soll durch den Ersatz fossiler durch regenerative Energieträger realisiert werden. Innerhalb der regenerativen Energien nimmt die Bioenergie mit derzeit etwa zwei Dritteln den größten Anteil ein. Umfangreiche Förderungen durch u. a. das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), den NaWaRo-Bonus, das Erneuerbare Wärmegesetz, und (bis vor kurzem) die Flächenstilllegungsprämie haben zu dieser Entwicklung beigetragen.

Bioenergie kann aus Abfall- und Anbau Biomasse gewonnen werden. Die Nutzung der in der Abfallbiomasse enthaltenen Energiereserven sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft, dabei aber weitgehend unstrittig. Anbau Biomasse hingegen konkurriert mit anderen Nutzungsoptionen um die knappe Ressource Fläche. Staatliche Fehlsteuerung kann hier zu unerwünschten Verzerrungen und Fehlentwicklungen führen. Daher muss der Anbau und die Nutzung der Biomasse nachhaltig erfolgen.

Die Bundesregierung hatte 2007 die sog. Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von Biomasse zur Verwendung als Biokraftstoff) vorbereitet, die sicherstellen sollte, dass der inländische Biomasse-Anbau nachhaltig erfolgt und dass auch auf Biomasse-Importe dieselben Kriterien und Maßstäbe angelegt werden. Die EU hat diese Verordnung jedoch nicht notifiziert, sondern im Jahr 2008 mit der neuen EU-Richtlinie über erneuerbare Energien europaweit u.a. Nachhaltigkeitsanforderungen (Art. 15 bis 17) für die Herstellung von Biomasse zur energetischen Verwendung festgelegt, die nun

national durch Verordnungen umgesetzt werden.

Zahlreiche aktuelle Studien und Gutachten (u. a. des Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik, des Sachverständigenrats für Umweltfragen und des Wissenschaftlichen Beirats Globale Umweltveränderungen) setzen sich detailliert mit der Frage auseinander, wie der Biomasse-Anbau aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung auf gesamtstaatlicher und weltweiter Ebene zu bewerten sei, welche Vorteile und welche Risiken damit verbunden wären. Dagegen fehlten bislang weitgehend Untersuchungen, die sich mit den Folgen einer Umstellung auf den Biomasse-Anbau auf der Ebene des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes beschäftigen. Unter demokratischen und marktwirtschaftlichen Randbedingungen entscheiden jedoch nicht staatliche Instanzen oder Gutachtergremien darüber, ob ein Betrieb auf den Biomasse-Anbau umschwenkt, sondern die einzelnen Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter. Daher förderte das UBA ein Forschungsprojekt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) und des Verbands für Agrarforschung und Bildung Thüringen e.V. (VAFB), mit dem ein derartiger Umstieg aus Sicht der bisher vernachlässigten „Basis“ analysiert und bewertet werden sollte. Dabei konnte zum Teil auf praktische Erfahrungen, d. h. tatsächlich vollzogene Umstellungsstrategien zurückgegriffen werden. In anderer Hinsicht war man auf das Instrument der Szenarienbildung angewiesen, hierbei allerdings ganz konkret auf der Grundlage einzelbetrieblicher Ausgangsdaten. Zur Folgenabschätzung stand mit dem seit Jahren etablierten „Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft“ (KSNL) ein bewährtes Betriebsbewertungssystem zur Verfügung.

Sicher wäre es wünschenswert, wenn sich die Ergebnisse des Projekts auf eine breitere Datenbasis mit einer größeren Anzahl teilnehmender Betriebe stützen könnten. Angesichts der begrenzten Mittel haben sich UBA und TLL/VAFB jedoch dahingehend entschieden, lieber weniger Betriebe, diese dafür aber umso fundierter zu erfassen (also Klasse statt Masse) und ihre Umstellung auf die Biomasse-Bereitstellung in fünf definierten Simulationsrechnungen zu modellieren. Die Ergebnisse können im statistischen Sinne keine bundesweite Repräsentativität beanspruchen. Sie zeigen aber deutlich, dass die Bioenergie weder ein allumfassendes Patentrezept zum wirtschaftlichen Höhenflug bereit hält noch Anlass für umweltseitige Alpträume hinsichtlich Biodiversität, Boden- und Wasserbelastung oder Kulturlandschaftserhalt sein muss. Vielmehr ist eine differenzierte Betrachtung des Für und Wider im Einzelfall erforderlich. Hierfür liefert das Vorhaben sowohl in methodischer Hinsicht als auch in den Ergebnissen wertvolle Anregungen und Denkanstöße. Den Autorinnen und Autoren gebührt daher Dank und Anerkennung für ihre mit viel Engagement und Akribie durchgeführten Arbeiten. Mögen sich möglichst viele Leserinnen und Leser zum Vergleich mit den eigenen betrieblichen Verhältnissen herausgefordert fühlen!

Dr. Dietrich Schulz, Umweltbundesamt, FgL II 2.8

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Kurzfassungen (deutsch, englisch, russisch) .....	X
1. AUSGANGSLAGE.....	1
2. ZIELSTELLUNG .....	2
3. BEARBEITUNGSWEG UND GEWINNUNG VON BETRIEBEN.....	3
4. CHARAKTERISIERUNG DES PRÜFVERFAHRENS .....	4
4.1 KUL - Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft .....	4
4.2 KSL - Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft .....	5
4.3 KWL - Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft .....	6
4.4 Bewertungsprinzip .....	8
4.5 Datenerhebung und Auswertung .....	9
5. PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG .....	9
5.1 Auswahl der zu prüfenden Betriebe .....	9
5.2 Bioenergieszzenarien.....	10
5.2.1 Auswahl und Begründung der Szenarien .....	10
5.3 Vorgehen bei der Simulationsberechnung .....	14
6. ERGEBNISSE .....	18
6.1 Betrieb a22: Futterbaubetrieb in benachteiligter Lage .....	19
6.1.1 Betriebsbeschreibung .....	19
6.1.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006.....	20
6.1.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse).....	21
6.1.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse).....	22
6.1.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse) .....	24
6.1.3 Ergebnisse der Simulationen.....	25
6.1.3.1 Szenario 1 .....	27
6.1.3.2 Szenario 2 .....	29
6.1.3.3 Szenario 3.5.....	30
6.1.3.4 Szenario 4 .....	31
6.1.3.5 Szenario 5 .....	33
6.1.3.6 Leistungsparameter .....	35
6.1.4 Fazit .....	35
6.2 Betrieb 027: Marktfrucht-Futterbaubetrieb in der Übergangslage .....	37
6.2.1 Betriebsbeschreibung .....	37
6.2.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006.....	37

6.2.2.1	Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse).....	38
6.2.2.2	Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse).....	39
6.2.2.3	Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse).....	39
6.2.3	Ergebnisse der Simulationen.....	40
6.2.3.1	Szenario 1.....	43
6.2.3.2	Szenario 2.....	44
6.2.3.3	Szenario 3.5.....	45
6.2.3.4	Szenario 4.....	46
6.2.3.5	Szenario 5.....	48
6.2.3.6	Leistungsparameter.....	50
6.2.4	Fazit.....	51
<b>6.3</b>	<b>Betrieb 181: Marktfrucht-Futterbaubetrieb in begünstigter Lage.....</b>	<b>52</b>
6.3.1	Betriebsbeschreibung.....	52
6.3.2	Ergebnisse der Basisvariante 2006.....	53
6.3.2.1	Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse).....	53
6.3.2.2	Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse).....	53
6.3.2.3	Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse).....	54
6.3.3	Ergebnisse der Simulationen.....	54
6.3.3.1	Szenario 1.....	57
6.3.3.2	Szenario 3.3.....	59
6.3.3.3	Szenario 3.4.....	60
6.3.3.4	Szenario 4.1.....	61
6.3.3.5	Szenario 5.....	63
6.3.3.6	Leistungsparameter und Fazit.....	65
<b>6.4</b>	<b>Betrieb 011: Marktfruchtbetrieb in Übergangslage.....</b>	<b>66</b>
6.4.1	Betriebsbeschreibung.....	66
6.4.2	Ergebnisse der Basisvariante 2006.....	66
6.4.2.1	Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse).....	67
6.4.2.2	Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse).....	68
6.4.2.3	Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse).....	68
6.4.3	Ergebnisse der Simulationen.....	69
6.4.3.1	Szenario 1.....	72
6.4.3.2	Szenario 3.....	74
6.4.3.3	Szenario 5.....	75
6.4.3.4	Leistungsparameter und Fazit.....	77
<b>6.5</b>	<b>Betrieb 274: Marktfruchtbetrieb auf Vorzugsstandort.....</b>	<b>78</b>
6.5.1	Betriebsbeschreibung.....	78

6.5.2.1	Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse).....	79
6.5.2.2	Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse).....	80
6.5.2.3	Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse).....	80
6.5.3	Ergebnisse der Simulationen.....	81
6.5.3.1	Szenario 1.....	86
6.5.3.2	Szenario 3.3.....	88
6.5.3.3	Szenario 3.4.....	89
6.5.3.4	Szenario 5.....	91
6.5.3.5	Leistungsparameter und Fazit.....	93
<b>7.</b>	<b>DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>94</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>102</b>
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>105</b>

## **Kurzfassung**

### **Folgenabschätzung einer zunehmenden Bereitstellung von Bioenergieträgern auf die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Unternehmen, bewertet mit dem Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)**

Neben der Erzeugung von Lebensmitteln stellen deutsche Landwirte zunehmend Rohstoffe für die energetische Nutzung als Biokraftstoff, Biogas oder Festbrennstoff bereit.

Der vorliegende Bericht prüft die ökologischen, ökonomischen und sozialen Konsequenzen einer Umstellung der landwirtschaftlichen Erzeugung auf die Bereitstellung von Bioenergierohstoffen in 30 verschiedenen Szenarien.

In einem ersten Schritt werden die in der gegenwärtigen Produktionsstruktur verfügbaren Reserven (Mist, Gülle, Restfutter, Stroh) energetisch genutzt. In weiteren Szenarien werden verschiedene Möglichkeiten einer gesteigerten Biomassebereitstellung für die energetische Nutzung einzeln untersucht. Dazu gehören neben der Intensivierung des Grünlandes auch Änderungen der Fruchtfolge mit einem höheren Anteil an hochproduktiven Energiepflanzen (Mais, Kurzumtriebsplantagen, Zuckerrüben, Raps). In einigen Varianten erfolgt die Simulation einer vollständigen Umstellung der Produktion auf Energiepflanzen, was in Extremszenarien auch eine Maismonokultur oder die Abschaffung der Tierhaltung beinhaltet. Für jeden der untersuchten fünf unterschiedlichen Betriebe wird aus den Einzelszenarien und auf Basis der betrieblichen Gegebenheiten eine Optimalvariante erstellt, die einen maximalen wirtschaftlichen Erfolg unter Berücksichtigung der ökologischen und sozialen Rahmenbedingungen ermöglichen soll.

Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass sich die Nutzung verfügbarer Reserven unter den gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland immer positiv auf die zukünftige Entwicklung der Betriebe auswirkt. Ähnliche Auswirkungen liefert ein begrenzter Anbauumfang von Energiepflanzen. Die ausschließliche Erzeugung von Bioenergierohstoffen oder die Einstellung der Tierhaltung ist hingegen aus verschiedenen Gründen nicht empfehlenswert.

Die Analyse und die Bewertung der Szenarien wurde mit dem „Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)“ durchgeführt. KSNL prüft 34 ökonomische, ökologische und soziale Kriterien auf Betriebsebene und bewertet diese anhand von betriebsspezifischen Toleranzbereichen. Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) hat dieses System seit dem Jahr 1990 entwickelt und erprobt. Neben der umfassenden Nachhaltigkeitsanalyse und der einzelbetrieblichen Beratung wird KSNL zur ex-ante Bewertung von zukünftigen Entwicklungen in der Landwirtschaft sowie zur Erstellung und zur Evaluierung von staatlichen Förderprogrammen eingesetzt.

## **Abstract**

### **Impacts of increasing supplies of bioenergy sources on the sustainability of agricultural enterprises, evaluated with the Criteria System for Sustainable Agriculture (CSSA)**

Asides from food production German agriculture increasingly provides raw materials for bio-energy use (e.g. fuels from rape, fermentation gas from maize, fuels from straw).

This report examines economic, ecological and social consequences of farm conversions to the production of bioenergy sources using different scenarios. An evaluation was carried out for five companies in 30 different scenarios.

In a first step all available farm reserves (dung, liquid manure, feed leftovers, straw) are used energetically. In further scenarios gradual changes in the crop rotations towards highly productive energy crops (rape, maize, sugar beets) are considered. Extreme scenarios include the abolition of animals and an entire change of the range of products: bioenergy sources instead of food supply.

For every farm an optimal share of bioenergy is calculated, which guarantees a high economic efficiency with equal consideration of ecological and social standards.

The results of the simulations in this report reveal that the use of the available farm reserves always have a positive effect on the sustainable development of the farm. Also a limited cultivation of energy crops shows similar results. The exclusive production only of bioenergy raw materials is not recommended for various reasons.

The "Criteria System for Sustainable Agriculture" (CSSA) was used as an analysis and assessment criteria system. The CSSA is based on 34 selected criteria in the field of economy, environment and social conditions. Each criterion indicates a defined pressure or state and evaluates the results on the basis of defined tolerance ranges. The system was developed by the 'Thuringian State Institute of Agriculture (TLL)' since 1990, introduced to the scientific public in 2000 and has been further advanced since then.

Potential application possibilities of CSSA include the assessment of existing or changing operational production processes as well as the creation and evaluation of governmental support programs for agriculture.

## **Сокращенное изложение**

### **Эффекты повышенного производства биоэнергии в сельскохозяйственных предприятиях**

Наряду с производством продуктов питания в сельскохозяйственных предприятиях Германии производятся все больше сырья для биоэнергии (например топливо из рапса, биогаз из кукурузы, горючее из соломы).

В настоящем отчете исследуются в различных сценариях экономические, экологические и социальные воздействия от частичного до полной перестановки на производство биоэнергосистем. Оценка происходила для 5 предприятий в 30 различных вариантах.

При этом сначала энергетически используются все существующие резервы (навоз, навозная жижа, остатки корма, солома). Затем постепенно проводится перестановка севооборота на высокопроизводительные энерго-растения (рапс, кукуруза, сахарная свекла). В экстремальном варианте проверяется ликвидация животноводства и полная перестановка продукции на выработку биоэнергии.

Для каждого предприятия рассчитывается оптимальный вариант, который гарантирует высокую экономичность при соблюдении экологических и социальных стандартов.

В сообщении устанавливается, что использование существующих резервов положительно влияет на будущее развитие предприятия. То же самое считается для ограниченного выращивания энерго-растений. Полная перестановка на выработку биоэнергии не рекомендуется.

Анализ и оценка вариантов происходит с „Системой Критериев продолжительное сельское хозяйство (KSNL)“. В этой системе оцениваются 34 критерия из областей экономики, охраны окружающей среды и социальной надежности с 10 бальной системы.

Система „KSNL“ разрабатывалась с 2000 года „Управлением сельского хозяйства земли Тюрингия (TLL)“.

Потенциальные возможности использования системы KSNL - это оценка существующих или изменяющихся производственных процессов а также развитие и контроль успеха государственных программ поддержки сельского хозяйства.

## 1. AUSGANGSLAGE

Der weltweit wachsende Energiebedarf, die Verknappung und Verteuerung fossiler Energieträger, die Abhängigkeit von Erdöl und die damit verbundene Versorgungsunsicherheit sowie politische Ziele zur Verminderung der Treibhausgasemissionen führten in den zurückliegenden Jahren zu einem wachsenden Interesse an erneuerbaren Energieträgern. Darunter erlangte die Biomasse als Energieträger eine besondere Bedeutung, weil sie gut verfügbar, zeitlich und räumlich flexibel sowie in fast alle Energieformen konvertierbar ist. Ihr möglicher Beitrag zum Klimaschutz und zur Versorgungssicherheit wurden dabei häufig betont. Die Entwicklung der Bioenergie wird durch diverse agrar-, energie- und steuerpolitische Förderinstrumente in Deutschland und in der EU begünstigt, die auch breit gefächerte Möglichkeiten der energetischen Verwertung der Biomasse vorsehen. Beispiele dafür sind das Erneuerbare Energien Gesetz, das Marktanreizprogramm, die Richtlinie zur Förderung von Biokraftstoffen oder das Agrarinvestitionsförderprogramm. Dies und die Verteuerung fossiler Rohstoffe ließen die Nachfrage nach biogenen Energieträgern ansteigen und führten zu einer erheblichen Ausweitung des Bioenergieanbaus. In Deutschland hat sich der Anteil von Energiepflanzen auf ca. 10 % der LF in 2008 erhöht (FNR 2008) und er wird weiter steigen müssen, um die anspruchsvollen Ziele der Bundesregierung für das Jahr 2020 hinsichtlich der biogenen Anteile bei der Kraftstoff-, Strom- und Wärmebereitstellung erfüllen zu können (BMU 2008).

Unmittelbare Folge dieser Entwicklung ist eine Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungs- und Futterpflanzen einerseits und Rohstoff- und Energiepflanzen andererseits. Verstärkend wirken dabei der steigende Bedarf an pflanzlichen Rohstoffen zur Ernährung einer ständig wachsenden Weltbevölkerung und für die Fütterung der durch den erhöhten Konsum an tierischen Veredelungsprodukten in den Schwellenländern zunehmenden Tierbestände. Zudem wurde in den vergangenen Jahren die landwirtschaftliche Ertragsforschung vernachlässigt. Diese Prozesse gehören neben dem Strukturwandel, der durch den liberalisierten Markt beschleunigt wird und den noch weitgehend unbekanntem Folgen eines sich abzeichnenden Klimawandels zweifellos zu den großen Herausforderungen, die den Agrarsektor prägen und letztlich verändern werden.

Der Bioenergieausbau kann ökologisch sowohl positive als auch negative Wirkungen haben, die Wirkungen innerhalb eines Betriebes auf Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit sind keinesfalls weniger bedeutsam. Um einen möglichst effizienten Einsatz von (öffentlichen!) Fördermitteln beim Ausbau der Bioenergie zu gewährleisten, bedarf es eines differenzierten und umfassenden Bewertungsverfahrens, auf dessen Grundlage nicht nachhaltige Prozesse als Folge eines wachsenden Energiepflanzenanbaus erkannt und auftretende Zielkonflikte durch Abwägung eingeschränkt werden können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollen zeigen, wie weit einzelbetrieblich - ungeachtet der tatsächlich erfolgenden Ausweitung - der Energiepflanzenanbau standortabhängig verant-

wortungsvoll ausgebaut werden kann und welche Faktoren diesem Wachstum Grenzen setzen. Es ist zu prüfen, ob auf der Grundlage dieser Erkenntnisse Bedingungen zur Vergabe von Fördermitteln formuliert werden können, um die künftigen Ziele der Bioenergiepolitik präziser als bisher zu definieren und nicht nachhaltige Entwicklungen weitgehend auszuschließen.

## **2. ZIELSTELLUNG**

Die Erweiterung des Energiepflanzenbaus ist auch auf Betriebsebene sowohl mit Chancen als auch mit Risiken verbunden. Um solche Risiken und Zielkonflikte zu erkennen, die einer nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft entgegenstehen und gleichzeitig mögliche positive Wirkungen aufzuzeigen, um die knappe Ressource Biomasse so effizient wie möglich zu nutzen, ist der gesamte Pfad der Bioenergie vom Anbau der Biomasse bis zum gewünschten Energieträger in seinen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen zu untersuchen.

Da es gegenwärtig nur wenige Beispiele mit einer massiven Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus gibt, erfolgen die vorgesehenen Prüfungen und Bewertungen szenarisch anhand einer validen Datenbasis. Auf der Grundlage realer Betriebsdaten werden realisierbare Bioenergieszenarien mit erweitertem Energiepflanzenanbau (bzw. erhöhtem Aufkommen an biogenen Energieträgern) entworfen und mit Hilfe des Bewertungsverfahrens "Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft" (KSNL) hinsichtlich ihrer gesamtbetrieblichen Nachhaltigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit (Kriteriensystem KUL) beurteilt<sup>1</sup>. Grundlage des Bewertungsverfahrens sind 34 Prüfkriterien aus den Bereichen Wirtschafts-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit, die definierte Belastungen bzw. Zustände quantitativ anzeigen und mit Hilfe vorgegebener Toleranzbereiche bewerten. Als Toleranzbereich wird die Spanne zwischen einem anzustrebenden Optimum (Boniturnote 1) und einer gerade noch akzeptablen Belastung bzw. einem noch tragbaren Zustand (Boniturnote 6) bezeichnet.

Folgende Ziele sind Schwerpunkte des Projekts:

- Untersuchung der Auswirkungen eines anwachsenden Energiepflanzenanbaus (bzw. Aufkommens biogener Energieträger) auf ausgewählte Nachhaltigkeitskennziffern und Effizienzkenzahlen landwirtschaftlicher Betriebe. Die Untersuchungen erfolgen szenarisch auf

---

<sup>1</sup> Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft hat, ausgehend von dem seit 1994 entwickelten und inzwischen breit erprobten System KUL = "Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft" (VDLUFA-Standpunkt 1998, ECKERT et al. 1999, 2000, BREITSCHUH et al. 2000, 2004, 2008), erstmals im Jahre 2000 eine umfassende Methode ("Kriteriensystem nachhaltiger Landwirtschaft" = KSNL) vorgestellt (BREITSCHUH UND ECKERT 2000) und seitdem weiter entwickelt.

der Basis valider Betriebsdaten und beinhalten das Aufzeigen kritischer Veränderungen sowie das Erkennen von Zielkonflikten zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Interessen.

- Darstellung und Wertung von kritischen Auswirkungen, die aus einer Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus resultieren und Aufzeigen von Handlungsoptionen zur kontrollfähigen Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung.

Darüber hinaus wird es möglich, Referenzunternehmen zur Demonstration eines nachhaltigen Bioenergiesektors zu gewinnen und Impulse zur Weiterentwicklung von KSNL zu geben, die Voraussetzungen für künftige Analysen und Bewertungen darstellen.

### **3. BEARBEITUNGSWEG UND GEWINNUNG VON BETRIEBEN**

Es werden fünf standörtlich und strukturell unterschiedliche Betriebe in die Untersuchung einbezogen. Für jeden Betrieb werden als Basisvariante eine komplette KSNL-Auswertung (Erntejahr 2006) erstellt und darauf folgend die Grundannahmen für fünf verschiedene Bioenergieszenarien in das valide Datenmaterial der Betriebe eingepasst. Die einzelnen Szenarien konzentrieren sich auf

- die Nutzung von betrieblichen Reserven (organische Dünger, Stroh) ohne zusätzlichen Flächenbedarf
- die Erhöhung des Biomasseangebotes durch Intensivierung
- den Anbau alternativer Fruchtarten und ggf. auch eine geänderte Nutzung der Produkte
- den Wegfall der Tierhaltung und die Verwendung der freiwerdenden Futtermengen durch Bioenergieanlagen
- betriebsspezifische Optimierungsvorschläge zur Erhöhung der Biomassebereitstellung für energetische Zwecke unter Einhaltung wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeitsziele

Der Inhalt der einzelnen Szenarien wird im Abschnitt 5.2.1. ausführlich erläutert. Nach einer KSNL-Bewertung der Szenarien werden die Veränderungen gegenüber der Basisvariante dokumentiert und diskutiert. Somit liegen für jeden Betrieb vier bis acht durchgerechnete Varianten vor, auf deren Grundlage das jeweilige Optimalszenario ermittelt werden kann. Dieses muss wirtschaftliche Rentabilität als Voraussetzung zur Realisierbarkeit mit nachgewiesener Umwelt- und Sozialverträglichkeit und optimalen Effizienzkennziffern verbinden.

Die Akquirierung der benötigten Betriebe erfolgt unter besonderer Berücksichtigung der bundesweit 385 Betriebe, die die TLL bislang mit KUL ausgewertet hat.

## 4. CHARAKTERISIERUNG DES PRÜFVERFAHRENS

Nachhaltigkeit muss operationalisierbar sein, damit Mängel und Zielkonflikte erkannt und Strategien zur Überwindung nicht nachhaltiger Wirtschaftsweisen entwickelt werden können. Dazu sind überprüfbare und konsensfähige Ziele, also definierte Toleranzgrenzen erforderlich, welche im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung nicht überschritten werden dürfen. Grundlage dafür sind praktikable und transparente Kriterien, mit denen sich entsprechende Risiken erkennen und bewerten lassen. Das erlaubt es nicht nur landwirtschaftliche Betriebe, sondern auch Konzepte, Leitbilder und Szenarien hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu analysieren und zu bewerten. Die Eignung des „Kriteriensystems Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)“ für die genannten Aufgaben wird im Anhang 1 ausführlich beschrieben.

**KSNL** umfasst die Kriteriensysteme **KUL** (Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft), **KWL** (Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft) und **KSL** (Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft). Kernstück des **KSNL**-Prüfverfahrens sind die 34 Kriterien aus den Sektoren Umweltverträglichkeit (14), Wirtschaftsverträglichkeit (11) und Sozialverträglichkeit (9). Damit können definierte Belastungen bzw. Zustände mit Maß und Zahl angezeigt und anhand vorgegebener Toleranzbereiche bewertet werden.

Die Kriteriensysteme und die einzelnen Prüfkriterien sind detailliert und aktuell in der KTBL-Schrift 466 (BREITSCHUH et al. 2008) beschrieben, so dass hier eine knappe Übersicht für ausreichend gehalten wird.

### 4.1 KUL - Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft

#### Ziele

Die Kriterien des Sektors Umweltverträglichkeit sind darauf gerichtet,

- die bewirtschaftungsbedingten Belastungen ökologischer Schutzgüter (Boden, Wasser, Luft, Biodiversität) auf ein definiertes, tolerierbares Maß zu begrenzen,
- die Produktivität des Agrarökosystems zu erhalten und zu sichern, d. h. die Ertragsfähigkeit langfristig zu gewährleisten und produktivitätsbegrenzende Entwicklungen zu vermeiden,
- Funktionen sicher zu stellen (z.B. Arten- und Landschaftsvielfalt), die sich positiv auf die Biosphäre auswirken.

Die in Tabelle 1 aufgelisteten KUL-Kriterien erfassen und bewerten alle wesentlichen Risiken, die diesen Zielen entgegenstehen. Die Kriterien sind wissenschaftlich akzeptiert (VDLUFA-Standpunkt 1998), und nach Anwendung in bundesweit 385 Betrieben ausreichend praktisch erprobt, sie sind offen gelegt sowie ausführlich dokumentiert (BREITSCHUH et al. 2008). Die Durchführung von KUL wird durch einen Fachausschuss des VDLUFA fachlich überwacht.

Tabelle 1: KUL - Prüfkriterien sowie anzustrebende Optima und Toleranzschwellen

Prüfkriterium	Dimension	Optimum (Boniturnote 1)	Toleranzschwelle (Boniturnote 6)	Modifizierender Standortfaktor
N-Flächensaldo	kg N/ha	0 bis 20	-50 bzw. 30 bis 50	Sickerwassermenge
NH <sub>3</sub> -Emission	kg NH <sub>3</sub> -N/ha	≤ 25	50	Ohne
P-Saldo	kg P/ha	0	-15 bzw. +15	P-Gehaltsklasse
Boden-pH-Klasse	A ... E	C	D	Ohne
Humussaldo	kg Humus-C/ha	0 bis 100	-75 bis 300	GK Humus-C
Erosionsdisposition	t/ha	C = 0,03 <sup>1</sup>	Ackerzahl/8	Abtrag je Feld
Verdichtungsgefährdung	$P_T/P_B^2$	1,0	1,25	Ohne
Pflanzenschutzintensität	% <sup>3</sup>	≤ 70	100 + $\sigma^4$	Boden-Klima-Region
Anteil ÖLF <sup>5</sup>	%	> 9	6	Standortbonität
Fruchtartendiversität	Index	> 2,2	1,25	Feldgröße
Median Feldgröße	ha	≤ 10	40	Standortbonität
Energiesaldo Betrieb	GJ/ha	≥ 80-75*GV/ha	50-75*GV/ ha	GV/ha , Ackerzahl
Energiesaldo Pfl.bau	GJ/ha	80+AZ-20	50	Ackerzahl
Spez. THG-Emission	kg CO <sub>2</sub> -Äq./GJ MP	13 <sup>6</sup>	Bonitur 1 * 1,5	GV/ha, Ackerzahl

<sup>1</sup> gemäß ABAG bei einem C-Faktor von 0,03 (Saatgrasland)

<sup>2</sup> Belastung durch Technik (P<sub>T</sub>) geteilt durch Belastbarkeit des Bodens (P<sub>B</sub>)

<sup>3</sup> % des regionalen normierten Behandlungsindex

<sup>4</sup>  $\sigma$  = Standardabweichung des regionalen Richtwerts

<sup>5</sup> Ökologisch und landeskulturell bedeutsame Flächen

<sup>6</sup> viehlos, AZ > 60; bei z.B. 0,8 RGV/ha = 80 kg CO<sub>2</sub>-Äq./GJ Marktproduktion

## 4.2 KSL - Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft

### Ziele

- Schutz von Grundbedürfnissen (Gesundheit, Arbeit, Einkommen)
- Sicherung der gesellschaftlichen Entwicklungs- und Funktionsfähigkeit (Qualifikation, Chancengleichheit, etc.)
- Beteiligung an gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen (Partizipation)

Um zu prüfen, inwieweit diese Ziele im Betrieb erfüllt sind, werden 9 Kriterien aus 3 Kategorien eingesetzt (Tab. 2).

Tabelle 2: KSL - Prüfkriterien sowie anzustrebende Optima und Toleranzschwellen

Kategorie	Prüfkriterium	Dimension	Optimum (Boniturnote 1)	Toleranzschwelle (Boniturnote 6)
Beschäftigung	Arbeitsplatzangebot	% <sup>1</sup>	≥ 100	70
	Altersstruktur	% der AK	variabel <sup>2</sup>	variabel <sup>2</sup>
	Frauenanteil	%	> 43 bzw. < 57	23 bzw. 74
	Qualifikation	%	variabel <sup>3</sup>	variabel <sup>3</sup>
Beschäftigungsbedingungen	Urlaub	Arbeitstage	≥ 30	20
	Arbeitsbedingungen <sup>4</sup>	Punkte	≥ 12	6
	Bruttolohnniveau	% <sup>5</sup>	≥ 95	70
Partizipation	Gesell. Aktivitäten	Punkte	≥ 11	6
	Anteil Eigentümer	%	≥ 66	51

<sup>1</sup> % der betriebsnotwendigen Arbeitskräfte

<sup>2</sup> je nach Altersgruppe (bis 30, 30 ... 50, > 50)

<sup>3</sup> je nach Ausbildungsgrad (Ausbildung, mit landw. Ausbildung, FH- oder HS-Abschluss)

<sup>4</sup> Arbeitszeitgestaltung, Arbeitsschutz

<sup>5</sup> % vom Bruttolohnniveau der deutschen Wirtschaft

Die KSL-Kriterien befinden sich gegenwärtig noch in der wissenschaftlichen Diskussion und in der Erprobungsphase. Bislang sind mit KSL 23 Betriebe ausgewertet worden, womit zunächst die grundsätzliche Praktikabilität gegeben ist.

### 4.3 KWL - Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft

#### Ziele

- Sicherung der materiellen Grundlagen und Ressourcen sowie Erhaltung des Kapitals für eine dauerhafte landwirtschaftliche Erzeugung
- Effizienter Einsatz der Faktoren Boden, Arbeit und Kapital
- Erhalt ländlicher Gebiete durch Wertschöpfung und Schaffung landwirtschaftlicher Arbeitsplätze
- Erwirtschaftung eines angemessenen Einkommens und Teilhabe an der allgemeinen Wohlfahrtsentwicklung für die in der Landwirtschaft Beschäftigten
- Erhalt der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft

Die 11 Kriterien des KWL (Tab. 3) erfassen die o.g. Ziele als messbare Größe und bewerten diese über vorgegebene Toleranzbereiche.

Besondere Bedeutung kommt dem Kriterium „Betriebseinkommen je Hektar“ zu, da dies in den Simulationen ein guter Indikator für die Auswirkungen auf die Wertschöpfung im ländlichen Raum darstellt und im Gegensatz zu dem „verfügbaren Einkommen je Arbeitskraft“ weniger von betrieblichen Entscheidungen zur Verteilung des Einkommens auf die verschiedenen Produktionsfaktoren abhängig ist.

Tabelle 3: KWL Prüfkriterien sowie anzustrebende Optima und Toleranzschwellen

Kategorie	Prüfkriterium	Dimension	Optimum (Boniturnote 1)	Toleranzschwelle (Boniturnote 6)
Rentabilität	Rentabilitätsrate (ordentlich)	%	> 10	0
	Gesamtkapitalrentabilität	%	> 5	0
	Eigenkapitalrentabilität	%	> 10	0
	Relative Faktorentlohnung	%	> 130	90
Liquidität	Kapitaldienstfähigkeit	%	31	150
	Cash flow III	EUR/ha LF	500	50
Stabilität	Eigenkapitalquote	%	> 95	60
	Eigenkapitalveränderung	EUR/ha LF	> 160	0
	Nettoinvestitionen	EUR/ha LF	> 150	0
Wertschöpfung	verfügbares Einkommen je AK	TEUR/AK	> 50	25
	Betriebseinkommen	EUR/ha LF	> 1.200	700

Die Prüfkriterien des KWL sind allgemein anerkannt und werden nach standardisierten und abgestimmten Berechnungsalgorithmen im Rahmen des Jahresabschlusses bzw. der Test- und Auflagenbuchführung ermittelt. Bei der Bewertung der Daten ist zu beachten, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landwirtschaftsbetriebes nicht nur vom betrieblichen Management abhängt. Entscheidende Einflussfaktoren sind darüber hinaus die agrarpolitischen Rahmenbedingungen, die Entwicklungen der Weltagrarmärkte, der technische Fortschritt und die Innovationen der landwirtschaftlichen Produktion sowie der fortschreitende Strukturwandel und die zunehmende Arbeitsteilung. Das erfordert die ständige Überprüfung und Aktualisierung der Kriterien und des Bewertungsverfahrens.

Mit dem System KWL ist in einem Dreijahresturnus im Zeitraum 2005 bis 2007 ein repräsentativer Ausschnitt von 635 Thüringer Landwirtschaftsbetrieben ausgewertet worden.

#### 4.4 Bewertungsprinzip

Die 34 Prüfkriterien des KSNL unterliegen einem einheitlichen Bewertungsprinzip über Toleranzbereiche (Abb. 1), die für jedes Prüfkriterium z.T. standortspezifisch festgelegt worden sind. Toleranzbereiche kennzeichnen die Spanne zwischen einem anzustrebenden Optimum (Boniturnote 1) und einer gerade noch akzeptablen Belastung bzw. einem noch tragbaren Zustand (Boniturnote 6). Grundlage dieser Einstufung ist das Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft, die ihre Ziele darin sieht, die

- wirtschaftliche Leistungsfähigkeit bei hoher Effizienz zu sichern,
- Ertragsfähigkeit des Bodens zu erhalten und zu verbessern ,
- Beeinträchtigungen des Ökosystems auf ein tolerierbares Maß zu begrenzen,
- Faktoren Boden, Arbeit und Kapital anspruchsgerecht zu entlohnen,
- Kulturlandschaft und biologische Vielfalt zu erhalten und
- die sozialen Funktionen zu gewährleisten und zu reproduzieren.

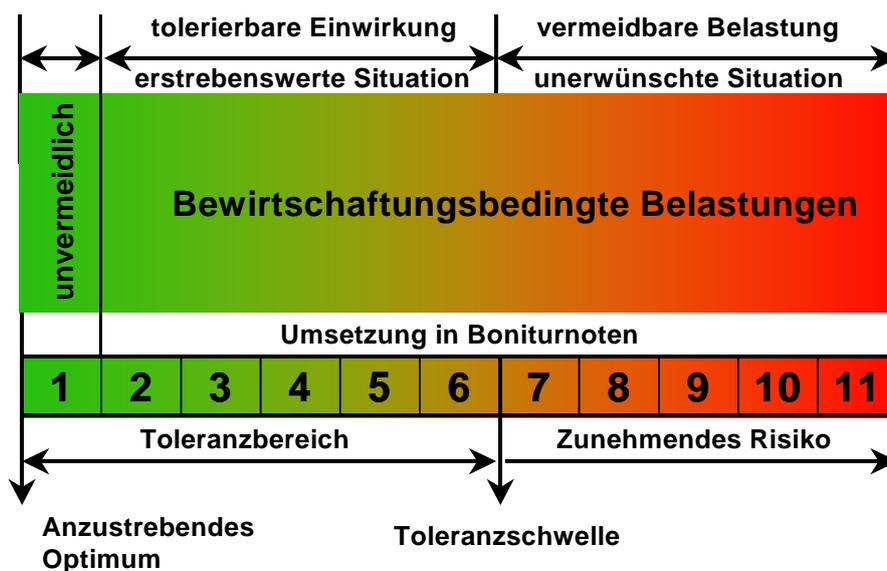


Abbildung 1: Prinzip zur Festlegung von Toleranzbereichen

Im Zuge der Bewertung erfolgt eine Umsetzung der unterschiedlich dimensionierten Kriterienwerte (GJ/ha, kg N/ha, %, €/ha, etc.) in eine Boniturskala, anhand derer die Bewertung erfolgt. Auf der nach oben offenen Skala markiert die Note 1 das anzustrebende Optimum (unvermeidliche bzw. minimale Einwirkungen) und die Note 6 die noch tolerierbare Belastung. Die Überschreitung der Toleranzschwelle (ab Boniturnote 7) kennzeichnet ein zunehmendes Risiko und signalisiert Handlungs- bzw. Beratungsbedarf.

#### **4.5 Datenerhebung und Auswertung**

Die Systemgrenze für die Datenerhebung wird grundsätzlich von der Datenzuverlässigkeit bzw. -belegbarkeit bestimmt, so dass für die meisten Kriterien der gesamte landwirtschaftliche Betrieb die Bewertungsebene bildet. Ausnahme ist das Kriterium „Anteil an ökologisch und landskulturell bedeutsamen Flächen (ÖLF)“, das vor allem ein Agrarraumkriterium ist. Diese Beschränkung auf die Betriebsebene soll gewährleisten, dass neben innerbetrieblichen Beratungsaufgaben die Ergebnisse auch extern (Agrarberichterstattung, Bewertung förderpolitischer Maßnahmen, Politikberatung, Diskussion mit Naturschutz, Wasserwirtschaft, etc.) genutzt werden können. Dafür müssen die Ergebnisse verlässlich, reproduzierbar und im Bedarfsfall auch justiziabel sein.

Zur Sicherung dieser Forderung stützt sich die Datenerhebung vorwiegend auf belegbare Daten. Die Auswertung erfolgt generell extern über die zentrale, unabhängige Projektstelle beim VAFB Jena, um eine neutrale, bundesweit einheitliche und objektive Bewertung zu gewährleisten. KWL nutzt standardisierte und abgestimmte Berechnungsalgorithmen, die sowohl von Buchstellen oder im Rahmen der Test- und Auflagenbuchführung ausgewertet werden.

Abweichend von dieser Forderung nach einer belegbaren Datengrundlage wird für Beratungsaufgaben, d.h. für die ausschließlich innerbetriebliche Verwendung der Ergebnisse bei mehreren Kriterien routinemäßig die Betriebsebene in die Zweige (Pflanzenbau, Tierhaltung, Bioenergie) unterteilt, um Handlungsvorschläge zielgerichteter formulieren zu können.

### **5. PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG**

#### **5.1 Auswahl der zu prüfenden Betriebe**

Mit dem beschriebenen KSNL-System wird nachfolgend untersucht, wie sich ein steigendes Aufkommen an Biomasse zur energetischen Verwertung auf die Nachhaltigkeitsbewertung regionaltypischer Landwirtschaftsbetriebe auswirkt. Da die energetische Verwertung von Biomasse in der landwirtschaftlichen Praxis im Basisjahr 2006 erst angelaufen ist und Betriebe mit einem nennenswerten Energiepflanzenanbau derzeit nur begrenzt zur Verfügung stehen, erfolgt die Untersuchung anhand von Szenarien. Landwirtschaftsbetriebe, die für diese Szenarien die Basis bilden, haben bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Sie sollen

- regionaltypisch sein, d.h. die jeweilige Region hinreichend charakterisieren,
- über KUL-Erfahrungen verfügen, d.h. seit 2000 sollte mindestens eine KUL-Auswertung vorliegen und
- bereits konkrete Maßnahmen zur energetischen Biomassenutzung realisiert haben oder diese planen.

Unter diesen Maßgaben sind fünf Betriebe ausgewählt worden (Tab. 4).

Tabelle 4: Charakteristik (Erntejahr 2006) der in die Szenarienprüfung einbezogenen Betriebe

Betrieb	Standort <sup>1)</sup>	LF (ha)	AF (ha)	GF (ha)	GV/ha	BBP GJ/ha	Energiepflanzenbau (% LF) <sup>2)</sup>	Konversions- anlagen
a 22	BL	1.000	500	500	0,6	81	20,3	BGA 200 kW
027	ÜL	2.500	2.100	350	0,8	115	19,5	BGA 400 kW
181	GL	1.000	1.000	0	0,2	98	5,8	ohne
011	ÜL	1.100	1.100	0	0	90	0	ohne
274	GL	100	100	0	<0,1	111	0	ohne

<sup>1</sup> BL = benachteiligte Lage, ÜL = Übergangslage, GL = Gunstlage  
<sup>2</sup> Basisvariante

Dieses sowohl standörtlich als auch strukturell sehr unterschiedliche Betriebsspektrum erhebt nicht den Anspruch an Repräsentativität. Es umfasst aber einige der typischen Betriebsstrukturen Deutschlands in standörtlich unterschiedlichen Lagen, so dass den Ergebnissen eine gewisse Allgemeingültigkeit beigemessen werden kann. Das gilt auch dann, wenn in diesen Betrieben die Verwertung der Biomasse ausschließlich über die Biogasanlage erfolgt. Die Möglichkeiten der Landwirtschaftsbetriebe, verschiedene Konversionsverfahren zu praktizieren, sind ohnehin begrenzt. Die Installation einer Verbrennungsanlage im Betrieb ist nur dann zu prüfen, wenn eine ausreichende Wärmeabnahme in unmittelbarer Nähe vorhanden ist. Energieraps und Energieweizen zählen zwar zur Energiepflanzenfläche, werden aber nur in seltenen Fällen innerbetrieblich zu Treibstoff verarbeitet, so dass die betrieblichen Auswirkungen denen einer Marktfrucht entsprechen. Somit bleibt derzeit meist die Biogasanlage, deren Betrieb wirtschaftlich rentabel ist und die, bedingt durch den hohen Referenzfaktor von 171 kg CO<sub>2</sub>/GJ Stromeinspeisung, eine hohe Effizienz hinsichtlich Treibhausgasvermeidung hat.

## 5.2 Bioenergieszenarien

### 5.2.1 Auswahl und Begründung der Szenarien

Für ausgewählte Betriebe nach Tabelle 4 werden Szenarien eines anwachsenden Energiepflanzenbaus bzw. Aufkommens biogener Energieträger entwickelt. Dabei ist sicher zu stellen, dass die Simulationen einerseits weitgehend praktikabel gestaltet werden, d. h. die Szenarien müssen für den konkreten Betrieb realisierbar sein. Diese Forderung impliziert, dass die Szenarien vorrangig in solchen Betrieben simuliert werden, die bereits heute eine größere Konversionsanlage (in der Regel Biogas) betreiben oder aber die eine solche Umsetzung planen.

Andererseits müssen Extremszenarien, die verschiedentlich diskutiert werden, ebenfalls in die Simulation aufgenommen werden, auch wenn deren Realisierung aus wirtschaftlichen Gründen inopportun sein sollte (vgl. 5.2.2). Da aber die öffentliche Meinung durch solche Extremdarstellungen erheblich beeinflusst werden kann, ist es notwendig, deren Realisierungschancen und Auswirkungen anhand einer validen Datenbasis darzustellen.

Für die Betriebe sind folgende Szenarien vorgesehen (Tab. 5), deren Ausprägung in Abhängigkeit von betriebsstrukturellen und standörtlichen Gegebenheiten modifiziert werden kann.

Tabelle 5: Szenarien eines anwachsenden Aufkommens biogener Energieträger

Szenarium	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Nutzung betrieblicher Reserven	Wirtschaftsdünger, Futterüberhänge, Stroh etc.
2	Intensivierungsmaßnahmen zur Ertragsteigerung	Verwertung des Mehrertrags in der Biogasanlage
3	Änderung der Anbaustruktur	Einführen neuer Energiepflanzen, Umwidmung von Flächen von Marktfrucht- zu Energiepflanzen, Extremszenario Monokultur Mais
4	Wegfall der Tierhaltung (Extremszenario)	Futterpflanzen → Energiepflanzen
5	Optimierung der Bioenergie	Kombination verschiedener praktikabler Maßnahmen

Tabelle 5 kennzeichnet die Szenarien des anwachsenden Energiepflanzenanbaus, die als allgemeine Orientierung aufzufassen sind.

- *Szenario 0* charakterisiert den durch eine KSNL-Analyse ermittelten Ist-Zustand 2006, der die Vergleichsbasis für die nachfolgenden Simulationen bildet und der in einigen Betrieben bereits einen erwähnenswerten Energiepflanzenanbau (Raps, Rohstoffe für Biogas) beinhalten kann. Um die ökonomischen Auswirkungen entsprechend den heutigen Produktpreisen bewerten zu können, wurden im Buchführungsabschluss die Erlöse des Jahres 2006 auf das heutige Preisniveau umgerechnet [alle Betriebe].
- *Szenario 1* beinhaltet die energetische Verwertung bislang ungenutzter Biomassepotentiale (Wirtschaftsdünger, Futterüberhänge, Ernterückstände etc.). Durch diese sehr effiziente Art

wird die Erzeugung von Bioenergieträgern erhöht, ohne zusätzliche Flächen zu beanspruchen [alle Betriebe].

- Kennzeichen des *Szenario 2* ist die Intensivierung zur Erzielung eines Mehrertrags, der energetisch verwertet werden kann. Dafür kommt in aller Regel das Grünland in Frage, das in großen Teilen durch unterschiedliche Programme extensiviert ist. Hier bieten sich Möglichkeiten zur Ertragssteigerung an, ohne den geförderten Schutzstatus zu verletzen (z.B. PK-Aufdüngung bei zu niedrigen Bodengehalten, Kalkung, Bestandserneuerung etc.) [Betriebe a22, 027].
- *Szenario 3* sieht eine Änderung der Anbaustruktur zugunsten ausgesprochener Energiepflanzen vor (Mais [alle Betriebe] und Zuckerrüben [Betrieb 181] zur Biogaserzeugung, Einführen neuer Energiepflanzen wie Silphie [Betriebe a22, 027] oder schnellwachsender Hölzer [Betriebe a22, 274]). Ziel des Szenarios ist es, durch ertragreiche Fruchtarten das Aufkommen an Bioenergieträgern zu steigern, um die Flächenbeanspruchung zu begrenzen. Im Betrieb 011 wird die Ausdehnung des Maisanbaus auf 100 % der gesamten Ackerfläche als Extremszenario geprüft.
- Merkmal des *Szenario 4* ist mit der Aufgabe der Tierhaltung ein weiteres Extremszenario, das vorhersehbar zwar nicht praktikabel ist, aber durchaus als Folgeerscheinung des Energiepflanzenanbaus diskutiert wird [Betriebe a22, 027, 181]. Hier ist anhand einer validen Datenbasis zu demonstrieren, wie sich die Kennziffern der Nachhaltigkeitsbewertung KSNL ändern, um die Akzeptanz der praktischen Landwirtschaft zur Realisierung derartiger Maßnahmen abschätzen zu können. In der Stufe 4.1 wird die o.g. Annahme unter der Voraussetzung geprüft, dass die Abschreibungen für Ställe und Ausrüstungen weiterhin durch den Betrieb getragen werden müssen. In der Stufe 4.2 hingegen werden die Ställe und Ausrüstungen zum Buchwert veräußert.
- Im *Szenario 5* wurde zunächst [Betrieb a22] eine Kombination aller Maßnahmen zur Maximierung der Bioenergieerzeugung geprüft. Da das Ergebnis zeigte, dass eine solche Ausdehnung aus ökonomischen Gründen undurchführbar ist, wurde in allen weiteren Betrieben eine Kombination von Maßnahmen geprüft, die eine möglichst hohe Bereitstellung von Bioenergierohstoffen unter Einhaltung der Toleranzgrenzen bei den ökologischen, sozialen und ökonomischen Kriterien ermöglicht.

Neben der Beurteilung der Szenarien durch KSNL werden Leistungsparameter erfasst, mit denen sich die Flächeneffizienz der Maßnahmen hinsichtlich Energieausbeute (GJ/ha) und Treibhausgasverminderung (t CO<sub>2</sub>/ha) darstellen lassen. Bezugsgröße ist die 'interne' Energiepflanzenfläche (Summe Energiepflanzenfläche minus Energieraps bzw. Ethanolweizen).

### 5.2.2 Extremszenarien

Der Begriff Extremszenario kennzeichnet eine radikale strukturelle Umstellung des Betriebes weg von der vorrangigen Erzeugung von Lebensmitteln hin zu einer maximierten Bereitstellung von Rohstoffen für Biokraftstoffe, Biogas oder Wärme. Beispiele für Extremszenarien sind

- die totale Umstellung auf Energiepflanzenanbau,
- der Übergang zur Monokultur und
- die Abschaffung der Tierhaltung.

Experimentaldaten zu Extremszenarien sind erforderlich, um eine umfassende Aussage sowohl über die wirtschaftliche Rentabilität als auch die ökologischen und agrarsozialen Auswirkungen zuzulassen. Auf der Grundlage solcher Daten können Abwägungsprozesse darüber entscheiden, welchen Umfang der Energiepflanzenbau aktuell und künftig einnehmen kann.

Tabelle 6 zeigt die Realisierungsbedingungen und das allgemeine Besorgnispotential solcher Extremszenarien. Allerdings können landwirtschaftliche Unternehmen die Umsetzung solcher Extremszenarien in der Praxis ernsthaft in Erwägung ziehen, wenn bestimmte Bedingungen (Einzugsbereich großer Biomasseverwerter, unrentable Tierhaltung, abgeschriebene Ställe, langfristige Preisgarantien etc). zusammentreffen.

Tabelle 6: Besorgnispotential von Extremszenarien

Szenario	Bedingungen zur Realisierung	Besorgnispotential		
		Umwelt	Wirtschaft	Sozial
Umstellung Marktfrucht zu Ethanolweizen	z.B. Einzugsbereich einer Ethanolanlage	Erhöhter Aufwand Düngung u. Pflanzenschutz <sup>1</sup> , verringerte Fruchtartendivers., erhöhte Landschaftsuniformität	Ertragsminderung durch Pilzbefall, reduzierte Effizienz, verringerte Produktdiversität und erhöhtes Risiko	Abbau Arbeitskräfte, Übergang zur Saisonbeschäftigung
Monokultur Mais	große Biogasanlage	Mais: Erosionsgefährdung, erhöhter PSM-Aufwand, verringerte Fruchtartendiversität, Landschaftsmonotonie	verringerte Diversität des Produktionsprozesses	s. o.
Abschaffung der Tierhaltung	Einzugsbereich Biomasseverwerter (BtL, EtOH, Biogas)	s.o. positive Wirkungen:	"versunkene" Kosten (Immobilien), wenn nicht ander-	erheblicher Abbau von Arbeitskräften

		weniger NH <sub>3</sub> , THG, verbesserter Energie- saldo,  negat. Wirkungen:  Humushaushalt, PSM, Fruchtartendiversität	weitig nutzbar,  Liquiditätsprobleme	
--	--	--	--	--

<sup>1</sup> Fuß- und Blattkrankheiten, Ährenfusariosen, zunehmende Verungrasung

Das Besorgnispotential von Extremszenarien betrifft nicht nur den ökologischen Sektor, sondern auch den wirtschaftlichen und vor allem auch den agrarsozialen Bereich. Für den ökologischen Sektor sind die möglichen Auswirkungen einer Fruchtartenverengung bis hin zur Monokultur überschaubar. Sie betreffen steigende Aufwendungen an Mineraldüngern sowie Pflanzenschutzmitteln, die z.B. bei Weizenselbstfolgen nötig werden, oder eine erhöhte Erosionsdisposition bei hohem Maisanteil, wie z.B. im Rheintal seit vielen Jahren praktiziert. Daneben sind die geringe bzw. fehlende Fruchtartendiversität und die Gefahr einer gewissen Landschaftsmotonomie zu berücksichtigen. Das gilt umso mehr, als hierbei mit Langzeitwirkungen auf die Biozonose gerechnet wird, deren Folgen nur schwer vorhersehbar sind. Positiv sind die meist besseren energetischen Parameter und die geringere THG-Emission zu vermerken.

Wirtschaftlich sind Extremszenarien mit der Ausrichtung auf nur ein Produkt vor allem durch die mangelnde Diversität des Produktionsprozesses mit einem erhöhten Risiko behaftet. Preisschwankungen am Markt können dadurch u. U. zu ernststen Liquiditätsschwierigkeiten führen. Bei Aufgabe der Viehhaltung stellen zudem die zurückbleibenden Immobilien, sofern diese noch nicht abgeschrieben sind, versunkene Kosten dar, die das betriebswirtschaftliche Ergebnis stark belasten. Positiv fällt demgegenüber ins Gewicht, dass die mit der Einschränkung der Fruchtartendiversität bzw. Monokultur verbundene Vereinfachung der Betriebsstruktur Kosteneinsparungen zur Folge haben kann.

Agrarsozial führen Extremszenarien und die damit einhergehende vereinfachte Betriebsstruktur zu einer Reduzierung des Arbeitskraftbedarfs, sofern die Energiepflanzen unmittelbar verkauft werden und im Betrieb keine Erstverarbeitung im Sinne einer Veredelung stattfindet. Insbesondere die Aufgabe der Tierhaltung ist mit einer erheblichen Freisetzung von Arbeitskräften verbunden.

### 5.3 Vorgehen bei der Simulationsberechnung

Die gewählte Methode, in eine valide Datenbasis Szenarien einer anwachsenden Bereitstellung von Biomasse für die energetische Nutzung einzubauen, verlangt begründbare Vorgaben bzw. Pauschalannahmen (Tab. 7), die in den wesentlichsten Positionen nachfolgend beschrieben werden.

Im Gegensatz zu den sozialen und ökologischen Kennziffern wurden die Ergebnisse der KWL-Analyse aus dem originären Jahresabschluss vor der Berechnung der Szenarien adaptiert. Dies war erforderlich, um eine Anpassung der Buchführungsdaten von 2006 an das Preisniveau der Jahre 2007/2008 zu erreichen. Ein Verzicht auf diese Anpassung hätte für die ökonomische Bewertung zu Falschaussagen geführt, wie am Beispiel Biogas leicht nachvollziehbar ist:

Wenn im originalen Jahresabschluss Getreide zu unter 10 €/dt verkauft wurde und zur gleichen Zeit über eine Nutzung in der Biogasanlage nach dem Stand des EEG 2004 etwa 10 €/dt und nach den neuen Bedingungen des EEG 2009 bis zu 12,50 €/dt (Preise jeweils bei Anlagengröße von 150 kW) erwirtschaftet werden konnten, wäre der Einsatz in der Biogasanlage in jedem Fall gewesen. Bezieht man die Erlöse aus der Biogasanlage aber auf das gegenwärtige Preisniveau von 14-20 €/dt für Marktfruchtgetreide, so ist der Einsatz aus ökonomischen Gründen abzulehnen.

Die Anpassung der Erlöse führt zu einer deutlich positiveren ökonomischen Bewertung als es in der Realität des Jahres 2006 der Fall gewesen ist (Abb. 2). Bei KWL sind deshalb weniger die Aussagen zum absoluten Niveau der Ergebnisse als vielmehr zu den Änderungen zwischen den Szenarien maßgeblich.

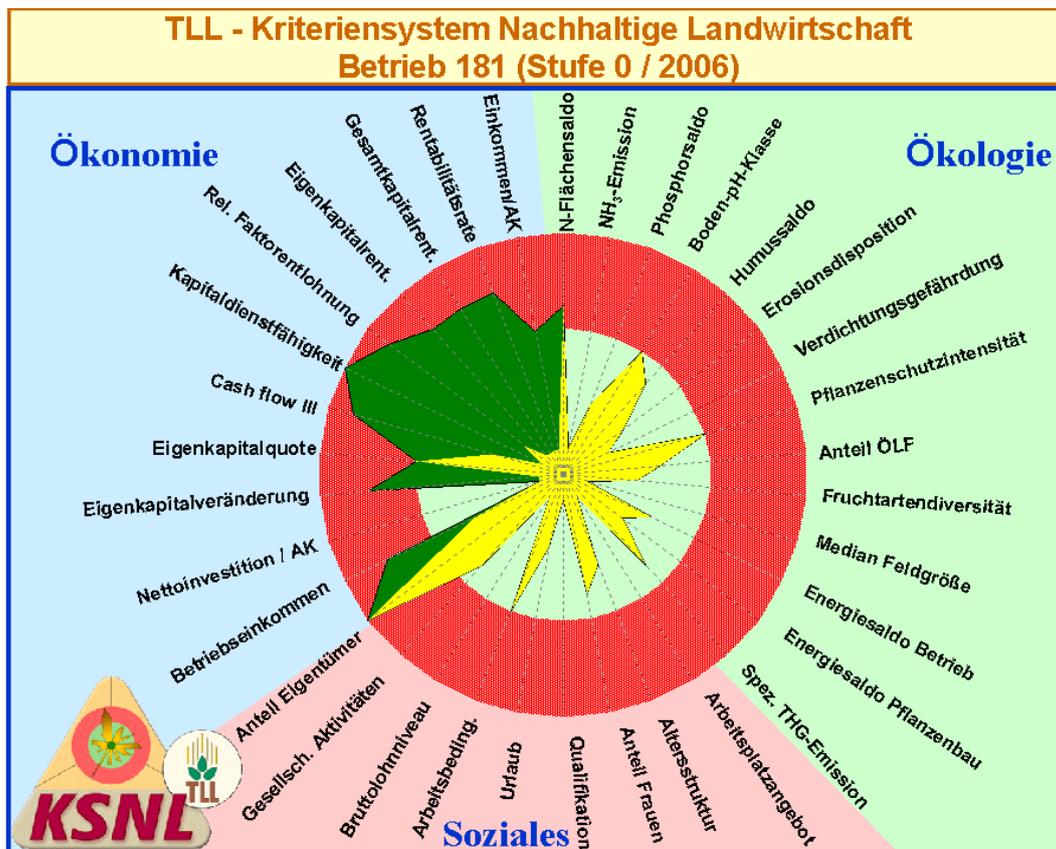


Abbildung 2: Vergleich der Boniturnoten zwischen den Buchführungsdaten 2006 (grün) und den angepassten KWL-Daten der Stufe 0 (gelb) im Betrieb 181

Bei den Szenarien wurden für den ökonomischen Bereich alle relevanten Kostenänderungen in die Simulation einbezogen. Dies betrifft bei den Investitionen in die zur Umsetzung der Szenarien erforderlichen neuen Gebäude, deren Ausrüstungen oder in mehrjährige Plantagen (z.B. Pappeln)

- die Investitionssumme,
- die Abschreibungen und
- die Zinsen.

Bei den Kosten des laufenden Betriebes wurden die Änderungen bei den Kostengruppen

- Löhne,
- Treibstoffe und Energie,
- Maschinenkosten und
- Dünger, Saat- / Pflanzgut und Pflanzenschutzmittel

berücksichtigt.

Um eine vergleichbare Bewertung der durchzuführenden Arbeiten unabhängig von betrieblichen Maschinenbestand zu erreichen, erfolgte die Kalkulation der Maschinenkosten auf Basis von Verrechnungssätzen für landwirtschaftliche Arbeiten, die auf den Angaben des KTBL, Preislisten von Lohnunternehmen und Abrechnungssätzen von Maschinenringen beruhen.

Die kurzfristig sich nicht ändernden Ausgaben wie Pachten oder Versicherungen sowie die Abschreibungen für vorhandene Gebäude und Maschinen wurden in allen Szenarien gleich bewertet (Tab. 7).

Tabelle 7: Vorgaben für Szenarien

Kriterium	Vorgehen	Begründung
<b>Ökologische Kriterien</b>		
NPK-Düngung	Berechnung	Abfuhr + Saldoüberhang bei Übernahme betrieblicher Verhaltensweisen
Pflanzenschutzmittelintensität	Berechnung	Kulturartangepasste Änderung der Mittel bei Beibehaltung des betrieblichen Aufwandsniveaus
Humusaufkommen	Berechnung	abhängig von den Änderungen bei Tierbesatz, AF - Verhältnis, Biogasgülle
Erosionsdisposition	Berechnung	AF -Verhältnis
Verdichtungsgefährdung	Berechnung	maschineller Aufwand
Anteil ÖLF	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Fuchtartendiversität	Berechnung	AF- Verhältnis
Median Feldgröße	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Energiesaldo Betrieb	Berechnung	Marktprodukt minus Input
Energiesaldo Pfl. bau	Berechnung	Abfuhr minus Input
Spez. THG-Emission	Berechnung	THG-Emission/Marktprodukt
<b>Soziale Kriterien</b>		
Arbeitsplatzangebot	Berechnung	pauschal je nach Technologie
Altersstruktur	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Anteil Frauen	Berechnung	Änderung bei Abschaffung Tierhaltung
Qualifikation	Pauschal	bei Einführung neuer Technologien
Arbeitsbedingungen	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Urlaub	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Bruttolohnniveau	Berechnung	Abhängig von den nach Einführen neuer Technologien zur Verfügung stehenden Mittel
Gesell. Aktivitäten	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
Anteil Eigentümer	keine Änderungen	keine Beeinflussung durch Szenarien
<b>Ökonomische Kriterien</b>		
alle	Berechnung	alle Kriterien werden durch die Szenarien beeinflusst

## 6. ERGEBNISSE

### Vorbemerkung

In die Untersuchung sind fünf sowohl strukturell als auch regional unterschiedliche Betriebe einbezogen worden. Für alle Betriebe liegt mit der Auswertung 2006 eine komplette KSNL-Analyse vor, die als Vergleichsbasis dient und anfangs eingehend beschrieben wird. Auf dieser Datengrundlage sind unterschiedliche Szenarien einer erhöhten Energieträgererzeugung simuliert worden.

Bei der Wertung der Betriebe ist zu beachten, dass sich diese mit einer Ausnahme seit längerem jährlich der Umweltverträglichkeitsanalyse mittels KUL unterziehen, wodurch im Laufe der Jahre eine deutlich erkennbare Optimierung eingetreten ist. Das hat zur Folge, dass die Basisvariante der Betriebe fast durchgängig eine gute ökologische Situation ausweist, die allerdings nicht repräsentativ für die allgemeine deutsche Landwirtschaft ist.

Die Energiepflanzenfläche wird generell in die sogenannte externe und interne Energiepflanzenfläche unterteilt. Unter extern werden der Anbau von Energieraps und Ethanolweizen verstanden, die außerhalb des Betriebes verwertet werden und sich in ihren betrieblichen Auswirkungen nicht von der Marktfruchtproduktion unterscheiden, d.h. der Betrieb verkauft Ernteprodukte und hat keine Kenntnis, was außerhalb des Betriebes daraus entsteht. Der Anbau von Rohstoffen für außerhalb des Betriebes betriebene Biogas- und Heizanlagen wird ebenfalls der externen Bioenergiepflanzenfläche zugeordnet. Es wird hier jedoch davon ausgegangen, dass aufgrund der geringeren Transportwürdigkeit von Biogasrohstoffen und der damit verbundenen kurzen Entfernungen zumindest die aus den bereitgestellten Rohstoffen entstehenden organischen Dünger mit den darin enthaltenen Nährstoffen wieder in den betrieblichen Kreislauf zurückgeliefert werden. Die interne Energiepflanzenfläche hingegen subsumiert Energiepflanzen, die innerhalb des Betriebes verwertet werden (Biogasanlage, Verbrennungsanlage, ggf. Ölpresse).

Die Eignung der geprüften Szenarien bemisst sich an

- der wirtschaftlichen Rentabilität, die über die Realisierbarkeit der simulierten Maßnahme entscheidet,
- der ökologischen und agrarsozialen Bewertung, deren Toleranzbereiche sozusagen als "Leitplanken" aufzufassen sind, in deren Grenzen der Betrieb sein wirtschaftliches Optimum suchen kann und
- spezifischen Leistungsparametern, die Auskunft über die erzeugten Bioenergiemengen (GJ/ha) und deren THG-Vermeidung (t CO<sub>2</sub>-Äq./ha) mit Bezug auf die 'interne' Energiepflanzenfläche geben. Die THG-Vermeidung berechnet sich bei Strom aus dem Wiederbeschaffungswert von Netzstrom (Stromerzeugung im Kraftwerksmix), der den Wirkungsgrad der

Stromerzeugung von ca. 30 % berücksichtigt<sup>1</sup> (FRITSCH 2003) und bei Wärme aus der vermiedenen Menge Heizöl, multipliziert mit dem Faktor 73 kg CO<sub>2</sub>/GJ.

## **6.1 Betrieb a22: Futterbaubetrieb in benachteiligter Lage**

### 6.1.1 Betriebsbeschreibung

Es handelt sich um einen Grünland-Futterbaubetrieb in benachteiligter Lage (1.000 ha LF, mittlere Ackerzahl 33, Niederschlag 675 mm, 250-360 m NN) mit einem Grünlandanteil von über 50 % (z.T. über KULAP extensiviert). Der Tierbesatz (Milchproduktion mit eigener Nachzucht) beträgt 0,6 GV/ha LF. Die Milchleistung ist mit 10.500 kg Milch/Kuh hervorragend.

Der Ackerflächenanbau umfasst Getreide (48 %), Ölrüchte (18 %), davon 16 % Energieraps und Ackerfutter (32 %). Die Erträge entsprechen der Standortbonität (54 dt/ha Getreide, 350 dt/ha Ackerfutter und 30 dt/ha Raps). Seit 2002 wird eine Biogasanlage (200 kW) zur Stromgewinnung aus Wirtschaftsdüngern und nachwachsenden Rohstoffen betrieben, die 2007 auf 450 kW erweitert worden ist. Der Energiepflanzenanbau umfasst 210 ha, davon 45 ha Raps zum Verkauf (externe Energiepflanzenproduktion) und 165 ha zur internen Verwertung über die BGA (interne Energiepflanzenproduktion). Die Stromeinspeisung beträgt 4.680 GJ.

Der Betrieb hat sich seit 1999 wiederholt einer KUL-Bewertung unterzogen und durch konsequente Mängelanalyse seine ökologische Situation sukzessive den Zielvorgaben angepasst.

---

<sup>1</sup> 1 GJ Stromeinspeisung = 0,171 t CO<sub>2</sub>-Vermeidung

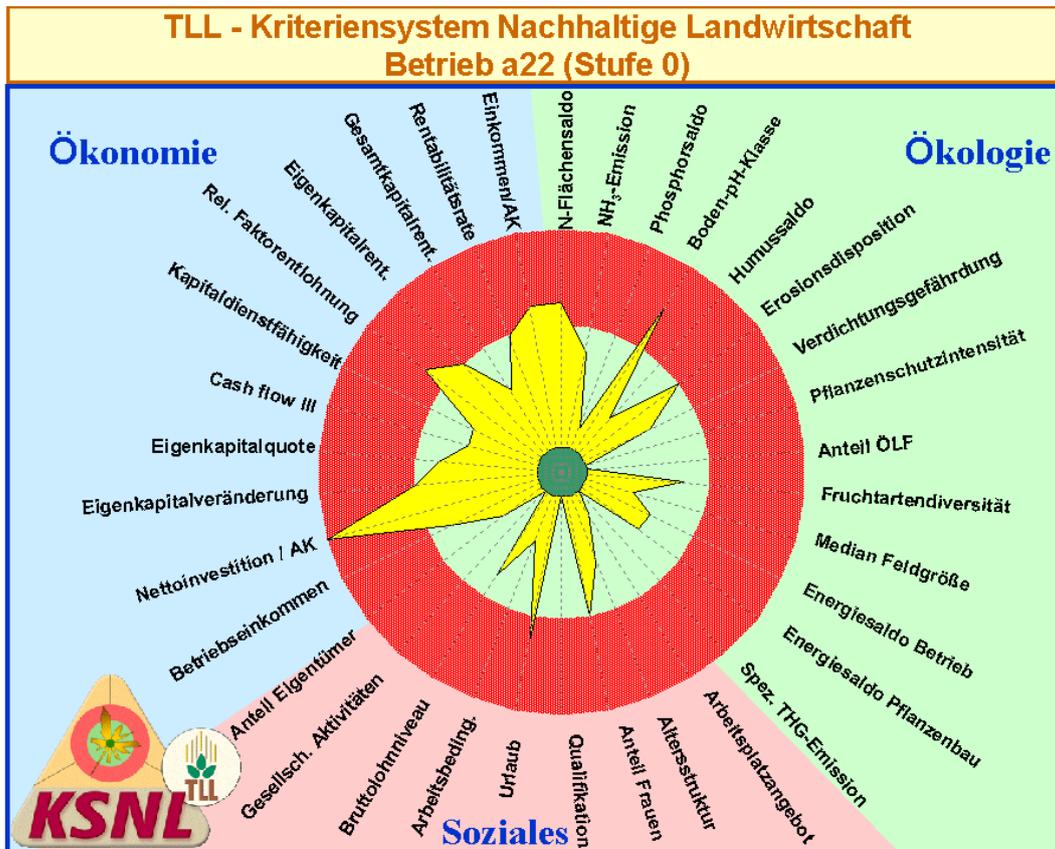


Abbildung 3: KSNL-Auswertung des Betriebes a22 für das Erntejahr 2006 (Basisszenario)

### 6.1.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006

Die KSNL-Auswertung für das Erntejahr 2006 dient als Basis und Vergleich (Szenario 0) für die nachfolgenden Simulationen. Die Spinnengrafik (Abb. 3) gibt zunächst einen Überblick über die ermittelte Situation. Die Bewertung wird als gelber Stern dargestellt, dessen Spitzen die Boniturnote wiedergeben. Der Mittelpunkt markiert die Boniturnote 1 (anzustrebendes Optimum), die sich anschließende helle Fläche den Toleranzbereich (Boniturnote 2-6) und die rote Fläche (ab Boniturnote 7) eine zunehmend intolerable Situation, die Handlungs- und Beratungsbedarf anzeigt. Um den Kreis sind die 34 KSNL-Kriterien angeordnet, unterteilt in die drei Sektoren Umweltverträglichkeit (grün), Sozialverträglichkeit (rot) und Wirtschaftsverträglichkeit (blau). Es wird deutlich, dass eine Überschreitung des Toleranzbereichs (Verlassen des hellen Bereichs) mit Ausnahme des wirtschaftlichen Sektors nur vereinzelt auftritt.

6.1.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse)

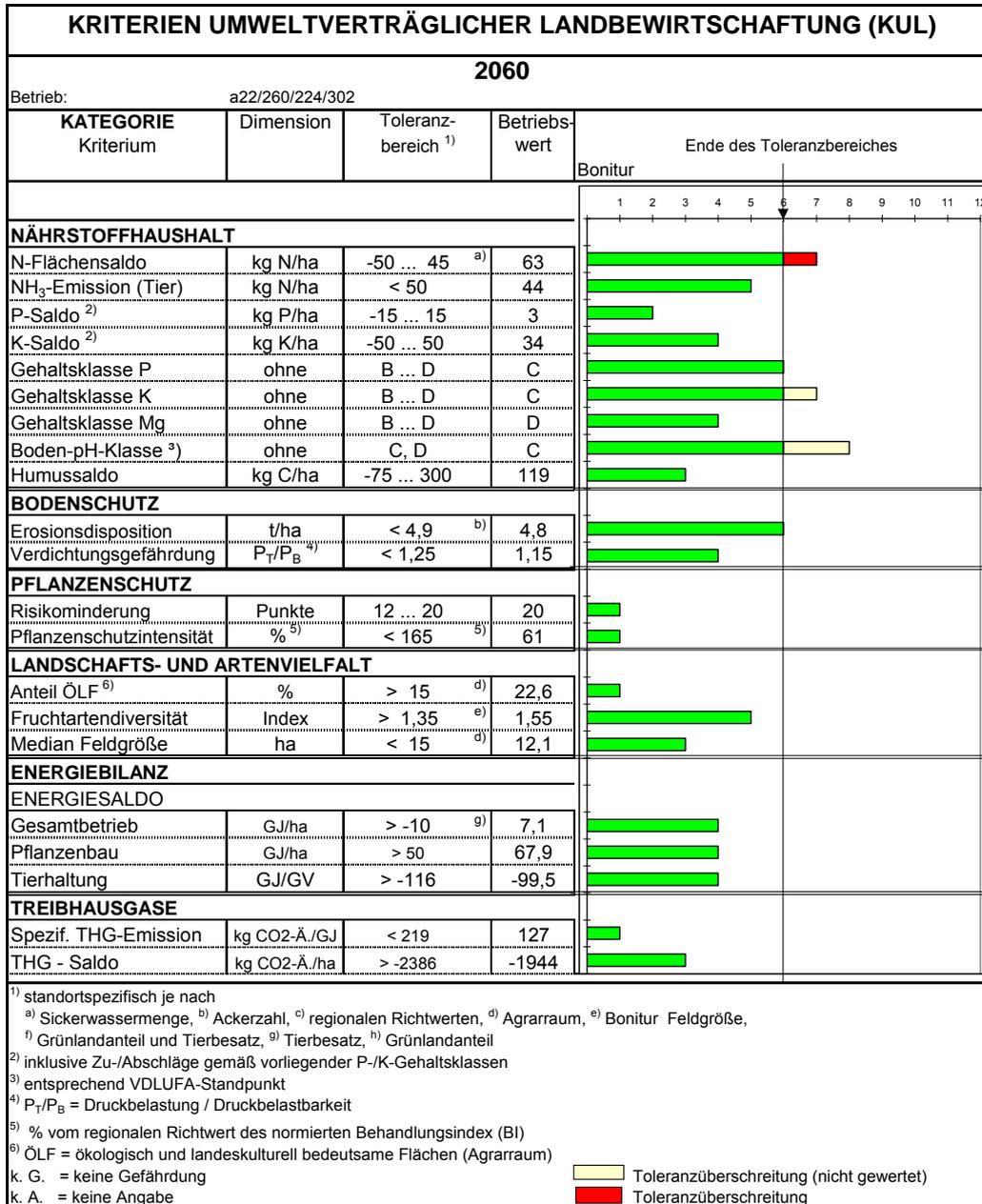


Abbildung 4: KUL-Auswertung des Betriebes a 22 für das Erntejahr 2006 (Basisszenario)

Für das Erntejahr 2006 (Abb. 4) stellt sich mit Ausnahme des N-Flächensaldos (N-Hoftorsaldo minus NH<sub>3</sub>-Emission; methodisches Vorgehen vgl. VDLUFA-Standpunkt Nährstoffbilanzierung 2007) und der Boden-pH-Klasse die ökologische Situation als tolerabel dar. Der ermittelte N-Flächensaldo überschreitet mit 63 kg N/ha die entsprechend der standortdifferenzierenden Sickerwassermenge festgesetzte Toleranzschwelle von 45 kg N/ha deutlich und signalisiert Hand-

lungsbedarf, auch wenn der hohe Saldo z.T. durch witterungsbedingte Ertragsminderungen verursacht worden ist. Handlungsbedarf erfordert auch die Boden-pH-Klasse, deren Betriebsmittelwert zwar noch mit C bewertet werden kann, aber beträchtliche Unterschiede zwischen den Flächen zeigt. Teils wird ein erheblicher Kalkbedarf ausgewiesen, bei der die Kalkung Vorrang vor allen anderen Düngungsmaßnahmen hat, teils aber auch ein geogen bedingter sehr hoher pH-Wert. Letzterer wird angezeigt aber nicht negativ gewertet.

Als Mangel zu werten ist insbesondere die unzureichende PK-Düngung des Grünlands (in Abb. 4 nicht dargestellt). Insbesondere die P-Bodengehalte sind zu niedrig (über 60 % des Grünlands liegen in den P-Gehaltsklassen A und B) und sicherlich eine wesentliche Ursache für die geringen Grünlanderträge und die unbefriedigende N-Effizienz (zu hohe N-Salden). Der Aufdüngungsbedarf des Grünlands hat inzwischen ein erhebliches Ausmaß erreicht und der Betrieb wäre gut beraten, dem zu entsprechen, um länger andauernde Schäden zu vermeiden. Wenn es dem Betrieb gelingt, den N-Saldo wieder in den tolerablen Bereich zu bringen, würden die Forderungen erfüllt, die an die Vergabe des VDLUFA-Zertifikats "Betrieb der umweltverträglichen Landwirtschaft" gestellt werden. Dass dies möglich ist, hat der Betrieb bereits bei KUL-Analysen in den Vorjahren bewiesen.

#### 6.1.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse)

Von den bewerteten neun KSL-Prüfkriterien (Abb. 5) überschreitet lediglich der gewährte bzw. in Anspruch genommene Urlaub die Toleranzschwelle, weil die ausgewiesenen 18 Tage nicht dem Urlaubsanspruch des Manteltarifvertrags Landwirtschaft entsprechen, der mit 20 Tagen ausgewiesen wird. Alle anderen Kriterien des sozialen Sektors liegen innerhalb des Toleranzbereichs und charakterisieren die agrarsoziale Situation als zufriedenstellend. Positiv bewertete Kriterien sind das hohe Qualifizierungsniveau, das gut am Bedarf orientierte Arbeitsplatzangebot, der hohe Anteil an Miteigentümern in der Belegschaft und die Vielzahl gesellschaftlicher Aktivitäten.

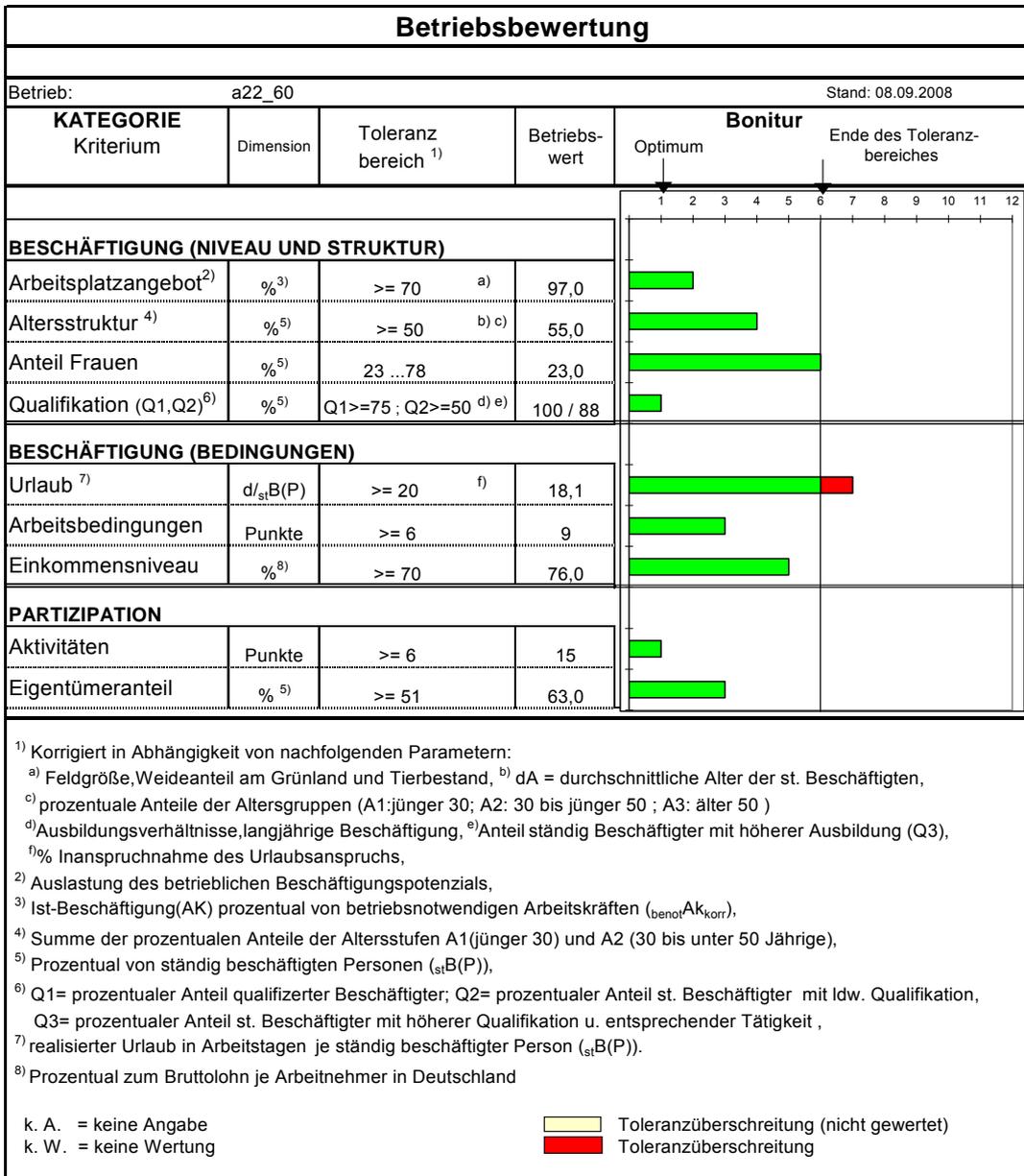


Abbildung 5: KSL-Auswertung des Betriebes a 22 für das Erntejahr 2006 (Basisszenario)

Das Bruttolohnniveau liegt mit 76 % des ostdeutschen Durchschnittslohns im tolerablen Bereich und ist verglichen zu anderen landwirtschaftlichen Betrieben der Region positiv einzuschätzen, wenn auch nicht verkannt wird, dass das Lohnniveau damit trotzdem um ein Viertel unter dem der nichtlandwirtschaftlichen Beschäftigten liegt.

6.1.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse)

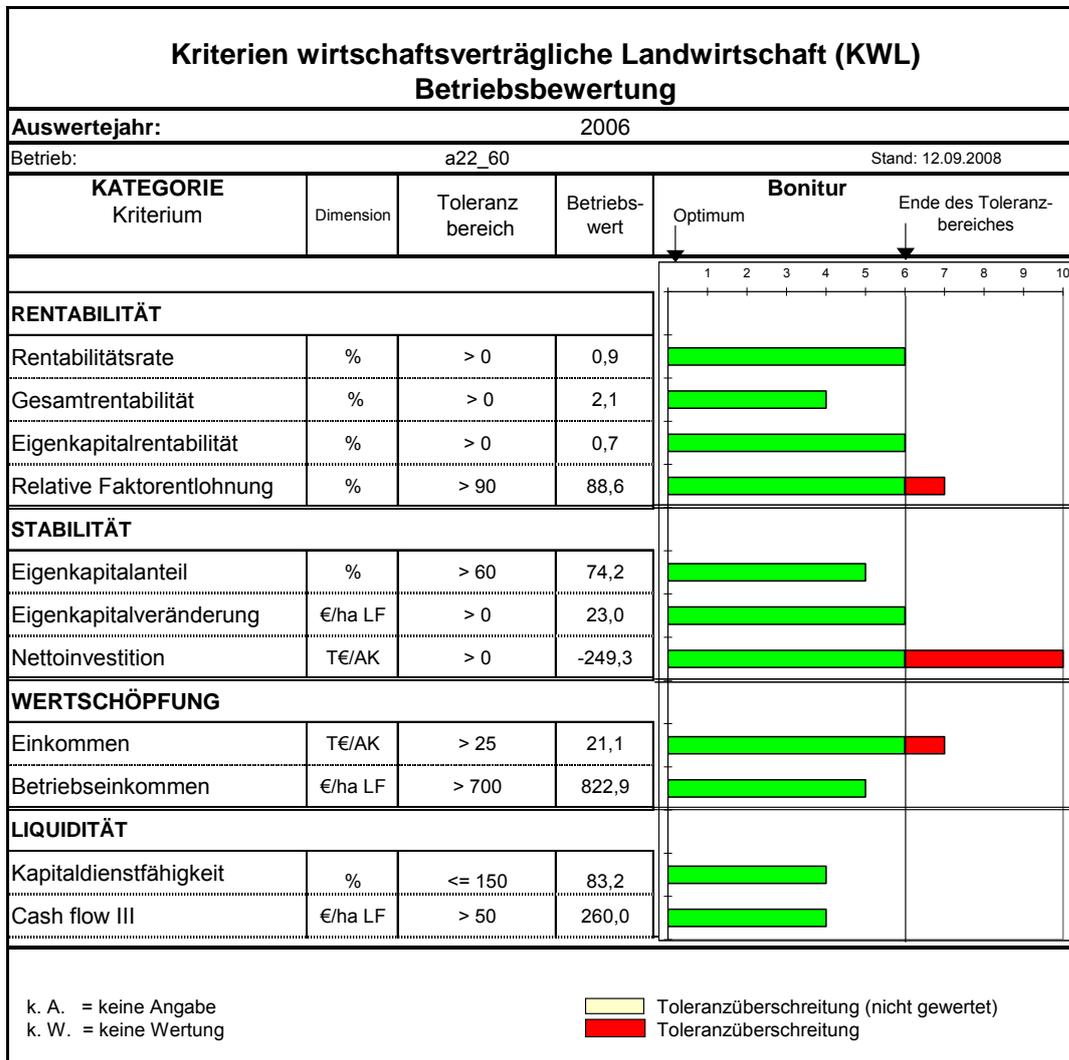


Abbildung 6: KWL-Auswertung des Betriebes a 22 für das Erntejahr 2006 (Basisszenario)

Die ökonomische Bewertung (Abb. 6) basiert auf den Ergebnissen des Buchführungsjahres 2005/06. Die Darstellung signalisiert für drei Kriterien (verfügbares Einkommen je Arbeitskraft, relative Faktorentlohnung und Nettoinvestitionen) eine intolerable Situation. Hinzu kommen ebenfalls drei Kriterien, die an der Toleranzschwelle liegen (Rentabilitätsrate, Eigenkapitalrentabilität und Eigenkapitalveränderung), so dass die wirtschaftliche Situation als schwierig einzuschätzen ist.

Das zu geringe verfügbare Einkommen je AK beruht auf dem relativ hohen Arbeitskräftebestand und dem geringen Betriebseinkommen von 820 EUR/ha, das auch für die geringe Faktorentlohnung verantwortlich sein dürfte. Kritischer zu werten ist die Situation für das Kriterium Nettoinvestitionen, das mit minus 250 EUR/ha einen erheblichen Vermögensabbau kennzeichnet.

Auch wenn ein einjähriges Ergebnis nur bedingt aussagefähig ist, muss den Ursachen dieses Substanzabbaus nachgegangen werden.

### 6.1.3 Ergebnisse der Simulationen

Tabelle 8: Szenarien unterschiedlicher Energieträgererzeugung

Szenario	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Verwertung ungenutzter Biomassepotentiale und Flächenumwidmung	komplette Verwertung von Wirtschaftsdünger und Futterüberhängen in der BGA, Umwidmung von 60 ha Marktfrucht in Energiepflanzenbau
2	Intensivierung Grünland	PK-Aufdüngung und Verwertung der Mehrerträge in der BGA
3	Ausweitung der Energiepflanzenfläche, darunter Szenario 3.5.: Einführung neuer Energiepflanzen	teilweiser Ersatz von Silomais durch Silphie (50 ha)
4	Abbau der Tierhaltung	Verwertung Futterpflanzen in Biogasanlage Marktfruchtbau bleibt bestehen
5	Maximierung Bioenergie	- Nutzung aller org. Abfälle (wie Stufe 1) - Nutzung Mehrerträge Grünlandintensivierung (wie Stufe 2) - Änderungen des Anbauspektrums (wie Stufe 3) - Wegfall Tierhaltung (wie Stufe 4)

Die ersten drei Szenarien sind anwendungsorientiert und demonstrieren, wie mit sofort umsetzbaren betrieblichen Mitteln die Stromerzeugung gesteigert werden kann und welchen Einfluss das auf die Nachhaltigkeitsbewertung hat. Die Stufen 4 und 5 sind Extremszenarien, die in der Regel nicht umgesetzt werden können, aber als mögliche Auswüchse des Energiepflanzenbaus diskutiert werden (Tab. 8).

Tabelle 9a: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs a 22; allgemeine Angaben und Umweltdaten

Betrieb a 22													
AZ 33; 250-360 m NN, 675 mm; Futterbau/Milch		Basis 06		Szenario/Stufe									
		0		1		2		3,5		4		5	
LF ha		1.000		1.000									
AF ha		500		> 500									
GV ha (Rind/Milchprodukt.)		0,61		0,61		0,61		0,61		0,0		0,0	
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)		81		81		87		81		83		90	
Marktprod. (ha)	GJ/ha	171	78	110	78	169	79	171	78	171	78	8	78
Futterprod. (ha)	GJ/ha	652	81	584	81	570	92	652	81	0	0	0	0
E.-Pfl.prod. <sub>ext</sub> (ha)	GJ/ha	45	79	45	79	45	79	45	79	45	79	134	75
E.-Pfl.prod. <sub>in t</sub> (ha)	GJ/ha	165	87	294	84	252	86	165	87	817	85	891	92
Konvers.anlage	TJ <sub>Strom</sub>	BGA	4,68	BGA	9,82	BGA	7,49	BGA	4,68	BGA	20,45	BGA	24,15
<b>KUL (Umwelt)</b>		<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>
N-Saldo (kg N/ha)		63	7	52	7	53	7	64	7	61	7	48	6
NH <sub>3</sub> -Emission (kg N/ha)		44	5	49	6	49	6	44	5	32	2	39	5
P-Saldo (kg P/ha)		3	2	1	1	3	2	3	2	3	2	2	2
Boden-pH-Klasse (A bis E)		2,7	8	2,7	8	2,7	8	2,7	8	2,7	8	2,7	8
Humussaldo (kg Humus-C)		119	3	17	1	134	3	190	4	98	3	175	4
Erosionsdisposition (t/ha)		4,8	6	4,8	6	4,8	6	4,0	5	4,8	6	4,3	6
Verd.-gefährdung (P <sub>T</sub> /P <sub>B</sub> )		1,20	4	1,2	4	1,2	4	1,2	4	1,2	4	1,2	4
Pfl.schutzintensität (%)		61	1	61	1	61	1	60	1	65	1	77	1
Anteil ÖLF (%)		22,6	1	22,6	1	22,6	1	22,6	1	22,6	1	22,6	1
Fruchtartendivers. (Index)		1,5	5	1,55	5	1,55	5	1,70	4	1,55	5	1,8	3
Median Feldgröße (ha)		12,1	3	12,1	3	12,1	3	12,1	3	12,1	3	12,1	3
E.-Saldo Betrieb (GJ/ha)		6,9	4	17,7	3	15,2	3	6,9	4	64,7	4	70,2	4
E.-Saldo Pfl.bau (GJ/ha)		67,8	4	69,8	4	74,4	3	67,9	4	69,6	4	78,1	2
THG-Emiss.(kg CO <sub>2</sub> /GJ MP)		128	1	105	1	108	1	128	1	28	8	29	8

Tabelle 9b: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs a 22; soziale und ökonomische Daten

Betrieb a 22												
AZ 33; 250-360 m NN, 675 mm; Futterbau/Milch	Basis 06		Szenario									
	0		1		2		3.5		4		5	
<b>KSL (Agrarsozial)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Arbeitsplatzangebot (%)	97	2	99	2	98	2	97	2	*	*	*	*
Alterstruktur (%)	55	4	55	4	55	4	55	4	55	4	55	4
Anteil Frauen (%)	23	6	23	6	23	6	23	6	10	10	10	10
Qualifikation (%)	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1
Arbeitsbeding. (Punkte)	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
Urlaub (Arbeitstage)	18,1	7	18,1	7	18,1	7	18,1	7	18,1	7	18,1	7
Bruttolohnniveau (%)	76	5	76	5	76	5	76	5	72	5	75	5
Gesell. Aktivitäten (Punkte)	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1
Anteil Eigentümer (%)	63	3	63	3	63	3	63	3	63	3	63	3
<b>KWL (Wirtschaft)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Einkommen je AK (T€)	21,1	7	24,0	7	21,7	7	21,3	7	10,8	9	-1,9	10
Rentabilitätsrate ord. (%)	0,9	6	4,2	4	1,4	6	1,0	6	-10,7	10	-23	10
Gesamtkap.rentabilität (%)	2,1	4	3,7	3	2,4	4	2,2	4	0,7	7	-3,6	10
Eigenkapitalrentabilität (%)	0,7	6	3,2	5	1,1	6	0,8	6	-6,2	10	-14,2	10
Betriebseinkommen (€/ha)	823	5	935	4	856	5	826	5	380	10	208	10
Rel. Faktorentlohnung (%)	88,6	7	97,3	5	90,1	6	88,7	7	54,8	10	28,6	10
Kapitaldienstfähigkeit (%)	83,2	4	61,8	3	76,4	4	82,9	4	111,5	6	272	9
Nettoinvestitionen (€/ha)	-249	10	-287	10	-268	10	-253	10	-353	10	-388	10
Cash flow III (€/ha)	260	4	382	3	291	4	264	4	149	5	-31	8
Eigenkapitalquote (%)	74,2	5	67,0	6	70,3	5	73,7	5	52,0	7	46,8	8
Eigenkap.veränderg. (€/ha)	23	6	106	3	35	5	24	6	-192	10	-406	10

W = Wert; BN = Boniturnote

Tabelle 9 zeigt die betrieblichen Grunddaten sowie die Ergebnisse der 34 Kennziffern der Nachhaltigkeitsbewertung KSNL für die Stufen 0 bis 5 unterteilt in die Einzelbewertungen KUL, KSL und KWL.

#### 6.1.3.1 Szenario 1

Kennzeichen dieses Szenarios ist die Nutzung betrieblicher Reserven in der von 200 kW (Stufe 0) auf 450 kW vergrößerten Biogasanlage. Dazu zählen insbesondere die Wirtschaftsdünger, die in der Basisvariante nur teilweise über die Biogasanlage genutzt werden. Als nachwachsende Rohstoffe kommen rund 70 ha Futterfläche, die als jährlicher Überhang der Futterreserve

nun der Stromerzeugung dienen und der Ertrag von 60 ha ehemaliger Marktfruchtfläche hinzu. Dadurch erhöht sich der Anteil des 'internen' Energiepflanzenanbaus von 165 (16 % der LF) auf 294 ha (28 % der LF) und die Stromerzeugung steigt von 4.680 GJ auf über 9.800 GJ (~ 2.700 MWh). Im Feldbau wird zudem die Umstellung von Diesel auf Biodiesel vollzogen, um die wirtschaftlichen Vorteile der Preisdifferenz zu nutzen.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 1 (ausgewählte Kriterien)

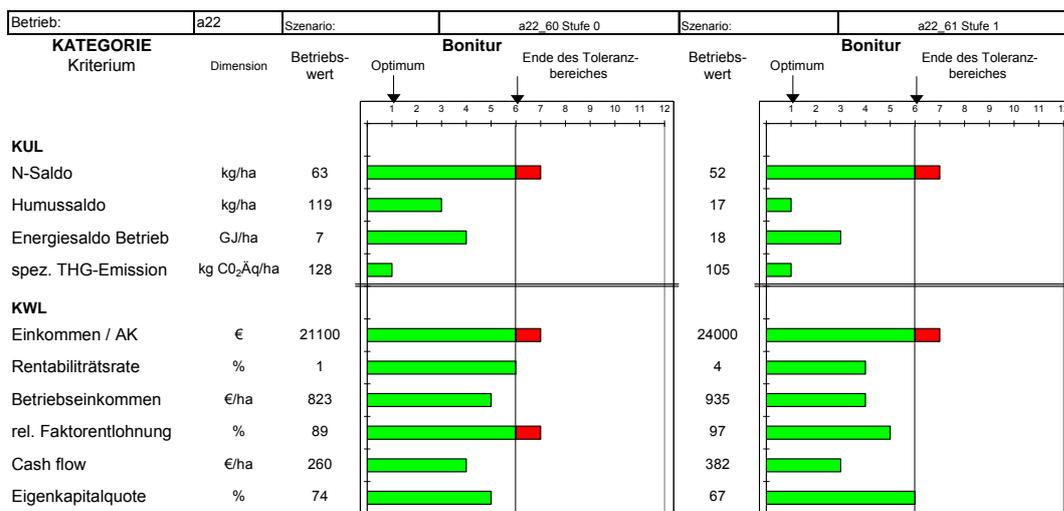


Abbildung 7: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch werden die Auswirkungen der flächenmäßigen Aufstockung des Energiepflanzenanbaus und die Verwertung des ungenutzten Biomassepotentials positiv bewertet. Es zeigt sich ein um 10 kg N/ha verminderter, allerdings immer noch zu hoher N-Flächensaldo (reduzierter N-Zukauf infolge Nutzung der Futterüberhänge) bei gleichzeitig erhöhter NH<sub>3</sub>-Emission, die aus dem vermehrten Anfall von Biogasgülle resultiert. Daneben verbessert sich der betriebliche Energiesaldo auf 18 GJ/ha (Strommehrverkauf) und in dessen Folge auch die spezifische, produktbezogene THG-Emission, die sich um 20 % vermindert. Die anderen Kriterien bleiben unbeeinflusst.

Agrarsozial bleibt der Eingriff, der keine strukturellen Änderungen bewirkt, ohne Einfluss.

Wirtschaftlich verändert die erhöhte Wertschöpfung durch den Strommehrverkauf von ca. 5.000 GJ nahezu alle Kriterien des Sektors Wirtschaftsverträglichkeit positiv und kann trotz der wegfallenden Marktfruchtproduktion die schwierige wirtschaftliche Situation der Basisvarianten zwar nicht grundlegend korrigieren, aber zumindest deutlich entschärfen (Abb. 7).

### 6.1.3.2 Szenario 2

Kennzeichen des Szenarios ist die PK-Aufdüngung von Grünlandflächen, die zu geringe Bodennährstoffgehalte (> 60 % der Grünlandflächen in den Gehaltsklassen A und B) und damit verbunden seit Jahren zurückgehende Erträge und eine Verschlechterung der N-Effizienz (N-Saldo Grünland +85 kg N/ha) aufweisen. Die Simulation unterstellt, dass durch die PK-Aufdüngung, die mit dem geforderten Schutzstatus vereinbar ist, mit einem Mehrertrag von 50 dt FM/ha wieder das Ertragsniveau vor Beginn der extensiven Wirtschaftsweise erreicht werden kann. Die Aufdüngungsmaßnahme betrifft 430 ha Grünland. Der Mehrertrag von 2.150 t FM (das entspräche einer zusätzlichen Fläche von 86 ha) wird über die Biogasanlage zur Stromerzeugung genutzt und erhöht umgerechnet die Fläche der 'internen' Energiepflanzenproduktion auf 252 ha (24 % der LF). Der Stromverkauf steigt durch diese Maßnahme um 2.800 GJ auf knapp 7.500 GJ.

#### Auswirkungen

##### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 2 (ausgewählte Kriterien)

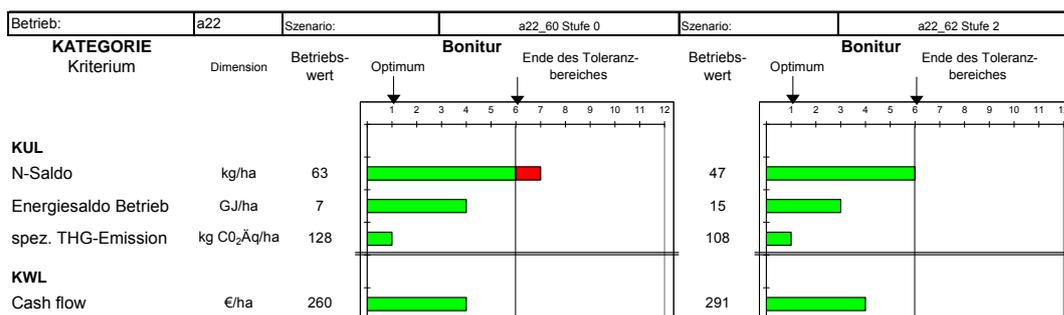


Abbildung 8: Vergleich der Szenarien 0 und 2 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch führt die simulierte Ertragssteigerung auf dem Grünland zu einer wesentlichen Verbesserung des N-Flächensaldos von 63 kg/ha auf 47 kg/ha, womit der Toleranzbereich erreicht wird. Im Gegenzug bedingt der größere Anfall von Biogasgülle einen Anstieg der NH<sub>3</sub>-Emission und des Humussaldos, ohne aber den Toleranzbereich zu verlassen. Durch den erhöhten Stromverkauf steigen der Energiesaldo des Betriebs um 8 GJ/ha und der des Pflanzenbaus (erhöhte Abfuhr) um 7 GJ/ha. Das führt in unmittelbarer Folge zur Minderung der spezifischen THG-Emission, die sich von 128 kg CO<sub>2</sub>-Äq je GJ Marktprodukt auf 108 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt verbessert und damit den "ökologischen Rucksack" der Marktproduktion deutlich erleichtert.

Agrarsozial waren durch den relativ geringfügigen Eingriff keine Auswirkungen zu erwarten.

Wirtschaftlich erhöht sich das Betriebseinkommen, d.h. die Maßnahme ist trotz der Mehraufwendungen (Aufdüngung) rentabel, wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß als in Stufe 1. Dennoch dürfte damit betriebswirtschaftlich ein Anreiz zur Realisierung vorliegen (Abb. 8).

### 6.1.3.3 Szenario 3.5

Im Szenario 3 wurde neben einer Ausdehnung des Raps- und Maisanbaus unter dem Punkt 3.5 auf einer Fläche von 50 ha der Ersatz von Silomais mit der Energiepflanze „Durchwachsende Silphie“ simuliert. Die Silphie verspricht nach den vorliegenden Ergebnissen (CONRAD et al. 2008) auf einem betriebsnahen Standort ähnliche Erträge wie Mais, ist jedoch auf Grund des mehrjährigen Anbaus (geringerer Aufwand an PSM und Maschinenleistungen, höhere Humusreproduktion und besserer Erosionsschutz) hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit günstiger einzuschätzen (Bild 1). Es wird derselbe Ertrag wie bei Mais unterstellt, so dass der Stromertrag vgl. zu Stufe 0 unverändert bleibt.

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.5 (ausgewählte Kriterien)

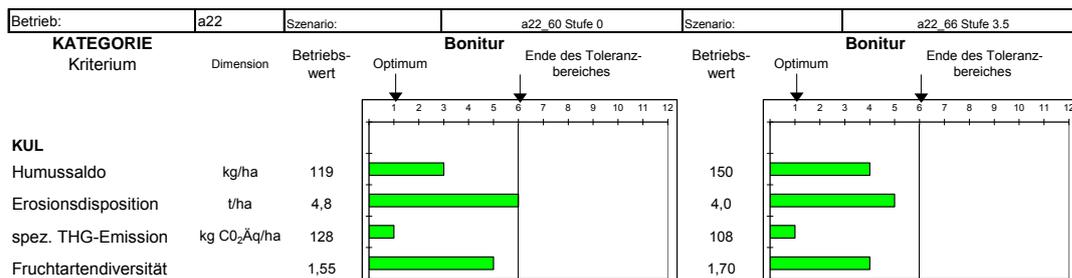


Abbildung 9: Vergleich der Szenarien 0 und 3.5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch zeigen sich die erwarteten Auswirkungen, die aufgrund des geringen Flächenumfangs allerdings gering bleiben. Sie betreffen die Erhöhung des Humussaldos durch die "humusmehrenden" Eigenschaften von Silphie, die verringerte Erosionsdisposition infolge wesentlich besserer Bodenbedeckung verglichen zu Mais und die gestiegene Fruchtartendiversität. Das kann in maisbetonten Fruchtfolgen standortabhängig durchaus zur Auflockerung beitragen und die ökologische Bewertung verbessern.

Agrarsozial führt der Eingriff zu keinen messbaren Änderungen.

Wirtschaftlich sind die erkennbaren Vorteile zwar marginal, beweisen aber dennoch die Rentabilität der Maßnahme. Allerdings muss der Einführung von Silphie, die vor allem auf Standorten



Bild 1: Durchwachsende Silphie im Anpflanzungsjahr

wie hier vorliegend, gegenüber Mais Vorteile bringen kann, ein Erprobungsanbau vorausgehen. Zudem muss das Anbauverfahren technisch von der gegenwärtig noch notwendigen Pflanzung hin zu einer möglichen Aussaat weiter entwickelt werden, um wirkliche Kostenvorteile zu erreichen (Abb. 9).

#### 6.1.3.4 Szenario 4

Kennzeichen der Stufe ist die vollständige Abschaffung der Tierhaltung. Die Erträge der Futterflächen werden über die Biogasanlage verwertet, der bisherige Marktfruchtbau bleibt bestehen. Der Anteil des 'internen' Energiepflanzenanbaus erhöht sich damit auf knapp 80 % der LF und der Stromverkauf steigt um 16.000 auf 20.500 GJ an. Ein solches Extremszenario, d.h. die Abschaffung der Tierhaltung zugunsten einer energetischen Nutzung der Futterflächen wird in der Praxis nur sehr selten zur Realität werden. Dazu müssten im Betrieb a22 bestimmte Bedingungen wie z.B. langfristige und lukrative Preisgarantien für die Energieerzeugnisse, eine unrentable Tierhaltung und abgeschriebene Immobilien etc. zusammentreffen, was gegenwärtig nicht der Fall ist.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 4 (ausgewählte Kriterien)

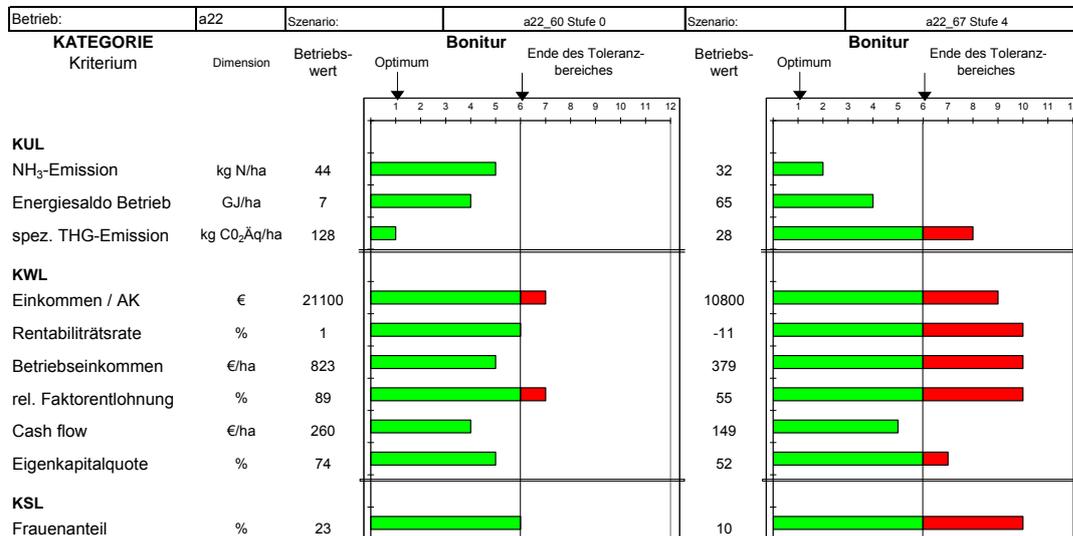


Abbildung 10: Vergleich der Szenarien 0 und 4 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch sind unter den Bedingungen des vorliegenden Szenarios die Auswirkungen positiv einzuschätzen. Das betrifft neben der verringerten NH<sub>3</sub>-Emission (Wegfall Weidehaltung und Futterzukauf) vor allem die verbesserten energetischen Parameter und die spezifische Treibhausgasemission (Wegfall der ruminalen CH<sub>4</sub>-Emission). Der Energiesaldo des Betriebs erhöht sich von 6 GJ/ha auf 64 GJ/ha und die spezifische Treibhausgasemission sinkt von 128 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt auf 28 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt. Da der Betrieb durch den Wegfall der Tierhaltung als Marktfrucht- / Bioenergiebetrieb bewertet wird, führt dies trotz verbesserter Naturalwerte zu einer deutlich schlechteren Boniturnote, weil der Betrieb wegen der nur mittleren Erträge und einer nicht optimalen Effizienz der Biogasanlage den vorgegebenen Toleranzbereich nicht mehr erreicht.

Die positiven ökologischen Veränderungen setzen allerdings ein unverändertes Fruchtartenspektrum voraus. Diese Annahme ist für den Betrieb a22 wahrscheinlich, da der energetisch lukrativere Maisanbau wegen der klimatischen Einschränkungen (Spät- und Frühfröste) nicht unbegrenzt ausdehnbar ist und das Grünland nicht umgebrochen werden darf.

Agrarsozial ist vor allem das Arbeitsplatzangebot betroffen. Verglichen zur Basisvariante sinkt der Arbeitskraftbedarf durch den Wegfall der Tierhaltung drastisch, was vor allem die Frauenarbeitsplätze betrifft, die mehr als halbiert werden. Diese erhebliche Freisetzung von Arbeitskräften mit nur einer sehr geringen Kompensationswirkung der nunmehr größeren Biogasanlage ist

als erheblicher agrarsozialer Einschnitt mit negativen Wirkungen für den umgebenden ländlichen Raum zu werten.

Wirtschaftlich signalisiert die KWL-Auswertung für dieses Szenario eine katastrophale wirtschaftliche Lage und dokumentiert, dass eine Abschaffung der Tierhaltung unter den gewählten Bedingungen nicht praktikabel ist. Mit Ausnahme der Liquiditätskennziffern befinden sich alle Kriterien des wirtschaftlichen Sektors außerhalb des Toleranzbereichs, mehrheitlich sogar außerhalb des Bewertungsbereichs (Boniturnote 10) und kennzeichnen die wirtschaftliche Lage als nicht überlebensfähig. Ursachen dafür sind vor allem die versunkenen Kosten der aufgelassenen Tierhaltungs-Immobilien und der Wegfall der tierischen Marktproduktion (ca. 12.000 GJ), die das Betriebseinkommen um mehr als die Hälfte verringern. Hinzu kommt (hier nicht bewertet), dass sich der Betrieb neben der flächenmäßig geringen Marktproduktion nur auf den Stromverkauf stützt. Mit einer solchen rigorosen strukturellen Änderung wird die Diversität der Produktion erheblich vermindert und durch Ausrichtung auf nur ein bzw. wenige Produkte das betriebliche Risiko unangemessen erhöht (Abb. 10).

#### 6.1.3.5 Szenario 5

Das letzte Szenario schließlich simuliert eine absolute Maximierung der Stromerzeugung durch Kombination der Vorläuferszenarien, einschließlich der Nutzung der Marktproduktion (außer Energieraps) und des kompletten Grünlandertrags in der Biogasanlage. Die Energiepflanzenfläche beträgt abzüglich der Saatgutproduktion über 90 % der LF und die Stromerzeugung steigt auf 24.000 GJ. Da hier die Stufe 4 (Abschaffung der Tierhaltung) einbezogen ist, handelt es sich ebenfalls um ein Extremszenario, das unter den derzeitigen Bedingungen keine Aussicht auf Realisierung hat.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 5 (ausgewählte Kriterien)

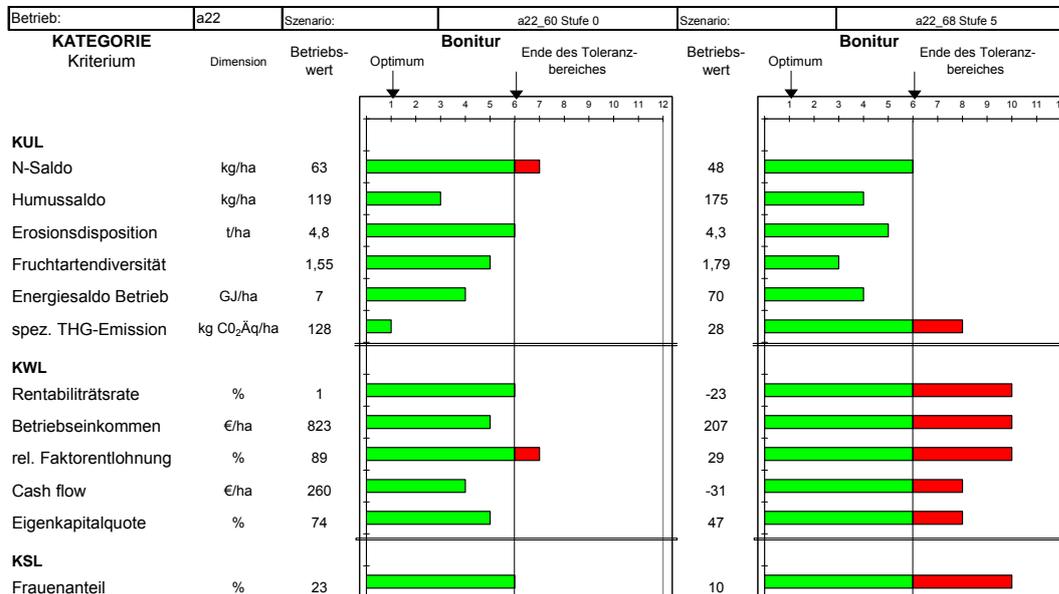


Abbildung 11: Vergleich der Szenarien 0 und 5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch sind die Auswirkungen gemäß KUL-Auswertung analog zu Stufe 4 positiv zu beurteilen. Der im Basisszenario intolerable N-Saldo verbessert sich durch die Mehrerträge der Grünlandintensivierung in den tolerablen Bereich und die Erosionsdisposition nimmt durch den Anbau von Silphie ab. Durch Aufgabe der Tierhaltung verringern sich die spezifischen Treibhausgasemissionen (Wegfall der CH<sub>4</sub>-Emissionen) und durch den höheren Wirkungsgrad der Stromerzeugung im Vergleich zur Milchproduktion kommt es zu einem deutlich positiveren Energiesaldo.

Agrarsozial gilt das unter Stufe 4 gesagte. Durch den Wegfall der Tierhaltung verringert sich das Arbeitsplatzangebot drastisch und führt zu einer erheblichen Freisetzung von Arbeitskräften - ein Prozess der unter agrarsozialen Aspekten eindeutig negativ zu werten ist.

Wirtschaftlich zeigt sich im Vergleich zu Stufe 4 infolge der nochmals höheren Investitionskosten für die in Stufe 5 erforderliche 1.200 - kW<sub>elektr.</sub> - Biogasanlage eine zusätzliche Verschlechterung der Lage und untermauert die Realitätsferne dieses Szenarios (Abb. 11).

### 6.1.3.6 Leistungsparameter

Tabelle 10: Leistungsparameter der Basisvariante und der Szenarien

Betrieb a 22						
Übergangslage, 346 m NN AZ 40, Milch/MF;	Basis 06	Szenario				
	0	1	2	3.5	4 <sup>3</sup>	5 <sup>3</sup>
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)	81	81	87	81	83	90
Energiepflanzenfläche (ha)	210	339	297	210	862	1024
dav. E.-Pflanzen intern (ha)	165	294	252	165	817	890
Stromeinspeisung (GJ)	4.680	9.816	7.494	4.680	20.449	24.148
sonst. Bioenergieträger (GJ) <sup>1</sup>	0	0	0	0	0	0
Summe Bioenergieträger (GJ)	4.680	9.816	7.494	4.680	20.449	24.148
THG-Verminderung (t CO <sub>2</sub> -Äq) <sup>2</sup>	800	1.679	1.281	800	3.497	4.129
<b>Σ Bioenergieträger (GJ/ha EP<sub>int.</sub>)</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>27</b>
<b>THG-Vermind. (t CO<sub>2</sub>-Äq/ha EP<sub>int.</sub>)</b>	<b>4,8</b>	<b>5,7</b>	<b>5,1</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>	<b>4,6</b>
Σ Bioenergieträger (GJ/ha LF)	4,5	9,5	7,3	4,5	19,8	23,4
THG-Vermind. (t CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF)	0,8	1,6	1,2	0,8	3,4	4,0

<sup>1</sup> z.B. Wärmeproduktion aus Verbrennungsanlagen bzw. Heizöleinsparung durch Abwärmenutzung

<sup>2</sup> Strom: CO<sub>2</sub>-Vermeidung (Wiederbeschaffung): = 0,171 t CO<sub>2</sub>/GJ Stromeinspeisung ; Wärme: 0,073 t CO<sub>2</sub>/GJ Heizölsubstitution

<sup>3</sup> Wirtschaftlich oder agrarsozial nicht realisierbar

Die Bruttobodenproduktion (Abfuhr von der Fläche) unterscheidet sich zwischen den Szenarien wenig. Der Anstieg in Stufe 5 auf 90 GJ/ha kennzeichnet analog zu Stufe 2 die Wirkung der Grünlandintensivierung. Hinsichtlich Stromeinspeisung und THG-Verminderung weisen die beiden Extremszenarien die höchsten Werte auf. Es sind aber auch die Varianten mit der geringsten Flächeneffizienz bezogen auf die interne Energiepflanzenfläche.

Hier markiert Tabelle 10 (Fettdruck) die Stufe 1 als effizienteste Maßnahme. Die Flächeneffizienz (GJ/ha bzw. t CO<sub>2</sub>-Vermeidung/ha) zeigt mit 33 GJ/ha Stromeinspeisung bzw. knapp 6 t CO<sub>2</sub>-Einsparung hier die besten Werte. Das ist insofern verständlich, da diese Stufe neben der Verstromung von Getreide vor allem auf die energetische Verwertung bislang ungenutzter Biomassepotentiale setzt (Wirtschaftsdünger, Futterreserven), die über die Biogasanlage Strom liefern aber keine Fläche beanspruchen. Verglichen dazu ist die Flächeneffizienz der beiden Extremszenarien (Stufen 4 und 5) negativ zu beurteilen. Beide erreichen wegen der nicht mehr vorhandenen organischen Dünger noch nicht einmal den Wert der Basisvariante.

### 6.1.4 Fazit

Die gewählten Szenarien zeigen Wege auf, wie die Stromerzeugung im konkreten landwirtschaftlichen Betrieb gesteigert werden kann. Um für bestimmte Varianten eine Empfehlung auszusprechen, muss sichergestellt sein, dass die Maßnahme als Vorbedingung zur Realisie-

rung wirtschaftlich rentabel ist, und dass gegenüber der Basisvariante keine Verschlechterung der ökologischen und sozialen Kennziffern eintritt. Darüber hinaus sollte die Variante mit der besten Flächeneffizienz empfohlen werden. Gemessen an diesen Bedingungen erweist sich die Stufe 1 als Optimalvariante (Abb. 12).

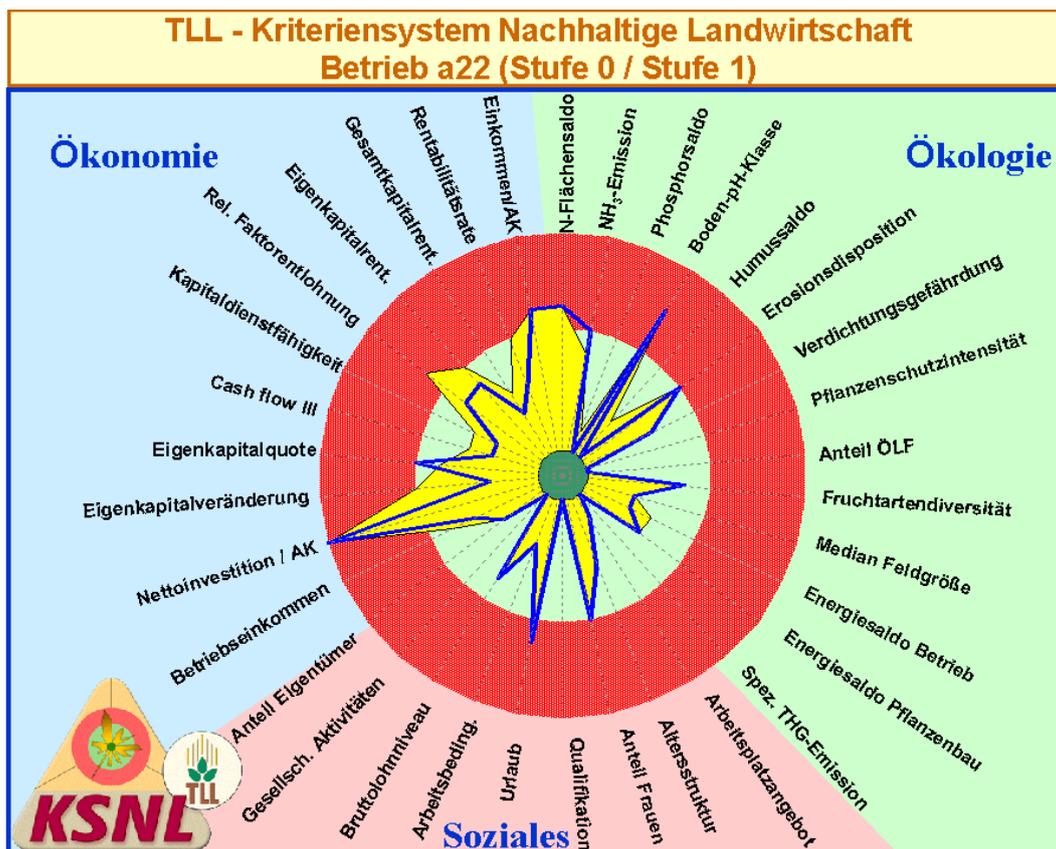


Abbildung 12: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für alle Kriterien (Stufe 0= gelbe Fläche, Stufe 1= blaue Linie)

Sie verbessert nahezu alle KWL-Kennziffern, ist nachweislich umwelt- und sozialverträglich und weist die höchste Flächeneffizienz aus. Inwieweit sich eine Kombination der drei ersten Stufen als vorteilhafter zeigt, ist nicht geprüft worden und bleibt dahingestellt. Nicht umsetzbar sind hingegen die beiden Extremszenarien 4 und 5. Obwohl diese die höchste Stromeinspeisung aufweisen, sind sie in ihren wirtschaftlichen und agrarsozialen Auswirkungen indiskutabel und bezogen auf den knappen Faktor Fläche ineffizient.

## 6.2 Betrieb 027: Marktfrucht-Futterbaubetrieb in der Übergangslage

### 6.2.1 Betriebsbeschreibung

Betrieb 027 ist ein Marktfrucht-Futterbaubetrieb in der Übergangslage (2.500 ha LF, mittlere Ackerzahl 40, Niederschlag 638 mm, Höhenlage: 346 m NN) mit einem Grünlandanteil von 14 %, der zu 70 % über KULAP extensiviert wurde. Der Tierbesatz (Milchproduktion mit eigener Nachzucht sowie Ferkelerzeugung) beträgt 0,84 GV/ha LF, davon 0,64 GV Rind und 0,19 GV Schwein. Die Milchproduktion ist mit 10.800 kg Milch/Kuh hervorragend.

Der Ackerflächenanbau umfasst Getreide (53 %), Körnerhülsenfrüchte (3 %), Hackfrüchte und Sonderkulturen (2 %), Ackerfutter (21 %, dav. Silomais 10 %) sowie Energiepflanzen (23 %, davon Energieraps 17 %). Die Erträge sind für die Standortbonität gut (67 dt/ha Getreide, 42 dt/ha Raps, 490 dt/ha Silomais).

Die Energiepflanzenfläche beträgt 499 ha (knapp 20 % der LF), davon 364 ha Energieraps als externe Energiepflanzenfläche, der wie Marktfrucht verkauft wird und 135 ha Winterweizen und Silomais, die über die Biogasanlage verstromt werden (interne Energiepflanzenproduktion). Seit 2005 betreibt der Betrieb eine Biogasanlage mit 400 kW<sub>elektr.</sub>, die im Basisjahr aus der Verstromung der 'internen' Energiepflanzen und der anfallenden Gülle 9.800 GJ Strom erzeugte. Im Jahr 2007 ist die Anlage um ein weiteres BHKW mit 300 kW erweitert worden.

Der Betrieb ist seit 1995 fast jedes Jahr über KUL ausgewertet worden und hat sich in seinen Bewertungen entscheidend verbessert.

### 6.2.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006

Die KSNL-Auswertung 2006 bildet den Bezug (Stufe 0) für die betrieblichen Szenarien. Sie beruht auf den Daten für das Erntejahr 2006 (KSL und KUL) bzw. für das Wirtschaftsjahr 2005/2006 bei KWL<sup>1</sup>.

Eine Übersicht über die ermittelte Situation gibt die Spinnengrafik (Abb. 13).

---

<sup>1</sup> Um Verzerrungen durch die sich in den letzten beiden Jahren stark ändernden Preise zu vermeiden, werden alle Preise (sowohl des Erntejahres 2006 als auch für die Szenarien 1-5) auf Basis August 2007 berechnet.

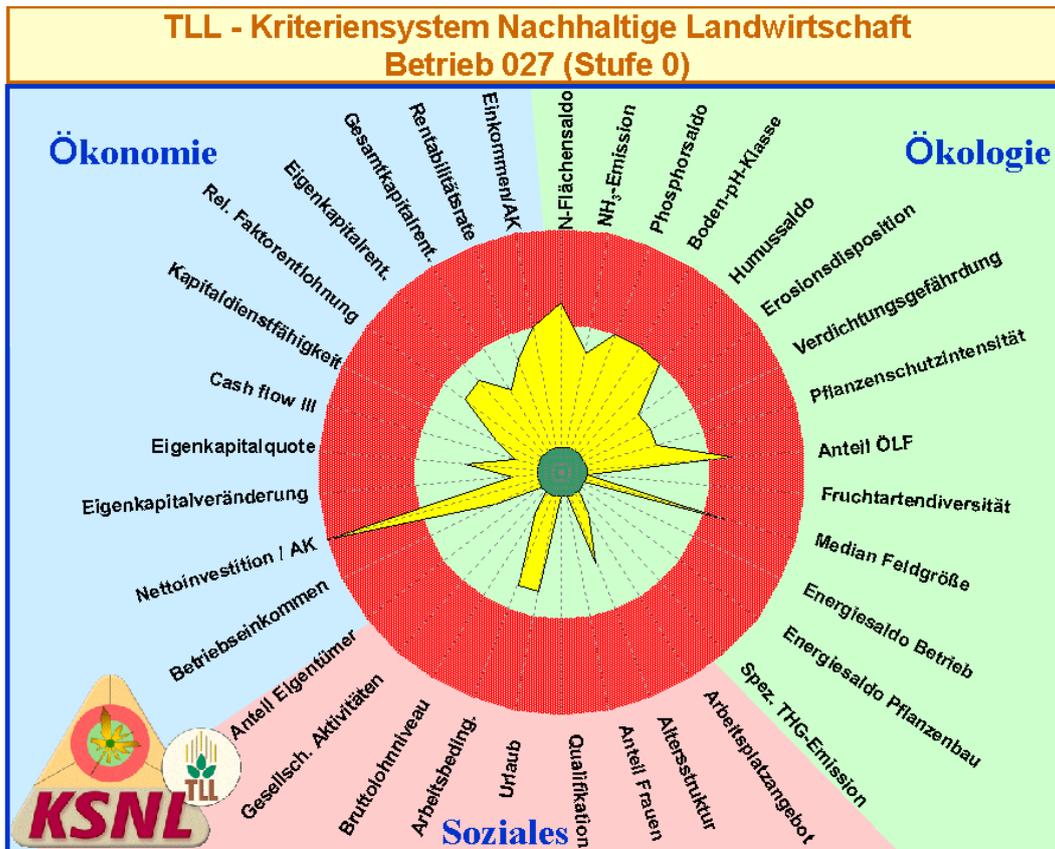


Abbildung 13: KSNL-Ergebnisübersicht des Betriebs 027 (Basisvariante)

Die Darstellung (vgl. auch Tabellen 12a und 12b) zeigt eine bemerkenswert gute Situation. Von den 34 KSNL-Kriterien wird der Toleranzbereich nur bei vier Kriterien überschritten und bescheinigt dem Betrieb eine nachhaltige Wirtschaftsweise.

#### 6.2.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse)

Überschreitungen des Toleranzbereichs finden sich beim N-Flächensaldo, der mit 49 kg N/ha die Toleranzschwelle von 40 kg N/ha überschreitet und für den Median der Feldgröße, der mit 37,9 ha für den vorliegenden Standorttyp zu hoch ist. Der erhöhte N-Flächensaldo ist ein dem Betrieb seit langem bekanntes Problem und der Überschuss hat sich im Verlauf der letzten zehn Jahre kontinuierlich verringert. Hohe N-Salden sind derzeit überwiegend auf witterungsbedingte und nicht vorhersehbare Ertragseinbußen zurückzuführen (Abb. 14).

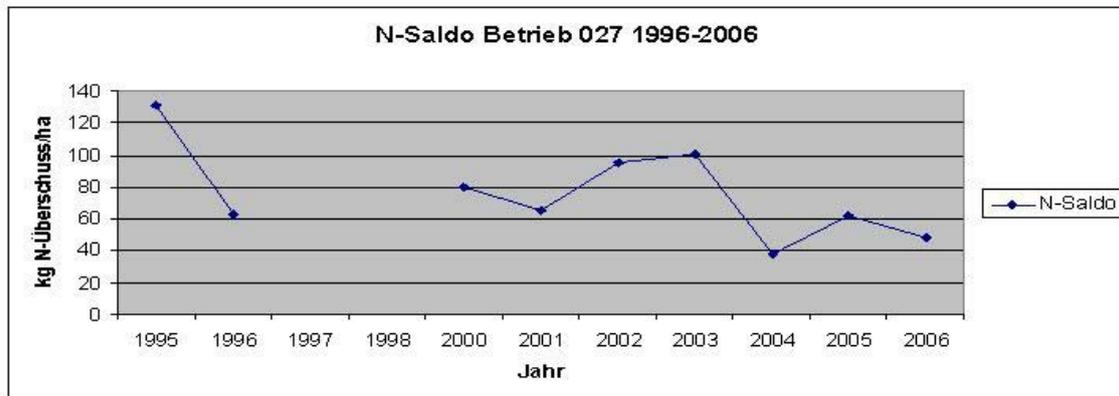


Abbildung 14: Entwicklung des Stickstoffsaldos im Betrieb 027 1996 - 2006

Etwas zu niedrig ist mit 7,3 % (Toleranzschwelle 10 %) die Ausstattung des Agrarraums mit ÖLF. Allerdings hat der Bewirtschafter nur begrenzt Einfluss auf die kurzfristige Etablierung von Landschaftselementen, weil deren Anlage meist mit wirtschaftlichen Einbußen verbunden ist, die gegenwärtig kaum durch geeignete Förderprogramme ausgeglichen werden. Hinzu kommen eigentumsrechtliche Fragen (z.B. Widersprüche bei Nutzungsänderungen). Das gilt auch für die Feldgröße, bei der ebenfalls eigentumsrechtliche Probleme schnelle Lösungen verhindern. Im vorliegenden Fall sind vor allem ausgesprochene Großschläge (> 60 ha) das Problem, die technologisch keine Vorteile bringen, aber aus Naturschutzsicht negativ beurteilt werden. Solche Großschläge bilden ca. 30 % der Ackerfläche. Auch hier hat der Betrieb schon reagiert. Weitere Änderungen sind erforderlich und möglich.

Abgesehen von den o.e. drei Kriterien befinden sich alle anderen KUL-Kennziffern im Toleranzbereich und zeigen an, dass von der Bewirtschaftung keine wesentlichen Risiken für das Agrarökosystem selbst wie auch für angrenzende Ökosysteme ausgehen.

#### 6.2.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse)

Die bewerteten neun Prüfkriterien befinden sich ausnahmslos im Toleranzbereich und kennzeichnen die agrarsoziale Situation als gut. Hervorzuheben ist vor allem das vergleichsweise hohe Bruttolohnniveau, das 91 % des Bruttolohns der Wirtschaftsregion entspricht. Der sehr hohe Eigentümeranteil und die als sehr positiv bewerteten gesellschaftlichen Aktivitäten runden das Bild einer engagierten und motivierten Belegschaft ab.

#### 6.2.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse)

Die Auswertung basiert auf den modifizierten Ergebnissen des Wirtschaftsjahres 2005/06 und kennzeichnet die wirtschaftliche Situation mit Ausnahme der Nettoinvestitionen als weitgehend problemlos. Der in der Stufe 0 negative Wert für dieses Kriterium gibt nur über mehrere Jahre

gesehen ein objektives Bild über das Investitionsgeschehen im Betrieb, wie die deutlichen Sprünge bei der Nettoinvestition in den Szenarien 3.5, 4 und 5 zeigen.

### 6.2.3 Ergebnisse der Simulationen

Die simulierten Szenarien, die auf dem Datenbestand der Basisvariante 2006 aufgelegt werden, sind in Tabelle 11 ersichtlich.

Tabelle 11: Szenarien unterschiedlicher Energieträgererzeugung im Betrieb 027

Szenario	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Nutzung von Reserven	Einsatz v. 2.300 t Stallmist zur Stromerzeugung, Umwidmung von 95 ha Marktfrucht und 10 ha Futter in Mais zur Verstromung. Erweiterung BGA auf 700 kW
2	Intensivierung Grünland	KULAP-verträgliche Maßnahmen auf 300 ha Grünland Verwertung Mehrertrag (5 t FM/ha) in BGA
3.5	Einführung neuer Energiepflanzen	Erweiterung der BGA um 500 kW und Ersatz von 220 ha Marktfruchtweizen durch Silphie (50 t FM/ha)
4	Abbau der Tierhaltung	Verwertung Futterpflanzen in Biogasanlage Marktfruchtbau bleibt bestehen
5	Optimierung Bioenergiebereitstellung	- Nutzung Stallmist in BGA (wie Stufe 1) - Nutzung Mehrerträge Grünland (wie Stufe 2) - 60 ha Silphie statt Weizen + 35 ha Zwischenfrucht

Die ersten 2 Szenarien sind praktikabel und kurzfristig umsetzbar. Das 3. Szenario beinhaltet den Ersatz von 220 ha Marktfruchtweizen durch die neue Energiepflanze Silphie, dem allerdings ein mehrjähriger Erprobungsanbau (stufenweise Ablösung von Mais durch Silphie) vorausgehen sollte. Der Abbau der Tierhaltung ist analog zum Betrieb a22 ein Extremszenario, dessen wirtschaftliche aber auch agrarsoziale Auswirkungen zu prüfen sind. Das letzte Szenario schließlich kombiniert die kurzfristig realisierbaren Möglichkeiten zur umwelt- und sozialverträglichen Erhöhung der Stromproduktion.

Die Ergebnisse der einzelnen Szenarien gehen aus Tabelle 12 hervor.

Tabelle 12a: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 027; allgemeine Angaben und KUL

Betrieb 027													
Übergangslage, 346 m NN AZ 40, 638 mm Milch/MF		Basis 06		Szenario									
		0		1		2		3.5		4.1		5	
LF ha		> 2.500		> 2.500									
AF ha		~2.200		~2.200									
GV ha (Milch/ Ferkelprodukt.)		0,84		0,84		0,84		0,84		0,0		0,84	
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)		115		120		117		127		109		122	
Marktprod. (ha)	GJ/ha	1.212	97	1.118	97	1.212	97	988	97	1.212	97	1.143	98
Futterprod. (ha)	GJ/ha	842	145	829	146	800	153	842	145	1	52	802	153
E.-Pfl.prod. <sub>ext.</sub> (ha)	GJ/ha	364	105	364	105	364	105	364	105	364	105	364	105
E.-Pfl.prod. <sub>int.</sub> (ha)	GJ/ha	135	150	241	179	177	137	358	199	976	125	244	160
Konvers.anlage	TJ <sub>Strom</sub>	BGA	9,82	BGA	17,67	BGA	11,29	BGA	23,05	BGA	38,93	BGA	17,90
<b>KUL (Umwelt)</b>		<b>W</b>	<b>BN</b>										
N-Saldo (kg N/ha)		49	7	47	7	48	7	47	7	46	7	47	7
NH <sub>3</sub> -Emission (kg N/ha)		45	5	48	6	46	5	49	6	23	1	50	6
P-Saldo (kg P/ha)		0	6	-1	6	0	6	2	6	0	6	-1	6
Boden-pH-Klasse (A bis E)		2,5	6	2,5	6	2,5	6	2,5	6	2,5	6	2,5	6
Humussaldo (kg Humus-C)		310	6	248	5	316	6	347	6	328	6	199	4
Erosionsdisposition (t/ha)		3,7	4	3,7	4	3,7	4	3,5	3	3,7	4	3,7	4
Verd. Gefährdung (P <sub>T</sub> /P <sub>B</sub> )		1,16	4	1,16	4	1,16	4	1,16	4	1,15	4	1,16	4
Pfl.schutzintensität (%)		113	4	113	4	114	4	104	4	113	4	115	4
Anteil ÖLF (%)		7,3	7	7,3	7	7,3	7	7,3	7	7,3	7	7,3	7
Fruchtartendivers. (Index)		2,19	1	2,22	1	2,19	1	2,35	1	2,19	1	2,27	1
Median Feldgröße (ha)		37,9	7	37,9	7	37,9	7	37,9	7	37,9	7	37,9	7
E.-Saldo Betrieb (GJ/ha)		34,9	1	42,6	1	36,6	1	42,9	1	95,2	2	43,4	1
E.-Saldo Pfl.bau (GJ/ha)		102,5	1	107,9	1	104,2	1	114,3	1	96,7	1	109,1	1
THG-Emiss. (kg CO <sub>2</sub> /GJ MP)		87,7	1	85,0	1	87,8	1	83,1	1	20,7	1	83,1	1

Tabelle 12b: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 027; KWL und KSL

Betrieb 027												
Übergangslage, 346 m NN AZ 40, 638 mm Milch/MF	Basis 06		Szenario									
	0		1		2		3.5		4.1		5	
KSL (Agrarsozial)	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Arbeitsplatzangebot (%)	97	2	98	2	97	2	98	2	125	1	99	2
Alterstruktur (%)	64,6	4	64,6	4	64,6	4	64,6	4	64,6	4	64,6	4
Anteil Frauen (%)	44	1	44	1	44	1	44	1	17	1	44	1
Qualifikation (%)	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1
Arbeitsbeding. (Punkte)	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5
Urlaub (Arbeitstage)	20,2	5	20,2	5	20,2	5	20,2	5	20,2	5	20,2	5
Bruttolohnniveau (%)	91	2	93	2	94	2	93	2	97	1	93	2
Gesell. Aktivitäten (Punkte)	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1
Anteil Eigentümer (%)	86	1	86	1	86	1	86	1	86	1	86	1
KWL (Wirtschaft)	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Einkommen je AK (T€)	28,1	6	29,3	6	28,5	6	28,0	6	28,4	6	27,9	6
Rentabilitätsrate ord. (%)	3,5	5	4,5	4	3,5	5	3,4	5	-1,6	7	3,3	5
Gesamtkap.rentabilität (%)	2,9	4	3,5	3	2,9	4	3,0	3	0,9	6	2,9	4
Eigenkapitalrentabilität (%)	3,7	5	4,69	4	3,7	5	3,7	5	0,8	7	3,6	5
Betriebseinkommen (€/ha)	1085	3	1154	2	1089	3	1138	2	613	7	1115	2
Rel. Faktorentlohnung (%)	96,8	5	100,2	4	96,8	5	96,8	5	75,2	9	96,5	5
Kapitaldienstfähigkeit (%)	67,2	3	63,2	3	67,3	3	69,9	3	106,7	5	69,2	3
Nettoinvestitionen (€/ha)	-309	10	145	2	-261	10	629	1	1206	1	76,5	4
Cash flow III (€/ha)	402	2	478	2	406	2	479	2	294	4	433	2
Eigenkapitalquote	67,1	4	62,8	6	66,6	4	58,4	6	53,4	7	63,2	5

(%)												
Eigenkap.veränderg. (€/ha)	132	2	172	5	132	2	131	3	-40	8	127	3

### 6.2.3.1 Szenario 1

Das Szenario 1 basiert auf der im Jahr 2007 real um 300 kW erweiterten Biogasanlage. Im Gegensatz zur praktizierten Substratversorgung der Erweiterungsstufe nur mit nachwachsenden Rohstoffen wird die zusätzliche energetische Verwertung von 2.300 t Stallmist angenommen. Nur die dann noch fehlende Energiemenge wird durch die Umwidmung von 95 ha Marktproduktion und 10 ha Futterproduktion in Energiemais und dessen Verwertung über die Biogasanlage ausgeglichen. Die 'interne' Energiepflanzenfläche erhöht sich dadurch von 135 ha (5 % der LF) auf 241 ha (9 % der LF) und führt zu einem erheblichen Anstieg der Stromerzeugung um 7.800 GJ auf 17.650 GJ. Zusätzlich wird mit der Abwärme die Schweinehaltung versorgt und führt zu einer Einsparung von 84 t Heizöl. Die 'externe' Energiepflanzenfläche (Raps) bleibt gleich.

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 1 (ausgewählte Kriterien)

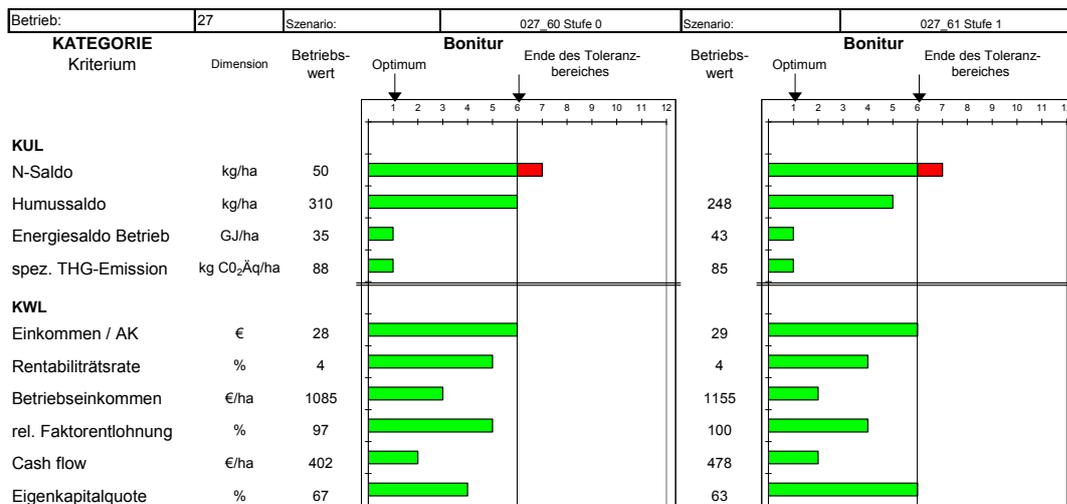


Abbildung 15: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch wird eine Verminderung des sehr hohen Humussaldos ausgewiesen, der durch den Ersatz von Weizen durch Mais bedingt ist sowie eine leichte Erhöhung der Fruchtartendiversität, die ebenfalls auf der Rücknahme der hohen Weizenfläche beruht. Auffällig sind die verbesserten Parameter der Energiebilanz. Der betriebliche Energiesaldo erhöht sich um knapp 8 GJ/ha<sup>1</sup> und der Energiesaldo der Pflanzenproduktion (Abfuhr vom Feld) um knapp 6 GJ/ha durch die

<sup>1</sup> Die Energiebilanz berechnet den Stromverkauf mit dem Wiederbeschaffungswert (MWh \* 11 GJ).

wesentlich höheren Maiserträge. Im Zusammenhang mit der verringerten THG-Emission je Einheit Marktprodukt sind die Auswirkungen als positiv einzuschätzen.

Agrarsozial ergeben sich durch den Eingriff, der ohne strukturelle Auswirkungen bleibt, keine Änderungen.

Wirtschaftlich erhöhen sich durch den gestiegenen Stromverkauf trotz der notwendigen Investitionen in die Erweiterungsstufe der Biogasanlage und in die Einbringtechnik für Stallmist das Betriebseinkommen und die davon abhängigen Kennziffern und charakterisieren die Maßnahme als praktikabel (Abb. 15).

### 6.2.3.2 Szenario 2

Durch Intensivierung von 80 % des Grünlands durch eine Reihe KULAP-verträglicher Maßnahmen (PK-Aufdüngung, Kalkung, Nachsaaten etc.) ist ein Mehrertrag von 5 t FM/ha zu erwarten, der über die Biogasanlage genutzt wird. Dadurch erhöht sich die 'interne' Energiepflanzenfläche auf Kosten des Grünlands um 42 ha auf 7 % der LF und die Stromerzeugung steigt um ca. 1.500 GJ.

#### Auswirkungen

##### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 2 (ausgewählte Kriterien)

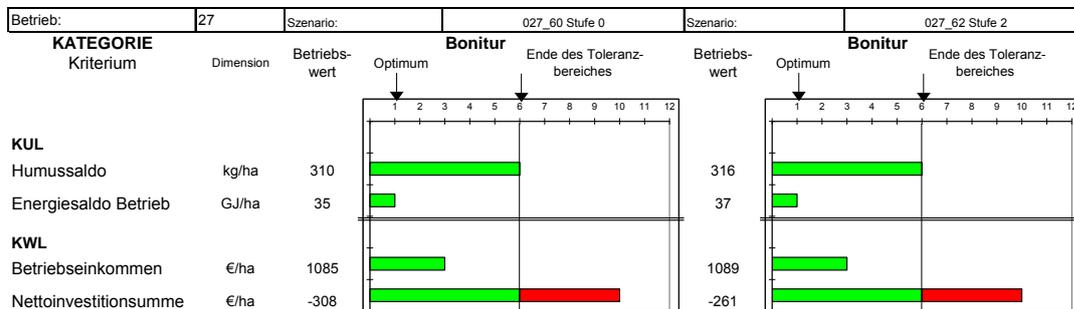


Abbildung 16: Vergleich der Szenarien 0 und 2 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch bleibt der geringe Umfang der Simulation folgenlos. Auftretende Änderungen sind marginal. Die leicht verbesserte energetische Produktivität zeigt, dass die Maßnahme energetisch vorteilhaft und insgesamt gesehen ökologisch verträglich ist.

Agrarsozial sind keine Änderungen nachweisbar.

Wirtschaftlich bleiben die Kennziffern weitgehend unverändert. Allerdings zeigt der geringe Anstieg des Betriebseinkommens, dass die Maßnahme unter Aufrechnung der Mehrkosten noch als wirtschaftlich machbar angesehen werden kann. Die Intensivierung als ertragssteigernde Maßnahme ohne zusätzlichen Flächenbedarf wird vor allem dann an weiterer wirtschaftlicher

Vorzüglichkeit gewinnen, wenn sich die Preise für die agrarischen Marktprodukte weiter erhöhen. Aus Grassilage konnte unter den Vergütungsbedingungen des EEG 2004 kaum rentabel Biogasstrom erzeugt werden. Interessant wurde der Graseinsatz erst dann, wenn damit Getreide in der Biogasanlage ersetzt werden konnte, welches dann ab 2007 mit deutlichen Preisvorzügen gegenüber einer Vergärung in der Biogasanlage direkt zu verkaufen war (Abb. 16).

### 6.2.3.3 Szenario 3.5

Kennzeichen dieses Szenarios ist die Erweiterung der Biogasanlage um 500 kW und der Ersatz von 220 ha Marktfruchtweizen durch die Energiepflanze Silphie, für die in Anlehnung an Mais ein Ertrag von ca. 50 t FM/ha unterstellt wird.

Während die 'externe' Energiepflanzenproduktion (Raps) gleich bleibt, erhöht sich der 'interne' Energiepflanzenanbau auf 358 ha (14 % der LF) und der Stromertrag steigt, verglichen zur Basisvariante, um 13.000 GJ auf 23.000 GJ.

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.5 (ausgewählte Kriterien)

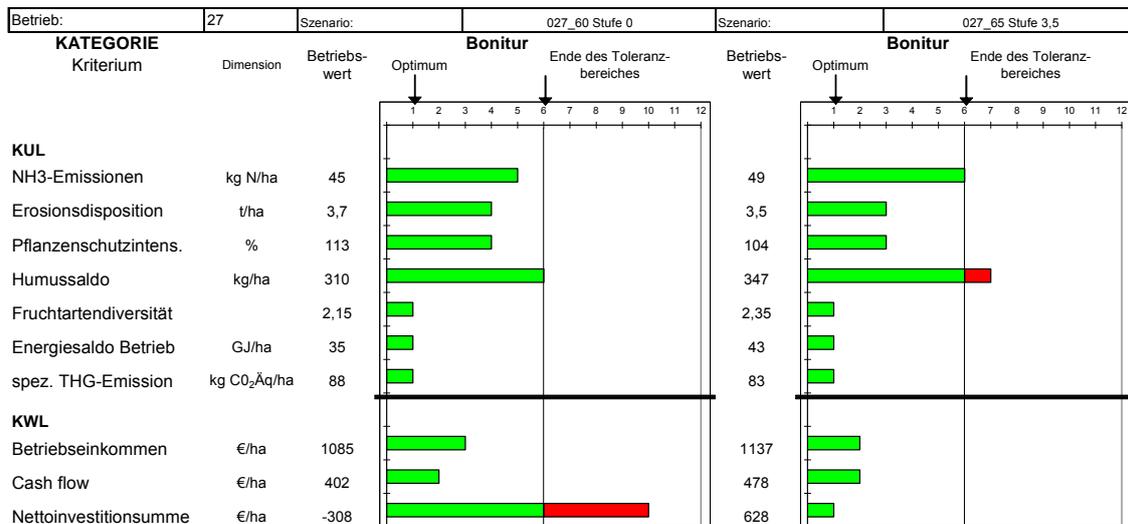


Abbildung 17: Vergleich der Szenarien 0 und 3.5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch sind die Auswirkungen differenziert aber insgesamt positiv zu sehen. Durch den höheren Anfall an Biogasgülle steigt zwar die NH<sub>3</sub>-Emission leicht um 4 kg NH<sub>3</sub>-N /ha an und der ohnehin hohe Humussaldo wird durch die spezifischen Eigenschaften der Energiepflanze Silphie (keine Bodenbearbeitung über mehrere Jahre) weiter erhöht. Andererseits wird durch Silphie die Erosionsdisposition und die Pflanzenschutzintensität vermindert und als zusätzliche neue Fruchtart die Kulturartendiversität verbessert. Wesentlich ist aber vor allem die beträcht-

lich erhöhte energetische Produktivität (Anstieg der Energiesalden des Betriebs und der Pflanzenproduktion um 8 GJ/ha bzw. 12 GJ/ha) und die in der Folge um 5 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt verringerte spezifische THG-Emission.

Agrarsozial zeigt die KSL-Analyse keine Änderungen.

Wirtschaftlich erhöht der beträchtlich gestiegene Stromverkauf das Betriebseinkommen und die Erweiterung der Biogasanlage vergrößert die Nettoinvestitionen auf 630 EUR/ha. Mit dieser Änderung befinden sich die Kennziffern des ökonomischen Bereichs ausnahmslos im Toleranzbereich und kennzeichnen die Änderung als wirtschaftlich praktikabel (Abb. 17).

#### 6.2.3.4 Szenario 4

Stufe 4 ist ein Extremszenario und simuliert die völlige Abschaffung der Tierhaltung. Die Erträge der Futterflächen werden unter Beibehaltung des ursprünglichen Futterpflanzenspektrums über eine erweiterte Biogasanlage verwertet. Der bisherige Marktfruchtbau bleibt unverändert bestehen. Durch diese Simulation steigt der 'interne' Energiepflanzenanbau auf 976 ha (38 % der LF), so dass sich die Gesamtfläche für den Energiepflanzenanbau (interne + externe Fläche) auf 1.340 ha (52 % der LF) beläuft.

Durch diese Maßnahme erhöht sich die Stromeinspeisung um 29.000 auf knapp 40.000 GJ. Andererseits entfällt die Marktproduktion tierischen Ursprungs in Höhe von 15,4 GJ/ha (= 39.000 GJ).

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 4.1 (ausgewählte Kriterien)

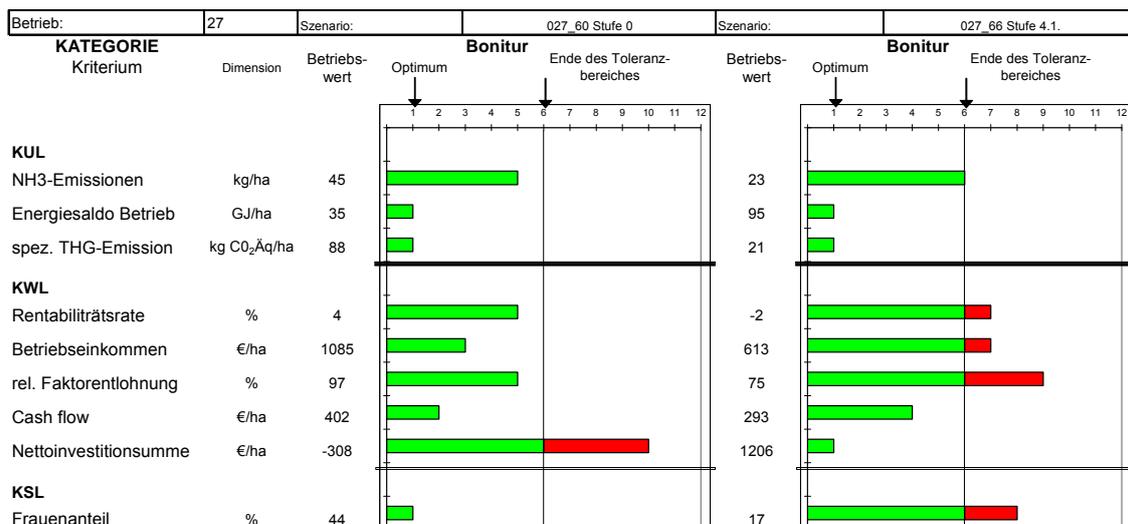


Abbildung 18: Vergleich der Szenarien 0 und 4.1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch hat das Szenario positive Auswirkungen. Durch den Wegfall des hohen Futterzukaufs halbiert sich die NH<sub>3</sub>-Emission und die energetische Produktivität des Betriebes steigt um das 2,5-fache. Besonders deutlich ist der Einfluss auf die spezifische Treibhausgasemission. Die Kennziffer vermindert sich von 88 kg CO<sub>2</sub>-Äq auf 21 kg CO<sub>2</sub>-Äq je GJ Marktprodukt und reduziert die THG-Belastung der Marktproduktion entscheidend. Ursache ist einerseits die beträchtlich erhöhte Marktproduktion durch den wegfallenden Futtermittelverbrauch und die wesentlich geringere THG-Emission (Wegfall der ruminalen CH<sub>4</sub>-Emission).

Diese positive ökologische Bewertung kann sich allerdings ändern, wenn in praxi anstelle des bestehenden Futterpflanzenpektrums wenige ertragstarke Energiepflanzen ausgewählt werden, wodurch die Fruchtartendiversität, die Erosionsdisposition und die Pflanzenschutzintensität negativ beeinflusst werden können.

Agrarsozial ist durch den Abbau der Tierhaltung vor allem das Arbeitsplatzangebot betroffen. Die simulierte Betriebsstruktur, die nur noch auf Stromerzeugung über Biogas und Marktfruchtbausetzt, benötigt wesentlich weniger Arbeitskräfte als die existierende Tierhaltung. Folge ist eine beträchtliche Freisetzung von Arbeitskräften aus der Tierhaltung, von der insbesondere Frauenarbeitsplätze betroffen sind. Durch die dominierende Stellung des Betriebs in der ländlichen Region dürfte das auch die soziale Struktur des ländlichen Raums beeinträchtigen.

Wirtschaftlich wird durch die KWL-Analyse eine durchaus kritische Situation angezeigt. Sechs der 11 Prüfkriterien befinden sich außerhalb des Toleranzbereichs und kennzeichnen die wirtschaftliche Lage als instabil. Das betrifft mit Ausnahme der Nettoinvestitionen (Erweiterung Biogasanlage) fast alle Kennziffern des wirtschaftlichen Bereichs. Neben dem Ausfall der tierischen Marktprodukte sind es vor allem die versunkenen Kosten der verbleibenden Immobilien, die das Betriebseinkommen halbieren und die Eigenkapitalveränderung beeinträchtigen. Insgesamt gesehen erweist sich das Szenario Wegfall der Tierhaltung analog zum Betrieb a22 wirtschaftlich als nicht praktikabel (Abb. 18).

Um zu prüfen, ob die Aufgabe der Tierhaltung wirtschaftlich interessant wird, wenn für die Ställe und Ausrüstungen eine Nachnutzung vorhanden ist, wurde das Szenario 4.2 aufbauend auf den Annahmen des Szenarios 4 geprüft (Abb. 19). Es wurde davon ausgegangen, dass im Gegensatz zur Stufe 4.1 alle Gebäude und die der Tierhaltung zuzuordnende Technik zum Buchwert verkauft werden könnte. Der erlöste Betrag reduziert die zum Bau der Biogasanlage notwendige Kreditaufnahme und damit die Kapitalkosten. Unter diesen Annahmen wäre die Umstellung eines Betriebes von Tierhaltung auf die Biogasstromerzeugung wieder ökonomisch tragfähig. Die einzelnen Werte liegen in etwa auf dem Niveau der Stufe 0. In der Praxis wird sich diese

Variante kaum umsetzen lassen, da aufgrund der spezifischen Eigenschaften von Stallgebäuden eine außerlandwirtschaftliche Nachnutzung schlecht zu realisieren ist. Zudem sind die Hofstandorte in den ländlichen Regionen meist nur schlecht verkehrsmäßig erschlossen, so dass diese für Investoren nur wenig lukrativ sein dürften.

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 4.2 (ausgewählte Kriterien)

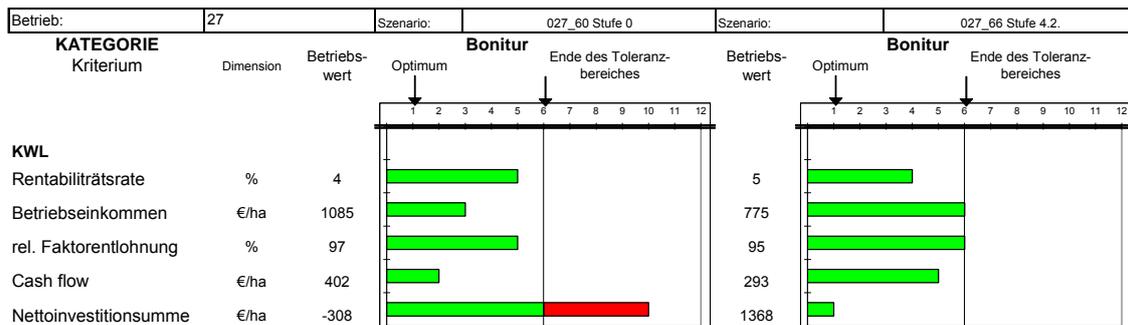


Abbildung 19: Ökonomischer Vergleich der Szenarien 0 und 4.2 für ausgewählte Kriterien

#### 6.2.3.5 Szenario 5

Kennzeichen dieses Szenarios ist die Optimierung der Bioenergieträgererzeugung durch Kombination verschiedener praktikabler Maßnahmen. Die Simulation beinhaltet

- insbesondere die Verwertung des Stallmistes wie in Stufe 1 einschließlich der Einsparung von 110 t Heizöl durch die Abwärmenutzung in der Schweinehaltung
- die Strohhackung der gesamten Getreidefläche, von 75 t Stroh wird eine Stroh-Pelletheizung für den Verwaltungs- und Werkstattbereich versorgt (interne Bioenergie), der Rest wird an ein externes Heizwerk abgegeben (externe Bioenergie, Bild 2)
- die Grünlandintensivierung wie in Stufe 2 und
- die Einbeziehung von Silphie und Mais durch Umwidmung von 70 ha Marktfruchtfläche zugunsten des 'internen' Energiepflanzenbaus und die praktisch mögliche Ausdehnung des Zwischenfruchtanbaus.



Bild 2: Strohheizwerk 1,7 MW

Die Tierhaltung wird im ursprünglichen Umfang beibehalten. Damit erhöht sich der 'interne' Energiepflanzenbau auf 244 ha (knapp 10 % der LF), so dass sich die Fläche für den Energiepflanzenanbau zusammen mit dem extern verwerteten Energieraps auf 608 ha (knapp 24 % der LF) beläuft. Die Stromerzeugung steigt um 8.000 GJ auf knapp 18.000 GJ (~ 5.000 MWh).

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 5 (ausgewählte Kriterien)

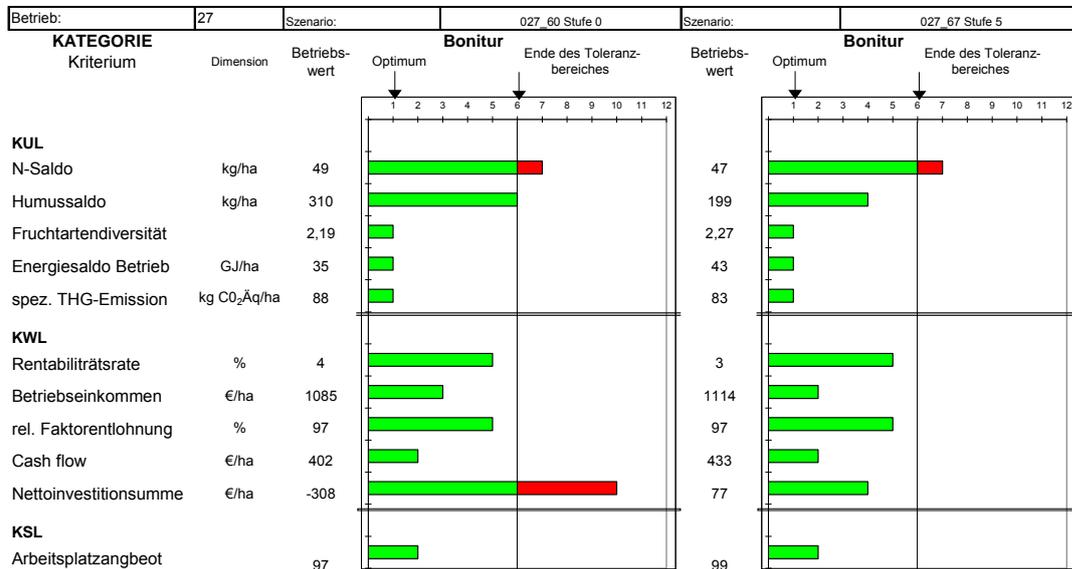


Abbildung 20: Vergleich der Szenarien 0 und 5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch erhält die Simulation eine positive Wertung. Zwar erhöht sich die NH<sub>3</sub>-Emission durch die vermehrt anfallende Biogasgülle. Andererseits führen die Strohverbrennung und der anteilige Strohverkauf zur Verminderung des hohen Humussaldos. Die Fruchtartendiversität steigt durch Einbeziehung von Silphie auf den optimalen Wert von 2,27. Wesentlicher Punkt sind aber die verbesserten energetischen Parameter (Anstieg der Energiesalden Betrieb und Pflanzenproduktion um 8,5 GJ/ha bzw. 6,6 GJ/ha) und die Verminderung der spezifischen THG-Emission um knapp 5 kg CO<sub>2</sub>-Äq auf 83 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt.

Agrarsozial bleiben die Änderungen ohne messbare Auswirkungen.

Wirtschaftlich führen der Strommehrverkauf und die Einsparung von 110 t Heizöl zur Steigerung des Betriebseinkommens und der davon abhängigen Kennziffern. Damit befinden sich mit Ausnahme der drei KUL-Problem-Kriterien aus der Stufe 0 (N-Saldo, Feldgröße, ÖLF) alle Kennziffern des KSNL im Toleranzbereich und können dem Betrieb eine nachhaltige Bewirtschaftung attestieren (Abb. 20).

### 6.2.3.6 Leistungsparameter

Tabelle 13: Leistungsparameter der Basisvariante und der Simulationsstufen

Betrieb 027						
Übergangslage, 346 m NN, AZ 40, 638 mm, Milch/MF;	Basis 06	Szenario/Stufe				
	0	1	2	3.5	4.1 <sup>4</sup>	5
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)	115	120	117	127	109	122
Energiepflanzenfläche (ha)	499	606	541	721	1340	608
dav. E.-Pflanzen intern (ha)	135	241	177	358	976	244
Stromeinspeisung (GJ)	9.815	17.667	11.290	23.054	38.930	17.899
sonst. Bioenergieträger (GJ) <sup>1</sup>	0	3612 <sup>1</sup>	0	0	0	4687 <sup>2</sup>
Summe Bioenergieträger (GJ)	9.815	21.279	11.290	23.054	38.930	22.586
THG-Vermind. (t CO <sub>2</sub> -Äq) <sup>3</sup>	1.678	3.285	1.931	3.942	6.657	3.403
<b>Σ Bioenergieträger (GJ/ha EP<sub>int</sub>)</b>	<b>73</b>	<b>88</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>93</b>
<b>THG-Vermind. (t CO<sub>2</sub>-Äq/ha EP<sub>int</sub>)</b>	<b>12,4</b>	<b>13,6</b>	<b>10,9</b>	<b>11,0</b>	<b>6,8</b>	<b>14,0</b>
Σ Bioenergieträger (GJ/ha LF)	3,8	8,3	4,4	9,0	15,2	8,8
THG-Vermind. (t CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF)	0,7	1,3	0,8	1,5	2,6	1,3

<sup>1</sup> 84 t Heizöleinsparung durch BGA-Wärmenutzung im Schweinestall

<sup>2</sup> 109 t Heizöleinsparung durch BGA-Wärmenutzung im Schweinestall u. Stroh-/Pelletverbrennung

<sup>3</sup> Strom: CO<sub>2</sub>-Vermeidung (Wiederbeschaffung): = 0,171 t CO<sub>2</sub>/GJ Stromeinspeisung ; Wärme: 0,073 t CO<sub>2</sub>/GJ vermiedenes Heizöl

<sup>4</sup> Wirtschaftlich und agrarsozial nicht realisierbar

Der Vergleich der Simulationsstufen anhand der flächenbezogenen Kennzahlen (Tab. 13, Fettdruck) zeigt, dass die höchste Flächeneffizienz (GJ/ha bzw. t CO<sub>2</sub>-Vermeidung/ha) durch die Optimierungsvariante (Stufe 5) erzielt wird und die geringste durch den Wegfall der Tierhaltung. Es wird deutlich, wie sich die Parameter durch Nutzung der Abwärme verbessern (Stufe 1 und 5). Bemerkenswert ist, dass die Stufen 2 (Grünlandintensivierung) und 3.5 (Ersatz von Weizen durch Silphie) eine geringere Flächeneffizienz als die Basisvariante aufweisen. Ursachen sind im Fall der Grünlandintensivierung das geringe Ertragsniveau der hinzukommenden Grünlandfläche und in Stufe 3.5 der erhebliche Flächenzuwachs, der den Bonusfaktor Wirtschaftsdünger verdünnt. Trotz verbesserter Energiebilanz und guter wirtschaftlicher Parameter relativiert die vergleichsweise geringe Flächeneffizienz die Eignung der beiden Varianten.

#### 6.2.4 Fazit

Die ersten 3 Stufen demonstrieren, wie in diesem Betrieb die Stromerzeugung gesteigert werden kann, ohne die Kennziffern der Nachhaltigkeitsbewertung KSNL negativ zu beeinflussen. Das gilt insbesondere für die Stufe 1 (Verwertung ungenutzter Reserven) und die Optimierungsvariante der Stufe 5. Beide verbinden wirtschaftliche Rentabilität und damit Praktikabilität mit hoher Flächeneffizienz ohne die gute ökologische und agrarsoziale Situation nachteilig zu beeinflussen. Die Treibhausgasverminderung durch Einsparung fossiler Energieträger beträgt in diesen beiden Varianten umgerechnet ca. 1,3 t CO<sub>2</sub>-Äq/ha LF und kennzeichnet das Potential, das nachhaltig genutzt werden kann. Auch wenn das Optimum der Energieträgerbereitstellung (siehe Stufe 5) in der Stufe 1 nicht erreicht wird, ist sie aufgrund der besseren ökonomischen Ergebnisse als Vorzugsvariante zu bewerten (Abb. 21).

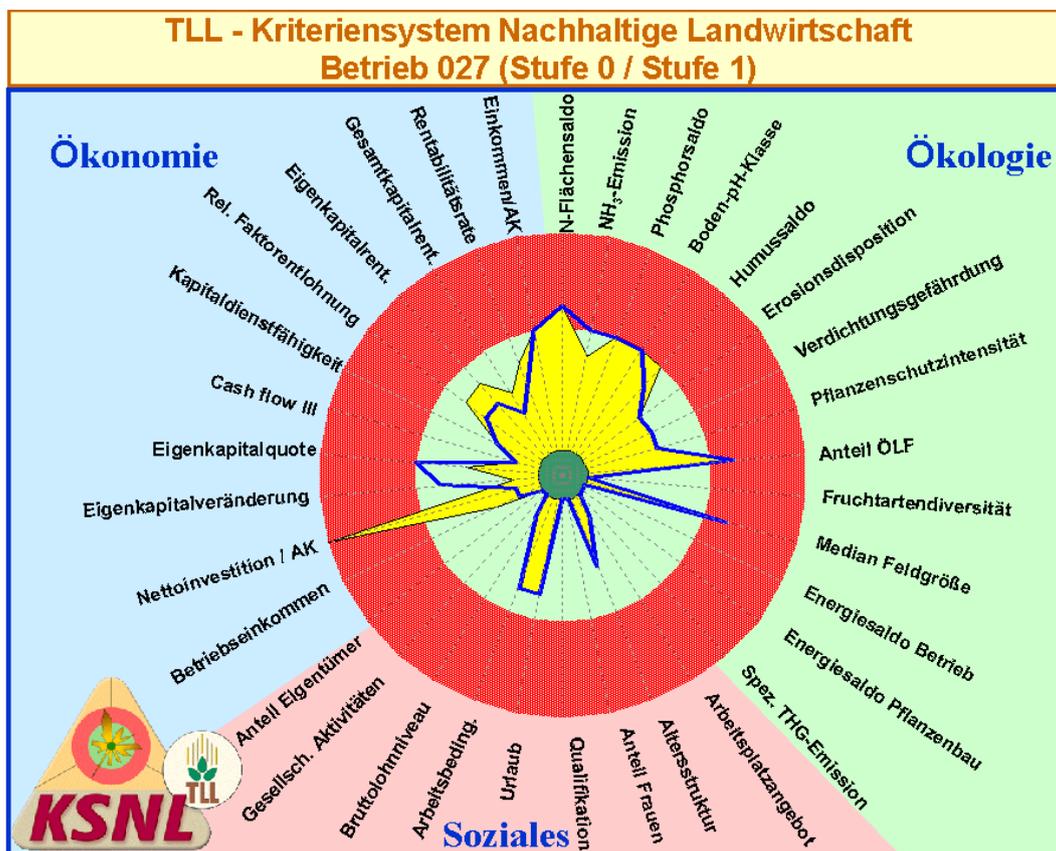


Abbildung 21: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für alle Kriterien (Stufe 0= gelbe Fläche, Stufe 1= blaue Linie)

Das Extremszenario Stufe 4, das analog zum Betrieb a22 den Wegfall der gesamten Tierhaltung zugunsten des Energiepflanzenbaus vorsieht, wird durch die KSNL-Analysen kritisch beurteilt. Das betrifft weniger den Bereich Umweltverträglichkeit als vielmehr den agrarsozialen und

den wirtschaftlichen Sektor, für den die Auswertungen mit KSL bzw. KWL eine schwierige Situation aufzeigen, die eine praktische Machbarkeit dieser Variante ausschließen.

### 6.3 Betrieb 181: Marktfrucht-Futterbaubetrieb in begünstigter Lage

#### 6.3.1 Betriebsbeschreibung

Betrieb 181 ist ein Marktfrucht-Futterbaubetrieb in begünstigter Lage (1.000 ha LF mittlere Ackerzahl 59, Niederschlag 569 mm, Höhenlage 368 mm über NN ohne Grünland). Der Tierbesatz beträgt 0,21 GV/ha (Milchproduktion mit eigener Nachzucht). Die Milchleistung ist mit knapp 8.300 kg/Kuh durchschnittlich.

Der Ackerflächenanbau umfasst Getreide (76 %), Z.-Rüben (2 %), Ackerfutter (9 %, darunter Silomais 7%) sowie W.-Raps (12 %, darunter 6 % Energieraps). Aufgrund von Auswinterungsschäden waren die Erträge im Erntejahr 2006 für die Standortbonität nur mäßig (61 dt/ha Getreide, 34 dt/ha Raps, 39 dt/ha Energie-Raps, 400 dt/ha Silomais), und entsprechen nicht dem mehrjährigen Mittel (besonders bei Raps).

Die Energiepflanzenfläche von 60 ha (6 % der LF) besteht ausschließlich aus Energieraps, der extern verwertet und daher wie eine Marktfrucht verkauft wird. Das Unternehmen betreibt noch keine Biogasanlage.

Der Betrieb hat sich seit 2000 jährlich einer KUL-Prüfung unterzogen und seine Bewertung, vor allem den N-Saldo, entscheidend verbessert (Abb. 22).

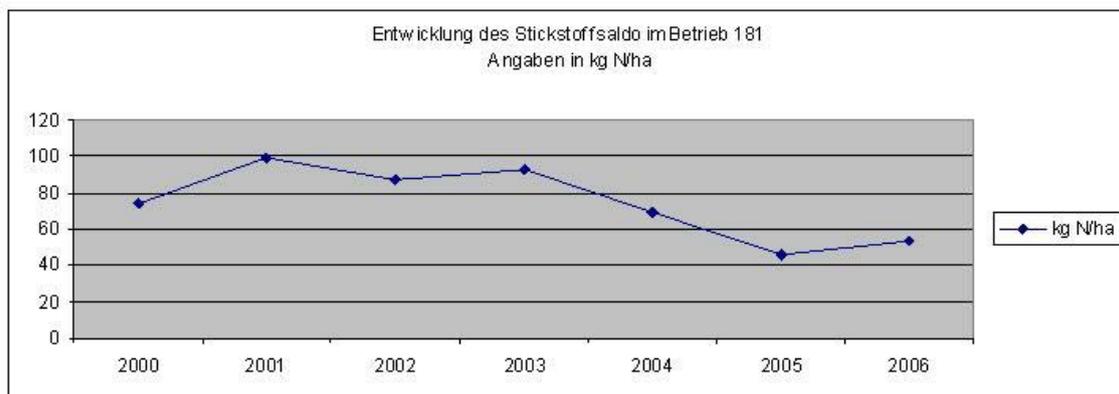


Abbildung 22: Entwicklung des Stickstoffsaldos im Betrieb 181 in den Jahren 2000-2006

### 6.3.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006

Die Grafik der KSNL-Auswertung für das Erntejahr 2006 präsentiert eine ungewöhnlich gute Bewertung und kennzeichnet den Betrieb fast vorbehaltlos als nachhaltig (Abb. 23).

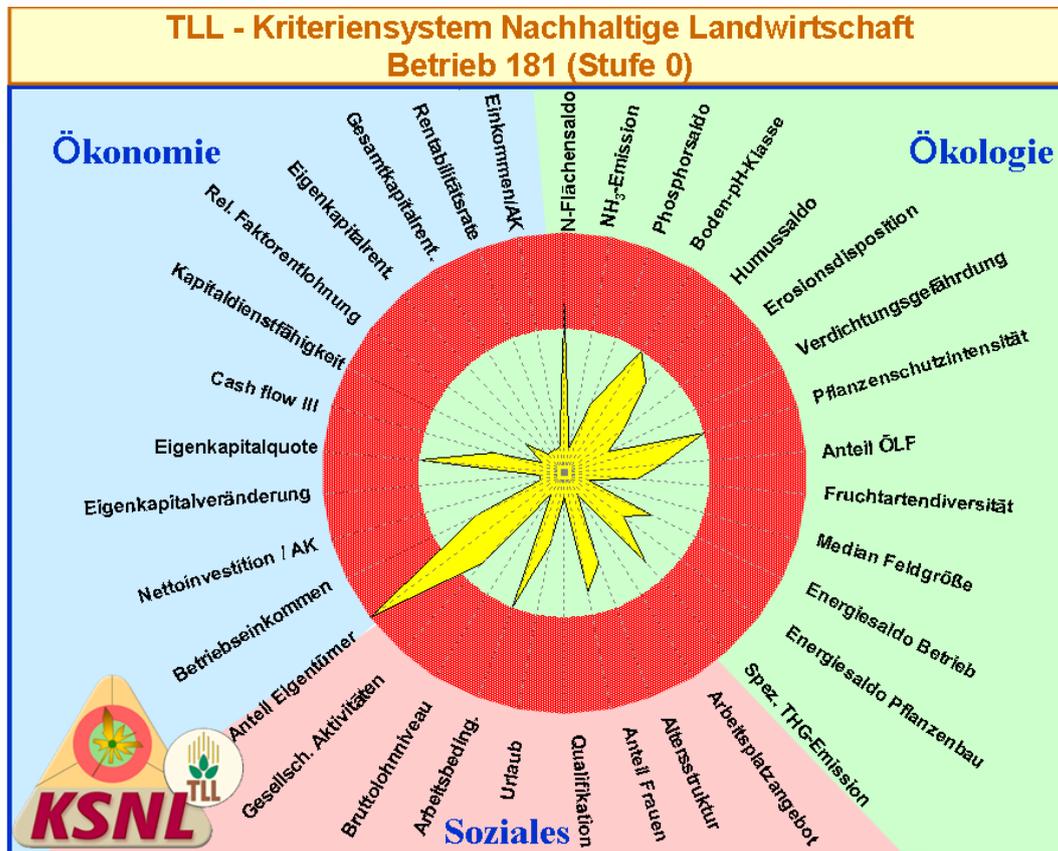


Abbildung 23: KSNL – Gesamtbewertung Betrieb 181 Basisszenario (Stufe 0)

#### 6.3.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse)

Der Toleranzbereich wird lediglich beim N-Flächensaldo überschritten, der mit 54 kg N/ha für die entsprechend der Sickerwassermenge festgesetzte Toleranzschwelle von 35 kg N/ha zu hoch ist. Allerdings kann dem Betrieb für dieses Kriterium ein wesentlicher Fortschritt bescheinigt werden. Seit Beginn der jährlichen KUL-Auswertungen im Jahr 2000 hat sich der N-Flächensaldo von 80-100 kg N/ha halbiert (Abb. 22).

Aufmerksamkeit erfordern die Boden-pH-Klasse, die zwischen den einzelnen Flächen sehr große Unterschiede aufweist sowie die Pflanzenschutzintensität, die als hoch, wenngleich noch nicht kritisch eingeschätzt wird. Das kann allerdings den guten Gesamteindruck der ökologischen Bewertung nicht beeinträchtigen.

#### 6.3.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse)

Einziger Kritikpunkt der KSL-Analyse ist der mit 13 % geringe Anteil an Eigentümern in der Belegschaft. Obwohl diesem Kriterium für Motivation und Erhalt des sozialen Friedens sicherlich

eine Rolle zukommt, sollte die Bedeutung der Kennziffer nicht überschätzt werden, zumal in diesem Betrieb die sehr hohe Beschäftigungsquote (10 % mehr als betriebsnotwendig), das ungewöhnlich hohe Bruttolohnniveau (9 % über dem der Wirtschaftsregion) und die rel. hohe Urlaubsgewährung von 24 Tagen für ein außerordentlich gutes soziales Niveau sprechen.

### 6.3.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse)

Bis auf die Eigenkapitalquote, die mit 67 % an der Toleranzschwelle liegt, wird dem Betrieb im Basisszenario durch die KWL-Analyse eine ungewöhnlich gute wirtschaftliche Situation bescheinigt. Auf die Unterschiede zwischen der realen Situation des Erntejahres 2006 und dem preisangepassten Basisszenario wurde bereits im Punkt 5.3. hingewiesen.

### 6.3.3 Ergebnisse der Simulationen

Die simulierten Szenarien gehen aus Tabelle 14 hervor. Auf das Szenario Intensivierung (Stufe 2) ist aufgrund des fehlenden Grünlands und der standortangepassten durchschnittlichen Ackerlanderträge verzichtet worden.

Tabelle 14: Szenarien unterschiedlicher Energieträgererzeugung im Betrieb 181

Szenario	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Verwertung ungenutzter Biomassepotentiale	Umwidmung von 10 ha Mais (überhängige Futterreserve) und Einsatz v. 1.900 t Stallmist, 2.400 m <sup>3</sup> Rindergülle und 4.000 m <sup>3</sup> zugekaufter Schweinegülle in 100-kW-BGA. Verkauf von 800 t Stroh in Pelletierwerk
3.3	Erhöhter Rapsanbau	Ersatz von 93 ha S.-Weizen/S-Gerste durch Energieraps (42 dt/ha langjähriges Mittel) und Rückkauf von RME
3.5	Erhöhter Z.-Rübenanbau	Ersatz von 180 ha Marktfrucht (S.-Getreide, Durum) durch Z.-Rüben, Verkauf als Ganzpflanze (340 GJ/ha) in externe BGA; Gärrest wird zurück genommen
4	Aufgabe der Tierhaltung	Ersatz von Futterpflanzen durch EtOH-Weizen Marktfruchtbau bleibt bestehen, Immob. bleiben ungenutzt (4.1.) bzw. werden verkauft (4.2.)
5	Optimierung der Produktion von Energierohstoffen	- Verwertung Biomassepotentiale (wie Stufe 1) - Ausdehnung E.-Raps auf mindestens 15 % AF - Nutzung von 1.300 m <sup>2</sup> Dachfläche für Photovoltaik

Die Szenarien 1 und 3.3 kennzeichnen sofort umsetzbare Maßnahmen. Das gilt grundsätzlich auch für den erhöhten Zuckerrübenanbau, bei dem allerdings zu prüfen ist, ob die erhöhten Aufwendungen für Ernte, Silobau, Silierung und Transport durch den Marktpreis gedeckt wer-

den. Die Stufe 4 wird durch die Aufgabe der Tierhaltung gekennzeichnet. Angesichts des geringen Tierbesatzes kann das jedoch nicht als Extremszenario angesehen werden. Stufe 5 stellt eine umsetzbare Optimierung der Energiepflanzenproduktion dar.

Die Ergebnisse der dargestellten Szenarien zeigt Tabelle 15.

Tabelle 15a: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 181; allgemeine Daten und KUL

Betrieb 181													
AZ 59, 346 m NN, 674 mm, MFB		Basis 06		Szenario									
		0		1		3.3		3.4		4.1		5	
LF ha		> 1.000		> 1.000		> 1.000		> 1.000		> 1.000		> 1.000	
AF ha		>1.000		>1.000		>1.000		>1.000		>1.000		>1.000	
GV ha (Milchproduktion)		0,21		0,21		0,21		0,21		0,21		0,21	
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)		98		109		100		142		90		110	
Marktprod. (ha)	GJ/ha	845	90	845	90	695	91	666	91	862	90	845	90
Futterprod. (ha)	GJ/ha	108	164	99	163	108	164	108	164	0	0	99	163
E.-fl.prod.ext.(ha)	GJ/ha	60	97	60	287	210	101	239	277	150	93	60	287
E.-Pfl.prod.int.(ha)	GJ/ha	0	0	10	173	0	0	0	0	0	0	10	173
Summe (ha)	GJ/ha	1.014	98	1.014	110	1.014	101	1.013	143	1.012	90	1.014	110
Konvers.anlage	T <sub>JStrom</sub>	0	0	BGA	2,58	0	0	0	0	0	0	BGA	2,58
<b>KUL (Umwelt)</b>		<b>W</b>	<b>BN</b>										
N-Saldo (kg N/ha)		54	7	35	6	52	7	53	7	53	7	36	6
NH <sub>3</sub> -Emission (kg N/ha)		11	1	19	1	11	1	14	1	2	1	19	1
P-Saldo (kg P/ha)		-7	3	-7	3	-8	4	-3	2	-8	4	-8	4
Boden-pH-Klasse (A bis E)		3,2	6	3,2	6	3,2	6	3,2	6	3,2	6	3,2	6
Humussaldo (kg Humus-C)		231	5	76	2	249	5	175	4	217	5	81	2
Erosionsdisposition (t/ha)		4,0	3	4,0	3	4,0	3	4,9	3	4,0	3	3,9	3
Verd.gefährdung (P <sub>T</sub> /P <sub>B</sub> )		1,07	2	1,06	2	1,07	2	1,07	2	1,06	2	1,06	2
Pfl.schutzintensität (%)		173	6	173	6	172	6	139	5	162	6	164	6
Anteil ÖLF (%)		8,0	4	8,0	4	8,0	4	8,0	4	8,0	4	8,0	4
Fruchtartendivers. (Index)		1,86	3	1,86	3	1,78	3	1,79	3	1,59	4	1,87	3
Median Feldgröße (ha)		28,9	1	28,9	1	28,9	1	28,9	1	28,9	1	28,9	1
E.-Saldo Betrieb (GJ/ha)		62,9	4	82,3	2	66,1	3	105,6	1	76,8	4	86,8	2
E.-Saldo Pfl.bau (GJ/ha)		85,0	3	96,4	3	87,9	3	127,5	1	76,8	4	99,9	2
THG-Emiss.(kg CO <sub>2</sub> /GJ MP)		37,0	5	35,8	5	35,3	5	27,6	2	19,7	4	32,8	4

Tabelle 15b: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 181; KWL und KSL

Betrieb 181												
AZ 59, 346 m NN, 674 mm, MFB	Basis 06		Szenario									
	0		1		3.3		3.4		4.1		5	
<b>KSL (Agrarsozial)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Arbeitsplatzangebot (%)	109	1	111	1	109	1	100	1	115	1	111	1
Alterstruktur (%)	70,6	4	70,6	4	70,6	4	70,6	4	70,6	4	70,6	4
Anteil Frauen (%)	29	5	29	5	29	5	29	5	6	11	29	5
Qualifikation (%)	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1
Arbeitsbeding. (Punkte)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Urlaub (Arbeitstage)	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3
Bruttolohnniveau (%)	108	1	111	1	108	1	108	1	115	1	111	1
Gesell. Aktivit. (Punkte)	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5
Anteil Eigentümer (%)	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12
<b>KWL (Wirtschaft)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Einkommen je AK (T€)	50,3	1	55,6	1	52,3	1	38,9	4	66,7	1	56,4	1
Rentabilitätsrate ord. (%)	15,8	1	18,4	1	17,0	1	7,9	3	18,9	1	18,7	1
Gesamtkap.rentabilität (%)	9,1	1	10,3	1	9,8	1	4,8	2	9,3	1	9,9	1
Eigenkapitalrentabilität %)	37,9	1	43,3	1	39,9	1	25,5	1	38,4	1	44,1	1
Betriebseinkommen (€/ha)	913	4	1027	3	944	4	814	5	814	5	1052	3
Rel. Faktorentlohnung (%)	125,3	2	135,3	1	129,3	2	105,2	4	130,8	1	136,3	1
Kapitaldienstfähigkeit (%)	30,0	1	25,1	1	27,5	1	52,3	3	29,4	1	26,3	1
Nettoinvestitionen (€/ha)	383	1	870	1	383	1	1032	1	383	1	1256	1
Cash flow III (€/ha)	303	3	426	2	333	3	183	5	311	3	459	2
Eigenkapitalquote (%)	67,2	6	59,4	7	67,4	6	54,9	7	67,2	6	54,3	7
Eigenkap.veränderg. (€/ha)	304	1	391	1	335	1	155	2	312	1	404	1

### 6.3.3.1 Szenario 1

Kennzeichen des Szenarios ist die Verwertung der nach normativen Berechnungen zu erwartenden Futterrestmenge (3% vom Gesamtfutter in Form von Maissilage), die einer Futterfläche von 10 ha Mais entspricht, sowie der Einsatz des gesamten Wirtschaftsdüngers (1.900 t Stall-

mist, 2.400 m<sup>3</sup> Rindergülle und 4.000 m<sup>3</sup> zugekaufte Schweinegülle) in einer neu zu bauenden Biogasanlage von 100 kW. Auf eine weitere Vergrößerung der Anlage durch den zusätzlichen Einsatz von Energiepflanzen wurde verzichtet, da keine Wärmeabnahme für ein größeres BHKW vorhanden ist.

Bedingt durch den relativ hohen Humussaldo von 230 kg Humus-C/ha (Toleranzschwelle 300 kg Humus-C/ha) wird es darüber hinaus möglich, 800 t Stroh an eine Pelletieranlage zu verkaufen. Das erhöht durch die externe Verwertung zwar nicht die betriebliche Bioenergieproduktion, führt aber zu zusätzlichen Erlösen, reduziert den hohen Stickstoff- und Humussaldo, verbessert die energetische Produktivität und verringert die spezifische THG-Emission.

Durch diese Änderungen erhöht sich die Energiepflanzenfläche um 10 ha auf 70 ha (ca. 7 % der LF) mit einer, bedingt durch den Strohverkauf, sehr hohen Produktion von 270 GJ/ha. Die BGA erzeugt 2.580 GJ Strom (717 MWh).

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 1 (ausgewählte Kriterien)

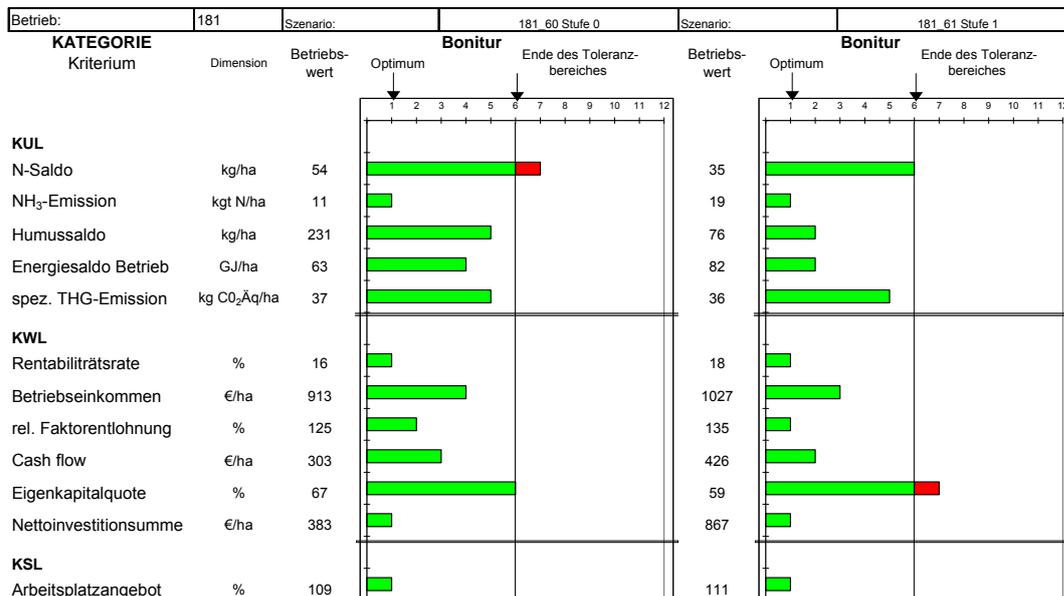


Abbildung 24: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch ist vor allem ein verminderter N-Saldo auf 35 kg N/ha erkennbar (Strohverkauf), der damit im Toleranzbereich bleibt. Dieselbe Ursache hat auch der verringerte Humussaldo, dessen Bewertung sich erheblich verbessert. Auffällig sind aber vor allem die energetischen Parameter. Die Energiesalden des Betriebs und des Pflanzenbaus steigen infolge der erhöhten

Marktproduktion (Strom und Stroh) um 20 GJ/ha bzw. 11 GJ/ha. Diese Änderungen sind insgesamt positiv zu werten.

Agrarsozial bleibt der geringe Eingriff folgenlos (keine strukturellen Änderungen).

Wirtschaftlich führt insbesondere der Stromverkauf trotz der Biogasinvestition zu einem erheblichen Anstieg des Betriebseinkommens und der davon abhängigen Kennziffern. Dies hängt vor allem mit den entsprechend dem EEG 2009 gewährten besonderen Vergütungen bei einem Einsatz von über 30 % organischen Düngern als Substrat zusammen. Damit erweist sich die Variante als praktisch realisierbar (Abb. 24).

### 6.3.3.2 Szenario 3.3

Die Stufe simuliert einen erhöhten Rapsanbau, der möglich wird, weil dessen Anteil an der AF derzeit nur bei knapp 12 % liegt. Ziel ist es, durch Ausweitung des Rapsanbaus auf 20 % mit einem simulierten Ertrag von 42 dt/ha (Mittel der letzten 3 Jahre) das ertragsschwache S.-Getreide (S.-Weizen und Durum) abzulösen. Die Verwertung erfolgt extern. Von einem Teil des Rapses wird RME als Dieseleratz im Feldbau sowie Rapskuchen zur Substitution von Soja-schrot zurückgekauft.

Damit erhöht sich die externe Energiepflanzenfläche auf Kosten der Marktproduktion um 93 ha auf 153 ha (knapp 15 %).

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.3 (ausgewählte Kriterien)

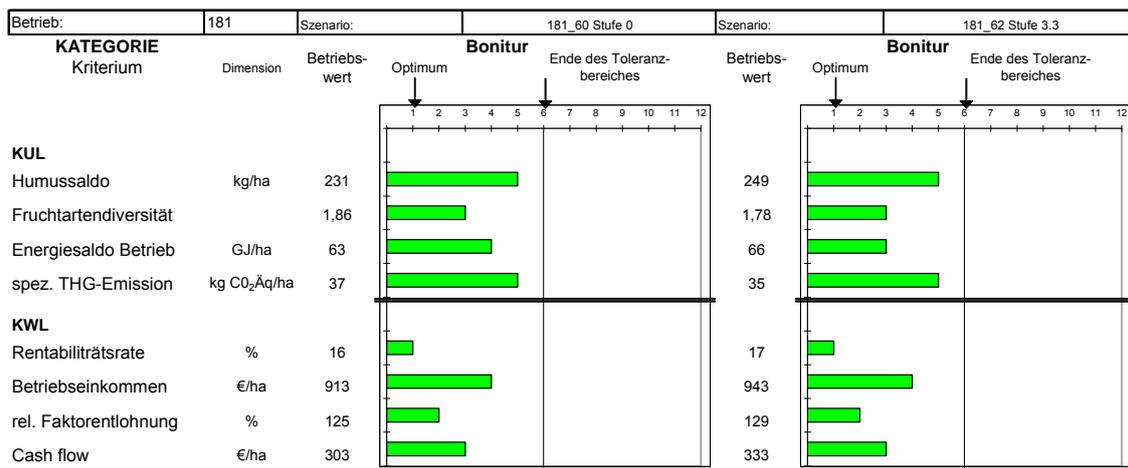


Abbildung 25: Vergleich der Szenarien 0 und 3.3 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch macht sich die geringe Änderung kaum bemerkbar. Der Humussaldo erhöht sich etwas durch das verbleibende Rapsstroh, die Fruchtartendiversität sinkt gering (Ersatz von zwei

Fruchtarten durch eine) und die energetischen Parameter verbessern sich durch das höhere Ertragsniveau des Rapses, so dass im Zusammenhang mit der leicht verminderten spezifischen THG-Emission die Änderungen als gering, aber positiv einzuordnen sind.

Agrarsozial zeigen sich erwartungsgemäß keine Änderungen.

Wirtschaftlich macht die Fruchtartenänderung durchaus Sinn. Das Betriebseinkommen steigt um 30 EUR/ha und damit auch das verfügbare Einkommen je AK. Ursache sind nicht nur die Marktpreise für die Produkte sondern auch der geringere Bezugspreis von RME im Vergleich zu Diesel (Abb. 25).

### 6.3.3.3 Szenario 3.4

Analog zum Szenario 3.3 wird auch diese Simulation durch einen Fruchtartenwechsel gekennzeichnet. In diesem Fall erfolgt die Substitution von S.-Weizen, S.-Gerste und Durum durch Zuckerrüben auf insgesamt 178 ha. Die Zuckerrüben werden als Ganzpflanze extern über eine Biogasanlage mit Gaseinspeisung verwertet. Ziel ist die Realisierung einer erhöhten Energieausbeute. Für die Zuckerrüben wird ein Ertrag von 500 dt/ha (Mittel der letzten 3 Jahre 548 dt/ha) unterstellt, so dass bei einem Rübe-Blatt-Verhältnis von 1:0,7 mit einer Energieausbeute von 340 GJ/ha gerechnet werden kann. Die aus den Rüben und dem Blatt anfallende Biogasgülle wird in den Betrieb zurückgeführt.

Durch die Maßnahme erhöht sich die externe Energiepflanzenfläche auf Kosten der Markfruchtfläche auf knapp 23 % der LF.

### Auswirkungen

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.4 (ausgewählte Kriterien)

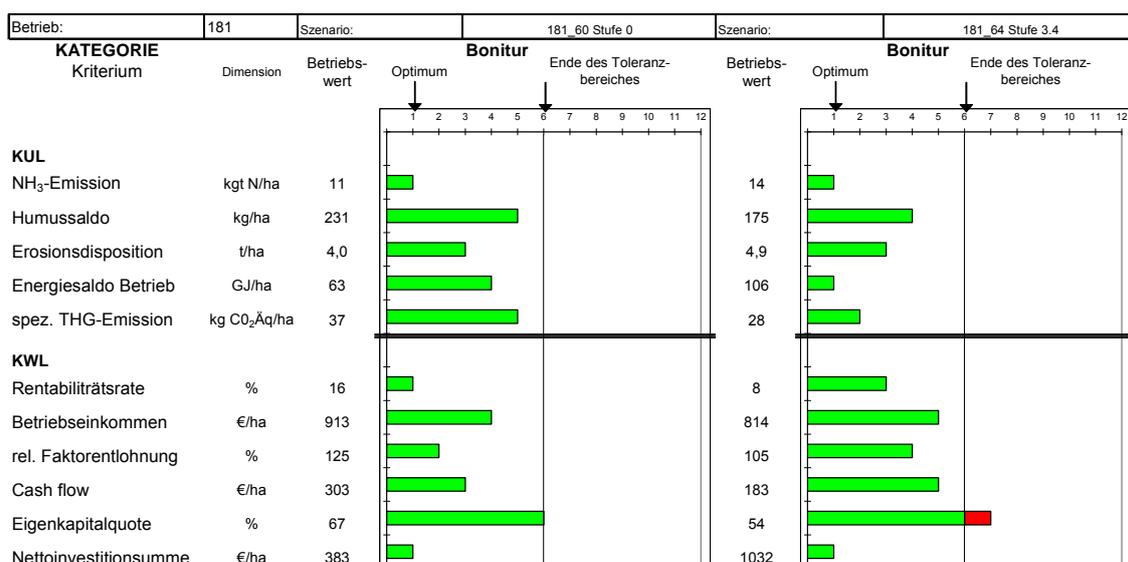


Abbildung 26: Vergleich der Szenarien 0 und 3.4 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch ergeben sich durch diese Änderung sowohl negative als auch positive Auswirkungen. Negativ sind die erhöhte Erosionsdisposition und die verringerte Fruchtartdiversität (Ersatz von 3 Getreidearten durch Z.-Rüben) zu sehen. Positiv schlägt vor allem die beeindruckende Steigerung der energetischen Produktivität (Erhöhung der Energiesalden um > 40 GJ/ha) zu Buche, die durchaus für dieses Modell sprechen kann. Das gilt umso mehr, als durch die hohe Marktproduktion die spezifische THG-Emission von 37 auf knapp 28 kg CO<sub>2</sub>/GJ reduziert wird.

Agrarsozial sind, abgesehen von dem erhöhten Arbeitskraftbedarf durch Pflege, Ernte und Silierung der Zuckerrüben, keine weiteren Änderungen nachweisbar.

Wirtschaftlich zeichnet die KWL-Analyse trotz des beträchtlichen Energiegewinns ein negatives Bild. Bedingt durch hohe Aufwendungen bei Ernte, Silobau, Silierung und Transport (Zuckerrüben und Biogasgülle) übersteigen die Mehrkosten die Erlöse durch den Marktpreis deutlich. Folgen sind eine Verminderung des Betriebseinkommens um 100 EUR/ha und ein drastischer Abfall des verfügbaren Einkommens und der Liquiditätskennziffern. Unter diesen Bedingungen hat das Szenario trotz der hervorragenden energetischen Parameter keine Chancen auf Realisierung. Das gilt für die externe Verwertung. Die Verstromung der Zuckerrüben in einer eigenen Biogasanlage könnte die wirtschaftliche Situation positiver gestalten. Dies würde im besonderen Maße für eine Anlage im Betrieb 181 gelten, da die vorhandenen organischen Dünger ausreichen, um den 30-Prozent-Anteil bis zu einer Anlagenleistung von 500 kW sicher zu stellen. Eine Empfehlung für eine solche Anlage wird jedoch aufgrund der fehlenden Wärmenutzung nicht gegeben (Abb. 26).

#### 6.3.3.4 Szenario 4.1

Obwohl in dem Szenario 4 die Tierhaltung völlig aufgegeben wird dürften die daraus resultierenden Folgen überschaubar bleiben, zumal der Marktfruchtanteil mit über 80 % sehr hoch ist. Insofern liegt hier kein Extremszenario vor. Die verbleibende Futterfläche von 108 ha wird der Energiepflanzenfläche (90 ha) und dem Marktfruchtbau (18 ha) zugeschlagen. Eine Biogasanlage wird nicht simuliert, sondern auf der freiwerdenden Futterfläche Ethanolweizen angebaut. Durch die Änderung steigt die externe Energiepflanzenfläche auf 150 ha (15 % der LF). Der Ersatz von Silomais durch Ethanolweizen vermindert die Bruttobodenproduktion (BBP) um 8 GJ/ha. Insofern stellt dieses Szenario durchaus ein Kontrastprogramm zur vorhergehenden Stufe 3.4 dar.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 4.1 (ausgewählte Kriterien)

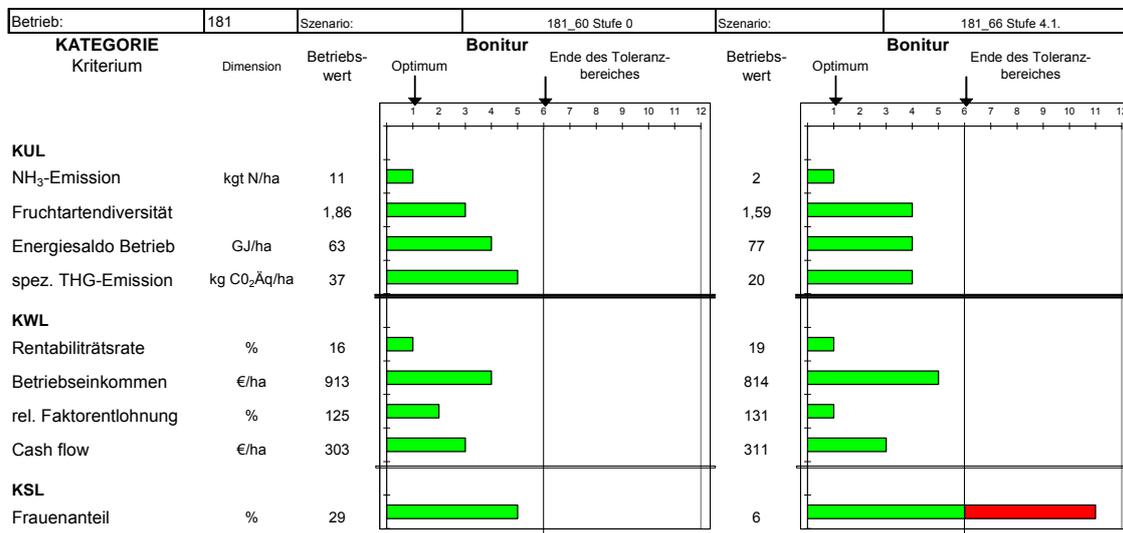


Abbildung 27: Vergleich der Szenarien 0 und 4.1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch erhalten die simulierten Änderungen eine positive Bewertung. Die NH<sub>3</sub>-Emission sinkt fast auf Null. Der Energiesaldo des Betriebs erhöht sich etwas (Wegfall des Futterzukaufs und der Veredelungsverluste der Tierproduktion) und die spezifische THG-Emission vermindert sich von 37 auf 20 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt durch den Wegfall der stoffwechselbedingten CH<sub>4</sub>-Emissionen.

Agrarsozial fällt vor allem der Arbeitsplatzabbau ins Gewicht (in Tab. 15 nicht dargestellt). Durch die Aufgabe der Tierhaltung verringert sich das Arbeitsplatzangebot um ca. 50 %, so dass das Beschäftigungspotential drastisch reduziert wird. Dies betrifft wiederum vorrangig die weiblichen Angestellten. Die anderen KSL-Kriterien bleiben unbeeinflusst.

Wirtschaftlich hat die Abschaffung der Tierhaltung im Betrieb 181 geringe Vorteile gegenüber dem Basisszenario. Aufgrund der nur durchschnittlichen Milchleistung sind die entgangenen Einnahmen aus dem Verkauf tierischer Marktprodukte geringer als die Kostenminderung durch den Wegfall des Futterzukaufs und die Erlöse aus dem Ethanolweizen. Hinzu kommt, dass die Abschreibungen für Ställe und Ausrüstungen nur noch sehr gering sind. Das Betriebseinkommen je Hektar sinkt zwar um fast 100 EUR/ha, alle anderen ökonomischen Kennzahlen verbessern sich jedoch. Die Aufgabe der Tierhaltung wäre unter den speziellen Bedingungen des Betriebes 181 aus ökonomischen Gründen somit möglich.

Auch wenn auf Grund der Lage der Betriebsgebäude nicht von einer außerlandwirtschaftlichen Nutzung nach dem Wegfall der Tierhaltung ausgegangen werden kann, wurde diese Variante

als Stufe 4.2 geprüft. Wie unter 4.1 schon erwähnt, stehen die Ställe und Ausrüstungen aber nur mit niedrigen Buchwerten im Jahresabschluss, so dass der Verkauf kaum einen Einfluss auf die ökonomische Bewertung hat (Abb. 27).

#### 6.3.3.5 Szenario 5

Das Szenario "Optimierung der Produktion von Energierohstoffen" kombiniert jene Elemente aus den vorhergehenden Stufen, die sich in der KSNL-Analyse als wirtschaftlich vorteilhaft sowie umwelt- und sozialverträglich erwiesen haben. Eingefügt wird daher das komplette Szenario 1 (Verwertung ungenutzter Biomassepotentiale) sowie die Erweiterung des Rapsanbaus auf mindestens 15 % der AF (Szenario 3.3). Das entspricht einer Erweiterung um 35 ha Raps, der extern verwertet und deshalb der Einfachheit halber als Konsumraps eingeordnet wird. Von einer Einfügung der Zuckerrüben oder der Abschaffung der Tierhaltung wird wegen der ungünstigen wirtschaftlichen Bewertung der Stufe 3.4 und den agrarsozialen Problemen der Stufe 4 abgesehen. Die Errichtung einer Photovoltaikanlage auf den Dächern der Ställe bot sich aufgrund der optimalen Südausrichtung von fünf großen Dächern an, auch wenn das mit dem Energiepflanzenbau wenig zu tun hat und wegen der sehr knappen Gewinnmarge nur einen geringen positiven Einfluss auf das Betriebsergebnis hat.

Die Verwertung des Wirtschaftsdüngers einschließlich der überhängigen Futterreste, die einer Fläche von 10 ha Mais entspricht, erfolgt in einer neu zu errichteten Biogasanlage mit einer Kapazität von 100 kW. Die Stromeinspeisung beträgt 2.580 GJ, eine Nutzung der entstehenden Abwärme erfolgt nur im geringen Maße in den Verwaltungs- und Sozialräumen.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 5 (ausgewählte Kriterien)

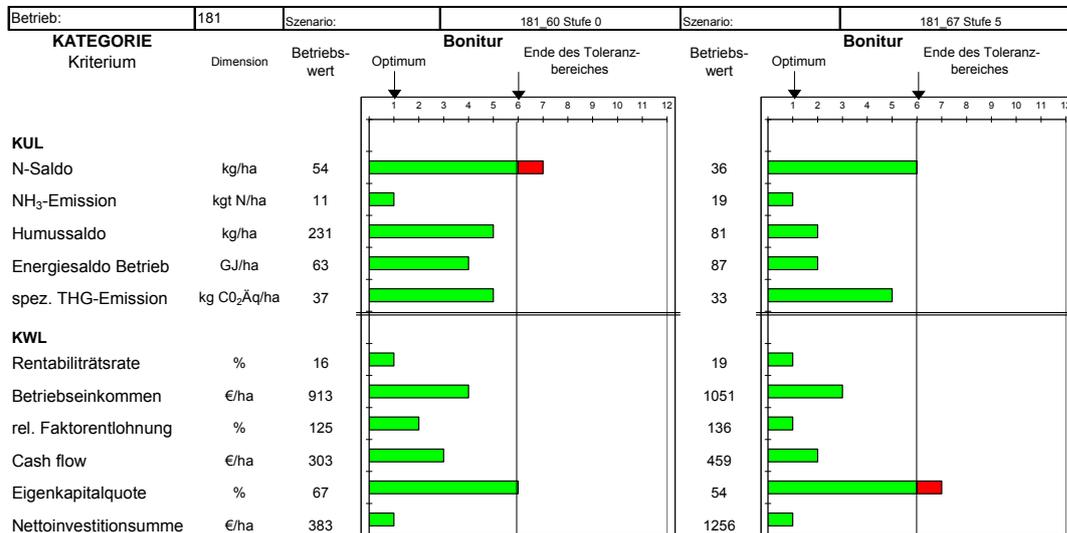


Abbildung 28: Vergleich der Szenarien 0 und 5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch entspricht die Bewertung in etwa dem Szenario 1. Der N-Saldo verringert sich durch den Strohverkauf in den tolerablen Bereich und der bislang sehr hohe Humussaldo erlangt aus dem gleichen Grund fast optimale Werte. Dem steht eine leichte Erhöhung der NH<sub>3</sub>-Emission durch den Anfall von Biogasgülle gegenüber. Die energetische Produktivität steigt um 24 GJ/ha und als Folge vermindert sich die produktbezogene THG-Emission um 4 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt. Insgesamt befinden sich alle KUL-Kriterien im Toleranzbereich und bescheinigen dem Betrieb eine umweltverträgliche Bewirtschaftung, ohne zu übersehen, dass die sehr unterschiedlichen Boden-pH-Werte sowie die rel. hohe Pflanzenschutzintensität weiteren Handlungsbedarf anzeigen.

Agrarsozial ergeben sich durch die rel. geringen Eingriffe keine Änderungen.

Wirtschaftlich sind die durch KWL aufgezeigten Änderungen positiv einzuschätzen. Trotz der zusätzlichen Investition in die Biogasanlage erhöht sich das Betriebseinkommen und bis auf die Eigenkapitalquote, die etwas zu gering wird, hat sich die ohnehin schon gute wirtschaftliche Situation weiter verbessert. Damit wäre grundsätzlich die praktische Umsetzung des Szenarios möglich (Abb. 28).

### 6.3.3.6 Leistungsparameter und Fazit

Tabelle 16: Leistungsparameter der Basisvariante und der Simulationsstufen

Betrieb 181						
368 m NN, 569 mm, AZ 59 Milch/MF; kein GL	Basis	Szenario				
	06	1	3.3	3.4 <sup>4</sup>	4.1 <sup>5</sup>	5
0 (06)	1	3.3	3.4 <sup>4</sup>	4.1 <sup>5</sup>	5	
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)	98	109	100	142	90	110
Spez. THG-Emission (kg CO <sub>2</sub> -Äq/GJ)	37	36	35,3	27,6	19,7	32,8
THG-Saldo (kg CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF)	5.101	6.011	5.235	11.552	7.053	6.279
THG-Emission (kg CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF)	3.092	3.279	3.051	3.108	1.772	3.050
Energiepflanzenfläche (ha)	60	70	210	239	150	60
dav. E.-Pflanzen intern (ha)	0	10	0	0	0	10
Stromeinspeisung (GJ)	0	2.580	0	0	0	2.580
sonst. Bioenergieträger (GJ) <sup>1</sup>	0	324 <sup>3</sup>	0	0	0	324 <sup>3</sup>
Summe Bioenergieträger (GJ)	0	2.904	0	0	0	2.904
THG-Vermeidung (t CO <sub>2</sub> -Äq) <sup>2</sup>	0	465	0	0	0	465
<b>Bioenergieträgerprod. (GJ/ha LF)</b>	<b>0</b>	<b>2,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,8</b>
<b>THG-Vermeidung (kg CO<sub>2</sub>-Äq/ha LF)</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>

<sup>1</sup> z.B. Wärmeverkauf aus BHKW oder Verbrennung, bei Eigennutzung nur dann relevant, wenn ggü. Basis-variante Einsparungen an fossilen Energieträgern nachweisbar sind (z.B. Heizöleinsparung)

<sup>2</sup> Strom: CO<sub>2</sub>-Vermeidung (Wiederbeschaffung): = 0,171 t CO<sub>2</sub>/GJ Stromeinspeisung ; Wärme: 0,073 t CO<sub>2</sub>/GJ eingespartes Heizöl

<sup>3</sup> Einsparung von 9.000 l Heizöl durch Abwärmenutzung in Verwaltung und Werkstatt

<sup>4</sup> Wirtschaftlich nicht realisierbar

<sup>5</sup> aus agrarsozialen Gründen nicht realisierbar

Bei der einzelbetrieblichen Bewertung bildet der Betrieb die Systemebene. Unter diesen Bedingungen werden extern verwertete Energiepflanzen wie Marktfrüchte behandelt, d.h. Energieeraps (RME-Herstellung) geht mit denselben Werten wie Konsumeraps (Speiseölgewinnung) in die THG-Bilanz ein.

In Betrieben, wie dem vorliegenden, der zwar eine externe Energiepflanzenfläche zwischen 6 % der LF (Basisvariante) und 23 % (Stufe 3.4) aufweist, lässt sich somit weder die Bereitstellung an Bioenergieträgern (GJ) noch die daraus resultierende THG-Vermeidung durch Substitution fossiler Energieträger angeben. Auf eine Darstellung der Flächeneffizienz (GJ Energieträger bzw. THG-Vermeidung/ha interne Energiepflanzenfläche) muss daher verzichtet werden.

Dennoch zeigt sich auch hier, dass die energetische Verwertung bislang ungenutzter Biomasserreserven (Wirtschaftsdünger und Überhänge aus der Futterreserve) ein erhebliches Potential zur Stromerzeugung darstellt. Mit einer simulierten Biogasanlage wird in Stufe 1 eine Stromeinspeisung von 2.580 GJ und mit geringer anteiliger Abwärmenutzung eine Bereitstellung von Bioenergieträgern von 2.900 GJ und eine THG-Vermeidung von 465 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente realisiert. Das entspricht knapp 3 GJ bzw. 450 kg CO<sub>2</sub>-Äq/ha LF.

Im Vergleich der Szenarien untereinander (Tab. 15 und 16) werden Zielkonflikte zwischen dem ökologischen Sektor einerseits und dem wirtschaftlichen und agrarsozialen andererseits deutlich. Das Szenario 3.4 (Ersatz von Sommergetreide durch Zuckerrüben) erreicht die höchste Produktivität (143 GJ/ha im Betriebsdurchschnitt) und hervorragende energetische Parametern, ist aber wirtschaftlich nicht umsetzbar, weil der Marktpreis für die Zuckerrüben die erforderlichen Zusatzkosten nicht deckt.

## **6.4 Betrieb 011: Marktfruchtbetrieb in Übergangslage**

### **6.4.1 Betriebsbeschreibung**

Es handelt sich um einen Marktfrucht-Spezialbetrieb in Übergangslage (1.100 ha LF, mittlere Ackerzahl 46 (30 bis 70), Niederschlagsmittel 578 mm, mittlere Höhenlage 300 m). Das Anbauverhältnis umfasst Getreide (72 %), Erbsen (2 %), Zuckerrüben (1,3 %) und Winterraps (25 %). Die Erträge sind für die Standortbonität gut (60 dt/ha Getreide, 44 dt/ha Erbsen, 580 dt/ha Zuckerrüben und 42 dt/ha Winterraps). Eine externe Energiepflanzenfläche wird nicht ausgewiesen.

Der Betrieb betreibt eine 30 kW<sub>peak</sub> Photovoltaikanlage, die eine Stromeinspeisung von 95 GJ ermöglicht. Seit 1996 unterzieht sich das Unternehmen regelmäßig einer Umweltverträglichkeitsbewertung (KUL) und hat wiederholt die Bedingungen für das VDLUFA-Zertifikat "Betrieb der umweltverträglichen Landwirtschaft" erfüllt.

### **6.4.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006**

Eine Übersicht über die für das Erntejahr erfolgte KSNL-Auswertung liefert die Spinnengrafik (Abb. 29).

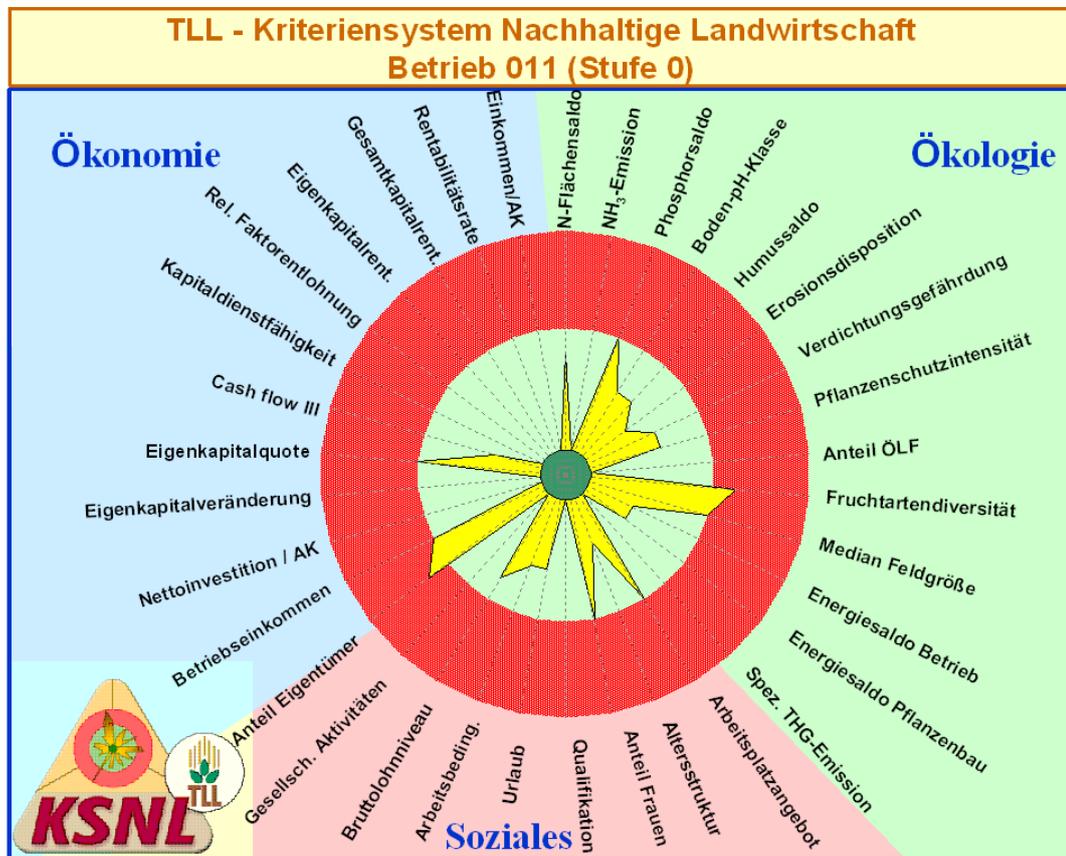


Abbildung 29: KSNL-Gesamtübersicht Betrieb 011 Basisszenario

Die Darstellung zeigt eine auffällig gute Situation. Erkennbare Mängel (Überschreitungen des Toleranzbereichs) betreffen lediglich die Fruchtartendiversität und den geringen Anteil Eigentümer, so dass dem Betrieb eine nachhaltige Bewirtschaftung attestiert werden kann.

#### 6.4.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse)

Die ökologische Situation des Betriebes präsentiert sich grundsätzlich als problemlos. Die einzige Überschreitung findet sich in der Fruchtartendiversität. Der Betrieb baut gegenwärtig nur 6 Fruchtarten an, wobei Getreide und Raps mit einem Anteil von zusammen 96 % der AF den Anbau dominieren. Das Problem der wenigen Fruchtarten ist für diesen Betrieb neu und trat erstmals nach Auslaufen des Förderprogramms für vielfältige Fruchtfolgen (KULAP-A8) auf.

Im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Energieträgern aus dem Anbau ist insbesondere der hohe Humussaldo von über 200 kg Humus-C/ha als Folge des hohen Getreide- und Rapsanteils interessant, weil dies eine beträchtliche Strohabschöpfung erlaubt, ohne die Humusproduktion zu beeinträchtigen.

Beachtung erfordern der P-Saldo, der mit minus 16 kg P/ha auch für die noch guten Boden-P-Gehalte Handlungsbedarf anzeigt und der Median Feldgröße, der mit 44 ha an der Toleranzschwelle liegt. Ursache sind sehr große Felder (30 % der AF werden mit Feldern in der Größenklasse > 50 ha bewirtschaftet), die zwar technologisch kaum noch Vorteile bieten, deren Teilung aber vor allem aus topographischen Gründen (Gelände, mangelnde Erschließung mit Wegen) derzeit Schwierigkeiten bereitet.

Hervorzuheben sind der N-Flächensaldo von 30 kg N/ha, der für einen Marktfruchtbetrieb hohe Anteil an ÖLF sowie die guten energetischen Parameter und die ausgezeichneten Werte der Treibhausgasbilanz.

#### 6.4.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse)

Kritisch bewertet wird der Eigentümeranteil, der mit 50 % als zu gering angesehen wird. Allerdings sollten Aussagekraft und Lenkungswirkung dieses Kriteriums überdacht werden. Das gilt in gleicher Weise für die Kennziffer 'Anteil Frauen', die mit 25 % an der Toleranzschwelle steht. Alle anderen agrarsozialen Kriterien befinden sich im Toleranzbereich und kennzeichnen eine zufrieden stellende agrarsoziale Situation, auch wenn nicht übersehen werden kann, dass die Arbeitsbelastung hoch ist, wenn nur 74 % des betriebsnotwendigen Beschäftigungspotentials durch die vorhandenen Arbeitskräfte abgedeckt sind (Arbeitsplatzangebot) und auch die Einkommensdisparität mit 78 % (Bruttolohnniveau) Verbesserungspotential anzeigt.

#### 6.4.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse)

Schwachpunkte in einer ansonsten optimalen KWL-Bewertung ist die Höhe des Betriebseinkommens, das mit 713 EUR/ha an der Toleranzschwelle liegt, sowie die Eigenkapitalquote, die mit 63% als gerade noch tolerabel bewertet worden ist. Alle anderen KWL-Kennziffern weisen eine optimale Situation aus.

Es ist jedoch auch hier darauf zu verweisen, dass ohne die Anpassung der Produktpreise auf das heutige Niveau die Boniturnoten bei KWL im Jahr 2006 durchweg in einem Bereich von 6 - 10 liegen und damit eine unbefriedigende wirtschaftliche Situation kennzeichnen. Entscheidend sind bei den ökonomischen Kriterien demzufolge weniger das absolute Niveau als vielmehr die Differenz zwischen den einzelnen Stufen.

### 6.4.3 Ergebnisse der Simulationen

Tabelle 17: Szenarien unterschiedlicher Energieträgererzeugung Betrieb 011

Szenario	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Nutzung von Reserven	Verkauf (55 €/t) von zusätzlich 1.800 t Stroh zur externen Verwertung
2	Intensivierung Grünland	Entfällt
3	Änderung des Anbauspektrums	Monokultur Silomais für externe BGA mit Rücknahme Biogasgülle (PK-Äquivalent), NH <sub>3</sub> -Verlustausgleich durch N-Zukauf
4	Abbau der Tierhaltung	Entfällt
5	Optimierung Bioenergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Umstellung auf RME</li> <li>– Errichtung und Betrieb einer 150-kW-BGA in benachbarter 8.000er Schweinemastanlage; Vergärung Schweinegülle, Anbau von 28 ha Energiemais für BGA; Stromeinspeisung und Wärmeverkauf für Stallheizung; Rücknahme der Biogasgülle</li> <li>– Strohverkauf wie Stufe 1</li> </ul>

Ungenutzte Biomassepotentiale zeigen sich vor allem im Strohaufkommen. Mit einem Humus-saldo von über 200 kg Humus-C kann hier eine Strohmenge von 1.800 t abgeschöpft werden, ohne die Humusreproduktion zu gefährden (Szenario 1). Das Szenario 2 (Intensivierung) kann nicht simulativ bearbeitet werden, weil das Grünland fehlt und angesichts des Ertragsniveaus auf dem Ackerland eine weitere Intensivierung vorhersehbar zu Effizienzeinbußen führt. Szenario 3 ist ein Extremszenario und beinhaltet den Umstieg auf einen ausschließlichen Energiemaisanbau. Szenario 4 entfällt im viehlosen Betrieb. Das Szenario 5 schließlich kombiniert aussichtsreiche und realisierbare Wege zur Optimierung der Bioenergieproduktion, deren Auswirkungen zu prüfen sind (Tab. 17). Die Ergebnisse der einzelnen Szenarien gehen aus Tabelle 18 hervor.

Tabelle 18a: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 011 allgemeine Daten und KUL

Betrieb 011									
Ostthür. AZ 46, 578 mm, 300 m NN, MF-Spezial		Basis 06		Szenario					
		0		1		3		5	
LF ha		1.100		1.100					
AF ha		1100		1.100					
GV/ha		0		0					
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)		90		114		204		116	
Marktprod. (ha)	GJ/ha	1.104	92	1.104	92	0	0	1.075	92
Futterprod. (ha)	GJ/ha	0	0	0		0	0	0	0
E.-fl.prod.ext.(ha)	GJ/ha	0	0	0	24	1.103	204	0	23
E.-Pfl.prod.int.(ha)	GJ/ha	0	0	0		0	0	28	204
Konvers.anlage	GJ <sub>Strom</sub>	PV <sup>2</sup>	95,3	PV <sup>2</sup>	95,3	PV <sup>2</sup>	95,3	PV <sup>2</sup> /BGA	3849
<b>KUL (Umwelt)</b>		<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>	<b>W</b>	<b>BN</b>
N-Saldo	(kg N/ha)	30	5	22	4	30	5	23	4
NH <sub>3</sub> -Emission	(kg N/ha)	5	1	5	1	23	1	47	5
P-Saldo	(kg P/ha)	-16	6	-16	6	6	3	-12	5
Boden-pH-Klasse	(A bis E)	3,0	4	3,0	4	3,0	4	3,0	4
Humussaldo	(kg Humus-C)	207	4	45	2	-106	7	85	2
Erosionsdisposition	(t/ha)	2,8	3	2,8	3	8,5	8	2,9	3
Verd.gefährdung	(P <sub>T</sub> /P <sub>B</sub> )	1,14	4	1,14	4	1,14	4	1,14	4
Pfl.schutzintensität	(%)	129	4	129	4	187	7	130	4
Anteil ÖLF	(%)	9,4	1	9,4	1	9,4	1	9,4	1
Fruchtartendivers.	(Index)	1,36	7	1,36	7	Nbb <sup>1</sup>	>10	1,45	6
Median Feldgröße	(ha)	44,0	6	44,0	6	52,1	7	44,0	6
E.-Saldo Betrieb	(GJ/ha)	80,3	3	103,8	1	189,8	1	109,1	1
E.-Saldo Pfl.bau	(GJ/ha)	80,0	3	103,5	1	189,6	1	104,8	1
THG-Emiss.	(kgCO <sub>2</sub> /GJ MP)	16,0	1	12,9	1	4,9	1	15,9	1

Tabelle 18b: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 011; KWL und KSL

Betrieb 011								
Ostthür. AZ 46, 578 mm, 300 NN, MF-Spezial	Basis 06		Szenario					
	0		1		3		5	
KSL (Agrarsozial)	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Arbeitsplatzangebot (%)	74	6	77	5	77	5	87	4
Alterstruktur (%)	70	3	70	3	70	3	70	3
Anteil Frauen (%)	25	6	25	6	25	6	25	6
Qualifikation (%)	100	1	100	1	100	1	100	1
Arbeitsbeding. (Punkte)	8	4	8	4	8	4	8	4
Urlaub (Arbeitstage)	23	4	23	4	23	4	23	4
Bruttolohnniveau (%)	78	5	80	4	79	5	87	3
Gesell. Aktivit. (Punkte)	12	1	12	1	12	1	12	1
Anteil Eigentümer (%)	50	7	50	7	50	7	50	7
KWL (Wirtschaft)	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Einkommen je AK (T€)	83,8	1	82,4	1	89,8	1	78,5	1
Rentabilitätsrate ord. (%)	27,6	1	26,6	1	26,9	1	24,8	1
Gesamtkap.rentabilität (%)	26,2	1	26,5	1	28,2	1	20,7	1
Eigenkapitalrentabilität (%)	89,5	1	89,6	1	90,4	1	90,0	1
Betriebseinkommen (€/ha)	713	6	725	6	761	6	788	6
Rel. Faktorentlohnung (%)	223	1	222	1	234	1	212	1
Kapitaldienstfähigkeit (%)	19,9	1	19,4	1	16,7	1	21,7	1
Nettoinvestitionen €/ha)	251	1	251	1	252	1	860	1
Cash flow III (€/ha)	322	3	329	2	368	3	394	3
Eigenkapitalquote (%)	63,3	6	63,5	6	64,3	6	46,0	8
Eigenkap.veränderg. €/ha)	202	1	208	1	248	1	225	1

<sup>1</sup> nbb = nicht bestimmbar (nur eine Fruchtart)

<sup>2</sup> PV = Photovoltaik

### 6.4.3.1 Szenario 1

Das Szenario wird durch einen ausgedehnten Strohverkauf zur externen energetischen Nutzung gekennzeichnet. Möglich wird dies durch den hohen Humussaldo der Basisvariante von 207 kg Humus-C/ha. Dieser hohe Saldo ist das Resultat der hohen Strohrückführung aus dem Getreide- (72 % der AF) und Rapsanbau (25 % der AF) sowie der Aufnahme von Hühner-Trockenkot. Damit führt der Betrieb mehr als das Doppelte an organischer Substanz zu, als zu einfachen Reproduktion nötig wäre. Das ermöglicht gegenüber der Basisvariante den zusätzlichen Verkauf von 1.800 t Stroh, das einer Bruttoenergie von 26 TJ entspricht.

#### Auswirkungen

##### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 1 (ausgewählte Kriterien)

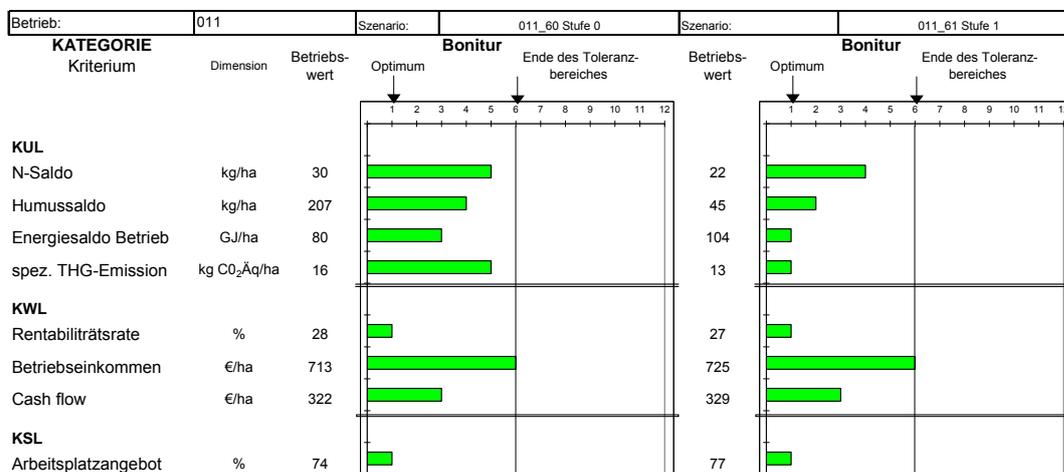


Abbildung 30: Vergleich der Szenarien 0 und 1 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch ist der Strohverkauf positiv zu werten. Der Stickstoff-Saldo kann durch die N-Abfuhr mit dem Stroh auf 22 kg N/ha verringert werden. Die P- und K-Salden bleiben durch den Ausgleich der mit dem Stroh verkauften Grundnährstoffmengen in Form von Mineraldünger unverändert. Der Humussaldos sinkt von 207 auf 45 kg Humus-C/ha und kommt damit dem Optimalbereich nahe. Die energetische Produktivität des Betriebes verbessert sich um ein Drittel (+ 25 GJ/ha) gegenüber der Basisvariante. Als Folge der erhöhten Marktproduktion sinkt die spezifische THG-Emission um 3 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt auf 13 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ Marktprodukt.

Agrarsozial positiv zu beurteilen ist die Neueinstellung von 0,3 AK zur Strohbergung, durch die sich auch die deutliche Schere aus dem Verhältnis von real beschäftigten AK zu betriebsnotwendigen AK etwas schließt.

Wirtschaftlich erhöhen sich das Betriebseinkommen und die davon abhängigen Kennziffern. Die Kosten der Strohbergung und des Verkaufs von etwa 50 € (Ausgleichsdüngung P+K, Logistik

für Ernte und Transport) werden durch den unterstellten Mindestpreis von 55 EUR/t Stroh ab Feldrand abgedeckt. Die Auswirkungen auf die einzelnen ökonomischen Kennziffern bleiben somit gering. Das Szenario ist im Zusammenhang mit der positiven KUL-Beurteilung als machbar anzusehen (Abb. 30).

Maßgeblich für die Umsetzung der in allen untersuchten Betrieben empfehlenswerten Strohabfuhr ist die Schaffung eines Marktes für Stroh als Energierohstoff. In der Nähe des Betriebes 011 stand bis vor einem Jahr ein Strohheizwerk, das aber aus verschiedenen Gründen nach 11 Jahren Betrieb auf Hackschnitzel umgestellt wurde. Eine der Ursachen sind die extremen technischen Anforderungen an die Verbrennungstechnik, die bei Stroh schon ab 100 kW den Vorgaben der TA Luft gerecht werden müssen (im Vergleich: bei Holz ist dies erst ab einer Wärmeleistung von 1.000 kW erforderlich nach BLOCK). Strohheizwerke und -heizkraftwerke werden nach diesen Vorgaben in Deutschland nur im unbedeutenden Maße in dem für ländliche Kommunen interessanten Leistungsbereich von 0,1 - 0,5 MW errichtet, zumal aufgrund der genannten Restriktionen kaum Kesselhersteller Verbrennungstechnik in dieser Leistungsklasse entwickeln (PEISKER 2007).

Weitere Nutzungsalternativen für Stroh wie die Herstellung von Biokraftstoff (z.B. BtL durch die Firmen Bioliq-Karlsruhe oder Choren, Zelluloseethanol durch Iogen<sup>1</sup>), Großheizwerke sowie die Mitverbrennung in konventionellen Kraftwerken könnten mit 0,1 - 1 Mio t Stroh je Anlage beachtliche Mengen verarbeiten. Nachteilig ist, dass

- diese Werke frühestens in einigen Jahren in Betrieb gehen können,
- der Transportaufwand wegen der Konzentration an wenigen Standorten deutlich steigen wird,
- die Wertschöpfung nicht mehr im ländlichen Raum stattfindet und
- die Rückführung der Asche als Düngemittel nicht mehr gewährleistet ist.

Die Nutzung von Stroh zur Herstellung von Energie-Pellets ist unter den aktuellen Preisbedingungen noch nicht lukrativ, da Stroh als Ausgangsmaterial teurer als die vergleichbaren Holzprodukte ist und die verbrennungstechnischen Eigenschaften nicht die guten Werte von Holzpellets erreichen.

Die einzigen gegenwärtig umsetzbaren Nutzungen von Stroh scheinen der Bau mittelgroßer Heiz- und Heizkraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung zwischen 1 und 100 MW und einem jährlichen Strohverbrauch zwischen 1.000 und 250.000 t (es gibt Planungen für drei derartige Werke) und die Pelletierung gemeinsam mit anderen Biomassen zu sein.

---

<sup>1</sup> Iogen: Kanadischer Hersteller von Ethanol aus Zellulose durch fermentativen Aufschluss der Zellulose

### 6.4.3.2 Szenario 3

Das Szenario 3 ist als Extremszenario ausgelegt und beinhaltet die Aufgabe der gesamten Marktproduktion zugunsten des Energiepflanzenbaus. Als Energiepflanze dient Mais, der gehäckselt ab Feld an eine externe Biogasanlage verkauft wird. Im Gegenzug nimmt der Betrieb die dazu äquivalente Biogasdünger auf, wobei der  $\text{NH}_3$ -Verlust von 40 % durch Zukauf von mineralischem N ausgeglichen wird.

#### Auswirkungen

##### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3 (ausgewählte Kriterien)

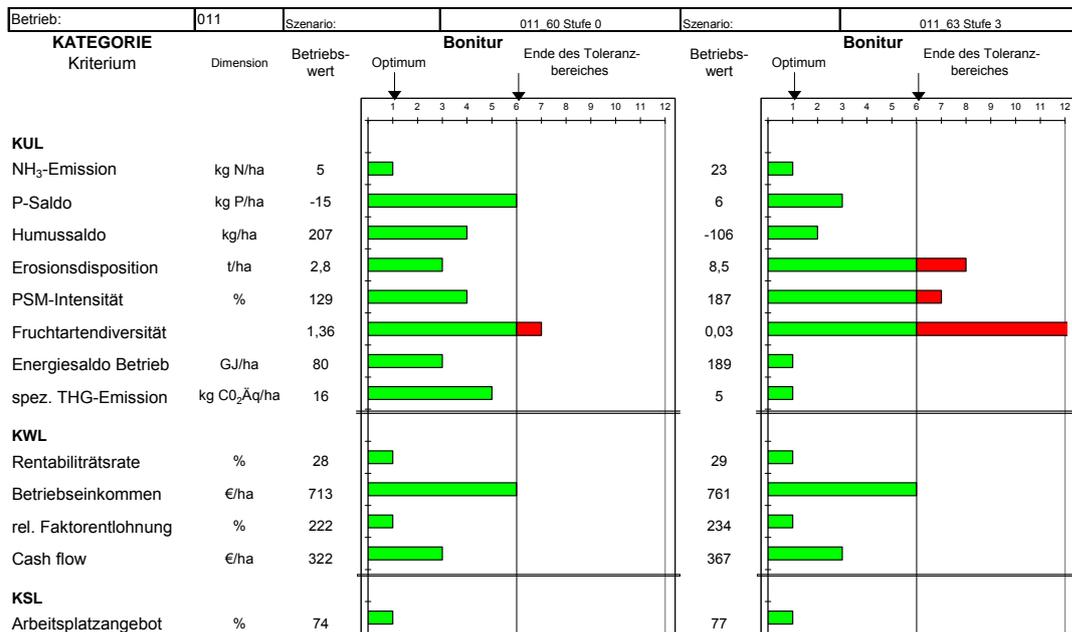


Abbildung 31: Vergleich der Szenarien 0 und 3 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch sind die Änderungen durch das Szenario inakzeptabel. Kritisch sind vor allem der negative Humussaldo von ca. 100 kg Humus-C/ha, die zu hohe Erosionsdisposition und die nicht mehr vorhandene Fruchtartendiversität zu werten. Das beeinträchtigt Bodenfruchtbarkeit, Landschaftsbild und Artenvielfalt gleichermaßen. Hinzu kommt der Anstieg der  $\text{NH}_3$ -Emission und bedingt durch die negativen phytosanitären Auswirkungen der Monokultur eine beträchtlich erhöhte Pflanzenschutzintensität. Demgegenüber treten die positiven Wirkungen wie die Verdoppelung der energetischen Produktivität und die hervorragenden Werte der THG-Bilanz zurück. Allein aus ökologischen Gründen entspricht dieses Szenario nicht den Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung.

Hinsichtlich der agrarsozialen Aspekte bleibt die Monokultur, die grundsätzlich keine strukturellen Änderungen verursacht, ohne erkennbare Auswirkungen in der KSL-Analyse. Durch die

Beschränkung auf nur eine Kulturart und die Konzentration der maßgeblichen Feldarbeiten auf die Monate April/Mai und September/Oktober wird die kurzfristige Belastung der Arbeitskräfte zunehmen.

Wirtschaftlich dürfte für dieses Szenario eine Akzeptanz bestehen, wenn die ökologischen Nachteilswirkungen nicht bekannt sind oder ignoriert werden. Die Maismonokultur erweist sich in der KWL-Prüfung unter den gegenwärtigen Bedingungen als rentabel. Das Betriebseinkommen von 713 EUR/ha erhöht sich leicht auf 761 EUR/ha und steht stellvertretend für alle KWL-Kennziffern (Abb. 31). Bedacht werden muss aber, dass durch die extrem geringe Produktionsdiversität das betriebliche Risiko außerordentlich hoch und mit einem vernünftigen Risikomanagement nicht vereinbar ist. Zudem sind die Stromvergütungen des EEG, die letztendlich die möglichen Preise für den Mais bestimmen, für die nächsten 20 Jahre festgelegt. Sollte es nicht zu einer Anpassung dieser Vergütungssätze kommen, so müsste der Betrieb in den kommenden 20 Jahren die aufgrund der normalen Inflation steigenden Faktorkosten bei gleichbleibenden Einnahmen erwirtschaften, was kaum möglich sein wird.

#### 6.4.3.3 Szenario 5

Die Optimierungsvariante sieht eine Kombination unterschiedlicher Maßnahmen vor. Neben einem gegenüber der Stufe 1 reduzierten Strohverkauf und dem betrieblichen Ersatz von Diesel durch RME bildet der Bau einer 150-kW-Biogasanlage das Kernstück des Szenarios. Die BGA wird allerdings nicht im eigenen Betrieb, sondern in einer neu zu bauenden 8.000er Schweinemastanlage in der benachbarten Gemeinde errichtet. Die Anlagengröße orientiert sich an der zu erwartenden Wärmeabnahme der Schweinemast. Die gesamte Investition der BGA trägt der Betrieb 011. Als Substrat der BGA dient Schweinegülle, die bis zur Auslastungsgrenze durch Silomais als Co-Substrat ergänzt wird. Dafür wird im Betrieb anstelle von Weizen eine Fläche von 28 ha mit Silomais bestellt und als interne Energiepflanzenfläche ausgewiesen.

Der Betrieb der BGA führt zu einer Stromeinspeisung von ca. 1.050 TJ. Darüber hinaus werden 515 TJ Abwärme an die Mast- und Ferkelaufzuchtanlage verkauft. Die anfallende Biogasgülle wird komplett im Betrieb 011 verwertet.

Im Gegensatz zum Basisszenario wird auf den Zukauf des Hühnertrockenkotes verzichtet, da dieser voraussichtlich ab 2009 nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

## Auswirkungen

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 5 (ausgewählte Kriterien)

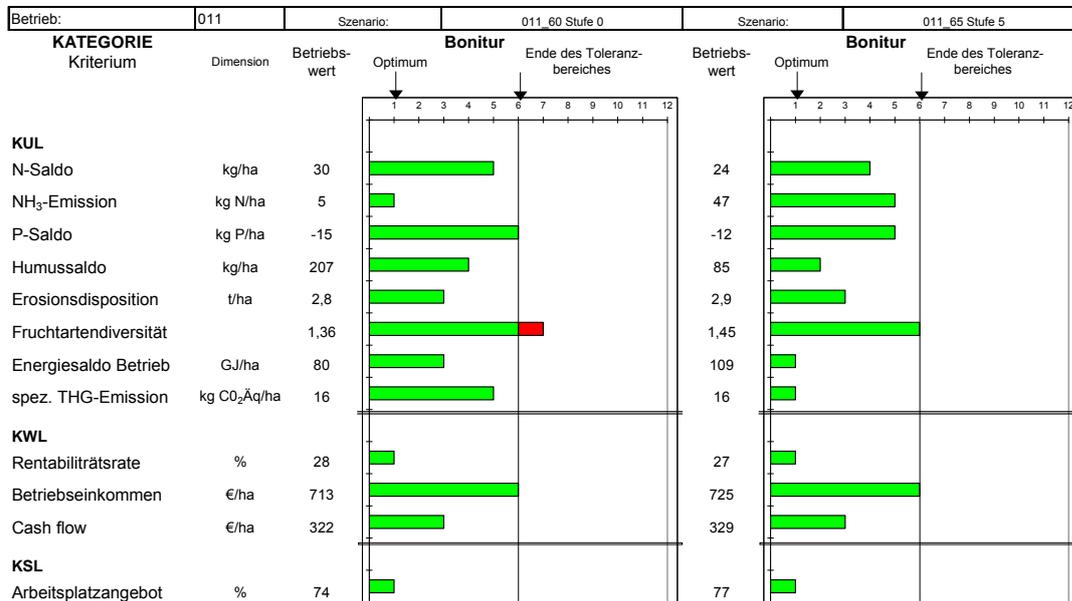


Abbildung 32: Vergleich der Szenarien 0 und 5 für ausgewählte Kriterien

Ökologisch sind die Auswirkungen der Kombination positiv zu sehen. Der N-Saldo verringert sich durch den N-Entzug des verkauften Strohs und aus demselben Grund erreicht auch der Humussaldo akzeptable Werte. Durch den Anbau von Silomais als neue Fruchtart verbessert sich die Fruchtartendiversität in den tolerablen Bereich. Die energetischen Parameter sind als Folge des Stroh- und Stromverkaufs hervorragend, so dass sich insgesamt gesehen trotz der erhöhten NH<sub>3</sub>-Emission die ökologische Situation des Betriebs im Vergleich zur Basisvariante verbessert.

Aus agrarsozialer Sicht ist die Aufstockung um 1,2 AK für Maisanbau und BGA-Betrieb als Arbeitsplatzbeschaffung positiv zu werten. Hinzu kommt eine bessere Angleichung der real Beschäftigten an die betriebsnotwendigen AK (von 74 % zu 87 %), so dass sich die hohe Arbeitsbeanspruchung deutlich relativiert. Eine ebenfalls positive Wirkung auf die Arbeitsbedingungen dürfte die leichte Entzerrung der Arbeitsspitzen durch den Maisanbau haben. Die anderen KSL-Kriterien bleiben unverändert.

Wirtschaftlich zeigt die KWL-Analyse des Szenarios ein gemischtes Bild. Zwar steigt das Betriebseinkommen auf fast 790 EUR/ha, aber die relativ große Investition hinterlässt Spuren, die vor allem die Rentabilitätskennziffern betreffen. Auf einen als kritisch anzusehenden Wert von 46 % sinkt die Eigenkapitalquote und kennzeichnet eine drastische Verringerung der Kapital-

kraft des Unternehmens. Dennoch dürfte das gestiegene Betriebseinkommen und der höhere Cash flow III für die Machbarkeit der Maßnahme sprechen, zumal sich die wirtschaftlichen Kennziffern immer noch im tolerablen Bereich bewegen (Abb. 32).

#### 6.4.3.4 Leistungsparameter und Fazit

Tabelle 19: Leistungsparameter der Basisvariante und der Simulationsstufen

<b>Betrieb 011</b>				
Übergangslage, 578 mm, 368 m NN AZ 59, MF-Spezial	<b>Basis 06</b>	<b>Szenario</b>		
	<b>0 (06)</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)	90	114	204	<b>116</b>
THG-Emission (kg CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF)	1.486	1.473	991	<b>1.935</b>
Energiepflanzenfläche (ha)	0	0	1.106	<b>28</b>
davon interne E.-Pflanzenfläche (ha)	0	0	0	<b>28</b>
Stromeinspeisung (GJ)	95,3 <sup>3</sup>	95,3 <sup>3</sup>	95,3 <sup>3</sup>	<b>3.849<sup>4</sup></b>
sonst. Bioenergieträger (GJ) <sup>1</sup>	0	0	0	<b>515</b>
Summe Bioenergieträger (GJ)	95,3 <sup>3</sup>	95,3 <sup>3</sup>	95,3 <sup>3</sup>	<b>4.363<sup>4</sup></b>
THG-Vermind. (t CO <sub>2</sub> -Äq) <sup>2</sup>	16,3	16,3	16,3	<b>696</b>
THG-Vermind. (kg CO <sub>2</sub> -Äq/ha LF) <sup>2</sup>	15	15	15	<b>628</b>
<b>Bioenergieträger (GJ/ha EP<sub>int.</sub>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>156</b>
<b>THG-Verm. (t CO<sub>2</sub>-Äq/ha EP<sub>int.</sub>)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24,9</b>

<sup>1</sup> z.B. Wärmeverkauf aus BHKW oder Verbrennung, bei Eigennutzung nur dann relevant, wenn gegenüber Basisvariante Einsparungen an fossilen Energieträgern nachweisbar sind (z.B. Heizöleinsparung)

<sup>2</sup> Strom: CO<sub>2</sub>-Vermeidung (Wiederbeschaffung): = 0,171 t CO<sub>2</sub>/GJ Stromeinspeisung ; Wärme: 0,073 t CO<sub>2</sub>/GJ Heizöleinsparung

<sup>3</sup> Photovoltaik

<sup>4</sup> Biogasanlage 150 kW + Photovoltaik

Mit Ausnahme der Stufe 5 erzeugt der Betrieb keine Bioenergieträger, aus denen sich flächenbezogene Leistungsparameter ableiten ließen. Erneuerbare Energie in geringem Ausmaß liefert lediglich eine 30 kW<sub>peak</sub>-Photovoltaikanlage.

Auffällig ist die mit etwa 200 GJ/ha außerordentlich hohe Flächenproduktivität (BBP) der Maismonokultur. Allerdings wird dieser Vorteil durch erhebliche Nachteile konterkariert, von denen das Humusdefizit, die Erosionsgefährdung, sowie die erhöhte Pflanzenschutzintensität und die fehlende Fruchtartendiversität am schwersten wiegen. Beeindruckend sind die Leistungsparameter der Stufe 5, die zeigen, wie durch ein geschicktes Vorgehen die Bioenergieproduktion

zum beiderseitigen Vorteil gesteigert und bezogen auf die relativ kleine Energiepflanzenfläche eine beeindruckende Flächeneffizienz erreicht werden kann (Fettdruck in Tab. 19).

Von den drei gerechneten Simulationen erweisen sich nur die Stufe 1 (der Verkauf des überschüssigen Strohs) und die Optimierungsvariante (Stufe 5) als realisierbar, weil nur diese Varianten wirtschaftlich machbar und ökologisch verträglich sind. Das Extremszenario - die komplette Umstellung auf Energiemais - zeigt zwar gute Kennziffern in der wirtschaftlichen Bewertung, erweist sich aber in der Umweltverträglichkeitsbewertung als inakzeptabel und aus diesem Grund als nicht machbar, abgesehen von dem hohen Risiko, das die Beschränkung auf nur ein Produkt mit sich bringt.

Der Vergleich der beiden Stufen 3 und 5 kann zudem veranschaulichen, welche Bedeutung einer szenarischen ex-ante-Bewertung für betriebliche Entscheidungsprozesse und deren zielgerichtet Optimierung zukommt.

## **6.5 Betrieb 274: Marktfruchtbetrieb auf Vorzugsstandort**

### 6.5.1 Betriebsbeschreibung

Der Betrieb 274 befindet sich im nord-östlichen Teil Schleswig-Holsteins auf einem Standort, der durch sehr indifferente Bodenverhältnisse (von Sand bis Ton innerhalb eines Feldes) und nur mittlere Ackerzahlen (45) gekennzeichnet ist, aufgrund des maritimen Klimas (629 mm Niederschlag) aber verhältnismäßig gute Erträge (80 dt Weizen/ha) erntet. Der Anbau konzentriert sich seit mehreren Jahren fast ausschließlich auf Winterweizen, in Ausnahmefällen werden bis zu 20 % Raps angebaut. 13% der Ackerfläche sind dauerhaft stillgelegt. Bisher werden keine Energiepflanzen angebaut, lediglich das Holz aus der Knickpflege wird zur Beheizung des Wohnhauses genutzt.

### 6.5.2 Ergebnisse der Basisvariante 2006

Der Betrieb wurde für das Erntejahr 2006 erstmalig mit KSNL untersucht. Die Ergebnisse der IST-Situation sind der folgenden Spinnengrafik zu entnehmen (Abb. 33).

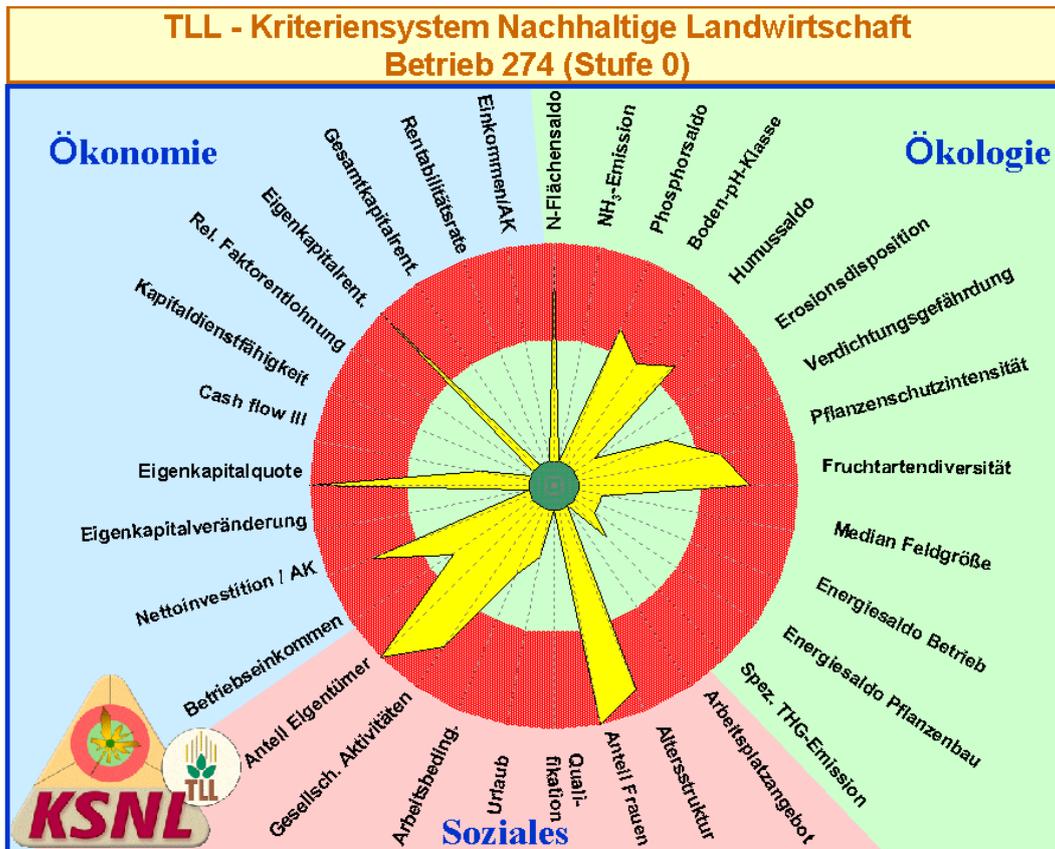


Abbildung 33: KSNL-Gesamtübersicht Betrieb 274 Basisszenario

Das Ergebnis ist vergleichsweise uneinheitlich. Es werden in jedem Teilbereich neben hervorragenden Werten auch Überschreitungen der Toleranzbereiche angezeigt.

#### 6.5.2.1 Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung (KUL-Analyse)

Den guten Werten bei der Energieeffizienz und den Treibhausgasemissionen sowie bei der Einschränkung der Erosionsgefahr stehen auch eine Reihe von Überschreitungen des Toleranzbereiches gegenüber. Das betrifft in erster Linie den mit 94 kg N/ha deutlich zu hohen N-Saldo. Wenn dieser Saldo auch in anderen Jahren dieses Niveau erreicht, würde das eine Überschreitung der gesetzlich zulässigen Werte (Düngeverordnung 2007) bedeuten. Da der Betrieb - abgesehen von dem Mist der wenigen gehaltenen Damtiere - keine organischen Dünger einsetzt, ist die Ursache für die Überschreitung ausschließlich in einem nicht an die Erträge angepassten Düngungsniveau zu suchen. Mit dem hohen N-Saldo im Zusammenhang steht eine schlechte Stickstoffeffizienz von nur 61 % - der Wert sollte in Marktfruchtbetrieben ohne organische Düngung bei > 75 % liegen. Weiterhin kritisch zu bewerten sind die zu hohe Humusreproduktion (Saldo +343 kg Humus-C/ha), die hohe Pflanzenschutzintensität (vor allem bei den

Herbiziden mit 212 % vom Richtwert und bei den Wachstumsreglern mit 202 % vom Richtwert) sowie die zu geringe Kulturartendiversität bedingt durch die fast reine Monokultur.

### 6.5.2.2 Ergebnis der Prüfung der agrarsozialen Situation (KSL-Analyse)

Im sozialen Bereich werden die Altersstruktur und der Frauenanteil kritisch bewertet, wohl wissend, dass dies in kleinen Betrieben kaum zu beeinflussende Tatsachen sind. Der Eigentümeranteil entspricht den in einem Familienbetrieb zu erwartenden Werten. Möglichkeiten zur Verbesserung bestehen im Bereich der gesellschaftlichen Aktivitäten. Da die Landwirtschaft immer unter den Augen der Öffentlichkeit produziert, ist es wichtig, die Bevölkerung zu informieren und viele Möglichkeiten zu Kontakten zu bieten. Ob dies dann über die Mitarbeit in berufsständischen Vertretungen, in Kommunalparlamenten, mit Veröffentlichungen in der Presse oder durch „Tage des offenen Hofes“ geschieht, ist den Vorlieben des Betriebsleiters überlassen.

Als positiv - auch im Vergleich mit anderen Betrieben der Region - wird die gute Anpassung des Arbeitszeitbedarfes an die Beschäftigtenzahl und die ausreichend in Anspruch genommene Urlaubszeit bewertet. Hier muss jedoch hinzugefügt werden, dass die Einhaltung dieser Kriterien in einem Marktfruchtbetrieb leichter möglich ist als in tierhaltenden Familienunternehmen. Hervorzuheben ist weiterhin das hohe Qualifikationsniveau.

### 6.5.2.3 Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Prüfung (KWL-Analyse)

Wie in allen anderen Betrieben wurden auch im Betrieb 274 die Buchführungsdaten des Jahres 2006 mit den Produktpreisen des Jahres 2007/2008 nachbewertet. Damit ergibt sich eine deutlich bessere Situation, wie in Abbildung 34 anhand ausgewählter Kriterien deutlich wird.

**Vergleich des Basisszenarios Stufe 0 und dem IST-Zustand 2006 (ausgewählte Kriterien)**

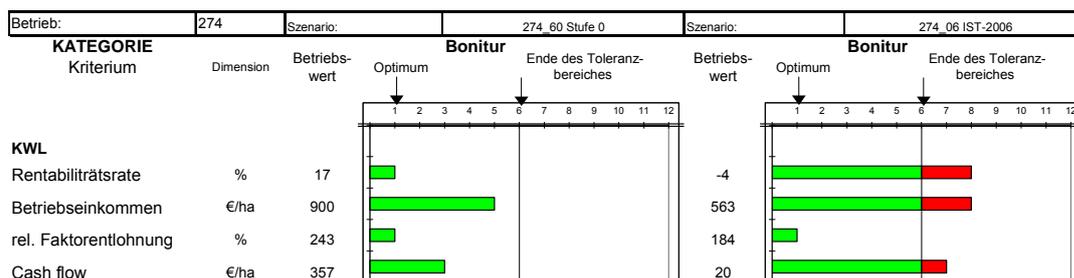


Abbildung 34: Vergleich des Basisszenarios Stufe 0 mit dem IST-Abschluss des Jahres 2006

Auch im Basisszenario hat der Betrieb eine vergleichsweise niedrige Eigenkapitalquote. Aufgrund der hervorragenden Kapitaldienstfähigkeit ist der geringe Eigenkapitalanteil jedoch nicht über zu bewerten. Zudem ist die negative Nettoinvestition zu prüfen. Wenn die Nettoinvestition über mehrere Jahre negativ bleibt, besteht die Gefahr, dass der Betrieb den Anschluss an den technischen Fortschritt verliert und nicht mehr wachstumsfähig ist.

### 6.5.3 Ergebnisse der Simulationen

Tabelle 20: Szenarien unterschiedlicher Energieträgererzeugung Betrieb 274

Szenario	Beschreibung/Maßnahme	Erläuterung
0	Ist-Zustand 2006	Vergleichsbasis
1	Nutzung von Reserven	Verkauf von zusätzlich 355 t Stroh (55 €/t) zur externen Verwertung
2	Intensivierung Grünland	entfällt
3	Änderung des Anbauspektrums	3.3: 30 ha Silomais für externe BGA mit Rücknahme Biogasgülle (PK-Äquivalent), NH <sub>3</sub> -Verlustausgleich durch N-Zukauf 3.4: 9 ha Pappeln auf Stilllegungsfläche und Verkauf der Hackschnitzel
4	Abbau der Tierhaltung	entfällt
5	Optimierung Bioenergie	– Verkauf von 88 t Stroh – Anbau von 30 ha Energiemais (Stufe 3.3) – Anbau von 9 ha Pappeln (Stufe 3.4)

Als reiner Marktfruchtbetrieb kann der Betrieb 274 als bislang ungenutzte Reserven im Szenario 1 bis zu 355 t Stroh verkaufen und der Humussaldo würde immer noch bei +90 kg Humus-C/ha liegen.

Wegen des hohen Ertragsniveaus auf dem Ackerland und dem fehlenden Grünland erscheinen Intensivierungsmaßnahmen als wenig erfolgversprechend. Vielmehr wird empfohlen, einige Intensivierungsfaktoren wie die N-Düngung oder die Menge der eingesetzten Pflanzenschutzmittel schrittweise zu reduzieren. Dies sollte ohne Gefährdung der Ertragshöhe bei Stickstoff um etwa 30 - 40 kg problemlos möglich sein. Bei der Planung von Pflanzenschutzmaßnahmen ist eine engere Zusammenarbeit mit regional tätigen Pflanzenschutzberatern anzustreben.

Im Szenario 3 bestehen durch den bisherigen fast reinen Weizenanbau gute Möglichkeiten zu Änderungen in der Produktionsstruktur.

Für den Raps wird aufgrund des nur mittleren Ertragsniveaus eine Beibehaltung der im Jahr 2006 angebauten 7 % Raps empfohlen. Mit dieser Anbaufläche lässt sich der rechnerische Bedarf des Betriebes an Treibstoffen decken. Eine Empfehlung zum Einsatz von RME wird trotz der ökologischen Vorteile aus ökonomischen Gründen nicht ausgesprochen, da der Betrieb mit 15.000 Litern Dieserverbrauch noch zu stark von der Energiesteuerrückerstattung (ca. 15 Cent/Liter) profitiert und somit der Einsatz von RME unter den aktuellen Preisbedingungen nicht wirtschaftlich ist.

Die gegenwärtig noch nicht ausreichende Kulturartenvielfalt kann nur durch den Anbau weiterer Fruchtarten verbessert werden. Bezugnehmend auf regionale Planungsansätze wird dabei der Anbau von Mais und Pappeln vorgeschlagen.

Die Stadtwerke Eutin (etwa 10 km entfernt) beabsichtigen die Errichtung einer Biogasanlage zur Stromerzeugung mit gleichzeitiger Wärmenutzung im Fernwärmenetz von Eutin. Hierfür wird neben den organischen Düngern der umliegenden Landwirte auch weitere Biomasse benötigt. Für den Betrieb 274 wird in der Stufe 3.3 der Anbau von 30 ha Silomais und damit verbunden die Lieferung von 1.200 t Mais an die Stadtwerke bei Rücknahme der äquivalenten Biogasgüllemenge geprüft.

Ein benachbarter Landwirt hat begonnen, Technik für die Erzeugung von Hackschnitzeln aus der Knickpflege anzuschaffen. Diese Maschinen können ebenso für die Beerntung von Kurzumtriebsplantagen verwendet werden. Die erzeugten Hackschnitzel sollen größeren Heizanlagen angeboten werden. Im Betrieb 274 sind gegenwärtig 13 ha dauerhaft still gelegt. Auf zwei dieser Flächen, die aufgrund der Schlagform und -größe sowie der Hangneigung nicht für den jährlichen Anbau von Ackerkulturen genutzt werden sollten, wird in der Stufe 3.4 die Anlage einer Kurzumtriebsplantage mit schnellwachsenden Pappeln geprüft. Die erzeugten Hackschnitzel sollen komplett verkauft werden, da der geringe innerbetriebliche Wärmebedarf bereits zum großen Teil über die Verbrennung von Scheitholz gedeckt wird.

Im Szenario 5 werden als Empfehlungsvariante die Wirkungen des Strohverkaufes und des Energiepflanzenanbaus (Stufe 3.3 und 3.4) gemeinsam betrachtet.

Die Ergebnisse der dargestellten Szenarien zeigt Tabelle 21.

Tabelle 21a: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebes 274; allgemeine Daten und KUL

Betrieb 274											
AZ 45; 45 m NN, 629 mm; Marktfrucht		Basis 06		Szenario							
		0		1		3.3		3.4		5	
LF ha		164		164							
AF ha		162		162							
GV ha (Rind/Milchprodukt.)		0		0							
BBP GJ/ha (Abfuhr Fläche)		111		148		130		114		141	
Marktprod. (ha)	GJ/ha	140	111	140	111	111	111	140	111	110	110
Futterprod. (ha)	GJ/ha	3	134	3	134	3	134	3	134	3	134
E.-Pfl.prod. <sub>ext</sub> (ha)	GJ/ha	0	0	0	5257	30	201	8	172	38	230
E.-Pfl.prod. <sub>int</sub> (ha)	GJ/ha	0	0	0							
Konvers.anlage	T <sub>JStrom</sub>										
<b>KUL (Umwelt)</b>		<b>W</b>	<b>BN</b>								
N-Saldo (kg N/ha)		94	9	82	8	86	8	89	8	81	8
NH <sub>3</sub> -Emission (kg N/ha)		3	1	3	1	6	1	3	1	6	1
P-Saldo (kg P/ha)		-24	7	-24	7	-19	7	-23	7	-19	7
Boden-pH-Klasse (A bis E)		3,9	6	3,9	6	3,9	6	3,9	6	3,9	6
Humussaldo (kg Humus-C)		343	7	90	3	148	3	343	7	85	2
Erosionsdisposition (t/ha)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Verd.-gefährdung (P <sub>T</sub> /P <sub>B</sub> )		1,18	5	1,18	5	1,18	5	1,18	5	1,18	5
Pfl.schutzintensität (%)		168	7	168	7	167	7	168	7	168	7
Anteil ÖLF (%)		7,3	0	7,3	0	7,3	0	7,3	0	7,3	0
Fruchtartendivers. (Index)		0,7	6	0,7	8	1,1	7	0,8	8	1,2	7
Median Feldgröße (ha)		32,5	2	32,5	2	32,5	2	32,5	2	32,5	2
E.-Saldo Betrieb (GJ/ha)		93,1	2	129,3	1	111,9	1	97,1	2	123,3	1
E.-Saldo Pfl.bau (GJ/ha)		96	2	131,9	1	114,6	1	99,6	1	125,8	1
THG-Emiss. (kg CO <sub>2</sub> /GJ MP)		22	3	16,6	1	17,3	1	20,7	3	15,2	1



Tabelle 21b: KSNL-Auswertung der Szenarien des Simulationsbetriebs 274: KWL und KSL

Betrieb 274										
AZ 45; 45 m NN, 629 mm; Marktfrucht	Basis 06		Szenario							
	0		1		3.3		3.4		5	
<b>KSL (Agrarsozial)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Arbeitsplatzangebot (%)	171	1	175	1	161	1	170	1	160	1
Alterstruktur (%)	33,3	9	33,3	9	33,3	9	33,3	9	33,3	9
Anteil Frauen (%)	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
Qualifikation (%)	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1
Arbeitsbeding. (Punkte)	8	4	8	4	8	4	8	4	9	3
Urlaub (Arbeitstage)	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3
Bruttolohnniveau (%)	k. A.	-	k. A.	-	k. A.	-	k. A.	-	k. A.	-
Gesell. Aktivitäten (Punkte)	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
Anteil Eigentümer (%)	63	3	63	3	63	3	63	3	63	3
<b>KWL (Wirtschaft)</b>	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN	W	BN
Einkommen je AK (T€)	62,9	1	62,9	1	64,7	1	62,9	1	67,4	1
Rentabilitätsrate ord. (%)	17,1	1	16,3	1	18,6	1	16,8	1	19,6	1
Gesamtkap.rentabilität (%)	43,8	1	43,9	1	45,8	1	34,9	1	38,8	1
Eigenkapitalrentabilität (%)	-22,7	10	-28,1	10	-30,5	10	-27,4	10	-34,3	10
Betriebseinkommen (€/ha)	899,6	5	919,1	4	931,4	4	909,1	4	967,7	4
Rel. Faktorentlohnung (%)	242,9	1	241,6	1	246,4	1	241,2	1	249,3	1
Kapitaldienstfähigkeit (%)	0,4	1	0,3	1	0,3	1	2,1	1	1,8	1
Nettoinvestitionen (€/ha)	-81,1	8	-81,1	8	-81,1	8	96,4	4	96,4	4
Cash flow III (€/ha)	357,5	3	369,5	3	386,4	3	369,4	3	424	2
Eigenkapitalquote (%)	-160	10	-155,7	10	-149,4	10	-124,3	10	-110,8	10
Eigenkap.veränderg. (€/ha)	303,4	1	315,4	1	332,3	1	306	1	360,6	1

### 6.5.3.1 Szenario 1

Bedingt durch die nur aus Getreide und Raps bestehende Fruchtfolge und den fehlenden Verkauf von Koppelprodukten werden dem Boden jährlich 343 kg Humus-Kohlenstoff mehr zugeführt als durch den Anbau und die Bodenbearbeitung entzogen wurden. Diese hohe Zufuhr an organischer Substanz wird bestenfalls zu einem kurzfristigen Anstieg der Boden-Humusgehalte führen, dabei aber gleichzeitig beträchtliche N-Mengen fixieren. Die über den Bodenbedarf hinaus zugeführten Kohlenstoffmengen werden langfristig jedoch wieder zu Kohlendioxid abgebaut. Zusätzlich ist ein über den bodentypischen Humusgehalt hinausgehender Humusanteil anfällig für kurzfristige Mineralisierungen infolge von klimatischen Einflüssen oder einer intensiven Bodenbearbeitung. Dabei wird neben dem Kohlenstoff auch der im Humus gebundene Stickstoff frei. Treten solche Mineralisierungsschübe außerhalb der Vegetationszeit beispielsweise nach dem Pflügen der Flächen auf, so können diese N-Mengen nicht durch die Pflanzen aufgenommen werden und es besteht die Gefahr des Austrages in das Grundwasser. Aus diesem Grund wird empfohlen, auf Ackerflächen eine ausgeglichene Humusbilanz anzustreben.

Für den Betrieb 274 wird aufgrund der feuchteren Bedingungen und der sehr unterschiedlichen Böden ein Sicherheitszuschlag von 100 kg Humus-C/ha angestrebt. Unter Berücksichtigung dieser Vorgabe stehen 355 t Stroh für einen Verkauf zur Verfügung.

#### Ökologische Bewertung

Mit dieser Strohmenge werden gleichzeitig etwa 1.800 kg Stickstoff verkauft. Bezogen auf die Bilanzfläche bedeutet das eine zusätzliche Abfuhr von 13 kg N/ha. Da dieser Stickstoff im Zuge der Umwandlung von Stroh zu Humus zunächst immobilisiert würde, stünde er der folgenden Kultur nicht zur Verfügung. Demzufolge muss diese Stickstoffabfuhr auch nicht durch eine mineralische N-Düngung ausgeglichen werden. Der N-Saldo wird durch diese Maßnahme auf 81 kg N/ha reduziert und unterschreitet damit zumindest den gesetzlichen Grenzwert (Abb. 35).

Gleichzeitig werden mit dem Stroh bedeutende Mengen an Grundnährstoffen abgefahren. Da es meist nicht gelingt, diese über eine regional begrenzt mögliche Ascherücklieferung auszugleichen, müssen ca. 4,5 t Kalium (= 9,5 t Kali-60) und 0,5 t Phosphor (= 2,3 t TSP) als Ausgleichsdüngung eingekauft werden.

Die Strohbergung erfordert einen zusätzlichen Einsatz an Kraftstoffen. Im Gegenzug wird Diesel eingespart, weil beim Mähdrusch auf das energieaufwändige Häckseln des Strohs verzichtet werden kann.

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 1 (ausgewählte Kriterien)

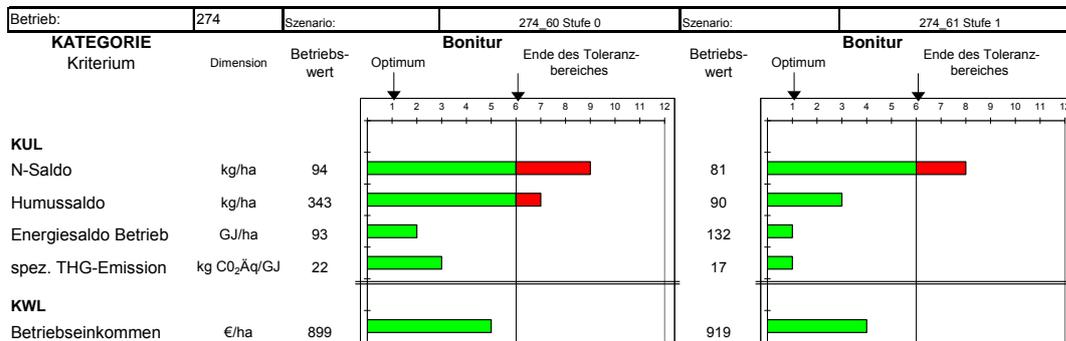


Abbildung 35: Betrieb 274: Vergleich Stufe 0 und Stufe 1: Strohverkauf

Da der Strohverkauf eine fast verdoppelte Energieabfuhr auf den Flächen mit Strohbergung bei nur geringem energetischen Mehraufwand bedeutet, verbessert sich die Energiebilanz umgerechnet auf die gesamten Bilanzfläche von 93 GJ/ha um über 40 % auf 132 GJ/ha. Die größere geerntete Energiemenge führt zu deutlich gesunkenen spezifischen Emissionen je GJ Marktprodukt (von 22 auf 17 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente/GJ MP).

#### Agrarsoziale Bewertung

Der Strohverkauf hat nur geringe Einflüsse auf die sozialen Kriterien. Negativ wirkt sich die nochmals steigende Arbeitsbelastung in der Erntezeit aus. Dem kann entgegengewirkt werden, indem diese Arbeiten an spezialisierte Dienstleister vergeben werden, die aufgrund der besseren Technikauslastung meist auch preiswerter sind.

#### Wirtschaftliche Bewertung

Von allen KWL-Kriterien wird nur das Betriebseinkommen je Flächeneinheit geringfügig positiv beeinflusst.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die Strohnachfrage noch gering, da nur begrenzt Abnehmer zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird für das Stroh mit 55 € ein Verkaufspreis angenommen, der lediglich die Kosten für die Bergung und die Ausgleichsdüngung abdeckt. Somit gibt es bei den Rentabilitäts- und Gewinnkriterien keine Änderungen.

Für die Zukunft wird erwartet, dass durch die Errichtung entsprechender Energiekonversionsanlagen (z. B. 50-MW-Heizwerk der Firma Emslandstärke [BIOENERGIE-EMSLAND 2008]) eine steigende Nachfrage entsteht. Der noch extrem große Preisunterschied je Energieeinheit zwischen Stroh und Erdöl/Erdgas wird perspektivisch abnehmen und so Strohpreise ermöglichen, die auch einen positiven wirtschaftlichen Einfluss auf den Betrieb haben werden.

### 6.5.3.2 Szenario 3.3

Da in Marktfruchtbetrieben keine Futterpflanzen in der Fruchtfolge stehen, werden vorrangig die gut vermarktbareren Kulturen wie Weizen und Raps angebaut. Dies ist auch im Betrieb 274 sehr ausgeprägt der Fall (80 % Weizen, 7 % Raps, 13 % Stilllegung). Aus Fruchtfolgegründen interessante Marktfrüchte wie z. B. Körnererbsen sind bei vergleichsweise geringen Erträgen nur zu niedrigen Preisen zu verkaufen, was die ökonomische Anbauwürdigkeit trotz positiver Effekte auf die Nachfrüchte stark reduziert. Da für den Anbau von Rüben keine Quoten vorhanden sind und keine Verarbeitungsfabriken für Kartoffeln in räumlicher Nähe liegen, bietet nur der Anbau von Energiepflanzen eine mögliche Alternative.

Bedingt durch die im Punkt 6.5.3 genannten Rahmenbedingungen werden der Anbau von Mais und von Pappeln geprüft.

Die Aussaat von Mais auf 30 ha bzw. 19 % der Ackerfläche hat fast durchgängig einen positiven Einfluss auf die Kriterien der Nachhaltigkeitsbewertung.

#### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.3 (ausgewählte Kriterien)

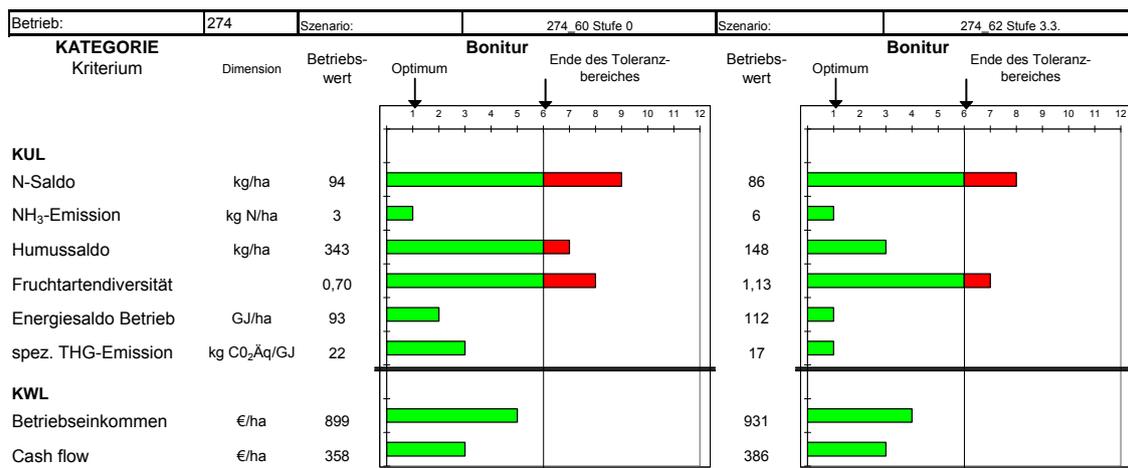


Abbildung 36: Betrieb 274: Vergleich Stufe 0 und Stufe 3.3: Maisanbau

#### Ökologische Bewertung

Der Maisanbau ermöglicht es durch die bessere Stickstoffausnutzung auf den beim Weizenanbau regelmäßig gedüngten „Qualitätszuschlag“ zu verzichten. Damit werden etwa 30 kg N je ha Maisfläche eingespart, was bezogen auf die Bilanzfläche zu einer Verringerung des Saldos um etwa 7 kg N/ha führt. Nachteilig wirkt sich der NH<sub>3</sub>-Verlust aus der Biogasgülle aus, mit 6 kg NH<sub>3</sub>-N/ha Fläche sind die Emissionen aber noch sehr gering (Toleranzbereich: 0 – 50 kg NH<sub>3</sub>-N/ha). Durch die komplette Abfuhr der oberirdischen Biomasse bei Silomais und den im Vergleich zum Weizen höheren Humusbedarf im Anbau sinkt der Humussaldo auf 148 kg Humus-C/ha und nähert sich damit der beim Strohverkauf angestrebten Zielgröße von etwa 100 kg

Humus-C/ha (Abb. 36). Die deutliche Verbesserung der Fruchtartendiversität (von 0,7 auf 1,13) wurde bereits besprochen. Da aber trotz der Maisaussaat nur 4 Kulturen angebaut werden, liegt der Wert immer noch unterhalb der Toleranzschwelle (1,3).

#### Agrarsoziale Bewertung

Im sozialen Bereich wirkt sich der Maisanbau nicht messbar aus. Die Entzerrung der Arbeitsspitzen (August und September/Okttober) ist grundsätzlich zwar positiv hinsichtlich der Arbeitsbelastung einzuschätzen, andererseits kann das für den auch in außerlandwirtschaftlichen Bereichen tätigen Betriebsleiter zu unerwünschten Beeinträchtigungen im jährlichen Arbeitsablauf führen. Deshalb wird bei einer Umsetzung der Stufe 3.3 empfohlen, die speziellen Arbeiten für den Silomais (Legen, Ernten) weitestgehend an Lohnunternehmer zu vergeben.

#### Wirtschaftliche Bewertung

Ökonomisch ist der Erfolg des Maisanbaus vom Preisverhältnis zwischen Weizen und Silomais abhängig. Unter den Annahmen des Jahres 2007/08 mit 15,70 €/dt für den Weizen und von 35 €/t für fertig gehäckselten und angelieferten Silomais wäre der Maisanbau trotz der technologischen Mehrkosten von ca. 2.200 € für die Ausbringkosten der Biogasgülle und die größeren zu transportierenden Erntemengen wirtschaftlich vorteilhaft. Ein weiter sinkender Weizenpreis verbessert die Wirtschaftlichkeit des Maisanbaus. In der Regel wird der Biogasanlagenbetreiber aber auch die Maispreise im vergleichbaren Umfang senken, so dass der erzielbare ökonomische Vorteil des Maisanbaus im überschaubaren Rahmen bleibt.

#### 6.5.3.3 Szenario 3.4

Der Anbau von Holz stellt eine interessante Alternative zur Flächenstilllegung von für den Ackerbau unvorteilhaften Flächen dar. Die ganzjährige Bodenbedeckung reduziert die Erosionsgefahr auf den oft hängigen Schlägen, die seltene Ernte ermöglicht auch die Nutzung von technologisch ungeeigneten Feldformen. Gerade auch an der Grenze zu empfindlichen Ökosystemen können Kurzumtriebsplantagen mit ihrem geringen Aufwand an Pflanzenschutzmitteln und vergleichsweise niedrigen Düngermengen als Pufferzonen dienen.

Für den Betrieb 274 wird der Anbau von Pappeln auf zwei bislang stillgelegten Feldstücken vorgesehen.

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 3.4 (ausgewählte Kriterien)

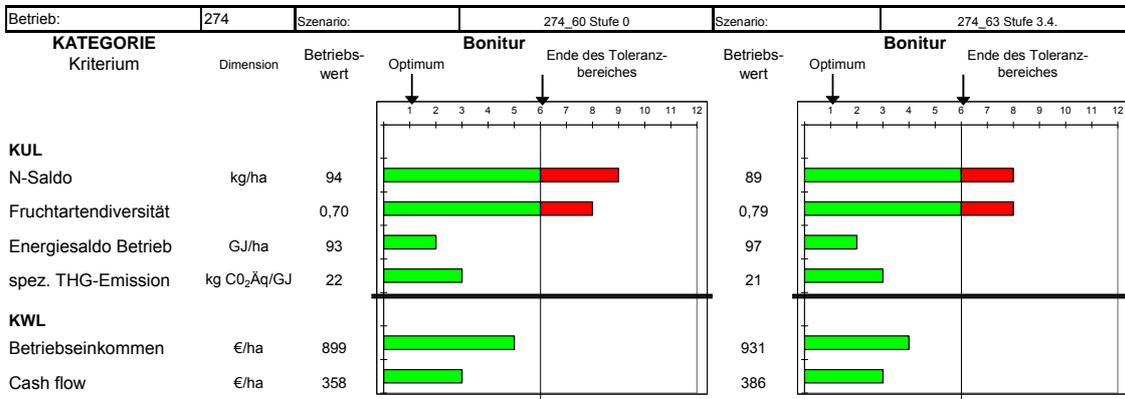


Abbildung 37: Betrieb 274: Vergleich Stufe 0 und Stufe 3.4: Pappelanbau

Bei der Einschätzung der Auswirkungen ist zu berücksichtigen, dass die Kurzumtriebsplantagen nur auf 5 % der Betriebsfläche angebaut wurden. Demzufolge kommt es bei den meisten Kriterien nur zu geringen Auswirkungen, die oft innerhalb des Bewertungsrahmens einer Boniturnote liegen. Da die Anbauanteile in den Betrieben kaum größer als hier angegeben werden, ist diese Bewertung der Praxis entsprechend. Sie spiegelt aber nicht die auf der konkret angebaute Fläche messbaren Veränderungen wieder.

#### Ökologische Bewertung

Der Stickstoffsaldo reduziert sich gegenüber dem Ausgangsszenario leicht um 4 kg N/ha (Abb. 37). Dies ist auf die Vergrößerung der Bilanzfläche um 9 ha bei einem gleichzeitig ausgeglichenen N-Saldo auf der hinzukommenden Fläche zu erklären. In einem ebenso geringen Umfang (+0,09) verbessert sich die Fruchtartendiversität. Die Ernte von Marktprodukten auf der bislang ungenutzten Stilllegung erhöht den Energiesaldo um 4 GJ/ha LF und reduziert die spezifischen THG-Emissionen um 1 kg CO<sub>2</sub>-Äq/GJ MP, bezogen auf den Hektar Pappelfläche bedeutet es aber eine Zunahme des Energiesaldos von 115 GJ/ha. Der hier geplante Pappelanbau ermöglicht damit - ebenso wie die Strohbergung - eine Energierohstoffherzeugung ohne zusätzlichen Flächenbedarf. Anders wäre die Umstellung auf Pappeln zu bewerten, wenn diese auf bisher ackerbaulich genutzten Flächen angebaut würden.

#### Agrarsoziale Bewertung

Aufgrund der geringen Anbaufläche und der nur im mehrjährigen Abstand erfolgenden Ernte gibt es keine dauerhaften Auswirkungen auf soziale Faktoren. Der AK-Bedarf erhöht sich um nur 0,01 Voll-AK. Lediglich im Anpflanzungsjahr ist ein erheblicher Aufwand zu erbringen. Um diese Arbeits- und Kapitalbelastung zu verteilen und gleichzeitig das klimatische Risiko (Ausfall

der Anpflanzung in extremen Trockenjahren) zu reduzieren, wird empfohlen, die Pflanzung auf mindestens 2 Jahre zu verteilen.

### Wirtschaftliche Bewertung

Die Ernte von verkäuflichen Produkten auf bislang ungenutzten Flächen führt zu einer geringen Erhöhung des Betriebseinkommens und des Cash flow. Durch die beträchtlichen Investitionen (2.500 €/ha für die Anlage zzgl. einer Rücklage von 900 €/ha für die Rodung nach der letzten Nutzung) erhöht sich das Nettoinvestitionsvolumen.

### 6.5.3.4 Szenario 5

In der Optimierungsvariante wird dem Betrieb empfohlen, alle in den Stufen 1, 3.3 und 3.4 diskutierten Maßnahmen umzusetzen.

Zu einer Einschränkung kommt es lediglich beim Strohverkauf, da durch den Maisanbau schon ein großer Teil des erhöhten Humus-Saldos abgebaut wird. Somit können nur noch 88 t Stroh geborgen und verkauft werden.

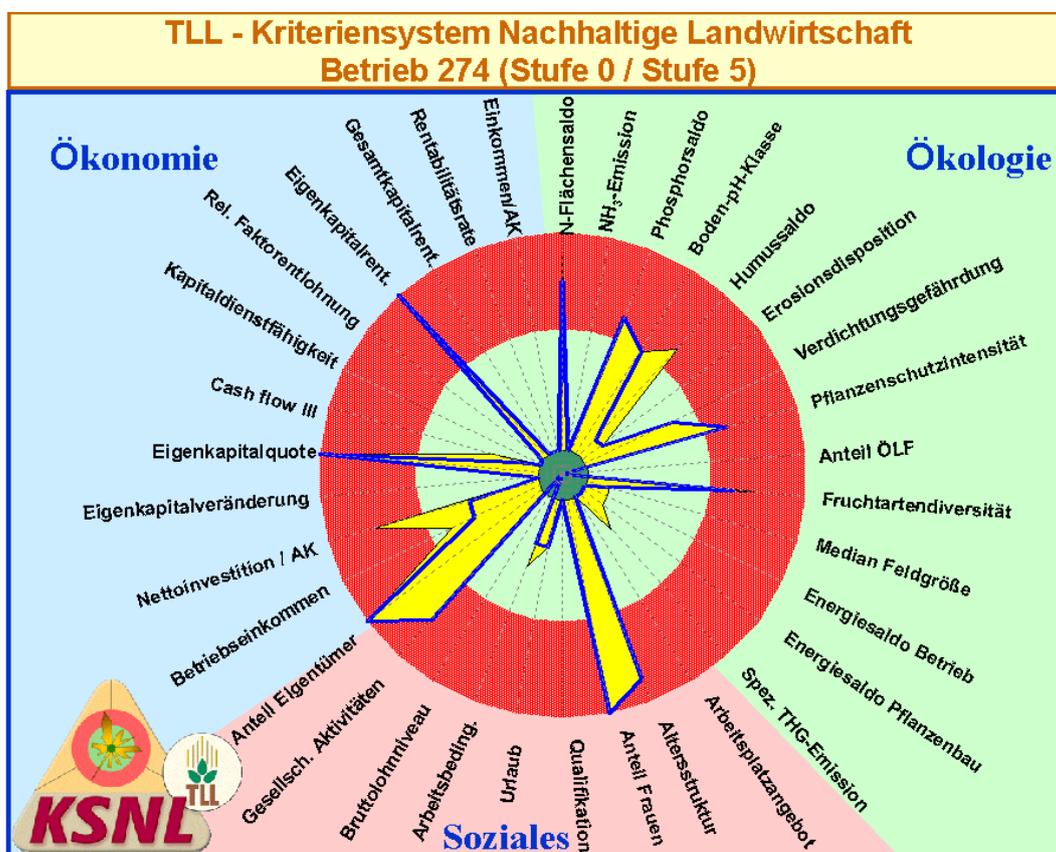


Abbildung 38: KSNT – Vergleich Betrieb 274 Stufe 0 und Stufe 5

Gegenüber der Bewertung im Basisszenario (helle Fläche) können durch die Umsetzung der Empfehlungen (Szenario 5 = dunkle Linie) eine Reihe von teilweise deutlichen Verbesserungen erreicht werden (Abb. 38).

### Ökologische Bewertung

Alein die Änderungen beim Anbauspektrum und der Strohnutzung verringern den N-Saldo um 13 kg N/ha, ohne dass das Düngungsregime zu Weizen oder Raps angepasst wurde. Gleichzeitig bietet die Strohabfuhr durch die nun nicht mehr notwendige Strohdüngung die Chance für eine nochmalige Reduzierung um 3 kg N/ha. Damit bräuchte die Stickstoffdüngung zu Weizen und Raps bis zur Erreichung eines tolerablen N-Überschusses nur um etwa 30 kg/ha reduziert zu werden. Da diese Reduzierung mit einer finanziellen Einsparung von ca. 5.000 €/a verbunden ist, sollte sie kurzfristig zumindest auf einigen Schlägen umgesetzt werden.

### Szenarienvergleich Stufe 0 und Stufe 5 (ausgewählte Kriterien)

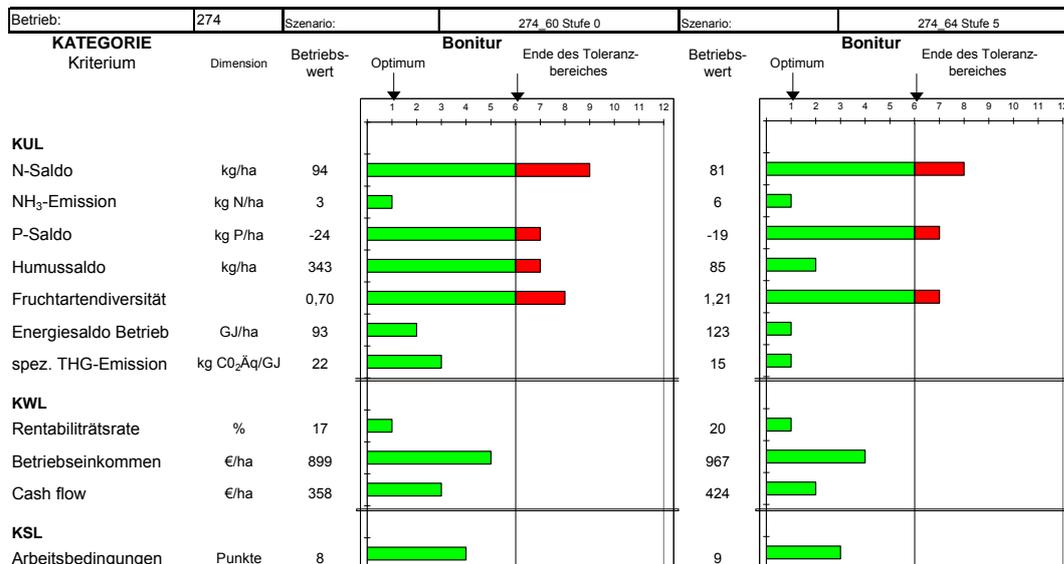


Abbildung 39: Betrieb 274: Vergleich Stufe 0 und Stufe 5: Optimierung

Durch die Rückführung der Biogasgülle aus dem Silomaisanbau reduziert sich der negative Phosphor-Saldo von -24 auf -19 kg P/ha. Dadurch ist der Betrieb nicht mehr so stark zum Zukauf von fremden organischen Düngern oder von mineralischen Grunddüngern gezwungen.

Strohverkauf und Maisanbau führen in der gewählten Intensität zu einem standortangepassten Humussaldo von 85 kg Humus-C (Abb. 39).

Die zusätzlich angebauten Fruchtarten Mais und Pappeln verbessern deutlich die Fruchtartenvielfalt im Betrieb. Da der Toleranzbereich allerdings immer noch unterschritten wird, sollte noch

eine weitere Ackerfrucht (z.B. Wintergerste vor Raps) in die Fruchtfolge einbezogen werden, wenn es die betrieblichen Gegebenheiten (z.B. Lagermöglichkeiten) zulassen.

In der Summe aller Maßnahmen erhöht sich der Energiesaldo um ein Drittel auf 123 GJ/ha. Das ist zwar weniger als mit der reinen Strohabfuhr (Stufe 1; 132 GJ/ha) erreicht werden könnte, hat aber - wie erwähnt - eine Reihe anderer ökologischer Vorteile.

Die spezifischen THG-Emissionen sinken auf 15 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je GJ Marktprodukt und sind damit noch niedriger als der Wert in Stufe 1 (17 kg CO<sub>2</sub>-Äqu./ GJ MP).

#### Agrarsoziale Bewertung

Da im Betrieb 274 keine Extremszenarien geprüft wurden, bleiben die Auswirkungen auch in der Stufe 5 auf die sozialen Bewertungen gering. Der Arbeitskraft-Bedarf steigt geringfügig um 0,04 Voll-AK. Vorteilhaft ist aus Sicht der Arbeitsbelastung die gleichmäßigere Verteilung der Arbeit, was in einer besseren Bewertung der Arbeitsbedingungen zum Ausdruck kommt.

#### Wirtschaftliche Bewertung

Die Ausdehnung des Produktverkaufes (Stroh, Hackschnitzel) führt zu einer um 7 % höheren Wertschöpfung je Flächeneinheit. Gleichzeitig wird eine verbesserte Rentabilitätsrate und ein höherer Cash flow ausgewiesen.

Mit dem teilweisen Umstieg auf die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe können wegen der geringen Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit ökonomische Probleme im Betrieb nicht gelöst werden. Dieser Schritt führt aber zu einer Diversifizierung der landwirtschaftlichen Produktion und damit zu einer Risikostreuung, da die Preise für NaWaRo aufgrund der Bindung an staatlich garantierte Zahlungen für Strom (EEG) und wegen der meist längerfristigen Vertragsbindung nicht so volatil sind wie die Preise für Konsumgetreide.

#### 6.5.3.5 Leistungsparameter und Fazit

Die Leistungsbewertung der Bioenergieerzeugung wird im Betrieb 274 nicht diskutiert, da trotz der beträchtlichen Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus auf fast ein Viertel der Betriebsfläche wegen der nicht möglichen Wärmeverwertung am Betriebsstandort keine Konversion der erzeugten Biomasse zu Strom oder Wärme im Betrieb stattfindet. Alle geernteten Rohstoffe werden an externe Nutzer verkauft. Die Energieeinsparwirkung wird dadurch deutlich höher sein als bei einer Stromerzeugung am Betriebsstandort ohne Wärmenutzung. Durch die Verlagerung der Umwandlungsprozesse aus dem Betrieb heraus können diese jedoch nicht mehr in die KSNL-Bewertung des Landwirtschaftsbetriebes einbezogen werden.

## 7. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Erzeugung von Bioenergieträgern, vor kurzem noch als klimaschützende Maßnahme und Alternative zu den knapper werdenden fossilen Energieträgern begrüßt, entwickelt sich in der gesellschaftlichen Diskussion zu einem Thema, das polarisiert. Auf der einen Seite stehen die Vorteile:

- verminderte Treibhausgasemissionen bei Substitution fossiler Energieträger,
- geringere Abhängigkeit von Erdöl- / Erdgasimporten und den Preisentwicklungen auf den Rohstoffmärkten,
- verbesserte Diversifikation der Energieressourcen,
- gute Verfügbarkeit durch räumliche und zeitliche Flexibilität und
- erhöhtes Wertschöpfungspotential der Landwirtschaft.

Demgegenüber steht die Besorgnis vor wachsenden Umweltbelastungen und zunehmender Flächenkonkurrenz, d.h. einer Verknappung von Nahrungs- und Futtermitteln durch Energie- und Rohstoffpflanzen. Diese Sorgen sind ernst zu nehmen, denn es wird auf Dauer nicht möglich sein, die Bioenergie ohne gesellschaftliche Akzeptanz zu entwickeln. Daher muss der Energiepflanzenanbau überprüfbar nachhaltig gestaltet werden, d.h. die Erzeugung von Bioenergieträgern muss nicht nur wirtschaftlich rentabel, sondern auch umwelt- und sozialverträglich und mit hoher Flächeneffizienz erfolgen.

Mit KSNL steht ein Instrumentarium zur Verfügung, das anhand von 34 Prüfkriterien die ökologischen, agrarsozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des Biomasseanbaus erfasst und bewertet. Das Verfahren ist praktisch erprobt, einsatzfähig und es erlaubt, mit einem leistbaren Aufwand Landwirtschaftsbetriebe, aber auch Konzepte und Szenarien einer Nachhaltigkeitsanalyse zu unterziehen. Damit wird es für den Biomasseproduzenten möglich, sich zwischen vielen Möglichkeiten für die nachhaltige Variante entscheiden zu können.

Bei dem hier praktizierten Aufbau von Bioenergieszenarien geht es nicht vordergründig um die theoretische Erwägung, wie weit der Energiepflanzenbau ausgedehnt werden kann, sondern um die pragmatische Überlegung, welche kurzfristig zu realisierenden Möglichkeiten sich unter den Bedingungen des konkreten Betriebs anbieten, um die bestehende Bioenergieerzeugung zu erhöhen bzw. zu optimieren.

Die Szenarien umfassen jeweils

- die Verwertung bislang ungenutzter Biomassepotentiale (Wirtschaftsdünger, Überhänge aus Futterreserven, Futterreste, Ernterückstände, Zwischenfruchtanbau etc.),
- die maßvolle Intensivierung vorzugsweise von Grünlandflächen,
- einen Fruchtartenwechsel bzw. die Einführung neuer Energiepflanzen mit günstigen ökologischen Eigenschaften und

- die Kombination solcher Maßnahmen zur Optimierung der Wirkungen.

Gleichzeitig geprüfte Extremszenarien können Ergebnisse und Argumente für die gegenwärtig ablaufende Diskussion liefern. Über die praktische Umsetzung von Extremszenarien entscheiden primär wirtschaftliche Vorteilswirkungen. Bleiben diese aus oder verkehren sich gar ins Gegenteil, werden solche Varianten nicht umgesetzt. Das gilt im Übrigen für alle Szenarien, d.h. Landwirte werden nicht gegen ihre wirtschaftlichen Interessen handeln.

Die Ergebnisse der fünf unterschiedlichen Betriebe (Futterbaubetrieb in benachteiligter Lage, Marktfruchtfutterbau- und Marktfruchtbetriebe in der Übergangslage und in begünstigter Lage) liefern für wesentliche Standortbedingungen und Betriebsstrukturen - wenngleich sie nicht den Anspruch auf Repräsentativität erheben - im Zusammenhang mit den simulierten Szenarien praktikable Beispiele, wie die Erzeugung von Bioenergieträgern wirtschaftlich vorteilhaft und zugleich umwelt- und sozialverträglich gesteigert werden kann. Durch das pragmatische Herangehen, Szenarien auszuwählen, die unmittelbar umsetzbar sind, lässt sich abschätzen, wie hoch aktuell das landwirtschaftliche Potential zur Erzeugung von Bioenergieträgern ist, das umwelt- und sozialverträglich erbracht werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für die Bewertung im Rahmen dieses Projektes nur die Biomasse maßgebend ist, die intern im Betrieb (Biogasanlage, Biomasseverbrennung, Rapsölherstellung) in Energieträger umgesetzt wird. Nur für diese wird die THG-Minderung aus der Menge der verkauften Rohstoffe bzw. der eingesparten fossilen Energieträger ermittelt. Eine Bewertung und Analyse der außerhalb des Betriebes stattfindenden Umwandlungsprozesse ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung, die sich bewusst auf den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb als kleinste, wirtschaftlich handlungsfähige Einheit bezieht.

Die erzielten Ergebnisse lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. In allen untersuchten Betrieben gibt es ein ungenutztes Potential an Biomasse, das sich zur Verwertung über die Biogasanlage oder zur Verbrennung eignet. Damit kann ohne bzw. mit relativ geringer Flächenbeanspruchung die Erzeugung von Bioenergieträgern beträchtlich erhöht werden. Für die hier untersuchten Betriebe mit Biogasanlage liegt die Strommehrerzeugung der jeweiligen Optimalvariante je nach Standort, Betriebsstruktur und Flächenbeanspruchung umgerechnet zwischen 3 und 5 GJ/ha LF. Das entspricht einer CO<sub>2</sub>-Vermeidung zwischen 0,5 und 0,9 t CO<sub>2</sub>/ha LF, die zusätzlich zu realisieren sind.
2. Neben der Verwertung des ungenutzten Biomassepotentials bietet die maßvolle Intensivierung eine weitere Möglichkeit, das Biomasseaufkommen und damit die Stromerzeugung zu erhöhen. Ausgangspunkt dafür ist weniger das Ackerland sondern das Grünland, das in vielen Betrieben über verschiedene Förderprogramme extensiviert ist und oft durch unzureichende Grunddüngung wesentlich zu niedrige PK-Bodengehalte oder ungünstige pH-Werte

aufweist. Hier können durch Maßnahmen, die mit dem jeweiligen Förderprogramm verträglich sind, wie PK-Aufdüngung, Kalkung und ggf. Einsaaten Ertragssteigerungen realisiert werden, die entweder direkt in der Biogasanlage verwertet werden oder die Ackerfutterfläche zum Anbau von Energiepflanzen freisetzen.

3. Szenarien, in denen Reserven genutzt oder Flächen intensiviert wurden, erwiesen sich in der KSNL-Analyse (34 Nachhaltigkeitskennziffern) als nachhaltig. Verglichen zur Basisvariante haben diese Maßnahmen keine negativen Auswirkungen, sondern eine verbesserte energetische Produktivität, teilweise geringere N-Flächensalden und fast immer geringere spezifische, produktbezogene THG-Emissionen. Für die soziale Situation der Betriebe haben die marginalen Eingriffe erwartungsgemäß kaum Änderungen zur Folge. Wirtschaftlich beeinflussen die gesteigerte Stromeinspeisung und/oder die erhöhten Biomasseverkäufe (Stroh) die KWL-Kennziffern positiv und kennzeichnen solche Szenarien als realisierbar.
4. Die Konversionstechnologie hat einen wesentlichen Einfluss auf die energetische Ausbeute an Bioenergieträgern und den Umfang der THG-Vermeidung. Dennoch verfügen die hier untersuchten Betriebe mehrheitlich nur über eine Biogasanlage mit Stromerzeugung. Das lässt sich wie folgt begründen: Verbrennungsanlagen im landwirtschaftlichen Betrieb sind selten. Begrenzender Faktor sind Wärmeabnehmer mit ausreichender Kapazität. Aus demselben Grund sind Kombinationen aus Stromerzeugung und Verbrennungsanlage nicht anzutreffen, weil oft schon die Abwärme aus der Stromerzeugung ungenutzt bleibt. Die Treibstoffherstellung (RME, Ethanol) erfolgt wegen des hohen technischen Aufwandes überwiegend in größeren externen Anlagen, d.h. der Betrieb liefert die Rohstoffe, erzeugt aber weder Bioenergie noch Bioenergieträger.
5. Bezogen auf die jeweilige Optimalvariante kann mit einer Flächenbeanspruchung (interne Energiepflanzenfläche) zwischen 10 und 28 % der LF eine Bioenergieträgererzeugung zwischen 9 bis 10 GJ/ha LF realisiert werden, mit der zwischen 1,3 und 1,6 t CO<sub>2</sub>-Äq/ha LF vermieden werden können. Das erfolgt nachweislich umwelt- und sozialverträglich und wird wirtschaftlich positiv bewertet. Entscheidender Punkt für diese Erträge ist weniger die Größe der Energiepflanzenfläche, sondern der Umfang bislang ungenutzter Biomassepotentiale.
6. Geprüfte Extremszenarien wie die Abschaffung der Tierhaltung erweisen sich zwar in der Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich der Kriterien Treibhausgasemission und energetische Produktivität als vorteilhaft, werden aber agrarsozial durch den massiven Arbeitsplatzabbau und wirtschaftlich durch erhebliche Einkommensverluste als kritisch und damit nicht realisierbar gekennzeichnet.
7. Neben den Nachhaltigkeitskennziffern bildet die Flächeneffizienz (GJ erzeugte Bioenergieträger bzw. THG-Vermeidung/ha) ein Beurteilungskriterium. Es entspricht der Forderung,

den knappen Faktor Fläche effizient zu nutzen. Bezugsgröße ist die sogenannte 'interne' Energiepflanzenfläche, deren Biomasse direkt im Betrieb konvertiert wird (Biogas, Verbrennung). In Betrieben mit Biogasanlage schwankt die Flächeneffizienz von 33 bis 93 GJ/ha entsprechend 6 bis 14 t CO<sub>2</sub>-Vermeidung/ha interne Energiepflanzenfläche. Auch für diese Daten ist der Anteil energetisch genutzter Reserven (i.d.R. organische Dünger) der entscheidende Faktor.

8. Eine direkte Ausweitung des Energiepflanzenanbaus wesentlich über 20 % der LF ist bei den gegenwärtigen Agrarpreisen nur begrenzt attraktiv. Das zukünftige Potential hängt von der Entwicklung der Energie- und Agrarpreise ab, die sich gegenseitig beeinflussen (BORRESCH UND SCHMITZ 2006) und dazu zwingen, Chancen und Risiken genau abzuwägen. Entscheidend sind langfristige und verlässliche Rahmenbedingungen. Da in Deutschland nur sehr begrenzt Fläche der Nahrungs- und Futterproduktion entzogen werden kann, führt die Ausdehnung der Energiefläche zu Diskussionen über die Verdrängung der Nahrungsmittelproduktion durch subventionierte Energiepflanzen. Aus gesellschaftlicher Sicht sollte der heimischen Nahrungsmittelerzeugung angesichts des hohen Stands an Transparenz und Rückverfolgbarkeit Priorität zukommen (CHRISTEN 2006), so dass im Bedarfsfall besser Bioenergeträger statt Nahrungsmittel importiert werden.
9. Im Einzugsbereich großer Biomasseverwerter (Ethanolanlagen, zentrale RME-Erzeuger, BtL-Werke, außerlandwirtschaftliche Biogasparcs) ist es in Ausnahmefällen möglich, dass Energiepflanzen einen wesentlichen Anbauumfang einnehmen. Das kann bei bedingt selbstverträglichen Fruchtarten (Mais, Weizen) zu hohen Anbaukonzentrationen führen und aktuell diskutierte Befürchtungen bezüglich Landschaftsuniformität, Artenverlusten und Umweltbelastungen bestätigen. Hier sollte der Besorgnisgrundsatz greifen, d.h. eine wesentliche Ausweitung der Energiepflanzenfläche erfordert eine begleitende Nachhaltigkeitsbewertung. Wenn, wie in KUL/KSNL gefordert, ein angemessener Anteil an ÖLF vorhanden ist, die Fruchtartendiversität ein kritisches Maß nicht unterschreitet, die Felder nicht zu groß geraten und die Erosions- und Verdichtungsgefährdung sowie die Humus- und die Nährstoffsalden im Toleranzbereich bleiben, sind wesentliche Voraussetzungen gegeben, um eine ausreichende Artenvielfalt zu erhalten, Landschaftsmonotonie zu vermeiden und Umweltbelastungen zu minimieren.
10. Einige der in dieser Untersuchung ausgewerteten Betriebe verfügen in der Basisvariante im Mittel über eine Gesamtenergiepflanzenfläche von 15 % der LF, davon je zur Hälfte Raps und Biogasrohstoffe und liegen damit über dem gegenwärtigen Mittel in Deutschland von ca. 10 %, davon ca. drei Viertel Raps und Ethanolpflanzen (FNR 2008), d.h. diese Betriebe profitieren bereits vom Effizienzgewinn durch energetische Verwertung bislang ungenutzter Biomasse. Dennoch zeigen die Szenarien, dass diese Wirkung zu steigern ist. Die Untersu-

chungsbetriebe demonstrieren somit, dass der gegenwärtige Energiepflanzenanbau wirtschaftlich rentabel erweitert werden kann, ohne den Toleranzbereich der ökologischen und agrarsozialen Prüfkriterien zu verlassen.

11. Mit verschiedenen Konversionsverfahren können aus Biomasse unterschiedliche Arten von Energieträgern gewonnen werden. Grundsätzlich lassen sich die Verfahren in die vier Endprodukte Strom, Wärme, Gas und Kraftstoff unterteilen, die spezifische Auswirkungen auf die Nachhaltigkeitsbewertung und auf Leistungskennziffern haben.

Hinsichtlich der Emissionsminderung schneidet die Stromerzeugung in einem Biogas-BHKW auf Grund des hohen CO<sub>2</sub>-Minderungsfaktors (171 kg CO<sub>2</sub>-Minderung/GJ Stromeinspeisung) am besten ab. Ein weiterer Vorteil der Biogaserzeugung ist die Rückführung der reproduktionswirksamen organischen Substanzen, der Grundnährstoffe und eines großen Teils des Stickstoffs in den landwirtschaftlichen Kreislauf. Vergleichbar kann die Erzeugung von Biomethan zur Einspeisung in das Erdgasnetz oder zur Kraftstoffnutzung (CNG) bewertet werden.

Dagegen zeigt die Wärmerzeugung durch einen hohen Wirkungsgrad die besseren energetischen Parameter. Bei der Verbrennung können in Abhängigkeit von der rechtlichen Bewertung maximal die Grundnährstoffe als Asche dem Boden wieder zugeführt werden.

Kraftstoffe der „ersten Generation“ (Biodiesel, Alkohol) weisen als Teilpflanzenverwerter flächenbezogen die geringste THG-Vermeidung und Energieausbeute auf. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Koppelprodukte (z.B. Getreidestroh) noch anderweitig energetisch genutzt werden können oder aber der Humusreproduktion dienen.

Für die Produktion von BtL- Kraftstoffen wird analog zur Biogaserzeugung die gesamte erntbare Biomasse verwertet. Aufgrund des Verfahrens (mehr oder weniger vollständige Nutzung des Kohlenstoffs) und der großen Transportentfernungen ist keine Rückführung von Stoffen in den landwirtschaftlichen Kreislauf zu erwarten. Da die energetischen Wirkungsgrade und das THG-Verminderungspotenzial von BtL-Kraftstoffen schlechter als bei der Strom- und Wärmeerzeugung sind (BMELV (2007); UFOP (2007)), kann die thermochemische Biokraftstoffherzeugung nicht als die optimale Variante zur Nutzung von Energiepflanzen betrachtet werden.

Das vorgestellte Verfahren, Bioenergiekonzepte einer Nachhaltigkeitsbewertung zu unterziehen, bietet eine gute Möglichkeit, den Energiepflanzenanbau und die Verwertung nachweisbar nachhaltig zu gestalten. Damit steht eine einfach zu handhabende Methode zur Verfügung, die von der Verwaltung für die zielorientierte Ausreichung von Fördermitteln und deren Evaluierung genutzt werden kann und die der landwirtschaftlichen Praxis erlaubt, ex-ante Bewertungen betrieblicher Entscheidungsprozesse durchzuführen.

## LITERATURVERZEICHNIS

BIOENERGIE-EMSLAND (2008); <http://www.bioenergie-emsland.de>

BLOCK, C.: Energie aus Stroh wird interessanter  
[www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/technik/energie/strohverbrennung.htm](http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/technik/energie/strohverbrennung.htm)

BMELV: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung, Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik,  
Berlin 2007

BMU: Kurzinfo Bioenergie ; <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/4759/>

BORRESCH, R.; SCHMITZ, M.P. (2006): Volks- und Betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen;  
in: Nachhaltige Landwirtschaft: Realistische Perspektive oder ferne Vision?, Hrsg. A.  
Fragenberg. S. 87-100

BREITSCHUH, G.; ECKERT, H.; FEIGE, H.; GERNAND, U.; SAUERBECK, D. (2004): Entwicklung eines  
Umweltcontrolling- und -optimierungssystems in der Landwirtschaft; UBA-Texte 17/04

BREITSCHUH, G.; ECKERT, H.; KUHAUPT, H.; GERNAND, U.; SAUERBECK, D.; ROTH, SILKE.; KAISER,  
T.; WERNER, D.; PAUL, R.; KÖRSCHENS, M.; SCHULZ, ELKE.; BRUNOTTE, J.; SOMMER, C.;  
FRIELINGHAUS, MONIKA (2000): Erarbeitung von Beurteilungskriterien und Messparame-  
tern für nutzungsbezogene Bodenqualitätsziele; UBA-Texte 50/00

BREITSCHUH, G.; ECKERT, H.; MATTHES, INES; STRÜMPFEL J.(2008): Kriteriensystem nachhaltige  
Landwirtschaft; KTBL-Schrift 466

BREITSCHUH, G., H. ECKERT (2000): Probleme und Lösungsansätze für eine nachhaltige Ent-  
wicklung in der Landwirtschaft. In: VDLUFA-Kongressband, Stuttgart-Hohenheim –  
Nachhaltige Landwirtschaft, Teil 1. VDLUFA-Schriftenreihe 55 (2000), S. 17-22

CHRISTEN, O. (2006): Entwicklungen, Probleme und Konzepte für den Pflanzenbau von morgen;  
in: Nachhaltige Landwirtschaft: Realistische Perspektive oder ferne Vision? Hrsg. A.  
Fragenberg. S. 21-35

CONRAD, M.; BIERTÜMPFEL, A.; VETTER, A.: Durchwachsende Silphie – eine Energiepflanze zum Einsatz als Koferment in Biogasanlagen; TLL Jena 2008

Düngeverordnung (DüV) in der Bekanntmachung vom 27.2.2007, Bundesgesetzblatt I, Jahrgang 2007 S. 221

ECKERT, H.; BREITSCHUH, G.; SAUERBECK, D. (1999): Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft (KUL) – ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben; Agricultural Research 52, S 57-76

ECKERT, H.; BREITSCHUH, G.; SAUERBECK, D. (2000): Kriterien für eine bodenschonende Landwirtschaft; in: Rosenkranz, D. et al. Handbuch für Bodenschutz, Erich-Schmidt-Verlag

EEG 2004: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich; Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2004, Teil I Nr. 40, Bonn

EEG 2009: Bundesverband Windenergie: EEG - Lesefassung (BMU); [http://www.eeg-aktuell.de/fileadmin/user\\_upload/Downloads\\_Politik/bmu\\_eeg2009\\_konsolidiert.pdf](http://www.eeg-aktuell.de/fileadmin/user_upload/Downloads_Politik/bmu_eeg2009_konsolidiert.pdf)

FNR: [www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe.de)

FRITSCHKE, U. R. (2003): Energiebilanzen und Treibhausgas-Emissionen für fossile Brennstoffketten und Stromerzeugungsprozesse in Deutschland für die Jahre 2000 und 2020; in: Bericht für den Rat für Nachhaltige Entwicklung, Darmstadt.

PC Programm: KTBL Datensammlung zur Bewirtschaftung großer Schläge 2001

PEISKER, D. (2007): Stand der Technik der Strohverbrennung, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

UFOP: Kosten für Energetik und Umwelt: Kosten und Ökobilanzen von Biokraftstoffen, Institut für Energetik und Umwelt, Hrsg. UFOP, Berlin 2007

VDLUFA-Standpunkt: Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) (1998) <http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/0-6-kul.pdf>

VDLUFA-Standpunkt: Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb (2007)

<http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/10-Naehrstoffbilanzierung.pdf>

Verrechnungssätze des Maschinenrings Merseburger Land 2006/2007

WTO, World Trade Organisation, 2004; International Trade Statisticsagr.

## ANHANG

### Eignung des „Kriteriensystems Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)“ für die Nachhaltigkeitsbewertung in Landwirtschaftsbetrieben

Die Eignung eines Analyse- und Bewertungsverfahrens, das zuverlässig Gefährdungen für eine nachhaltige Entwicklung erkennt, bemisst sich vor allem an

- der Erfassung aller wesentlichen Risiken und deren Bewertbarkeit,
- der Praktikabilität,
- der wissenschaftlichen Akzeptanz,
- der Objektivität,
- der Ergebnisqualität,
- den organisatorischen und verwaltungstechnischen Anforderungen und
- der Beratungsleistung für den landwirtschaftlichen Betrieb.

Die Risikoerfassung sagt aus, ob durch das Verfahren alle wesentlichen Einwirkungen bzw. Zustände erfasst werden, die eine nachhaltige Entwicklung beeinträchtigen können. Für den Sektor Umweltverträglichkeit (KUL) sind das die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Biodiversität und Landschaftsbild, für den Sektor Sozialverträglichkeit (KSL) Umfang und Struktur der Beschäftigung, die Beschäftigungsbedingungen, das Einkommen und die Partizipation und für den Sektor Wirtschaftsverträglichkeit (KWL) die Kategorien Rentabilität, Stabilität, Liquidität und Wertschöpfung. Die darauf basierenden 34 Prüfkriterien erfassen und quantifizieren Risiken bzw. Zustände. Aussagefähig, d. h. bewertbar wird ein so ermittelter Wert erst durch einen geeigneten Vergleich, der aussagt, ob der ermittelte Betriebswert noch toleriert werden kann oder nicht. Diesen Vergleichsmaßstab liefert der Toleranzbereich, der z.T. standortabhängig und situationsbedingt festgelegt ist und die Spanne zwischen einem anzustrebenden Optimum (Boniturnote 1) und einer gerade noch akzeptablen Toleranzschwelle (Boniturnote 6) kennzeichnet.

Die Praktikabilität verweist auf eine ausreichende praktische Erprobung mit ständiger Optimierung des Verfahrens. Für KUL ist die Praktikabilität nach bisher 675 Betriebsauswertungen in 385 verschiedenen Betrieben gegeben. Das gilt auch für KWL (Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft), mit dem in Thüringen repräsentativ 635 Betriebe bewertet worden sind und das vor allem auf Ergebnissen des Buchführungsabschlusses basiert. Mit KSL (Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft) sind bislang 23 Betriebe bewertet worden, womit die Praktikabilität grundsätzlich nachgewiesen worden ist, auch wenn es hier noch weiteren Handlungsbedarf gibt. An elf Betrieben ist das komplette Kriteriensystem einer nachhaltigen Landwirtschaft (KSNL) in einem dreijährigen Turnus getestet worden.

Die wissenschaftliche Akzeptanz soll sichern, dass sich die verwendeten Kriterien sowie deren Erfassungsmethoden und Bewertungsmaßstäbe in einem umfassenden Diskussionsprozess unter Fachleuten als konsensfähig erwiesen haben. Im System KUL führte der umfassende Diskussionsprozess 1998 zum bestätigten VDLUFA-Standpunkt. Seitdem steht das System KUL unter der wissenschaftlichen Aufsicht des USL - Fachausschusses beim VDLUFA, dem derzeit sieben WissenschaftlerInnen aus sechs Bundesländern angehören, und dem auch die Bestätigung von Änderungen und Weiterentwicklungen am System obliegt. Ein ähnliches Vorgehen ist für die Systeme KWL und KSL in Vorbereitung. Dem dient unter anderem die umfassende KTBL-Dokumentation (BREITSCHUH et al. 2008).

Um die Objektivität der Betriebsbewertung zu sichern, die insbesondere für eine außerbetriebliche Ergebnisverwendung (Politikberatung, Vorteilserlangung am Markt oder durch Fördermittel, Vertrauenserlangung gegenüber Administration, Öffentlichkeit, Naturschutz, Wasserwirtschaft, etc.) wesentlich ist, setzt das Verfahren grundsätzlich auf eine externe, unabhängige Auswertung.

Für den Sektor Umweltverträglichkeit (KUL) wird diese generell durch die USL-Projektstelle des VDLUFA wahrgenommen, die geschäftlich durch das USL-Aufsichtsgremium kontrolliert und fachlich durch den USL-Fachausschuss angeleitet und beaufsichtigt wird. Für den wirtschaftlichen und sozialen Sektor wird die Projektstelle geschäftlich durch den VAFB Jena<sup>1</sup> kontrolliert und inhaltlich durch die jeweiligen Fachausschüsse beaufsichtigt. Dieses Vorgehen garantiert eine neutrale Datenkontrolle und Datenplausibilitätsprüfung, sichert ein standardisiertes, bundesweit einheitliches und objektives Vorgehen und reduziert den verwaltungstechnischen Kontrollaufwand auf ein Minimum.

Die Ergebnisqualität ist für ein Verfahren, das neben der innerbetrieblichen Verwendung vor allem auch eine außerbetriebliche Ergebnisverwendung zulassen muss, von ausschlaggebender Bedeutung. Hier kann es keine Abstriche hinsichtlich Objektivität, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit geben, d. h. Manipulationsmöglichkeiten durch die Verwendung nicht belegbarer Daten müssen zunehmend ausgeschlossen sein. Um dem zu entsprechen, stützt sich die Datenerhebung des KSNL grundsätzlich auf Daten, die mehrheitlich belegt werden können (Buchführungs- und Antragsdaten) oder die anderweitig zweifelsfrei nachprüfbar sind.

Die organisatorischen und verwaltungstechnischen Anforderungen zur Überprüfung der Richtigkeit im Sinne eines amtlich kontrollfähigen Nachweises (externe Auditierung) können durch die externe und neutrale Auswertung des KSNL und deren Kontrolle durch unabhängige Gre-

---

<sup>2</sup> Der Verband für Agrarforschung und Bildung Thüringen e.V. (VAFB) ist eine der TLL nahe stehende Institution, vergleichbar den An-Instituten an Universitäten

mien minimiert werden. Die Zuverlässigkeit der Auswertung ist auch Vorbedingung zur geplanten Zertifikatvergabe "Betrieb der nachhaltigen Landwirtschaft".

Neben der außerbetrieblichen Nutzung der Ergebnisse bildet die Beratungsleistung in den beteiligten Landwirtschaftsbetrieben einen Schwerpunkt des Verfahrens. Die Prüfung erfüllt hierbei die Rolle einer zielorientierten Erfolgskontrolle, d.h. der Landwirt erhält eine Information, inwieweit sein konkretes betriebliches Handeln die vorgegebenen Ziele erfüllt hat und welche Ursachen den aufgezeigten Mängeln zugrunde liegen.

KSNL ist somit in der Lage

- alle wesentlichen Risiken bzw. Zustände, die einer nachhaltigen Entwicklung entgegenstehen, mit Maß und Zahl aufzuzeigen,
- eine Bewertung durchzuführen, d. h. Bezugsgrößen bzw. Vergleichsmaßstäbe vorzugeben, die ein Urteil darüber erlauben, ob der im Betrieb ermittelte Kriterienwert noch toleriert werden kann oder nicht,
- die wissenschaftliche Konsensfähigkeit zu sichern. Die ausgewählten Kriterien, deren Erfassungsmethoden und Bewertungsmaßstäbe sind offen gelegt und haben sich in einem umfassenden Diskussionsprozess unter Fachleuten (Fachausschuss) als konsensfähig erwiesen.
- Zielkonflikte zu erkennen, um Abwägungsprozesse zwischen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Interessen vollziehen zu können,
- Landwirtschaftsbetrieben aufgezeigte Mängel zu erläutern und geeignete Maßnahmen zur Behebung definierter Schwachstellen vorzuschlagen,
- verlässlich eine Ergebnisqualität zu gewährleisten (objektiv und im Bedarfsfall justiziabel), die eine außerbetriebliche Ergebnisverwendung erlaubt und den Ansprüchen eines amtlich kontrollfähigen Nachweises (Zertifikat) gerecht wird,
- die organisatorische Ausgestaltung so abzusichern, dass die Anonymität der ausgewerteten Betriebe gewahrt bleibt und verwaltungstechnische Kontrollen zum Verfahren effizient und mit minimalem Aufwand erledigt werden können und
- Szenarien neuer Technologien zu simulieren und hinsichtlich der Folgenabschätzungen auf den Prüfstand zu stellen.

Damit sind die Voraussetzungen gegeben, um die unter Punkt 2 genannten Zielvorstellungen zu verfolgen.

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AF	Ackerfläche
AK	Arbeitskraft
Äq.	Äquivalente
AZ	Ackerzahl
BBP	Brutto-Boden-Produktion
Betr.	Betrieb
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BN	Boniturnote
BtL	Biomass to Liquid
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
dt	Dezitonne
E.-Raps	Energieraps
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
E-Pflanzen	Energiepflanzen
EtOH	Ethanol
EUR, €	Euro
FH	Fachhochschule
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
gesell.	gesellschaftlich
GF	Grünlandfläche
GJ	Gigajoule
GK	Gehaltsklasse
GV	Großvieheinheit
ha	Hektar
HS	Hochschule
Humus-C	Humus-Kohlenstoff
Immob.	Immobilien
kg	Kilogramm
KSL	Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft
KSNL	Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KUL	Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft

KULAP	Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege
kW	Kilowatt
KWL	Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft
l	Liter
LF	landwirtschaftliche Nutzfläche
MF	Marktfrucht
MFB	Marktfruchtbetrieb
Mio	Millionen
MP	Marktprodukte
MWh	Mega-Watt-Stunde
N	Stickstoff
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NN	Höhe Meeresspiegel
NPK	Stickstoff-Phosphor-Kalium
ÖLF	ökologisch und landeskulturell bedeutsame Flächen
Osthür.	Ostthüringen
P	Phosphor
PK	Phosphor-Kalium
PSM	Pflanzenschutzmittel
RME	Raps-Methyl-Esther (Biodiesel)
S.-Getreide	Sommer-Getreide
t	Tonnen
THG	Treibhausgas
TJ	Terajoule
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
USL	Umweltsicherungssystem Landwirtschaft
VAFB	Verband für Agrarforschung und Bildung Thüringen
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
W.-Raps	Winterraps
WTO	World Trade Organisation
Z.-Rüben	Zuckerrüben