

Volkswirtschaftliche Analyse nachwachsender Rohstoffe am Beispiel Rapsmethylester

Working Paper

Author(s):

Braunschweig, Thomas; Rieder, Peter

Publication date:

1994

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004996311>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

Schriftenreihe / ETH Zürich, Institut für Agrarwirtschaft 1994(2)

ETH Zürich
Institut für Agrarwirtschaft/Institut d'économie rurale

Schriftenreihe Publications

1994/2

VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE NACH-
WACHSENDER ROHSTOFFE AM BEISPIEL
RAPSMETHYLESTER

Thomas Braunschweig
Peter Rieder

Juli 1994



ETH-Zentrum, 8092 Zürich

1994/2

VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE NACH-
WACHSENDER ROHSTOFFE AM BEISPIEL
RAPSMETHYLESTER

Thomas Braunschweig
Peter Rieder

Juli 1994

Adresse des Verfassers:

Institut für Agrarwirtschaft
ETH-Zentrum
8092 Zürich

1 Auflage (45 Exemplare)

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Ziel der Untersuchung	2
3. Verwendung von Raps im 'non food'-Bereich	3
3.1. Herstellung von Rapsmethylester	4
3.2. Technische, energetische und ökologische Aspekte von RME	5
3.3. RME in der Schweiz und den Nachbarländern	6
4. Methode	7
4.1. Volkswirtschaftliche Effizienz	7
4.2. Komparative Kostenvorteile	8
4.3. DRC als Mass für komparative Kostenvorteile	8
4.4. Berechnung und Interpretation des DRC	8
5. Datenbasis	10
5.1. Allgemeine Voraussetzungen	10
5.2. Raps	11
5.3. Weizen	11
5.4. Fleisch	11
5.5. Milch	11
6. Ergebnisse und Diskussion	12
6.1. Raps	12
6.2. Vergleich der Produktionsalternativen	13
6.3. Szenario ' <i>Preis</i> '	15
6.4. Szenario ' <i>Arbeitskosten</i> '	16
6.5. Szenario ' <i>Landkosten</i> '	17
6.6. Szenario ' <i>Ertrag</i> '	19
6.7. Szenario ' <i>Optimum</i> '	20
7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	22
Quellenverzeichnis	23
Anhang	

1. Einleitung

Schon in frühester Zeit hat die Landwirtschaft neben Nahrungsmitteln auch Rohstoffe für den Nichtnahrungsbereich produziert. So war in unseren Breitengraden bis vor wenigen Jahrzehnten Flachs und Hanf ein stark verbreiteter Rohstoff zur Herstellung von Fasern. Weitere wichtige landwirtschaftliche Grundstoffe für industrielle, technische und energetische Bereiche sind:

- Ethanol (Zuckerrüben und -rohr, Getreide, Mais)
- Öl (Raps, Sonnenblumen, Öllein)
- Stärke (Getreide, Kartoffeln, Mais)
- Zucker (Zuckerrüben und -rohr, Zuckerhirse, Topinambur)
- Zellulose (Stroh, Gras, Holz)

Die Einsatzgebiete dieser Grundstoffe sind äusserst vielfältig und reichen von Lösungsmitteln über Kosmetika, Kunststoffe, Pharmazeutika bis zu Schmierölen, Baustoffen und vielem mehr (Laville-Studer und Obrist, 1991). Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften sind die Absatzmöglichkeiten auf den jeweiligen Märkten oft sehr beschränkt.

Dagegen kommen den energetischen Verwertungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe infolge ihres beinahe unendlichen Absatzpotentials eine grössere Bedeutung zu. Dank den vielfältigen anwendungstechnischen Vorteilen wie hohe Energiedichte, chemisch einheitlicher Aufbau, Reaktionsfreude und interessante Verbrennungs- und Schmiereigenschaften sind die flüssigen Energieträger von speziellem Interesse. Insbesondere in Brasilien und den Vereinigten Staaten wird seit Mitte der Siebziger Jahre aus Zuckerrohr bzw. Mais Ethanol als Treibstoff und Treibstoffzusatz produziert. Infolge des nach 1975 eingesetzten Zerfalls der Weltmarktpreise für Zucker rief Brasilien den 'Plan Alkohol' ins Leben. Heute tankt ein Drittel des brasilianischen Fahrzeugparks mit entsprechend ausgerüsteten Verbrennungsmotoren den pflanzlichen Treibstoff. In den USA wird der aus Maisüberschüssen produzierte Alkohol im Verhältnis 1:10 dem Benzin beigemischt und unter dem Namen 'Gasohol' vermarktet (Scheromm 1993). Auch in der EU, namentlich in Frankreich, Belgien, Deutschland und Österreich, sind in der Folge der beiden Ölkrise von 1973 und 1979 und der Dollarhausse Bemühungen im Gange, mindestens teilweise fossile durch pflanzliche Energieträger zu substituieren. Im Gegensatz zu den USA und Brasilien konzentrieren sich die Anstrengungen in Europa vorwiegend auf die Gewinnung von Pflanzenölen aus ölhaltigen Samen und Früchten. Am meisten fortgeschritten sind die Entwicklungen in Österreich, wo verestertes Rapsöl als Dieselerersatz bereits kommerziell verfügbar ist (Janetschek, 1991).

Ebenfalls auf verestertes Rapsöl - Rapsmethylester oder kurz RME genannt - setzt die Schweiz. Die Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) hat mit dem sogenannten 'Biodiesel' erfolgreiche motorentechnische Versuche durchgeführt, Energie- und Schadstoff-Bilanzen erstellt und Produktionskosten berechnet (BLW, 1990; Studer und Wolfensberger, 1991; Wolfensberger *et al.*, 1993).

Die Gründe für das grosse Interesse an nachwachsenden Rohstoffen als Energieträger sind sowohl im agrar- wie im energie- und umweltpolitischen Bereich zu suchen.

Agrarpolitik

Die kontinuierlichen Ertragssteigerungen im Agrarsektor durch die konsequente Nutzung des technischen Fortschritts kombiniert mit einer weitgehend gesättigten Nachfrage nach Nahrungsmitteln, hat zu einer Überschussituation auf den Agrarmärkten geführt. Zusätzlich besteht ein wachsender internationaler Druck im Hinblick auf Liberalisierungsmassnahmen im Landwirtschaftsbereich und damit ein tendenziell zunehmender Angebotsüberhang. Um diese Überschussproduktion zu drosseln, müssen in der Schweiz gemäss der 'Arbeitsgruppe für die Lenkung der landwirtschaftlichen Produktion' (1992) bis ins Jahr 2000 landwirtschaftliche Nutzflächen in der Grössenordnung von 100'000 Hektaren aus der Produktion genommen werden. Diese Situation hat das Interesse der Landwirtschaft für neue Absatzmärkte ausserhalb des Nahrungsbereiches gefördert.

Energiepolitik

Spätestens nach den Ölkrisen der Siebziger Jahre ist man sich hierzulande der grossen Abhängigkeit vom Ausland im Energiebereich bewusst geworden. Eine Verringerung dieser Abhängigkeit aus versorgungspolitischen Gründen und das Wissen um die Endlichkeit der globalen Ölvorräte hat zu einer intensiven Suche nach erneuerbaren Energieträgern geführt.

Umweltpolitik

Die zunehmende Sensibilisierung für Umweltprobleme, insbesondere die Luftemissionen und der damit zusammenhängende Treibhauseffekt, hat die Forderung nach einer Verringerung des Schadstoffeintrags in die Atmosphäre verstärkt. Nachwachsende Energieträger kommen mit ihrer gegenüber fossilen Energieträgern verbesserten Schadstoffbilanz dieser Forderung entgegen.

2. Ziel der Untersuchung

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine volkswirtschaftliche Analyse von nachwachsenden Rohstoffen in der Schweiz. Am Beispiel von Rapsmethylester (RME) als Substitut von Dieseltreibstoff soll zuerst die volkswirtschaftliche Effizienz dieser Alternative beurteilt werden. Der Ausgangspunkt ist der Schweizerische Energiemarkt. Als Konkurrenzprodukt zu RME erscheinen daher nicht andere Ackerkulturen, sondern die alternativen Energieträger, in unserem Fall Dieseltreibstoff. Bei der volkswirtschaftlichen Analyse geht es somit um die relative Effizienz der einheimischen Produktionssysteme (gegenüber den ausländischen), d.h. um die komparativen Kostenvorteile unserer Volkswirtschaft bezüglich der Erzeugung eines bestimmten Gutes. Zusätzlich erlaubt dieser Ansatz den volkswirtschaftlichen Vergleich verschiedener einheimischer Produktionsalternativen, die miteinander um inländische Ressourcen im Wettbewerb stehen. Die Berechnung dieser komparativen Kostenvorteile erfolgt mittels 'unverzerrten' Marktpreisen, wobei der Weltmarkt das Referenzsystem darstellt. Die Bewertung der Produkte und Faktoren erfolgt daher über die Weltmarktpreise bzw. die Opportunitätskosten. Die Berechnungen werden mit der 'Domestic Resource Cost'-Methode durchgeführt.

In einem *ersten Teil* wird die volkswirtschaftliche Analyse von RME vorgenommen. Die Bewertung erfolgt - wie oben erwähnt - mittels Weltmarktpreisen; dies gilt auch für die Nebenprodukte. Das Ergebnis wird im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit dieses Produktes auf dem Energiemarkt beurteilt.

In einem *zweiten Teil* werden Produktionsalternativen (Weizen, Fleisch, Milch) auf dieselbe Weise bewertet und die Resultate mit denjenigen von RME verglichen. Dieser Vergleich lässt Interpretationen bezüglich der volkswirtschaftlich besten Verwendung der inländischen Ressourcen (Boden, Arbeit, Kapital) zu.

Der *dritte Teil* prüft die Resultate mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen. In Form von Szenarien werden einerseits die Konkurrenzverhältnisse auf dem Energiemarkt bei sich ändernden Parametern untersucht. Neben Preisänderungen für Produkte und Faktoren sollen die Auswirkungen auch für veränderte Verarbeitungskosten und unterschiedliche Erträge analysiert werden. Andererseits werden verschiedene Szenarien unter Einbezug der Produktionsalternativen gerechnet. Damit kann - immer aus volkswirtschaftlicher Sicht - geprüft werden, ob und wann sich die optimale Verwendung der inländischen Ressourcen in bezug auf die verschiedenen Alternativen verändert.

Die in dieser Untersuchung zur Anwendung gelangende Methode hat zum Ziel, die volkswirtschaftlichen Kosten unterschiedlicher Produktionsalternativen zu analysieren. Da sämtliche Subventionen (soweit diese eruiert sind) unberücksichtigt bleiben und alle vorhandenen Marktverzerrungen nach Möglichkeit ausgeschaltet wurden, lassen die Untersuchungsergebnisse keine Interpretationen hinsichtlich der einzelbetrieblichen Rentabilität der diskutierten Produktionsmöglichkeiten zu.

3. Verwendung von Raps im 'non food'-Bereich

Neben der traditionellen Nutzung von Raps als Speiseöl bestehen für dieses Produkt weitere Verwendungsmöglichkeiten im 'non food'-Bereich. Ökonomisch gesehen handelt es sich dabei um eine Marktsplattung, wie sie aus den einleitend erwähnten, agrarpolitischen Gründen angestrebt wird. Zur Anwendung gelangen pflanzliche Öle und Fette als:

- Ausgangsstoffe für die Fettchemie
- Schmier- und Hydrauliköle
- Treibstoffe

Fettchemie

Von den weltweit produzierten Naturölen (75% sind pflanzlicher Herkunft) wird der grösste Teil von der Ernährungsindustrie verarbeitet. Nur rund 20% gehen in die technische Verwendung und spielen hauptsächlich als Chemierohstoff eine wichtige Rolle (Kerckow, 1991). Bei der direkten Verwendung werden die Öle und Fette zu Produkten wie Seifen, Farben und Lacke verarbeitet. Bei der indirekten Verwendung werden sie in ihre Grundbausteine Fettsäuren und Glycerin zerlegt und bilden damit die Ausgangsbasis für eine grosse Palette chemischer Anwendungsbereiche. Die verschiedenen Öle sind dabei weitgehend gegeneinander substituierbar; entscheidend ist vorwiegend ihr Fettsäuremuster. Im Vergleich zu petrochemischen Produkten ist ihre fast unbegrenzte Verfügbarkeit und die oft bessere ökologische Verträglichkeit von Vorteil. Aufgrund des hohen Anteils der zweifach ungesättigten Linolsäure (C 18:2) sowie der grossen Konkurrenz durch andere Ölpflanzen ist das Absatzpotential für Rapsöl in diesem Bereich sehr beschränkt.

Schmier- und Hydrauliköle

Ein weiterer Einsatzbereich für Rapsöl ist der Schmiermittelsektor, insbesondere für Verlustschmierungen in ökologisch sensiblen Bereichen. Dazu zählen etwa die Forstwirtschaft (Sägeketten), alpine Sportanlagen (Seilbahnen) oder Gewässerschutzgebiete (Baumaschinen). Dank der weitgehenden, biologischen Abbaubarkeit sowie der geringen Bodenmobilität und Wasserlöslichkeit sind die Pflanzenöle den Mineralölen bezüglich Umweltverträglichkeit überlegen. Anwendungsgebiete für Schmierstoffe auf pflanzlicher Basis bestehen auch bei Schal- und Korrosionsschutzölen. Dabei ist nach Erfahrungen von Herstellern das Rapsöl das am besten geeignete Pflanzenöl (Kleinhanss *et al.*, 1992).

Ein anderer Einsatzbereich mit hoher Umweltrelevanz sind Hydrauliköle. Da jedoch Rapsöl die hohen technischen Anforderungen nicht erfüllt, bestehen auf diesem Gebiet zurzeit keine Absatzmöglichkeiten.

Treibstoffe

Bereits Rudolf Diesel, der Erfinder des Dieselmotors, hat um die Jahrhundertwende ange-regt, anstelle von Mineralöl Pflanzenöl in Verbrennungsmotoren zu verwenden (Schröfl, 1991). Diese Alternative wurde jedoch damals aufgrund der mangelhaften Verfügbarkeit von fossilem Treibstoff in Erwägung gezogen. Wie wir gesehen haben, liegen die heutigen Gründe für die Renaissance von pflanzlichem Treibstoff vorwiegend im agrarpolitischen Bereich.

Für die Verwendung von Rapsöl als Dieseleratz stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung (Schmoltzi, 1989):

- Anpassung des Motors
- Anpassung des Treibstoffes

Bei der technischen *Anpassung von Motoren* an die spezifischen Eigenschaften von pflanzlichem Treibstoff handelt es sich um den von Elsbett entwickelten Direkteinspritzer-Motor (sog. Elsbett-Verfahren). Es besteht die Möglichkeit, herkömmliche Motoren umzurüsten, wobei die Kosten unverhältnismässig hoch sind.

Stärker verbreitet und allgemein als bessere Lösung akzeptiert ist die chemische *Anpassung des Rapsöls*, das grundsätzlich auch durch andere Pflanzenöle ersetzt werden kann. Bei dem als 'Umesterung' bezeichneten Verfahren entsteht durch Zugabe von Methanol Rapsmethylester, kurz RME genannt. Diese Umwandlung bietet für den Einsatz von RME als Treibstoff folgende Vorteile:

- mischbar mit Dieseltreibstoff in jedem Verhältnis;
- entspricht weitgehend den technischen und physikalischen Eigenschaften von Diesel;
- grundsätzlich problemlose Verwendung in jedem Dieselmotor.

3.1. Herstellung von Rapsmethylester

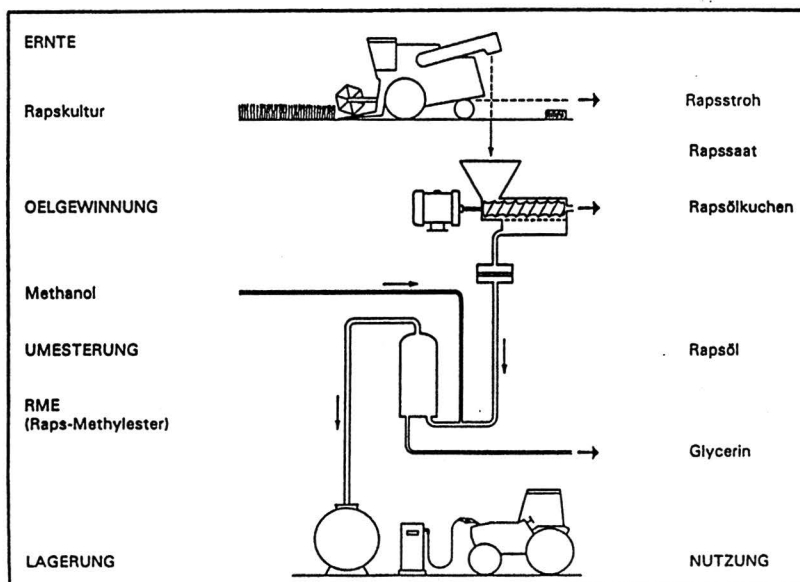
Je nach gewähltem Verfahren zur Gewinnung von Rapsöl spricht man von 'heissgepresst' oder 'kaltgepresst'. Der im Rapskuchen verbleibende Restölgehalt schwankt dabei zwischen 5% und 20%. Durch ein zusätzliches Extraktionsverfahren (Herauslösen des Öls mittels einem Lösungsmittel) kann der Ölgehalt im Rückstand (sog. Rapsextraktionsschrot) bis auf 1% gesenkt werden. Diese Nutzung steht allerdings in Konkurrenz zur Verwendung des Rapskuchens als Futtermittel (Auerbach, 1992).

Rapsöl besteht vorwiegend aus Triglyzeriden, also einem dreiwertigen Alkohol (Glycerin), an den drei Fettsäuren gebunden sind. Bei der Umesterung mit Methanol werden mit Hilfe eines Katalysators (normalerweise Natronlauge) die Triglyzeride aufgespalten. An jede Fettsäure lagert sich - unter Abspaltung der Alkoholgruppe - ein Methanolkemkül an. Es entsteht Rapsmethylester und Glycerin. Anstelle von Methanol könnte auch Ethanol verwendet werden; dies wird jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht gemacht. Rapsmethylester kann entweder in industriellen Anlagen (10'000-100'000 t RME/Jahr) oder in Kleinanlagen (500-3'000 t RME/Jahr) hergestellt werden (Anton, 1992). In den Grossanlagen wird mit Betriebsdrücken von 90 bar und Prozesstemperaturen von 240 °C gearbeitet. Die Kleinanlagen arbeiten bei Normaldruck und Umgebungstemperatur (20 °C).

Das Nebenprodukt Rohglycerin enthält neben dem Glycerin noch Wasser, Methanol und ölige Verunreinigungen und kann daher in dieser Form auf dem Markt nicht abgesetzt werden. Die aufwendige Reinigung mit drei Destillationsschritten lohnt sich in Kleinanlagen nicht. Das Glycerin kann zur Geruchsminderung der Gülle zugesetzt werden. Weiter steht der Einsatz in der Schweinefütterung, die Verwendung als Düngemittel sowie die Verfeuerung zur Diskussion. In Industrieanlagen hingegen wird dieses Nebenprodukt zu Pharmaglycerin aufbereitet. Für dieses bestehen interessante Absatzmöglichkeiten; die Preise sind jedoch starken Schwankungen ausgesetzt.

Der schematische Ablauf des Prozesses zur RME-Herstellung ist in untenstehender Abbildung dargestellt. Auf den Mengenfluss wird in Abschnitt 5 eingegangen.

Abbildung 1: Prozessablauf zur Herstellung von Rapsmethylester



Quelle: Wolfensberger *et al.*, 1993

3.2. Technische, energetische und ökologische Aspekte von RME

Tabelle 1 gibt einen Überblick der wichtigsten, technischen Koeffizienten von Diesel, RME und Rapsöl. Auffallend ist die durch die Veresterung stark verminderte Viskosität und die erhöhte Cetanzahl, ein Mass für die Zündwilligkeit des Treibstoffes. Der von Wolfensberger und Mitarbeitern in Praxisversuchen ermittelte Mehrverbrauch von 12% entspricht ziemlich genau dem tieferen Heizwert von RME gegenüber von Diesel.

Tabelle 1: Koeffizienten verschiedener Treibstoffe

		Diesel	RME	Rapsöl
Dichte bei 15 °C	kg/l	0.827	0.884	0.921
Viskosität bei 20 °C	mm/s	3.3	8.8	ca. 100.0
Heizwert	MJ/kg	42.8	37.3	36.9
Cetanzahl		48.7	49.3	39.7

Quelle: Wolfensberger *et al.*, 1993

Die erwähnten Motorenversuche¹ ergaben im weiteren,

- dass der üble Geruch der Abgase mit einem Oxidationskatalysator befriedigend beseitigt werden können;
- dass die üblichen Farblackierungen von Treibstofftanks und -kanistern gegen RME nicht resistent sind und daher die Verwendung von Zweikomponentenlacken notwendig ist;
- dass die befürchteten Probleme bei der Schmierölverdünnung harmlos sind;
- dass die Kaltstarteigenschaften jedoch auch mit Verwendung von Additiven unbefriedigend sind.

Zusammenfassend kann bezüglich der technischen Anwendbarkeit von RME festgehalten werden, dass mit Ausnahme der Kaltstartprobleme keine nennenswerten Nachteile gegenüber herkömmlichem Diesel bestehen.

Studer und Wolfensberger (1991) von der FAT haben für den Treibstoff RME Energiebilanzen gerechnet. Dabei haben sie auf der Aufwandseite die gesamte landwirtschaftliche Produktion inklusive der Verarbeitung und auf der Ertragsseite neben RME auch die Nebenprodukte Rapsschrot und Glycerin berücksichtigt. Als Ergebnis erhielten sie ein Input/Output-Verhältnis von 0.41; mit jeder aufgewendeten Energieeinheit können somit zweieinhalb Energieeinheiten gewonnen werden. Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit jenen anderer europäischer Studien, die von den Autoren zitiert werden.

Bei der ökologischen Bewertung von RME müssen einerseits der CO₂-Ausstoss und andererseits die weiteren Schadstoffemissionen bilanziert werden. Geht man davon aus, dass die gesamte schweizerische Rapsanbaufläche von rund 17'000 Hektaren zur Produktion von RME verwendet würde, liessen sich nur gerade drei Promille der gesamtschweizerischen CO₂-Emissionen einsparen (Studer und Wolfensberger, 1991). Zudem liegt gemäss einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse von WWF für zwölf Massnahmen zur Reduktion der Kohlendioxidemissionen die RME-Produktion weit abgeschlagen auf dem letzten Platz. Die Umweltorganisation folgert daraus, dass "zur Reduktion der schweizerischen Kohlendioxid-Emissionen die Produktion von RME eine ineffiziente Massnahme ist" (WWF Schweiz, 1994; S. 17).

Bei den Motorenversuchen an der FAT wurden auch die übrigen Schadstoffemissionen von RME und Diesel miteinander verglichen: Der Rauchausstoss sinkt bei Verwendung von RME um ca. 50%; tendenziell werden auch weniger Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe emittiert, jedoch mehr Stickoxide, wobei durch einen Katalysator die ersten beiden Gase weitgehend abgebaut werden; beim Schwefeldioxid hat RME eindeutige Vorteile, da dieser keinen Schwefel enthält, dabei muss aber erwähnt werden, dass seit kurzem auch schwefelärmer Dieseltreibstoff verfügbar ist.

¹Die mehrjährigen Versuche fanden an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und an der Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) statt. Darin eingeschlossen war auch der Betrieb mehrerer VBZ-Busse mit RME.

Für eine umfassende Ökobilanz müssen zusätzliche Faktoren einbezogen werden, da der Hauptgrund für den Anbau von RME die freiwerdenden Agrarflächen sind, womit als Alternative auch ökologische Ausgleichsflächen in Betracht zu ziehen sind. In diesem Sinne wurden vom WWF Schweiz (1991) in einer Studie weitere Umweltparameter wie Dünger, Pestizide, Fruchtfolge und Artenvielfalt einbezogen. Es ist offensichtlich, dass bei dieser Betrachtungsweise die positiven Effekte aus den Energie- und CO₂-Bilanzen relativiert werden müssen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass eine effiziente Produktion von RME tendenziell zu grossflächigen Monokulturen und einem verstärkten Inputeinsatz führen. Auch könnte die Hemmschwelle beim Gebrauch von chemischen Hilfsmitteln sinken, da der Raps nicht mehr zur menschlichen Ernährung verwendet wird. Als Pluspunkt gegenüber anderen Ackerfrüchten ist bei dem im Herbst gesäten Raps die Bodenbedeckung während den Wintermonaten zu werten.

3.3. RME in der Schweiz und den Nachbarländern

Obwohl *Frankreich* traditionellerweise auf Ethanol als Ersatz für fossilen Treibstoff setzt, wird seit Mitte 1993 von einer führenden Erdölgesellschaft unter dem Namen 'Diester' Rapsmethylester an über 90 Tankstellen angeboten. Frankreichs Ziel ist, ab 1994 rund 100'000 Hektaren Land mit Hilfe von RME in Produktion zu behalten. In verschiedenen Landesteilen sind zudem mehrere Veresterungsanlagen geplant. Vorgesehen sind - neben den Brachebeiträgen und der Befreiung von den Treibstoffsteuern - Subventionen im Umfang von 600 FF/ha für 1993 bzw. 200 FF/ha für 1994 (Scheromm, 1993).

In der *Bundesrepublik Deutschland* laufen zahlreiche Versuche mit Pflanzenölen als Treibstoff. Dabei konzentriert man sich vorwiegend auf Raps, da dies die ertragreichste Ölfrucht in Deutschland ist. Hauptsächlich zielen die laufenden Versuche auf motorentechnische Modifikationen oder Neuentwicklungen (z.B. Elsbett-Motor) ab, um den Einsatz von Rapsöl zu ermöglichen. Auch hier sind beträchtliche Subventionen in der Grössenordnung von 2'000 DM/ha notwendig, was über den gegenwärtigen Rapsbeihilfen liegt (BML, 1990).

In *Österreich* sind die Bemühungen mit RME am weitesten fortgeschritten. Neben zwei kommerziell betriebenen Grossanlagen sind auch fünf genossenschaftliche Kleinanlagen zur Veresterung in Betrieb. In jüngster Zeit sind jedoch die beiden Grossanlagen aufgrund von Überkapazitäten bzw. Absatzproblemen in grosse wirtschaftliche Schwierigkeiten geraten. Während die eine Anlage eine mehrmonatige Zwangspause einlegen musste, wird bei der anderen über eine Drosselung oder gänzliche Einstellung der Produktion diskutiert. Besser sieht es bei den von den Bauern betriebenen Kleinanlagen aus, da diese den RME wie auch das Rapsschrot direkt wieder zurücknehmen. Die Subventionen bewegen sich um 24'000 S/ha (Lenge, 1993).

Im Rahmen von Extensivierungsprogrammen für die Landwirtschaft und dem Aktionsprogramm 'Energie 2000' wurde in der *Schweiz* eine Arbeitsgruppe 'Nachwachsende Rohstoffe' eingesetzt. Die Forschungsausrichtung im Bereich RME lag dabei vorwiegend bei der technischen Machbarkeit, wozu die erwähnten Versuche an der FAT zu zählen sind (Kurath, 1992). Aufgrund der erfolgreichen motorentechnischen Versuche und aus umweltpolitischen Überlegungen hat der Bundesrat für 1994 eine Rapsfläche von 1'400 ha für die Biodieselproduktion bewilligt und Flächenbeiträge von Fr. 3'000.-/ha gesprochen. Zusätzlich gewährt der Bund eine Finanzierungshilfe in Form von Investitionskrediten à fonds perdu für die Erstellung einer Pilotanlage zur Veresterung von Rapsöl (BR, 1994). Gemäss der 'Arbeitsgruppe für die Lenkung der landwirtschaftlichen Produktion' (1992) ist "bis zum Jahr 1995 bzw. 2000 eine Rapsfläche von 10'000 ha bzw. 15'000 ha für die Herstellung von Methylester ins Auge zu fassen" (S. 65).

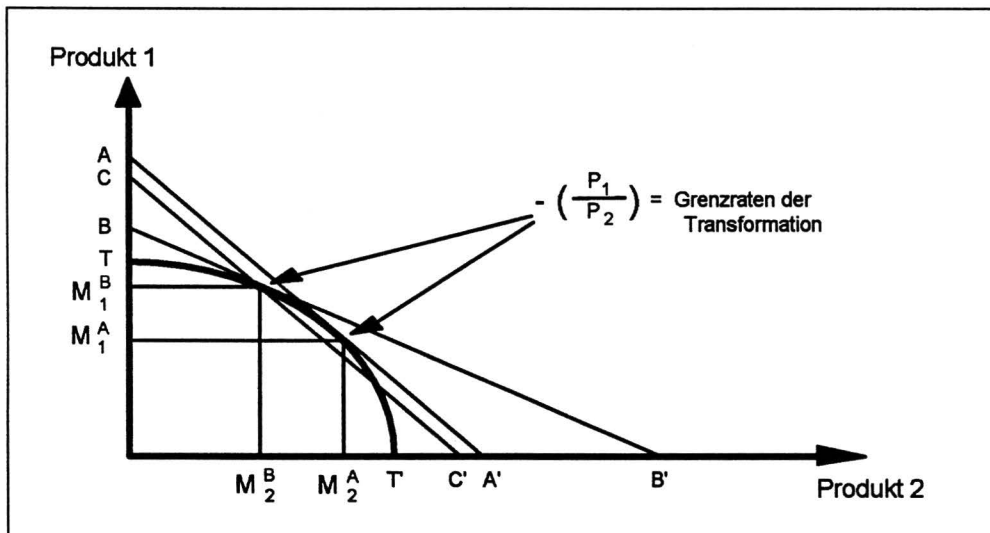
4. Methode

4.1. Volkswirtschaftliche Effizienz

Gemäss der ökonomischen Theorie führt der vollständige Wettbewerb² zu einem maximalen Produktions- und Wohlfahrtsniveau. Dieser Zustand wird als 'Pareto-Optimum' bezeichnet und ist definiert als Situation, in der durch Produktionsänderungen niemand bessergestellt werden kann, ohne dass gleichzeitig andere schlechtergestellt werden (bei gegebener Faktorausstattung und Produktionstechnologie). Dieses volkswirtschaftliche Optimum zeichnet sich durch eine effiziente Ressourcenallokation aus, bei der die beobachteten Marktpreise den Opportunitätskosten entsprechen (Tsakok, 1990).

Entstehen nun aufgrund von politischen Massnahmen oder Marktversagen Preisverzerrungen, so verursachen diese Ineffizienz und verhindern daher eine optimale Ressourcenallokation (Monke und Pearson, 1989). Diese Preisverzerrungen bzw. die daraus abgeleiteten Effizienzverluste können anhand von Abbildung 2 dargestellt werden.

Abbildung 2: Preisverzerrungen und Effizienzverluste auf Produktmärkten



Auf der Transformationskurve TT' liegen alle Güterkombinationen, die bei effizienter Produktion und gegebener Faktorausstattung produziert werden können. Die Steigung der Erlösgerade AA' entspricht dem negativen Quotienten der Produktpreise P_1 und P_2 (Weltmarktpreise). Die optimale Güterkombination (M_1^A, M_2^A) liegt beim Tangentialpunkt von Erlösgerade und Transformationskurve (Grenzrate der Transformation = $-P_1/P_2$). Verändert sich nun aufgrund von politischen Massnahmen oder Marktversagen das Preisverhältnis, ergibt sich daher die Erlösgerade BB' und für die Produzenten eine neue optimale Güterkombination (M_1^B, M_2^B) . Da jedoch das Land die Weltmarktpreise nicht beeinflussen kann (Annahme: *small country-case*), bleibt aus volkswirtschaftlicher Sicht die Steigung der Erlösgerade (AA') gleich. Sie verschiebt sich aber parallel durch den neuen Produktionspunkt und kommt somit in den suboptimalen Bereich zu liegen (CC'). Die Produktkombination (M_1^B, M_2^B) entspricht daher nicht mehr einer volkswirtschaftlich effizienten Produktion.

Das Analoge lässt sich auch für Faktormärkte zeigen. Aufgrund verzerrter Faktorpreise werden die Produktionskosten aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht mehr minimiert, d.h. die Ressourcenallokation ist nicht mehr optimal.

Eine effiziente Ressourcenallokation ist nicht das einzige volkswirtschaftliche Ziel, weshalb politische Massnahmen, die Marktverzerrungen hervorrufen, durchaus legitim sind. Die

²Der vollständige Wettbewerb geht von folgenden Annahmen aus: 1) Produzenten und Konsumenten sind Mengenanpasser; 2) Freier Marktein- und -austritt; 3) Vollständige Information und Mobilität der Produktionsfaktoren.

volkswirtschaftliche Analyse liefert uns jedoch Bewertungsgrundlagen, wie wir die politischen Markteingriffe optimal, d.h. effizient und zielkonform gestalten können.

4.2. Komparative Kostenvorteile

Ein Mass für die Effizienz einer Volkswirtschaft sind die komparativen Kostenvorteile. Dieser Ansatz wurde von Ricardo entwickelt und spielt eine zentrale Rolle in den meisten Handelstheorien (Murphy, 1989). Das Konzept der komparativen Kostenvorteile geht davon aus, dass ein Land - trotz absoluten Kostennachteilen bei sämtlichen Produktionsmöglichkeiten - relative Vorteile bei der Herstellung einzelner Produkte hat und damit erfolgreich am internationalen Handel partizipieren kann³. Entscheidend für den vorliegenden Ansatz ist, dass sich die Kosten für die Produktion eines Gutes nicht auf die erforderliche Menge Faktoren bezieht, sondern auf die Menge eines anderen Gutes, dessen Produktion aufgrund der begrenzten Faktorverfügbarkeit eingeschränkt werden muss (Opportunitätskostenprinzip). Es wird dabei von der Annahme eines vollständigen Wettbewerbs ausgegangen, bei dem die Grenzkosten der Produktion dem Preis entsprechen.

Dem Begriff der komparativen Kostenvorteile kommen zwei Bedeutungen zu (Tsakok, 1990):

1. Im ersten Sinn wird die Effizienz in der Produktion zwischen zwei und mehr Handelspartnern verglichen. Länder mit den tiefsten Opportunitätskosten sind vergleichsweise effizienter und weisen daher komparative Kostenvorteile auf.
2. Die zweite Bedeutung bezieht sich auf die Effizienz verschiedener Produktionssysteme innerhalb einer Volkswirtschaft, welche miteinander in bezug auf die Einnahmen (bei Export) bzw. Ersparnisse (bei Importsubstitution) von Devisen⁴ verglichen werden.

4.3. DRC als Mass für komparative Kostenvorteile

Zur Bewertung der komparativen Kosten kann der Ansatz der *Domestic Resource Cost Ratio* (DRC) herangezogen werden. Der Begründer dieser Methode ist Bruno (1972), der sie erstmals 1963 systematisch beschrieben hat. Sie lässt sich sowohl zur *ex ante*- als auch zur *ex post*-Analyse verwenden.

Der DRC vergleicht die Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen mit ihrer volkswirtschaftlich bewerteten Wertschöpfung.

- Die Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen entsprechen dem Schattenpreis der nichthandelbaren Produktionsfaktoren, die mittels des entgangenen Nutzens in der besten Alternative ermittelt werden.
- Die Wertschöpfung des Produktes entspricht dem Wert des Produktes zu Weltmarktpreisen minus dem Wert der handelbaren Produktionsfaktoren zu Weltmarktpreisen.

Der DRC misst die Abgeltung der inländischen Ressourcen bei der Produktion eines bestimmten Gutes in Form von Devisen, die durch den Export dieses Gutes erwirtschaftet bzw. durch Importsubstitution gespart werden. Er kann deshalb als Mass für die Effizienz der inländischen Produktion und somit der komparativen Kostenvorteile definiert werden.

4.4. Berechnung und Interpretation des DRC

Das Vorgehen zur Berechnung des DRC lässt sich folgendermassen beschreiben (Tsakok, 1990):

1. Einteilung der Produktionsfaktoren und Produkte in 'handelbare' und 'nichthandelbare' Güter:
 - 'Handelbar' sind Faktoren und Produkte, wenn sie importiert und exportiert werden können, d.h. wenn sie international handelbar sind und für sie somit ein Weltmarktpreis besteht.
 - 'Nichthandelbar' sind Faktoren und Produkte, für die kein Weltmarktpreis besteht, d.h. die nicht international gehandelt werden.

³Zur Theorie der komparativen Kosten und insbesondere dem Unterschied zwischen absoluten und relativen Kostenvorteilen vergleiche Zweifel und Heller, 1992.

⁴Im Fall der Schweiz, wo die Wechselkurse als unverzerrt angenommen werden, basieren die Berechnungen auf Schweizerfranken.

2. Jedes handelbare Gut (Faktor und Produkt) wird mit dem entsprechenden Weltmarktpreis in einheimischer Währung bewertet. Dieser entspricht für ein Land den Opportunitätskosten und stellt das Referenzsystem dar. Der Weltmarktpreis ist der Import- bzw. Exportpreis⁵, korrigiert um die Transport- und Vermarktungskosten (sog. Import- bzw. Exportparitatspreis). Diese Berichtigung um die Transaktionskosten ist notwendig, um den Preisvergleich des inländisch produzierten bzw. importierten Gutes an demselben Ort (Konsum- oder Handelszentrum) vornehmen zu können. Gegebenenfalls muss der Preis noch um entsprechende Wechselkursverzerrungen korrigiert werden.
3. Faktoren, die aus handelbaren und nichthandelbaren Elementen bestehen, müssen nach Möglichkeit entsprechend aufgeteilt und bewertet werden.
4. Die nichthandelbaren Produkte und Faktoren werden gemäss ihrer Verwendung in der jeweilig besten Alternativen bewertet (Schattenpreise); die Alternativen werden aufgrund des Weltmarktpreises valorisiert. Zu den nichthandelbaren Faktoren gehören Boden, Arbeit und Kapital, dann aber auch Dienstleistungen wie Beratung und Versicherung; weiter sind zu den nichthandelbaren Gütern grundsätzlich handelbare zu zählen, die infolge von handelspolitischen Schranken, ungenügender Qualität oder zu hohen Transportkosten nicht gehandelt werden.

Sind die Produkte und Faktoren entsprechend ihrer Einteilung bewertet, kann der DRC für ein bestimmtes Produktionssystem i wie folgt berechnet werden (Tsakok, 1990):

$$DRC_i = \frac{\sum_{j=k+1}^n a_{ij} V_j}{P_i^b - \sum_{j=1}^k a_{ij} P_j^b}$$

- wo: a_{ij} , $k+1$ bis n = Produktionskoeffizienten von inländischen, nichthandelbaren Faktoren
 a_{ij} , 1 bis k = Produktionskoeffizienten von handelbaren Faktoren
 V_j = Schattenpreis von inländischen, nichthandelbaren Faktoren
 P_j^b = Import- bzw. Exportparitatspreis von handelbaren Faktoren
 P_i^b = Import- bzw. Exportparitatspreis von handelbaren Produkten

Der DRC, als Mass für die Effizienz der Ressourcenallokation und die internationale Wettbewerbsfähigkeit einer bestimmten Güterproduktion eines Landes, kann wie folgt interpretiert werden:

- $DRC > 1$** bedeutet, dass die Volkswirtschaft mit der Produktion Devisen verliert, weil die Opportunitätskosten ihrer Ressourcen grösser sind als die Ersparnisse durch die Importsubstitution. Das betreffende Produktionssystem hat somit keine komparativen Kostenvorteile.
- $DRC < 1$** bedeutet, dass mit der Produktion Devisen eingespart werden können und weist somit auf die internationale Konkurrenzkraft und die komparativen Kostenvorteile dieses Produktionssystems hin.
- $DRC = 1$** bedeutet, dass die Volkswirtschaft im Gleichgewicht ist, da die Ersparnisse von Devisen durch Importsubstitution bzw. der Verdienst durch den Export gleich den Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen ist.

⁵Da wir vom *small country-case* ausgehen, sind die Weltmarktpreise als gegeben zu betrachten.

Die Ausführungen haben gezeigt, dass bei der Anwendung des DRC in der Praxis mit beträchtlichen Problemen zu rechnen ist. Dies betrifft die Einteilung der Güter in handelbare und nichthandelbare, wie auch die für diese Methode zentrale Bewertung mittels Opportunitätskosten, die aufgrund von bedeutenden Marktverzerrungen weit entfernt von beobachteten Preisen liegen können. Diesen Schwierigkeiten kann begegnet werden, indem die Sensitivität der Resultate mit einer Anzahl von Varianten unter Verwendung unterschiedlicher Werte geprüft wird.

5. Datenbasis

5.1. Allgemeine Voraussetzungen

Den Berechnungen liegt das *Jahr 1992* zugrunde. Sie wurden auf der Basis einer Hektare Ackerland in guter Lage im schweizerischen Talgebiet durchgeführt. Es wird von einer rationalen Betriebsführung und einem optimalen Maschinenpark (Mechanisierungsstufe 3) ausgegangen. Die Bewirtschaftung ist intensiv und die klimatischen Bedingungen gut. Auf die detaillierten, produktionstechnischen Aspekte wird in den Abschnitten über die einzelnen Produkte eingegangen⁶. Die Grundlage bildete dabei der 'Deckungsbeitrags-Katalog' (LBL, 1992a), der - wo nichts anderes angegeben ist - auch als Quelle gilt.

Als *Verkaufsort* für die Produktpreisberechnung wurden Handels- oder Verarbeitungszentren gewählt. Entsprechend der Theorie (vgl. Abschnitt 4) wurden die handelbaren Güter mit dem Importparitätspreis bewertet. Für die nichthandelbaren Güter wurden die Schattenpreise gemäss der Verwendung in der besten Alternative berechnet bzw. unter der Annahme eines wettbewerbsfähigen Marktes (Opportunitätskosten = Marktpreise) die beobachteten Preise verwendet. Bei Marktverzerrungen wurden die beobachteten Preise um die (erueibaren) Verfälschungen korrigiert (Monke und Pearson, 1989). Neben den Preisen im Deckungsbeitrags-Katalog wurde vorwiegend auf die Angaben im 'Preiskatalog' (LBL, 1992b) abgestellt.

Die *Arbeitskosten* wurden aufgrund der alternativen Verwendung dieses Faktors in der übrigen Wirtschaft berechnet (Arbeiterlohn in der Industrie). Sie entsprechen somit dem Paritätslohn. Dies gilt jedoch nur für den Betriebsleiter, weshalb für die Opportunitätskosten der Arbeit ein Mischlohn aus paritätischem Grundlohnanspruch und durchschnittlichen Angestelltenkosten verwendet wurde (LBL, 1992b).

Die *Kapitalkosten* entsprechen unter der Annahme eines funktionierenden Kapitalmarktes dem um die Inflation korrigierten Nominalzins. Als Nominalzinssatz wurde der Jahresdurchschnitt der 1. Hypothek der Zürcher Kantonalbank verwendet. Der errechnete Realzins wurde für die Berechnung der festen Einrichtungen (Stallplatz, Melkanlage etc.) wie auch für das kurzfristig gebundene Kapital (Dünger, Pflanzenschutz etc.) benutzt.

Die *Maschinenkosten* wurden mit Hilfe des Entschädigungsansatzes errechnet (FAT, 1991). Dabei wird davon ausgegangen, dass ein funktionierender Markt für die Miete von Maschinen besteht. Der Treibstoff wurde - im Gegensatz zu den Maschinen - als handelbarer Faktor eingestuft und seine Kosten entsprechend abgezogen. Seine Berechnung erfolgte über den Tankstellenpreis, von dem die gesamten fiskalischen Belastungen abgezogen wurden. Dies entspricht dem Weltmarktpreis zuzüglich den Transport- und Vermarktungskosten.

Die Opportunitätskosten von *Land* entsprechen der Verwendung in der besten Produktionsalternative. Sie wurden als Residualwert bei der Kultur 'Weizen' berechnet, indem vom Erlös die handelbaren und nichthandelbaren Faktoren mit Ausnahme der Landkosten abgezogen wurden (Tsakok, 1990). Wie aus Tabelle 4 in Abschnitt 6.2 unschwer zu ersehen ist, ergibt

⁶Weitere Angaben finden sich im Anhang

sich für die Landrente ein negativer Wert. Dies bedeutet, dass bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung für diesen Faktor keine Kosten eingesetzt werden (Landkosten = 0).

Im folgenden wird auf spezifische Aspekte der einzelnen Produktionsalternativen eingegangen.

5.2. Raps

Gemäss Auerbach (1992) und internen Kalkulationen der FAT entspricht die Ausbeute von RME in einer kleinen Veresterungsanlage 32%. Aufgrund des geringeren Heizwertes gegenüber Diesel (vgl. Tabelle 1) muss der Wert noch um einen entsprechenden Faktor korrigiert werden. Die Nebenprodukte Rapsschrot und Glycerin kommen auf 60% bzw. 3% der Ausgangsmenge. Das anfallende Glycerin ist gemäss Händlerkreisen (Mitteilung der 'Impag' und 'Plüss-Stauffer') in ungereinigter Form wertlos.

Der Preis für RME entspricht jenem von Diesel 'ex Raffinerie', unverzollt (Mitteilung der 'Erdöl-Vereinigung'). Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass der Preis 'ex Raffinerie' mit jenem von 'ex Veresterungsanlage' vergleichbar ist.

Die stark variierenden Verarbeitungskosten aus der Literatur sind schwierig zu interpretieren, da oft Angaben über die getroffenen Annahmen bezüglich Verarbeitungskapazität, Ausbeute, in Abzug gebrachte Nebenprodukterlöse, Kosten für Annahme und Trocknung sowie Subventionen fehlen. Die vorliegenden Berechnungen stützen sich auf die vergleichbaren Angaben von Auerbach (1992) und der FAT.

5.3. Weizen

Neben den Körnern wurde auch ein Erlös für den Verkauf des Strohs eingesetzt. Unter Vernachlässigung der Transportkosten vom Hof zur Getreidesammelstelle wurde der Preisvergleich auf der Basis 'Importpreis transit' bzw. 'ex Getreidesammelstelle' vorgenommen.

5.4. Fleisch

Es wurde von der Ammenkuhhaltung (Bestandesgrösse 12 Kühe und 22 Kälber, d.h. 1.8 Kälber/Kuh) zur 'Natura Beef'-Produktion ausgegangen. Die Fütterung basiert vorwiegend auf Grundfutter. Dieses wurde auf einer dreijährigen Kunstwiese (Ansaatjahr und zwei Hauptnutzungsjahre) produziert und der Ertrag auf ein Jahr umgerechnet. Die Nutzung bestand je zur Hälfte aus Weiden und Futtergewinnung.

Die Preise wurden auf der Basis Lebendgewicht und unter der Annahme 'ab Hof = franko Schweizer Grenze' berechnet. Dem Erlös für die Kälber liegen die EU-Marktpreise für Rinder plus 20% (Mitteilung der 'Schweizerischen Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhalter') zugrunde. Die Kosten für den Zukauf von Kälbern und Kühen wurden über den Fleischpreis gerechnet.

Der Düngerbedarf für den Grundfutteranbau kann vollumfänglich mit dem Hofdüngeranfall aus der Tierhaltung gedeckt werden. Da die Tiere halbjährig auf der Weide sind, wurde für den Stallplatz mit einer Auslastung von 50% gerechnet. Der Raumbedarf für das Dürrfutter wurde vernachlässigt.

5.5. Milch

Bei der Milchproduktion fallen als Nebenprodukte Fleisch vom Kalb und der abgehenden Kuh an. Ein Teil der Milch wird dem Kalb verfüttert.

Der Erlös für die Milch wurde auf der Basis des EU-Richtpreises zuzüglich Transport und Importmarge festgelegt.

Für die Berechnung der Futterkosten wurde die Maissilage 1:1 durch Grassilage und das Leistungsfutter 1:1 durch Sojaschrot ersetzt. Ansonsten wurden für die Grundfutterproduktion dieselben Voraussetzungen wie für die Fleischproduktion getroffen. Die Kosten für den Zukauf der Kühe zur Bestandesergänzung wurden entsprechend dem Unterschied zwischen den Opportunitätskosten und dem inländischen Marktpreis für Milch festgelegt.

6. Ergebnisse und Diskussion

In diesem Abschnitt werden zuerst die Ergebnisse der RME-Berechnungen dargestellt. Anschliessend folgen jene der Alternativen Weizen, Fleisch und Milch. In einem dritten Teil werden die Ergebnisse anhand von verschiedenen Szenarien diskutiert.

6.1. Raps

Tabelle 2 enthält die volkswirtschaftlichen Berechnungen für die Produktion von RME in der Schweiz. Der negative DRC deutet darauf hin, dass mit dem Erlös nicht einmal die Kosten für die handelbaren Produktionsfaktoren gedeckt werden können. Die inländischen Ressourcen werden bei dieser Kalkulation somit nicht entschädigt.

Tabelle 2: Volkswirtschaftliche Analyse der RME-Produktion

		Raps				
			RME	Schrot	Glyzerin	
Ertrag		kg/ha	3000	960	1800	90
	Dieseläquivalent	kg/ha		837		
Preis		Fr./kg		0.28	0.30	0.00
Erlös	(E)	Fr./ha	771	231	540	0
Handelbare Produktionsfaktoren (HPF)		Fr./ha	827			
Saatgut		Fr./ha	108			
Dünger		Fr./ha	391			
Pflanzenschutz		Fr./ha	300			
Treibstoff		Fr./ha	28			
Nichthandelbare Produktionsfaktoren (NHPF)		Fr./ha	2880			
Arbeit		Fr./ha	344			
Kapitalkosten		Fr./ha	34			
Maschinenkosten		Fr./ha	1202			
Landkosten		Fr./ha	0			
Hagelversicherung		Fr./ha	46			
Verarbeitung		Fr./ha	1200			
Transport		Fr./ha	54			
Domestic Resource Cost Ratio (DRC)		DRC=NHPF/(E-HPF)	-51.44			

Anmerkung: Die detaillierten Berechnungen der Daten sind im Anhang wiedergegeben

Tabelle 3 zeigt die Situation, wenn wir annahmegemäss einen Preis für Glycerin festlegen, der 25% desjenigen von Reinglycerin (2.75 Fr./kg) beträgt. Allen folgenden Berechnungen liegt diese Annahme zugrunde. Der errechnete DRC zeigt, dass die Schweiz bei der Produktion von Treibstoff keine komparativen Kostenvorteile besitzt, d.h. dass die Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen grösser sind, als die durch die Importsubstitution eingesparten Devisen.

Tabelle 3: Volkswirtschaftliche Analyse der RME-Produktion unter der Annahme eines Glycerinpreises von 0.69 Fr./kg

		Raps				
			RME	Schrot	Glycerin	
Ertrag		kg/ha	3000	960	1800	90
	Dieseläquivalent	kg/ha		837		
Preis		Fr./kg		0.28	0.30	0.69
Erlös	(E)	Fr./ha	833	231	540	62
Handelbare Produktionsfaktoren	(HPF)	Fr./ha	827			
Saatgut		Fr./ha	108			
Dünger		Fr./ha	391			
Pflanzenschutz		Fr./ha	300			
Treibstoff		Fr./ha	28			
Nichthandelbare Produktionsfaktoren	(NHPF)	Fr./ha	2884			
Arbeit		Fr./ha	344			
Kapitalkosten		Fr./ha	34			
Maschinenkosten		Fr./ha	1202			
Landkosten		Fr./ha	0			
Hagelversicherung		Fr./ha	50			
Verarbeitung		Fr./ha	1200			
Transport		Fr./ha	54			
Domestic Resource Cost Ratio (DRC)	DRC=NHPF/(E-HPF)		489.88			

Anmerkung: Die detaillierten Berechnungen der Daten sind im Anhang wiedergegeben

6.2. Vergleich der Produktionsalternativen

Das Ergebnis, wonach die Schweiz bei der Produktion von fossilem Treibstoffersatz mittels nachwachsenden Rohstoffen keine komparativen Kostenvorteile besitzt, kann aufgrund der tiefen Weltmarktpreise für Diesel nicht erstaunen. Interessanter scheint dagegen der volkswirtschaftliche Vergleich von Produktionsalternativen, die mit der RME-Produktion um die inländischen Ressourcen konkurrieren. Tabelle 4 enthält die Gegenüberstellung von RME und den Alternativen Weizen, Fleisch und Milch.

Tabelle 4: Volkswirtschaftliche Analyse verschiedener Produktionsalternativen

		Raps				Weizen		Fleisch			Milch					
			RME	Schrot	Glycerin		Körner	Stroh	Ammenkuh	Kälber	Kuh	Milchkuh	Milch	Kalb	Kuh	
Ertrag		kg/ha	3000	960	1800	90	7000	5500		468	112		5240	65	143	
	Dieseläquivalent	kg/ha	837													
Preis		Fr./kg	0.28	0.30	0.69		0.34	0.11		3.23	1.71		0.54	4.35	1.52	
Erlös	(E)	Fr./ha	833	231	540	62	2950	2345	605	1703	1512	192	3330	2830	283	217
Handelbare Produktionsfaktoren (HPF)		Fr./ha	827				1016			150			247			
Saatgut		Fr./ha	108				291									
Dünger		Fr./ha	391				453									
Pflanzenschutz		Fr./ha	300				241									
Treibstoff		Fr./ha	28				31									
Gerste		Fr./ha								27			46			
Sojaextraktionsschrot		Fr./ha											40			
Mineral- und Viehsatz		Fr./ha								51			89			
Grundfutter		Fr./ha														
	Saatgut	Fr./ha								63			63			
	Treibstoff	Fr./ha								9			9			
Nichthandelbare Produktionsfaktoren (NHPF)		Fr./ha	2884				2694			3079			4830			
Arbeit		Fr./ha	344				554			955			2101			
Kapitalkosten		Fr./ha	34				42			32			56			
Maschinenkosten		Fr./ha	1202				1549									
Landkosten		Fr./ha	0				0									
Hagelversicherung		Fr./ha	50				65									
Verarbeitung		Fr./ha	1200													
Annahme/Reinigung		Fr./ha					249									
Trocknung		Fr./ha					82									
N-mfn.-Analyse		Fr./ha					85									
Transport		Fr./ha	54				68									
Zukauf Kuh		Fr./ha								217						
Zukauf Kalb		Fr./ha								277			489			
Tierarzt		Fr./ha								165			215			
Verschiedenes		Fr./ha								50			103			
Stroh		Fr./ha								121			22			
Stallplatz		Fr./ha								722			1052			
Melkanlage		Fr./ha											114			
Milchkammer		Fr./ha											21			
Silo		Fr./ha											118			
Grundfutter		Fr./ha														
	Arbeit	Fr./ha								139			139			
	Maschinenkosten	Fr./ha								348			348			
	Kapitalkosten	Fr./ha								4			4			
	Landkosten	Fr./ha								0			0			
	Hagelversicherung	Fr./ha								48			48			
Domestic Resource Cost Ratio (DRC)	DRC=NHPF/(E-HPF)		489.88				1.39			1.98			1.57			

Anmerkung: Die detaillierten Berechnungen der Daten sind im Anhang wiedergegeben

Die Ergebnisse zeigen, dass auch die schweizerische Produktion anderer landwirtschaftlicher Güter keine komparativen Kostenvorteile aufweisen. Für die inländische Produktion von Weizen beispielsweise bedeutet ein DRC von 1.39, dass für jede Einheit Devisen, die durch die Importsubstitution eingespart wird, volkswirtschaftliche Kosten von 1.39 Einheiten entstehen. Das relativ gute Abschneiden von Weizen gegenüber den anderen Alternativen ist auf den hohen Ertrag im Verhältnis zur eingesetzten Arbeit zu erklären. Bedeutender ist jedoch das Resultat, dass die DRCs von Raps zur RME-Produktion und den Alternativen einen beträchtlichen Unterschied aufweisen.

Anhand von verschiedenen Szenarien soll nun die Sensitivität der Resultate überprüft werden. Im weiteren kann damit auch gezeigt werden, ob und unter welchen Voraussetzungen sich die Produktion von RME aus volkswirtschaftlicher Sicht lohnt.

6.3. Szenario 'Preis'

In einem ersten Szenario soll der Preis für Dieseltreibstoff in Schritten von 10% - ausgehend vom aktuellen Preis - erhöht werden, bis eine Verdoppelung erreicht ist. Gleichzeitig sollen die Preise für die Alternativen in Schritten von 5% gesenkt werden, bis eine Halbierung erreicht ist. In Tabelle 5 sind die Preisentwicklung sowie die entsprechenden DRCs aufgeführt.

Tabelle 5: Preis- und DRC-Entwicklung gemäss Szenario 'Preis' (alle Preise in Fr./kg)

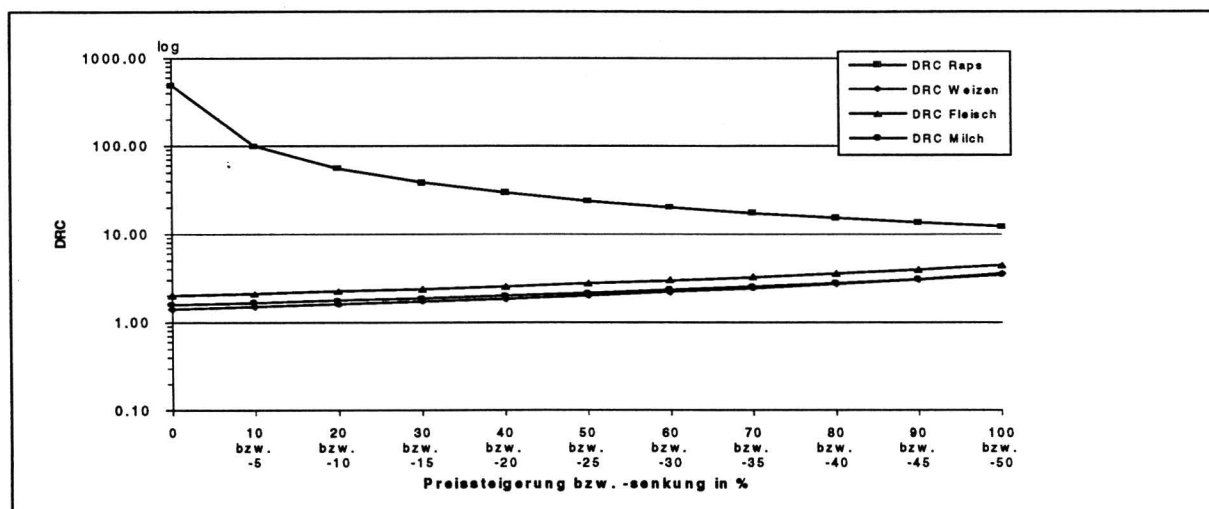
Preissteigerung (%)	Raps		Preissenkung (%)	Weizen		Fleisch			Milch			
	Preis Diesel	DRC		Preis Korn	DRC	Preis Kalb	Preis Kuh	DRC	Preis Milch	Preis Kalb	Preis Kuh	DRC
0	0.28	489.88	0	0.34	1.39	3.23	1.71	1.98	0.54	4.35	1.52	1.57
10	0.30	99.49	5	0.32	1.48	3.07	1.62	2.10	0.51	4.13	1.44	1.66
20	0.33	55.37	10	0.30	1.59	2.91	1.54	2.23	0.49	3.92	1.37	1.76
30	0.36	38.35	15	0.28	1.70	2.75	1.45	2.37	0.46	3.70	1.29	1.87
40	0.39	29.34	20	0.27	1.84	2.58	1.37	2.54	0.43	3.48	1.22	2.00
50	0.41	23.76	25	0.25	2.00	2.42	1.28	2.73	0.41	3.26	1.14	2.15
60	0.44	19.96	30	0.23	2.19	2.26	1.20	2.95	0.38	3.05	1.06	2.32
70	0.47	17.21	35	0.22	2.42	2.10	1.11	3.22	0.35	2.83	0.99	2.52
80	0.50	15.12	40	0.20	2.70	1.94	1.03	3.53	0.32	2.61	0.91	2.76
90	0.52	13.49	45	0.18	3.07	1.78	0.94	3.91	0.30	2.39	0.84	3.05
100	0.55	12.17	50	0.17	3.54	1.62	0.86	4.39	0.27	2.18	0.76	3.41

Anmerkung: Die fettgedruckte Zeile entspricht der Basisvariante; dies gilt auch für alle kommenden Tabellen.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der einzelnen DRCs graphisch. Trotz einer Verdoppelung des Dieselpreises und einer Halbierung der übrigen Preise liegt der DRC von RME noch bedeutend über den anderen. Die Abflachung der Kurve beim 'DRC Raps' ist nicht allein auf die logarithmisch skalierte Achse zurückzuführen, sondern entspricht auch der 'normalen' Entwicklung bei einer Preiserhöhung (vgl. DRC-Formel in Abschnitt 4.4.).

Bis die schweizerische Produktion von Rapsmethylester als Dieseleratz komparative Kostenvorteile aufweist (DRC < 1), müsste, ceteris paribus, der Weltmarktpreis von Diesel von heute 0.28 Fr./kg auf 3.71 Fr./kg ansteigen. Dabei nicht berücksichtigt ist die Tatsache, dass sich eine Verteuerung der Energie in diesem Ausmass auch auf die Kosten der landwirtschaftlichen Produktion auswirken würde.

Abbildung 3: Entwicklung der DRCs bei Preisänderungen



6.4. Szenario 'Arbeitskosten'

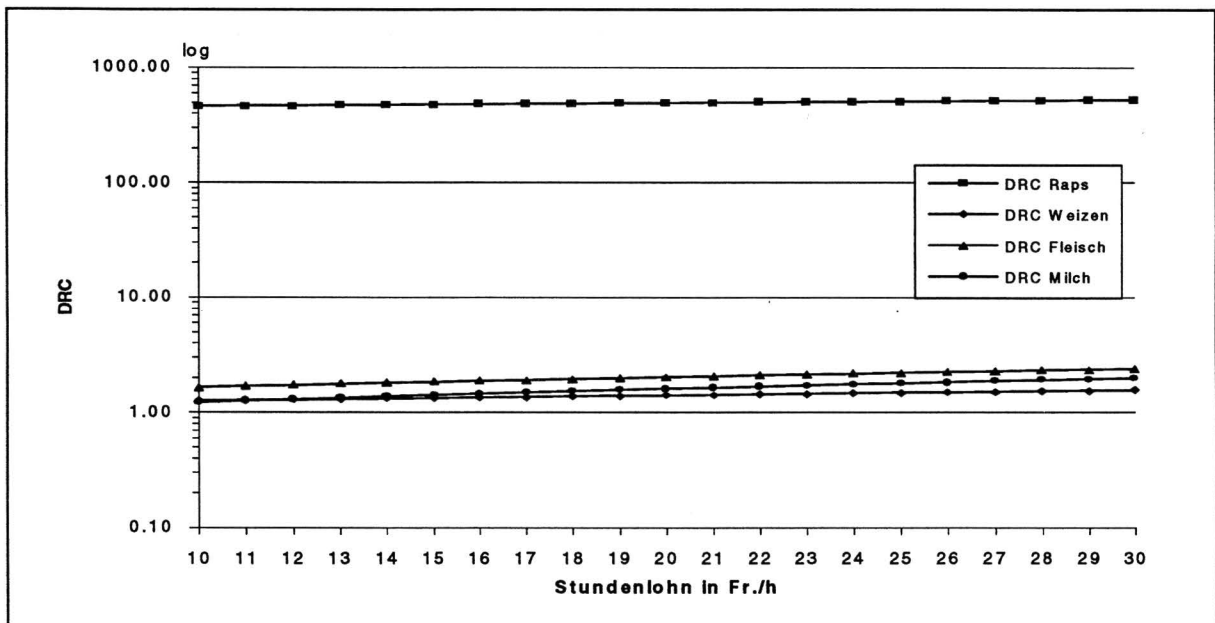
Für die Ausgangsvariante wurde von einem Stundenlohn von Fr. 19.10 ausgegangen. Dies entspricht den Opportunitätskosten der landwirtschaftlichen Arbeitskraft (vgl. Abschnitt 5.1. bzw. Anhang). Um den Einfluss dieses Kostenfaktors bei der Produktion von RME und den Alternativen zu untersuchen, wurden die Stundenansätze gemäss Tabelle 6 variiert. Die Lohnkosten nehmen dabei Werte von ca. 50 bis 150 Prozent der aktuellen Kosten an.

Tabelle 6: Arbeitskosten- und DRC-Entwicklung gemäss Szenario 'Arbeitskosten'

Stundenlohn (Fr./h)	Raps		Weizen		Fleisch		Milch	
	Arbeitskosten (Fr.)	DRC	Arbeitskosten (Fr.)	DRC	Arbeitskosten (Fr.)	DRC	Arbeitskosten (Fr.)	DRC
10	180	462.02	290	1.26	573	1.65	1173	1.22
11	198	465.08	319	1.27	630	1.68	1290	1.26
12	216	468.14	348	1.29	687	1.72	1407	1.30
13	234	471.20	377	1.30	744	1.76	1524	1.33
14	252	474.25	406	1.32	802	1.79	1642	1.37
15	270	477.31	435	1.33	859	1.83	1759	1.41
16	288	480.37	464	1.35	916	1.87	1876	1.45
17	306	483.43	493	1.36	973	1.90	1993	1.49
18	324	486.48	522	1.38	1031	1.94	2111	1.52
19	342	489.54	551	1.39	1088	1.98	2228	1.56
20	360	492.60	580	1.41	1145	2.02	2345	1.60
21	378	495.66	609	1.42	1202	2.05	2462	1.64
22	396	498.71	638	1.44	1260	2.09	2580	1.68
23	414	501.77	667	1.45	1317	2.13	2697	1.72
24	432	504.83	696	1.47	1374	2.16	2814	1.75
25	450	507.89	725	1.48	1431	2.20	2931	1.79
26	468	510.94	754	1.50	1489	2.24	3049	1.83
27	486	514.00	783	1.51	1546	2.27	3166	1.87
28	504	517.06	812	1.53	1603	2.31	3283	1.91
29	522	520.12	841	1.54	1660	2.35	3400	1.94
30	540	523.18	870	1.56	1718	2.38	3518	1.98

Die graphische Darstellung in Abbildung 4 verdeutlicht den relativ geringen Einfluss der Lohnkosten auf die Entwicklung der einzelnen DRCs. Der gegenüber Weizen stärkere Anstieg des 'DRC Milch' widerspiegelt den knapp 50%-igen Anteil der Arbeitskosten an den inländischen Ressourcen verglichen mit nur 20% bei Weizen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass verschiedene, nichthandelbare Produktionsfaktoren teilweise beträchtliche Anteile an indirekten Arbeitskosten enthalten, die beim vorliegenden Szenario nicht berücksichtigt wurden. Dazu gehören insbesondere Teile der Maschinen- und Gebäudekosten sowie bei RME der Verarbeitungskosten. Unter Berücksichtigung der gesamten, in den nichthandelbaren Faktoren enthaltenen Arbeitskosten wächst ihr Einfluss auf den DRC beträchtlich. Trotzdem kann festgehalten werden, dass variierende Arbeitskosten das Verhältnis zwischen RME und den Alternativen bezüglich volkswirtschaftlicher Effizienz nicht grundsätzlich verändern.

Abbildung 4: Entwicklung der DRCs bei unterschiedlichen Arbeitskosten



6.5. Szenario 'Landkosten'

Um den Einfluss von steigenden Landkosten auf die Effizienz verschiedener Produktionsalternativen abzuschätzen, wurden die Werte schrittweise bis auf Fr. 1'500.- pro Hektare erhöht. Da die Landrenten als Residualwerte in der besten Alternative (Weizen) berechnet werden, ergibt die Kalkulation eines DRC für diese Kultur keinen Sinn. In Tabelle 7 sind die DRCs bei unterschiedlichen Landkosten aufgeführt.

Tabelle 7: DRC-Entwicklung bei steigenden Landkosten

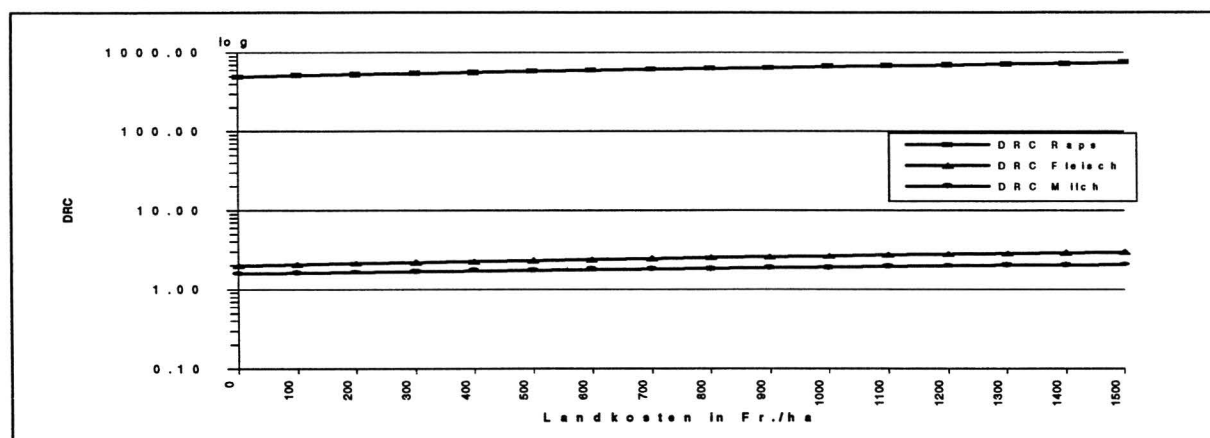
Landkosten (Fr./ha)	Raps	Fleisch	Milch
	DRC	DRC	DRC
0	489.88	1.98	1.57
100	506.87	2.05	1.60
200	523.85	2.11	1.63
300	540.84	2.18	1.66
400	557.83	2.24	1.70
500	574.81	2.30	1.73
600	591.80	2.37	1.76
700	608.79	2.43	1.79
800	625.77	2.50	1.83
900	642.76	2.56	1.86
1000	659.75	2.63	1.89
1100	676.73	2.69	1.92
1200	693.72	2.75	1.96
1300	710.71	2.82	1.99
1400	727.69	2.88	2.02
1500	744.68	2.95	2.05

In Analogie zum vorhergehenden Szenario zeigt sich auch hier, dass die Landkosten - im Hinblick auf die volkswirtschaftliche Effizienz - keinen Einfluss auf die Reihenfolge von Raps und seinen Alternativen ausüben. Abbildung 5 verdeutlicht dies und zeigt unter Berücksichtigung der logarithmischen Skalierung die relativ starke Verschlechterung der DRCs mit zunehmenden Landkosten. Werden - unter der Annahme, die beste Alternative zur RME-Produktion sei die Verpachtung - für die Landkosten ein durchschnittlicher Pachtzins von Fr. 1'150.- pro Hektare⁷ eingesetzt, ergeben sich für die einzelnen Alternativen die in Tabelle 8 aufgeführten DRCs (zum Vergleich sind die DRCs für die Basisvariante eingetragen). Da die Landkosten vorgegeben sind, kann hier der Weizen mitberücksichtigt werden.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der DRCs für Landkosten von 0 und 1'150 Fr./ha

Alternative	DRC	DRC
	Landkosten = 0	Landkosten = Pachtzins
Raps (RME)	489.88	685.23
Weizen	1.39	1.99
Fleisch	1.98	2.72
Milch	1.57	1.94

⁷Gemäss Auskunft des Schweizerischen Pächterverbandes liegen die Pachtzinse für gutes Ackerland in der Talzone zwischen 800.- und 1'500.- Fr./ha (1992).

Abbildung 5: Entwicklung der DRCs bei unterschiedlichen Landkosten

6.6. Szenario 'Ertrag'

In den beiden letzten Szenarien soll nochmals ausschliesslich auf die Frage der volkswirtschaftlichen Effizienz der Rapsmethylester-Produktion eingegangen werden. Als erstes Szenario wird der Rapserttrag zwischen 50% und 200% (des aktuellen Ertrages) variiert. Dadurch ändern sich neben dem Ertrag für RME auch derjenige für die Nebenprodukte Rapsschrot und Glycerin. Der Preis für das Rohglyzerin liegt weiterhin bei 25% des Reinglyzerinpreises. Durch die Ertragsänderung werden auch die Verarbeitungskosten beeinflusst, was in die Berechnungen einfließt. Die übrigen Kosten werden jedoch konstant gehalten.

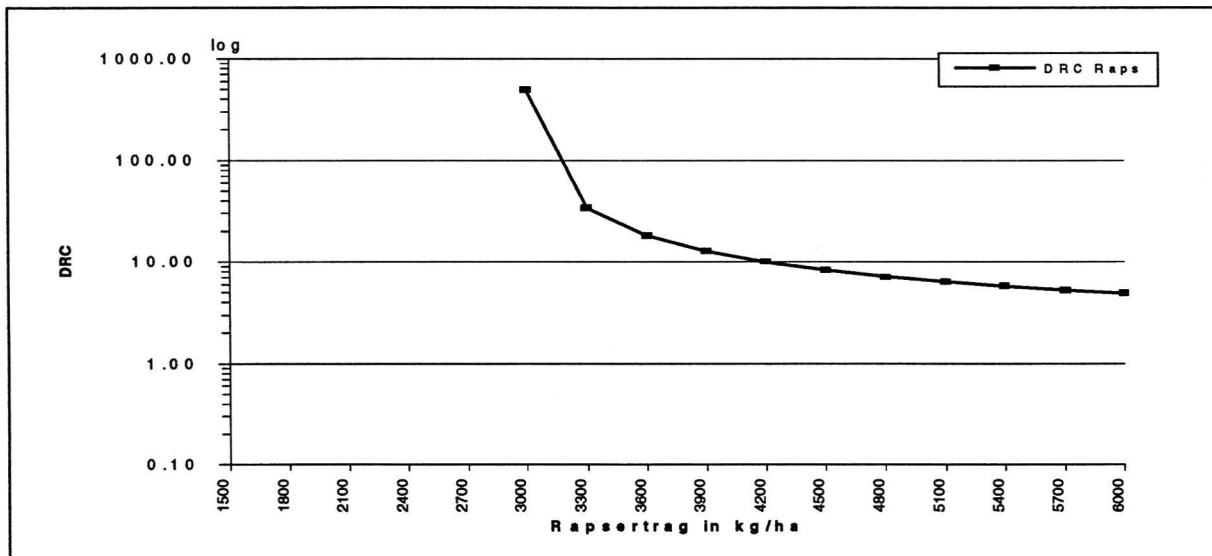
Tabelle 9 stellt den entsprechenden Sachverhalt dar. Bereits bei einer Ertragsminderung von 10% werden die handelbaren Produktionsfaktoren nicht mehr entschädigt, was sich am negativen DRC zeigt.

Aus Abbildung 6 ist die DRC-Entwicklung ersichtlich, wobei die negativen Werte nicht eingetragen sind. Trotz einer Verdoppelung des Ertrages liegt der DRC noch weit über dem Wert 1. Tatsächlich liegt der DRC trotz einer Verzehnfachung des Rapserttrages (300 dt./ha) noch bei über 1.8 Punkten.

Tabelle 9: DRC von Raps bei Ertragsänderung

Ertrags- änderung (%)	Raps	RME	Schrot	Glycerin	Verarbeitungs- kosten (Fr./ha)	DRC
	Ertrag (kg/ha)	Ertrag (kg/ha)	Ertrag (kg/ha)	Ertrag (kg/ha)		
-50	1500	480	900	45	600	-5.56
-40	1800	576	1080	54	720	-7.35
-30	2100	672	1260	63	840	-10.34
-20	2400	768	1440	72	960	-16.45
-10	2700	864	1620	81	1080	-35.71
0	3000	960	1800	90	1200	489.88
10	3300	1056	1980	99	1320	33.69
20	3600	1152	2160	108	1440	18.11
30	3900	1248	2340	117	1560	12.68
40	4200	1344	2520	126	1680	9.92
50	4500	1440	2700	135	1800	8.25
60	4800	1536	2880	144	1920	7.13
70	5100	1632	3060	153	2040	6.32
80	5400	1728	3240	162	2160	5.72
90	5700	1824	3420	171	2280	5.25
100	6000	1920	3600	180	2400	4.87

Abbildung 6: Entwicklung des DRC bei variierenden Rapsertträgen



6.7. Szenario 'Optimum'

Als letztes soll ein für die RME-Produktion optimales Szenario diskutiert werden. Ausgehend vom heutigen Niveau werden die Preise für RME und seiner Nebenprodukte schrittweise verdoppelt. Parallel dazu werden die Verarbeitungskosten halbiert. In Tabelle 10 sind neben der Preisentwicklung die DRCs für die einzelnen Preiserhöhungen bzw. Kostensenkungen und der kummulierte DRC ausgewiesen. Entsprechend den Erlösanteilen der einzelnen Komponenten sinkt der DRC. Wie bereits in den Szenarien mit anderen nichthandelbaren Faktoren (Arbeit, Land) beobachtet werden konnte, wirkt sich der Einfluss einer Kostensenkung bei der Verarbeitung nur beschränkt auf den DRC aus.

Tabelle 10: DRC von Raps bei Änderung der Preise und Verarbeitungskosten

Preissteigerung (%)	Diesel		Schrot		Glyzerin		Kostensenkung (%)	Verarbeitung		Optimum DRC
	Preis (Fr./kg)	DRC	Preis (Fr./kg)	DRC	Preis (Fr./kg)	DRC		Preis (Fr./kg)	DRC	
0	0.28	489.88	0.30	489.88	0.69	489.88	0	1200	489.88	489.88
10	0.30	99.49	0.33	48.16	0.76	238.84	5	1140	479.69	31.67
20	0.33	55.37	0.36	25.32	0.83	157.92	10	1080	469.50	16.03
30	0.36	38.35	0.39	17.18	0.89	117.95	15	1020	459.31	10.57
40	0.39	29.34	0.42	13.00	0.96	94.13	20	960	449.11	7.80
50	0.41	23.76	0.45	10.45	1.03	78.32	25	900	438.92	6.12
60	0.44	19.96	0.48	8.74	1.10	67.05	30	840	428.73	4.99
70	0.47	17.21	0.51	7.51	1.17	58.62	35	780	418.54	4.18
80	0.50	15.12	0.54	6.59	1.24	52.07	40	720	408.35	3.58
90	0.52	13.49	0.57	5.86	1.31	46.84	45	660	398.15	3.10
100	0.55	12.17	0.60	5.28	1.38	42.56	50	600	387.96	2.72

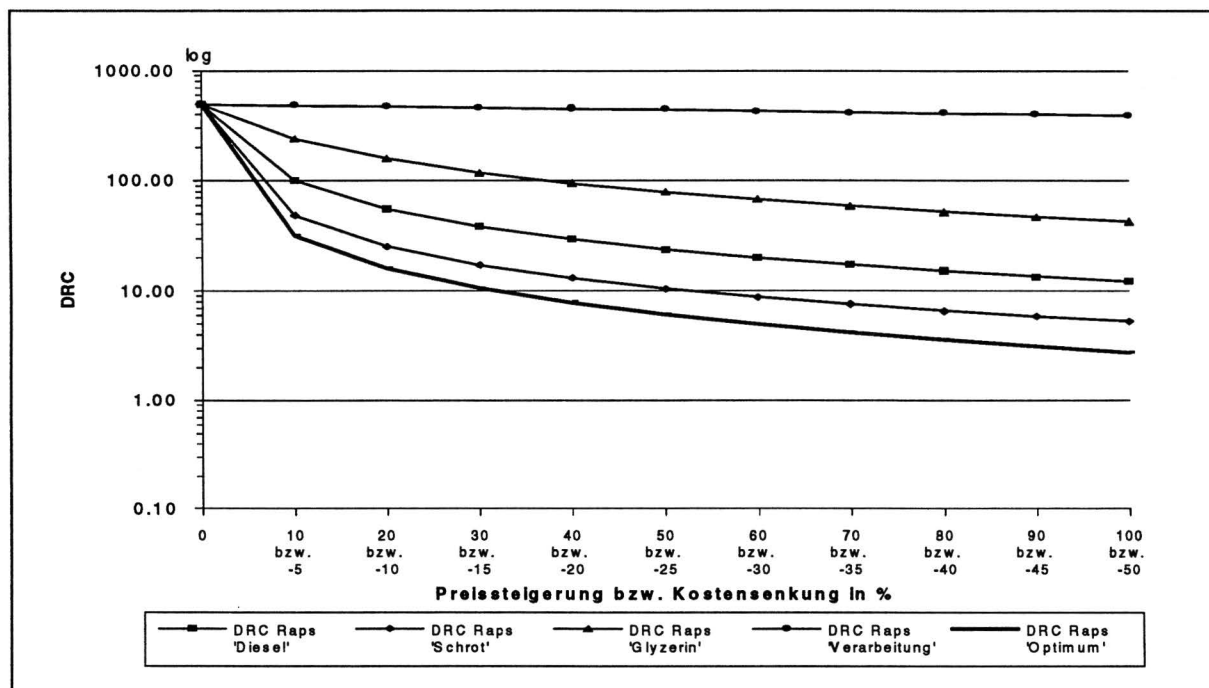
Abbildung 7: Entwicklung des DRC bei Änderung von Preisen und Verarbeitungskosten

Abbildung 7 verdeutlicht den oben beschriebenen Sachverhalt bezüglich den unterschiedlichen Einflüssen auf den DRC von Raps. Offensichtlich bestehen auch bei diesem Szenario ungenügende komparative Kostenvorteile, sowohl im internationalen Vergleich als auch bei der Gegenüberstellung mit den analysierten Produktionsalternativen⁸; und dies trotz massiven Preiserhöhungen bei allen Erlöskomponenten von RME und deutlich herabgesetzten Verarbeitungskosten. Der Schluss liegt somit nahe, dass aus volkswirtschaftlicher Sicht der Anbau von Raps zur Produktion von Dieseleratz auch bei nachhaltig veränderten Preis- und Kostenrelationen nicht rentabel ist..

Infolge der fehlenden Quantifizierung von positiven und negativen Externalitäten⁹ beim Ersatz von Dieseltreibstoff durch Rapsmethylester können diese Faktoren nicht in der volkswirtschaftlichen Analyse berücksichtigt werden. Liegen einmal Kalkulationen vor, beispielsweise der volkswirtschaftlichen Kosten von CO₂-Emissionen, können diese bei zweckgebundenen CO₂-Steuern in die volkswirtschaftliche Analyse einbezogen werden.

⁸Dies gilt auch für weitere Alternativen. Gemäss zusätzlichen Berechnungen für Futtergerste (fruchtfolgetechnisch würde Raps vorwiegend Getreide ersetzen können) ist der DRC (ca.1.7) nur leicht höher als jener von Weizen.

⁹Zu den bereits in der Einleitung und im Abschnitt 3.2 erwähnten Externalitäten kommen weitere hinzu (positive und negative): Aufrechterhaltung der ackerbaulichen Produktion, Erhaltung des Bauernstandes, Forschung und Investitionen in ev. zukunftssträchtige Technologien (Verarbeitung, Motoren), Innovationsvorsprung gegenüber dem Ausland, Sensibilisierung der Öffentlichkeit für ökologische Fragen, Zementierung intensiver Produktionssysteme, Konkurrenzierung von ökologischen Ausgleichsflächen, Ineffizienzen aufgrund doppelt geführter Vertriebssysteme u.a.m.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Nachwachsende Rohstoffe sind zurzeit in Landwirtschaftskreisen hochaktuell. Die Gründe liegen vorwiegend in übersättigten Nahrungsmittelmärkten und einem steigenden internationalen Druck zur Liberalisierung der Agrarmärkte. Daneben spielen auch ökologische Aspekte eine gewisse Rolle. Besonders interessant scheinen nachwachsende Rohstoffe zur Energiegewinnung zu sein, da hier ein beinahe unbegrenztes Absatzpotential vorliegt. Neben Ethanol aus landwirtschaftlicher Produktion ist in Europa hauptsächlich Rapsmethylester (RME) als Dieseltreibstoffersatz im Gespräch. So ist in die Schweiz für dieses Jahr (1994) eine Fläche von 1'400 Hektaren Raps zur Produktion von RME vorgesehen.

Das Ziel der vorliegenden Analyse war die Beurteilung der volkswirtschaftlichen Effizienz einer RME-Produktion in der Schweiz. Dabei wurden einerseits die komparativen Kostenvorteile bezüglich Treibstoffproduktion im internationalen Umfeld untersucht und andererseits die Bereitstellung von RME mit Produktionsalternativen hinsichtlich einer effizienten Ressourcenallokation verglichen. Mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen in Form von Szenarien wurden die Resultate anschliessend geprüft. Diese Analysen erlaubten auch, allfällige Änderungen bezüglich der optimalen Verwendung der inländischen Ressourcen aufzuzeigen. Bei der angewandten Methode handelt es sich um den *Domestic Resource Cost*-Ansatz. Er kann als Mass für die komparativen Kostenvorteile sowohl eines Landes gegenüber dem Ausland als auch von verschiedenen Produktionsmöglichkeiten innerhalb eines Landes dienen. Der *Domestic Resource Cost Ratio* (DRC) vergleicht dabei die inländischen Ressourcen (zu Opportunitätskosten bewertet) mit der Wertschöpfung der Produktion zu Weltmarktpreisen. Liegt der DRC unter dem Wert 1, weist das entsprechende Land bzw. die Produktionsalternative komparative Kostenvorteile auf.

Die Berechnungen des DRC für Rapsmethylester zeigten - volkswirtschaftlich betrachtet - massive Kostennachteile der Schweiz bei der landwirtschaftlichen Produktion von Dieseleratz. Verschiedene Szenarien mit gesteigerten Erlösen und beträchtlich herabgesetzten Kosten (insbesondere auch für die Veresterung) konnten das Resultat nicht entscheidend verbessern. Um einen volkswirtschaftlichen Vergleich verschiedener Produktionsmöglichkeiten vornehmen zu können, wurden weitere DRCs für Weizen, Fleisch und Milch errechnet. Obwohl auch die Produktion dieser Produkte keine komparativen Kostenvorteile vorweisen (DRC bei allen deutlich über 1), schneiden sie gegenüber der RME-Produktion bedeutend besser ab. Wiederum wurden unterschiedliche Szenarien mit variierenden Parametern gerechnet, um auf der einen Seite den Einfluss der einzelnen Grössen auf das Ergebnis zu analysieren und auf der anderen Seite mögliche relative Verschiebungen bezüglich einer volkswirtschaftlich effizienten Agrarproduktion zu ermitteln. Trotz optimalen Annahmen zugunsten einer RME-Produktion lag die Bewertung der inländischen Ressourcen in jedem Fall deutlich unter jener der Produktionsalternativen.

Die Produktion von Rapsmethylester als Ersatz von Dieseltreibstoff ist aus volkswirtschaftlicher Sicht für die Schweiz keine Alternative. Dieses Ergebnis behält auch unter der Annahme von beträchtlichen Verschiebungen der Preis- und Kostenrelationen seine Gültigkeit. Die Frage, wieweit die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen für den Ersatz von fossilen Energieträgern aus agrar-, energie- und umweltpolitischen Gründen für die Schweiz erwünscht ist, kann mit der vorliegenden Untersuchung nicht abschliessend beantwortet werden. Der Grund dafür liegt in der fehlenden Quantifizierung von positiven und negativen Externalitäten einer RME-Produktion. Erst eine Bewertung dieser Effekte würde es erlauben, sie auch in eine volkswirtschaftliche Analyse der vorliegenden Art einzubeziehen.

Quellenverzeichnis

- ANTON, H. (1992) Rapsmethylester-Anlagen der Vogel & Noot, in: GÖCH - FICHTE - BLT, Symposium 'Rapsmethylester - Kraftstoff und Rohstoff, Wien.
- ARBEITSGRUPPE FÜR DIE LENKUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN PRODUKTION (1992) Landwirtschaftliche Produktionsszenarien für die Zeit bis ins Jahr 2000, Brugg.
- AUERBACH, A. (1992) Nachwachsende Rohstoffe als regenerative Energieträger am Beispiel Raps, Diss., Lit Verlag, Münster Hamburg.
- BFS, Bundesamt für Statistik (1993) Statistisches Jahrbuch der Schweiz, Verlag NZZ, Zürich.
- BLW, Bundesamt für Landwirtschaft (1990) Bericht über die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz, Bern.
- BML, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1990) Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe, 2. Auflage, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, Bonn.
- BR (1994) Antwort des Bundesrates auf die Interpellation Strahm (Programm Bio-Diesel) vom 16.3.94, Bern.
- BRUNO, M. (1972) Domestic Resource Costs and Effective Protection: Clarification and Synthesis, in: Journal of Political Economy 80, no.1 (January/February 1972): 16-33.
- FAT, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (1991) Maschinenkosten 1992, Tänikon.
- JANETSCHKE, H. (1991) Rapsmethylester (RME) als Substitut für Dieselkraftstoff in Österreich, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Nr.64, Wien.
- KERCKOW, B. (1991) Rapsöl: Nur ein Papiertiger im Tank?, in: DLG-Mitteilungen/agrar inform 5/1991: 20-23.
- KLEINHANSS W. ET AL. (1992) Kosten-Nutzenanalyse: Rapsöl im Nichtnahrungsmittelbereich, Schriftenreihe des BML, Heft 410, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, Bonn.
- KURATH, R. (1992) Nachwachsende Rohstoffe, in: Landwirtschaft Schweiz 5(3), 1992: 69-70.
- LAVILLE-STUDER, K. UND OBRIST, O. (1991) Nachwachsende Rohstoffe, FAT, Tänikon.
- LBL, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (1989) Betriebsplanung.
- LBL, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (1992a) Deckungsbeitrags-Katalog.
- LBL, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (1992b) Preiskatalog.
- LBL, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (1992c) Strukturdatenkatalog.
- LENGE, R. (1993) Österreich: Biodiesel vor dem aus? in: top agrar 9/93: 30-33.
- MONKE E. UND PEARSON, S. (1989) The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development, Cornell University Press, Ithaca und London.
- MURPHY, E. (1989) Comparative advantage in dairying: An intercountry analysis within the European Community, in: European Review of Agricultural Economics 16(1989): 19-36
- SCHEROMM, P. (1993) Biocarburants: à vos marques, in: Biofutur, Octobre 1993: 18-24.
- SCHMOLTZI, M. (1989) Technische und ökonomische Betrachtungen zur Verwendung von Rapsöl als Kraft- und Schmierstoff, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHRÖFL, J. (1991) Treibstoffherzeugung aus Pflanzenölen, Der Förderungsdienst 39. Jahrgang, Heft 8: 233-236.

- STUDER R. UND WOLFENSBERGER, U. (1991) Energie- und CO₂-Bilanzen über den Alternativ-Treibstoff Biodiesel, in: Landwirtschaft Schweiz 4(12): 637-640.
- TSAKOK, I. (1990) Agricultural Price Policy, Cornell University Press, Ithaca und London.
- WOLFENSBERGER U. ET AL. (1993) Rapsmethylester als Treibstoff für Dieselmotoren, FAT-Berichte Nr. 427, Tänikon.
- WWF Schweiz (1991) Eine Standortbestimmung des WWF Schweiz anhand der WWF-Ökobilanz zu RME, Zürich.
- WWF Schweiz (1994) Nachwachsende Rohstoffe - Vision oder Illusion? Positionspapier Nr. 3, Juli 1994, Zürich.
- ZEIFEL P. UND HELLER R. (1992) Internationaler Handel: Theorie und Empirie, Physica-Verlag, Heidelberg.
- ZMP, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (1993a) ZMP Bilanz: Vieh und Fleisch '92, Bonn.
- ZMP, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (1993b) ZMP Bilanz: Milch '92, Bonn.

Raps

Ertrag

Raps:	Bruttogewicht:	3310 kg	
RME:	Ausbeute: 32%	960 kg	Auerbach, 1992
	Heizwert: RME	37.3 MJ/kg	
	Diesel	42.8 MJ/kg	
	d.h. Faktor 0.8715		entspricht Mehrverbrauch
	Dieseläquivalent:	837 kg	
Schrot:	Ausbeute: ca. 60%	1800 kg	
Glyzerin:	Ausbeute: ca. 3%	90 kg	Reinglyzerin

Preise

Diesel:	ex Raffinerie, unverzollt:	276.19 Fr./t	Erdöl-Vereinigung
Schrot:	Basel Rheinhafen transit:	23. - 31. Fr./dt	starke Schwankungen
	Rheinfracht C.I.F. Basel	6.60 Fr./dt	A/R/A/G - Basel
	Importmarge+Transport	2.50 Fr./dt	Hafen zum Ölwerk
	Durchschnittspreis	30 Fr./dt	
Glyzerin:	Rohglyzerin		kein Markt
	Reinglyzerin	2 - 3 Fr/kg	grossen Schwankungen
	Preise im Dez. 1992	1.75 Fr/kg	Impag; Plüss-Stauffer

Handelbare Produktionsfaktoren

Saatgut:	5kg	21.60 Fr./kg	frei importierbar
Dünger:	N: 90 kg; P2O5 :80 kg; Kalisalz: 210 kg		kein Zoll
	Pflichtlagerabgaben:	N 5.50 Fr./dt	
		P2O5 16.20Fr./dt	wasserunlöslich
		K2O 4.20 Fr./dt	effektiver Dünger
		Mg	keine Abgabe
	Bor-Ammonsalpeter	184 - (0.9x5.5)=179.-	
	Thomasmehl	122 - (0.8x16.2)=109.-	
	Kalisalz	84 - (2.1x4.2)=75.-	
	Granumag	28.-	
	Total Dünger	391.-	
	Pflanzenschutz:		keine Aufschlüsselung möglich, da sowohl Wirkstoffe, Fertigprodukte wie Mischprodukte teilweise aus dem Ausland stammen. Gegenüber Ausland leicht erhöhtes Preisniveau aufgrund höherer Lohnkosten und dichterem Beratungssystem, aber keine grossen Verzerrungen
	Herbizid	240.-	
	Insektizid	60.	

Treibstoff:	Kultur: 18Th Transport: 1Th	(Annahme: 1Stunde zur Verarbeitungsstelle und zurück mit Traktor); 50kW-Traktor,	
	Verbrauch/h	3.8 l/h	FAT, 1991
	Verbrauch gesamt	72.2 l	
	Triebstoffpreis	103 Rp./l	
	Gesamtbelastung	64.2 Rp./l	Erdöl-Vereinigung
	Nettopreis	38.8 Rp/l	
	Total 72.2 x 38.8	28.-	
Nicht handelbare Produktionsfaktoren			
Arbeit:	Stundenlohnansatz	Fr. 19.10	Mischlohn aus paritätischem Grundlohnanspruch und durchschnittlichen Angestelltenkosten
	18Akh; 18 x 19.10	343.80 Fr.	
Kapitalkosten:	kurzfristig gebundenes Kapital für Kosten, die am Anfang des Wirtschaftsjahres anfallen (Saatgut, Dünger, Pflanzenschutz, Versicherung)		Auerbach, 1992
	Realzins	4%	1. Hypothek 8% Inflation 4%; BfS, 1993
	Saatgut	108.-	
	Dünger	391.-	
	Pflanzenschutz	300.-	
	Hagelversicherung	46.-	
	Total kurzfristiges Kapital	845.-	
	Kapitalkosten (kurzfristig)	33.80 Fr.	
Masch.kosten:	Mechanisierungsstufe 3; inkl. Kapitalkosten etc.;		
	ohne Treibstoff		Masch.kosten,FAT
	Pflug	110 Fr./ha	
	Egge	24 Fr./ha	
	Sämaschine (Miete)	50 Fr./ha	
	Düngerstreuer (2x)	14 Fr./ha	
	Spritze (2x, im Lohn)	170 Fr./ha	
	Hackstriegel (Miete)	26 Fr./ha	
	Mähdrusch (im Lohn)	430 Fr./ha	
	Zugkraft (18 Th)	378 Fr./ha	
	Total	1202 Fr./ha	
Landkosten:	vgl. Text		
Hagelvers.:	6% des Erntewertes	46 Fr.	erhöhte Gefahr
Verarbeitung:		pro kg Raps	
	Kleinanlage 3'000t/a	36,30 Rp.	interne Kalkulation FAT
	Kleinanlage 1'500t/a:	66.50 Rp.	
	Anlage 1440t/a:	45.18 Rp.	
	Anlage 3600t/a:	28.74-35.35 Rp.	Auerbach, 1992
	Anlagr 18'000t/a:	22.06 Rp.	
	Anlage 36'000t/a:	18.72 Rp.	1 DM=0.8993 Fr.; BfS, 1993
	Annahme:	40 Rp.	inkl. Methanol, Annahme und Trocknung
Transport:	Mehrere Kleinanlagen in Produktionsnähe, durchschnittlich 1/2h Anfahrt:		
	1Th	21 Fr.	ohne Treibstoff
	1Akh	19.10 Fr.	
	Transporter 3t	14 Fr.	
	Total	54 Fr.	

Weizen

Ertrag

Körner:	Bruttogewicht	71.2 dt	Winterweizen, Arina
	Nettogewicht	70.0 dt	
Stroh:		55 dt	

Preis

Körner:	Importpreis transit		
	Kanada: 40%	33.-/dt	
	USA: 40%	31.-/dt	
	F: 20%	22.-	
	Durchschnittspreis	30.-/dt	
	Transport- + Handlingskos.	3.50/dt	
	Total	33.50	Eidg. Getreideverwaltung
Stroh:		0.11 Fr./kg	verladen, ab Feld

Handelbare Produktionsfaktoren

Saatgut:	Abschöpfung		Preisdifferenz: 15.45/dt
	Inlandpreis	177 Fr./dt	
	Abschöpfung	15.45 Fr./dt	
	Total 1.8dtx161.55	291 Fr./dt	
Dünger:	N: 140 kg; P2O5: 87 kg; K2O: 152 kg		
	Ammonsalpeter	248 - 8 = 240.-	
	Thomasmehl	133 - 14 = 119.-	
	Kalisalz	100 - 6 = 94.-	
	Total Dünger	453.-	
Pflanzenschutz:	Preise mit jenen von Deutschland vergleichbar		
	CCC 0.5l	11.-	
	1x Herbizid	120.-	
	1x Fungizid	110.-; 11+120+110 = 241.-	
Treibstoff:	Kultur: 20Th; Transport: 1Th (Annahme: 1Stunde zur Verarbeitungsstelle und zurück mit Traktor); 50kW-Traktor		
	Verbrauch/h	3.8 l	
	Total	30.96	21 x 3.8 = 79.8; 79.8 x 38.8

Nicht handelbare Produktionsfaktoren

Arbeit:	29Akh; 29 x 19.10	553.90	vgl. Raps
Kapitalkosten:	kurzfristig		vgl. Raps
	Saatgut	291.-	
	Dünger	453.-	
	Pflanzenschutz	241.-	
	Hagelversicherung	61.-	
	Total	1046.-	
	Kapitalkosten	42.-	

Masch.kosten:	vgl. Raps		
	Pflug	110 Fr./ha	
	Egge	24 Fr./ha	
	Sämaschine (Miete)	50 Fr./ha	
	Düngerstreuer (2x)	14 Fr./ha	
	Spritze (3x, im Lohn)	255 Fr./ha	
	Hackstriegel (Miete)	26 Fr./ha	
	Mähdrusch (im Lohn)	420 Fr./ha	
	Stroh pressen (im Lohn)	230 Fr./ha	
	Zugkraft (20 Th)	420 Fr./ha	
	Total Maschinenkosten	1549 Fr./ha	
Landkosten:	vgl. Text		
Hagelvers.:	2.2% des Erntewertes	65.-	erhöhte Gefahr
Annahme/Rein.:	3.50 Fr./dt; 71.2 x 3.50	249.-	
Trocknung:	1.15 Fr./dt; 71.2 x 1.15	82.-	
Transport:	Annahme: Getreidesammelstelle in Produktionsnähe, durchschnittlich 1/2h		
	Anfahrt		
	1Th	21.-	ohne Treibstoff
	1Akh	19.10	
	Transporter 2 x 3t(à14.-)	68.-	
	Total 21 + 19.10 + 28	68.10	

Fleisch

Ertrag

Kälber:	1.8 Kälber à 260 kg/a
Kuh:	0.2Kuh à 560 kg/a (Nutzungsdauer 5Jahre)

Preis

Kälber:	Annahme: Preis ab Hof = Preis franko Schweizer Grenze	
	Marktpreis, EG 1992:	1.30 ECU/kg LG ZMP, 1993a
	Wechselkurs:	1 ECU = 1.818 Fr.; BfS, 1993
		2.38 Fr./kg
	+ 20% Mehrwert	SVAMH
	+ 10% Transportkosten bis Grenze	Annahme
	Total	3.23 Fr./kg LG 46.17% des Inlandpreises
Preis Kuh:	Annahme: dito	
	Inlandpreis 3.70 Fr./kg LG; davon 46.17%	
	Total	1.71 Fr./kg LG

Handelbare Produktionsfaktoren

Gerste:	100kg		
	Preis transit:	18.-/dt	
	franko Hof:	86.-/dt	
	fiskalische Belastungen:	59.-/dt	
	Nettopreis:	27.-/dt	GGF
Mineral- & Viehsalz:	20 kg à 2.-	40.-	
	25 kg à 0.45	11.-	
	Total Salz	51.-	
Grundfutter:	1ha Kunstwiese, Standardmischung 330, intensive Bewirtschaftung, ausgewogener Bestand, Dauer: 26 Mt., Ansaatjahr (1Schnitt) + 2 Hauptnutzungsjahre (je 5Schnitte), 50% Weiden, 50% Futtergewinnung		
	Bruttoertrag:	25 t TS	
	pro Jahr	11.5 t TS	
	Weideverlust	10%	
	Futtergewinnungsverlust (Bodentrocknung)	20%	
	Total Verlust	15%	
	Nettoertrag	9.78 t TS/a	
	Bedarf für Ammenkuhhaltung	5.7 t TS/a	d.h. 58% von Nettoertrag
	Saatgutmenge 33 kg	8.25 kg	anteilmässig, (25%)
	Saatgutpreis	790.- /dt	
	Importbelastung	28.90 /dt	
	Netto	761.10 /dt	
	Saatgutkosten	62.79 Fr.	
	Dünger: Bedarf kann mit dem Hofdünger gedeckt werden LBL (1989)		
	Nährstoffanfall (kg):	N	P2O5 K2O
	Kuh	84	27.6 144
	2 Kälber	36	11.6 44
	Total	120	39 188
	Nährstoffbedarf (kg):		
	58% des Jahresbedarfs	87	52 157
	Netto kein Düngerbedarf		

Treibstoff:	Zugkraft Kunstwiese anlegen 11h		anteilmässig, (25%) 2.7h
	Futtergewinnung 12h		anteilmässig, (30%) 3.6h
	Total	9.31	6.3h x 3.8 l = 24 l; 24 x 38.8

Nicht handelbare Produktionsfaktoren

Arbeit:	50Akh; 50 x 19.10	955.-	ohne Winterfuttergewinnung
Kapitalkosten:	kurzfristig, (ohne Futterbau)		vgl. Raps
	Gerste	27.-	
	Zukauf Kuh	217.-	
	Zukauf Kalb	277.-	
	Mineral- und Viehsalz	51.-	
	Tierarzt	165.-	
	Stroh	121.-	
	Total	858.-	
	Kapitalkosten	32.-	
Zukauf Kuh:	entsprechend den errechneten Fleischpreisen		
	0.2 x 600 kg	120 kg	
	120 x 1.51	181.15 Fr.	
	+ 20% Transport und Marge	36.23 Fr.	Annahme
	Total Zukaufskosten Kuh	217.38 Fr.	
Zukauf Kälber:	dito		
	0.9 x 65 kg	58.5 kg	
	58.5 x 3.95	231.08 Fr.	
	+ 20% Transport und Marge	46.22 Fr.	Annahme
	Total Zukaufskosten Kalb	277.30 Fr.	
Tierarzt:	Tierarzt/Medikamente	110.-	
	KB	55.-	
	Total Tierarzt	165.-	
Verschiedenes:	Viehversicherung	35.-	
	Klauen schneiden	15.-	
	Total Verschiedenes	50.-	
Stroh:	1'100 kg à 0.11 Fr.	121.-	
Stallplatz;	Mutterkuhstall	26'000.-/Platz	LBL, 1992c
	obere Grenze,	K=28'000.-	wegen 2. Kalb
	Nutzungsdauer	n=50Jahre	
	Realzins	i=4%	
	Auslastung	q=50%	nur halbes Jahr im Stall
	Annuität:	$A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot K \cdot q$	
		$A = 0.047 \cdot 28'000 \cdot 0.5$	
	Kapitalkosten	652.-	
	Unterhalt/Reparaturen	70.-	0.5%
	Total Stallplatzkosten	722.-	
Grundfutter:	Arbeit: Kunstwiese anlegen 11h x 19.10 (anteilmässig, ca25%)	53.-	
	Futtergewinnung 15h x 19.10 (anteilmässig, ca30%)	86.-	
	Total Arbeit	139.-	
	Maschinenkosten:		
	Sämaschine (38.-)	10.-	anteilmässig, 25%
	Miststreuer (3-4t)	35.-	3 x 11.50
	Kreiselmäher 3h x 45.-	41.-	anteilmässig, 30%
	Kreiselheuer 3h x 27.-	24.-	anteilmässig, 30%
	Schwader 3h x 29.-	26.-	anteilmässig, 30%
	Ladewagen 3h x 58.-	52.-	anteilmässig, 30%

Gebläse 3h x 29.-	26.-	anteilmässig,30%
Zugkraft:		
Kunstwiese anlegen 11hx21	58.-	anteilmässig,25%
Futtergewinnung 12hx21	76.-	anteilmässig,30%
Total Maschinenkosten	348.-	
Kapitalkosten kurzfristig:		
Saatgut	63.-	
Hagelversicherung	48.-	
Total	111.-	
Total Kapitalkosten kurzfristig	4.-	
Hagelversicherung: 190.-	48.-	anteilmässig,25%

Milch

Ertrag

Milch:	Bruttoertrag	5'500 kg/a	
	für Kalb	260 kg	
	Nettoertrag	5'240 kg	
Kalb:	1 à 65 kg		
Kuh:	0.22 Kuh à 650 kg/a		(Nutzungsdauer 4.5Jahre)

Preis

Milch:	Annahme: Preis franko Hof = Preis franko Grenze		
	EU Richtpreis (1992):	26.81	ZMP, 1993b
		48.74 Fr./dt	ECU (x 1.818)
	+ 10% Transportkosten* und Importmarge	4.87 Fr./dt	
	Milchpreis franko Grenze	53.61 Fr./dt	
	*Erfassungskosten für Milch in Bayern: (1989) 2.26 DM/dt d.h. ca.5% des EG Milchpreises		
Kalb:	Annahme: Preis ab Hof = Preis franko Schweizer Grenze		
	Marktpreis Kalb, EG 1992:	2.17 ECU/kg LG (ZMP, 1992a)	
	+10% Transportkosten	3.95 Fr./kg	
	Total Kalb	4.35 Fr./kg LG	
Kuh:	Annahme: dito		
	Inlandpreis	3.30 Fr./kg LG;	davon 46.17%(siehe Ammenkuh)
	Total Kuh	1.52 Fr./kg LG	

Handelbare Produktionsfaktoren

Gerste:	vgl. Fleisch		
Sojaschrot:	45 kg + Leistungsfutter (1:1 durch Sojaschrot ersetzt) 55 kg = 100 kg		
	Sojapreis	40.-/dt	ca.30% teurer als Rapsschrot
Mineral- & Viehsalz:	40 kg à 2.-	80.-	
	20 kg à 0.45	9.-	
	Total Salz	89.-	
Grundfutter:	vgl. Fleisch		
	Bedarf für Milchkuhhaltung	5.5 t TS/a	(Maissilage 1:1 durch Grassilage ersetzt) d.h. 56% von Nettoertrag
	Dünger: Düngerbedarf kann mit dem Hofdüngeranfall gedeckt werden		
	Nährstoffanfall:	N	P2O5 K2O
	Milchkuh	105	34.5 180
	Nährstoffbedarf:		
	56% des Jahresbedarfs	84	50 151
	Netto kein Düngerbedarf		

Nicht handelbare Produktionsfaktoren

Arbeit:	110Akh; 110 x 19.10	2101.-	ohne Winterfuttermgewinnung
Kapitalkosten:	kurzfristig		ohne Futterbau
	Gerste	46.-	
	Sojaextraktionsschrot	40.-	
	Zukauf Kalb	489.-	
	Mineral- und Viehsalz	89.-	

	Tierarzt	215.-	
	Stroh	22.-	
	Kapital kurzfristig	1390.-	
	Kapitalkosten	55.60	
Zukauf Kalb:	1/4.5 à 4'400.-	978.-	Korrektur entsprechend rund 50% tieferem Milchpreis
		489.-	
Tierarzt:	Tierarzt/Medikamente	130.-	
	KB	85.-	
	Total Tierarzt	215.-	
Verschiedenes:	Viehversicherung	35.-	
	Klauen schneiden	30.-	
	Milchleistungsprüfung	23.-	
	Genossenschaftsbeitrag	15.-	
	Total Verschiedenes	103.-	
Stroh:	200 kg à 0.11	22.-	
Stallplatz:	Mutterkuhstall	K = 20'400.-/Platz	
	Nutzungsdauer	n = 50Jahre	
	Realzins	i = 4%	
	Annuität: $A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot K$, $A=0.047 \cdot 20'400$		
	Kapitalkosten	950.-	
	Unterhalt/Reparaturen	102.-	0.5%
	Total Stallplatzkosten	1052.-	
Melkanlage:	Rohrmelkanlage	23'500.-	
	Pro Kuh (25)	K=940.-	
	Nutzungsdauer	n=12Jahre	
	Realzins	i=4%	
	Annuität: $A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot K$, $A=0.107 \cdot 940$		
	Kapitalkosten	100.-	
	Unterhalt/Reparaturen	14.-	1.5%
	Total Melkanlagekosten	114.-	
Milchkammer:	Rohrmelkanlage	8'400.-	
	Pro Kuh (25)	K=336.-	
	Nutzungsdauer	n=50Jahre	
	Realzins	i=4%	
	Annuität: $A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot K$, $A=0.047 \cdot 336$		
	Kapitalkosten	16.-	
	Unterhalt/Reparaturen	5.-	1.5%
	Total Milchkammerkosten	21.-	
Silo:	Holzsilos 125 m ³ ;	25'600.-	
	Pro Kuh (25)	K=1126.-	
	Nutzungsdauer	n=15Jahre	
	Realzins	i=4%	
	Annuität: $A = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot K$, $A=0.090 \cdot 1126$		
	Kapitalkosten	101.-	
	Unterhalt/Reparaturen	17.-	1.5%
	Total Silokosten	118.-	
Grundfutter:	vgl. Fleisch		

Schriftenreihe/Publications

Jahr/ année	Titel und Autor/ Titre et auteur	Seiten/ pages	Preis/ prix
1991/1	Prioritäten und Transparenz in der landwirtschaftlichen Forschung <i>Peter Rieder</i>	19	5.-
1991/2	Die Erhaltung der bäuerlichen Kulturlandschaft der Alpen - agrар- und gesellschaftspolitische Instrumente und Hindernisse <i>Peter Rieder</i>	32	10.-
1991/3	Avenir du monde rural et agriculture <i>Erwin Stucki</i>	16	5.-
1991/4	Changement de cap en politique agricole, le rôle des paiements directs <i>Bernard Lehmann</i>	14	5.-
1991/5	La transformation des systèmes de production dans les Alpes à la lumière de l'autonomie locale : analyse comparée du Val Calanca (GR) et du Val de Bagnes (VS) <i>Erwin Stucki</i>	32	10.-
1991/6	Etude sur le développement équilibré du monde rural en Europe <i>Erwin Stucki</i>	65	10.-
1992/1	Agrarstrukturentwicklungen in der Schweiz unter Aspekten nationaler Agrarpolitik und laufender internationaler Ver- handlungen <i>Peter Rieder</i>	14	5.-
1992/2	Le développement dans la Vallée des Ormonts: quel rôle pour l'agriculture de montagne dans le développement local? <i>Erwin Stucki</i>	16	5.-
1992/3	IER-CERME / Rapport d'activité 1991 / Programme 1992 <i>Erwin Stucki</i>	30	10.-
1992/4	Sustainable Development in Rural Areas Some Methodolo- gical Issues <i>Urs Egger</i>	55	10.-
1992/5	Landwirtschaftlicher Bodenmarkt und Bodenpolitik <i>Peter Rieder/Rolf Huber</i>	50	10.-
1992/6	Abaisser les coûts de production ou comment maintenir notre avantage concurrentiel? <i>Bernard Lehmann</i>	10	5.-
1992/7	Betriebswirtschaftliche Aspekte der Erwerbsskombination <i>Bernard Lehmann</i>	10	5.-
1992/8	Strategien für landwirtschaftliche Unternehmungen in der Schweiz von morgen <i>Bernard Lehmann</i>	38	10.-

1992/9	Introduction to Financial and Economic Analysis of Agricultural Projects <i>Pradeep Itty / Alain Bidaux</i>	57	10.-
1992/10	LE SKI ALPIN: une industrie indispensable pour le développement de la Vallée de la Jogne? <i>E. Stucki/D. Girard/S. Guindani/B. Barbe</i>	40	10.-
1992/11	Espace, société et territoire une étude de cas: la commune de Bagnes <i>S. Guindani/N. Kessler/S. Gautschi</i>	96	10.-
1992/12	Regionale und globale Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft <i>Urs Egger</i>	17	5.-
1992/13	Estimation monétaire des externalités de l'agriculture (Identification des externalités de l'agriculture et étude des possibilités d'évaluation empirique) <i>Torsten Redies</i>	43	10.-
1992/14	Stratégies pour entreprises agricoles suisses; und conception de base <i>Bernard Lehmann</i>	22	10.-
1992/15	La Politique Agricole Commune: quelques repères <i>Dominique Barjolle</i>	19	5.-
1993/1	Marketing-Organisation in der Schweizer Landwirtschaft <i>Robert Jörin</i>	23	10.-
1993/2	Ideen und Geistesgeschichte der europäischen Agrarpolitik <i>Peter Rieder</i>	30	10.-
1993/3	Eine wirtschaftswissenschaftliche Analyse der landwirtschaftlichen Nutzung organischer Böden in der Schweiz <i>Renan Goetz</i>	29	10.-
1993/4	Agrarschutz für hors sol-Produkte? <i>Sibyl Anwander Phan-huy</i>	54	20.-
1993/5	Lenkungsabgaben auf Dünger Entscheidungselemente für die Einführung von Lenkungsabgaben auf Mineraldünger und Hofdüngerüberschüsse <i>Prof. Dr. B. Lehmann</i>	117	25.-
1994/1	Setting Pigouvian Taxes Correctly - an Extension <i>Renan Goetz</i>	14	5.-
1994/2	Volkswirtschaftliche Analyse nachwachsender Rohstoffe am Beispiel Rapsmethylester <i>Thomas Braunschweig</i> <i>Peter Rieder</i>	35	10.-

BESTELLUNG/COMMANDE

Name und Vorname/

Nom et prénom :

Adresse:

.....

Schrift Nr./publication no:.....

Einsenden an/
envoyer à :

**IAW/ETHZ, Sekretariat
ETH-Zentrum, 8092 ZURICH**