



# Biodiesel aus volkswirtschaftlicher Sicht

Thomas BRAUNSCHWEIG und Peter RIEDER, Institut für Agrarwirtschaft (IAW), ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

**Die Produktion von Raps zur Herstellung von Rapsmethylester ist dank Flächenbeiträgen betriebswirtschaftlich rentabel. Aus volkswirtschaftlicher Sicht stellt sich jedoch die Frage nach einem möglichst optimalen Einsatz der verfügbaren Ressourcen. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die schweizerische Produktion von Raps als Dieselkraftstoffersatz keine komparativen Kostenvorteile aufweist. Dies gilt sowohl im internationalen Kontext als auch im Vergleich mit verschiedenen Produktionsalternativen.**

Aufgrund erfolgreicher motorentechnischer Versuche (Wolfensberger *et al.* 1993) und aus energiepolitischen Gründen (Energieprogramm 2000) hat der Bundesrat für 1994 eine Rapsfläche von 1400 ha für die Rapsmethylesterproduktion (RME) bewilligt und Flächenbeiträge von Fr. 3'000.-/ha zugesprochen. Zusätzlich gewährt der Bund eine Finanzierungshilfe in Form von Investitionskrediten à fonds perdu für die Erstellung einer Pilotanlage zur Veresterung von Rapsöl. Gemäss der «Arbeitsgruppe für die Lenkung der landwirtschaftlichen Produktion» (1992) ist «bis zum Jahr 1995 beziehungsweise 2000 eine Rapsfläche von 10'000 ha beziehungsweise 15'000 ha für die Herstellung von Methyl ester ins Auge zu fassen» (S.65).

Diese Entwicklungen und Aussichten werfen die Frage nach der volkswirtschaftlichen Effizienz einer schweizerischen Produktion von Dieseltreibstoffersatz mittels RME auf.

Entstehen nun aufgrund von politischen Massnahmen oder Marktversagen Preisverzerrungen, so verursachen diese Ineffizienz und verhindern daher eine optimale Ressourcenallokation (Monke und Pearson 1989). Natürlich ist eine effiziente Ressourcenallokation nicht das einzige volkswirtschaftliche Ziel, weshalb politische Massnahmen, die Marktverzerrungen hervorrufen, durchaus legitim sind. Die volkswirtschaftliche Analyse liefert jedoch Bewertungsgrundlagen, wie diese politischen Markteingriffe optimal, das heisst effizient und zielkonform gestaltet werden können.

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 absoluter Kostennachteile bei sämt-

lichen Produktionsmöglichkeiten – relative Vorteile bei der Herstellung einzelner Produkte hat und damit erfolgreich am internationalen Handel teilnehmen kann. Entscheidend für den vorliegenden Ansatz ist, dass sich die Kosten für die Produktion eines Gutes nicht auf die erforderliche Menge Faktoren beziehen, sondern auf die Menge eines anderen Gutes, dessen Produktion aufgrund der begrenzten Faktorverfügbarkeit eingeschränkt werden muss (Opportunitätskostenprinzip).

## DRC als Mass für komparative Kostenvorteile

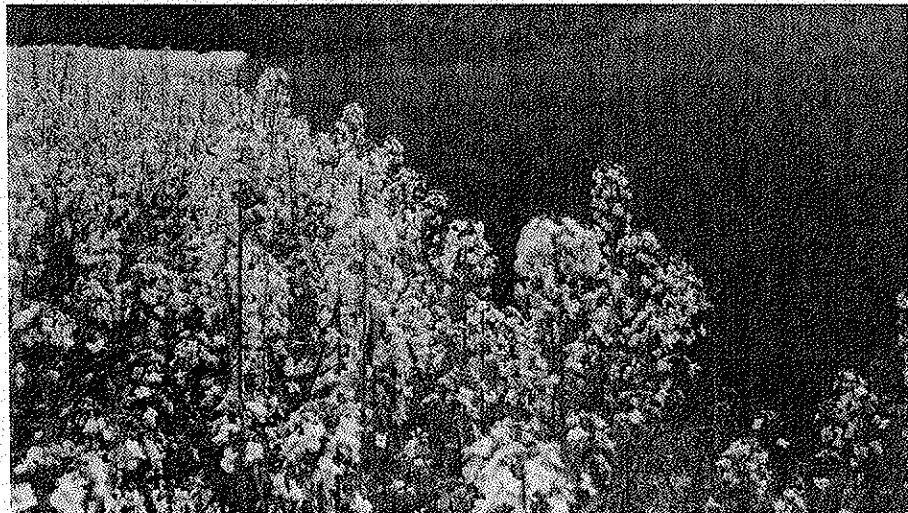
Zur Bewertung der komparativen Kosten kann der Ansatz des *Domestic Resource Cost Ratio (DRC)* herangezogen werden. Der DRC vergleicht die Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen mit ihrer volkswirtschaftlich bewerteten Wertschöpfung.

■ 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 Welt-

## Volkswirtschaftliche Aspekte

Gemäss der ökonomischen Theorie führt der vollständige Wettbewerb 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 Ressourcennutzung (Allokation) aus, bei der die beobachteten Marktpreise den Opportunitätskosten entsprechen (Tsakok 1990).



**Abb. 1.** Aus volkswirtschaftlicher Sicht scheint die Produktion von Rapsmethylester als Ersatz für Dieseltreibstoff keine Alternative für die Schweiz zu sein.

**Tab. 1. Volkswirtschaftliche Analyse der Rapsmethylester (RME)-Produktion**

		Raps		
		RME	Schrot	Glyzerin
Ertrag	kg/ha	3000	960	1800
- Dieselläquivalent	kg/ha	837		90
Preis	Fr./kg		0,28	0,30
				0,69
<b>Erlös (E)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>833</b>	231	540
<b>Handelbare Produktionsfaktoren (HPF)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>827</b>		
Saatgut	Fr./ha	108		
Dünger	Fr./ha	391		
Pflanzenschutz	Fr./ha	300		
Treibstoff	Fr./ha	28		
<b>Nichthandelbare Produktionsfaktoren (NHPF)</b>	<b>Fr./ha</b>	<b>2884</b>		
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		
<b>Domestic Resource Cost Ratio (DRC) <math>DRC = NHPF / (E - HPF)</math></b>		<b>489,88</b>		

## RME ohne komparative Kostenvorteile

Rapsmethylester konkurriert auf dem Energiemarkt mit fossilem Dieseltreibstoff, weshalb für die Beurteilung der volkswirtschaftlichen Effizienz einer RME-Produktion in der Schweiz der Dieselpreis für die Erlösberechnung massgebend ist (Annahme: ex Raffinerie = ex Veresterungsanlage). Weitere Erlöskomponenten ergeben sich aus den Nebenprodukten Rapsschrot und Rohglyzerin. Tabelle 1 enthält die Berechnungen des DRC für die Produktion von RME. Auf die Darstellung der detaillierten Daten wird an dieser Stelle verzichtet, sie können jedoch bei den Autoren eingesehen werden.

Der weit über dem Wert 1 liegende DRC kann in dem Sinne interpretiert werden, dass die Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen massiv höher sind als die durch die Importsubstitution eingesparten Devisen. Das Resultat deutet somit auf die fehlenden komparativen Kostenvorteile der Schweiz bei der Produktion von Dieseltreibstoffersatz hin. Dies erstaunt nicht weiter, weisen die fossilen Treibstoffe doch einen vergleichsweise tiefen Weltmarktpreis auf.

Interessanter scheint dagegen der volkswirtschaftliche Vergleich von Produktionsalternativen, die mit der RME-Produktion um die inländischen Ressourcen (Arbeit, Boden, Kapital) konkurrieren.

marktpreisen minus dem Wert der handelbaren Produktionsfaktoren zu Weltmarktpreisen.

Dabei werden Faktoren und Produkte als handelbar definiert, wenn sie importiert und exportiert werden können, das heisst wenn sie international handelbar sind und für sie somit ein Weltmarktpreis besteht. Dieser entspricht für ein Land den Opportunitätskosten und stellt das Referenzsystem dar. Beim hier verwendeten Weltmarktpreis handelt es sich genau genommen um den Import- beziehungsweise Exportparitätspreis, da der «Weltmarktpreis» noch um die Transport- und Vermarktungskosten (sog. Transaktionskosten) korrigiert werden muss.

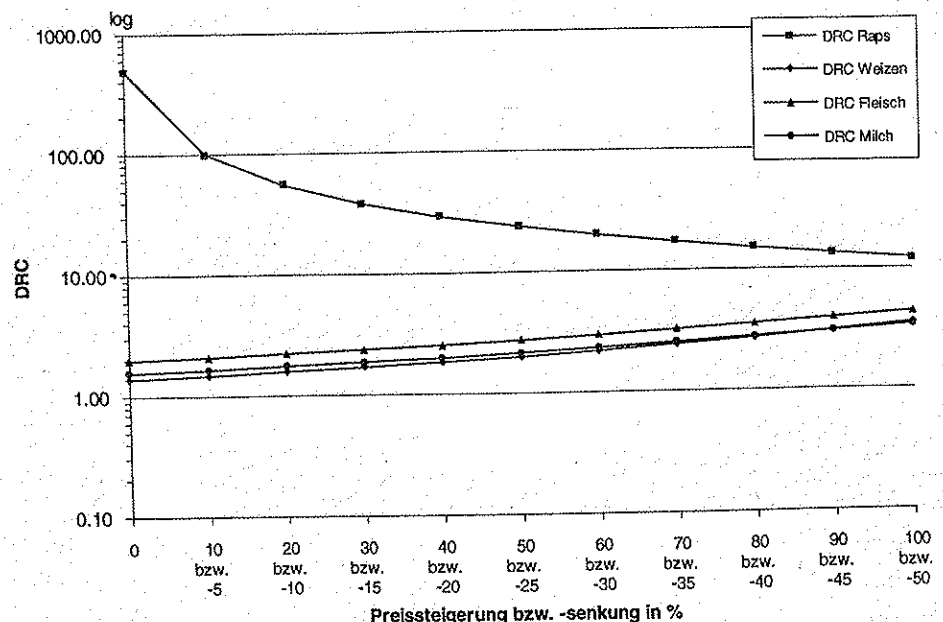
Der DRC misst die Abgeltung der inländischen Ressourcen bei der Produktion eines bestimmten Gutes in Form von Devisen, die durch den Export dieses Gutes erwirtschaftet beziehungsweise durch Imports substitution gespart werden. Er kann deshalb als Mass für die Effizienz der inländischen Produktion und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

Der DRC kann wie folgt interpretiert werden:

*DRC grösser als 1* bedeutet, dass die Volkswirtschaft mit der Produktion Devisen verliert, weil die Opportunitätskosten ihrer Ressourcen grösser sind als die Ersparnisse durch die Imports substitution. Das betreffende Produktionssystem hat somit keine komparativen Kostenvorteile.

*DRC kleiner als 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 Imports substitution beziehungsweise der Verdienst durch den Export gleich den Opportunitätskosten der inländischen Ressourcen ist.



**Abb. 2. Entwicklung des Domestic Resource Cost Ratio (DRC) bei Preisänderungen (DRC = Mass für die Effizienz der inländischen Produktion; ein DRC von grösser als 1 bedeutet, dass das betreffende Produktionssystem keine komparativen Kostenvorteile aufweist; Erklärung siehe Text).**

## RME und Produktionsalternativen

Als Produktionsalternativen wurde Weizen, Fleisch (Ammenkuhhaltung zur «Natura Beef»-Produktion) und Milch gewählt. Bei Fleisch und Milch wird die Fläche zur Grundfutterproduktion (Weiden und Futtergewinnung) verwendet. In Tabelle 2 sind die volkswirtschaftlichen Berechnungen für die Alternativen dargestellt.

Die DRCs liegen alle deutlich über 1, was zeigt, dass auch die schweizerische Produktion anderer landwirtschaftlicher Güter keine komparativen Kostenvorteile aufweist. 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. Bedeutender ist jedoch das Resultat, dass die DRCs von Raps zur RME-Produktion und diejenigen der Alternativen einen beträchtlichen Unterschied aufweisen. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die Agrarproduktion mit dem tiefsten DRC zu favorisieren, da hier die inländischen Ressourcen vergleichsweise effizient eingesetzt werden.

## Verschiedene Rahmenbedingungen

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

**Preis-Szenario:** 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. Abbildung 2 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.

Bis die schweizerische Produktion von Rapsmethylester als Dieseleratz komparative Kostenvorteile aufweist (DRC = 1), müsste, unter sonst gleichbleibenden

Umständen, 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.

**Ertrags-Szenario:** In den beiden folgenden Szenarien soll ausschliesslich auf die Frage der volkswirtschaftlichen Effizienz einer Rapsmethylester-Produktion in der Schweiz eingegangen werden. Als erstes Szenario wird der Rapsertag variiert.

Dadurch ändern sich auch die Erträge für die Nebenprodukte Rapschrot und Glycerin sowie die Verarbeitungskosten.

Aus Abbildung 3 ist die DRC-Entwicklung für unterschiedliche Rapsertäge ersichtlich. Bereits bei einer Ertragsminderung um 10% werden die handelbaren Faktoren nicht mehr entschädigt, was sich in einem negativen DRC manifestiert (in der Grafik nicht eingetragen). Trotz einer Verdoppelung des Ertrages liegt der DRC noch bei 4,87. Und selbst bei einer Verzehnfachung des Rapsertages (300 dt./ha) beträgt der DRC noch über 1,8 Punkte.

**Tab. 2. Volkswirtschaftliche Analyse verschiedener Produktionsalternativen**

	Weizen		Fleisch			Milch				
	Körner	Stroh	Ammen- kuh	Kälber Kuh	Milch- kuh	Milch	Kalb	Kuh		
Ertrag kg/ha	7000	5500		468	112	5240	65	143		
Preis Fr./kg	0,34	0,11		3,23	1,71	0,54	4,35	1,52		
<b>Erlös (E) Fr./ha</b>	<b>2950</b>	2345	605	<b>1703</b>	1512	192	<b>3330</b>	2830	283	217
<b>Handelbare Produktionsfaktoren (HPF) Fr./ha</b>	<b>1016</b>			<b>150</b>			<b>247</b>			
Saatgut	291									
Dünger	453									
Pflanzenschutz	241									
Treibstoff	31									
Gerste				27				46		
Sojaextraktionsschrot								40		
Mineral- und Viehsalz				51				89		
Grundfutter										
- Saatgut				63				63		
- Treibstoff				9				9		
<b>Nichthandelbare Produktionsfaktoren (NHPF) Fr./ha</b>	<b>2694</b>			<b>3079</b>			<b>4830</b>			
Arbeit	554			955			2101			
Kapitalkosten	42			32			56			
Maschinenkosten	1549									
Landkosten	0									
Hagelversicherung	65									
Annahme/Reinigung	249									
Trocknung	82									
N-min.-Analyse	85									
Transport	68									
Zukauf Kuh				217						
Zukauf Kalb				277				489		
Tierarzt				165				215		
Verschiedenes				50				103		
Stroh				121				22		
Stallplatz				722				1052		
Melkanlage								114		
Milchkammer								21		
Silo								118		
Grundfutter										
- Arbeit				139				139		
- Maschinenkosten				348				348		
- Kapitalkosten				4				4		
- Landkosten				0				0		
- Hagelversicherung				48				48		
<b>Domestic Resource Cost Ratio (DRC)</b>	<b>1,39</b>			<b>1,98</b>			<b>1,57</b>			
<b>DRC=NHPF/(E-HPF)</b>										

**Optimum-Szenario:** Als letztes soll ein für die RME-Produktion optimales Szenario diskutiert werden. Ausgehend vom heutigen Preis- und Ertragsniveau werden die Erlöse für RME und seiner Nebenprodukte schrittweise erhöht und gleichzeitig die Verarbeitungskosten gesenkt. Entsprechend den Erlösen für die einzelnen Komponenten sinkt der DRC unterschiedlich. Der Einfluss einer Kostensenkung wirkt sich – im Gegensatz zu Erlössteigerungen – nur sehr beschränkt auf den DRC aus. Abbildung 4 verdeutlicht den oben beschriebenen Sachverhalt bezüglich der unterschiedlichen Einflüsse auf den DRC von Raps. Der grösste Einzeleffekt wird dabei durch eine Erlössteigerung bei Rapsschrot erzielt. Die Kurve «DRC Raps Optimum»

stellt den kumulierten Effekt von Erlössteigerung und Kostensenkung dar. Offensichtlich ergeben sich trotz massiver Erlössteigerungen bei allen Ertragskomponenten von Raps und deutlich herabgesetzten Verarbeitungskosten keine komparativen Kostenvorteile für die RME-Produktion (DRC = 2,72) in der Schweiz.

### Ineffiziente Ressourcennutzung

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 liegt in der fehlenden Quantifizierbarkeit von positiven und negativen Externalitäten einer RME-Produktion. Erst eine Bewertung und Internalisierung dieser Effekte würde es erlauben, sie auch in eine volkswirtschaftliche Analyse der vorliegenden Art einzubeziehen.

### LITERATUR

Ein ausführliches Literaturverzeichnis ist bei den Autoren erhältlich.

### SUMMARY

#### Economic Analysis of Energy Crops: The case of Rapeseed Oil

Swiss agriculture has begun to produce rapeseed oil for the use of biological fuel. The efficiency of this production was analysed with the 'Domestic Resource Cost Ratio'. The results indicate that the production of this kind of fuel has neither a comparative advantage to mineral oil produced on the international level nor to alternative crops produced in Switzerland. According to different calculated scenarios this remains also true for considerable changes in price and cost relations in favor of rapeseed oil. Thus, from the economic point of view the production of fuel from rapeseed oil cannot be recommended for Swiss agriculture.

**KEY WORDS:** rapeseed oil, biological fuel, economic analysis, comparative advantages, domestic resource cost ratio

### RÉSUMÉ

#### Analyse économique des plantes énergétiques: le cas de l'huile de colza

L'agriculture suisse a commencé à produire de l'ester méthylique d'huile de colza comme biocarburant. L'efficacité de cette production a été analysée à l'aide de la méthode «Domestic Resource Cost Ratio». Les résultats indiquent que la production de biocarburant avec l'huile de colza n'a d'avantages comparatifs ni au niveau international ni par rapport à d'autres plantes. D'après certains scénarios, ceci est aussi valable lorsque les fluctuations de la relation coûts/prix sont les plus favorables au colza. D'un point de vue économique, la production de biocarburant avec le colza ne peut pas être recommandée pour l'agriculture suisse.

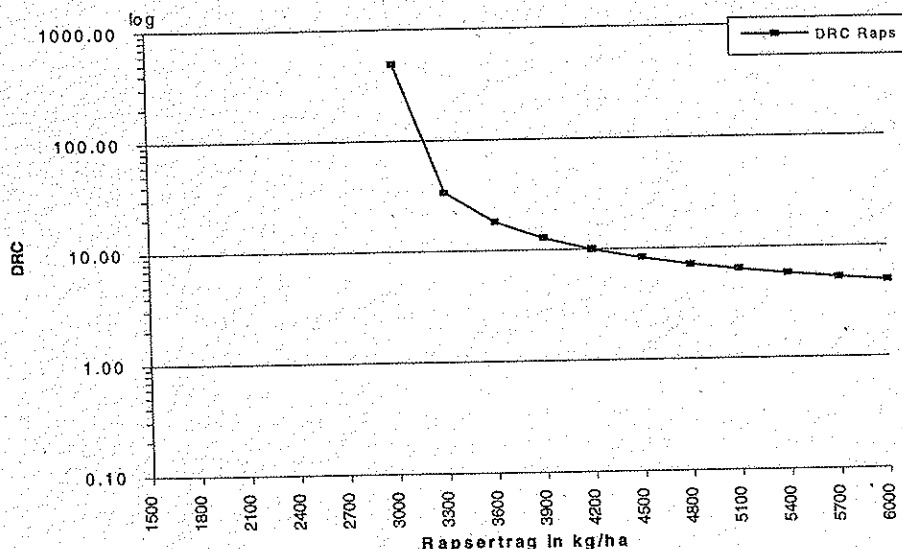


Abb. 3. Entwicklung des DRC bei variierenden Rapsertträgen.

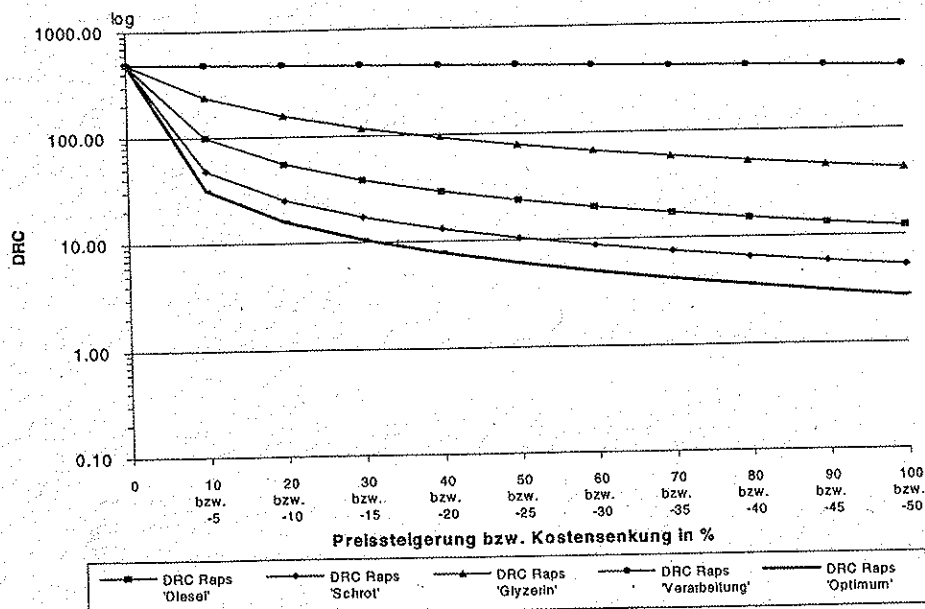


Abb. 4. Entwicklung des DRC bei Änderungen von Preisen und Verarbeitungskosten.