



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Agrarökonomie und Agrartechnik

Projekt Effizienzsteigerungspotenzial der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe

Abschlussbericht zuhanden des Bundesamts für Landwirtschaft

Autoren:

Paolo Todesco

Pierrick Jan

Dr. Markus Lips

Forschungsgruppe Betriebswirtschaft

**Ettenhausen,
den 24. Februar 2011**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Auftrag	3
2. Fragestellung	3
3. Methodisches Vorgehen zur Berechnung der Effizienz.....	3
3.1. Einführung in die Messung der produktiven Effizienz	3
3.1.1. Terminologie	3
3.1.2. Zusammensetzung der Kosteneffizienz	4
3.2. Data Envelopment Analysis	6
3.2.1. Grundprinzipien der Data Envelopment Analysis	6
3.2.2. Berechnete Effizienz Kennzahlen	6
3.2.2.1. Das Input-orientierte CCR Modell (CRS Modell).....	8
3.2.2.2. Das Input-orientierte BCC Modell (VRS Modell)	8
3.2.2.3. Bootstrap DEA	9
3.2.3. Berechnung der verschiedenen Szenarien der Problemstellung : methodische Vorgehensweise	10
4. Daten	12
4.1. Datenquelle.....	12
4.2. Analysierte Schichten.....	12
4.3. Spezifikation des Output- und Inputsets	15
5. Berechnung des monetären Einsparungspotenziales	17
6. Sektorale Hochrechnung	18
6.1. Methodische Vorgehensweise	18
6.2. Deckungsgrad.....	19
6.2.1. Anzahl an Betrieben	20
6.2.2. Betriebsfläche	20
6.2.3. Standardeckungsbeitrag	21
7. Ergebnisse	21
7.1. Resultate für BCC- und CCR-Modell	21
7.2. Vergleich der verschiedenen Output-Spezifikationen für die Hügel- und Bergregion.....	24
7.3. Szenarien-Betrachtung	25
7.4. Monetäres Einsparungspotenzial	26
7.5. Sektorale Hochrechnung.....	29
7.5.1. Gesamtes kurzfristiges und langfristiges Einsparungspotenzial auf Sektor Ebene	30
7.5.2. Verteilung des gesamten kurzfristigen und langfristigen Einsparungspotenziales auf Sektor Ebene pro landwirtschaftliche Region	31
8. Diskussion.....	31
8.1. Was wurde gemessen?.....	31
8.2. Interpretation: Vorgehen und Beschränkungen	32
9. Zusammenfassung.....	34
10. Literatur Referenzen.....	35

1. Einleitung und Auftrag

Im Rahmen der Überlegungen zur Weiterentwicklung des landwirtschaftlichen Direktzahlungssystems möchte das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) das Effizienzsteigerungspotenzial und insbesondere das Inputeinsparungspotenzial der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe quantifizieren. Zu diesem Zweck wurde die Forschungsgruppe Betriebswirtschaft (FG BW) der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART vom BLW beauftragt, auf Basis der einzelbetrieblichen Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA) dieses Einsparungspotenzial zu quantifizieren.

2. Fragestellung

Anhand von einzelbetrieblichen Daten soll die technische Effizienz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe ermittelt werden. Dazu werden die effizientesten Betriebe, d. h. die sogenannte Frontier, eruiert. Danach wird die Distanz der übrigen Betriebe zur Frontier abgeleitet. Aufbauend darauf wird für fünf Szenarien das Einsparungspotenzial analysiert:

- Szenario 1: wenn alle Betriebe effizient wären (Frontier)
- Szenario 2: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 1 % Besten
- Szenario 3: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 10 % Besten
- Szenario 4: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 25 % Besten
- Szenario 5: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 50 % Besten

Durch den Gewinn an technischer Effizienz reduzieren sich bei einem konstanten Output die verbrauchten Mengen an Inputs. Zielsetzung der Studie ist es, dieses Einsparungspotenzial für einzelne Betriebstypen und in einem zweiten Schritt für die gesamte Schweizer Landwirtschaft abzuschätzen.

3. Methodisches Vorgehen zur Berechnung der Effizienz

3.1. *Einführung in die Messung der produktiven Effizienz*

Bevor wir das konkrete methodische Vorgehen, das für die Bearbeitung der oben erwähnten Fragestellung angewandt worden ist, präsentieren, möchten wir hier eine allgemeine Einführung in die Messung der produktiven Effizienz geben.

3.1.1. Terminologie

Es ist zuerst notwendig, den Produktivitätsbegriff präzise zu definieren. Die Produktivität einer Firma wird als das Verhältnis ihrer Outputs zu ihren Inputs definiert (FRIED ET AL., 2008, S. 7). Grundsätzlich können zwei Typen von Produktivitätskennzahlen unterschieden werden: die Kennzahlen der partiellen Produktivität und die Kennzahlen der totalen Faktor-Produktivität. Bei der partiellen Produktivität wird das Produktionsergebnis auf einen einzelnen Produktionsfaktor bezogen. Die totale Faktor-Produktivität wird dagegen durch die Bezugnahme des

Produktionsergebnisses zu dem gesamten Faktoreinsatz (d. h. alle Produktionsfaktoren eingeschlossen) gemessen (COELLI ET AL., 2005A, S. 3). Da die meisten Technologien mehrere Produktionsfaktoren einsetzen, verfügen die partiellen Produktivitätskennzahlen wie z. B. Arbeitsproduktivität trotz häufiger Verbreitung in Praxis und Beratung nur über eine sehr beschränkte Aussagekraft. Tatsächlich ist eine Verbesserung der partiellen Produktivität nicht zwingend auf eine Verbesserung der Effizienz des Einsatzes von Inputs zurückzuführen, sondern kann aus einem Substitutionseffekt zwischen den Produktionsfaktoren (zum Beispiel zwischen Arbeit und Kapital) resultieren. Aus diesem Grund bezieht sich die vorliegende Arbeit ausschliesslich auf die Totale Faktor-Produktivität.

An dieser Stelle ist es notwendig, den Unterschied zwischen Produktivität und Effizienz zu erläutern, da diesen beiden Begriffen in der Umgangssprache oft eine gleiche Bedeutung zugewiesen wird, obwohl dies nicht der Fall ist. Während die Produktivität, wie vorher schon erläutert, das Verhältnis von Outputs zu Inputs abbildet, misst die produktive Effizienz das Verhältnis zwischen der tatsächlichen Produktivität einer Firma und der höchsten in der Stichprobe beobachteten Produktivität (STEPAN, 2005)

3.1.2. Zusammensetzung der Kosteneffizienz

Der Begriff Effizienz wird im ökonomischen Bereich sehr häufig angewandt, wobei in vielen Fällen eine präzise Definition des Begriffes fehlt. Dieses ist umso problematischer, als mehrere Typen von Effizienzkennzahlen im Bereich der produktiven Effizienz existieren. Je nachdem, ob eine Input- oder Output-Perspektive für die Messung der Effizienz eingenommen wird, kann zwischen der Kosteneffizienz und der Erlöseffizienz unterschieden werden. Für die vorliegende Untersuchung werden wir uns auf die Kosteneffizienz fokussieren, da die Input-Orientierung gilt.¹ Die Kosteneffizienz setzt sich aus der technischen Effizienz und der allokativen Effizienz zusammen. Die Unterschiede zwischen diesen zwei Effizienztypen werden im folgenden Absatz anhand grafischer Darstellungen erläutert.

Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass wir Betriebe untersuchen, die für die Produktion ihres Outputs y zwei Inputs x_1 und x_2 benötigen. Die Isoquante, die in der Abbildung 1 dargestellt ist, gibt an, welche unterschiedliche Inputkombinationen eine Outputmenge von 1 technisch effizient produzieren können (CANTNER ET AL., 2007). Im Fall vom Betrieb A entspricht die technische Effizienz grafisch dem Verhältnis zwischen OB und OA.

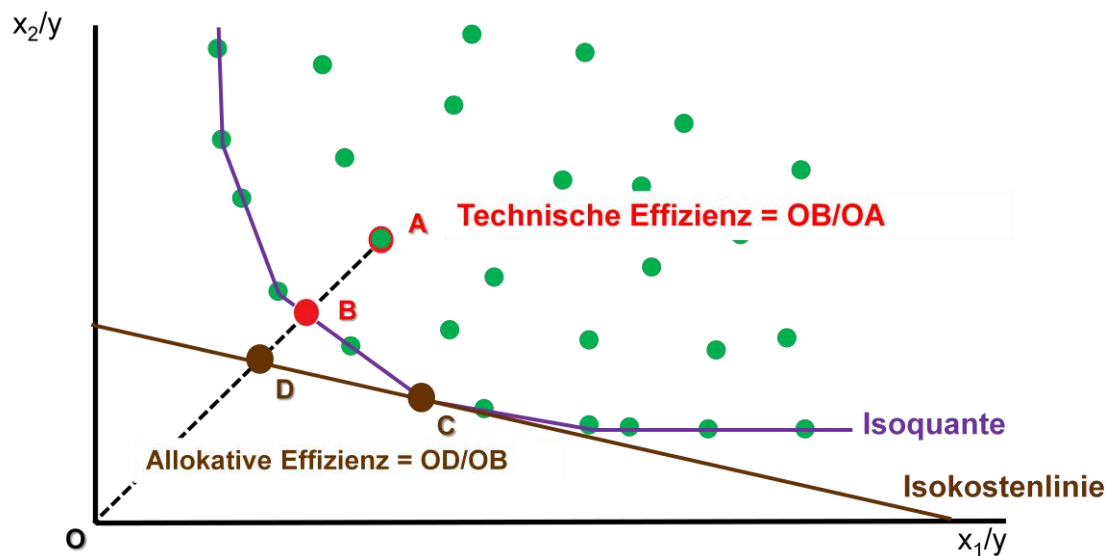
Liegen die Inputpreise der Produktionsfaktoren vor und nehmen wir zusätzlich an, dass diese Preise für alle Unternehmen gelten, kann die allokativen Effizienz ermittelt werden. Die allokativen Effizienz widerspiegelt die Fähigkeit eines Betriebs, die Produktionsfaktoren angesichts ihrer Preise in den richtigen Proportionen, d. h. kostenminimierend, einzusetzen. Um die allokativen effizienten Unternehmen zu identifizieren, können auf der Basis der Preise der Produktionsfaktoren Isokostenlinien eingezeichnet werden. Eine Isokostenlinie stellt alle möglichen Inputkombinationen dar, die zu gleicher Kostenhöhe führen. Die y- und x- Achsenabschnitte einer Isokostenlinie drücken die Höhe der Kosten pro Einheit des jeweiligen Faktors aus. Die absolute Steigung einer Isokostenlinie entspricht dem Preisverhältnis zwischen den

¹ Eine Begründung der Wahl einer Input-Orientierung für die vorliegende Studie ist im JAN UND LIPS (2009) verfügbar.

Produktionsfaktoren. Die allokativ effizienten Unternehmen werden identifiziert, indem die Isokostenlinie, die die Isoquante tangiert, bestimmt wird. In dem dargestellten Beispiel in Abbildung 1 ist nur Unternehmen C allokativ effizient, d. h. nur Unternehmen C hat die Minimal-kostenkombination gefunden. Die allokativen Effizienz vom Betrieb A entspricht dem Verhältnis zwischen OD und OB.

Die Kosteneffizienz eines Unternehmens bildet das Produkt seiner technischen Effizienz und seiner allokativen Effizienz. Im Fall vom Betrieb A ist die Kosteneffizienz gleich das Verhältnis zwischen OD und OA.

Abbildung 1: Zerlegung der Kosteneffizienz in allokativer Effizienz und technischer Effizienz im 2-Inputs und 1-Output Fall



Für die vorliegende Untersuchung werden wir uns auf die technische Effizienz beschränken. Die Ermittlung der allokativen Effizienz ist eine viel umfassender Fragestellung, da die Preise der einzelnen Produktionsfaktoren für jeden einzelnen Betrieb dafür in Betracht gezogen werden müssen. Für den untersuchten Sektor ist die Festlegung eines Preises für den Produktionsfaktor Arbeit und den Produktionsfaktor Land mit Schwierigkeiten verbunden. Tatsächlich schwanken die Preise dieser zwei Produktionsfaktoren sehr stark zwischen den Betrieben und für viele Betriebe bestehen grosse Zweifeln darüber, ob die beobachteten Preise tatsächlich das Angebot/Nachfrage Verhältnis für diesen Produktionsfaktor widerspiegeln. Diesbezüglich spielen die betriebsindividuellen Opportunitätskosten eine Schlüsselrolle.

Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es, diese Beschränkung auf die technische Effizienz im Auge zu behalten.

3.2. Data Envelopment Analysis

Die Fragestellung wird mit der Methode der Data Envelopment Analysis (DEA) auf der Grundlage von ZA-Daten bearbeitet. Eine detaillierte Begründung der Wahl des DEA Ansatzes für die Beantwortung dieser Fragestellung und eine detaillierte Literaturübersicht über ausgewählte methodische Aspekte einer Effizienzanalyse mit DEA sind im Dokument „Projet d'étude „Potentiel de gain en efficacité des exploitations agricoles suisses“: compléments d'informations à destination du Professeur Claude Jeanrenaud et de l'OFAG“ (JAN UND LIPS 2009) verfügbar. Im vorliegenden Dokument werden die wichtigsten Eckpunkte der methodischen Vorgehensweise erläutert.

3.2.1. Grundprinzipien der Data Envelopment Analysis

Die Data Envelopment Analysis (wörtliche Übersetzung auf Deutsch: Dateneinhüllanalyse) ist ein deterministisches Verfahren zur Messung der relativen Effizienz von Betrieben, die im Zusammenhang mit der DEA Entscheidungseinheiten (Decision Making Units, DMU) genannt werden. Die Analyse basiert auf einer Gruppe von homogenen Entscheidungseinheiten. Das Ausmass der Homogenität ist von der Fragestellung abhängig. Die Homogenitätsbedingungen beziehen sich dabei vor allem auf die internen Transformationsprozesse und insbesondere auf die Zusammensetzung des Input- und Outputsets² aber auch auf die formal-rechtlichen Rahmenbedingungen sowie auf die Umwelt der untersuchten Betriebe.

Die Effizienz bzw. Ineffizienz eines Betriebs wird ermittelt, indem mittels der DEA eine Hülle (Data Envelope) über die Daten gebildet wird. Diese Hülle, die aus reellen Betrieben besteht, stellt den effizienten Rand dar. Die Ineffizienz eines Betriebs wird durch dessen Abstand zum effizienten Rand gemessen.

3.2.2. Berechnete Effizienz Kennzahlen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die technische Effizienz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe ermittelt. Die technische Effizienz setzt sich aus der reinen technischen Effizienz und der Skaleneffizienz zusammen:

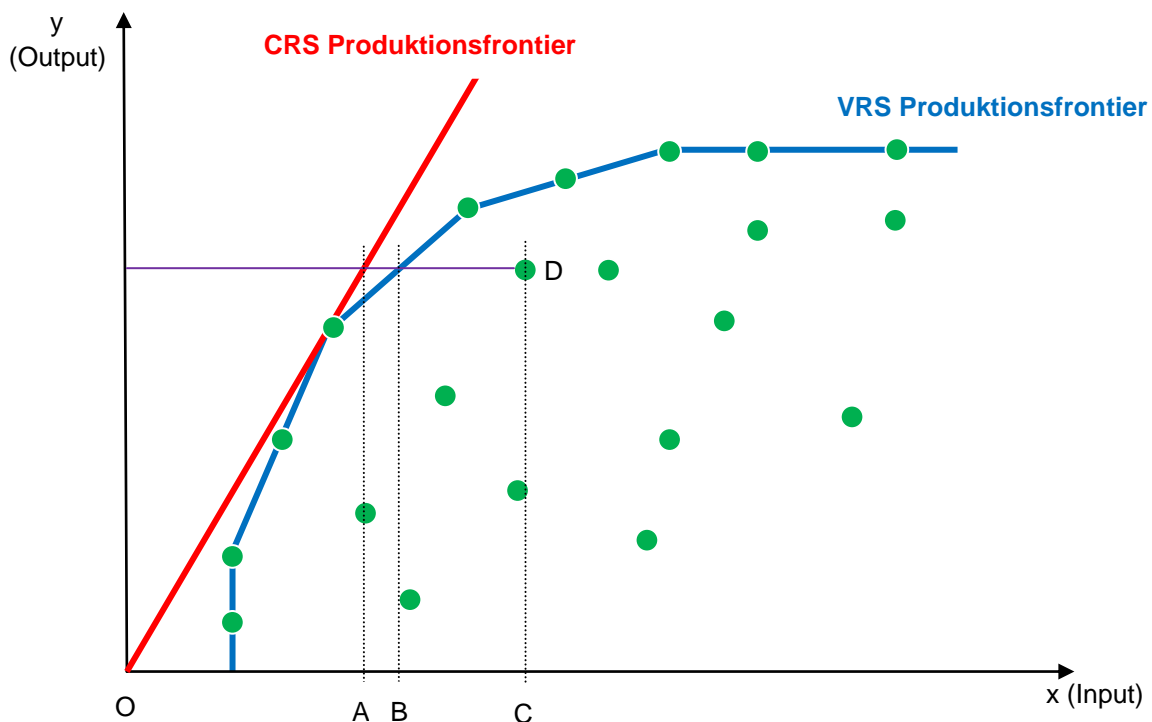
$$\text{Technische Effizienz} = \text{Reine Technische Effizienz} \times \text{Skaleneffizienz}$$

Während die reine technische Effizienz, die Effizienz eines Betriebes im Vergleich zu den besten Betrieben gleicher Grösse angibt, misst die Skaleneffizienz den Produktivitätsunterschied zwischen einem Betrieb und den Betrieben mit der produktivsten Unternehmensgrösse. Die Skaleneffizienz gibt den Produktivitätsunterschied an, der ausschliesslich auf einen Skaleneffekt zurückzuführen ist. Die reine technische Effizienz kann als das Einsparungspotenzial, das kurzfristig erreicht werden kann, interpretiert werden. Hingegen widerspiegelt die technische Effizienz eher eine langfristige Perspektive, da eine Änderung der Betriebsgrösse notwendig ist, um die ganze Ineffizienz zu beseitigen (COELLI ET AL., 2005).

² „Set“ entspricht dabei der Mengenbezeichnung aus der Mengenlehre. Das Inputset umfasst alle Inputs wie Arbeit, Land etc (siehe Abschnitt 4.3).

Diese drei Effizienz Kennzahlen werden hier ermittelt, in dem zwei Input-orientierte DEA Modelle berechnet werden: das CRS Modell und das VRS Modell. Das CRS (Constant Returns to Scale) Modell geht, wie aus seinem Namen hervorgeht, von einer Produktionstechnologie mit konstanten Skalenerträgen aus. Das CRS Modell ist ursprünglich auf den Aufsatz von CHARNES, COOPER UND RHODES (1978) zurückzuführen und ist in der Literatur häufig nach den Anfangsbuchstaben seiner Entwickler bezeichnet worden (CCR Modell). Dieses Modell misst die technische Effizienz. Das VRS (Variable Returns to Scale) Modell unterstellt variable Skalenerträge. Es wurde vom BANKER, CHARNES UND COOPER in 1984 entwickelt und wurde dementsprechend häufig als BCC Modell bezeichnet. Das VRS Modell misst die reine technische Effizienz. Die Skaleneffizienz ihrerseits wird indirekt berechnet, in dem die technische Effizienz durch die reine technische Effizienz dividiert wird.

Abbildung 2: Technische Effizienz, reine technische Effizienz und Skaleneffizienz



Diese drei Effizienz Kennzahlen werden anhand einer grafischen Darstellung erläutert (siehe Abbildung 2). Zu diesem Zweck wird hier der Einfachheit halber angenommen, dass Betriebe untersucht werden, die einen Output y nur mit einem Input x produzieren. Die technische Effizienz des Betriebes D wird ermittelt und in reiner technischer Effizienz und Skaleneffizienz zerlegt. Die technische Effizienz (TE), die reine technische Effizienz (PTE) und die Skaleneffizienz (SE) vom Betrieb D werden wie folgt berechnet.

$$TE = OA/OC$$

$$PTE = OB/OC$$

$$SE = TE/PTE = OA/OB$$

In den zwei folgenden Absätzen wird das dem jeweiligen Modell (CCR bzw. BCC) zugrunde liegende Optimierungsproblem im Details ausgeführt. Nur die Envelopment Form jedes Mo-

dells wird vorgestellt, da sie intuitiv im Vergleich zu der Multiplier Form am einfachsten zu verstehen ist.

3.2.2.1. Das Input-orientierte CCR Modell (CRS Modell)

Dieses Modell wird angewandt, wie vorher schon erwähnt, um die technische Effizienz zu berechnen. Die technische Effizienz einer Beobachtung wird ermittelt, indem das folgende Minimierungsproblem der linearen Programmierung gelöst wird (CANTNER ET AL., 2007).

$$\begin{array}{ll} \min_{\theta_i, \lambda_i} & \theta_i \\ \text{unter N.B.} & Y\lambda_i - y_i \geq 0 \\ & \theta_i x_i - X\lambda_i \geq 0 \\ & \lambda_i \geq 0 \end{array}$$

wobei:

n = Anzahl der Unternehmen in der Stichprobe

s = Anzahl der Outputs

m = Anzahl der Inputs

X = $m \times n$ Matrix der Inputs aller Unternehmen

Y = $s \times n$ Matrix der Outputs aller Unternehmen

x_i = m -Spaltenvektor der Inputs des Unternehmens i

y_i = s -Spaltenvektor der Outputs des Unternehmens i

λ_i = n -Spaltenvektor der Gewichtungsfaktoren. Dieser Vektor enthält die Koeffizienten zur Erzeugung der Linearkombinationen von Referenzunternehmen.³ Die einzelnen Elemente des Vektors λ_i, λ_{oi} , geben Auskunft über die Bedeutung einer Beobachtung $o \in \{1; n\}$ als Referenzbeobachtung (sogenanntes „Peer“) zu i .

3.2.2.2. Das Input-orientierte BCC Modell (VRS Modell)

Die Envelopment Form des BCC Modells unterscheidet sich von der Envelopment Form des CCR Modells durch die Aufnahme einer Konvexitätsnebenbedingung in das Optimierungsproblem. Diese Bedingung führt dazu, dass die Produktionsfunktion nicht mehr aus Linearkombinationen sondern aus Konvexkombinationen der Beobachtungen aufgespannt wird. Dadurch wird ein Betrieb i nur mit einem Referenzunternehmen i' („peer“) verglichen, das entweder:

- aus einer Konvexkombination von Referenzunternehmen gleicher Unternehmensgrösse wie i konstruiert wird, oder
- aus einer Konvexkombination von Referenzunternehmen gebildet wird, welche teilweise grösser und teilweise kleiner als das untersuchte Unternehmen i sind, oder
- das Unternehmen i selbst darstellt (CANTNER ET AL., 2007).

³ Unter Referenzunternehmen werden hier die Unternehmen verstanden, die auf dem effizienten Rand liegen. Die Ineffizienz eines Betriebs wird berechnet, indem seine Distanz zu diesen Referenzunternehmen ermittelt wird.

$$\begin{array}{ll}
\min_{\theta_i, \lambda_i} & \theta_i \\
\text{unter N.B.} & Y\lambda_i - y_i \geq 0 \\
& \theta_i x_i - X\lambda_i \geq 0 \\
& I1'\lambda_i = 1 \\
& \lambda_i \geq 0
\end{array}$$

wobei:

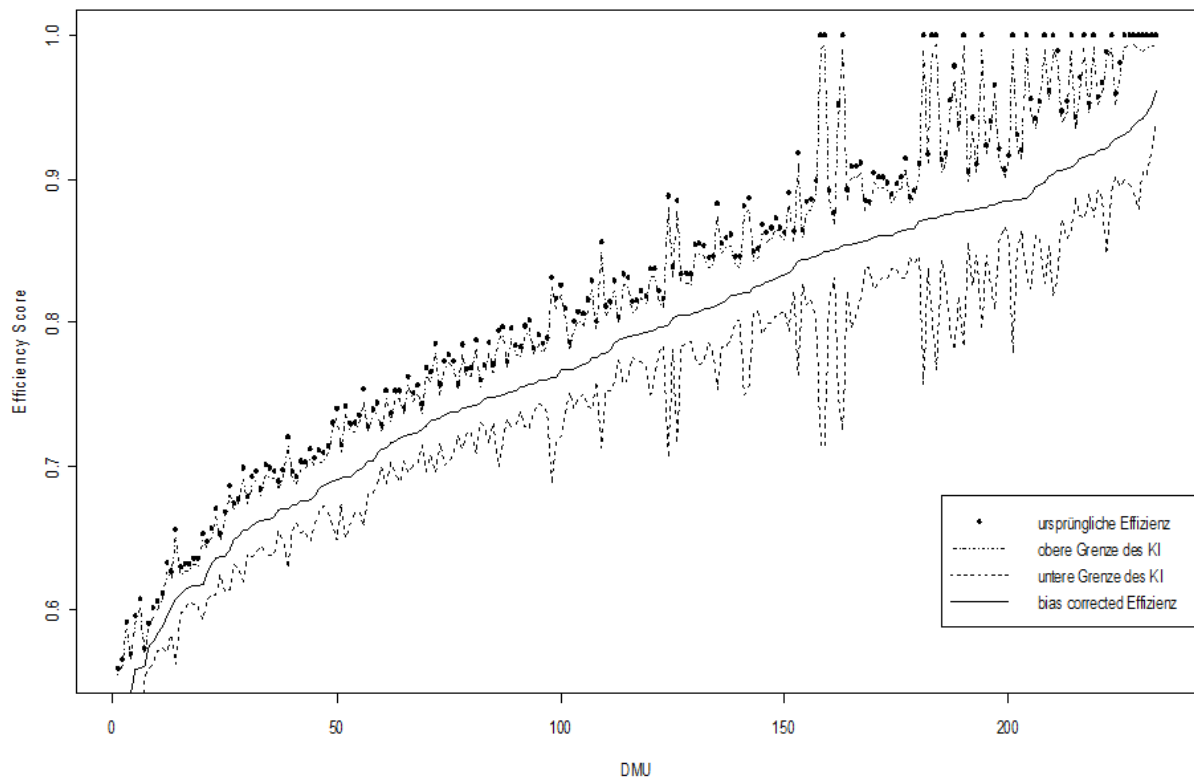
$I1 = n \times 1$ Vektor dessen Komponenten ausschliesslich den Wert 1 aufweisen.

3.2.2.3. Bootstrap DEA

Wie schon erwähnt, ist die DEA ein deterministischer Ansatz. Die Effizienz eines Betriebs wird auf der Basis der Rand(produktions)funktion, die als Umhüllende aller Produktionsdaten gebildet wird, ermittelt, wobei das statische Rauschen („noise“) der Input- und Outputdaten nicht berücksichtigt wird. Der Effizienzwert der einzelnen Betriebe wird deterministisch auf der Basis der „besten“ und von daher „extremsten“ Betriebe, die auf der Frontier liegen, ermittelt. Die geschätzten Effizienzwerte sind von daher auf die Veränderung der Stichprobenzusammensetzung sehr empfindlich. Die Stichprobenvariabilität kann zu einer Überschätzung der DEA Punktschätzungen führen (BRÜMMER, 2001). Es handelt sich um das sogenannte Problem der „Stichprobenverzerrung“, das mit der DEA-Methode verbunden ist. Um dieses Problem auszuräumen, wird der Ansatz von SIMAR UND WILSON (1998 und 2000) implementiert, indem eine Sensitivitätsanalyse mittels des „homogeneous smoothed bootstrap“-Verfahrens (SIMAR UND WILSON, 1998 und 2000) durchgeführt wird. Dieses Verfahren ermöglicht für jeden Betrieb eine um die Verzerrung korrigierte Effizienz (bias-corrected Effizienz) zu berechnen und ein Konfidenzintervall für diese Effizienz zu bilden. In der vorliegenden Arbeit wurde das Resampling-Verfahren 10'000 Mal iteriert.⁴ Daraus resultieren für jeden analysierten Betrieb 10'000 Effizienzwerte, aus welchen die Varianz, das 95 %-Konfidenzintervall, und die sogenannte „bias corrected“-Effizienzwerte herleitet werden (siehe dargestelltes Beispiel in der Abbildung 3).

⁴ Während für die Berechnung der Varianz weniger Iterationen ausreichen, muss das Bootstrapverfahren für die Ermittlung von Konfidenzintervallen mindestens 1500 mal iteriert werden (BRÜMMER, 2001).

Abbildung 3: Konfidenzintervall der Effizienzwerte der einzelnen Milchviehbetriebe der Talregion, 2008.



Legende: KI = Konfidenzintervall

3.2.3. Berechnung der verschiedenen Szenarien der Problemstellung : methodische Vorgehensweise

Wie in der Fragestellung dargelegt, ist das Effizienzsteigerungspotenzial für die fünf folgenden Szenarien zu berechnen:

- Szenario 1: wenn alle Betriebe effizient wären (Frontier)
- Szenario 2: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 1 % Besten
- Szenario 3: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 10 % Besten
- Szenario 4: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 25 % Besten
- Szenario 5: wenn alle Betriebe mindestens so effizient wären wie die 50 % Besten

Allgemein stellt sich die Frage, auf welcher Datengrundlage (Effizienzwerte aus der DEA ohne bzw. mit Bootstrap) das Effizienzsteigerungspotenzial gerechnet werden soll. Vieles spricht für die Anwendung der Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap. Erstens sind diese Effizienzwerte um Verzerrungen korrigiert. Der zweite Grund für den Einsatz der Effizienzwerte des DEA-Bootstrap-Verfahrens liegt in der Tatsache, dass auf der Basis der DEA Methode ohne Bootstrap jeweils etwa zwischen 10 und 20 % der Betriebe in jeder Schicht als effizient eingestuft werden. Unter diesen Bedingungen macht die Berechnung des Effizienzsteigerungspotenziales für die Szenarien 2 bis 4 auf der Basis der Effizienzwerte der DEA ohne Bootstrap wenig Sinn. Dieses Problem tritt bei den Effizienzwerten des DEA-Bootstraps nicht auf, weil alle „bias-corrected“ Effizienzwerte kleiner als 1 sind.

Die Methodik der Berechnung des Effizienzsteigerungspotenzials für die verschiedenen Szenarien wird in dem folgenden Absatz dargelegt. Während das Einsparungspotenzial für Szenario 1 direkt aus den Effizienzwerten der DEA-Bootstrap hergeleitet werden kann, ist dies für die anderen Szenarien (2 bis 5) nicht möglich. Die entsprechende Berechnung wird wie folgt durchgeführt. Für jede Effizienzkennzahl (reine technische Effizienz und technische Effizienz) wird für jedes Szenario das entsprechende Quantil der „bias-corrected“ Effizienz der untersuchten Schicht ermittelt. Die neuen Effizienzwerte der einzelnen Betriebe werden dann berechnet, indem der ursprüngliche Effizienzwert jedes einzelnen Betriebes durch das entsprechende Quantil dividiert wird. Die angewandte Vorgehensweise (Division statt Differenzbildung) lässt sich durch die fehlende Intervallskalierung der Effizienzwerte erklären. Die Berechnungsmethodik ist für die reine technische Effizienz in der Tabelle 1 erläutert.

Eine vereinfachte schematische Darstellung versucht dies für Szenario 3 intuitiv darzustellen. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, wird die Produktionsfrontier nach unten bis zum 90%-Quantil „verschoben“.⁵ Die Ineffizienz wird dann zur Frontier o' gemessen, anstatt zur Frontier o. Die Beobachtungen, die sich zwischen den zwei Frontiers befinden, sind unter Szenario 3 zu 100 % effizient und weisen dementsprechend ein Effizienzsteigerungspotenzial von 0 % auf.

Tabelle 1: Berechnungsmethodik der Effizienz und Ineffizienz (Inputeinsparungspotenzial) für die Szenarien 2 bis 5

Szenario	Effizienz	Ineffizienz
Szenario 2 (alle Betriebe so effizient wie die 1 % Besten)	$PTE_{i, SZ2} = PTE_i / PTE_{Q99}$ mit $PTE_{i, SZ2} \leq 1$	$PTI_{i, SZ2} = 1 - PTE_{i, SZ2}$
Szenario 3 (alle Betriebe so effizient wie die 10 % Besten)	$PTE_{i, SZ3} = PTE_i / PTE_{Q90}$ mit $PTE_{i, SZ3} \leq 1$	$PTI_{i, SZ3} = 1 - PTE_{i, SZ3}$
Szenario 4 (alle Betriebe so effizient wie die 25 % Besten)	$PTE_{i, SZ4} = PTE_i / PTE_{Q75}$ mit $PTE_{i, SZ4} \leq 1$	$PTI_{i, SZ4} = 1 - PTE_{i, SZ4}$
Szenario 5 (alle Betriebe so effizient wie die 50 % Besten)	$PTE_{i, SZ5} = PTE_i / PTE_{Q50}$ mit $PTE_{i, SZ5} \leq 1$	$PTI_{i, SZ5} = 1 - PTE_{i, SZ5}$

Legende:

$PTE_{i, SZ2}$ = reine technische Effizienz vom Betrieb i unter Szenario 2

PTE_i = „bias-corrected“ reine technische Effizienz vom Betrieb i aus dem DEA-Bootstrap

PTE_{Q99} = 99 % Quantil der „bias-corrected“ Effizienzwerte aller Betriebe der untersuchten Gruppe aus dem DEA-Bootstrap

$PTI_{i, SZ2}$ = reine technische Ineffizienz vom Betrieb i unter Szenario 2

$PTE_{i, SZ3}$ = reine technische Effizienz vom Betrieb i unter Szenario 3

PTE_{Q90} = 90 % Quantil der „bias-corrected“ Effizienzwerte aller Betriebe der untersuchten Gruppe aus dem DEA-Bootstrap

$PTI_{i, SZ3}$ = reine technische Ineffizienz vom Betrieb i unter Szenario 3

$PTE_{i, SZ4}$ = reine technische Effizienz vom Betrieb i unter Szenario 4

⁵ Um Missverständnisse zu vermeiden, ist es wichtig hier zu betonen, dass keine spezifische Frontier für jedes einzelnes Szenario ermittelt worden ist, weil der DEA Ansatz nicht dafür vorgesehen ist. Die Abbildung 4 stellt daher nur eine Hilfestellung für ein intuitives Verständnis der Szenarien 2 bis 5 dar.

PTE_{Q75} = 75 % Quantil der „bias-corrected“ Effizienzwerte aller Betriebe der untersuchten Gruppe aus dem DEA-Bootstrap

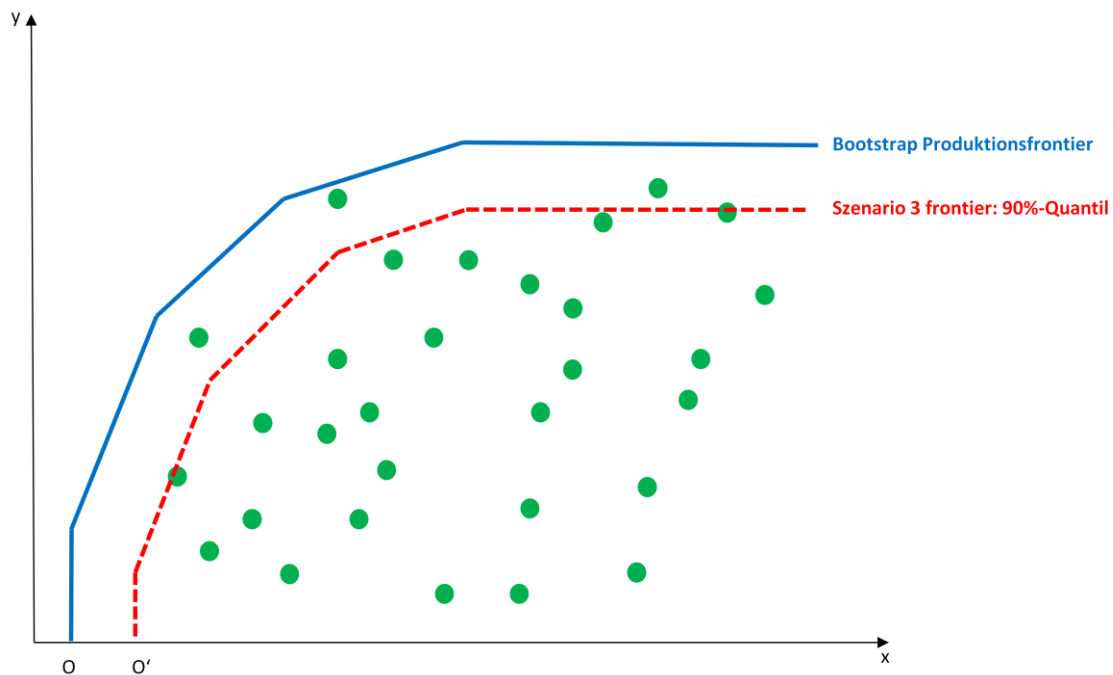
$PTI_{i, SZ4}$ = reine technische Ineffizienz vom Betrieb i unter Szenario 4

$PTE_{i, SZ5}$ = reine technische Effizienz vom Betrieb i unter Szenario 5

PTE_{Q50} = 50 % Quantil (Medianwert) der „bias-corrected“ Effizienzwerte aller Betriebe der untersuchten Gruppe aus dem DEA-Bootstrap

$PTI_{i, SZ5}$ = reine technische Ineffizienz vom Betrieb i unter Szenario 5

Abbildung 4: vereinfachte schematische Darstellung der methodischen Vorgehensweise für die Berechnung des Einsparungspotenzials für die verschiedenen Szenarien 2 bis 5 am Beispiel vom Szenario 3



4. Daten

4.1. Datenquelle

Die vorliegende Untersuchung basiert auf den Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA) der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Für die Analyse wurden die Buchhaltungsjahre 2006, 2007 und 2008 verwendet.

4.2. Analyisierte Schichten

Wie im Abschnitt 3.2.1. erwähnt, ist es im Rahmen einer Data Envelopment Analysis wichtig, dass die Effizienzanalyse innerhalb einer Gruppe von Betrieben stattfindet, die hinsichtlich produktionstechnischer Aspekte (Output- und Inputzusammensetzung) und ihrer Umwelt (Höhenlage, Region) homogen sind. Um diesen Voraussetzungen Rechnung zu tragen und dadurch aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden die Betriebe in homogene Gruppen eingeteilt, wobei eine homogene Gruppe als die Kombination eines Betriebstyps (Stufe S4

der Betriebstypologie der ZA) und einer landwirtschaftlichen Produktionsregion definiert wird. Die für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Daten sind in den Tabellen 2 bis 4 dargestellt. Wie aus diesen Tabellen ersichtlich, konnte für gewisse Gruppen (Betriebstyp x Region) aufgrund einer zu begrenzten Stichprobengrösse ($n < 30$) bzw. aufgrund einer zu hohen Heterogenität innerhalb der Gruppe keine Effizienzanalyse durchgeführt werden. Das Problem mit der hohen Heterogenität betrifft vor allem den Betriebstyp „Kombiniert nicht zuteilbar“, der in der ZA als eine Restgruppe definiert ist (Betriebstyp Nr. 54). Aufgrund der damit verbundenen Heterogenität kann für diese Gruppe keine aussagekräftige Effizienzanalyse durchgeführt werden. Die zu begrenzte Stichprobengrösse ihrerseits lässt sich auf zwei Ursachen zurückführen. Entweder ist die Gruppe von vernachlässigbarer Bedeutung in der Grundgesamtheit (wie zum Beispiel die Gruppe „Geflügel, Bergregion“) oder die Gruppe ist in der ZA-Stichprobe schlecht vertreten (wie zum Beispiel die Gruppe „Anderes Rindvieh, Hügelregion“ oder „Weinbau, Talregion“). Während für eine Aussage bezüglich der gesamten Schweiz der Ausschluss von Gruppen mit vernachlässigbarer Bedeutung in der Grundgesamtheit eher unproblematisch ist, ist der Ausschluss von Gruppen, die in der Grundgesamtheit von substantieller Bedeutung sind, viel problematischer. Daraus folgt, dass mit dieser Untersuchung keine Aussage über das Einsparungspotenzial des gesamten Schweizer landwirtschaftlichen Sektors gemacht werden kann.

Tabelle 2: ZA-Datengrundlage für die Effizienzanalyse der Betriebe der Talregion

TALREGION	2006		2007		2008				
Betriebstyp	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Analysiert	n < 30	Gruppe zu heterogen
Ackerbau	111	3383	132	3192	141	3322	Ja		
Gemüsebau	16	375	18	522	22	454	Nein	x	
Obstbau	33	1248	31	1083	29	873	Nein	x	x
Weinbau	26	1172	30	1268	40	1428	Nein	x	x
Andere Spezialkulturen	12	379	10	258	12	353	Nein	x	
Verkehrsmilch	251	2994	265	3005	233	3028	Ja		
Mutterkühe	31	536	36	607	34	615	Ja		
Anderes Rindvieh	10	245	9	267	10	337	Nein	x	
Pferde/Schafe/Ziegen	6	329	6	345	11	448	Nein	x	
Schweine	30	416	29	553	27	200	Ja		
Geflügel	3	114	9	196	6	229	Nein	x	
Andere Veredlung	3	23	2	15	1	7	Nein	x	
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	294	3522	290	3294	267	3203	Ja		
Kombiniert Mutterkühe	46	771	45	795	46	817	Ja		
Kombiniert Veredlung	372	3056	338	2867	303	2745	Ja		
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	165	2752	182	2737	175	2837	Ja		
Kombiniert Andere/Rindvieh	39	748	43	721	44	794	Ja		
Kombiniert nicht zuteilbar	43	754	49	822	33	614	Nein		x

Legende:

Ref. = Anzahl Referenzbetriebe

Vertret. = Anzahl vertretene Betriebe

Analysiert = Konnte diese Gruppe analysiert werden? Im negativen Fall sind die Gründe dafür in den zwei letzten Spalten ausgeführt (n < 30 = Stichprobe zu klein; Gruppe zu heterogen = Aufgrund der Heterogenität der Betriebe innerhalb der Gruppe konnte keine aussagekräftige Effizienzanalyse durchgeführt werden).

Tabelle 3: ZA-Datengrundlage für die Effizienzanalyse der Betriebe der Hügelsonne

HÜGELREGION	2006		2007		2008				
Betriebstyp	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Analysiert	n < 30	Gruppe zu heterogen
Ackerbau	7	128	8	113	8	110	Nein	x	
Obstbau	3	67	4	163	4	156	Nein	x	
Weinbau	0	0	0	0	2	180	Nein	x	
Andere Spezialkulturen	1	4	0	0	1	10	Nein	x	
Verkehrsmilch	500	6270	506	6214	529	6131	Ja		
Mutterkühe	44	946	57	1012	70	1081	Ja		
Anderes Rindvieh	14	783	14	798	19	833	Nein	x	
Pferde/Schafe/Ziegen	9	574	7	280	12	612	Nein	x	
Schweine	25	358	18	225	20	292	Nein	x	
Geflügel	10	208	8	331	9	257	Nein	x	
Andere Veredlung	2	22	2	28	2	24	Nein	x	
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	32	431	34	378	32	368	Ja		
Kombiniert Mutterkühe	10	135	11	202	11	176	Nein	x	
Kombiniert Veredlung	171	1696	174	1582	184	1507	Ja		
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	83	1243	69	1088	96	1218	Ja		
Kombiniert Andere/Rindvieh	18	268	13	200	18	220	Nein	x	
Kombiniert nicht zuteilbar	28	477	36	627	29	444	Nein	x	x

Legende:

Ref. = Anzahl Referenzbetriebe

Vertret. = Anzahl vertretene Betriebe

Analysiert = Konnte diese Gruppe analysiert werden? Im negativen Fall sind die Gründe dafür in den zwei letzten Spalten ausgeführt (n < 30 = Stichprobe zu klein; Gruppe zu heterogen = Aufgrund der Heterogenität der Betriebe innerhalb der Gruppe konnte keine aussagekräftige Effizienzanalyse durchgeführt werden).

Tabelle 4: ZA-Datengrundlage für die Effizienzanalyse der Betriebe der Bergregion

BERGREGION	2006		2007		2008				
Betriebstyp	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Ref.	Vertret.	Analysiert	n < 30	Gruppe zu heterogen
Obstbau	0	0	1	33	1	96	Nein	x	
Weinbau	1	100	1	100	1	96	Nein	x	
Andere Spezialkulturen	1	100	1	100	2	98	Nein	x	
Verkehrsmilch	480	6726	509	6612	523	6555	Ja		
Mutterkühe	71	1311	84	1355	102	1406	Ja		
Anderes Rindvieh	172	2871	153	2788	160	2729	Ja		
Pferde/Schafe/Ziegen	20	1265	19	1272	41	1396	Nein	x	x
Schweine	4	73	8	124	3	44	Nein	x	
Geflügel	2	30	3	29	3	38	Nein	x	
Andere Veredlung	1	100	1	31	0	0	Nein	x	
Kombiniert Veredlung	38	443	33	427	36	387	Ja		
Kombiniert nicht zuteilbar	33	652	30	545	24	628	Nein	x	x

Legende:

Ref. = Anzahl Referenzbetriebe

Vertret. = Anzahl vertretene Betriebe

Analysiert = Konnte diese Gruppe analysiert werden? Im negativen Fall sind die Gründe dafür in den zwei letzten Spalten ausgeführt (n < 30 = Stichprobe zu klein; Gruppe zu heterogen = Aufgrund der Heterogenität der Betriebe innerhalb der Gruppe konnte keine aussagekräftige Effizienzanalyse durchgeführt werden).

4.3. Spezifikation des Output- und Inputsets

Die Spezifikation des Input- und Outputsets ist von grosser Bedeutung, da sie einen direkten und entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse der Effizienzanalyse ausübt (für mehr Details darüber siehe in JAN UND LIPS, 2009). Die für die vorliegende Untersuchung angewandte Input- und Outputset-Spezifikation ist in Tabelle 5 dargestellt. Bei der Spezifikation des Output- und Inputsets wurde zwei Punkten viel Aufmerksamkeit geschenkt: die Direktzahlungen und die ausserordentlichen Ereignisse.

Bei den Direktzahlungen stellte sich die Frage, ob und welche Direktzahlungen in dem Output eingeschlossen werden sollten und welche nicht. Die Direktzahlungen können in zwei Gruppen eingeteilt werden: Allgemeine und ökologische⁶ Direktzahlungen. Während die allgemeinen Direktzahlungen die gemeinwirtschaftlichen Leistungen der Landwirtschaft abgelteten, werden durch die ökologischen Direktzahlungen besondere ökologische Leistungen abgegolten (BLW, 2008). Gemäss BLW (2008) werden die Landwirtinnen und Landwirte mit den ökologischen Direktzahlungen wirtschaftlich motiviert „Anforderungen zu erfüllen, welche die allgemeinen gesetzlichen Vorgaben und den ökologischen Leistungsnachweis übersteigen“. Auf der Basis von produktionstheoretischen Überlegungen wurde entschieden, im Output nur die Direktzahlungen einzuschliessen, welche eine zusätzliche Leistung entgelten, die deutlich über die übliche Bewirtschaftungspraxis hinaus geht. Dieses trifft für die ökologischen Direktzahlungen zu. Tatsächlich können die gemeinwirtschaftlichen Leistungen der Landwirtschaft, die durch die allgemeinen Direktzahlungen abgegolten werden, als Koppelprodukte der landwirtschaftlichen Produktion angesehen werden. Diese Koppelprodukte erfordern jedoch keinen zusätzlichen Einsatz von Inputs im Vergleich mit der üblichen landwirtschaftlichen Produktionsart. Im Gegensatz dazu sind die Leistungen, die durch die ökologischen Direktzahlungen abgegolten werden, keine einfachen Koppelprodukte der landwirtschaftlichen Produktion, sondern zusätzliche Umweltleistungen, die entweder den Einsatz von zusätzlichen Inputs erfordern (wie z. B. für die weitere Bewirtschaftung von unproduktiven landwirtschaftlichen Flächen) oder die produzierte Outputmenge reduzieren (wie z. B. Extensio-Produktion). Es ist aber wichtig zu betonen, dass die oben dargestellten Betrachtungen nicht für alle allgemeinen Direktzahlungen gelten. Für zwei Typen von allgemeinen Direktzahlungen, die für die Hügel- und Bergregion spezifisch sind (Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerten Produktionsbedingungen und Hangbeiträge), erfordert die Erbringung der mit diesen Direktzahlungen verbundenen Umweltleistungen in gewisser Weise den Einsatz von zusätzlichen Inputs. Tatsächlich braucht ein Hügel- oder Bergbetrieb im Vergleich mit einem Talbetrieb mehr Arbeit und Kapital (wie zum Beispiel spezifische Maschinen für die Bewirtschaftung von Flächen mit einer hohen Hangneigung), da dieser Betrieb zusätzlich zu der landwirtschaftlichen Produktionsaktivität eine Landschaftspflege-Aktivität (Pflege der Flächen mit einer hohen Hangneigung und Offenhaltung der Landschaft) durchführt und im Vergleich zu dem Talbetrieb unter erschwerenden natürlichen Produktionsbedingungen arbeitet.⁷ Die Tatsache aber, dass die Beiträge für die Tierhaltung unter erschwer-

⁶ Die ökologischen Direktzahlungen umfassen auch die Ethobeiträge.

⁷ Als Illustration dazu können die Kosten für die Aufrechterhaltung von Grünland verwendet werden (GAZZARIN UND RÖTHELI, 2010).

ten Produktionsbedingungen für höchstens 20 RGVE ausgerichtet werden, ist für die Produktivitätsanalyse etwas problematisch, weil dadurch die Gefahr besteht, dass der Einschluss dieser Direktzahlung in dem Output zu Verzerrungen bei den Effizienzwerten führt. Für die vorliegende Analyse wurde deshalb entschieden für die Ermittlung des Effizienzsteigerungspotenziales der Tal-, Hügel- und Bergbetriebe die gleiche Output-Spezifikation anzuwenden. Dabei werden in dem Output nur die ökologischen Direktzahlungen eingeschlossen (siehe Tabelle 5).

Der Effekt der Output-Spezifikation und insbesondere des Einschlusses der Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerten Produktionsbedingungen und der Hangbeiträge in dem Output auf die Effizienzwerte der Hügel- und Bergbetriebe wird aber trotzdem am Beispiel der Milchviehbetriebe untersucht. Dafür werden zwei zusätzliche Output-Spezifikationen definiert. In der Output-Spezifikation 2 werden zusätzlich zu den in der Spezifikation 1 betrachteten Outputs die Hangbeiträge und die Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerenden Produktionsbedingungen (sogenannte TEP Beiträge) im landwirtschaftlichen Output eingeschlossen.

Tabelle 5: Spezifikation des Input- und Outputsets

INPUTS	
Input 1	Betriebsfläche in ha
Input 2	Anzahl Arbeitskräfte in Jahresarbeitseinheiten
Input 3	Vorleistungen = Sachkosten Pflanzenbau + Sachkosten Tierhaltung + Sachkosten Paralandwirtschaft korrigiert (ohne Sachkosten übrige nicht zuteilbare Leistungen) + Sachstrukturkosten (ohne Abschreibungen total)
Input 4	Kapital = Pachtzinsen korrigiert (ohne Pachtzinsen für Boden) + Miete Milchkontingent + Schuldzinsen korrigiert (ohne Zinsen für das Fremdkapital für die Finanzierung des Bodens im Eigentum) + übriger Finanzaufwand/-ertrag + Abschreibungen total (inkl. Abschr. Milchkontingent) + Zinsanspruch Eigenkapital Betrieb korrigiert (ohne Zinsen für das Eigenkapital für die Finanzierung des Bodens im Eigentum)
OUTPUTS	
Output 1	Landwirtschaftlicher Output = Rohleistung aus landwirtschaftlicher Produktion + ökologische Direktzahlungen
Output 2	Paralandwirtschaftlicher Output = Rohleistung Paralandwirtschaft korrigiert = Rohleistung Paralandwirtschaft – Rohleistung Verkauf nicht aktiviertes Milchkontingent – Ausserordentlicher Erfolg aus Anlagen – übrige nicht zuteilbare Leistungen

Die ausserordentlichen Ereignisse ihrerseits wurden sowohl aus dem Output als auch aus dem Input ausgeschlossen, um sicherzustellen dass die Effizienzanalyse sich nur auf die regulären landwirtschaftlichen und paralandwirtschaftlichen Tätigkeiten bezieht. Der Aus-

schluss dieser ausserordentlichen Ereignisse war umso notwendiger, als die damit verbundenen Rohleistungs- oder Kostenpositionen in der Regel sehr hohe Werte aufweisen, die zu massiven Verzerrungen bei der Effizienzanalyse führen würden.

5. Berechnung des monetären Einsparungspotenziales

Nachdem das Inputeinsparungspotenzial der einzelnen untersuchten Betriebe auf der Basis der berechneten Ineffizienzwerte als prozentuale radiale Reduktion der eingesetzten Inputmengen quantifiziert worden ist, wird dieses Einsparungspotenzial in einem monetären Wert umgewandelt. Die Vorgehensweise für die Berechnung des monetären Einsparungspotenzials wird anschliessend erklärt.

Grundsätzlich können die betrachteten Inputs in zwei Typen unterteilt werden: die Inputs, die in einem monetären Wert ausgedrückt sind (Kapital und Vorleistungen) und diejenigen, die in einem physischen Wert ausgedrückt sind (Betriebsfläche und Arbeitskraft). Bei den monetären Inputs kann das monetäre Einsparungspotenzial jedes einzelnen Betriebes direkt herleitet werden, indem der absolute Wert des jeweiligen Inputs mit dem Ineffizienzwert des Betriebes multipliziert wird. Bei den physischen Inputs muss zuerst die eingesetzte physische Menge am Input in einen monetären Wert überführt werden. Dies setzt voraus, dass der Preis jedes einzelnen physischen Inputs bekannt ist. Wie bei jeder Bewertung des Preises von einem Produktionsfaktor ist dieser Schritt mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Für den Preis des Produktionsfaktors Betriebsfläche (sowohl gepachtete als auch eigene Betriebsfläche) wurde für jede untersuchte Gruppe den Medianwert des Parzellenpachtzinses pro Hektar genommen. Dem Medianwert wurde der Vorzug gegenüber dem Mittelwert gegeben, um den Effekt von extremen Beobachtungen zu beseitigen. Es muss aber hier hervor gehoben werden, dass der Parzellenpachtzins pro Hektar innerhalb jeder untersuchten Gruppe eine sehr grosse Streuung aufweist. Für die monetäre Bewertung des Preises einer Arbeitskraft kann ebenfalls nicht auf betriebsspezifische Beobachtungen zurückgegriffen werden. Die untersuchten Betriebe setzen sowohl Angestellten als auch Familienarbeitskräfte ein. Während die Lohnkosten für die angestellten Arbeitskräfte in den Buchhaltungen direkt vorhanden sind, ist der Preis der Familienarbeitskräfte in den Buchhaltungen nicht verfügbar. Es wurde daher entschieden, den durchschnittlichen Arbeitsverdienst pro Familienjahresarbeitseinheit (FJAE) der jeweiligen untersuchten Schicht als Preis für die Familienarbeitskräfte einzusetzen.

Das monetäre Einsparungspotential jedes Inputs wurde für jeden einzelnen untersuchten ZA Betrieb berechnet. In der Tabelle 6 ist die Vorgehensweise für die Berechnung des monetären Einsparungspotenzials auf einzelbetrieblicher Ebene zusammengefasst.

Tabelle 6: Vorgehensweise für die Berechnung des monetären Einsparungspotenziales auf einzelbetrieblicher Ebene

Input	Typ	Vorgehensweise für die Berechnung des monetären Einsparungspotenziales
Kapital	monetär	Ineffizienz x Kapitalkosten
Vorleistungen	monetär	Ineffizienz x Vorleistungen
Betriebsfläche	physisch	Ineffizienz x Betriebsfläche x Medianwert des Parzellenpachtzinses (pro Hektare) der untersuchten Schicht
Jahresarbeitsseinheit (Familie)	physisch	Ineffizienz x FJAE x durchschnittlicher Arbeitsverdienst pro FJAE der untersuchten Schicht
Jahresarbeitsseinheit (Angestellte)	physisch	Ineffizienz x Lohnkosten des untersuchten Betriebes

Legende: FJAE: Familienjahresarbeitsseinheiten.

6. Sektorale Hochrechnung

6.1. Methodische Vorgehensweise

Nachdem das monetäre Einsparungspotenzial auf einzelbetrieblicher Ebene für jede untersuchte Gruppe und Jahr für die verschiedenen Szenarien gerechnet worden ist, wird dieses monetäre Einsparungspotenzial auf Sektorebene hochgerechnet.

Die sektorale Hochrechnung erfolgt für jede untersuchte Gruppe und für jeden einzelnen betrachteten Input separat. In einem ersten Schritt wird das auf einzelbetrieblicher Ebene quantifizierte Einsparungspotenzial hochgerechnet, indem dieses Einsparungspotenzial mit dem Gewicht der einzelnen Betriebe multipliziert wird. Das Gewicht eines Betriebes der Stichprobe der Zentralen Auswertung gibt an, wie viele Betriebe der ZA Grundgesamtheit dieser Betrieb vertritt. Das Gewicht der Betriebe einer Schicht (Kombination landwirtschaftliche Produktionsregion, Betriebstyp und Flächenklasse) wird auf der Basis des Verhältnisses zwischen der Anzahl Betriebe in der ZA Stichprobe und der Anzahl Betriebe in der ZA Grundgesamtheit, wobei ein Betrieb der ZA Stichprobe maximal 100 Betriebe der ZA Grundgesamtheit vertreten darf. Aufgrund der Gewichtungsmethodik, die auf der Anzahl Betriebe basiert, kann es bei der sektoralen Hochrechnung vorkommen, dass für gewisse Variablen (wie zum Beispiel die Betriebsfläche) die auf der Basis der ZA-Stichprobe hochgerechnete Variable die Höhe dieser Variable in der ZA Grundgesamtheit übertrifft. Bei der Hochrechnung wird diesem Problem Rechnung getragen, indem bei Übervertretung⁸ eines Inputs durch die hochgerechnete ZA Stichprobe ein Korrekturfaktor eingeführt wird. Damit soll ein Überschätzen des Einsparungspotenzials vermieden werden. Dieser Korrekturfaktor, der den

⁸ Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass ein Korrekturfaktor nur bei einer Übervertretung eingeführt wird. Bei einer Untervertretung wird kein Korrekturfaktor eingeführt.

Grad der Übervertretung misst, wird angewandt, um das hochgerechnete Einsparungspotenzial für den Input um diese Übervertretung zu korrigieren.

Die Berechnungsmethodik des Korrekturfaktors (KF) bei Vorhandensein einer Übervertretung für einen Input m in der Schicht t ist in der folgenden Formel dargestellt.

$$\text{Korrekturfaktor}_m = \frac{X_{m,t,GG}}{\sum_{i=1}^I w_i \cdot x_{im}} \text{ für jede Schicht } t \ (t = 1, \dots, T)$$

mit

m = Input m

t = Analysierte Schicht t (siehe Absatz 3.2.)

i = Betrieb i der ZA Stichprobe ($i=1, \dots, n$)

w_i = Gewicht des ZA Betriebes i in der Schicht t

x_{im} = Höhe des Inputs m des Betriebes i

$X_{m,t,GG}$ = gesamte Höhe des Inputs m in der Schicht t in der ZA Grundgesamtheit

Da der Korrekturfaktor nur bei einer Übervertretung angewandt wird, ist er zwingend kleiner als 1. Wie aus der obenstehenden Berechnungsformel ersichtlich, muss die Höhe der eingesetzten Menge am Input in der ZA Grundgesamtheit verfügbar sein, damit der Korrekturfaktor berechnet werden kann. Aus diesem Grund kann dieser Korrekturfaktor nur für den Input Betriebsfläche berechnet werden, da für die anderen Inputs (Arbeitskraft, Vorleistungen und Kapital) diese Angaben fehlen.

6.2. Deckungsgrad

Wie bei jeder sektoralen Hochrechnung ist es wichtig, den Deckungsgrad der Grundgesamtheit, d. h. den Anteil der Grundgesamtheit, der durch die vorliegende Studie abgedeckt ist, anzugeben. Grundsätzlich können zwei Grundgesamtheiten unterschieden werden: die Grundgesamtheit des Bundesamts für Statistik, die aus allen landwirtschaftlichen Betrieben der Schweiz besteht (hier BFS Grundgesamtheit genannt) und die Grundgesamtheit der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (hiernach ZA Grundgesamtheit genannt). Die ZA Grundgesamtheit stellt eine Teilmenge der BFS Grundgesamtheit dar. Die Abgrenzung erfolgt auf der Basis einer Betriebsmindestgrösse, deren Definition im aktuellen System der ZA auf fixen physischen Mindestschwellen für elf Flächen- und Tierbestandsmassen beruht.

In den drei folgenden Absätzen wird der Anteil der Grundgesamtheiten, der durch die ZA Betriebe der untersuchten Schichten (siehe Absatz 3.2.) gedeckt ist, hinsichtlich der Anzahl Betriebe, der Betriebsfläche⁹ und des Standarddeckungsbeitrages angegeben. Der angegebene Deckungsgrad bezieht sich auf das Jahr 2007. Es ist wichtig an dieser Stelle hervorzuheben, dass eine Extrapolation des berechneten Einsparungspotenzials auf die gesamte ZA Grundgesamtheit bzw. auf den gesamten Landwirtschaftssektor nicht zulässig ist. Eine solche Extrapolation würde die Annahme implizieren, dass das prozentuale Einsparungspotenzial (prozentuale radiale Inputreduktion) des nicht-abgedeckten Teils der Grundgesamtheit gleich hoch ist wie dasjenige des abgedeckten Teils. Eine solche Annahme ist nicht vertret-

⁹ Mit Betrachtung der durchgeführten Korrektur beim Vorhandensein einer Übervertretung bei der sektoralen Hochrechnung (siehe Absatz 6.1.1..)

bar, denn es ist zu erwarten, dass die nicht-betrachteten Schichten u. a. aufgrund anderer Strukturmerkmale und einer anderen Produktionsausrichtung im Vergleich zu den betrachteten Schichten erhebliche Unterschiede bezüglich ihres relativen Effizienzsteigerungspotenziales aufweisen.

6.2.1. Anzahl an Betrieben

Im Jahr 2007 umfasste der Schweizer Landwirtschaftssektor gemäss Bundesamt für Statistik 61'763 landwirtschaftliche Betriebe. Die ZA Grundgesamtheit bestand ihrerseits aus 50'937 landwirtschaftlichen Betrieben und deckte somit 82 % aller Schweizer landwirtschaftlichen Betriebe ab. Die für die vorliegende Untersuchung betrachteten ZA-Betriebe und Schichten vertreten 39'227 landwirtschaftliche Betriebe. Diese Betriebe und Schichten decken somit hinsichtlich der Anzahl an Betrieben 77 % der ZA Grundgesamtheit bzw. 64 % des Schweizer Landwirtschaftssektors ab. Der Deckungsgrad pro landwirtschaftliche Region (Tal-, Hügel- und Bergregion) ist in der Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Gedeckte Anzahl an Betrieben nach landwirtschaftlicher Region.

	Deckungsgrad	Referenz
Talregion	77 %	ZA Grundgesamtheit
Hügelregion	74 %	ZA Grundgesamtheit
Bergregion	81 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	77 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	64 %	Schweizer Landwirtschaft

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der ZA und des Bundesamtes für Statistik (Referenzjahr: 2007)

6.2.2. Betriebsfläche

Die sektorale Betriebsfläche der 61'763 Schweizer landwirtschaftlichen Betriebe betrug 2007 insgesamt 1'186'730 ha. Die ZA Grundgesamtheit umfasst insgesamt 1'136'540 ha Betriebsfläche. Die hochgerechnete Betriebsfläche der ZA Betriebe der Schichten, die für die vorliegende Arbeit betrachtet worden sind, beziffert sich auf 929'560 ha. Die berücksichtigten Betriebe und Schichten decken somit flächenmässig 82 % der ZA Grundgesamtheit und 78 % der BFS Grundgesamtheit. Der Deckungsgrad für die einzelnen Regionen ist in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Gedeckte Betriebsfläche nach landwirtschaftlicher Region.

	Deckungsgrad	Referenz
Talregion	81 %	ZA Grundgesamtheit
Hügelregion	77 %	ZA Grundgesamtheit
Bergregion	87 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	82 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	78 %	Schweizer Landwirtschaft

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der ZA und des Bundesamtes für Statistik (Referenzjahr: 2007)

6.2.3. Standardeckungsbeitrag

Der Standardeckungsbeitrag des Schweizer Landwirtschaftsektors beträgt insgesamt 4911 Mio. CHF. Der Wert des von der ZA Grundgesamtheit generierten Standardeckungsbeitrages beläuft sich auf 4740 Mio. CHF. Der hochgerechnete Standardeckungsbeitrag der Betriebe der für die vorliegende Studie betrachteten Schichten beträgt insgesamt 3603 Mio. CHF. Die auf der Basis dieser Betriebe durchgeführte sektorale Hochrechnung deckt somit 76 % des Standardeckungsbeitrages der ZA Grundgesamtheit und 73 % des Standardeckungsbeitrages der BFS Grundgesamtheit. Der Deckungsgrad für die einzelnen landwirtschaftlichen Regionen ist in der Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Gedeckter Standardeckungsbeitrag nach landwirtschaftlicher Region.

	Deckungsgrad	Referenz
Talregion	74 %	ZA Grundgesamtheit
Hügelregion	79 %	ZA Grundgesamtheit
Bergregion	79 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	76 %	ZA Grundgesamtheit
alle Regionen	73 %	Schweizer Landwirtschaft

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der ZA und des Bundesamtes für Statistik (Referenzjahr: 2007)

7. Ergebnisse

7.1. Resultate für BCC- und CCR-Modell

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Jahre 2006 bis 2008 (Durchschnittswert über die drei Jahre) dargestellt.¹⁰ Die Resultate der Betriebstypen sind nach Regionen in den Tabellen 10 (Tal), 11 (Hügel) und 12 (Berg) geordnet. Es werden jeweils beide Spezifikationen reine technische Effizienz (BCC-Modell) und technische Effizienz (CCR-Modell) angegeben. Für jeden untersuchten Betriebstyp ist der mittlere Effizienzwert aus dem DEA-Bootstrap angegeben. Um das 90%-Konfidenzintervall dieses Mittelwerts anzugeben, werden die beiden Grenzen von 5 % und 95 % aufgeführt. Dazwischen sind 90 % der errechneten Werte. Jeweils darunter und darüber befinden sich je 5 % der Resultate. Wie aus diesen Tabellen ersichtlich, schwankt die durchschnittliche reine technische Effizienz zwischen 72 % und 96 % je nach untersuchter Gruppe. Die technische Effizienz ihrerseits variiert zwischen 55 % und 90 % je nach Betriebstyp und Region.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die reine technische Effizienz in der Bergregion tendenziell tiefer ist als in der Hügel- oder Talregion. Dieses weist auf eine viel grössere Heterogenität der landwirtschaftlichen Betriebe der Bergregion hinsichtlich Produktivität hin. Zwischen den Betriebstypen können auch deutliche Unterschiede festgestellt werden.

¹⁰ Die detaillierten Ergebnisse für jedes Jahr sind in der Excel Tabelle, die mit diesem Bericht geliefert worden ist, dargestellt.

Bei der technischen Effizienz können ähnliche Feststellungen gemacht werden. Die durchschnittliche technische Effizienz ist in der Talregion am höchsten und am tiefsten in der Bergregion.

Tabelle 10: Effizienz Statistiken für die landwirtschaftlichen Betriebe der Talregion

TALREGION	reine technische Effizienz (BCC Modell)			technische Effizienz (CCR Modell)		
	Mittelwert	Konfidenzintervall		Mittelwert	Konfidenzintervall	
Betriebstyp		5%	95%		5%	95%
Ackerbau	0.79	0.75	0.87	0.74	0.71	0.81
Verkehrsmilch	0.81	0.77	0.86	0.75	0.71	0.79
Mutterkühe	0.89	0.80	0.94	0.79	0.72	0.87
Schweine	0.96	0.88	0.98	0.90	0.81	0.95
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.76	0.72	0.81	0.70	0.66	0.74
Kombiniert Mutterkühe	0.87	0.79	0.92	0.75	0.68	0.82
Kombiniert Veredlung	0.78	0.75	0.83	0.73	0.70	0.76
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.84	0.79	0.89	0.77	0.73	0.82
Kombiniert Andere/Rindvieh	0.91	0.85	0.96	0.79	0.73	0.87

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus dem DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 11: Effizienz Statistiken für die landwirtschaftlichen Betriebe der Hügelsonne

HÜGELREGION	reine technische Effizienz (BCC Modell)			technische Effizienz (CCR Modell)		
	Mittelwert	Konfidenzintervall		Mittelwert	Konfidenzintervall	
Betriebstyp		5%	95%		5%	95%
Verkehrsmilch	0.76	0.73	0.81	0.70	0.67	0.74
Mutterkühe	0.86	0.78	0.91	0.80	0.74	0.85
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.92	0.86	0.96	0.87	0.82	0.93
Kombiniert Veredlung	0.82	0.78	0.87	0.76	0.73	0.81
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.72	0.67	0.80	0.55	0.52	0.64

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus dem DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 12: Effizienz Statistiken für die landwirtschaftlichen Betriebe der Bergregion

BERGREGION	reine technische Effizienz (BCC Modell)			technische Effizienz (CCR Modell)		
	Mittelwert	Konfidenzintervall		Mittelwert	Konfidenzintervall	
Betriebstyp		5%	95%		5%	95%
Verkehrsmilch	0.73	0.69	0.78	0.64	0.61	0.68
Mutterkühe	0.84	0.78	0.90	0.75	0.70	0.80
Anderes Rindvieh	0.81	0.76	0.87	0.72	0.67	0.77
Kombiniert Veredlung	0.90	0.83	0.95	0.83	0.79	0.90

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus dem DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Was die Variabilität der durchschnittlichen Effizienz zwischen den drei untersuchten Jahren angeht, können grosse Unterschiede zwischen den analysierten Schichten festgestellt werden (siehe Tabellen 13, 14 und 15), wobei die maximale absolute Schwankung des durchschnittlichen Effizienzwertes einer Schicht zwischen zwei Jahren maximal 14 % für die reine technische Effizienz und 16 % für die technische Effizienz erreicht. Während für gewisse Schichten die durchschnittliche Effizienz fast konstant über die drei Jahre bleibt, sind für die folgenden Schichten besonders markante Schwankungen zu verzeichnen: Kombiniert Verkehrsmilch Ackerbau“ Talregion (14 % für PTE und 16 % für TE), Verkehrsmilch Bergregion

(6 % für PTE und 10 % für TE), Kombiniert Veredlung Bergregion (6 % für PTE und 10 % für TE), Schweine Talregion (8 % für PTE und 5 % für TE).

Tabelle 13: Maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz einer Schicht zwischen zwei Jahren (Betriebe der Talregion)

TALREGION	maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz zwischen zwei Jahren	
Betriebstyp	reine technische Effizienz	technische Effizienz
Ackerbau	0.04	0.04
Verkehrsmilch	0.03	0.05
Mutterkühe	0.02	0.03
Schweine	0.08	0.05
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.14	0.16
Kombiniert Mutterkühe	0.04	0.05
Kombiniert Veredlung	0.02	0.02
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.01	0.03
Kombiniert Andere/Rindvieh	0.05	0.07

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap)

Tabelle 14: Maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz einer Schicht zwischen zwei Jahren (Betriebe der Hügeregion)

HÜGELREGION	maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz zwischen zwei Jahren	
Betriebstyp	reine technische Effizienz	technische Effizienz
Verkehrsmilch	0.02	0.02
Mutterkühe	0.02	0.07
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.01	0.04
Kombiniert Veredlung	0.06	0.04
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.01	0.08

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap)

Tabelle 15: Maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz einer Schicht zwischen zwei Jahren (Betriebe der Bergregion)

BERGREGION	maximale absolute Schwankung der durchschnittlichen Effizienz zwischen zwei Jahren	
Betriebstyp	reine technische Effizienz	technische Effizienz
Verkehrsmilch	0.06	0.10
Mutterkühe	0.03	0.03
Anderes Rindvieh	0.04	0.05
Kombiniert Veredlung	0.06	0.10

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap)

Die starken Schwankungen der technischen Effizienz zwischen den Jahren können auf unterschiedliche Ursachen zurückgeführt werden. Während ein Teil der Schwankungen auf die Veränderung der technischen Effizienz der untersuchten Betriebe über die Zeit zurückzuführen sein mag, lässt sich der grösste Anteil dieser Schwankungen höchstwahrscheinlich durch ein Stichprobeneffekt und Markteffekte erklären. Um die Auswirkung dieser „Sondereffekte“

zu vermindern, wurden alle Effizienz- und Einsparungspotenzial-Resultate über die drei untersuchten Jahre gemittelt.

7.2. Vergleich der verschiedenen Output-Spezifikationen für die Hügel- und Bergregion

Wie im Absatz 3.3. formuliert, wird der Effekt der Output-Spezifikation und insbesondere des Einschlusses der Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerten Produktionsbedingungen und der Hangbeiträge in dem Output auf die durchschnittlichen Effizienzwerte untersucht. Die Vermutung, dass die Betriebe der Hügel- und Bergregion eine tiefere Effizienz aufweisen würden, hat sich mindestens für den Betriebstyp „Verkehrsmilch“, der in der ZA Stichprobe gut vertreten ist, bestätigt (siehe Tabellen 10, 11 und 12). Inwiefern die definierte Output-Spezifikation (Spezifikation 1), die die TEP und Hangbeiträge nicht umfasst, und dementsprechend den schwierigen natürlichen Produktionsbedingungen der Hügel- und Bergbetriebe und die damit verbundenen nicht-monetären Umweltleistungen der Landwirtschaft (wie Erhalt einer offenen Landschaft) nicht Rechnung trägt, eine Rolle dabei spielt, wird nachfolgend am Beispiel des Betriebstyps „Verkehrsmilch“ untersucht. Die Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten DEA mit der zweiten Output-Spezifikation sind in der Tabelle 17 dargestellt und den Ergebnissen der DEA mit der ersten Input-Spezifikation (Tabelle 16) gegenübergestellt. Wie aus diesen zwei Tabellen ersichtlich, führt der Einschluss der Hang- und TEP-Beiträge in dem Output zu einer Steigerung der durchschnittlichen technischen Effizienz (sowohl reine technische als auch technische Effizienz) der Betriebe der Hügel- und Bergregion. Bei den Betrieben der Talregion findet erwartungsgemäss keine Veränderung statt. Im Quervergleich der Region weisen die Betriebe der Talregion weiterhin die höchste und diejenigen der Bergregion die tiefste Effizienz auf. Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass die Heterogenität der Produktionsbedingungen in der Berg- und Hügelregion grösser ist als in der Talregion. Da die Effizienz eines Betriebes als Produktivitätsunterschied zwischen diesem Betrieb und den besten Betrieben gemessen wird, nimmt dementsprechend die durchschnittliche Effizienz mit zunehmender Höhe bzw. mit zunehmenden schwierigen Produktionsbedingungen ab. Eine andere mögliche Ursache für die zwischen den drei Regionen beobachteten Unterschiede hinsichtlich der durchschnittlichen Effizienz könnte in der Stichprobengrösse liegen. Wie bewiesen durch ZHANG UND BARTELS (1998), nimmt die durchschnittliche DEA Effizienz mit zunehmender Stichprobengrösse ab. In dem vorliegenden Fall ist die Stichprobengrösse in der Talregion mit zirka 250 Betrieben deutlich kleiner als die Stichprobengrösse in der Hügel- oder Bergregion mit jeweils zirka 500 Verkehrsmilchbetrieben.

Tabelle 16: Effizienz Statistiken der Betriebe des Betriebstyps „Verkehrsmilch“ pro Region aus der DEA mit der Output Spezifikation 1 (TEP- und Hangbeiträge aus dem Output ausgeschlossen).

Ohne TEP und HB		reine technische Effizienz (BCC Modell)			technische Effizienz (CCR Modell)		
Betriebstyp	Region	Mittelwert	Konfidenzintervall		Mittelwert	Konfidenzintervall	
			5%	95%		5%	95%
Verkehrsmilch	Talregion	0.81	0.77	0.86	0.74	0.71	0.81
Verkehrsmilch	Hügelregion	0.76	0.73	0.81	0.70	0.67	0.74
Verkehrsmilch	Bergregion	0.73	0.69	0.78	0.64	0.61	0.68

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 17: Effizienz Statistiken der Betriebe des Betriebstyps „Verkehrsmilch“ pro Region aus der DEA mit der Output Spezifikation 2 (TEP- und Hangbeiträge im Output eingeschlossen).

Mit TEP und HB		reine technische Effizienz (BCC Modell)			technische Effizienz (CCR Modell)		
Betriebstyp	Region	Mittelwert	Konfidenzintervall		Mittelwert	Konfidenzintervall	
			5%	95%		5%	95%
Verkehrsmilch	Talregion	0.81	0.77	0.86	0.74	0.71	0.81
Verkehrsmilch	Hügelregion	0.78	0.74	0.82	0.73	0.70	0.77
Verkehrsmilch	Bergregion	0.74	0.70	0.79	0.68	0.64	0.72

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Effizienzwerte aus der DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

7.3. Szenarien-Betrachtung

Ausgehend von den Resultaten der beiden Modelle (BCC und CCR) können nun die fünf Szenarien bezüglich Effizienzsteigerungspotenzial betrachtet werden.

Die pro Szenario berechnete Ineffizienz (sowohl reine technische Ineffizienz als auch technische Ineffizienz), die in der vorliegenden Untersuchung als Inputeinsparungspotenzial interpretiert werden kann, ist in den Tabellen 18 (Tal), 19 (Hügel) und 20 (Berg) dargestellt (Durchschnittswerte über die Jahre 2006 bis 2008). Unter Szenario 1 (d. h. alle Betriebe gleich effizient wie die Betriebe auf der Frontier) schwankt das kurzfristige Einsparungspotenzial (reine technische Ineffizienz) zwischen 4 und 28 % je nach Betriebstyp und Region. Das langfristige Einsparungspotenzial (technische Ineffizienz) beträgt zwischen 10 und 45 %. Unter Szenario 2 (alle Betriebe gleich effizient wie die 1 % Besten) liegt das kurzfristige Einsparungspotenzial zwischen 3 und 22 % je nach Gruppe. Das langfristige Einsparungspotenzial befindet sich zwischen 7 und 37 %. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 10 % Besten werden können (Szenario 3), beträgt das Einsparungspotenzial kurzfristig zwischen 3 und 18 % und langfristig zwischen 6 und 33 %. Unter der Annahme von Szenario 4 (alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten) beziffert sich das Einsparungspotenzial kurzfristig auf zwischen 2 % und 15 % und langfristig auf zwischen 5 und 24 %. Unter der Hypothese, dass alle Betriebe mindestens so effizient werden wie der Medianwert, erhält man ein kurzfristiges respektive langfristiges Einsparungspotenzial im Bereich von 2 bis 9 % respektive 4 bis 11 %.

Tabelle 18: Durchschnittliche Ineffizienz Statistiken bzw. durchschnittliches Inputeinsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Talregion

TALREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
Szenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betriebstyp										
Ackerbau	0.21	0.16	0.13	0.11	0.07	0.26	0.23	0.18	0.14	0.09
Verkehrsmilch	0.19	0.15	0.12	0.10	0.05	0.25	0.21	0.17	0.12	0.06
Mutterkühe	0.11	0.07	0.06	0.05	0.04	0.21	0.14	0.12	0.11	0.08
Schweine	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.24	0.20	0.17	0.13	0.07	0.30	0.27	0.21	0.15	0.08
Kombiniert Mutterkühe	0.13	0.09	0.08	0.06	0.05	0.25	0.20	0.16	0.14	0.09
Kombiniert Veredlung	0.22	0.18	0.13	0.09	0.05	0.27	0.23	0.16	0.11	0.06
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.16	0.12	0.10	0.08	0.05	0.23	0.19	0.15	0.11	0.06
Kombiniert Andere/Rindvieh	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03	0.21	0.15	0.13	0.11	0.08

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Ineffizienzwerte aus der DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 19: Durchschnittliche Ineffizienz Statistiken bzw. durchschnittliches Inputeinsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Hügeregion

HÜGELREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
Szenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	0.24	0.19	0.14	0.10	0.05	0.30	0.26	0.19	0.13	0.07
Mutterkühe	0.14	0.10	0.08	0.07	0.06	0.20	0.16	0.15	0.12	0.09
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	0.08	0.05	0.04	0.04	0.03	0.13	0.09	0.07	0.06	0.05
Kombiniert Veredlung	0.18	0.14	0.11	0.08	0.05	0.24	0.19	0.15	0.10	0.06
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	0.28	0.22	0.18	0.15	0.09	0.45	0.37	0.33	0.24	0.11

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Ineffizienzwerte aus der DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 20: Durchschnittliche Ineffizienz Statistiken bzw. durchschnittliches Inputeinsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Bergregion

BERGREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
Szenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	0.27	0.22	0.17	0.13	0.07	0.36	0.31	0.23	0.17	0.09
Mutterkühe	0.16	0.12	0.09	0.08	0.05	0.25	0.21	0.16	0.13	0.08
Anderes Rindvieh	0.19	0.15	0.12	0.09	0.05	0.28	0.24	0.20	0.15	0.08
Kombiniert Veredlung	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04	0.17	0.13	0.12	0.10	0.07

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Ineffizienzwerte aus der DEA-Bootstrap) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

7.4. Monetäres Einsparungspotenzial

Auf der Basis der ermittelten Ineffizienzwerte wird das monetäre Einsparungspotenzial auf Betriebsebene gemäss der im Absatz 3.4. beschriebenen Vorgehensweise berechnet. In den drei folgenden Tabellen ist das gewichtete durchschnittliche monetäre Einsparungspotenzial pro Betrieb für jede untersuchte Schicht für die Tal- (Tabelle 21), Hügel- (Tabelle 22) und Bergregion (

Tabelle 23) für die fünf definierten Szenarien dargestellt.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, schwankt das monetäre Einsparungspotenzial pro Betrieb zwischen den Betriebstypen erheblich. Diese Unterschiede lassen sich nicht nur durch die unterschiedliche Höhe des durchschnittlichen Effizienzwertes der einzelnen Schichten, sondern auch durch die unterschiedliche Höhe der durchschnittlichen ökonomischen Grösse deren Betriebe erklären. Für eine bestimmte durchschnittliche Effizienz gilt, je grösser der Betrieb, desto höher wird das monetäre Einsparungspotenzial. Daher kann und darf auf der

Basis des monetären Einsparungspotenziales pro Betrieb kein direkter Rückschluss auf die Effizienz gemacht werden.

Unter Szenario 1 schwankt das durchschnittliche Einsparungspotenzial pro Betrieb kurzfristig zwischen CHF 25'855.– und CHF 118'768.– je nach Schicht. Langfristig beträgt es zwischen CHF 33'192.– und CHF 140'263.– pro Betrieb. Wenn alle Betriebe so effizient wie die 1 % Besten wären (Szenario 2), würde das monetäre Einsparungspotenzial pro Betrieb gemäss dem BCC Modell zwischen CHF 15'586.– und CHF 94'923.– betragen, während es gemäss des CCR Modell zwischen CHF 24'448.– und CHF 115'706.– pro Betrieb liegen würde. Wird das Benchmarking mit den 10 % Besten durchgeführt, dann sinkt das durchschnittliche Einsparungspotenzial pro Betrieb zwischen CHF 13'447.– und CHF 70'838.– für das BCC Modell (kurzfristiges Einsparungspotenzial) bzw. CHF 20'482.– und CHF 99'124.– für das CCR Modell (langfristiges Einsparungspotenzial). Unter Szenario 4 (alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten) variiert das kurzfristige Einsparungspotenzial zwischen CHF 11'445.– und CHF 55'414.– pro Betrieb, während das langfristige Einsparungspotenzial sich zwischen CHF 16'552.– und CHF 70'625.– pro Betrieb bewegt. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 50 % Besten sein könnten (Szenario 5), beträgt das Einsparungspotenzial aufgrund einer Verbesserung der reinen technischen Effizienz zwischen CHF 9'523.– und CHF 36'182.– pro Betrieb. Das Einsparungspotenzial aufgrund einer Verbesserung der technischen Effizienz beträgt dann seinerseits zwischen CHF 10'378.– und CHF 33'662.– pro Betrieb.

Tabelle 21: Durchschnittliches monetäres Inputeinsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Talregion in Fr.

TALREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
Szenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betriebstyp										
Ackerbau	56'802	43'148	34'647	26'960	17'254	67'154	53'955	44'378	32'355	17'631
Verkehrsmilch	59'538	47'038	39'152	29'977	15'690	73'833	61'271	47'278	33'253	17'269
Mutterkühe	26'034	15'586	13'447	11'445	10'543	41'412	26'769	23'551	21'271	15'293
Schweine	34'838	21'524	17'325	14'483	12'609	59'337	41'739	33'654	29'273	21'060
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	89'700	68'634	55'578	42'787	23'470	107'408	87'147	64'975	42'751	22'367
Kombiniert Mutterkühe	38'058	26'552	22'604	18'487	15'696	64'311	48'375	38'149	28'434	17'739
Kombiniert Veredlung	118'768	94'923	70'838	50'976	26'074	140'263	115'706	78'017	53'003	29'161
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	61'631	48'608	41'557	33'030	21'613	81'335	65'320	52'222	37'576	19'892
Kombiniert Andere/Rindvieh	30'317	20'005	15'245	12'981	12'298	60'990	39'453	33'058	26'150	19'061

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 22: Durchschnittliches monetäres Einsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Hügellregion

HÜGELREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
Szenario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	58'248	47'107	36'302	25'833	13'304	69'672	60'011	42'527	28'660	14'226
Mutterkühe	25'855	17'733	14'858	12'124	10'706	33'192	24'448	20'482	16'552	10'378
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	27'292	15'967	13'691	11'707	10'644	40'332	26'766	22'619	17'979	14'147
Kombiniert Veredlung	68'981	53'167	41'031	30'838	18'273	84'775	64'234	48'938	33'340	16'307
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	95'728	76'386	64'895	55'414	36'182	137'885	113'542	99'124	70'625	33'662

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 23: Durchschnittliches monetäres Inputeinsparungspotenzial nach Szenario für die landwirtschaftlichen Betriebe der Bergregion

BERGREGION	reine technische Ineffizienz (BCC Modell)					technische Ineffizienz (CCR Modell)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Szenario										
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	62'146	48'689	39'272	29'954	15'652	76'652	64'162	47'658	32'530	16'752
Mutterkühe	31'208	22'202	19'163	15'066	11'224	46'142	37'205	29'671	23'186	12'815
Anderes Rindvieh	32'652	25'076	20'227	15'900	9'523	45'585	37'485	30'622	22'344	11'116
Kombiniert Veredlung	34'101	20'742	18'037	15'138	13'616	50'488	35'491	29'729	25'209	16'861

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Das berechnete kurz- und langfristige monetäre Einsparungspotenzial ist in den Tabellen 24 und 25 pro Hektar Betriebsfläche ausgedrückt. Unter Szenario 1 beträgt das kurzfristige respektive langfristige Einsparungspotenzial pro Hektar Betriebsfläche CHF 2434.– respektive CHF 3067.–. Wenn alle Betriebe gleich effizient wie die 1 % Besten wären, könnte im Durchschnitt kurzfristig CHF 1891.– und langfristig CHF 2500.– an Inputs pro Hektar Betriebsfläche eingespart werden. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 10 % Besten sein würden, könnte kurzfristig bzw. langfristig CHF 1'514.– bzw. CHF 1894.– pro Hektar Betriebsfläche eingespart werden. Unter Szenario 4 (alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten) bzw. Szenario 5 (alle Betriebe gleich effizient wie die 50 % Besten) könnten kurzfristig CHF 1'154 bzw. CHF 668.– pro Hektar Betriebsfläche eingespart werden. Das langfristige Einsparungspotenzial würde demnach CHF 1326.– bzw. CHF 704.– pro Hektar Betriebsfläche betragen.

Die detaillierten Ergebnisse über die Höhe des Einsparungspotenziales pro Hektar Betriebsfläche für die einzelnen untersuchten Schichten sind in den Tabellen 26, 27 und 28 verfügbar.

Tabelle 24: Kurzfristiges Einsparungspotential pro Hektar Betriebsfläche nach Szenario

	kurzfristiges Einsparungspotenzial (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Einsparungspotenzial in CHF / ha	2'434	1'891	1'514	1'154	668

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 25: Langfristiges Einsparungspotential pro Hektar Betriebsfläche nach Szenario

	langfristiges Einsparungspotenzial (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Einsparungspotenzial in CHF / ha	3'067	2'500	1'894	1'326	704

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 26: Einsparungspotential pro ha Betriebsfläche, Talregion

TALREGION	kurzfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)					langfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Szenario										
Betriebstyp										
Ackerbau	2'136	1'622	1'303	1'014	649	2'527	2'030	1'670	1'218	664
Verkehrsmilch	2'706	2'138	1'780	1'362	713	3'356	2'786	2'149	1'512	785
Mutterkühe	1'405	841	726	618	569	2'234	1'444	1'271	1'148	825
Schweine	1'861	1'141	922	768	654	3'399	2'391	1'936	1'687	1'211
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	3'009	2'301	1'861	1'432	784	3'603	2'922	2'175	1'429	747
Kombiniert Mutterkühe	1'426	995	847	692	588	2'409	1'812	1'428	1'065	664
Kombiniert Veredlung	4'678	3'741	2'790	2'009	1'030	5'528	4'558	3'072	2'091	1'150
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	2'314	1'825	1'560	1'239	809	3'052	2'451	1'961	1'410	748
Kombiniert Andere/Rindvieh	1'169	773	591	503	477	2'338	1'512	1'271	1'005	732

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 27: Einsparungspotential pro ha Betriebsfläche, Hügelregion

HÜGELREGION	kurzfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)					langfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Szenario										
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	2'575	2'082	1'606	1'142	589	3'080	2'652	1'880	1'267	629
Mutterkühe	1'208	829	694	566	500	1'551	1'143	957	773	484
Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau	816	476	407	349	318	1'203	798	674	537	424
Kombiniert Veredlung	3'013	2'321	1'792	1'347	798	3'705	2'806	2'138	1'458	714
Kombiniert Andere/Verkehrsmilch	3'368	2'687	2'283	1'950	1'273	4'852	3'996	3'488	2'485	1'185

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 28: Einsparungspotential pro ha Betriebsfche in CHF, Bergregion.

BERGREGION	kurzfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)					langfristiges Einsparungspotenzial in CHF pro ha (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Szenario										
Betriebstyp										
Verkehrsmilch	2'226	1'744	1'407	1'073	561	2'746	2'298	1'707	1'165	600
Mutterkühe	1'110	791	682	536	400	1'643	1'326	1'057	826	457
Anderes Rindvieh	1'435	1'102	889	699	419	2'004	1'648	1'346	982	489
Kombiniert Veredlung	1'318	803	699	586	527	1'953	1'374	1'151	976	651

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

7.5. Sektorale Hochrechnung

Anschliessend an die Ermittlung des monetären Einsparungspotenzials auf Betriebsebene wird eine Hochrechnung für den gesamten Landwirtschaftssektor durchgeführt gemäss der im Kapitel 6.1 beschriebenen Vorgehensweise. Dabei gilt es zu beachten, dass die untersuchten Betriebstypen bzw. Schichten nicht die ganze Landwirtschaft, sondern nur einen Teil abbilden (siehe Tabellen 2 bis 4). Es sind dies 64 % der Betriebe, 78 % der Betriebsfche und 73 % des Standarddeckungsbeitrages der BFS Grundgesamtheit (ganzer Schweizer Landwirtschaftssektor).

Bei der Interpretation der hier vorgestellten Zahlen gilt es zwingend diese Einschränkung zu berücksichtigen.

7.5.1. Gesamtes kurzfristiges und langfristiges Einsparungspotenzial auf Sektor Ebene

In der Tabelle 29 ist das hochgerechnete kurzfristige Inputeinsparungspotenzial aller untersuchten Schichten für die verschiedenen Szenarien dargestellt. Unter Szenario 1, dass alle Betriebe eine Effizienz vom eins erreichen würden, beträgt das Inputeinsparungspotenzial theoretisch 2,4 Milliarden CHF. Wenn alle Betriebe rein technisch so effizient wie die 1 % besten Betriebe wären, könnte kurzfristig auf Sektor Ebene theoretisch fast 1,9 Milliarden CHF an Inputs eingespart werden. Unter Szenario 3 (alle Betriebe so effizient wie die 10 % besten Betriebe) lässt sich dieses Potenzial auf rund 1,5 Milliarden CHF beziffern. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten sein würden, beträgt das sektorale Inputeinsparungspotenzial 1,1 Milliarden CHF. Bei einer Annahme, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % bzw. die 50 % Besten wären (Szenario 4 respektive Szenario 5), könnte auf Sektorebene kurzfristig 1,15 Milliarden respektive 666 Millionen CHF an Inputs eingespart werden.

Tabelle 29: Hochgerechnetes kurzfristiges monetäres Einsparungspotential an Inputs aller untersuchten Schichten (Betriebstypen x Regionen).

	kurzfristiges Einsparungspotenzial (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Einsparungspotenzial in Mio. CHF	2'423	1'883	1'507	1'149	666

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Das langfristige monetäre Einsparungspotenzial an Inputs, d. h. das Einsparungspotenzial an Inputs aufgrund einer Verbesserung der technischen Effizienz, ist in der Tabelle 30 für jedes definiertes Szenario enthalten. Da die technische Ineffizienz sowohl die rein technische Ineffizienz als auch die Skalenineffizienz umfasst, steigt die Ineffizienz und dementsprechend das Einsparungspotenzial an Inputs im Vergleich mit dem in der Tabelle 2 angegebenen kurzfristige Einsparungspotenzial. Unter Szenario 1 (alle Betriebe weisen eine Effizienz von eins auf) liegt das auf Sektor Ebene hochgerechnete monetäre langfristige Einsparungspotenzial bei rund 3 Milliarden CHF. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 1 % Besten (Szenario 1) bzw. wie die 10 % Besten (Szenario 2) wären, ergibt sich ein langfristiges Einsparungspotenzial an Inputs auf Sektor Ebene von zirka 2,5 bzw. 1,9 Milliarden CHF. Unter Szenario 4 (alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten) respektive Szenario 5 (alle Betriebe gleich effizient wie die 50 % Besten) beträgt dieses Einsparungspotenzial 1,3 Milliarden CHF respektive 700 Millionen CHF.

Tabelle 30: Hochgerechnetes langfristiges monetäres Einsparungspotential an Inputs aller untersuchten Schichten (Betriebstypen x Regionen).

	langfristiges Einsparungspotenzial (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Einsparungspotenzial in Mio. CHF	3'054	2'489	1'886	1'321	701

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

7.5.2. Verteilung des gesamten kurzfristigen und langfristigen Einsparungspotenziales auf Sektor Ebene pro landwirtschaftliche Region

Die Verteilung des kurzfristigen und langfristigen Einsparungspotenziales pro landwirtschaftliche Region ist in den Tabellen 31 und 32 für die verschiedenen Szenarien angegeben.

Tabelle 31: Kurzfristiges Einsparungspotential nach Region und Szenario

	kurzfristiges Einsparungspotenzial in Mio. CHF (reine technische Ineffizienz, BCC Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Region					
Talregion	1'252	968	775	593	347
Hügelregion	619	489	386	290	169
Bergregion	553	426	346	266	150

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

Tabelle 32: Langfristiges Einsparungspotential nach Region und Szenario

	langfristiges Einsparungspotenzial in Mio. CHF (technische Ineffizienz, CCR Modell)				
Szenario	"alle effizient"	"1% Best"	"10% Best"	"25% Best"	"50% Best"
Region					
Talregion	1'566	1'259	950	668	367
Hügelregion	777	641	486	336	169
Bergregion	711	588	449	317	165

Quelle: eigene Berechnungen auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (gewichtete Werte) – Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008

8. Diskussion

8.1. Was wurde gemessen?

In der vorliegenden Studie wird das Effizienzsteigerungspotenzial ausgewählter Betriebstypen der Schweizer Landwirtschaft quantifiziert.

Dabei wird das Potenzial untersucht, wenn ein Betrieb seine Produktivität dahingehend steigert, d. h. dass er seine Effizienz (entweder reine technische Effizienz oder technische Effizienz) derart verbessert, dass er zu den Besten seiner Schicht aufschliessen kann. Im Feld der Produktivitätsmessung wird der Produktivitätszuwachs aufgrund der Verbesserung der technischen Effizienz als „Catch-up-Effekt“ genannt. Auch wenn wir hier auf den potenziellen Catch-up-Effekt der Schweizer Landwirtschaft fokussieren, darf nicht vergessen werden, dass ein Produktivitätszuwachs auch durch technischen Fortschritt (Verschiebung der Produktionsfrontier nach oben) erreicht werden kann.

8.2. Interpretation: Vorgehen und Beschränkungen

Wie schon im Methodik-Teil erwähnt, müssen die reine technische Effizienz und die technische Ineffizienz unterschiedlich interpretiert werden. Die reine technische Ineffizienz gibt das kurzfristig erreichbare Einsparungspotenzial an. Die technische Ineffizienz ihrerseits misst das langfristig erreichbare Einsparungspotenzial, da eine Änderung der Betriebsgrösse notwendig ist, um die ganze Ineffizienz zu beseitigen. Auch wenn der Begriff „kurzfristiges Einsparungspotenzial“ den Eindruck erweckt, dass dieses Einsparungspotenzial innerhalb eines Jahres erreicht werden könnte, wird dies in der Realität nicht der Fall sein. Zum Beispiel kann die verbrauchte Menge an Kapital oder an Land typischerweise nicht kurzfristig reduziert werden, da diese aus Investitionen resultiert, die nicht rückgängig gemacht werden können. Insgesamt ist es schwierig, eine konkrete Zeitspanne zum Erreichen sowohl des kurz- als auch langfristigen Einsparungspotenzials anzugeben.

Von grosser Wichtigkeit ist auch der Umstand, dass das berechnete Effizienzsteigerungspotenzial in einer DEA Analyse theoretischer Natur ist. Nur ein Teil der ausgewiesenen Ineffizienz ist auf die Führung durch die Betriebsleitung zurückzuführen. Ein Teil lässt sich durch externe Faktoren so insbesondere durch die Umweltfaktoren (wie zum Beispiel die Hangneigung, die Höhe, die Bodenqualität) erklären, auf welche die Betriebsleitung keinen oder nur einen begrenzten Einfluss hat. Darüber hinaus wird ein Sektor langfristig eine durchschnittliche Effizienz von 100 % nie erreichen können, weil es zusätzlich zu den externen Faktoren immer eine gewisse Heterogenität geben wird, die beispielweise von Investitionszyklen beeinflusst wird. Aus diesem Grund wird insbesondere das quantifizierte Einsparungspotenzial in Szenario 1 in der Realität nie erreicht werden können.

Allgemein ist es schwierig zu beurteilen, welches Szenario realistisch ist und welches nicht. Die Autoren des vorliegenden Berichts gehen davon aus, dass das in Szenario 5 berechnete Einsparungspotential längerfristig erreicht werden kann. Schwieriger dürfte es sein, das Einsparungspotential von Szenario 4 zu erreichen und diejenigen von Szenario 3 und 2 dürften kaum realisierbar sein.

Ferner gilt es auch zu betrachten, dass bei der Interpretation der Effizienz- bzw. Ineffizienz Ergebnisse für gewisse Gruppen (unabhängig von welchem Szenario) aus zwei Gründen Vorsicht geboten ist. Für einzelne Gruppen ist die Stichprobengrösse sehr begrenzt ($n < 50$), was die Aussagekräftigkeit der Ergebnisse zum vornherein relativiert. Andere Gruppen und zwar diejenigen, die aus kombinierten Betriebstypen bestehen, weisen zum Teil eine grosse Heterogenität auf, und erfüllen damit nur zum Teil die Voraussetzungen für die Durchführung einer Effizienzanalyse. Aus diesem Grund kann man davon ausgehen, dass das ausgewiesene Effizienzsteigerungspotenzial für diese Gruppen überschätzt ist.

Es ist wichtig daran zu erinnern, dass es das Ziel der vorliegenden Studie war, das Effizienzsteigerungspotenzial der Betriebe einer Schicht bezogen auf die Frontier dieser Schicht zu ermitteln.

Aus den durchschnittlichen Effizienzwerten jeder einzelnen Schicht kann und darf dementsprechend kein Rückschluss auf die relative Effizienz zwischen den einzelnen untersuchten Schichten gezogen werden. Die durchschnittliche Effizienz einer Schicht wird bezogen auf die eigene Frontier dieser Schicht gemessen. Eine hohe durchschnittliche Effizienz bedeutet daher nur, dass die Betriebe dieser Schicht im Durchschnitt nah an der Frontier dieser Schicht liegen. Dieses bedeutet aber nicht zwingend, dass die Betriebe dieser Schicht produktiver als die Betriebe einer anderen Schicht mit einer tieferen durchschnittlichen Effizienz sind, da die relative Position der zwei Frontiers nicht gemessen worden ist. Aus einem Vergleich der Effizienz bzw. Ineffizienz zwei Schichten können daher Rückschlüsse nur auf die Heterogenität der Produktivität der Betriebe innerhalb ihrer jeweiligen Schicht gezogen werden. Ferner sind solche Vergleiche mit Vorsicht zu interpretieren, da es einen Zusammenhang zwischen Stichprobengrösse und durchschnittliche Effizienz gibt (ZHANG UND BARTELS, 1998). Mit zunehmender Stichprobengrösse nimmt die durchschnittliche Effizienz ab.

Darüber hinaus gilt es zu betrachten, dass die für jede Schicht gebildete Frontier für die Schweiz spezifisch ist. Dementsprechend kann aus der hier quantifizierten durchschnittlichen Effizienz der einzelnen Schichten kein Rückschluss auf den Produktivitätsunterschied zwischen den Schweizer Landwirtschaftsbetrieben und den Landwirtschaftsbetrieben aus dem benachbarten Ausland gezogen werden. Eine solche Fragestellung könnte anhand eines Meta-Frontier Ansatzes beantwortet werden und ist in Zusammenhang mit einem möglichen Freihandelsabkommen im Agrar- und Ernährungsbereich zwischen der Schweiz und der EU von grosser agrarpolitischer Bedeutung.

Die Analyse des Effektes der Output-Spezifikation am Beispiel der Milchviehbetriebe hat gezeigt, dass der Einschluss der TEP- und Hangbeiträge zu einer leichten Steigerung der durchschnittlichen Effizienz der Hügel- und Bergbetriebe führt. Trotzdem bleibt die durchschnittliche Effizienz der Hügel- und Bergmilchviehbetriebe deutlich tiefer als diejenige der Talbetriebe. Dieses deutet auf eine höhere Heterogenität der Betriebe der Hügel- und Bergregion hinsichtlich Produktivität im Vergleich zu den Betrieben der Talregion hin. Als mögliche Gründe hierfür kommen die unterschiedlichen Stichprobengrössen der untersuchten Schichten wie auch die höhere Heterogenität der Produktionsbedingungen in der Hügel- und Bergregion in Frage. Die hier festgestellte höhere Heterogenität der Betriebe der Bergregion bezüglich Produktivität stimmt mit den Ergebnissen der Arbeit von FLURY ET AL. (2009) überein, die deutlich macht, dass die Betriebe der Bergregion eine grosse Heterogenität hinsichtlich landwirtschaftliches Einkommen und Arbeitsverdienst pro FJAE aufweisen. Mit steigender Höhenlage (Bergzonen II bis IV) reduziert sich sowohl das durchschnittliche Einkommen als auch der durchschnittliche Arbeitsverdienst pro FJAE. Darüber hinaus vergrössert sich die Heterogenität der Betriebe bezüglich der Einkommen und Arbeitsverdienste mit steigender Höhenlage.

Eine wichtige Beschränkung dieser Studie liegt in der Nicht-Betrachtung des Effektes einer Effizienzsteigerung auf die Umweltperformance der landwirtschaftlichen Betriebe. Die Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft ist eines der Ziele der Schweizer Agrarpolitik (siehe Artikel 104 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft). Die Landwirtschaft ist dabei nicht nur von einer wirtschaftlichen Perspektive, sondern auch nach ökologischen und sozialen Gesichtspunkten zu beurteilen (Verordnung über die Beurteilung der

Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft, SR. 919.118). Erste Analysen, die für die Milchviehbetriebe durchgeführt worden sind,¹¹ zeigen, dass die besten Betriebe hinsichtlich Effizienz tendenziell eine signifikant höhere Viehdichte als jene Betriebe mit einer tieferen Effizienz aufweisen, was auf einen potenziellen Zielkonflikt zwischen Ökologie und Ökonomie hindeutet.

9. Zusammenfassung

In Hinblick auf ein mögliches Freihandelsabkommen im Agrar- und Ernährungsbereich zwischen der Schweiz und der Europäischen Union ist eine Steigerung der Produktivität der Schweizer Landwirtschaft eine dringende Priorität. In der vorliegenden Untersuchung werden die technische Effizienz, die reine technische Effizienz und die Skaleneffizienz mittels einer Bootstrap Data Envelopment Analysis gemäss der von SIMAR UND WILSON (1998, 2000) vorgeschlagen Methodik für homogene Betriebsgruppen geschätzt. Aufbauend auf dieser Effizienzberechnung wird das Inputeinsparungspotenzial und dementsprechend Einkommenssteigerungspotenzial für verschiedene Szenarien berechnet. Kurzfristig, liegt das erreichbare Inputeinsparungspotenzial, wenn alle Betriebe so effizient wie die 50 % Besten wären, zwischen 2 und 9 % je nach Betriebsgruppe. Langfristig¹², d. h. unter Einbezug des Einsparungspotenzials aufgrund von Skaleneffekten, könnten unter der Annahme, dass alle Betriebe so effizient wie die 50 % Besten werden können, zwischen 4 und 11 % der Inputs eingespart werden. Wird angenommen, dass alle Betriebe so effizient wie die 25 % Besten werden können, beträgt das Einsparungspotenzial kurzfristig zwischen 2 und 15 % und langfristig zwischen 5 und 25 % je nach Betriebstyp und Region. Hochgerechnet beträgt das kurzfristige bzw. langfristige Einkommenssteigerungspotenzial 666 bzw. 701 Millionen CHF unter der Annahme, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 50 % Besten sein könnten. Wird angenommen, dass alle Betriebe gleich effizient wie die 25 % Besten sein könnten, beziffert sich das kurzfristige bzw. langfristige Einkommenssteigerungspotenzial auf 1,1 bzw. 1,3 Milliarden CHF.

¹¹ Die Ergebnisse dieser Analysen sind nicht im vorliegenden Bericht enthalten aber können auf Anfrage bei den Autoren bezogen werden.

¹² Das kurzfristige Einsparungspotenzials (reine technische Ineffizienz) ist in dem langfristigen Einsparungspotenzial (technische Effizienz) eingeschlossen.

10. Literatur Referenzen

- BANKER, R.D., CHARNES, A. UND COOPER, W.W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- BLW (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT), 2008. Agrarbericht 2008. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BRÜMMER, B., 2001. Estimating confidence intervals for technical efficiency: the case of private farms in Slovenia. *European Review of Agricultural Economics*, 28, 285-306.
- CANTNER, U., KRÜGER, J., UND HANUSCH, H., 2007. Produktivitäts- und Effizienzanalyse. Der nicht parametrische Ansatz. Springer, Berlin Heidelberg.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. UND RHODES, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- COELLI, T.J., RAO, D.S.P., O'DONNELL, C.J. UND BATTESE, G.E., 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science + Business Media, New York.
- FLURY, C., ROESCH, A. UND VALOTI, A., 2009. Die wirtschaftliche Entwicklung der Landwirtschaft in der Bergregion der Schweiz. ART-Bericht, 716. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- FRIED, H.O., KNOX LOVELL, C.A., SCHMIDT, S.S., 2008. Efficiency and productivity. In: Fried, H.O., Knox Lovell, C.A., Schmidt, S.S., 2008 (Eds), 2008. The measurement of productive efficiency and productivity growth. Oxford University Press, New-York.
- GAZZARIN, CH., UND RÖTHELI, E., 2010. Die Kosten der Grünlandpflege, ART-Bericht Nr. 736, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- JAN, P. UND LIPS, M., 2009. Projet d'étude „Potentiel de gain en efficacité des exploitations agricoles suisses“ – Compléments d'informations à destination du Professeur Claude Jeanrenaud et de l'OFAG. Document du 7 Mai 2009, Groupe de Recherche Economie d'Entreprise, Station de Recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon.
- SIMAR, L. UND WILSON, P., 1998. Sensitivity of efficiency scores: How to bootstrap in Nonparametric frontier models. *Management Sciences*, 44 (1), 49-61.
- SIMAR, L. UND P.W. WILSON, 2000. Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art, *Journal of Productivity Analysis* 13, 49–78.
- STEPAN, A., AND FISCHER, E.O., 2009. Betriebswirtschaftliche Optimierung. Einführung in die quantitative Betriebswirtschaftslehre. 8. Auflage. Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH, München.
- ZHANG, Y UND BARTELS, R., 1998. The effect of sample size on the mean efficiency in DEA with an application to electricity distribution. *Journal of Productivity Analysis*, 9, 187-204.