



Doctoral Thesis

Economic and environmental performance of Swiss dairy farms in the mountain region

Author(s):

Jan, Pierrick Joseph Marie

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007229767> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 20154

**ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF
SWISS DAIRY FARMS IN THE MOUNTAIN REGION**

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Pierrick Joseph Marie Jan

Ingénieur en Agriculture, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers

born on 19 June 1980

French citizen

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Bernard Lehmann, Examiner

Univ. Prof. Dr. Jochen Kantelhardt, Co-examiner

2012

Abstract

Due to its importance for human beings in terms of provision of food, fiber and shelter and due to its tight link to the natural environment, agriculture has attracted a particular attention within the context of the debate on sustainable development which has progressively emerged from the late eighties onwards. As a consequence, the promotion of sustainable agricultural systems has become a major goal of agricultural policies in developed countries. This is also the case for Switzerland, where this goal has been anchored in the Federal Constitution. Promoting a sustainable agricultural sector requires a precise and detailed knowledge of the sustainable performance of its constituent farms, the institutional units in which economic, environmental and social resources are combined to produce agricultural goods and services. The present thesis investigates the economic and environmental performance of Swiss dairy farms in the mountain region. It thus focuses on two dimensions of the sustainability issue, taking a resources use efficiency perspective to assess farm economic and environmental performance. The Swiss dairy sector in the mountain region, which is of central importance for Swiss agriculture, is characterized by low average farm economic performance. Within the context of the ongoing economic integration between Switzerland and the European Union, the improvement in competitiveness and thus economic performance of these farms is of great relevance. This improvement should not, however, happen at the expense of their environmental performance. The present thesis aims at (i) assessing the economic and environmental performance of these farms, (ii) analyzing the relationship between farm economic and environmental performance and (iii) investigating their respective determinants and showing the potential synergies and trade-offs in the promotion of these two dimensions of the sustainable performance of a farm. The thesis is made up of four articles which have been published or submitted for publication in peer-reviewed journals. These four articles are preceded by a general introduction and are followed by a general conclusion.

The introductory chapter 1 provides a precise definition of the notions of farm economic and environmental performance and an overview of the approaches available for their assessment. This overview is followed by a detailed presentation of the environmental issues at stake for Swiss agriculture.

Chapter 2 investigates the determinants of the aggregate efficiency of Swiss dairy farms in the mountain region in their use of both economic and environmental resources. The analysis relies on a cross-section of 480 dairy farms in 2006 originating from the Swiss Farm Accountancy Data Network. Two environmental resources – fossil energy and nitrogen use – are considered and are indirectly assessed on the basis of accountancy data. Farm aggregate efficiency is assessed using an input-oriented Data Envelopment Analysis model where the two environmental resources considered are modeled as inputs together with traditional economic resources. In a second step, making use of linear regression techniques, the determinants of this aggregate efficiency are analyzed. Farm size, the proportion of para-agricultural activities in farm output and the milk production intensity per hectare fodder area are shown to positively impact on the aggregate efficiency of the use of economic and environmental resources. Conversely, part-time farming and the intensity of concentrate use have a negative effect on this aggregate efficiency.

Chapter 3 analyses the synergies and trade-offs in the promotion of farm economic and environmental performance on the basis of the same cross-sectional data as those used in Chapter 2. For that purpose three performance indicators are defined: the work income per family work unit (profitability indicator used for the measurement of the economic performance of a farm), the environmental productivity of fossil energy use (defined as the monetary farm output per 10'000 MJ fossil energy use) and the environmental productivity of nitrogen use (defined as the monetary farm output per kg nitrogen use). The determinants of all three performance indicators are investigated by means of multiple linear regressions using the Seemingly Unrelated Regressions approach. Based on the results of these three regressions, the synergies and trade-offs in the promotion of farm economic and environmental performance are identified. The results of the investigation show the existence of many synergies and rather few trade-offs in the promotion of farm economic and environmental performance. By increasing farm size, promoting full-time farming and decreasing the intensity of concentrate use, major enhancements in terms of both economic and environmental performance should be achieved. Two farm characteristics are shown to present a trade-off in terms of the promotion of farm economic and environmental performance: the production of silage-free milk intended for the manufacturing of raw-milk cheese, and the stocking rate. Whereas the production of silage-free milk

positively affects economic performance and negatively impacts on environmental performance, the stocking rate has a negative impact on farm economic performance but a positive one on farm environmental performance. From a methodological perspective, due to the fact that in the context of sustainable development the focus should be placed on the economy-environmental interface, the approach used in Chapter 2 provides more valuable and interesting insights into the sustainable performance of a farm than the analysis carried out in Chapter 1, which consisted in analyzing the determinants of a single aggregate indicator of the efficiency of the use of both economic and environmental resources.

In Chapter 4 the relationship between farm economic and environmental performance is explored using very precise and comprehensive environmental data – Life Cycle Assessments – collected for a sample of 56 dairy farms from the Swiss Farm Accountancy Data Network. The work income per family work unit is used as an indicator of the economic performance of a farm. Farm environmental performance is for its part measured by means of several eco-efficiency indicators relating to five environmental impacts – demand for non-renewable energy resources, eutrophication potential, aquatic ecotoxicity potential, human toxicity potential and land use – and of an aggregate eco-efficiency indicator assessed using a Data Envelopment Analysis based approach. The relationship between farm economic and environmental performance is assessed by means of non-parametric spearman's rank correlation analyses. A positive relationship between farm economic and environmental performance is found. This positive relationship exists for all environmental issues considered and thus also for the aggregate eco-efficiency indicator. In practice, this finding implies that, at the farm level, good economic and good environmental performance are not antinomic but rather tend to go hand in hand. It is important at this stage to emphasize that this positive relationship is a statistical tendency and that there exist several exceptions to this rule. Some farms indeed perform well for one dimension and poorly for the other.

Chapter 5 assesses the Total Factor Productivity (TFP) Change of a balanced panel of 118 dairy farms located in the mountain region in the period 1999 to 2008 and decomposes it into its components (technical change and change in technical efficiency). Particular attention is paid here to the issue of deflation quality for monetary input and output variables and to the consideration of direct payments. The

yearly TFP change in the sample of farms analyzed amounts to 1% and is entirely attributable to technical change. The TFP change level in the Swiss dairy sector of the mountain region is shown to be very close to the TFP change level in the dairy sector of European countries showing some similarities with Switzerland from an agricultural perspective. However, due to the existing productivity gap between Swiss farms and their European counterparts, higher productivity growth would be necessary for the Swiss farms to increase their competitiveness in a European comparison.

Chapter 6 comprehensively recapitulates the findings of Chapters 2 to 5, makes recommendations for stakeholders in terms of promotion of farm economic and environmental performance, and discusses the outlook of the present doctoral thesis.

The core finding of the present work is that farm economic and global environmental performance are not antinomic but synergetic. It implies that the improvement in the competitiveness of the Swiss dairy sector in the mountain region should also tend to be associated with an improvement in its global environmental performance. The major recommendation of the thesis is that by increasing farm size, i.e. through economies of scale, by promoting full-time farming and therefore advising young farmers not to take on a farm if it can only be run as a part-time enterprise, and by highlighting the great relevance of an appropriate feeding system made up of rough forage of high nutritional quality and of a low intensity of concentrate usage, major enhancements in terms of both economic and environmental performance could be achieved. Regarding the increase in farm size, farm growth might be impossible in most cases due to the great scarcity of agricultural land in the short run. To exploit the existing environmental and economic productivity increase potential due to scale effects, the focus should be therefore placed on the inter-farm use of production factors, i.e. on horizontal cooperation between farms.

One major limitation of the investigations carried out in this thesis is that they have focused on so-called global environmental performance, defined as the efficiency of the use of environmental resources or of environmental impacts generation. Local environmental performance, defined as the amount of environmental impacts generated per hectare land area at the local ecosystem level, has remained unconsidered. Future research works should thus analyze the relationship between

economic and local environmental farm performance and also between local and global environmental farm performance.

The second major limitation of the thesis lies in the fact that the economic and environmental assessments have been performed at farm level. To account for output composition heterogeneity, it would be more appropriate to perform such assessments at production branch level. This requires the availability of both economic and environmental data at this level.

Regarding the assessment of farm economic performance, from the perspective of a possible further liberalization of the agricultural trade between Switzerland and the European Union, it would be of interest to extend the analysis by placing it in a more general framework of assessment of the competitiveness of a sector in international comparison. Competitiveness differences can be attributed to two sources: productivity differences and differences in the absolute level of production factor prices.

Last but not least, it is important to remember that the present work focuses on only two dimensions of sustainability – the economic and environmental – leaving the social dimension unconsidered. Future research work addressing the relationship between farm economic and environmental performance on the one hand, and farm social performance on the other, is therefore needed in order to holistically assess and understand the sustainable performance of a farm.

Zusammenfassung

In Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsdebatte, die seit Ende der achtziger Jahre an Bedeutung gewonnen hat, wird der Landwirtschaft aufgrund ihrer engen Beziehung zur natürlichen Umwelt und ihrer Bedeutung für die Menschen als Lieferant von Nahrungsmitteln, Fasern und als Erholungsraum zunehmende Beachtung zuteil. Die Förderung nachhaltiger Landwirtschaftssysteme bildet deshalb den Schwerpunkt der Landwirtschaftspolitik in entwickelten Ländern. Das gilt auch für die Schweiz, wo dieser Punkt in der Verfassung verankert ist. Die Förderung nachhaltiger Systeme erfordert genaue und detaillierte Kenntnisse der Nachhaltigkeitsleistung der Landwirtschaftsbetriebe als institutionelle Einheiten, in denen wirtschaftliche, ökologische und soziale Ressourcen kombiniert werden, um landwirtschaftliche Güter und Dienstleistungen zu produzieren. Die vorliegende Dissertation untersucht die ökonomische und ökologische Leistung Schweizer Milchwirtschaftsbetriebe im Berggebiet und konzentriert sich dabei auf zwei Aspekte der Nachhaltigkeitsthematik. Die wirtschaftliche und ökologische Leistung der Landwirtschaftsbetriebe wird dabei aus Sicht der Effizienz des Ressourceneinsatzes gemessen. Der Milchwirtschaftssektor im Schweizer Berggebiet ist für die Schweizer Landwirtschaft von zentraler Bedeutung, weist aber im Durchschnitt eine niedrige ökonomische Leistung auf. Im Kontext der aktuellen wirtschaftlichen Integration zwischen der Schweiz und der Europäischen Union ist die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und damit die Verbesserung der ökonomischen Leistung dieser Betriebe hoch relevant. Diese Verbesserung sollte allerdings nicht auf Kosten der ökologischen Leistung dieser Betriebe erfolgen. Diese Dissertation hat zum Ziel, (i) die ökonomische und ökologische Leistung von diesen Landwirtschaftsbetrieben zu beurteilen, (ii) den Zusammenhang zwischen ökonomischer und ökologischer Leistung zu analysieren und (iii) deren Bestimmungsfaktoren zu untersuchen und die potenziellen Synergien und Zielkonflikte bei der Förderung dieser beiden Dimensionen der Nachhaltigkeitsleistung eines Betriebs aufzuzeigen. Die Dissertation besteht aus vier Artikeln, die in peer-reviewten Journals veröffentlicht worden sind bzw. zur Veröffentlichung eingereicht wurden. Die vier Artikel sind eingefasst von einer allgemeinen Einleitung und Schlussfolgerungen.

Das Einführungskapitel enthält eine genaue Definition der Begriffe ökonomische und ökologische Leistung sowie eine Übersicht der verfügbaren Messmethoden. Der Übersicht folgt eine detaillierte Aufzählung der für die Schweizer Landwirtschaft relevanten Umweltthematiken.

Kapitel 2 untersucht die Bestimmungsfaktoren der aggregierten Effizienz der Schweizer Milchwirtschaftsbetriebe im Berggebiet bezüglich deren Nutzung von ökonomischen und ökologischen Ressourcen. Dabei stützt sich die Untersuchung auf einen Querschnitt von 480 Milchwirtschaftsbetrieben aus dem Jahr 2006 aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA). Es werden zwei verschiedene ökologische Ressourcen, nämlich der Bedarf an fossilen Energieträgern und der Einsatz von Stickstoff, betrachtet und indirekt auf der Basis der Buchhaltungsdaten quantifiziert. Die aggregierte Effizienz des Betriebs wird anhand eines Input-orientierten Data Envelopment Analysis Modells gemessen, wobei die beiden berücksichtigten Umwelt-Ressourcen im Modell zusammen mit traditionellen wirtschaftlichen Ressourcen die Inputs bilden. In einem zweiten Schritt werden die Bestimmungsfaktoren dieser aggregierten Effizienz mit Methoden der linearen Regression untersucht. Es wird gezeigt, dass sich Betriebsgrösse, der Anteil der parallelwirtschaftlichen Tätigkeiten und die Intensität der Milchproduktion pro Hektare Futteranbau positiv auf die aggregierte Effizienz des Einsatzes ökonomischer und ökologischer Ressourcen auswirken. Im Gegensatz dazu wirken sich Landwirtschaft im Nebenerwerb und der intensive Einsatz von Kraftfutter negativ auf die aggregierte Effizienz aus.

In Kapitel 3 werden die Synergien und Zielkonflikte bei der Förderung von ökonomischer und ökologischer Leistung anhand des gleichen Datenquerschnitts wie in Kapitel 2 aufgezeigt. Dafür werden drei Indikatoren definiert: Arbeitsverdienst pro Familienarbeitseinheit (Rentabilitätskennzahl zur Messung der wirtschaftlichen Leistung eines Betriebes), Umweltproduktivität des Einsatzes fossiler Energieträger (definiert als monetärer Output des Betriebs pro 10'000 MJ fossiler Energieverbrauch) sowie die Umweltproduktivität des eingesetzten Stickstoffs (definiert als monetärer Output des Betriebs pro kg Stickstoff). Die Bestimmungsfaktoren dieser drei Indikatoren werden mittels multiple linearer Regressionen anhand des sogenannten „seemingly unrelated regression (SUR)“-Verfahrens untersucht. Basierend auf den Ergebnissen dieser Regressionen werden die Synergien und Zielkonflikte bei der

Förderung von ökonomischer und ökologischer Leistung herausgefunden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass mehrere Synergien, jedoch nur wenige Zielkonflikte bestehen. Die ökonomische und ökologische Leistung können durch folgende Massnahmen erheblich verbessert werden: Betriebsvergrößerung, Förderung der Landwirtschaft in Vollerwerb, weniger intensiven Kraftfutterverbrauch. Es gibt zwei Faktoren, die im Hinblick auf die Förderung von ökonomischer und ökologischer Leistung zu einem Zielkonflikt führen, nämlich die Produktion silofreier Milch zur Herstellung von Rohmilchkäse und der Tierbesatz. Während sich die Produktion silofreier Milch positiv auf die ökonomische Leistung, aber negativ auf die ökologische Leistung auswirkt, wirkt sich der Tierbesatz negativ auf die ökonomische Leistung des Betriebs aus, aber positiv auf die ökologische Leistung. Aus methodischer Sicht, und zwar aufgrund der Tatsache, dass man sich im Kontext der nachhaltigen Entwicklung auf die Schnittstelle zwischen Ökonomie und Ökologie konzentrieren sollte, liefert der in Kapitel 2 beschriebene Ansatz wertvollere und interessantere Einsichten über die nachhaltige Leistung eines landwirtschaftlichen Betriebs als die in Kapitel 1 beschriebene Analyse, die darin bestand, die Bestimmungsfaktoren eines einzelnen aggregierten Indikators der Effizienz des Einsatzes ökonomischer und ökologischer Ressourcen zu untersuchen.

In Kapitel 4 wird das Verhältnis zwischen ökonomischer und ökologischer Leistung anhand von präzisen und umfassenden Umweltdaten – Ökobilanzen – untersucht, die für eine Stichprobe von 56 Milchwirtschaftsbetrieben aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten erhoben worden sind. Dabei gilt der Arbeitsverdienst pro Familienarbeitskraft als Indikator der wirtschaftlichen Leistung eines Betriebs. Die ökologische Leistung eines Betriebs wird anhand mehrerer Ökoeffizienz-Indikatoren in Bezug auf fünf Umweltwirkungen gemessen: Bedarf an nicht-erneubaren Energieressourcen, Eutrophierungspotenzial, aquatische Toxizität, Humantoxizität und Flächenbedarf. Zusätzlich wird ein aggregierter Öko-Effizienz Indikator mittels eines Data Envelopment Analysis-basierten Ansatzes ermittelt. Der Zusammenhang zwischen ökonomischer und ökologischer Leistung eines Betriebs wird anhand von nicht parametrischen Spearman-Rangkorrelationsanalysen gemessen. Die Analyse zeigt die Existenz eines positiven Zusammenhangs zwischen ökonomischer und ökologischer Leistung. Dieser positive Zusammenhang existiert für alle Umweltwirkungen und daher auch für den aggregierten Öko-Effizienz Indikator.

Kapitel 5 misst die Veränderung der totalen Faktorproduktivität (TFP) eines balancierten Panels von 118 Milchwirtschaftsbetrieben der Bergregion für die Zeitspanne von 1999 bis 2008 und zerlegt diese Veränderung in ihre zwei konstituierenden Bestandteile (technischer Fortschritt und Veränderung der Technischen Effizienz). Hier wird dem Deflationieren von monetären Input- und Output-Variablen sowie der Betrachtung der Direktzahlungen besondere Beachtung beigemessen. Die Ergebnisse zeigen bei den Betrieben aus der Stichprobe eine jährliche TFP-Veränderung von 1%, die vollumfänglich dem technischen Fortschritt zuzuschreiben ist. Es zeigt sich, dass sich die TFP-Veränderung der Schweizer Milchwirtschaftsbetriebe in der Bergregion ziemlich genau im Bereich der TFP-Veränderung der Milchwirtschaftsbetriebe anderer europäischen Länder bewegt, die aus landwirtschaftlicher Sicht einige Ähnlichkeiten mit der Schweiz aufweisen. Doch wäre aufgrund des aktuellen Produktivitätsgefälles zwischen Schweizer Landwirtschaftsbetrieben und ihren europäischen Pendants ein stärkeres Produktivitätswachstum nötig, damit die Schweizer Betriebe ihre Wettbewerbsfähigkeit im europäischen Vergleich steigern können.

Kapitel 6 enthält eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Kapiteln 2 bis 5 sowie Empfehlungen an die Akteure bezüglich der Förderung von ökonomischer und ökologischer Leistung. Zudem wird der Ausblick dieser Doktorarbeit besprochen.

Das Hauptergebnis dieser Arbeit liegt in der Erkenntnis, dass ökonomische und ökologische Leistung sich nicht antinomisch sondern synergetisch verhalten. Dies legt den Schluss nahe, dass eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Milchwirtschaftssektors im Berggebiet ebenfalls mit einer Verbesserung seiner ökologischer Leistung einhergehen sollte. Aufgrund der im Zusammenhang mit dieser Dissertation gefundenen Ergebnisse lautet die Empfehlung wie folgt: Es ist möglich, die ökonomische und ökologische Leistung erheblich zu verbessern, und zwar durch Betriebsvergrößerung, d.h. durch Skaleneffekte, durch eine Förderung der Vollerwerbslandwirtschaft, wobei Junglandwirten geraten werden muss, einen Betrieb nicht zu übernehmen, wenn er nur in Teilzeit betrieben werden kann. Zudem muss die grosse Bedeutung eines geeigneten Fütterungssystems, das aus Raufutter mit hohem Nährwert und geringer Kraftfutterzugabe besteht, betont werden. Was die Betriebsvergrößerung angeht, so wird dies in den meisten Fällen kurzfristig aufgrund der grossen Knappheit der landwirtschaftlichen Nutzfläche nicht möglich sein. Um

das bestehende Produktivitätssteigerungspotenzial im ökonomischen wie auch ökologischen Bereich aufgrund der Skaleneffekte auszuschöpfen, sollte deshalb der überbetriebliche Einsatz von Produktionsfaktoren, d.h. eine horizontale Zusammenarbeit zwischen Betrieben, ins Auge gefasst und genutzt werden.

Die Fokussierung auf die so genannte globale ökologische Leistung, die als die Effizienz des Einsatzes von Umweltressourcen bzw. der Generierung von Umweltwirkungen definiert wird, stellt eine doch erhebliche Einschränkung der hier durchgeführten Untersuchungen dar. So wurde die so genannte lokale ökologische Leistung nicht in die Betrachtungen miteinbezogen. Diese wird als Höhe der auf lokaler Ökosystemebene generierten Umweltwirkungen pro Hektare Land definiert. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten also den Zusammenhang zwischen ökonomischer und lokaler ökologischer Leistung von Landwirtschaftsbetrieben untersuchen, ebenso diejenige zwischen lokaler und globaler ökologischer Leistung von Landwirtschaftsbetrieben.

Eine weitere erhebliche Einschränkung dieser Arbeit liegt in der Tatsache, dass die Analyse der ökonomischen und ökologischen Leistung lediglich auf der Ebene des Landwirtschaftsbetriebes durchgeführt worden ist. Sinnvoller wäre es auf jeden Fall, solche Untersuchungen auf Produktionszweigesebene durchzuführen, um die Heterogenität der Output-Zusammenstellung wettzumachen. Dies bedingt allerdings die Verfügbarkeit von wirtschafts- als auch umweltbezogenem Datenmaterial auf dieser Ebene.

Was die Bewertung der ökonomischen Leistung anbelangt, so wäre es im Hinblick auf die wahrscheinliche weitere Liberalisierung des Agrarhandels zwischen der Schweiz und der Europäischen Union interessant, die Untersuchungen auszudehnen und sie in einen allgemeineren Rahmen der Messung der Wettbewerbsfähigkeit eines Sektors im internationalen Vergleich zu stellen. Wettbewerbsunterschiede lassen sich zwei Ursachen zuordnen: Produktivitätsunterschiede und Unterschiede beim absoluten Preisniveau der Produktionsfaktoren.

Als letzter Punkt gilt es unbedingt zu erwähnen, dass sich diese Arbeit lediglich auf zwei Dimensionen der Nachhaltigkeit konzentriert: die ökonomische und die ökologische. Die soziale Komponente bleibt unerwähnt. Es werden also weitere Forschungsarbeiten über den Zusammenhang zwischen ökonomischer und

ökologischer Leistung auf der einen Seite und der sozialen Leistung der Betriebe auf der anderen benötigt, um die Nachhaltigkeitsleistung eines Landwirtschaftsbetriebs ganzheitlich verstehen und bewerten zu können.