

DISS. ETH NO. 18417

**Economic analyses of strategies to mitigate greenhouse gas and
nitrogen emissions in Swiss agriculture**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH
for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
Michael Hartmann
Diplom-Agraringenieur univ. (Dipl.-ing.agr. univ)
Technische Universität München (TUM), Germany
born November 28th 1977
citizen of Germany

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Bernard Lehmann, examiner
PD Dr. Werner Hediger, co-examiner

2009

Summary

Agriculture is not only a basis to provide for food. Over the last few decades other benefits such as energy supply and environmental services in the form of wildlife habitat and landscape amenity have been increasingly appreciated. However, the intensification of farm production and the aggregation of farming processes have adverse effects, such as the pollution of air and water. Thus, negative impacts caused by nutrient surpluses, leaching and denitrification have to be considered when regarding greenhouse gas (GHG) and nitrogen emissions and their relationship to the climate and environment.

There is an increasing interest in developing effective and socially attractive strategies for the sustainable use of scarce resources and in minimizing the related external costs. This requires a better understanding of the impact of legal policies and the search for alternative production techniques to reduce GHG and nitrogen emissions. For the Swiss agricultural sector a comprehensive economic outline as to what extent agriculture could efficiently contribute to the mitigation of GHG and nitrogen emissions is missing. Filling this gap has been the aim of this study.

Therefore, an economic model has been applied, which mimics the structure of Swiss agriculture in combination with important features that are linked to GHG and nitrogen emissions. Cost-effective strategies have been obtained from the integrated linear programming model S_INTAGRAL. Its integrated character combines both economic and environmental aspects of GHG and nitrogen emissions. Therefore, its normative approach might provide scientists and policy makers with valuable information about the Swiss agricultural sector. However, both the strengths and limitations of such approaches need to be taken into account to validate the information.

As a primary effect of the current Swiss agricultural policy, GHG emissions decreased by 14% between 1990 and 2000. It is expected that they will further decline by about 12% by 2010. In contrast, targeted incentives and soil carbon sequestration will only marginally contribute to the reduction in GHG emissions.

Emissions of environmentally relevant nitrogen are calculated to decline by 12% (scenario “EU2010”) or remain constant (scenario “AP2011”) between 2000 and 2013. As the policy stipulated a reduction of these losses by 23% between 1994 and

2005, it is assumed that the present policy measures are not sufficient to meet the target, not even by eight years later than the original target.

In conclusion, a further reduction of the level of GHG and nitrogen emissions can be expected in the near future. Such a reduction is primarily caused by changes in both agricultural policy and economic conditions rather than changes in climate policy. However, this will most probably be linked to high income losses in Swiss agriculture.

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft leistet nicht nur einen bedeutenden Beitrag zur Versorgung mit Nahrungsmitteln. Weitere Leistungen, wie die Bereitstellung von Energie, das Schützen natürlicher Lebensräume oder die Pflege der Kulturlandschaft, haben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Jedoch sind in diesem Zusammenhang auch negative Auswirkungen auf Luft und Wasser zu berücksichtigen. Diese gehen auf eine zunehmende Intensivierung und Konzentration der landwirtschaftlichen Produktion zurück. Bei der Betrachtung der negativen Auswirkungen von Treibhausgas- (THG) und Stickstoffemissionen auf das Klima, sind insbesondere Nährstoffüberschüsse, deren Auswaschung und Denitrifikation zu berücksichtigen.

Die Entwicklung effektiver und sozial akzeptierter Strategien für eine nachhaltige Nutzung knapper Ressourcen und die Betrachtung der damit verbundenen externen Kosten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Reduktion von THG- und Stickstoffemissionen erfordert zum einen ein besseres Verständnis über die Auswirkungen von politischen Massnahmen. Zum anderen ist die Suche nach alternativen Produktionstechniken notwendig. Aus ökonomischer Sicht erfolgte bisher jedoch keine umfassende Analyse, in welchem Umfang die Landwirtschaft in der Schweiz zur Reduktion von THG- und Stickstoffemissionen beitragen kann. Das Ziel dieser Studie lag darin, diese Lücke zu schliessen.

Für die Analyse der Zusammenhänge zwischen der landwirtschaftlichen Produktion in der Schweiz und den THG- und Stickstoffemissionen wurde ein ökonomisches Modell verwendet. Die kosten-effektiven Strategien resultieren aus der Anwendung des integrierten linearen Programmierungsmodells S_INTAGRAL. Dieses Modell kann zur Beobachtung und Entscheidungsunterstützung herangezogen werden und leistet einen Beitrag zum besseren Verstehen der negativen Auswirkungen der Landwirtschaft in der Schweiz. Aufgrund seines integrativen Aufbaus können ökologische und ökonomische Faktoren der THG- und Stickstoffemissionen kombiniert analysiert werden. Dieses Vorgehen liefert wertvolle Informationen über den landwirtschaftlichen Sektor der Schweiz für Wissenschaftler und Politiker. Es erfordert jedoch die Berücksichtigung der Stärken und der Grenzen eines normativen Ansatzes.

Als eine Folge der gegenwärtigen Agrarpolitik der Schweiz verringerten sich die landwirtschaftlichen THG Emissionen zwischen den Jahren 1990 bis 2000 um 14%.

Eine weitere Reduktion um 12% bis zum Jahr 2010 wurde modelliert. Hingegen spielen gezielte Anreize zur Vermeidung von THG und die Sequestrierung von Kohlenstoff in diesem Zeitraum nur eine untergeordnete Rolle.

Die Berechnung der umweltrelevanten Stickstoffverluste zwischen den Jahren 2002 und 2013 zeigte einen 12%-igen Rückgang (Szenario „EU2010“) bzw. eine Stagnation auf aktuellem Niveau (Szenario „AP2011“). Unter Berücksichtigung des aktuellen politischen Ziels, einer 23%-igen Reduktion der Stickstoffverluste zwischen 1994 und 2005, muss davon ausgegangen werden, dass dieses Ziel mit den gegenwärtigen politischen Massnahmen auch acht Jahre nach dem eigentlichen Zieljahr nicht erreicht wird.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass eine weitere Reduktion der THG- und Stickstoffemissionen zu erwarten ist, die auf Änderungen in der Agrarpolitik und anderen ökonomischen Bedingungen zurückzuführen ist und weniger auf die aktuelle Klimapolitik. Diese Verringerung der Emissionen kann aber teilweise mit grossen Einkommensrückgängen in der Agrarwirtschaft verbunden sein.