



Doctoral Thesis

Basic Research, Innovation and Economic Growth

Author(s):

Amon, Christian A.

Publication Date:

2011

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006512249> →

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. 19673

BASIC RESEARCH, INNOVATION AND ECONOMIC GROWTH

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

CHRISTIAN AUGUST AMON

Diplom-Volkswirt Univ., University of Würzburg

18 August 1979

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Professor Dr. Hans Gersbach (ETH Zurich), examiner
Professor Dr. Lucas Bretschger (ETH Zurich), co-examiner

2011

Summary

The objective of this doctoral thesis is to analyze - both conceptually, analytically and numerically - the role of basic research in the process of innovation, and to determine the corresponding implications for economic growth. We start by providing a comprehensive overview of the literature on the innovation process, to motivate the main assumptions underlying the analytical and numerical parts of the thesis. For the subsequent analytical analysis, we develop an endogenous growth model with an expanding variety of intermediate goods, a hierarchy between basic research and applied research, and two-way spillovers between both research sectors. Finally, the numerical applications are conducted through simulations of this model, based on data from the Swiss innovation and growth system.

In chapter 2, we survey and analyze the literature on the interplay between basic research and applied research in the process of innovation, by providing detailed evidence on the channels and outputs of knowledge transfer between these two research areas. We identify two key characteristics. First, the innovation process is characterized by a strict hierarchy between basic research and applied research. Second, basic research and applied research are interdependent, as implied by the existence of two-way spillovers between the two areas of knowledge creation.

In chapter 3, we continue our analysis by developing an endogenous growth model that is based on the two key characteristics of innovation derived in chapter 2. We combine the expanding-variety growth model through horizontal innovations with a hierarchy of basic research and applied research, and two-way spillovers which reinforce the productivity of research in each sector. While basic research develops new ideas, applied research commercializes them by creating blueprints for new intermediate goods. We establish the existence of balanced growth paths, along which the stock of ideas and the stock of commercialized blueprints grow with the same rate. Basic research is a necessary and sufficient condition for economic growth. Further, we show that there can be two different facets of growth in the economy. First, growth may be entirely shaped by investments in basic research if applied research operates at the knowledge frontier. Second, long-run growth may be shaped by both basic research and applied research, and growth can be further stimulated by research subsidies. We illustrate different types of growth processes by examples and polar cases when only upward or downward spillovers between basic research and applied research are present.

In chapter 4, we suggest a method to simulate the endogenous growth model developed in chapter 3, which could be applied to the analysis of innovation and growth patterns. Based on data from the Swiss innovation and growth system, we apply our method within three different base scenarios, and provide evidence for the complementary role of basic research

and applied research. Given the particular assumptions on the underlying model parameters, our results imply that a reduction of applied research subsidies, together with a simultaneous, budget-neutral increase of publicly-funded basic research, would impact positively on the long-run growth rate. Moreover, variations of the subsidization of research do not only impact on employment in the research sector, but also on the overall employment pattern of the economy. Furthermore, a budget-neutral reallocation of resources, from applied research subsidization to basic research, would have no impact on the tax rate necessary to finance public research outlays, while the time necessary to commercialize new basic research ideas through applied research decreases.

Kurzfassung

Ziel der vorliegenden Doktorarbeit ist es, sowohl konzeptionell, analytisch als auch numerisch die Bedeutung der Grundlagenforschung im Innovationsprozess zu untersuchen, und die entsprechenden Implikationen für den volkswirtschaftlichen Wachstumsprozess zu bestimmen. Wir beginnen mit einer umfangreichen Übersicht der Literatur über den Innovationsprozess, um die den analytischen und numerischen Teilen der Doktorarbeit zugrundeliegenden Annahmen zu motivieren. Im Rahmen des sich daran anschließenden analytischen Teils der Arbeit entwickeln wir ein endogenes Wachstumsmodell mit einer sich erweiternden Varietät an Zwischenprodukten, einer Hierarchie zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung sowie wechselseitigen *Spillover*-Effekten zwischen beiden Forschungsbereichen. Die darauf aufbauenden numerischen Untersuchungen, welche auf Daten des Schweizer Innovations- und Wachstumssystems basieren, werden im Rahmen von Simulationen dieses Modells durchgeführt.

In Kapitel 2 beschreiben und analysieren wir die Literatur hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung im Innovationsprozess. Wir belegen die Existenz und die Funktionen der Kanäle und Outputs des Wissenstransfers zwischen diesen beiden Forschungsbereichen. Dabei werden zwei der für den Innovationsprozess charakteristischsten Hauptmerkmale bestimmt. Zum einen besteht eine strikte Hierarchie zwischen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung. Zum anderen existieren wechselseitige *Spillover*-Effekte zwischen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung, was deren gegenseitige Abhängigkeit belegt.

In Kapitel 3 setzen wir unsere Analyse fort, indem wir ein endogenes Wachstumsmodell entwickeln, welches die beiden im vorherigen Kapitel erarbeiteten Hauptmerkmale des Innovationsprozesses beinhaltet. Dazu kombinieren wir das Wachstumsmodell einer sich durch horizontale Innovationen erweiternden Varietät an Zwischenprodukten mit einer Hierarchie zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung sowie mit wechselseitigen *Spillover*-Effekten, welche die Forschungsproduktivität in den jeweiligen Sektoren erhöhen. Dabei entwickelt die Grundlagenforschung neue Ideen, Theorien und Prototypen, während die angewandte Forschung diese durch den Entwurf neuer Designs für Zwischenprodukte kommerzialisiert. Wir belegen die Existenz von konstanten Wachstumspfaden, entlang derer sich sowohl der Bestand an Ideen als auch der Bestand an Designs gleichmässig erhöhen. Grundlagenforschung ist dabei sowohl eine notwendige als auch eine hinreichende Bedingung für Wirtschaftswachstum. Des Weiteren legen wir dar, dass es zwei verschiedene Ausprägungen volkswirtschaftlichen Wachstums geben kann. Einerseits kann der Wachstumsprozess ausschließlich durch Investitionen in die Grundlagenforschung stimuliert werden wenn sich die angewandte Forschung bereits an der Grenze des verfügbaren Wissens befindet. Andererseits

kann das langfristige Wirtschaftswachstum sowohl durch die Grundlagen- als auch durch die angewandte Forschung erhöht und daher auch positiv durch Forschungssubventionen beeinflusst werden falls die angewandte Forschung die Grenze des verfügbaren Wissens noch nicht erreicht hat. Wir stellen verschiedene Ausprägungen von Wachstumsprozessen dar, sowohl im Rahmen von Beispielen als auch durch die beiden Grenzfälle, in denen jeweils nur einseitige *Spillover*-Effekte zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung bestehen.

In Kapitel 4 empfehlen wir eine Methode zur Simulation des in Kapitel 3 entwickelten, endogenen Wachstumsmodells, welche zur Analyse der Struktur von Innovations- und Wachstumsprozessen herangezogen werden kann. Basierend auf Daten zum Schweizer Innovations- und Wachstumssystem verwenden wir diese Methode im Rahmen von drei Grundszenarien und belegen die komplementäre Rolle von Grundlagenforschung und angewandter Forschung. In Anbetracht der speziellen Annahmen hinsichtlich der zugrundeliegenden Modellparameter legen unsere Resultate nahe, dass eine Reduktion der Subventionierung der angewandten Forschung bei einer simultanen, budgetneutralen Erhöhung öffentlich finanzierter Grundlagenforschung einen positiven Effekt auf die langfristige Wachstumsrate hat. Zudem beeinflussen Variationen im Ausmass der Subventionierung der angewandten Forschung nicht nur die Beschäftigungsstruktur im Forschungssektor, sondern auch die der gesamten Ökonomie. Des Weiteren wird der zur Finanzierung öffentlicher Forschungsausgaben erhobene Steuersatz nicht durch die budgetneutrale Umverteilung von Ressourcen von der Subventionierung angewandter Forschung hin zur Grundlagenforschung beeinflusst, während die zur Kommerzialisierung neuer Ideen der Grundlagen- durch die angewandte Forschung benötigte Zeitspanne sich verkürzt.