

Geomatiktechnologien –
neue Technologien - technischer Fortschritt –
betriebswirtschaftliche, volkswirtschaftliche
und ökologische Aspekte

Vortragsunterlage
zum Vortrag am 21. Februar 2003
in Budapest

Geomatiktechnologien – neue Technologien - technischer Fortschritt – betriebswirtschaftliche, volkswirtschaftliche und ökologische Aspekte

Sehr geehrte Damen und Herren,

aufbauend auf der Verordnung (EWG) Nr. 3508/92 zur Einführung eines integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems für bestimmte gemeinschaftliche Beihilfenregelungen hat der Rat der Europäischen Union am 17 Juli 2000 beschlossen¹, ein System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen einzuführen. Dazu werden vorzugsweise auf Luft- und Satellitenorthobildern beruhende computergestützte geographische Informationssystem-techniken, also Geomatiktechniken eingesetzt.

1. Einleitung, Geomatik und Geomatiktechnologien

Geomatik ist eine erst in den letzten Jahrzehnten entstandene Wissenschaft, die durch Zusammenarbeit einer Vielzahl von Berufs- und Anwendungsfeldern entstanden ist.

Zur Herkunft des Wortes:

Die Bezeichnung **GEOMATIK** ist im Jahre 1969² durch Verknüpfung der Begriffe **GEODÄSIE** und **INFORMATIK** entstanden.

Unter Geomatik wird die Wissenschaft vom Erfassen und Verwalten, der Modellierung, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten und Prozesse verstanden. Dabei werden planerische, boden- und umweltrelevante Fragestellungen besonders berücksichtigt.

Die Geomatik spannt daher einen weiten Bogen von den Geowissenschaften über die Ingenieur- und Sozialwissenschaften bis hin zu Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft, Regionalplanung, Landmanagement und Umweltwissenschaften. Sie beschäftigt sich mit

¹ Verordnung (EG) Nr. 1593/2000 des Rates vom 17. 7. 2000; Amtsblatt L 182/4 vom 21. 7. 2000

² = Geomatics = Geomatique = Geomatica; Dubuisson, B.: *Pratique de la photogrammétrie et de moyens cartographiques dérivés des ordinateurs*, Editions Eyrolles, Paris 1975

der Planung nachhaltiger Landnutzungssysteme und mit der Erfassung und Visualisierung der sich komplex ändernden Umweltparametern und somit mit der Umwelt des Menschen.

2. Einsatzbereiche, Umfeldanalyse

Ausschnittsweise sind in der folgenden Tabelle für Land- bzw. Forstwirtschaft und ländlichem Raum mögliche Einsatzbereiche zusammengestellt.

Geomatiktechnologien – mögliche Einsatzbereiche in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und ländlichem Raum

Räumliche Planung, Regionalplanung	Raumb Beobachtung und –bewertung – Erkennen von Landnutzungskonflikten – Flächennutzungsinventur – Bauleitplanung – Grünflächenplanung
Verkehr und Energie	Verkehrswegeplanung – Trassenbau – Kanalbau – Energieplanung – Leitungsbau
Naturschutz	Landschaftsplanung – Zustandserfassung von Natur- bzw. Landschaftsschutzgebieten – NATURA 2000 – Managementpläne
Landwirtschaft	Vegetationsüberwachung – Erntevorhersage – Landwirtschaftsinventur – Flurbereinigung – Düngung – Schädlingsbekämpfung – Transportlogistik
Forstwirtschaft	Forstinventur – Forstüberwachung – Forstmanagement – Waldschadensbewertung – Wildmanagement
Wasserwirtschaft	Gewässerausbau – Gewässerüberwachung – Gewässerregulierung – Wassergewinnung – Wasserschutz – Abwasser
Umweltschutz	Schadensdokumentation – Deponieplanung – Erfassung von Erosionsschäden – Re-kultivierung – Lawinenschutz – Katastrophenschutz
Bodenkunde	Bodeninventur – Bodenbewertung – Bodenversiegelung – Bodenschutz – Ausweisung von Vorrangflächen – Sanierung von kontaminierten Böden

Die Spannweite der Einsatzmöglichkeiten reicht daher beispielsweise von der Beobachtung bis zur Sanierung, von der Planung bis zur Überwachung und von der Dokumentation bis zum Bereich der Logistik. Ausgewählte Bereiche aus den angeführten Einsatzmöglichkeiten werden in den nachfolgenden Vorträgen abgehandelt.

Die folgenden Ausführungen können – unter Hinweis auf den zur Verfügung stehenden zeitlichen Rahmen – keinen Überblick über die gesamte anstehende betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Problematik des Einsatzes des technischen Fortschrittes geben. Sie sollen anhand der Darstellung von einigen Zusammenhängen die Auswirkungen neuer Techniken – zu denen ja die Geomatik zu zählen ist – sowohl auf einzelbetrieblicher Ebene als auch im Bereich der Volkswirtschaft offenlegen.

2.1. Ausgewählte Rahmenbedingungen

Land- und Forstwirtschaft und Umwelt

Die Land- und Forstwirtschaft stand schon immer in enger Verbindung mit der Umwelt, wobei sich in der letzten Dekade in immer stärkerem Maße Zweifel an der traditionell positiv betrachteten Art dieses Zusammenhangs herausbildeten. Insbesondere die zunehmende Intensivierung der Agrarproduktion bzw. Monokulturen im Forst kehrten die positive Kopplung zwischen Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Umwelt in Teilbereichen um.

Allerdings darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß **Land- und Forstwirtschaft selbst auch von Umweltbelastungen betroffen** sein können, die durch andere Wirtschaftssektoren, den Verkehr oder die Haushalte verursacht werden.

Entwicklung der Rahmenbedingungen und deren Vorgaben

Schlagworte in diesem Zusammenhang sind

- Ökologisierung der Landwirtschaft
- Land- bzw. Forstwirt als Landschaftsgärtner
- Nachweis, daß unter bestimmten Bedingungen produziert wurde („Natur pur“, Auflagenfüllung in Wasserschutzgebieten, in Naturschutzgebieten, Vogelschutzgebieten, NATURA 2000-Flächen)
- Rückverfolgbarkeit der landwirtschaftlichen Produktion durch Aufzeichnungsverpflichtungen („Warenbegleitscheine“)
- Deklarations- und Dokumentationspflicht bei Nahrungsmitteln, Futtermitteln und land- bzw. forstwirtschaftlichen Rohstoffen („wo ?, was ?, wann ?, wieviel ?“ z.B. bei Düngern und Pflanzenschutzmitteln)

2.2. Technischer Fortschritt in der Land- und Forstwirtschaft

Das Agrargüterangebot und die Nachfrage nach Betriebsmitteln wird entscheidend durch die produktionstechnischen Bedingungen geprägt. Der technische Fortschritt beeinflusst den Faktoreinsatz und die Zusammensetzung der Produktion.

In der Land- und Forstwirtschaft werden drei Formen von technischem Fortschritt unterschieden:

Mechanisch-technischer Fortschritt

Der mechanisch-technische Fortschritt entspricht weitgehend der Substitution des teuren Produktionsfaktors Arbeit durch Kapital (z.B. Maschinen). Zur Realisierung dieser Fort-

schritte sind größere Strukturen notwendig, damit sich die hohen Investitionskosten auf genügend Fläche oder auf einen großen Tierbestand verteilen. Mechanisch-technischer Fortschritt ist daher in weiten Bereichen betriebsgrößenabhängig.

=> Auch in Zukunft wird die Möglichkeit zur Ausdehnung der Betriebsstrukturen für die Realisierung des mechanisch-technischen Fortschrittes ausschlaggebend sein. Die Entwicklung der Determinanten des Strukturwandels (wirtschaftliches und agrarpolitisches Umfeld) sind somit für den Einsatz dieser Technologie relevant.

Organisatorisch-technischer Fortschritt

Unter organisatorisch-technischem Fortschritt wird die Verbesserung der Betriebsführung durch Beratung, Buchhaltung, Informatik oder überbetrieblicher Faktoreinsatz (z.B. Maschinenring) verstanden. Er ist weitgehend betriebsgrößenneutral.

=> Die Realisierung dieses Fortschrittes wird weitergehen. Die Ausbildung der Landwirte wird sich verbessern und auch der Anteil an Landwirten mit abgeschlossener landwirtschaftlicher Ausbildung nimmt zu. Die Idee des Maschinenringes hat sich etabliert und wird sich weiter ausdehnen und einen verbreiteten überbetrieblichen Faktoreinsatz ermöglichen.

Biologisch-technischer Fortschritt

Unter biologisch-technischem Fortschritt verstehen wir allgemein die Erhöhung des Outputs (z.B. dt Weizen je ha) bei gleichbleibendem Input (z.B. dt Stickstoff je ha Weizen) oder die Verringerung des Inputs bei gleichbleibendem Output. Die Realisierung dieses Fortschritts ist weitgehend betriebsgrößenunabhängig. Durch züchterische Anstrengungen und Gentechnologie, anbautechnische Neuerungen und/oder durch eine Rationalisierung der Arbeitstechnik können **Ertragssteigerungen** und **Kostensenkungen** erreicht werden.

2.3. Zusammenfassung des zukünftigen wirtschaftlichen und politischen Umfeldes der land- bzw. forstwirtschaftlichen Produktion

- Der Agrarsektor gehört zu den "schwachen Branchen", bei denen der Beitrag an die Bruttowertschöpfung klein ist. Er zählt heute zu den Bereichen mit einem geringen Anteil an der Gesamtbevölkerung. Bezüglich **Beschäftigung und Bruttowertschöpfung** spielt der Agrarsektor somit eine sehr kleine Rolle.
- Ein Großteil der Landesfläche wird durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung gestaltet. Diese **gemeinwirtschaftliche Leistung** kommt allen zugute und wird von der Gesamtbevölkerung in Anspruch genommen.
- Die **Umweltauswirkungen** der agrarischen Tätigkeit sind vielfältig und regional unterschiedlich.
- Das **ökologische Umfeld** wird in Zukunft verstärkt Einfluß auf den Agrarsektor ausüben, was zu einer vermehrten Berücksichtigung von ökologischen Forderungen in der Agrarpolitik führen wird.
- Beim **gesellschaftlichen Umfeld** ist die Ausgestaltung der Agrarpolitik, die Akzeptanz neuer Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft und die Nachfrage nach Nahrungsmitteln abhängig von der zunehmenden Bedeutung von Gesundheits- und Umweltaspekten, von einer wachsenden Entfremdung zwischen Produktion und Konsumenten und nicht zuletzt von der Konzentration im Lebensmittelhandel. Demgegenüber findet eine Mystifizierung der bäuerlichen Welt statt, die sich auch in politischen Forderungen ausdrückt.
- Für die **zukünftige Veränderung des Faktoreinsatzes** und der Zusammensetzung der Produktion durch den technischen Fortschritt ist die Betrachtung des technologischen Umfeldes wichtig. In der Landwirtschaft unterscheidet man drei Formen von technischem Fortschritt. Der **mechanisch-technische Fortschritt** entspricht weitgehend der Substitution des teuren Faktors Arbeit durch Kapital. Unter **organisatorischem Fortschritt** wird die Verbesserung der Betriebsführung zum Beispiel durch verstärkte Beratung verstanden. Unter **biologisch-technischem Fortschritt** wird eine Verbesserung des Verhältnisses zwischen variablen Inputfaktoren (z.B. Dünger) und Output (z.B. Weizenertrag) verstanden. Letzterer kann sich in einer Ertragssteigerung bei gleich hohem Input oder in einer Verringerung des Inputs bei gleichbleibendem Ertrag äußern.

3. Auswirkungen des technischen Fortschrittes auf das Agrargüterangebot auf betrieblicher Ebene

In den folgenden Kapiteln sollen die Auswirkungen des technischen Fortschrittes, also der Einführung neuer Technologien, auf das Agrargüterangebot diskutiert werden. Einleitend werden mögliche Veränderungen auf der Stufe des Einzelbetriebes dargestellt.

3.1. Auswirkungen auf Betriebsebene

Die Landwirte als Unternehmer und ihre Familien mit ihren Zielsetzungen und Verhaltensweisen bestimmen unter den jeweiligen ökonomischen, politischen, technologischen und natürlichen Rahmenbedingungen die Produktion und den Faktoreinsatz auf ihren Betrieben und somit des ganzen agrarischen Sektors. Deshalb soll für die folgende Diskussion von den Gegebenheiten des Einzelbetriebes ausgegangen werden.

Ausgehend von einer überblicksartigen Darstellung der Bestimmungsfaktoren des Agrargüterangebotes soll gezeigt werden, wie sich das individuelle Angebotsverhalten der Landwirte durch eine geänderte Ausgangssituation verändert.

3.2. Bestimmungsfaktoren des Agrargüterangebotes und ihre Beeinflussung durch den technischen Fortschritt

Das Angebot an Agrargütern wird durch eine Vielzahl von Einflußfaktoren bestimmt. Als wichtigste Kategorien lassen sich vorerst unterscheiden:

- die Preise der erzeugten Agrarprodukte
- die Preise der eingesetzten variablen Produktionsfaktoren (z.B. Dünger, Pflanzenschutzmittel)
- die Bestände an fixen Produktionsfaktoren (z.B. Anzahl Stallplätze)
- der Stand der Produktionstechnik und die Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie
- das wirtschaftliche, (agrar-)politische und natürliche Umfeld
- die Zielsetzungen und Verhaltensweisen der landwirtschaftlichen Betriebsleiter
- der Einfluß von Zufallsfaktoren (Wetter, Seuchen etc.)

Im folgenden soll das Angebotsverhalten im Zusammenhang mit der Beeinflussung durch die technologische Entwicklung näher erläutert werden.

Zielsystem der landwirtschaftlichen Unternehmer

Die neoklassische Wirtschaftstheorie stellt die Hypothese auf, daß private Unternehmer primär eine **Maximierung des Gewinnes und des Einkommens** anstreben, allerdings stimmt dies nur zum Teil mit der Realität überein. Neben den "üblichen Unternehmenszielen" wie Gewinnerzielung, Unternehmenssicherung und -wachstum sind auch **Ziele und Wertvorstellungen allgemeiner Art** von Bedeutung. Dazu gehören der Wunsch nach Selbständigkeit, die soziale Anerkennung, Naturverbundenheit und Freizeit. Diese verschiedenen Ziele stehen in gegenseitiger Abhängigkeit (z.B. Freizeit und Einkommen, Einkommen und soziale Anerkennung).

Sobald **mehrere Ziele** verfolgt werden, stellt sich die Frage nach deren Beziehung untereinander. Die Tatsache, daß es Landwirte gab, die schon vor der staatlichen Förderung auf biologischen Landbau umgestellt haben, ist ein Beispiel dafür, daß in der Realität effektiv zum Teil andere Ziele als die Einkommensmaximierung verfolgt werden. Für die Erklärung **der kurzfristigen und laufenden Unternehmensentscheidungen** über Faktoreinsatz und Produktionsprogramm stellt die **Annahme der Gewinn- bzw. Einkommensmaximierung** eine zulässige Vereinfachung dar.

Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie durch die Landwirte

Das Agrargüterangebot wird, wie bereits erwähnt, durch die Produktionstechnik beeinflusst. Die Entscheidung über die Nutzung von neuen Technologien und deren Einsatzzeitpunkt hat der jeweilige Landwirt zu treffen.

Die Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Zielsystem des Landwirts
- erwarteter Effekt auf der Ertragsseite (Mehrerträge, geringere Ertragsschwankungen) bzw. erwarteter Effekt auf der Kostenseite (z.B. Kosten technischer Anpassungen, Kosteneinsparungen)
- vorhandene Information über die Technologie
- Risiko der Technologie und Risikoverhalten der Landwirte
- Betriebsgrößenabhängigkeit der Technologie
- erwartete Reaktion der Konsumenten auf den Technologieeinsatz³
- Verfügbarkeit von Alternativen

³ Beispielsweise ist der Einsatz von Gentechnik in medizinischen Bereichen akzeptiert – im Bereich der Nahrungsmittelproduktion bestehen beträchtliche Bedenken

Ausgangspunkt bei der Erklärung des Entscheidungsverhaltens der Landwirte bezüglich eines Technologieeinsatzes ist die vorhandene **Information** zur Problemstellung. Bei der Auswertung der gewonnenen Informationen entstehen unterschiedliche **Erwartungsbilder über die Konsequenzen eines getroffenen Entscheides** (z.B. **Effekte auf der Erlösseite und Kostenseite**). Die getroffene Entscheidung ist damit sehr individuell. Die Informationssuche betrifft alle Umweltfaktoren, die die Konsequenzen einer Aktion, in diesem Fall des Technologieeinsatzes, beeinflussen. Je nach Kenntnisstand der Faktoren werden in der betriebswirtschaftlichen Entscheidungslehre drei Fälle unterschieden:

1. Sicherheitssituation

Eine Situation ist dann sicher, wenn bezüglich aller zielrelevanten Größen absolute Sicherheit besteht. Dies kommt in Wirklichkeit nicht vor und Entscheidungsmodelle unter Sicherheit stellen in den meisten Fällen drastisch vereinfachte Abbilder der wahren Situation dar.

2. Risikosituation

Eine Risikosituation ist dadurch charakterisiert, daß subjektive oder objektive Wahrscheinlichkeiten für das Eintreffen möglicher Zustände bestehen. Es ist möglich, einen Erwartungswert und dessen Varianz für die gesuchte Größe zu berechnen (Beispiel Maschinenkauf – Schätzung der Lebensdauer und der jährlichen Reparaturkosten). Für viele Risikosituationen bestehen jedoch keine objektiven Anhaltspunkte. Eintreffenswahrscheinlichkeiten werden vielfach subjektiv beurteilt (z.B. wahrscheinliche Menge Ausfallgetreide bei gewähltem Erntetermin).

3. Ungewissheitssituation

Ungewißheitssituationen sind dadurch charakterisiert, daß die Eintreffenswahrscheinlichkeit für die relevanten Größen unbekannt ist. Es ist lediglich bekannt, daß irgendeiner der Zustände eintreffen wird. Unsicherheitssituationen sind weit verbreitet und betreffen beispielsweise das Klima, das wirtschaftliche Umfeld und die technische Entwicklung, alles für den Agrarsektor relevante Größen. Die Entscheidungssituation, technischen Fortschritt einzusetzen, bildet eine Ungewißheitssituation. Die Rahmenbedingungen, die sich parallel zur technologischen Entwicklung verändern, bilden weitere Ungewißheitsfaktoren. Die Entscheidungsvarianten für den einzelnen Landwirt sind somit stark von einer subjektiven Nutzenerwartung abhängig.

Falls sich ein Produzent für die Nutzung der neuen Technologie entscheidet, stellt sich in zweiter Linie die Frage nach dem **Zeitpunkt der Technologieübernahme**. Je nach

gewähltem Zeitpunkt bei einer Übernahme können die Produzenten in verschiedene Gruppen (Adapterkategorien) eingeteilt werden:

1. Innovatoren
2. frühe Übernehmer
3. frühe Mehrheit
4. späte Mehrheit
5. Nachzügler

Die **Innovatoren** nehmen Risiko oder Ungewißheit in Kauf und nutzen die neue Technologie. Solange nicht zu viele Nachahmer das gleiche tun, können kurzfristig zum Teil große Gewinne, sogenannte "windfall-profits", realisiert werden, weil die neue Technik die Produktionskosten pro Einheit reduziert. Dies motiviert einerseits die Innovatoren, ihre Produktionsmenge auszudehnen und andererseits entsteht ein Anreiz für immer mehr neue Anwender. Durch die Ausdehnung der Produktionsmenge entstehen Preiseffekte. Diese treffen Nachzügler wesentlich stärker als Innovatoren

3.4. Die Produktionsfunktion und deren Veränderung durch den Einsatz neuer Technologien

Die land- bzw. forstwirtschaftliche Produktion ist das **Ergebnis biologischer Wachstumsprozesse**, die durch den Einsatz von Arbeit und Kapital sowie durch die Anwendung ertragssteigernder Betriebsmittel gezielt beeinflusst werden, aber dennoch in starkem Maße von Boden- und Klimaverhältnissen abhängig bleiben. Dieser produktionstechnische Zusammenhang läßt sich im einfachsten Fall mit der Variation eines einzelnen Produktionsfaktors (z.B. Düngermenge) bei Konstanz der übrigen Faktoren und dem daraus resultierenden physischen Ertrag (z.B. Weizenertrag) darstellen.

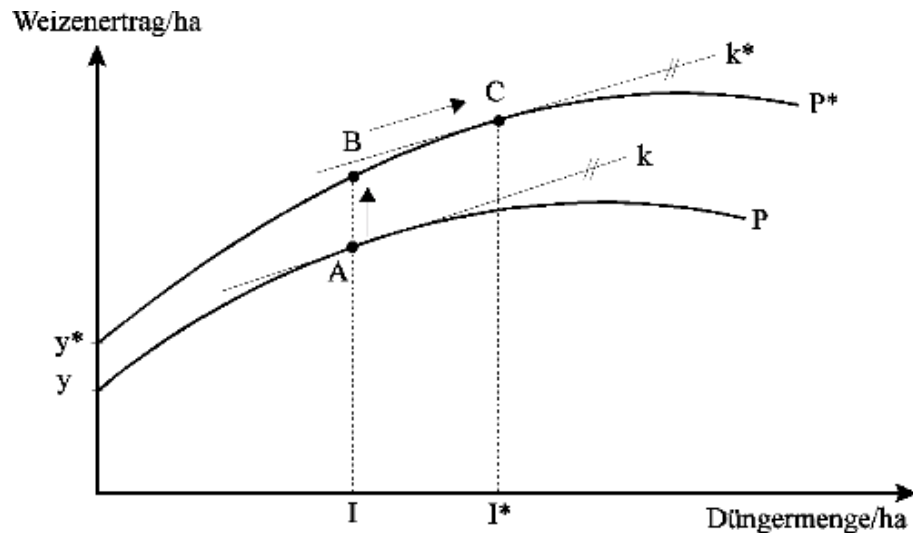
Bei schrittweiser Erhöhung des Produktionsfaktors Dünger ergeben sich jedoch nicht linear ansteigende Erträge, sondern die jeweils zuletzt hinzugefügte Einheit Dünger ergibt einen kleineren Ertragszuwachs als die vorletzte Einheit Dünger. Aufgrund dieser Eigenschaft biologischer Wachstumsprozesse haben Ökonomen das **Gesetz vom abnehmenden Grenzertrag**⁴ formuliert, das auch in anderen Wirtschaftszweigen Anwendung findet.

Die folgende Abbildung 1 zeigt den charakteristischen Verlauf einer Produktionsfunktion im Pflanzenbau, wie er sich aufgrund von Versuchsergebnissen ergibt. Als Beispiel ist der

⁴ Grenzertrag = Ertrag, der durch die zuletzt angefügte Einheit eines Faktors produziert wird. Geometrisch entspricht er der Steigung (1. Ableitung) der Produktionsfunktion.

Weizenertrag in Abhängigkeit von der Düngermenge (Gaben an mineralischem Stickstoff) dargestellt.

Abbildung 1: Verlauf der Produktionsfunktion im Pflanzenbau



Wird zunächst nur den Verlauf der Kurve P betrachtet, so zeigt sich, daß auch ohne ertragssteigernde Produktionsmittel (Stickstoffdüngung) bereits ein bestimmter Mindestertrag erwirtschaftet werden kann (y). Mit zusätzlicher Stickstoffdüngung erhöht sich der Ertrag zunächst, wobei die Ertragszuwächse immer kleiner werden (Gesetz vom abnehmenden Grenzertrag). Wenn das Ertragsmaximum erreicht ist, kann die weitere Erhöhung des Düngemiteleinsatzes zu einem Ertragsabfall führen (z.B. durch Lagern des Getreides).

Wird das Getreide zusätzlich mit einem Pflanzenschutzmittel behandelt (Kurve P^*), liegt das Ertragsniveau ohne zusätzliche Stickstoffdüngung höher (y^*).

Das **optimale Input/Outputverhältnis** ist dann erreicht, wenn der durch die letzte Einheit Dünger erwirtschaftete Erlös (Grenzerlös = GE) den Kosten für diese Einheit Dünger (Grenzkosten = GK) entspricht (**GE = GK**). Solange der Erlös einer zusätzlichen Einheit Weizen größer ist als die Kosten je Einheit Dünger lohnt sich eine weitere Intensivierung der Produktion. Graphisch befindet sich diese Stelle dort, wo die Produktionsfunktion die Gerade k berührt, wobei k dem Verhältnis von Faktor- und Produktpreis entspricht⁵ (Punkt A bzw. Punkt C).

⁵ Dies kann mathematisch einfach bewiesen werden: Der Grenzerlös Weizen muß den Grenzkosten Dünger entsprechen, wobei: Grenzerlös Weizen = Grenzertrag (mW) * Weizenpreis (pW)

Grenzkosten Dünger = zuletzt eingesetzte Einheit Dünger (mD) * Düngerpreis (pD)

Somit ist $mW * pW = mD * pD$ bzw. $mW/mD = pD/pW$, wobei: mW/mD den Grenzertrag Weizen in Abhängigkeit vom Düngereinsatz und somit die Produktionsfunktion darstellt, während pD/pW dem Preisverhältnis und somit der Gerade k entspricht, was zu beweisen war.

Aus dieser Abbildung wird erkennbar, daß durch die Optimierung der neuen Faktorkombination Stickstoffdüngung / Pflanzenschutzmittel neben dem unmittelbar ertragssteigernden Effekt (A B) des Pflanzenschutzmittels eine Tendenz entsteht, bei konstanten Produktpreisen die Produktion zu intensivieren und mehr Düngemittel einzusetzen (B C). Somit hat das als Beispiel von biologisch-technischem Fortschritt angeführte Pflanzenschutzmittel neben höheren Erträgen auch eine Erhöhung der Düngungsintensität von I zu I* zur Folge.

3.5. Einfluß des technischen Fortschrittes auf die Kostenstruktur und den Gewinn eines Betriebes

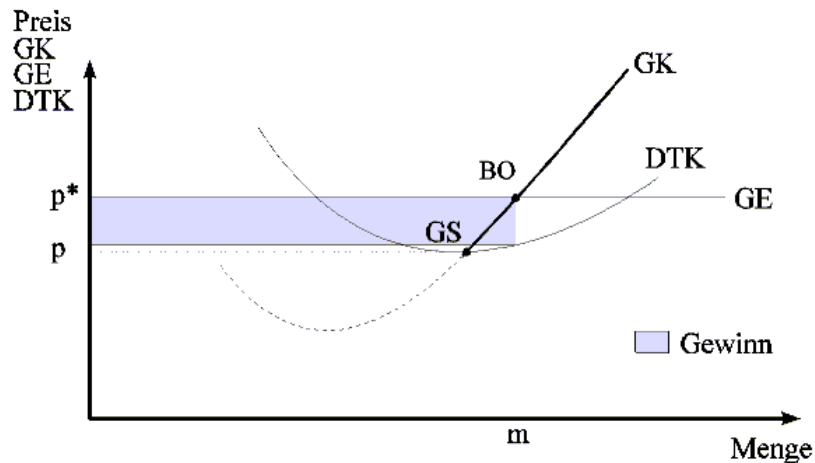
Im letzten Abschnitt wurden die Auswirkungen des biologisch-technischen Fortschrittes auf die Produktionsfunktion und die spezielle Intensität (Dünger/ha) dargestellt. Dabei wird ein einzelner Faktor (Stickstoffdünger) solange variiert, bis der Grenzerlös (GE) der zuletzt erzeugten Einheit eines Produktes den Grenzkosten (GK) der dafür benötigten Faktoreinheit entspricht. Die analoge Überlegung kann nun bei Verwendung mehrerer variabler Produktionsfaktoren angestellt werden, wobei sich die Grenzkosten aus allen variablen Kosten für die zuletzt erzeugte Produkteinheit (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Kosten der Bodenbearbeitung etc.) zusammensetzen. Dadurch entsteht an der Stelle **GK = GE** das **Angebotsoptimum des einzelnen Unternehmers** - immer unter der vereinfachten Annahme des gewinnmaximierenden Verhaltens des Landwirtes.

Beim Angebotsoptimum ist für den Landwirt der **Gewinn maximal**. Er kann also seinen Gewinn bzw. sein Einkommen im wesentlichen durch die Anpassung seiner Produktionsmenge beeinflussen. Der Produktpreis ist für den einzelnen Anbieter gegeben und kann aufgrund des nur kleinen Marktanteiles bei vielen Anbieter nicht beeinflußt werden. Diese Marktform wird als Polypol⁶ bezeichnet.

Die optimale Produktionsmenge des einzelnen Anbieters kann auch graphisch bestimmt werden. In der folgenden Abbildung sind die Kostenstruktur eines landwirtschaftlichen Betriebes dargestellt.

⁶ Im Gegensatz zum Polypol beherrscht beim Monopol ein einziger Anbieter den Markt. Eine Zwischenform zwischen Polypol und Monopol bildet das Oligopol, wo einige wenige Anbieter den Markt dominieren.

Abbildung 2: Kostenstrukturen und individuelles Agrargüterangebot eines Betriebes



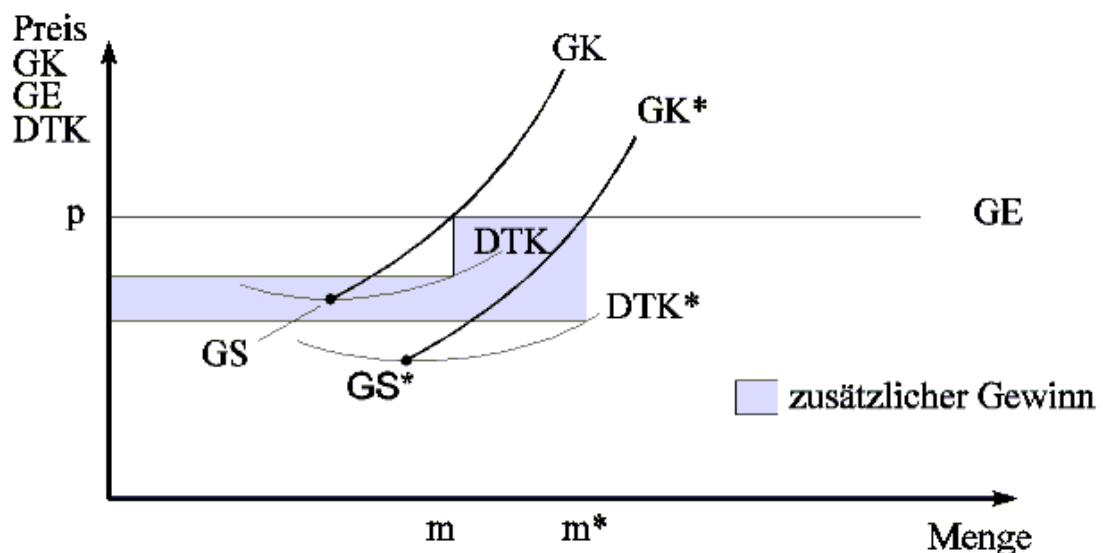
Der charakteristische Verlauf der Grenzkostenkurve (GK) ergibt sich aus dem Gesetz des abnehmenden Grenzertrages, auf das bereits eingegangen wurde. Mit zunehmendem Einsatz ertragssteigernder Produktionsmittel wird der mit der zuletzt eingesetzten Faktoreinheit erzeugte zusätzliche Ertrag immer kleiner bzw. für einen gleich großen Ertragszuwachs muß eine immer größere Faktormenge aufgewendet werden, was ansteigenden Grenzkosten entspricht. Daraus wiederum ergibt sich der Kurvenverlauf der durchschnittlichen totalen Kosten (DTK).

Zwei Stellen des Kostenverlaufes haben eine besondere Bedeutung:

- Die **Gewinnschwelle** (Punkt GS) befindet sich beim Schnittpunkt der Grenzkosten mit den Durchschnittskosten. An dieser Stelle befindet sich das Minimum der Durchschnittskosten, die danach aufgrund steigender Grenzkosten wieder anwachsen. Der Preis p entspricht hier gerade den Stückkosten und es kann kostendeckend produziert werden. Wenn der Preis sinkt, werden die Kosten nicht mehr voll gedeckt und der Betrieb ist ohne strukturelle Anpassungen langfristig nicht mehr lebensfähig. Steigt der Preis, so können die Kosten gedeckt und daneben noch ein Gewinn realisiert werden. Somit ist die Güterproduktion ab diesem Punkt lohnend. **Der Verlauf der Grenzkostenkurve ab diesem Punkt bildet somit das individuelle Agrargüterangebot des Betriebes.**
- Das **Betriebsoptimum** (Punkt BO) liegt dort, wo sich Grenzkosten und Grenzerlös schneiden. Bis zu diesem Punkt kann der Gewinn (schraffierte Fläche) vergrößert werden und erreicht hier sein Maximum. Wird mehr produziert, sinkt der Gewinn wieder.

Die folgende Abbildung 3 zeigt, wie sich der technische Fortschritt im allgemeinen auf die Kostenstrukturen auswirkt. Bei der Betrachtung des technologischen Umfeldes wurde bereits festgestellt, daß sich biologisch-technischer Fortschritt in einer Senkung der Produktionskosten ausdrücken kann (der ebenfalls erklärte Effekt der Ertragsausdehnung wird per Annahme in dieser Untersuchung ausgeschlossen). In der Graphik verschieben sich die Kostenkurven nach rechts unten. Im allgemeinen Fall liegt die neue optimale Produktionsmenge m^* bei gleich bleibendem Preis p weiter rechts als die ursprüngliche Menge m . Die schraffierte Fläche entspricht dann dem zusätzlichen Gewinn.

Abbildung 3: Veränderung der Kostenkurven eines Betriebes durch biologisch-technischen Fortschritt

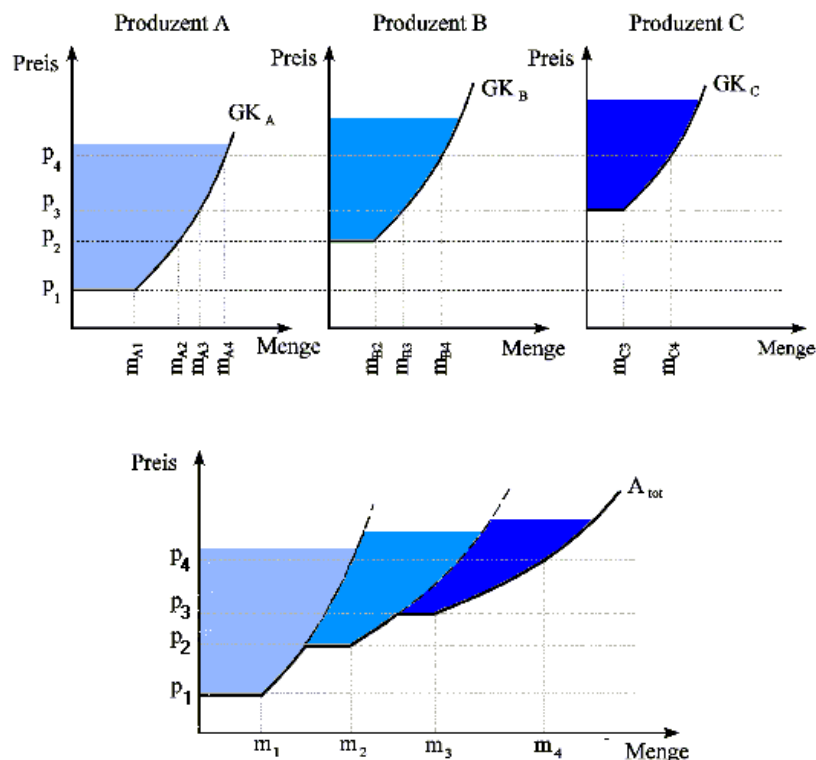


Der Einsatz des technischen Fortschrittes ermöglicht Einsparungen. Solange die Kosten für die neue Technologie nicht höher sind als die erwähnten Einsparungen von variablen Kosten, sinken die Grenz- und die totalen Durchschnittskosten. Das Betriebsoptimum ($GK = GE$) stellt sich bei einer neuen Produktionsmenge m^* ein. Die Ausdehnung der Produktion bei gleichzeitig tieferen Kosten vergrößert in der Folge den Gewinn und damit das Einkommen der Landwirte. Diese Effekte wären kleiner, wenn die mit der neuen Technologie erzeugten Nahrungsmittel auf dem Markt zu einem tieferen Preis verkauft würden. Bei sinkenden Grenzerlösen (GE) würde sich das individuelle Angebot nicht in gleichem Maße ausdehnen, und der zusätzliche Gewinn wäre wieder kleiner.

3.6. Auswirkungen auf das sektorale Agrargüterangebot - Aggregation der einzelbetrieblichen Angebotsmengen zum Sektorangebot

Im Rahmen der Diskussion der Auswirkungen des technischen Fortschrittes auf die Kostenstruktur und den Gewinn des einzelnen Landwirtes wurde das individuelle Güterangebot dargestellt. Die Angebotsfunktion des einzelnen Landwirtes entspricht bei unterstelltem gewinnmaximierendem Verhalten der Grenzkostenfunktion. Basierend auf den dort angestellten Überlegungen kann nun das Gesamtangebot des Agrarsektors abgeleitet werden. Zur Illustration wird in der folgenden Abbildung 5 das Gesamtangebot dreier Anbieter mit den Grenzkostenkurven GK_A , GK_B , GK_C dargestellt. Das Gesamtangebot ergibt sich durch die Addition dieser drei einzelbetrieblichen Angebotskurven.

Abbildung 4: Aggregation vom Einzel- zum Sektorangebot



Beim Preis p_1 nimmt nur der Produzent A die Produktion auf, da der Preis über der Gewinnschwelle liegt. Für die beiden anderen Produzenten liegt dieser Preis unterhalb ihrer Gewinnschwelle, weshalb sie nicht in die Produktion einsteigen. Bis zum Preis p_2 dehnt sich das Angebot A_{tot} entlang der Grenzkostenkurve von A aus. Ab dem Preis p_2 steigt auch B in die Produktion ein. Sein Angebot wird zum Angebot des Produzenten A hinzugefügt. Analog kommt ab dem Preis p_3 das Angebot des Produzenten C hinzu.

In der Realität sind eine Vielzahl von Produzenten vorhanden, weshalb die sektorale Angebotsfunktion als eine von links unten nach rechts oben verlaufende Funktion ohne Sprünge dargestellt werden kann.

Hier stellt sich die Frage, wie der Markt auf Änderungen reagiert.

Marktgleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage

Theoretisch entsteht ein Marktgleichgewicht, wenn die von den Produzenten bei einem bestimmten Preis angebotene Gütermenge in vollem Umfange durch die Konsumenten zu diesem Preis nachgefragt wird. Dieser Fall kommt insbesondere bei Agrargütern nur selten vor, da die diversen staatlichen Maßnahmen (z.B. Garantiepreise für Produzenten, Kontingentierung der Produktionsmengen) störend auf die Bildung eines Marktgleichgewichtes wirken. Zur theoretischen Diskussion möglicher Auswirkungen produktionstechnischer Entwicklungen auf den Markt muß jedoch vereinfachend von einem Gleichgewichtszustand ausgegangen werden.

Aus den bisherigen Ausführungen wurde ersichtlich, daß in der Regel eine Angebotskurve im Preis-Mengendiagramm⁷ von unten links nach oben rechts verläuft. Je höher der Produktpreis, desto mehr wird produziert. Für die Konsumenten von Agrarprodukten gilt gerade der umgekehrte Zusammenhang: je höher der Preis, desto weniger wird konsumiert. Nachfragekurven verlaufen somit im Mengen-Preis-Diagramm in der Regel von links oben nach rechts unten. Die Diskussion um den Kurvenverlauf ist aber nicht vollständig, wenn ignoriert wird, daß sowohl die Angebots- als auch die Nachfragekurve unterschiedlich steil verlaufen können:

- Die **Angebotskurve** verläuft um so steiler, je kürzer der Reaktionszeitraum und der Betrachtungszeitraum ist. Zum Beispiel ist kurzfristig die Fläche begrenzt und eine Ausdehnung der Produktion bei steigenden Preisen auf mehr Fläche ist nicht möglich.
- Die Nachfragekurve verläuft um so flacher, je stärker die Konsumenten auf Preisveränderungen reagieren. Bei Agrargütern verlaufen die Kurven deshalb relativ steil, weil viele Produkte zum Ernährungsgrundbedarf gehören (z.B. Brot, Kartoffeln) und somit auch bei höherem Preis benötigt werden bzw. bei einem niedrigeren Preis kein Mehrkonsum erfolgt.

⁷ Ein Preis-Mengen-Diagramm ist die Bezeichnung für ein aus der Mathematik bekanntes zweidimensionales Koordinatensystem, worin die Zusammenhänge zwischen einer Güter- oder Faktormenge (x-Achse) und deren Preis (y-Achse) dargestellt werden können.

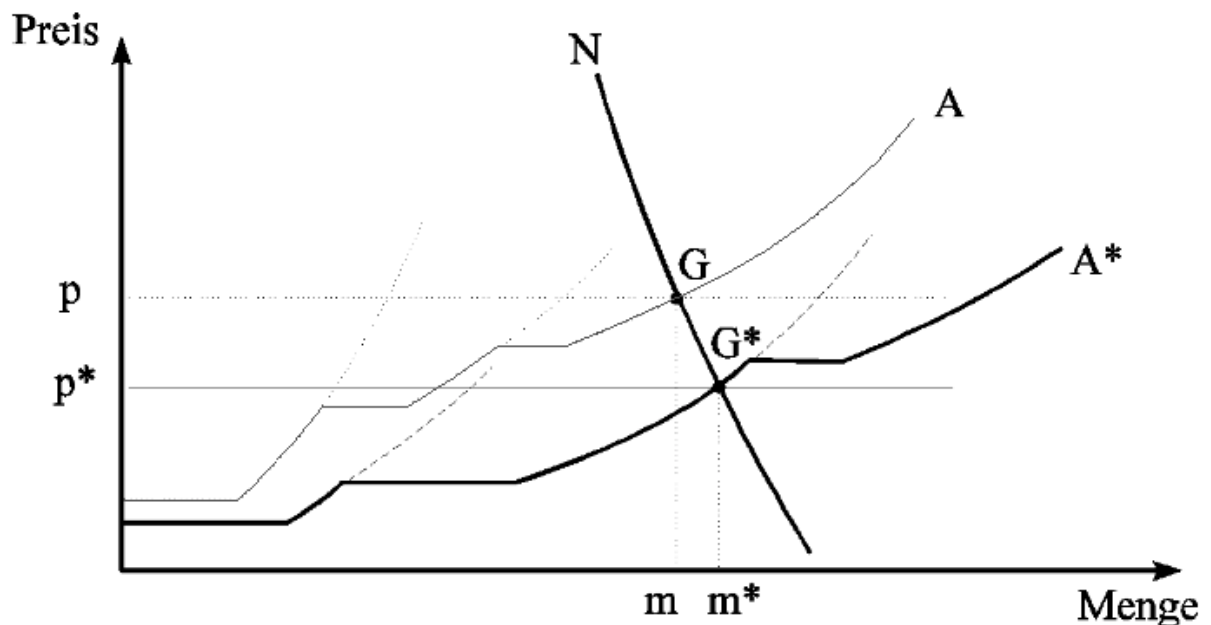
- Wenn sich nun eine oder beide Kurven verschieben, verändert sich das Marktgleichgewicht. Ein neuer Gleichgewichtspreis stellt sich ein.

Im folgenden Abschnitt wird daher die mögliche, durch biologisch-technischen Fortschritt induzierte Verschiebung des Marktgleichgewichtes erläutert.

Verschiebung des Marktgleichgewichtes durch biologisch-technischen Fortschritt

Es wurde bereits gezeigt, daß technischer Fortschritt kostensenkend wirken kann. Wenn sich die einzelbetrieblichen Grenzkostenkurven aufgrund des biologisch-technischen Fortschritts verändern, dann ändert sich auch das Sektorangebot. Die nachstehende Abbildung 6 zeigt die Angebotskurve A , wie sie in den vorigen Abschnitten hergeleitet wurde. Analog können die veränderten Grenzkostenkurven zusammengezogen werden, es entsteht die neue Angebotskurve A^* . Werden sowohl die ursprüngliche als auch die neue Angebotskurve (A und A^*) der Nachfragekurve N gegenübergestellt, so läßt sich erkennen, daß sich das Marktgleichgewicht von G nach G^* verschiebt. Dies hat in einem freien Markt zur Folge, daß sich der Gleichgewichtspreis von p auf das Niveau von p^* senkt. Gleichzeitig dehnt sich die sektorale Angebotsmenge von m auf m^* aus.

Abbildung 5: Verschiebung der sektoralen Angebotskurve



Die Preissenkung macht sich bei jedem einzelnen Produzenten bemerkbar und die anfänglichen zusätzlichen Gewinne werden wieder reduziert. Der neue Preis p^* liegt nun aber so tief, daß der Produzent C mit dem höchsten der drei Kostenniveaus seine Kosten nicht mehr decken kann (siehe Abbildung 6). Seine Gewinnschwelle liegt höher als der Gleichgewichtspreis. Wenn er seine Produktionskosten nicht senken kann, muß er langfristig die

Produktion aufgeben und wird vom Markt verdrängt. **Der technische Fortschritt kann also neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik ebenfalls eine Wirkung auf den Strukturwandel in der Landwirtschaft ausüben.**

3.7. Zusammenfassung der Auswirkungen des technischen Fortschrittes auf das Agrargüterangebot

- Das **Angebot an Agrargütern** wird durch eine Vielzahl von Einflußfaktoren bestimmt, wie den Preisen für die erzeugten Produkte und den dazu notwendigen variablen Produktionsfaktoren, den Produktionskapazitäten, dem Technologiestand, dem wirtschaftlichen und politischen Umfeld, den Zielsetzungen des Landwirts und dem Einfluß von Zufallsfaktoren (z.B. Witterung).
- Die Annahme, daß Landwirte und andere private Unternehmer primär eine **Maximierung des Gewinnes und des Einkommens** anstreben, stellt eine zuwenig differenzierte Abbildung der Realität dar. Neben den ökonomischen Zielen sind auch **Ziele und Wertvorstellungen** allgemeiner Art von Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von technischem Fortschritt sind dabei u.a. der Wunsch nach *sozialer Anerkennung*, die *Sinnerfüllung* beim Leben und Arbeiten (ethische Überlegungen) und *Freizeit* (Arbeitszeiterparnis) relevant.
- Die Bereitschaft der Landwirte zur **Übernahme einer neuen Technologie** ist von verschiedenen Faktoren abhängig: dem Zielsystem des Landwirts, den erwarteten Effekten auf der Kosten bzw. der Ertragsseite, den vorhandenen Informationen über die Technologie und der Verfügbarkeit von Alternativen, dem Risikoverhalten des Landwirts, den erwarteten Reaktionen der Konsumenten und der Abhängigkeit der Technologie von der Größe der Betriebe. Daneben ist der Zeitpunkt der Übernahme einer Technologie von Bedeutung, da sich beim späten Einstieg die Gewinne (sog. "windfall-profits") der Innovatoren durch Nachahmer wieder verkleinern.
- Das Entscheidungsverhalten des Landwirte wird durch die vorhandene **Information** bestimmt. Je nach Kenntnisstand bezüglich der zielrelevanten Größen wird zwischen: *Sicherheitssituation*, *Risikosituation* und *Ungewißheitssituation* unterschieden. Die Entscheidungssituation, technischen Fortschritt einzusetzen, stellt eine Ungewißheitssituation dar.
- Der produktionstechnische Zusammenhang von einem Inputfaktor (z.B. Dünger) und Output (z.B. Weizen) kann in Form von **Produktionsfunktionen** mathematisch und graphisch dargestellt werden. Durch biologisch-technischen Fortschritt verändert

sich die Produktionsfunktion und gleichzeitig auch das optimale Input / Outputverhältnis. Letzteres ist dann erreicht, wenn der durch die letzte Einheit Dünger erzielte Weizenerlös (Grenzerlös) den Kosten für diese Einheit Dünger (Grenzkosten) entspricht. Falls sich unter der Annahme konstanter Faktorpreise für neue Produkte ein anderer Marktpreis ergibt (neuer Grenzerlös), so wird im Falle höherer Preise z.B. der Düngereinsatz erhöht, im Falle tieferer Preise reduziert.

- Bei Verwendung mehrerer variabler Inputfaktoren (z.B. Dünger, Pflanzenschutzmittel, Kosten der Bodenbearbeitung etc.) ergibt sich das **Angebotsoptimum des einzelnen Landwirtes** dort, wo die Summe aller Grenzkosten dem Grenzerlös ($GK = GE$) entspricht. An diesem Punkt ist der Gewinn maximal. Ein Gewinn entsteht, sobald der Preis mindestens den Durchschnittskosten (Stückkosten) entspricht und somit kostendeckend produziert werden kann.
- Das **sektorale Agrargüterangebot** ergibt sich aus der Aggregation der individuellen Güterangebote der einzelnen Landwirte. Eine aufgrund des Einsatzes technischen Fortschrittes auf der Ebene des Einzelbetriebes erfolgende Erhöhung der Angebotsmenge führt zu einem größeren sektoralen Angebot. Wenn gleichzeitig die durch die Konsumenten nachgefragte Gütermenge gleich bleibt, entsteht ein Angebotsüberhang und die Produktpreise sinken. Dadurch wird für die Landwirte, deren Gewinnschwelle höher liegt als der neue Preis, die Produktion unattraktiv. Der biologisch-technische Fortschritt kann also neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik eine Wirkung auf den Strukturwandel innerhalb der Landwirtschaft haben.

4. Volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes neuer Technologien, des technischen Fortschrittes anhand von Wohlfahrtsveränderungen

Beurteilung der Effizienz der Agrarproduktion, Ursachen von Ineffizienzen

Gemäß der ökonomischen Theorie führt vollständiger Wettbewerb zu einer effizienten Ressourcenverwendung, wobei die beobachteten Güterpreise die Knappheit der Produktionsfaktoren widerspiegeln. Bei **vollständigem Wettbewerb** wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Anbieter und Nachfrager sind Mengenanpasser⁸
- es gibt keine Preisabsprachen
- es herrscht Markttransparenz mit homogenen Gütern
- Marktanpassungen erfolgen ohne zeitliche Verzögerung
- Marktteilnehmer verhalten sich wirtschaftlich rational
- es gibt keinen Staatseinfluß.

Obschon vollständiger Wettbewerb einen theoretischen Idealzustand darstellt, treten innerhalb der Volkswirtschaft und zwar speziell in der Agrarproduktion beachtliche Wettbewerbsverzerrungen auf:

- Einer großen Zahl von Landwirten (Mengenanpasser) tritt auf der Nachfrageseite ein stark konzentrierter Lebensmittelhandel gegenüber; die Gefahr der Nachfragekonzentration wächst weiter.
- Die Land- bzw. Forstwirtschaft stellt nicht nur homogene Güter her. Die Landschaftspflege - die als Nebeneffekt einer nachhaltigen Bewirtschaftung mit Direktzahlungen abgegolten wird - hat keinen eigentlichen Preis und kann nicht über einen Markt koordiniert werden. Bedingt durch das vielfältige Aufgabenspektrum der Land- und Forstwirtschaft besteht - um die verschiedenen Funktionen der Landwirtschaft zu ermöglichen - ein Agrarinterventionismus. Dieser bedingt Eingriffe des Staates, die einer effizienten Ressourcenverwendung zuwiderlaufen.

⁸ Im Zustand, wo sehr viele Anbieter sehr vielen Nachfragern gegenüberstehen sind diese beiden Gruppen Mengenanpasser. Weil der einzelne Produzent "machtlos" gegenüber seinen Mitkonkurrenten ist, hat er keinen Einfluß auf die Preise und kann sein Unternehmensergebnis nur durch "mehr oder weniger" Produktion bestimmen. Gleichzeitig hat der einzelne Nachfrager keine Möglichkeit, die Preise zu drücken, da die Konkurrenz zu groß ist.

- Marktanpassungen erfolgen mit zeitlichen Verzögerungen. Sowohl in der Pflanzenproduktion als auch in der Tierhaltung lassen sich Anpassungen an veränderte Rahmenbedingungen nicht sofort vornehmen, sondern erst mit zeitlichen Verzögerungen.
- Das Zielsystem eines Landwirtes ist sehr vielseitig und enthält nicht nur rationale Verhaltensweisen.

Es gibt somit viele Ursachen für Ineffizienzen im Agrarsektor, die sich nur teilweise beheben lassen. Die Hauptursachen der Ineffizienzen, das Marktversagen aufgrund des unterschiedlichen ökonomischen Charakters der vielfältigen landwirtschaftlichen Leistungen und die staatlichen Eingriffe, ergeben sich aber direkt aus dem Anforderungsprofil an die Landwirtschaft.

4.1. Wohlfahrtstheoretische Analyse unter Berücksichtigung der Umwelt

Sowohl bei der Betrachtung der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, als auch bei der Effizienzanalyse werden die Interdependenzen zwischen der Wirtschaft und der Umwelt vernachlässigt. Als Wohlfahrtsmaßstab sind somit beide unvollständig. In einer wohlfahrtstheoretischen Analyse über die Auswirkungen des technischen Fortschrittes bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen müssen nebst den Vor- und Nachteilen für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat auch die Auswirkungen auf die Umwelt betrachtet werden.

Das Rentenkonzept als Maßstab für Wohlfahrtsveränderungen

Als einfache Bewertungsgrundlage wird in der angewandten Wohlfahrtsökonomie⁹ das Rentenkonzept verwendet. Damit lassen sich Wohlfahrtseffekte für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat bzw. die Steuerzahler darstellen und beurteilen. Die Ausgangslage der Betrachtung stellt jeweils ein partielles Gleichgewicht¹⁰ dar.

Für die Nachfrager eines Gutes entspricht der Nutzen eines Gutes der individuellen Wohlfahrt. Der Nutzen eines Gutes kann durch die maximale Zahlungsbereitschaft der Konsumenten gemessen werden. Die aggregierten individuellen Zahlungsbereitschaften ergeben die Nachfragekurve. Die Fläche unterhalb der Nachfragekurve entspricht den individuellen Nutzenniveaus und dient der gesellschaftlichen Wohlfahrtsmessung. Bei einem geltenden

⁹ Die angewandte Wohlfahrtsökonomie versucht auf der Basis der theoretischen Konzepte der Wohlfahrtsökonomie eine quantitative Beurteilung von Wohlfahrtseffekten (z.B. Wirkung von Zöllen).

¹⁰ Als partielles Gleichgewicht wird ein Gleichgewicht auf einem einzelnen Markt bezeichnet. Dabei wird von konstanten Produkt- und Faktorpreisen auf den nicht betrachteten Märkten ausgegangen.

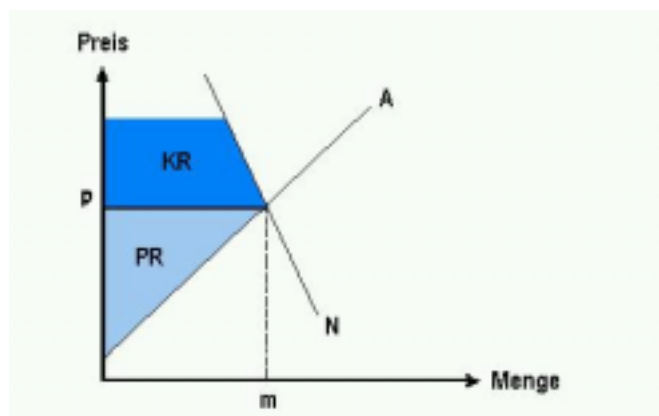
Preis (p) entspricht die **Konsumentenrente** (KR) in der folgenden Abbildung 7 dem aggregierten Nutzen, den die Konsumenten beim Kauf der Menge (m) erhalten. Innerhalb dieses Bereiches wären die Konsumenten bereit, mehr für das Gut zu bezahlen, sie müssen dies jedoch nicht, da der Preis bei p liegt. Je tiefer also der Preis eines Gutes liegt, desto größer ist der aggregierte Nutzenüberschuß für die Konsumenten (Konsumentenrente).

Die Produzenten eines Gutes verfolgen mit der Produktion die Annahme eine Gewinnmaximierung. Die Angebotskurve entspricht definitionsgemäß der aggregierten Grenzkostenfunktion der einzelnen Anbieter. Die Fläche unterhalb der Angebotskurve entspricht somit dem Aufwand für die variablen Produktionsfaktoren (z.B. Dünger, Futtermittel). Die Fläche oberhalb der Kurve verbleibt für die Abgeltung der fixen Faktoren (z.B. Arbeit des Betriebsleiters) plus Gewinn und ist somit ein gutes Annäherungsmaß für den Nutzen (Gewinn) der Produzenten. Als **Produzentenrente** (PR) wird diejenige Fläche bezeichnet, die oberhalb der Angebotskurve, jedoch unterhalb des geltenden Produzentenpreises liegt: Innerhalb dieses Bereiches wären die Produzenten bereit, einen tieferen Preis für ein Gut zu akzeptieren; sie müssen dies jedoch nicht, da der Preis bei p liegt. Je höher also der Preis eines Gutes liegt, desto größer ist der Nutzenüberschuß der Produzenten (Produzentenrente). In der folgenden Abbildung 7 werden die Konsumenten- und Produzentenrente in einem partiellen Marktgleichgewicht dargestellt.

Verschiebt sich nun das Marktgleichgewicht aufgrund einer veränderten Nachfrage- oder Angebotssituation, so verändern sich auch die Produzenten- und die Konsumentenrente (PR und KR). Um die Veränderungen der Nettowohlfahrt ΔNW zu berechnen, werden die Veränderungen der beiden Renten addiert. $\Delta NW = \Delta PR + \Delta KR$

Dieses Vorgehen birgt die Problematik in sich, daß nicht in jedem Fall zum Beispiel ein Verlust einer Einheit Konsumentenrente mit einer Einheit gewonnener Produzentenrente kompensiert werden kann.

Abbildung 6: Konsumenten- und Produzentenrente

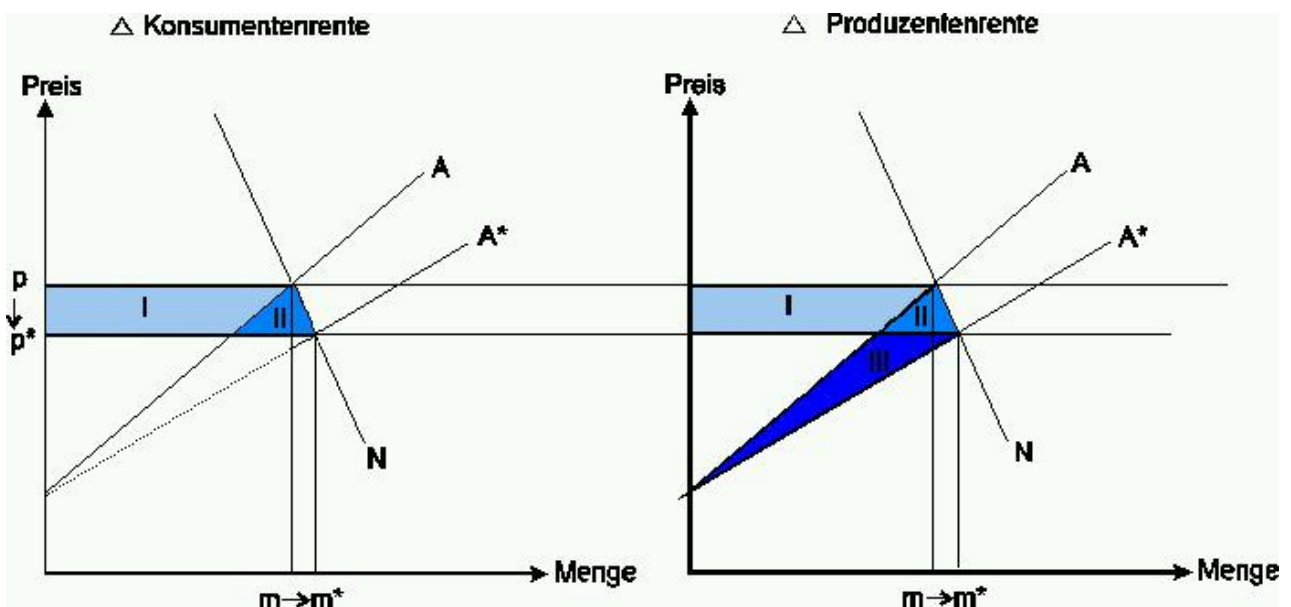


4.2. Auswirkung des technischen Fortschritts auf die Nettowohlfahrt

Der biologisch-technische Fortschritt führt im Regelfall zu sinkenden Grenzkosten in der Produktion und somit zu einer Veränderung des sektoralen Angebotes von A nach A*. Dadurch sinken die Preise auf das Niveau p*.

In der folgenden Abbildung 8 sind die Veränderungen von Produzenten- und Konsumentenrente dargestellt, wie sie sich in einem partiellen Marktgleichgewicht ergeben, sofern keine Veränderung der Nachfragekurve eintritt und der Staat nicht mittels marktpolitischer Maßnahmen ein Absinken der Preise verhindert. Zur besseren Übersicht sind die Rentenveränderungen in zwei Marktdiagrammen einzeln dargestellt.

Abbildung 7: Veränderung der Netto-Wohlfahrt bei biologisch-technischem Fortschritt



Die Wohlfahrtsveränderungen ergeben sich aus der Bilanzierung folgender Flächen:

$$\begin{aligned}
 \Delta KR &= \text{Fläche I} + \text{Fläche II} \Rightarrow \Delta KR > 0 \\
 \Delta PR &= (\text{Fläche II} + \text{Fläche III}) - (\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) \\
 &= \text{Fläche III} - \text{Fläche I} \\
 \Delta NW &= \Delta PR + \Delta KR \\
 &= (\text{Fläche III} - \text{Fläche I}) + (\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) \\
 &= \text{Fläche III} + \text{Fläche II} \Rightarrow \Delta NW > 0
 \end{aligned}$$

Aus der Darstellung wird ersichtlich, daß sich die Konsumentenrente vergrößert. Bei der Produzentenrente kann keine eindeutige Aussage gemacht werden. Der Verlauf der ursprünglichen und der neuen Angebots- sowie der Nachfragefunktion bestimmen die Größe der Flächen I und III. Davon ist abhängig, ob die Produzentenrente durch den biologisch-

technischen Fortschritt größer (gewonnene Rente III > eingebüßte Rente I) oder kleiner (III < I) wird. Durch die Flächen II und III resultiert aber in der Gesamtbilanz ein Nettowohlfahrtsgewinn (Δ NW).

Aufgrund des einfachen Konzeptes darf aber nicht voreilig der Schluß gezogen werden, daß der technische Fortschritt in jedem Fall zu einer Wohlfahrtsverbesserung führen muß. Die Aussagen dürfen nur vor dem Hintergrund der recht strengen Annahmen betrachtet werden, welche der Methode zugrunde liegen¹¹.

4.3. Auswirkung der technologischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt unter Einbezug der Umwelt

Um einer vollständigen wohlfahrtstheoretischen Betrachtung gerecht zu werden, ist das dargestellte Rentenkonzept zu erweitern. Es sind zusätzlich auch die Auswirkungen auf die Umwelt in die Analyse zu integrieren, da sich erst dann beurteilen läßt, ob durch den Einsatz neuer Technologien und / oder durch die gleichzeitige Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen Veränderungen der Nettowohlfahrt (Δ NW) ausgelöst werden.

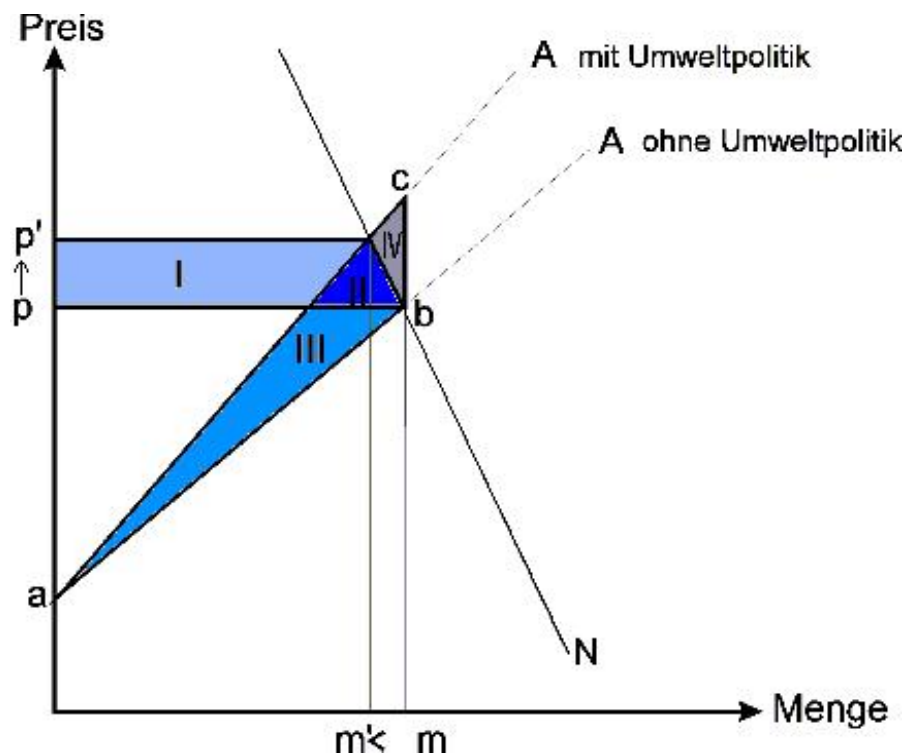
Nach der ökonomischen Theorie ist die Güterproduktion dann optimal, wenn die von den Produzenten angebotene Menge von den Konsumenten gerade auch nachgefragt wird, wenn also die aggregierten Grenzkosten der Produktion der Zahlungsbereitschaft der Nachfrager entspricht. Entsteht nun durch die Produktion dieses Gutes eine Belastung der Umwelt, so entspricht die Grenzkostenkurve der Unternehmer nicht dem tatsächlichen Kostenverlauf. Durch die **negativen Externalitäten** entstehen Kosten, die aufgrund des Marktversagens bei externen Effekten nicht freiwillig vom Unternehmer getragen werden. Mittels einer Besteuerung der umweltbeeinflussenden Produktionsaktivitäten (z.B. Düngersteuer) werden Umwelteffekte auf die verursachenden Produzenten überwältigt, wodurch sich die Grenzkosten der Produzenten erhöhen. Die aggregierten neuen Grenzkostenfunktionen ergeben eine neue Angebotskurve, und das ursprüngliche Marktgleichgewicht verschiebt sich.

In der folgenden Abbildung 9 ist auf der waagrechten Achse die Menge eines Produktes und auf der senkrechten Achse dessen Preis dargestellt. Punkt *b* entspricht dabei dem ursprünglichen Marktgleichgewicht einer Situation ohne Umweltpolitik ($A_{\text{ohne Umweltpolitik}}$), bei dem die Menge *m* zum Preis *p* produziert und gekauft wird. Durch die Erzeugung der Pro-

¹¹Beim Rentenkonzept wird insbesondere von einem konstanten Grenznutzen der Einkommen, Nutzenmaximierung der Konsumenten, Gewinnmaximierung der Produzenten, Vollbeschäftigung und vollständiger Konkurrenz ausgegangen.

duktmenge m entstehen aber externe Effekte (z.B. Folgen von Überdüngung oder Erosionsschäden) im Umfang der Fläche abc . Diese sind umso größer, je mehr Produkte erzeugt werden. Werden die Kosten dieser negativen Umwelteffekte über eine Steuer in vollem Umfange auf die Produzenten überwältzt, erhöhen sich die Grenzkosten der Produzenten und das Angebot geht zurück ($A_{\text{mit Umweltpolitik}}$). Bei unveränderter Nachfrage entsteht ein neues Marktgleichgewicht mit der Menge m' und dem Preis p' . Das höhere Preisniveau p' bedeutet für die Konsumenten ein Verlust ihrer Rente, weil sie nun mehr für eine Produkteinheit bezahlen müssen. Die Produzenten dagegen kommen in Genuß höherer Preise für ihr Gut und ihre Rente steigt. Allerdings ist diese Steigerung zumindest teilweise durch die Steuerbelastung kompensiert. Zudem entstehen aufgrund der rückläufigen Produktion weniger externe Effekte (ΔE).

Abbildung 8: Netto-Wohlfahrt unter Einbeziehung externer Effekte



Die Wohlfahrtsveränderungen ergeben sich aus der Bilanzierung folgender Flächen:

$$\begin{aligned}
 \Delta KR &= - (\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) \Rightarrow \Delta KR > 0 \\
 \Delta PR &= \text{Fläche I} - \text{Fläche III} \\
 \Delta E &= - (\text{Fläche II} + \text{Fläche III} + \text{Fläche IV}) \\
 \Delta NW &= \Delta PR + \Delta KR + \Delta E \\
 &= (\text{Fläche I} - \text{Fläche III}) + (-\text{Fläche I} - \text{Fläche II}) + \\
 &\quad (\text{Fläche II} + \text{Fläche III} + \text{Fläche IV}) \\
 &= \text{Fläche IV} \Rightarrow \Delta NW > 0
 \end{aligned}$$

Im Vergleich zur Situation ohne Umweltpolitik verbessert sich die Nettowohlfahrt (Fläche IV), wenn die Kosten externer Effekte z.B. mittels einer Steuer auf den Produzenten überwältigt werden. Die Rentenverluste der Konsumenten und je nach Lage der Angebotskurve auch der Produzenten werden durch die verbesserte Umweltqualität überkompensiert.

4.3. Zusammenfassende volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes des technischen Fortschrittes.

Zur Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einsatzes des technischen Fortschrittes dient der **wohlfahrtstheoretische Ansatz unter Einbezug der Umwelt** dazu, Aussagen über die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt ("Lebensqualität") zu machen. Dabei interessiert u.a. die Frage, wie sich mit dem Einsatz der neuen Technologie die sozialen Kosten im Zusammenhang mit möglichen Umweltschäden verändern.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die ökonomischen Auswirkungen eines Einsatzes von neuen Technologien in den Bereichen Land, Forst und ländlicher Raum, also des technischen Fortschrittes können aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive wie folgt zusammengefaßt werden:

A.) Die *Bereitschaft der Land- bzw. Forstwirte zur Übernahme einer neuen Technologie* ist von verschiedenen Faktoren abhängig. In diesem Zusammenhang sind anzuführen:

- Das ***Zielsystem des Land-(Forst-)wirtes***: Neben ökonomischen Zielen (z.B. Gewinnmaximierung) sind auch Ziele und Wertvorstellungen allgemeiner Art von Bedeutung (z.B. soziale Anerkennung; ethische Überlegungen, Sinnerfüllung beim Leben und Arbeiten, mögliche Arbeitszeiterparnis einer neuen Technologie, Wunsch nach mehr Freizeit).
- Die erwarteten ***Effekte auf der Kosten- bzw. der Ertragsseite***: Der Landwirt erwartet Arbeitserleichterungen, Verringerung von Nebentätigkeiten (Aufzeichnungsverpflichtungen) und Produktionskosteneinsparungen.
- Die vorhandenen ***Informationen über die Technologie***: Die Entscheidungssituation, technische Neuerungen einzusetzen, bildet eine Ungewißheitssituation. Weiters ist die zukünftige Entwicklung der politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ebenfalls unsicher. Entscheidend ist auch der Zeitpunkt einer Übernahme neuer Technologien, da sich beim späten Einstieg die Gewinne (sog. "windfall-profits") der Innovatoren und frühen Übernehmer durch zu viele Nachahmer wieder verkleinern.
- Die ***Betriebsgrößenabhängigkeit der Technologie***: Die Anwendung von biologisch-technischem Fortschritt ist weitgehend betriebsgrößenneutral und daher auch für strukturell benachteiligte Produzenten nutzbar.
- Falls sich ein Produzent für die Nutzung der neuen Technologie entscheidet, verändert sich dadurch das Verhältnis von Input zu Output. Dieser produktionstechnische Zusammenhang kann in Form von Produktionsfunktionen mathematisch und graphisch dargestellt werden. Der Einsatz neuer Technologien bewirkt eine ***Veränderung der Produktionsfunktion des Landwirtes***:
- Der Einsatz neuer Technologien führt zu einer ***Verschiebung des optimalen Input / Outputverhältnisses*** (Grenzerlös = Grenzkosten), das sich bei einer größeren Produktionsmenge einstellt. Dadurch steigt der Gewinn und das Einkommen des Land-

wirtes. In der Realität kann aber bei vielen Produkten die Produktionsmenge nicht beliebig ausgedehnt werden.

B.) Der Einsatz neuer Technologien kann neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik eine **Wirkung auf den Strukturwandel** innerhalb der Landwirtschaft haben. Wenn sich aufgrund des Einsatzes neuer Technologien auf der Ebene des Einzelbetriebes die Angebotsmenge erhöht, führt dies aggregiert zu einem größeren sektorialem Angebot. Wenn gleichzeitig die durch die Konsumenten nachgefragte Gütermenge gleich bleibt, entsteht ein Angebotsüberhang, und die Produktpreise sinken. Dadurch wird für die Landwirte, deren Produktionskosten höher liegen als der neue Preis, die Produktion unattraktiv, und sie werden aus dem Markt ausscheiden.

C.) Eine Analyse der **volkswirtschaftlichen Auswirkungen** eines Einsatzes von neuer Technologien wurde anhand einer Möglichkeit dargestellt:

- Bei der **wohlfahrtstheoretischen Analyse** der Auswirkungen der neuen Technologien bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen werden zuerst die Wohlfahrtseffekte für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat betrachtet. Die Verwendung neuer Technologien führt zu sinkenden Grenzkosten in der Produktion, zu einer Veränderung des sektorialen Angebotes und damit bei konstanter Nachfrage zu sinkenden Preisen. Von den tieferen Preisen profitieren die Konsumenten und bei genügend Mehrabsatz auch die Produzenten. Gesamtheitlich resultiert ein Nettowohlfahrtsgewinn.

Werden die möglichen Wohlfahrtseffekte der neuen Technologie auf die Umwelt in die Betrachtung integriert, zeigt sich, daß nur dann ein Nettowohlfahrtsgewinn für die Gesellschaft entsteht, wenn die neue Technologie keine zusätzlichen Belastungen und Gefahren für die Umwelt in sich birgt.

Technischer Fortschritt hat Auswirkungen. Ob und wie es tatsächlich zur Nutzung technischen Fortschritts kommt, welche positiven und negativen Folgen daraus entstehen und wie diese gesellschaftlich zu bewerten sind, das entscheidet sich an einem Geflecht vielfältiger Beziehungen und verschiedener Einflußfaktoren. Die Wechselwirkungen zwischen technischer und gesellschaftlicher Entwicklung sind relevant und werden zusammenfassend am Beispiel des Automobils dargestellt.

- **Technischer Fortschritt verändert Lebensweisen** und steigert die **Produktivität** (*die Erfindung des Automobils hat die räumliche und zeitliche Mobilität der Menschen gesteigert*).
- **Technischer Fortschritt wird nicht überall mit gleicher Wahrscheinlichkeit und gleicher Intensität initiiert** (*die Verbreitung des Automobils erfolgt in einer räumlich und gesellschaftlich differenzierten Art und Weise*).
- **Technischer Fortschritt wirkt wie ein zusätzlicher Produktionsfaktor** (*die Verbreitung des Automobils ist auf Straßenbau, Werkstätten- und Tankstellenlogistik, neue Berufsbilder, Verkehrsrecht, Versicherungen u.a. angewiesen*).
- **Technischer Fortschritt entsteht häufig nicht aus einer technischen Erfindung allein**, sondern aus einem Technologiekomplex, der die Erfindung praktikabel, gesellschaftlich nützlich macht und optimiert (*der Erfolg des Automobils ist nicht allein auf die Erfindung des Verbrennungsmotors zurückzuführen, sondern auch auf Innovationen beim Fahrzeugbau, bei Getriebeentwicklungen, Bereifung etc.*).
- Die **Abwägung von Chancen und Risiken neuer Technologien** wird immer wichtiger und führt gegebenenfalls zur Anpassung technischer Innovationen an gesellschaftliche Anforderungen (*zum Beispiel: Umweltschädigungen, Energieverbrauch, Hybrid-Automobile, alternative Verkehrskonzepte*).
- **Zukunftsorientierte Abwägungen** sollten deshalb prüfen, ob sich Techniken nicht verselbständigen, also von gesellschaftlichen Bedürfnissen und humanen Interessen abwenden (*etwa Aggressivität im Straßenverkehr; Unfallhäufigkeit; Anfall von Schrott und gefährlichem Müll; Abgase; gesteigerte Gesundheitskosten usw.*).

Solche und weitere Wechselwirkungen zwischen technischem Fortschritt und der Entwicklung von Gesellschaften sollen sich dabei möglichst an zukunftsorientierten Schlüsseltechnologien orientieren. Geomatiktechnologien sind derartige Schlüsseltechnologien.

Literaturangaben:

- v. Alvensleben R., Steffens M., 1990, Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher - Empirische Relevanz in: Buchholz E.H., Neander E. und Schrader H. (Hrsg.): Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft - Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung -, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus, Bd. 26
- Bamberg G. und Coenenberg G., 1994, Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, Augsburg
- Beusmann V., 1992, Betriebs- und volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes herbizid-resistenter Nutzpflanzen, Entwurf, Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig
- Dubs R., 1983, Volkswirtschaftslehre, Bern und Stuttgart
- Gardner B. L., 1990; The economics of agricultural policies; New York
- Henrichsmeyer W., Gans O., Everts I., 1978, Einführung in die Volkswirtschaftslehre, Stuttgart
- Henrichsmeyer W., H.Witzke, 1991, Agrarpolitik Band 1 - Agrarökonomische Grundlagen, Stuttgart.
- Lohner M., 1995, Verändertes Nachfrageverhalten bei Nahrungsmitteln durch Wertewandel und Auswirkungen auf den Umfang der vertikalen Kooperation in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Agrarwirtschaft Sonderheft 146, Frankfurt a. Main
- Pezzatti M., S. Anwander, P. Rieder, B. Lehmann (o.J.): Ökonomische Auswirkungen eines Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge; Institut für Agrarwirtschaft, ETH Zürich
- Samuelson P., 1967, Volkswirtschaftslehre, Köln.
- Schumann J., 1992, Grundzüge der mikroökonomischen Theorie, Münster und Berlin
- Tsakok I., 1990, Agricultural Price Policy, Cornell University Press, Ithaca und London.