

1. Modellstrukturen

An der Ertragsbildung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen sind vier verschiedene Faktorenkomplexe beteiligt, die in sich wiederum weiter untergliedert werden können (Abbildung 1 auf Seite 258).

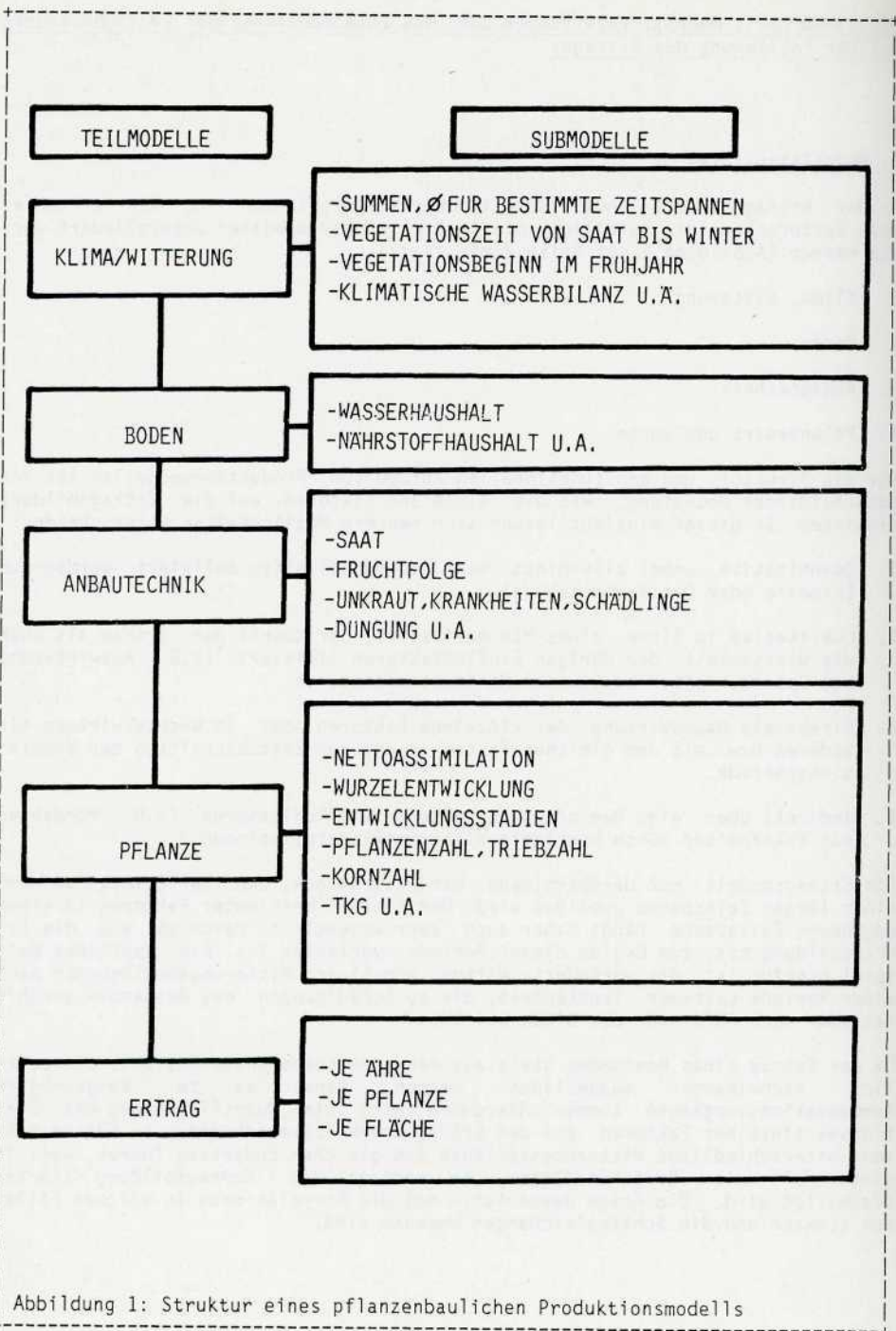
1. Klima, Witterung
2. Boden
3. Anbautechnik
4. Pflanzenart und Sorte

Für die Struktur und den funktionellen Aufbau von Produktionsmodellen ist von entscheidender Bedeutung, wie die einzelnen Faktoren auf die Ertragsbildung einwirken. In dieser Hinsicht lassen sich mehrere Möglichkeiten unterscheiden:

1. Quantitative, wobei allerdings noch der Funktionstyp definiert werden muß (Lineare oder Optimumbeziehung).
2. Qualitative im Sinne eines Minimumfaktors, der sowohl den Ertrag als auch die Wirksamkeit der übrigen Einflußfaktoren limitiert (z.B. Auswinterung bei Unterschreiten bestimmter Minimumtemperaturen).
3. Direkt als Hauptwirkung der einzelnen Faktoren oder in Wechselwirkung mit anderen bzw. mit dem gleichen Faktor in anderen Zeitabschnitten der Vegetationsperiode.
4. Indirekt über eine Beeinflussung anderer Einflußfaktoren (z.B. Förderung von Krankheiten durch bestimmte Witterungskonstellationen).

Ein Ertragsmodell muß darüberhinaus berücksichtigen, daß der Ertrag während einer langen Zeitspanne gebildet wird. Der Einfluß bestimmter Faktoren in einer gegebenen Zeitspanne hängt daher auch sehr wesentlich davon ab, wie die Ertragsbildung bis zum Beginn dieser Periode verlaufen ist. Ein typisches Beispiel hierfür ist die veränderte Wirkung günstiger Witterungsbedingungen nach einer Periode extremer Trockenheit, die zu Schädigungen des Bestandes geführt hat oder nach Abfrieren der Blüte bei Obst.

Da der Ertrag eines Bestandes stets aus mehreren Komponenten besteht, die zeitlich nacheinander ausgebildet werden, kann es zu ausgeprägten Kompensationsvorgängen kommen. Hierdurch wird die Quantifizierung des Einflusses einzelner Faktoren auf den Ertrag erheblich erschwert. So können z.B. sehr unterschiedliche Witterungsverläufe zum gleichen Endertrag führen, weil in einem Fall die Bestandesdichte, im anderen die Kornausbildung stärker begünstigt wird. Die Folge davon ist, daß die Korrelationen in solchen Fällen nur schwach und die Schätzgleichungen ungenau sind.



2. Aggregationsebene und Modelltypen

Wie differenziert ein Modell sein muß, und welche Einflußfaktoren im einzelnen zu berücksichtigen sind, hängt in erster Linie davon ab, für welche Aggregationsebene ein Modell entwickelt wird, und welche Zielsetzungen mit einem Modell verfolgt werden. Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Faktoren und der Struktur der Modelle besteht ein erheblicher Unterschied, je nachdem ob ein kausal zu interpretierendes Modell zur Schätzung des Ertrages einer Pflanze oder eines einheitlichen Bestandes auf einer kleinen Fläche erstellt, oder ob der Durchschnittsertrag eines Gebietes geschätzt werden soll. Theoretisch ist es zwar möglich, den Durchschnittsertrag größerer Gebiete durch nachträgliche Aggregation vieler Einzelschätzungen für homogene Teilflächen zu schätzen. Praktikabel sind solche Verfahren in der Regel jedoch nicht.

Die einfachere Lösung sind in solchen Fällen empirische (statistische) Modelle, die neben einem Trendwert, der Veränderungen in der Leistungsfähigkeit der Sorten und in der Anbautechnik berücksichtigt, nur auf Witterungsdaten basieren, da die gesamte Anbaufläche zwar sehr heterogen sein, aber dennoch als eine weitgehend konstante bzw. sich nur allmählich ändernde Größe betrachtet werden kann.

Physiologische Modelle, die die Ertragsbildung auf der Basis kausaler Zusammenhänge quantitativ beschreiben, sind streng genommen, nur für einfache Systeme (Einzeltriebe, -pflanzen, uniforme Bestände) anwendbar, mit Einschränkungen auch noch für größere Felder, einzelne Betriebe oder für einheitliche Naturräume (Abbildung 2 auf Seite 260). Im letzten Fall kann der Anbau unterschiedlicher Sorten und variierender Produktionstechnik nur noch sehr bedingt berücksichtigt werden. Zur Schätzung der Erträge für politische Einheiten stoßen solche Modelle auf unüberwindbare Schwierigkeiten, es sei denn, es handelt sich ebenfalls um sehr uniforme Gebiete. Sobald die Produktionsbedingungen stärker differieren, müßte schon ein immenser Aufwand getrieben werden, um die heterogenen Ausgangssituationen im Detail exakt zu erfassen und zu berücksichtigen.

Unter solchen Bedingungen leisten empirische Modelle bei vergleichbarem Aufwand erheblich mehr. Sie sind ohne Schwierigkeiten auch auf niedrigeren Aggregationsebenen bis hinab zur Einzelpflanze anwendbar. Ihr großer Nachteil besteht jedoch in der Tatsache, daß die ermittelten Beziehungen und Parameter nicht ohne weiteres im Sinne einer Kausalanalyse interpretiert werden können.

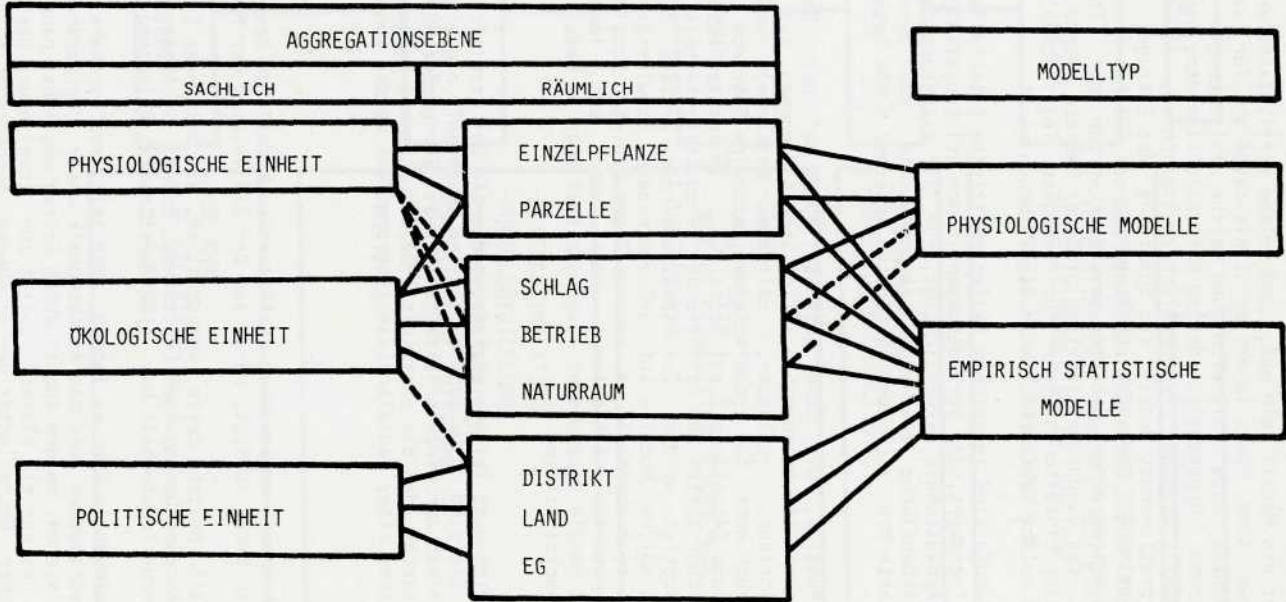
3. Zielsetzungen

Wie hoch dieser Nachteil empirischer statistischer Modelle zu bewerten ist, und ob er überhaupt zu Buche schlägt, hängt von der Zielsetzung der Modelle ab.

Der einfachste Fall besteht darin, abzuschätzen, wie hoch der Ertrag aufgrund der natürlichen Ausgangsbedingungen (Witterung, Boden) in Abhängigkeit von der angewendeten Produktionstechnik bei einer bestimmten Pflanzenart bzw. Sorte sein wird.

Ziel eines Ertragsmodells kann es jedoch auch sein, von vornherein einen angestrebten Ertrag vorzugeben und die Anbautechnik unter den gegebenen Rahmenbedingungen zu optimieren, um dem angestrebten Ertrag möglichst nahe zu kommen. Von hier aus ist es nur ein kleiner Schritt zur Erweiterung der Fragestellung dahingehend, welcher Ertrag unter den gegebenen Ausgangsbedingungen überhaupt erreichbar wäre, und wie dann die Produktionstechnik aussehen müßte. Ein solches Modell zielte also sowohl auf eine Optimierung der Zielgröße hin als auch der Einflußgrößen, soweit sie steuerbar sind.

Abbildung 2: Aggregations Ebenen pflanzenbaulicher Produktionsmodelle und Typen



Schließlich können Ertragsmodelle auch einen Beitrag zur Regionalisierung von Anbaubereichen leisten, indem die Leistungsfähigkeit der einzelnen Kulturpflanzen unter den verschiedenen natürlichen Standortbedingungen abgeschätzt werden kann mit dem Ziel, die gegebenen Produktionsvoraussetzungen durch den Anbau der geeignetsten Kulturpflanzen optimal auszunutzen.

Es hängt daher ausschließlich von der Zielsetzung eines Ertragsmodells ab, welche Faktoren Einflußgrößen und welche Zielgrößen sind, denn zumindest in Teilbereichen ist eine völlige Umkehr der Wirkungsrichtung möglich. So kann die Frage z.B. lauten: Welcher Ertrag ist bei einer vorgegebenen Produktionstechnik zu erwarten? Aber auch eine Umkehrung ist möglich: Welche Anbautechnik muß angewendet werden, um einen angestrebten Ertrag überhaupt zu erreichen? Im ersten Fall ist der Ertrag die Zielgröße, im zweiten ist er ein Einflußfaktor. Bei der Erstellung von Produktionsmodellen ist es daher erforderlich, zunächst die Zielfunktion zu definieren. Die zweite Entscheidung betrifft die Aggregationsebene, auf der das Modell angewendet werden soll und erst dann läßt sich entscheiden, welche Einflußfaktoren berücksichtigt werden müssen und welche Modellkategorien sich am besten eignen, das Zusammenwirken der Einflußfaktoren im Hinblick auf Zielfunktion quantitativ zu beschreiben.

4. Genauigkeit der Schätzungen

Ein letzter Punkt betrifft die Genauigkeit der Modelle, d.h. die Frage, welche Schätzfehler noch akzeptabel sind. Bei Modellen, die aus mehreren Teil- und Submodellen zusammengesetzt sind, deren Zielgröße u.U. selbst wiederum als Einflußgröße im nächsten Aggregationsschritt dienen, ist die Frage nach der Fehlerfortpflanzung von erheblicher Bedeutung. Ungenauigkeiten in Teilbereichen können sich addieren oder aber auch kompensieren. Solange keine systematischen Fehler vorliegen, überwiegen die Kompensationseffekte, was vielfach zu der Überraschung führt, daß das Endergebnis oft akzeptabel ist, obwohl die einzelnen Teillösungen in ihrer Genauigkeit zunächst nicht voll befriedigen. Die Frage des akzeptablen Fehlers wird außerdem noch durch einen Vergleich der Ausgangssituation relativiert. Je geringer die Informationsbasis ohne die Ergebnisse der Modellrechnungen ist, um so geringer können die Ansprüche an die Genauigkeit der Modelle sein. Das bedeutet in aller Regel, daß bereits einfache Modelle den Informationsstand deutlich erhöhen. Hinzu kommt, daß jede Verbesserung der Genauigkeit den erforderlichen Dateninput überproportional steigert und auch zu sehr komplizierten und komplexen Modellen führt, deren praktische Handhabung im gleichen Ausmaß sinkt. Insofern sollten die Anforderungen an die Modellkonzeptionen aufgrund theoretischer Überlegungen nicht von vornherein zu hoch angesetzt werden. Zumindest für anwendungsorientierte Modelle sollten allein schon mit Rücksicht auf die spätere Handhabung und den erforderlichen Dateninput möglichst einfache Lösungen angestrebt werden. Dem Nachteil, daß solche Modelle u.U. nicht allen denkbaren Einzelfällen gerecht werden können, steht der große Vorzug gegenüber, daß sie leichter realisierbar sind und damit auch tatsächlich zur Anwendung gebracht werden können, während theoretisch anspruchsvollere Modelle vielfach den Zustand der Vervollkommnung verlassen.