



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Salamon, P.: Vergleich verschiedener Verfahren der Zeitreihenanalyse anhand der Prognoseleistung. In: Hanf, C.-H., Scheper, W.: Neuer Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 25, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1989), S. 139-144.

VERGLEICH VERSCHIEDENER VERFAHREN DER ZEITREIHENANALYSE ANHAND DER PROGNOSELEISTUNG

von

P. SALAMON, Völkenrode

1. EINLEITUNG

Die Weltmarktpreise für landwirtschaftliche Produkte unterliegen ausgeprägten und auf den ersten Blick sehr unregelmäßigen Schwankungen. Vorausschätzungen dieser Preise sind für eine Reihe von Fragestellungen von Bedeutung, sofern sie hinreichend treffsicher sind. Zur Erstellung solcher Prognosen stehen eine ganze Reihe von Prognoseverfahren zur Verfügung, als wichtigste Gruppen seien die univariaten und die multivariaten Verfahren genannt. In der Regel erhalten diejenigen Verfahren den Vorzug, die die kausalen Zusammenhänge zwischen der zu prognostizierenden (zu erklärenden) Variablen und ihren Bestimmungsfaktoren abbilden können, da sie den Vorteil besitzen, daß Auswirkungen von Veränderungen der Einflußfaktoren dargestellt werden können.

Bei der kurz- bis mittelfristigen Vorausschätzung von monatlichen Preisbewegungen auf den Weltmärkten sprechen einige Gründe gegen dieses Vorgehen:

- Die Daten der Erklärungsfaktoren stehen auf Monatsbasis nicht oder nur unzureichend zur Verfügung.
- Die erklärenden Variablen müssen vorausgeschätzt werden, sofern sie nicht zeitverzögert sind.
- Während die Preisstatistik relativ aktuell ist, treffen die entsprechenden Daten der Mengenstatistik erst mit größerer zeitlicher Verzögerung ein.

Bei der Prognose der monatlichen Weltmarktpreise werden hier aus den genannten Gründen nur univariate Verfahren der Zeitreihenanalyse verwendet. Die Güte des ausgewählten Verfahrens wird mittels der erbrachten Prognoseleistung bei quasi ex-ante Vorausschätzungen ermittelt.

2. BESCHREIBUNG DES DATENMATERIALS

Um einen breiteren Überblick über die Prognoseleistung der Verfahren zu erhalten, wurden acht verschiedene Produkte ausgewählt: Weizen, Zucker, Kaffee, Kakao, Sojaöl, Kokosnußöl, Palmöl und Baumwolle, für die Preise vorausgeschätzt werden sollen. Von der UNCTAD werden diese Preise seit 1960 regelmäßig veröffentlicht. Da sich aber offenbar das Verhalten auf den Märkten seit Anfang der Siebziger Jahre geändert hat, wurde die Referenzperiode auf 1972 bis 1985 verkürzt. In diesem Zeitraum verlief die Entwicklung der Preise für die obengenannten Produkte zum Teil recht verschieden und auch die Schwankungen der Preise waren unterschiedlich ausgeprägt. Variationskoeffizienten der untersuchten Reihen lagen zwischen 0,22 für Baumwolle und 0,73 für Kaffee. Erste Analysen des Datenmaterials haben gezeigt, daß alle Reihen einen Trend aufweisen. Allerdings betrug der Anteil der durch den Trend erklärten Varianz der Ausgangsreihen in der Regel weniger als 20%, zum Teil sogar weniger als 10%. Mit Ausnahme der Preise für Baumwolle zeichnete sich kein weiteres Produkt durch deutliche saisonale Preisschwankungen aus.

3. ANGEWANDTE PROGNOSEVERFAHREN

3.1 Glättungsverfahren

Bei den univariaten Methoden haben insbesondere die Glättungsverfahren in der praktischen Anwendung eine relativ weite Verbreitung erfahren, da sie sich vergleichsweise einfach handhaben lassen. Allerdings besitzen diese Verfahren keine theoretische Grundlage. Sie beruhen auf der Annahme, daß die zu glättenden Zeitreihen neben systematischen Komponenten störende Zufallseinflüsse enthalten, die durch das Glätten beseitigt werden. Die Glättungsmethode besteht in der Bildung von gewichteten gleitenden Durchschnitten, wobei in der Regel die aktuellen Beobachtungen relativ stärker gewichtet werden. Die Formel für einfaches exponentielles Glätten lautet:

$$\hat{X}_{t,1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) \hat{X}_t, \quad 0 \leq \alpha \leq 1;$$

wobei α : Glättungsfaktor,

\hat{X}_t : geschätzter Wert,

X_t : beobachteter Wert.

Je näher α bei 1 liegt, um so größer ist der Einfluß der letzten Beobachtungswerte auf den Prognosewert und um so geringer ist die Glättungswirkung (Wheelright und Makridakis, 1985, S. 61ff.). Da die Preisreihen einen Trend aufwiesen, wurde anstelle des einfachen exponentiellen Glättens das lineare exponentielle Glätten nach Brown verwendet (Laun, 1984, S. 10ff.). Die Festlegung des Glättungsparameters erfolgte auf iterativem Wege durch systematische Variation von α , wobei der mittlere quadratische Prognosefehler der Einschnittprognosen im Referenzzeitraum als Entscheidungskriterium herangezogen wurde. Die günstigsten Glättungsparameter wiesen Werte zwischen 0,65 und 0,85 auf, so daß der Einfluß der letzten beobachteten Preise auf die Prognosen als vergleichsweise hoch bezeichnet werden kann.

3.2 ARMA und ARIMA-Modelle

Die ARMA (Autoregressive-Moving-Average) bzw. ARIMA (Autoregressive-Integrated-Moving-Average)-Modelle können als Weiterentwicklungen der Glättungsverfahren aufgefaßt werden, in deren Rahmen die bei den Glättungsmethoden festvorgegebenen Gewichtungsschemata flexibler gehandhabt werden. Im Gegensatz zu den Glättungsverfahren handelt es sich um stochastische Verfahren, da die Zeitreihen als Realisationen diskreter stochastischer Prozesse betrachtet werden. Diese Prozesse müssen stationär oder zumindest schwach stationär sein. Trendbehaftete Zeitreihen werden daher durch Differenzenfilter in schwach stationäre Reihen überführt. Im Rahmen der Analyse soll der Prozeß gefunden werden, der die zu untersuchende Zeitreihe bis auf eine Restkomponente – weißes Rauschen genannt – erzeugen kann. Bei den autoregressiven Prozessen wird der zu erklärende Zeitreihenwert aus einer gewichteten Summe von Vorperiodenwerten und einer zufälligen Störgröße gebildet, bei den Moving-Average-Prozessen werden nicht die Werte der Vorperiode, sondern die Schätzfehler der Vorperioden benutzt.

Die allgemeine Formel für ARIMA-Modelle lautet:

$$\alpha(B)(1-B)^d X_t = \beta(B)\epsilon_t \quad \text{mit:}$$

$$B^k X_t = X_{t-k};$$

$$\alpha(B) = 1 + \alpha_1 B + \dots + \alpha_p B^p;$$

$$\beta(B) = 1 + \beta_1 B + \dots + \beta_q B^q.$$

(Schlittgen und Streitberg, 1987, S. 108 ff).

Bei der praktischen Durchführung der Analysen wurde der üblichen Vorgehensweise (Grobidentifikation, Feinidentifikation, Schätzung, Güteprüfung, Prognoseerstellung) gefolgt (vgl. auch Mohr, 1980, S. 545ff). Für alle untersuchten Produkte erwies sich die Bildung von Differenzen als sinnvoll, wodurch die Varianz der beobachteten Zeitreihen deutlich vermindert werden konnte. Ein zusätzlicher Differenzenfilter für die Periodenlänge 12 (saisonale Schwankungen) führte nicht zu einer weiteren¹ Reduzierung der Varianz. Bei der Identifikation der verschiedenen Modelle wiesen sowohl die Autokorrelationsfunktionen (ACF) als auch die partiellen Autokorrelationsfunktionen (PACF) aller Preisreihen beim lag 1 deutlich signifikante Koeffizienten auf. Darüber hinaus konnten nur geringe Ähnlichkeiten zwischen den Strukturen der verschiedenen Zeitreihen festgestellt werden. Ausgehend von den Ergebnissen der Feinidentifikation wurden verschiedene Modellansätze für den Zeitraum 1972 bis 1985 geschätzt. Bei der Selektion passender Modelle wurden insbesondere folgende Kriterien berücksichtigt:

- signifikante Koeffizienten für die geschätzten AR- und MA-Operatoren,
- Anpassung des Modells an die zu erklärende Zeitreihe und
- ACF und PACF-Struktur der Modellresiduen.

Für die meisten Produkte wurden alternative Modellvarianten festgelegt, wenn kein eindeutig bestes Modell ermittelt werden konnte. Das Bestimmtheitsmaß aller ausgewählten Modelle liegt bei 0,92 und darüber. Allerdings weisen die Residuen einiger Modelle signifikante Strukturen auf, die durch die Berücksichtigung weiterer Operatoren nicht beseitigt werden konnten².

4. PROGNOSEERSTELLUNG

Ausgehend von den für die Referenzperiode ausgewählten Modellen bzw Glättungsfaktoren wurden für den angrenzenden Zeitraum Januar 1986 bis Februar 1988 sukzessive quasi ex-ante Prognosen erstellt, und zwar jeweils für Prognosehorizonte 1 bis 12 Monate. Da aber der Gewichtungsfaktor bei den Glättungsverfahren auf der Basis der erzielten Prognosegenauigkeit einer Einschnittprognose bestimmt wurde, und dieser Gewichtungsfaktor für andere Prognosehorizonte möglicherweise weniger geeignet sein ist, wurden parallel auch Prognosen mit anderen Faktoren gebildet. Waren diese Prognoseergebnisse im Analysezeitraum besser, so wurden sie verwendet. Bei den Vorausschätzungen auf der Basis von ARIMA-Modellen wurden die in der Referenzperiode gefundenen Modellstrukturen für den gesamten Prognosezeitraum beibehalten, bei jedem neu hinzu gekommenen Beobachtungswert die Koeffizienten aber neu geschätzt. Aufgrund des oben beschriebenen Vorgehens variiert die Anzahl der zur Verfügung stehenden quasi ex-ante Vorausschätzungen je nach Schrittweite zwischen 26 (1-Schritt-Prognose) und 14 (12-Schritt-Prognose). Das bedeutet, daß die Prognosegenauigkeit der verschiedenen Prognosehorizonte nicht direkt vergleichbar ist.

5. BEURTEILUNG DER PROGNOSEN

Zur Beurteilung der Prognosen wurden zwei quantitative Treffsicherheitsmaße ausgewählt. Der mittlere absolute Prognosefehler (MAF) ist eine einfache, aber anschauliche Kenngröße für die Abweichungen zwischen Prognose- und Beobachtungswerten:

1. Für die Analysen wurde das BMDP-Programmpaket verwendet.

2. Eine detaillierte Beschreibung der Modelle unterbleibt aus Platzgründen und erfolgt in Salamon (1988).

$$\text{MAF}_r = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|p_t - r_t|}{r_t} \quad ; \quad t = 1, \dots, n;$$

wobei p_t : Prognosewerte,
 r_t : Realisationswerte.

Der Ungleichheitskoeffizient ist hingegen eine Kenngröße, die andeutet, in wieweit die ausgewählte Vorausschätzung genauer ist als eine naive Prognose (keine Veränderung gegenüber dem letzten beobachteten Wert). Dieses Treffsicherheitsmaß basiert auf dem mittleren quadratischen Prognosefehler (MSE), in dem große Abweichungen stärker gewichtet werden als kleinere:

$$U^* = \sqrt{\frac{\sum_{t=h}^n (p_t - r_t)^2}{\sum_{t=h}^n (r_{t-h} - r_t)^2}} \quad ; \quad \text{wobei } h : \text{Prognosehorizont.}$$

Beide Prognoseverfahren führen zu unterschiedlichen mittleren absoluten Prognosefehlern (Übersicht 1). Die ARIMA-Modelle erzielen in der Regel genauerer Prognoseergebnisse als die Glättungsverfahren. Allerdings sind die Unterschiede in der erzielten Genauigkeit zwischen den verschiedenen Produkten größer als zwischen den Verfahren. Der mittlere absolute Prognosefehler der Glättungsverfahren liegt bei der Einschnittprognose zwischen knapp 4% (Weizenpreise) und knapp 12% (Zuckerpreise). Ähnlich ist die Spannweite in der Prognosegenauigkeit bei den ARIMA-Modellen. Sie beträgt zwischen 3,5% und 11%, wobei allerdings nur der mittlere absolute Fehler für die Zuckerprognosen die 10%-Marke überschreitet. Auch die Rangfolge der mittleren absoluten Fehler der Preisprognosen für die verschiedenen Produkte ist für beide Verfahren sehr ähnlich.

Leider kann die Prognosegenauigkeit nur für drei (ARIMA-Modelle) bzw. zwei (Glättungsverfahren) Produkte, nämlich Weizen, Kakao und Sojaöl (ARIMA-Modell), als akzeptabel angesehen werden. Bei den übrigen Produkten übersteigt der mittlere absolute Fehler schon bei der Einschnittprognose die 5%-Grenze. Mit zunehmendem Prognosehorizont nehmen die Fehler zum Teil drastisch zu.

Etwas deutlicher werden die Unterschiede zwischen beiden Verfahren bei der Betrachtung des Ungleichheitskoeffizienten (Übersicht 2). Das Glättungsverfahren liefert von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen schlechtere Prognosen als die naive Annahme. Hingegen sind die Vorausschätzungsergebnisse auf der Basis von ARIMA-Modellen bei den meisten Produkten, wenn auch nicht für alle Prognosehorizonte, besser als die naive Prognose. Nur die Preisprognosen für Zucker und Kaffee überschreiten bei allen Prognosehorizonten den kritischen Wert Eins. Der Ungleichheitskoeffizient unterschreitet allerdings diesen Wert sehr deutlich nur bei den Preisprognosen für Sojaöl. Insgesamt werden die Ergebnisse, die sich hinsichtlich der Beurteilung der Prognoseleistung schon anhand des mittleren absoluten Fehlers ergeben haben, weitgehend bestätigt.

Übersicht 1: Mittlerer absoluter Prognosefehler der Vorausschätzungen ausgewählter monatlicher Weltmarktpreise für pflanzliche Produkte, Januar 1986 bis Februar 1988 (in %)

Produkt	Prognosehorizont			
	1 Monat	3 Monate	6 Monate	12 Monate
Lineares exponentielles Glätten nach Brown				
Weizen	3.9	9.9	14.5	14.3
Zucker	11.8	19.0	17.2	27.9
Kaffee	8.2	22.4	31.9	61.3
Kakao	4.4	5.9	5.3	7.1
Sojaöl	6.9	10.6	15.5	37.6
Kokosnußöl	8.4	20.3	35.2	61.3
Palmöl	10.2	20.2	34.2	59.4
Baumwolle	10.2	25.1	31.2	28.1
Ausgewählte ARIMA-Modelle				
Weizen	3.5	7.1	9.9	11.0
Zucker	10.7	22.8	26.7	24.6
Kaffee	7.2	16.4	24.6	51.6
Kakao	3.8	7.2	8.2	7.3
Sojaöl	4.9	9.8	10.5	13.4
Kokosnußöl	8.8	21.4	31.6	23.9
Palmöl	9.1	17.2	23.2	26.8
Baumwolle	8.2	21.6	30.6	20.3
Quelle: Eigene Berechnungen.				

Übersicht 2: Ungleichheitskoeffizient der Vorausschätzungen monatlicher Weltmarktpreise für ausgewählte pflanzliche Produkte, Januar 1986 bis Februar 1988

Produkt	Prognosehorizont			
	1 Monat	3 Monate	6 Monate	12 Monate
Lineares exponentielles Glätten nach Brown				
Weizen	1.11	1.24	1.16	1.77
Zucker	1.15	1.06	0.74	1.56
Kaffee	1.24	1.46	1.28	1.17
Kakao	1.11	1.01	0.89	1.08
Sojaöl	1.11	0.98	1.18	2.40
Kokosnußöl	1.09	1.23	1.58	2.36
Palmöl	1.10	1.31	1.58	2.60
Baumwolle	1.13	1.14	1.04	1.16
Ausgewählte ARIMA-Modelle				
Weizen	0.99	0.90	0.92	1.05
Zucker	1.07	1.11	1.21	1.38
Kaffee	1.06	1.12	1.11	1.02
Kakao	0.92	1.04	1.12	0.86
Sojaöl	0.81	0.78	0.67	0.73
Kokosnußöl	0.98	1.08	1.09	0.80
Palmöl	0.97	0.97	1.02	1.00
Baumwolle	1.02	0.98	0.94	0.82
Quelle: Eigene Berechnungen				

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Prognoseleistung der ARIMA-Modelle übertrifft bei den quasi ex-anten Vorausschätzungen in der Regel die der Glättungsverfahren mit einem Gewichtungsfaktor. Allerdings ist der Zeitaufwand bei der Erstellung von Prognosen mit Hilfe von ARIMA-Modellen wesentlich höher. Die erzielte Genauigkeit auf der Basis der ARIMA-Modelle ist aber für die verschiedenen untersuchten Zeitreihen unterschiedlich zu beurteilen, von den hier untersuchten acht Preisreihen konnten nur drei (Weizen, Kakao, Sojaöl) mit akzeptabler Genauigkeit prognostiziert werden. Der mittlere absolute Prognosefehler dieser Preisprognosen liegt etwas höher als die entsprechende Kenngröße der Vorausschätzungen der monatlichen Schweinepreise in der Bundesrepublik Deutschland, die mit Hilfe von ARIMA-Modellen von Mohr (1980) und Laun (1984) erstellt wurden. Bei beiden Modellen kommt allerdings der saisonalen Komponente eine überragende Bedeutung zu, so daß die etwas geringere Prognosegenauigkeit bei den drei genannten Weltmarktpreisen nicht verwundern darf.

Die Gründe für die enttäuschenden Prognoseleistungen bei der Vorausschätzung der übrigen Preisreihen können sehr verschiedenen Ursprungs sein. Zum einen kann ein nicht adäquates Modell festgelegt worden sein, da die Referenzperiode mit 168 Beobachtungswerten etwas kurz für die Bestimmung eines Modells höherer Ordnung ist. Zum anderen kann sich die Struktur des zugrundeliegenden Prozesses geändert haben, oder einmalige bzw. unregelmäßig auftretenden Faktoren (Witterung, Auswirkungen von Politikmaßnahmen) können entsprechende Abweichungen verursacht haben. Um diese Fragen zu mindest teilweise zu klären, sind aber weitergehende Untersuchungen notwendig.

LAUN, H.: Anwendungsmöglichkeiten der Box-Jenkins-Methode und anderer Zeitreiheprognoseverfahren.- Diss. agr. Hohenheim 1984.

MOHR, W.: Prognose der Schweinepreise auf der Grundlage von Zeitreihenanalysen.- In Henrichsmeyer, W.(Hrsg.): Prognose und Prognosekontrolle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 17. Münster-Hiltrup 1980, S. 541 - 563.

SALAMON, P.: Zeitreihenanalyse der Weltmarktpreise für ausgewählte pflanzliche Produkte.- In Vorbereitung.

SCHLITZGEN, R. u. Streitberg, D.: Zeitreihenanalyse.- München und Wien 1987.

WHEELWRIGHT, St. C. a. Makridakis, S.: Forecasting Methods for Management.- New York 1985.