

Bruns, Gerd

Working Paper

Fehleranalyse von Bevölkerungsprognosen unter besonderer Berücksichtigung der Migration

Diskussionsbeiträge - Serie II, No. 145

Provided in Cooperation with:

Department of Economics, University of Konstanz

Suggested Citation: Bruns, Gerd (1991) : Fehleranalyse von Bevölkerungsprognosen unter besonderer Berücksichtigung der Migration, Diskussionsbeiträge - Serie II, No. 145, Universität Konstanz, Sonderforschungsbereich 178 - Internationalisierung der Wirtschaft, Konstanz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/101720>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

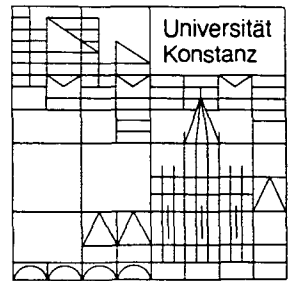
Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Sonderforschungsbereich 178
„Internationalisierung der Wirtschaft“

Diskussionsbeiträge

Juristische
Fakultät

Fakultät für Wirtschafts-
wissenschaften und Statistik

Gerd Bruns

Fehleranalyse
von Bevölkerungsprognosen
unter besonderer Berücksichtigung
der Migration

15. JULI 1991 Weltwirtschaft
Kiel

W 113-145 HT

Postfach 5560
D-7750 Konstanz

Serie II — Nr. 145
Juni 1991

**FEHLERANALYSE VON BEVÖLKERUNGSPROGNOSEN
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG
DER MIGRATION**

Gerd Bruns

Serie II - Nr. 145

Juni 1991

Fehleranalyse von Bevölkerungsprognosen unter besonderer Berücksichtigung der Migration

Gerd Bruns

Zusammenfassung

Die Untersuchung befaßt sich mit der Güte von Bevölkerungsprognosen für 101 Länder von 1960 bis 1980. In einem einführenden Kapitel erfolgt die Abgrenzung und die Vorstellung der Problematik. Anschließend werden verschiedene Prognosefehlermaße vorgestellt und deren Interpretation erläutert. Der logarithmische Prognosefehler wird im Kapitel 3 dazu benutzt, Abhängigkeiten von Prognosegüte und verschiedenen Einflußfaktoren zu untersuchen. Speziell werden die Migration, der Prognosezeitraum und einige länderspezifische Kenngrößen auf ihre Abhängigkeit zur Prognosegüte hin analysiert.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Problemstellung und Gang der Untersuchung	2
1.1 Einführung	2
1.2 Daten	2
2. Prognosefehlermaße	4
2.1 Definition einiger Prognosefehlermaße	4
2.1.1 Der relative Prognosefehler	4
2.1.2 Der logarithmische Prognosefehler	5
2.1.3 Das Prognosefehler-Realisations-Diagramm	6
2.1.4 Der mittlere quadratische Prognosefehler	7
2.1.5 Zerlegung des mittleren quadratischen Prognosefehlers	9
2.1.6 Theilsche Ungleichheitskoeffizienten	11
3. Analyse des Prognosefehlers	13
3.1 Einteilung der Wachstumsraten	13
3.2 Deskriptive Analyse	13
3.3 Verteilungsannahmen des Fehlers	15
3.4 Einflußfaktoren und Fehlerquellen	17
3.4.1 Prognosefehler der afrikanischen Länder	17
3.4.2 Die Migration als Fehlerquelle	18
3.4.3 Der Zeitraum der Prognose als Fehlerquelle	21
3.4.4 Weitere Einflußfaktoren auf die Prognosegüte	22
4. Ergebnisse	24
5. Anhang	25
6. Literaturhinweise	38

1. Problemstellung und Gang der Untersuchung

1.1 Einführung

Für die öffentliche Verwaltung, die Wirtschaft und die Politik ist eine möglichst genaue Prognose der zukünftigen Entwicklung der Bevölkerung von großer Bedeutung. Sie werden z.B. für die Planung oder Sicherung zukünftiger Renten benutzt. Planer werden aber immer wieder feststellen, daß Bevölkerungsprognosen mit Unsicherheit behaftet sind. Hieraus resultiert eine wachsende Nachfrage nach Analysen, die die Güte von Bevölkerungsprognosen untersuchen.

Die Unsicherheit der Prognose wird für die Vereinten Nationen, deren Daten für diese Analyse benutzt werden, durch drei verschiedene Variationen der Prognose abgebildet. Es sind eine optimistische, eine mittlere und eine pessimistische Bevölkerungsprognose berechnet worden, wobei für diese Untersuchung die mittlere Variante der Vorhersagen verwendet wird, da hier die jeweils plausibelsten Annahmen unterstellt wurden.

In dieser Analyse wird, mit Hilfe eines konkreten Datensatzes, die Genauigkeit von Bevölkerungsprognosen der Vereinten Nationen (UN) untersucht. Dabei wird anhand des logarithmischen Prognosefehlers die Unsicherheit vergangener Bevölkerungsprognosen beurteilt, um ein realistisches Maß für zukünftige Prognosen der UN zu erhalten. Weiter wird die Abhängigkeit der Prognosegüte von möglichen demographischen Einflußfaktoren überprüft.

1.2 Daten

Bei den untersuchten Daten handelt es sich um die mittlere Variante der UN Bevölkerungsprognosen über den Zeitraum 1960 bis 1985, welche aus den verschiedenen Ausgaben der Demographischen Jahrbücher der UN ermittelt wurden. Die prognostizierten und tatsächlichen Bevölkerungszahlen für 101 Länder lagen im Abstand von jeweils fünf Jahren vor. Betrachtet werden also im folgenden 5-, 10-, 15- und 20-Jahres-Prognosen, die in den Jahren 1960, '65, '70, '75 und '80 für die Jahre '65 bis '85 erstellt wurden. Weiter wurde die Nettoimmigration dieser Länder für die Jahre 1960, '65, '70, '75 und '80 ermittelt.

Verschiedene demographische Kenngrößen, die im folgenden beschrieben werden, wurden herangezogen, um den Einfluß auf die Güte von Bevölkerungsprognosen aufzuzeigen. Im Weltentwicklungsbericht 1984 ist allerdings neben der mangelhaften Verfügbarkeit die unzulängliche Verlässlichkeit der Daten für Entwicklungsländer erwähnt (s. Weltentwicklungsbericht 1984, S.308). Aus diesem Grund muß auf die Möglichkeit eingeschränkter Aussagekraft der Analysen hingewiesen werden, welche sich auf die nachfolgend beschriebenen Kenngrößen beziehen (s. Tabelle 1 im Anhang):

- E1 Anteil der Personen im Alter unter 20 Jahren an der Gesamtbevölkerung.
- E2 Durchschnittsalter: Zahl der durchlebten Jahre der Bevölkerung dividiert durch die Gesamtbevölkerung.
- E3 Anteil der städtischen Bevölkerung
- E4 Bevölkerungsdichte
- E5,E13-E15 Rohe Geburtenrate (1955/'60,1960/'65,1965/'70)
- E6,E16-E18 Rohe Sterberate (1955/'60,1960/'65,1965/'70)
- E7,E19-E21 Lebenserwartung bei der Geburt (1955/'60,1960/'65,1965/'70)
- E8 Säuglingssterblichkeit
- E9,E22 Bevölkerung pro Krankbett (1977)
- E10 Fertilitätsrate (1977)
- E11 Elektrizität bezogen auf die Bevölkerungszahl (1977)
- E12 Bruttoreproduktionsrate (70/75)
- E23 BSP pro Kopf (1982)
- E24 Durchschnittliche jährliche Zuwachsrate des BSP in % für den Beobachtungszeitraum 1960-1982
- E25 Jährliche Inflationsrate in % für 1960-1970
- E26 Unterteilung in Klassen nach dem Weltentwicklungsbericht 1984

2. Prognosefehlermaße

2.1 Definition einiger Fehlermaße

Zur Bestimmung der Güte von Prognosen gibt es verschiedene Prognosefehlermaße, die aus prognostizierten und tatsächlich eingetretenen Bevölkerungszahlen berechnet werden (vgl. J. Schwarze 1980). Nachstehende Symbole werden für einen Überblick über einige Fehlermaße benutzt:

T = Zeitpunkt

\hat{P}_T = Prognostizierte Bevölkerung zum Zeitpunkt T

P_T = Bevölkerung zum Zeitpunkt T

P_0 = Bevölkerung zu Beginn der Prognose

$d_T = \hat{P}_T - P_T$ (einfacher Prognosefehler)

n = Anzahl der Beobachtungen

r = Wachstumsrate

\bar{r} = durchschnittliche Wachstumsrate

2.1.1 Der relative Prognosefehler

Um die Güte von Bevölkerungsprognosen für unterschiedlich große Ausgangsbevölkerungen und verschiedene Regionen vergleichen zu können, bietet es sich an, die relativen Veränderungen zu betrachten und darauf aufbauend ein Fehlermaß herzuleiten. Der relative Prognosefehler berücksichtigt bei der Bewertung von Vorhersagen die Größe einer Bevölkerung. Er berechnet sich aus der Division von "einfachem Prognosefehler" und Bevölkerung zum Zeitpunkt T :

$$r_T = \frac{\hat{P}_T - P_T}{P_T} = \frac{d_T}{P_T}$$

In diesem Zusammenhang erweiterte W. Ascher 1978 den relativen Prognosefehler, indem er ihn durch ein Maß der Variation - Summe aus den absoluten Differenzen der durchschnittlichen Wachstumsrate mit den einjährigen Wachstumsraten - dividiert. Diese erweiterte Form des relativen Prognosefehlers wird als "standardisierter relativer Prognosefehler" bezeichnet.

2.1.2 Der logarithmische Prognosefehler

Der logarithmische Prognosefehler läßt sich aus der Annahme des konstanten exponentiellen Bevölkerungswachstums ableiten (vgl. Stoto 1983).

Ist P_0 die Bevölkerung zum Zeitpunkt $t = 0$ und r die Wachstumsrate, dann erhält man P_T , die Bevölkerungszahl nach T Jahren, durch

$$P_T = P_0 \cdot e^{rT}.$$

Ist r nicht konstant, so ist die Wachstumsrate als Funktion in Abhängigkeit von der Zeit zu sehen. Daraus ergibt sich

$$P_T = P_0 \cdot e^{\int_0^T r(t) dt}$$

Die durchschnittliche Wachstumsrate \bar{r} für den Prognosezeitraum errechnet sich dann wie folgt:

$$\bar{r} = \frac{1}{T} \int_0^T r(t) dt$$

Daraus folgt:

$$P_T = P_0 \cdot e^{\bar{r}T}$$

Durch einfache Umformung erhält man die durchschnittliche Wachstumsrate $\bar{r} = \frac{1}{T} \log \left(\frac{P_T}{P_0} \right)$. Sie ist dimensionslos und berücksichtigt die Anfangs- und Endbevölkerungsgrößen P_T und P_0 und die Zeitdauer der Prognose. r bestimmt in einer Zahl das Wachstum einer Bevölkerung über T Jahre. Da sich r auf die "wahren" Bevölkerungszahlen zu den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = T$ bezieht, bezeichnet man es auch mit \bar{r}_{true} . Die einfachste Prognosemethode nimmt an, daß die Bevölkerung exponential mit dem Wert r wächst; so kann man die gesamte Prognose mit einer Zahl beschreiben: $\bar{r}_{proj} = r$ (proj von Projektion). Bei komplexen Prognose-Methoden wird die durchschnittliche Wachstumsrate der Prognose mit Hilfe der geschätzten Ausgangsbevölkerung \hat{P}_0 und dem Prognoseergebnis \hat{P}_T berechnet.

$$\bar{r}_{proj} := \frac{1}{T} \log_e \left(\frac{\hat{P}_T}{\hat{P}_0} \right)$$

\hat{P}_0 wird zur Berechnung von r_{proj} benutzt, da P_0 , die "wahre" Bevölkerungszahl zum Zeitpunkt $t=0$, nicht bekannt sein muß, und deshalb der Schätzer \hat{P}_0 anstelle von P_0 eingesetzt wird. Aus diesen hergeleiteten Größen wird nun das Prognosefehlermaß Δr wie folgt abgeleitet (s. Keyfitz (1981), Pflaumer (1988), Stoto (1983) u. Theil (1966)):

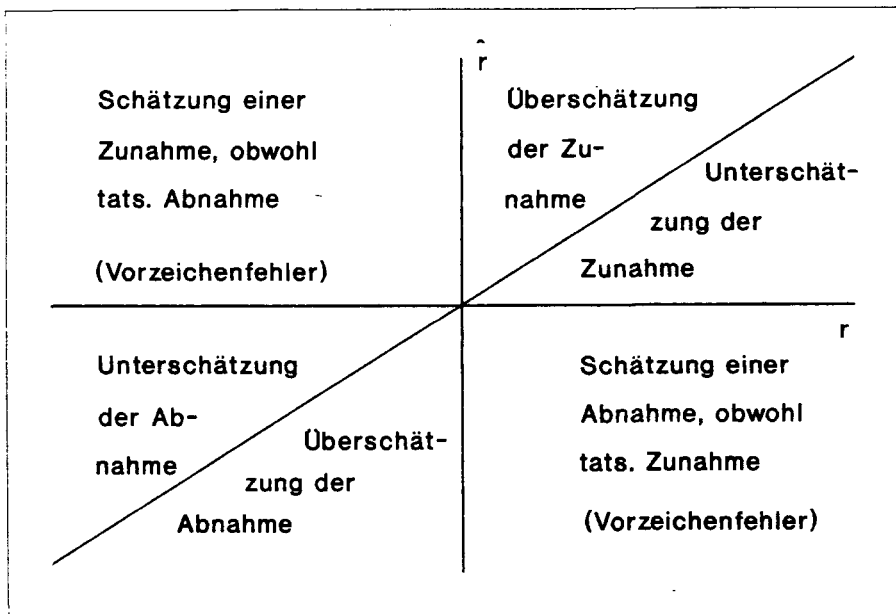
$$\begin{aligned}\Delta r &= 100 \cdot (\bar{r}_{proj} - \bar{r}_{true}) \\ \Delta r &= \frac{100}{T} \cdot \log_e \left(\frac{\hat{P}_T}{\hat{P}_0} \cdot \frac{P_0}{P_T} \right) \\ \Delta r &= \frac{100}{T} \cdot \left(\log_e \left(\frac{\hat{P}_T}{P_T} \right) - \log_e \left(\frac{\hat{P}_0}{P_0} \right) \right).\end{aligned}$$

Das Fehlermaß Δr beinhaltet in einer Zahl den Fehler einer Bevölkerungsprognose und berücksichtigt dabei die Bevölkerungsgröße und die Länge der Projektionsperiode.

2.1.3 Das Prognose-Realisations-Diagramm

Zur graphischen Verdeutlichung und Veranschaulichung der Prognosefehler kann das Prognose-Realisations-Diagramm benutzt werden, bei welchem die prognostizierten und realisierten Veränderungen in einem Koordinatensystem gegeneinander abgetragen werden. Dieses Koordinatensystem wird in der Literatur als Prognose-Realisations-Diagramm bezeichnet (vgl. Theil (1971) und Gilchrist (1978)). Werden auf der Ordinate die prognostizierten und auf der Abzisse die realisierten Werte abgetragen, dann lassen sich leicht Über- und Unterschätzungen der Wachstumsraten erkennen.

Abb. 1: Prognose-Realisationsdiagramm



Zur besseren Veranschaulichung von Über- und Unterschätzung wird meist die Winkelhalbierende $f(x) = x$ als Hilfslinie im Prognose-Realisations-Diagramm eingetragen (s. Abb. (1)), da die Prognoseergebnisse gut sind, wenn sie nicht stark von dieser abweichen. Einträge, die unterhalb dieser Hilfslinie liegen, unterschätzen die Wachstumsrate und entsprechend sind Überschätzungen der Wachstumsrate oberhalb der Winkelhalbierenden eingetragen. Im ersten und dritten Quadranten des Diagramms befinden sich die Punkte, für die die prognostizierte und die realisierte Wachstumsrate das gleiche Vorzeichen haben. In den Quadranten zwei und drei liegen diejenigen Punkte, die hinsichtlich ihrer Wachstumsraten mit falschem Vorzeichen prognostiziert wurden.

2.1.4 Der mittlere quadratische Prognosefehler

Im Gegensatz zum relativen und zum logarithmischen Prognosefehler, welche jeweils nur eine einzige Prognose auf ihre Güte untersuchen, beurteilt der mittlere quadratische Prognosefehler für n Beobachtungen (\hat{r}_i, r_i) durch die Angabe eines einzigen Maßes die Prognosegenauigkeit. Der mittlere quadratische Prognosefehler hat sich im Rahmen der Bevölkerungsprognosen aus einer Vielzahl möglicher Streuungsparameter als Beurteilungskriterium für die Güte eines Schätzers

bewährt :

$$MSE := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - r_i)^2.$$

Sind im Mittel die prognostizierten und tatsächlichen Wachstumsraten gleich, d.h. $\bar{\hat{r}} = \bar{r}$, so entspricht der mittlere quadratische Prognosefehler der Varianz dieser Werte. Es gilt :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((\hat{r}_i - r_i) - (\bar{\hat{r}} - \bar{r}))^2 - (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2$$

$$MSE = Var + (Bias)^2$$

Der mittlere quadratische Prognosefehler setzt sich also aus der Varianz des logarithmischen Prognosefehlers und dem Quadrat des Mittelwertfehlers zusammen. Zur weiteren Analyse kann der mittlere quadratische Prognosefehler in Fehlerkomponenten zerlegt werden und läßt damit eine tiefergehende Interpretation zu (vgl. Kapitel 2.2.5). Oft wird die Wurzel des mittleren quadratischen Prognosefehlers - Root Mean Square Error (RMSE) - berechnet, weil dadurch ein Prognosefehlermaß erhalten wird, welches die gleiche Dimension wie die Realisation und die Prognose besitzt.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - r_i)^2}$$

In dieser Arbeit wird der logarithmische gegenüber dem relativen Prognosefehler bevorzugt, da somit das exponentielle Verhalten der Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt wird. Außerdem kann durch die Zurückführung der Prognoseergebnisse auf die durchschnittliche Wachstumsrate ein Vergleich von Prognosen über unterschiedliche Spannen erfolgen.

2.1.5 Zerlegung des mittleren quadratischen Prognosefehlers

Zur weiteren Analyse von systematischen Fehlern, die dem Prognostiker bzw. dem verwendeten Projektionsmodell angelastet werden können, schlägt Theil (vgl. Theil, 1971) folgende Zerlegung des mittleren quadratischen Prognosefehlers vor:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - r_i)^2 ,$$

$$MSE = (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2 + (s_{\hat{r}} - s_r)^2 + 2(1-p)s_{\hat{r}}s_r$$

mit $\bar{\hat{r}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{r}_i ,$

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i ,$$

$$s_{\hat{r}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - \bar{\hat{r}})^2} ,$$

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} ,$$

$$p = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - \bar{\hat{r}})(r_i - \bar{r})}{s_{\hat{r}} \cdot s_r} .$$

Folgende Schlüsse können aus dieser Aufspaltung des mittleren quadratischen Prognosefehlers gezogen werden :

- 1) Ist der Mittelwertanteil $(\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2$ gleich Null, so entsprechen die prognostizierten Werte im Mittel den tatsächlichen Werten.
- 2) Ist der Varianzanteil $(s_{\hat{r}} - s_r)^2$ gleich Null, so stimmen die Standardabweichungen der prognostizierten und der tatsächlich eingetretenen Zahlen überein.
- 3) Ist der Kovarianzanteil $2(1-p)s_{\hat{r}}s_r$ gleich Null, so ist die Korrelation zwischen \hat{r} und r gleich eins. Mittelwertabweichungen und Varianzabweichungen lassen auf systematische Fehler schließen.

Dividiert man die drei Komponenten jeweils durch den mittleren quadratischen Prognosefehler, so erhält man folgende Ungleichheitsverhältniszahlen (vgl.

Theil, 1971) :

$$U^M = \frac{(\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2}{MSE} \text{ (Mittelwertanteil) ,}$$

$$U^S = \frac{(s_{\hat{r}} - s_r)^2}{MSE} \text{ (Varianzanteil) ,}$$

$$U^C = \frac{2(1 - \bar{p})s_{\hat{r}} \cdot s_r}{MSE} \text{ (Kovarianzanteil) .}$$

Da definitionsgemäß gilt, daß $1 = U^M + U^S + U^C$ ist, wird eine Aussage über den prozentualen Anteil jeder einzelnen Fehlerkomponente am mittleren quadratischen Prognosefehler ermöglicht. Es ist erstrebenswert, den Mittelwert- und Varianzanteil möglichst klein zu halten, da sie systematische Fehler bei der Prognose erkennen lassen. Demzufolge wäre ein hoher Kovarianzanteil wünschenswert. Eine zweite von Theil 1971 vorgeschlagene Zerlegung des mittleren quadratischen Prognosefehlers benutzt die lineare Regression, um Aufschluß über den funktionalen Zusammenhang zwischen r und \hat{r} zu erlangen. Unter der Annahme, daß der "nicht- systematische Fehlerteil" eine Zufallsvariable u_i mit $E(u_i) = 0$ ist, folgt bei perfekter Prognose: $r_i = \hat{r}_i + u_i$.

Die Varianz berechnet sich aus :

$$E(u_i, u_j) = \begin{cases} \sigma^2 & \text{falls } i = j \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Über die Güte der Prognoseergebnisse gibt die lineare Regression von r auf \hat{r}

$$r_i = \alpha + \beta \hat{r}_i + u_i$$

Aufschluß, da im Fall perfekter Prognose die Schätzer die Werte $\alpha = 0$ und $\beta = 1$ annehmen.

Die Zerlegung des mittleren quadratischen Prognosefehlers sieht folgendermaßen aus :

$$MSE = (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2 + (s_{\hat{r}} - s_r)^2 + 2(1 - p)s_{\hat{r}}s_r ,$$

$$MSE = (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2 + s_{\hat{r}}^2 - 2s_{\hat{r}}s_r + s_r^2 + 2s_{\hat{r}}s_r - 2ps_{\hat{r}}s_r ,$$

$$MSE = (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2 + s_{\hat{r}}^2 - 2ps_{\hat{r}}s_r + p^2s_r^2 - p^2s_r^2 + s_r^2 ,$$

$$MSE = (\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2 + (s_r - ps_r)^2 + (1 - p^2)s_r^2 .$$

Wie beim ersten Modell gelangt man auch hier zu einer Zerlegung in prozentuale Anteile in Bezug auf den mittleren quadratischen Prognosefehler, indem man die einzelnen Komponenten durch den mittleren quadratischen Prognosefehler dividiert :

$$U^M = \frac{(\bar{\hat{r}} - \bar{r})^2}{MSE} \text{ (Mittelwertanteil) ,}$$

$$U^R = \frac{(s_{\hat{r}} - ps_r)^2}{MSE} \text{ (Regressionsanteil) ,}$$

$$U^D = \frac{(1 - p^2)s_r^2 \cdot s_r}{MSE} \text{ (Störanteil) .}$$

U^R zeigt die Abweichung des Anstiegs der Regressionsgeraden von 1 an, und U^D mißt den Einfluß der zufälligen Komponente. Auch hier gilt wie bei der ersten Zerlegung :

$$1 = U^M + U^R + U^D .$$

Bei einer unverzerrten Prognose liegen die Werte für den Mittelwertanteil und den Regressionsanteil nahe Null, während sich der Störanteil in der Nähe von eins befinden sollte.

2.1.6 Theilsche Ungleichheitskoeffizienten

Mit einem Ungleichheitskoeffizienten soll der Zusammenhang zwischen realen und prognostizierten Werten auf einfache Weise quantifiziert werden. Besonders bei der Verwendung von Wachstumsraten hat sich der von Theil (vgl. Theil, 1966) hergeleitete Ungleichheitskoeffizient zweiter Art bewährt.

$$U^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - r_i)^2}{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

Dieser Koeffizient U^2 nimmt Werte größer oder gleich Null an, wobei $U^2 = 0$ genau dann gilt, wenn es sich um eine Prognose ohne jeglichen Fehler handelt. Je

größer U^2 wird, desto geringer ist die Prognosegüte des verwendeten Verfahrens. Da Bevölkerungsentwicklungen trendhaft sind, ist der folgende Ungleichheitskoeffizient meist aussagekräftiger :

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{r}_i - r_i)^2}{\sum_{i=1}^n (r_i - q_i)^2}$$

Die Resultate \hat{r}_i eines bestimmten Prognoseverfahrens, deren Güte beurteilt werden soll, werden dabei mit den trivialen Projektionsergebnissen verglichen, bei denen die Wachstumsraten der Vorperiode q_i verwendet wurden. Beide Ungleichheitskoeffizienten unterliegen den gleichen Bewertungskriterien.

3. Analyse des Prognosefehlers

3.1 Einteilung der Wachstumsraten

Für die weitere Analyse wurde das Prognosefehlermaß Δr (s. Kapitel 2.2.2.) für alle verfügbaren Bevölkerungs- und Projektionsdaten berechnet.

Die Auswahl von 101 Ländern ermöglicht es, 1414 Projektionen zu analysieren und zu bewerten. Die Prognosefehlermaße Δr wurden nach Jahr und Spanne untergliedert, da die Fehler nicht unabhängig vom Jahr und von der Spanne der Prognose sind. Das Jahr, in dem die Prognose berechnet wurde, die Spanne der Prognose und eine Variable, die die zugehörigen Fehler identifiziert, sind in Tabelle 1 gegeben. D05B60 bezeichnet z.B. die fünf-Jahres Prognosefehler mit Basisjahr 1960.

Tabelle 1: Einteilung der UN Bevölkerungsprognosen

Jahr der Prognose	Prognosezeitraum	Fehlervariable
1963	1960 - 1965	D05B60
	1960 - 1970	D10B60
	1960 - 1975	D15B60
	1960 - 1980	D20B60
1968	1965 - 1970	D05B65
	1965 - 1975	D10B65
	1965 - 1980	D15B65
	1965 - 1985	D20B65
1973	1970 - 1975	D05B70
	1970 - 1980	D10B70
	1970 - 1985	D15B70
1978	1975 - 1980	D05B75
	1975 - 1985	D10B75
1983	1980 - 1985	D05B80

3.2 Deskriptive Analyse

Das Verhalten des Fehlers wurde mit Hilfe von Lage- und Streuungsparametern, dem Korrelationskoeffizienten sowie durch die Zerlegung in Fehlerkomponenten nach Theil analysiert. Tabelle 2 enthält die oben genannten Parameter und Fehlerkomponenten.

Tabelle 2: Maße zur Beurteilung der Prognosegüte

Variable	Bias	RMSE	r_{xy}	U^M	U^S	U^C
D05B60	-.392	5.247	0.6826	.126	.005	.883
D10B60	-.233	2.632	0.7520	.008	.072	.920
D15B60	-.172	1.848	0.7866	.017	.041	.941
D20B60	-.109	1.494	0.8022	.007	.022	.971
D05B65	.051	5.357	0.5375	.001	.001	.998
D10B65	.091	2.475	0.7419	.004	.012	.984
D15B65	.148	1.741	0.8096	.017	.040	.943
D20B65	.179	1.453	0.8330	.015	.081	.904
D05B70	-.039	5.502	0.5479	.001	.010	.989
D10B70	.027	2.532	0.7555	.001	.002	.997
D15B70	.051	1.786	0.8180	.005	.021	.974
D05B75	.096	3.878	0.8327	.013	.049	.938
D10B75	.076	1.877	0.8965	.002	.016	.982
D05B80	.048	3.533	0.8438	.003	.003	.994

Bei differenzierter Betrachtung nach Basisjahren fällt auf, daß eine Abhängigkeit des Fehlers zum Basisjahr besteht. Zunächst werden - im Mittel - die starken Unterschätzungen für die Reihen mit Basisjahr 1960 und die einheitlichen Überschätzungen für die Prognosereihen mit Basisjahr 1965 deutlich. Die arithmetischen Mittel der restlichen Reihen liegen dahingegen sehr nahe bei Null. Dieser Sachverhalt wird auch beim Betrachten der Box-Plots in Abb.1 im Anhang deutlich. Hier wurden die 5-Jahres-Prognosen der Basisjahre 1960 - 1980 nebeneinander dargestellt. Betrachtet man die Beobachtungsreihen mit gleichen Basisjahren bezüglich ihrer Streuung, so ist zu beobachten, daß die Varianz und der RMSE mit steigendem Prognosezeitraum kleiner werden (Anhand einer graphischen Verdeutlichung vergleiche man als Beispiel die Box-Plots der Prognosen aus dem Basisjahr 1960 (s. Abb.2 im Anhang)). Darüberhinaus nimmt die Streuung bei gleichen Prognosezeiträumen mit Aktualität des Basisjahres ab. Der Korrelationskoeffizient r_{xy} (s. Tabelle 2.), der den Zusammenhang zwischen den prognostizierten und den tatsächlichen Wachstumsraten beschreibt, wächst mit zunehmender Aktualität des Basisjahres. Die Zerlegung in Fehlerkomponenten läßt sich zusammenfassend beschreiben, indem man auf ausnahmslos "kleine Mittelwertanteile" und "große Störanteile" hinweist.

Aus den oben genannten Abbildungen und Tabelle 2 läßt sich schließen, daß die UN Bevölkerungsprognosen mit der Zeit verbessert werden konnten, da sich

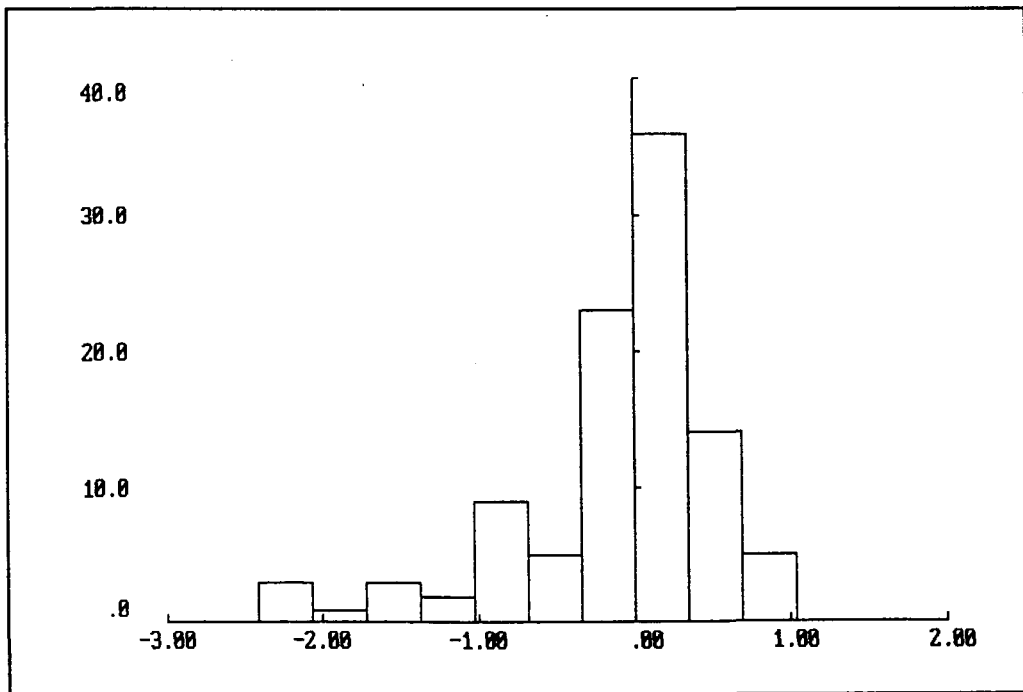
alle deskriptiven Maße zur Beurteilung des Fehlers verkleinern. Auch konnte beobachtet werden, daß die Abhängigkeit zwischen Prognosezeitraum und -fehler im Vergleich zur Abhängigkeit des Fehlers zum Basisjahr relativ gering ist.

3.3 Verteilungsannahmen des Fehlers

Um tiefere Aussagen über Abhängigkeiten des Fehlers vom Basisjahr und von dem Prognosezeitraum treffen zu können, sind Kenntnisse über die Verteilung des logarithmischen Prognosefehlers notwendig.

Abb. 3 zeigt die Verteilung des Fehlers D20B80, die typisch ist für den gesamten Datensatz.

Abb. 3: Verteilung des Prognosefehlers D20B80



Deutlich stört ein Anstieg in den Randintervallen des Histogrammes das Bild der Normalverteilung. Zur Überprüfung der Normalverteilung wurde der D'Agostino-Test (s. Deutsche Norm) durchgeführt. Dieser Test beruht auf der Verwendung von Ranggrößen, wobei die Folge der n unabhängigen, nach nicht-

abnehmenden Werten geordneten Beobachtungswerte mit $x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}$ bezeichnet werden. Zunächst wird die Größe S berechnet

$$S = \sum_{k=1}^n a_k (x_{(n+1-k)} - x_{(k)})$$

Darin läuft der Index k von 1 bis $\frac{n}{2}$ bzw. $\frac{(n-1)}{2}$, je nachdem, ob n gerade oder ungerade ist. Die Koeffizienten a_k hängen vom Stichprobenumfang n ab. Sie werden berechnet aus

$$a_k = \frac{n+1}{2} - k.$$

Sind einige der Beobachtungen einander gleich, so wird die geordnete Folge so gebildet, daß gleiche Werte so oft wiederholt werden, wie sie in der ursprünglichen Folge vorkommen. Als Prüfgröße wird die folgende Größe y verwendet

$$Y = \frac{\sqrt{n}(D - 0,28209479)}{0,02998589}$$

mit

$$D = \frac{S}{n^2 \cdot \sqrt{m_2}}$$

und

$$m_2 = \frac{n-1}{n^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

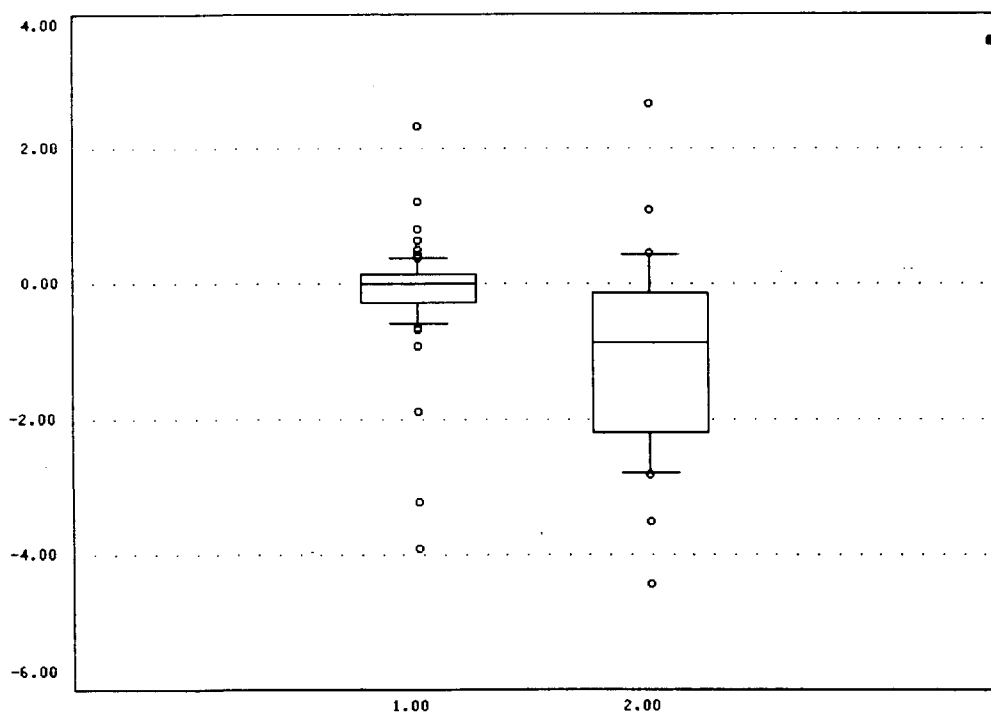
Der Test wurde für die 14 Datensätze mit der Hypothese "Δr ist normalverteilt" gegen die Alternative "Δr ist nicht normalverteilt" durchgeführt. Bei einem Niveau von $\alpha = 0,05$ ist die Hypothese "Δr ist normalverteilt" bei allen 14 Datensätzen zu verwerfen. Werden aber "Ausreißer" der einzelnen Datensätze nicht berücksichtigt, dann kann die Hypothese "Δr ist normalverteilt" nur für einige der Reihen nicht mehr verworfen werden. Damit wird für die folgenden Untersuchungen - sofern möglich - die Normalverteilungsannahme vermieden.

3.4 Einflußfaktoren und Fehlerquellen

3.4.1 Prognosefehler der untersuchten afrikanischen Länder

Besonders für die afrikanischen Länder konnten substantielle Unterschiede zwischen geschätzten Bevölkerungszahlen und tatsächlich eingetretenen Bevölkerungszahlen nachgewiesen werden. Die Box-Plots in Abb. 4 verdeutlichen dies (vgl. Abb. 4). Hier wurde der logarithmische Prognosefehler bei den afrikanischen Ländern für einen Prognosezeitraum von 5 Jahren und Basisjahr 1960 mit den Prognosefehlern der restlichen Länder verglichen.

Abb. 4: Box-Plots der Prognosefehler bei den afrikanischen Ländern (2) im Vergleich mit den restlichen Ländern (1) für D05B60.



Es ist aber zu bemerken, daß sich gerade für die afrikanischen Länder in den letzten 30 Jahren Veränderungen zu besseren Prognosen ergeben haben (vgl. Abb. 5 im Anhang). Bei Betrachtung der Box Plots wird deutlich, daß die Prognosen mit Basisjahr 1975 die besten Ergebnisse lieferten. Überhaupt haben sich die Prognoseergebnisse zwischen 1960 bis 1975 kontinuierlich verbessert. Eine Erklärung hierfür ist einmal in der Entwicklung der demographischen Datenbeschaffung zu suchen. Speziell für die durchgeführten Mikrozensus der afrikanischen Länder sind

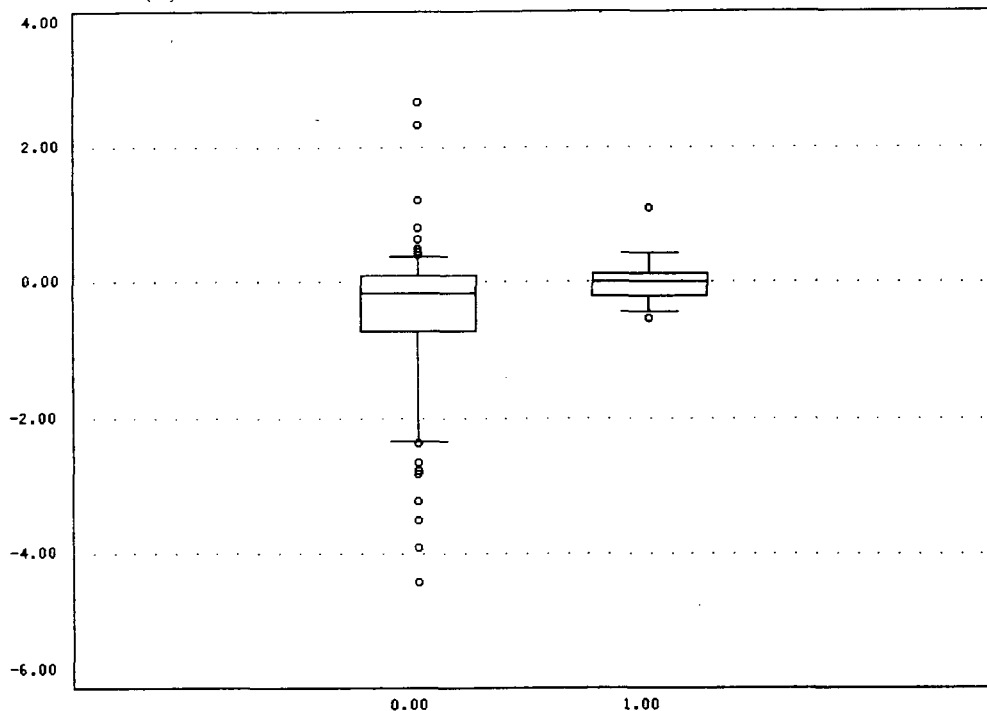
signifikante Änderungen zu beobachten. Während von 50 afrikanischen Ländern nur 64 % zwischen 1964 und 1974 einen Mikrozensus durchführten, waren es in den Jahren von 1975 bis 1984 schon 94 % (vgl. de Graft-Johnson, 1988). Eine weitere Erklärung ist in der politischen Entwicklung besagter Länder zu suchen, von denen die meisten in den sechziger Jahren ihre Unabhängigkeit erlangt haben.

Die Unabhängigkeit ging in den meisten dieser Länder mit einem stärkeren Anwachsen der Bevölkerung einher, während im Sudan eine umgekehrte Entwicklung vorliegt. Der jahrzehntelange Bürgerkrieg und die damit einhergehende Armut und schlechte medizinische Versorgung führten zu sinkenden Wachstumsraten und damit zu Überschätzungen der Bevölkerungszahlen für die Prognosen mit Basisjahren 1965 und 1970.

3.4.2 Die Migration als Fehlerquelle

Die natürliche Bevölkerungsentwicklung unterliegt einer gewissen Kontinuität, da altersspezifische Sterberaten sich im allgemeinen nicht sprunghaft ändern und geänderte Tendenzen bezüglich der Geburtenhäufigkeit erst verzögert Einfluß auf die Bevölkerungsentwicklung nehmen. Hohe Nettoimmigrationen bewirken hingegen sofort eine ungleich stärkere Bevölkerungsänderung. Aus diesem Grund ist eine Abhängigkeit des logarithmischen Prognosefehlers von der Höhe der Nettoimmigration zu vermuten. Der direkte Zusammenhang zwischen der Höhe der Nettoimmigration und der Prognosegüte ist allerdings nicht feststellbar, solange die Analyse den ganzen Datensatz berücksichtigt. Aber auch durch Gruppierung der 101 untersuchten Länder in diejenigen mit hoher Nettoimmigration und Länder mit geringer Nettoimmigration kann die theoretische Überlegung, daß bei Ländern mit großen Wanderungen auch schlechtere Prognoseergebnisse zu erwarten sind, nicht bestätigt werden. Abb. 6 zeigt ein genau konträres Bild. Länder mit geringen Wanderungen besaßen eine wesentlich schlechtere Prognosegüte.

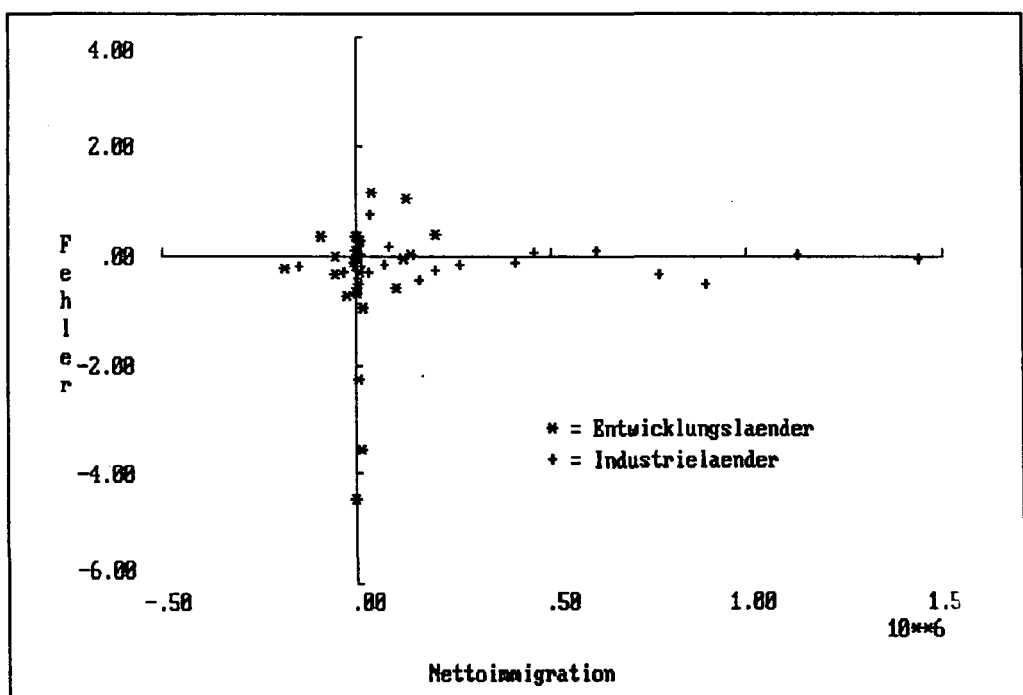
Abb. 6: Box-Plots von Prognosefehlern für Länder mit geringer Nettoimmigration (0) im Vergleich zu Ländern mit starker Nettoimmigration (1).



Diese Tatsache ist dadurch zu erklären, daß Bevölkerungen der Länder der Dritten Welt bisher aufgrund fehlender oder inkorrektur Daten wesentlich schlechter prognostiziert wurden, als Bevölkerungen der Industrieländer. Gleichzeitig weisen diese Länder aber auch eine sehr geringe Nettoimmigration auf, so daß ein Zusammenhang von hoher Nettoimmigration und schlechter Prognose durch diese Länder verzerrt wird. Diese Tatsache ist leicht ersichtlich beim Betrachten von Abb. 7 im Anhang. Hier wurden Länder mit Bruttonationaleinkommen (BSP) > 3000 DM pro Kopf und Länder mit BSP < 3000 DM pro Kopf hinsichtlich ihrer Prognosegüte miteinander verglichen. Der Zusammenhang ist eindeutig: Länder mit BSP > 3000 DM pro Kopf besitzen einen geringeren Prognosefehler. Zur weiteren Untersuchung wurden deshalb diejenigen Länder nicht berücksichtigt, von denen vermutet werden kann, daß sie aufgrund ihres niedrigen Entwicklungsniveaus nicht über genügend Datenmaterial verfügen. Bewertungskriterium war die Größe des BSP, welches die Länder in zwei Gruppen einteilte und auf 3000 DM pro Kopf festgesetzt wurde. Die ausgewählten Länder wurden desweiteren in zwei Gruppen zerlegt, wobei das Zerlegungsmerkmal die Größe der Nettoimmigration war. Als

Zerlegungsgrenze wurde eine jährliche Nettoimmigration von 50.000 gewählt, dadurch die beiden Gruppen die gleiche Anzahl an Beobachtungen zugewiesen bekommen. Abb. 8 zeigt für D05B60 leicht bessere Prognoseergebnisse für Länder mit geringer Nettoimmigration als für Länder mit einer Nettoimmigration größer als 50.000. Allerdings zeigt Abb. 9 für den Fehler D05B65 einen genau konträren Zusammenhang. Länder mit geringer Nettoimmigration wurden schlechter prognostiziert als diejenigen, bei denen eine Nettoimmigration von mehr als 50.000 zu beobachten war. Eine graphische Darstellung der Höhe der jährlichen Nettoimmigration gegen die Güte des Prognosefehlers zeigt Abb. 9b.

Abb. 9b: Zusammenhang zwischen Güte des Fehlers und der Nettoimmigration für D05B60.



Die untersuchten Länder wurden nach der Größe des BSP's in Entwicklungsländer und Industrieländer unterteilt. Deutlich erkennt man die größeren Fehler bei den Entwicklungsländern und die geringeren Migrationen. Weiter sind die guten Prognosen für die Industrieländer mit großer positiver Nettoimmigration zu bemerken. Abb. 9b zeigt deutlich, daß ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Nettoimmigration und der Güte von Bevölkerungsprognosen nicht nachzuweisen ist.

3.4.3 Der Zeitraum der Prognose als Fehlerquelle

Durch die Einführung des logarithmischen Prognosefehlers wird der Vergleich von Prognosen über unterschiedliche Zeiträume ermöglicht. In diesem Kapitel wird nun untersucht, ob Prognosen über unterschiedliche Perioden bei gleichen Voraussetzungen gleich gute Ergebnisse liefern. Keyfitz (1981) und Stoto (1983) kommen beide zu dem Ergebnis, daß die Prognosespanne keinen Einfluß auf die Güte von Bevölkerungsprognosen hat.

Keyfitz verwendet hierfür 810 UN Prognosen von 90 Ländern mit drei Basisjahren und neun Zieljahren und zeigt, daß die Größe des RMSE's nicht von dem Prognosezeitraum beeinflußt wird (vgl. Keyfitz (1981)). Stoto untermauert seine These mit Hilfe der Regressionsanalyse unter Verwendung von 336 Prognosen.

Abb. 10 im Anhang zeigt die Verteilung des Fehlers Δr aus den Basisjahren 1965, und 1970 (s. auch Abb. 2 für die Fehler mit Basisjahr 1960) für verschiedene Prognosezeiträume in Jahren. Der graphische Vergleich von unterschiedlichen Prognosezeiträumen des Fehlers Δr deutet nicht darauf hin, daß der Prognosezeitraum einen signifikanten Einfluß auf die Prognosegüte hat. Zur Erhärtung dieser These wurden die Mittelwerte der Fehler für unterschiedliche Prognosezeiträume mit Hilfe des "Kruskal-Wallis-Tests" auf Unterschiede getestet. Die Tests auf gleiche Mittelwerte konnten nur für die Kombination der Fehler D05B60 und D20B60 zum Niveau $\alpha = 0.05$ verworfen werden. Für alle anderen Kombinationen wurden keine signifikanten Unterschiede bei den Mittelwerten nachgewiesen.

Für den Vergleich der Varianzen der verschiedenen Meßreihen wurde der Test von "Levene" benutzt, der auf den "Kruskal-Wallis-Test" aufbaut (vgl. Hartung I S. 617). Bei diesem Test werden die Fehler transformiert durch $\hat{\Delta}r_{ij} := \Delta r_{ij} - \bar{\Delta}r_{ij}$ und anschließend wird der "Kruskal-Wallis-Test" auf die transformierten Fehler $\hat{\Delta}r$ angewandt. Dabei ist die Hypothese "Die Varianzen von p Meßreihen sind gleich" genau dann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $1 - \alpha$ zu verwerfen, falls " $H \geq \chi_{p-1, 1-\alpha}^2$ " gilt. Dieser Test wurde für die verschiedenen möglichen Kombinationen der unterschiedlichen Meßreihen durchgeführt. Ein Einfluß des Prognosezeitraumes konnte dabei nur für die Prognosen mit Basisjahr 1960 nachgewiesen werden. Die Hypothese gleicher Varianzen wurde zum

Niveau $\alpha = 0,05$ für die Kombinationen

- 1) D05b60, D20B60
- 2) D05B60, D15B60
- 3) D05B60, D15B60, D20B60

abgelehnt. Für die restlichen Kombinationen anderer Basisjahre konnte die Hypothese gleicher Varianzen nicht abgelehnt werden.

3.4.4 Weitere Einflußfaktoren auf die Prognosegüte

In Kapitel 3.4.2 und 3.4.3 wurde der Zeitraum der Prognose und die Migration hinsichtlich ihres Einflusses auf die Güte von Bevölkerungsprognosen untersucht. Im Anhang in Tabelle 1. sind einige länderspezifische demographische Kenngrößen enthalten, die im Zusammenhang mit der Prognosegüte stehen. In diesem Abschnitt werden die Bevölkerungsgröße, die "Rohe Geburtenrate", die "Rohe Sterberate" und die Wachstumsrate des BSP in % auf ihren Einfluß auf die Prognosegüte hin untersucht. Im folgenden werden jeweils die 5-Jahres-Prognosen aus den Jahren 1960 und 1980 miteinander verglichen, um Veränderungen der Prognosegüte innerhalb dieses Zeitraums aufzuzeigen. Abb. 11 im Anhang zeigt die Aufteilung der analysierten Länder durch die durchschnittliche jährliche Zuwachsrates des BSP in % für den Beobachtungszeitraum 1960-1982 für D05B60 und D05B80. Länder wurden in die erste Gruppe eingeordnet, wenn sie über eine durchschnittliche jährliche Zuwachsrates des BSP in % von weniger als 0,2 verfügten. Die Grenzen für die restlichen drei Gruppen waren 2,0, 3,2 und 5,3 % jährliche Zuwachsrates des BSP. Die Zuordnung der Länder zu den Gruppen wurde so vorgenommen, daß jede Gruppe 25 Länder enthält. Eindeutig sind die Fehler der Prognosen für die 25 Länder mit dem geringsten Wachstum des BSP's in % schlechter prognostiziert worden als für Länder mit einem größeren Wachstum des BSP's in %. Dies kann für die Prognoseergebnisse von 1980 nicht mehr behauptet werden. Hier sind die Unterschiede in der Prognosegüte zwischen Ländern mit geringem und Ländern mit starkem Wachstum des BSP's in % fast verschwunden.

Das gleiche Verhalten gilt auch für die Aufteilung der Länder in Gruppen mit unterschiedlich hoher Geburtenrate und unterschiedlich hoher Sterberate. Für

1960 ist die Prognosegüte für Länder mit hoher "Roher Sterberate" oder mit hoher "Roher Geburtenrate" signifikant größer als für Länder mit niedrigen "Rohen Sterbe- oder Geburtenraten". Vergleiche hierzu die Box-Plots in Abb. 12 im Anhang. In Abb. 13 wurde der Prognosefehler gegen die "Rohe Geburtenrate" und die "Rohe Sterberate" abgetragen. Bei beiden Vergleichen der Prognosen für die Basisjahre 1960 und 1980 ist hier nochmals die Verbesserung der Prognosegüte für Länder mit hoher "Roher Geburten- oder Sterberate" erkennbar.

Abb. 14 zeigt die Aufteilung der Länder nach der Größe ihrer Bevölkerung von 1985. Die 101 Länder wurden in vier gleich große Gruppen unterteilt. Die Grenze für die kleinsten Bevölkerungsgrößen war sechs Millionen, für die nächste Gruppe zehn Millionen und die Grenze für die beiden Gruppen mit den größten Bevölkerungen lag bei 25 Millionen. Hier sind die Fehler größer für Länder mit kleiner Bevölkerungsgröße für das Basisjahr 1960. Allerdings zeigt sich dieses Verhalten für das Basisjahr 1980 nicht mehr. Unterschiede in der Prognosegüte sind weniger stark, als bei den oben untersuchten Kenngrößen.

4. Ergebnisse

Diese Analyse der Güte von Bevölkerungsprognosen für 101 Länder und den Basisjahren 1960, 1965, 1970, 1975 und 1980 zeigt eine eindeutige Verbesserung der Prognoseergebnisse der UN. Die Steigerung des Prognosestandards ist für Entwicklungsländer und im besonderen für die untersuchten afrikanischen Länder am deutlichsten. Hier sind signifikante Unterschiede zwischen den älteren Prognosen von 1960 und den stark verbesserten Ergebnissen von 1980 zu verzeichnen. Gründe für die sinkende Fehlerquote sind vor allem in den gesteigerten Aktivitäten jener Länder im Hinblick auf die statistische Datenbeschaffung zu suchen.

Die jährliche Nettoimmigration als Ursache für schlechte Bevölkerungsprognosen ist in Kapitel 3.4.2 analysiert worden. Der vermutete Zusammenhang zwischen der Höhe der Nettoimmigration und der Prognosegüte konnte nicht nachgewiesen werden. Ein Grund hierfür ist sicherlich in der Kontinuität von jährlichen Migrationen, wie sie für viele Industrieländer zu beobachten ist, zu suchen. Durch die Beständigkeit von Emigration und Immigration über mehrere Jahre ist es einfacher geworden, den Faktor Migration in die Prognose mit einzubeziehen. Zu beachten ist allerdings, daß unkontrollierbare Migrationen aufgrund von Kriegen oder Hungersnöten sicherlich die Ursache für eine schlechte Prognose sein können.

Für den Zeitraum der Prognose als Fehlerquelle können die Ergebnisse von Keyfitz und Stoto bestätigt werden. Eine Ausnahme ist jedoch der Fehler D05B60, der aufgrund vieler Ausreißer eine signifikant größere Varianz besitzt als die übrigen Fehler mit Basisjahr 1960.

Tabelle 1: Länderspezifische Kenngrößen

Land	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
1	28.7	34.0	77.6	223	16.5	11.2	69.0	15	85	39	783	0.89	18
2	32.5	33.4	62.4	84	18.4	11.8	69.6	11	97	59	715	1.20	18
3	37.9	28.7	75.1	281	21.3	7.6	73.0	9	99	51	776	1.11	20
4	29.5	35.2	66.0	300	17.1	12.0	69.7	12	115	52	649	1.08	17
5	30.0	35.4	50.0	84	16.8	12.5	68.0	15	89	49	1074	1.08	18
6	31.5	32.5	51.0	130	17.5	9.9	70.7	9	87	45	1682	0.96	18
7	32.2	31.3	59.2	167	18.0	9.6	68.6	17	97	55	568	1.11	18
8	35.4	29.6	57.3	60	21.3	9.4	67.5	15	185	81	530	1.40	21
9	38.3	26.5	27.9	72	24.8	10.5	62.3	34	166	67	342	1.14	22
10	37.5	28.0	22.7	96	24.2	7.3	62.3	39	189	73	235	1.26	24
11	34.0	29.1	42.8	63	19.3	7.3	68.0	20	157	64	283	1.10	18
12	50.8	19.6	30.6	57	40.9	11.2	60.7	87	1596	203	300	1.22	39
13	30.1	35.4	78.5	215	16.4	11.7	70.1	14	89	51	1119	1.17	18
14	29.9	36.2	72.4	17	14.5	9.6	72.7	8	67	50	1903	0.97	14
15	33.6	33.0	73.8	106	16.8	9.1	72.0	9	115	52	911	1.13	17
16	38.5	28.2	38.1	13	19.9	9.1	68.0	9	65	53	936	0.82	18
17	33.2	34.4	37.4	11	18.1	8.8	73.3	9	67	57	3330	1.18	17
18	39.4	29.8	45.5	40	21.1	12.0	68.9	15	95	99	552	1.80	21
19	40.1	26.5	47.3	95	27.2	9.0	65.8	21	131	72	420	1.02	20
20	35.5	28.4	33.7	77	22.9	9.7	65.1	31	109	77	361	1.27	16
21	28.3	36.0	72.0	159	16.1	12.6	68.3	12	94	57	707	1.02	17
22	35.1	31.3	47.3	107	18.5	9.7	69.6	19	81	77	706	1.05	16
23	32.8	32.1	40.0	107	17.8	10.3	67.1	24	114	64	241	0.97	13
24	33.6	30.4	37.7	71	18.7	8.9	66.9	22	115	63	483	1.05	16
25	36.8	26.9	49.0	10	25.3	7.7	68.4	28	86	55	681	1.18	22
26	46.1	23.1	88.0	2943	36.3	7.2	63.1	12	66	340	234	1.47	33
27	52.2	19.0	36.5	1	41.0	16.6	50.0	70	94	170	175	2.73	41
28	40.2	25.5	62.5	249	18.1	7.8	66.8	9	94	56	654	1.05	17
29	52.4	18.7	27.7	251	42.4	13.8	52.6	47	1406	117	88	2.01	38
30	53.2	18.3	28.5	87	42.5	13.3	52.6	46	893	152	6	2.53	39
31	50.8	19.6	18.1	130	44.1	22.6	41.7	134	1465	136	30	2.80	44
32	53.9	17.9	33.2	13	47.0	22.0	44.4	102	650	209	77	3.35	46
33	50.6	19.6	3.4	65	46.5	26.1	35.6	132	6204	182	4	3.50	45
34	51.4	19.4	14.6	49	47.0	24.4	40.0	114	1670	175	8	2.70	46
35	46.3	21.9	12.8	91	41.5	21.7	40.4	100	284	183	27	3.00	41
36	55.0	17.6	30.1	92	44.8	16.0	49.4	80	639	200	57	3.10	44
37	54.0	17.9	12.7	51	47.2	18.1	49.0	76	823	194	37	3.10	44
38	47.8	21.2	17.1	33	43.6	23.7	42.5	90	1060	165	9	2.70	42
39	54.0	18.6	33.0	470	40.0	15.0	54.0	28	269	100	200	2.90	44
40	51.7	19.2	7.5	10	43.3	22.4	40.4	100	401	190	6	3.00	44
41	56.7	16.8	42.6	16	49.4	21.0	45.2	80	496	219	73	3.45	49
42	54.1	17.9	36.9	25	46.6	18.8	46.3	81	956	213	48	3.45	47
43	48.7	20.8	34.8	179	2.5	15.2	56.5	70	160	184	171	3.05	42
44	55.2	17.6	42.7	17	46.8	21.1	45.7	97	1182	221	35	3.45	47
45	53.6	18.3	12.2	3	50.7	29.5	37.2	120	647	220	51	3.50	50
46	49.6	20.3	29.7	35	44.7	16.2	49.3	124	506	175	65	2.84	50
47	38.5	29.4	70.0	19	24.8	9.4	69.7	14	159	180	1759	1.07	22
48	41.3	26.4	68.5	2	27.9	8.1	70.6	12	114	58	2011	1.16	25
49	53.5	18.2	45.0	8	40.2	11.2	56.0	84	245	158	118	2.51	38
50	56.0	17.0	46.7	14	45.7	13.1	54.7	77	620	181	114	2.87	45
51	54.3	17.9	47.0	8	44.7	18.7	48.5	130	547	180	124	2.83	42

Land	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
52	55.2	17.2	67.5	8	46.3	11.3	57.2	45	429	153	296	2.58	44
53	55.4	17.3	33.7	15	46.6	15.3	51.0	100	495	190	51	3.07	45
54	53.2	18.4	29.2	3	46.0	21.3	42.3	157	526	189	62	3.00	44
55	55.4	17.2	50.3	18	45.6	12.5	56.3	70	863	155	148	3.15	44
56	55.4	17.2	31.7	37	50.5	20.8	44.2	76	457	177	40	2.96	45
57	55.4	17.1	38.1	118	48.9	18.8	47.1	105	603	194			
58	55.5	17.1	23.0	17	53.3	24.4	41.0	103	714	224	57	3.02	48
59	57.8	16.1	40.3	11	51.3	20.1	45.5	122	474	220	34	3.55	51
60	57.2	16.2	33.8	25	48.3	10.7	60.5	28	288	124	86	3.38	50
61	53.5	18.2	40.5	14	41.2	10.3	60.9	37	259	132	141	2.27	44
62	39.1	27.0	71.2	7	24.3	8.7	64.7	45	176	102	135	2.47	41
63	49.1	20.5	68.7	10	37.5	12.8	56.1	61	282	83	282	1.45	23
64	36.1	29.0	72.6	15	22.8	9.4	67.2	46	235	86	229	1.80	35
65	45.5	22.6	51.2	61	30.1	9.2	61.8	25	242	89	198	1.48	22
66	48.9	20.6	15.0	131	39.4	20.4	43.2	150	1219	143	163	1.50	34
67	56.8	16.6	29.7	65	49.6	17.1	49.3	96	351	212	9	2.42	38
68	53.3	18.4	44.6	265	33.7	7.1	68.6	20	252	102	72	3.38	47
69	50.6	19.6	29.5	149	39.2	9.8	62.7	17	262	175	570	1.37	31
70	52.4	18.8	37.5	26	44.0	19.9	44.9	90	479	126	217	2.65	39
71	53.6	18.2	31.1	5	50.8	21.2	45.6	127	372	225	131	3.50	43
72	55.3	17.5	29.5	26	50.4	22.7	45.4	162	771	215	56	3.05	50
73	51.8	18.9	32.3	26	46.7	20.3	46.1	135	428	160	38	3.44	50
74	54.7	17.7	8.6	0	51.4	23.0	41.1	141	1001	234	50	3.04	46
75	53.4	18.4	6.6	16	51.0	31.9	33.5	170	3314	215	8	3.40	49
76	56.7	16.8	4.6	11	51.3	26.0	36.7	124	400	111	7	3.30	48
77	57.2	16.6	7.3	14	48.7	19.1	42.5	83	77	218	11	3.30	50
78	54.0	17.9	4.6	32	46.2	21.6	42.5	120	636	187	15	3.30	49
79	48.5	20.9	3.5	8	42.5	26.2	36.0	148	405	173	17	3.00	45
80	54.9	17.9	11.6	9	50.2	27.9	35.9	120	405	203	44	2.80	43
81	50.3	19.8	4.4	2	49.1	30.2	35.0	112	695	203	13	3.30	49
82	57.5	16.4	17.9	4	49.3	21.9	38.5	140	569	181	11	3.00	49
83	55.5	17.4	2.0	104	52.2	29.0	36.0	127	610	218	247	3.10	49
84	52.7	18.7	1.9	104	48.2	29.9	33.5	140	857	171	6	3.40	51
85	54.1	18.0	18.0	3	47.3	26.4	35.1	123	569	201	2	3.10	47
86	49.5	20.3	46.6	13	41.8	17.0	46.7	98	152	180	5	3.00	47
87	57.2	16.5	23.2	28	50.5	26.5	36.5	115	660	220	8	2.75	43
88	53.7	18.2	9.9	3	50.0	26.0	36.0	124	1762	197	77	3.30	50
89	53.7	18.2	9.9	3	50.1	31.7	34.7	210	1743	262	3	3.20	49
90	51.8	19.0	10.5	11	46.0	25.7	35.9	125	589	220	5	3.30	49
91	52.8	18.7	22.3	16	47.9	26.0	35.9	126	855	174	33	3.05	46
92	52.3	18.9	9.6	13	47.9	29.2	33.5	220	577	227	25	3.10	47
93	56.7	16.8	5.8	2	52.3	27.4	35.9	212	1200	200	25	3.05	47
94	52.5	18.8	11.7	30	44.6	25.8	36.0	127	927	190	4	3.50	52
95	54.9	17.6	9.6	26	50.9	30.7	33.5	150	684	213	28	2.90	44
96	50.6	19.7	8.6	11	43.8	26.7	36.5	145	652	191	10	3.30	51
97	53.8	18.1	19.7	7	47.3	25.3	39.5	172	344	145	168	2.80	42
98	53.0	18.5	10.3	4	50.5	31.5	32.0	150	322	206	27	2.90	43
99	55.1	17.6	6.7	2	45.5	26.7	33.5	190	1134	148	56	2.86	49
100	37.6	29.6	80.3	1	22.6	8.8	70.4	12	80	65	4	2.60	45
101	40.6	27.4	75.9	9	26.3	9.1	71.5	14	97	67	1242	1.38	21

Land	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
1	16.6	12.0	11.4	11.8	12.1	70.0	70.3	70.6	90	12460	3.1	3.2	5
2	17.2	17.0	11.2	11.1	10.6	70.9	71.6	72.6	100	11930	3.7	4.2	5
3	19.2	16.2	7.8	6.1	8.7	73.4	73.6	73.8	130	10930	2.9	5.4	5
4	15.5	14.8	12.2	12.4	11.2	70.8	70.9	72.9	130	10760	3.6	3.6	5
5	17.5	14.0	12.0	13.0	12.2	69.2	69.9	71.2	95	1140	2.4	3.1	5
6	17.7	14.7	9.5	9.3	10.0	71.7	72.2	72.4	80	17010	1.9	4.4	5
7	18.3	16.0	9.8	9.7	9.8	69.8	70.9	72.0	100	6840	3.4	4.4	5
8	20.5	19.5	8.8	8.7	8.3	69.5	70.8	72.1	200	5430	4.0	6.8	5
9	19.8	18.2	9.4	8.8	9.2	64.2	65.8	67.6	180	2800	4.9	12.6	3
10	21.4	18.4	7.7	8.1	10.0	64.2	66.1	68.0	170	2450	4.8	3.0	3
11	18.0	15.4	7.8	8.1	9.4	69.6	70.9	71.8	170	4290	5.2	3.2	3
12	34.5	33.4	9.6	8.2	6.5	63.5	66.5	68.6	180	2270	5.1	3.0	4
13	17.6	16.5	11.8	11.7	11.7	71.0	71.5	72.3	100	9660	2.0	4.1	5
14	15.0	14.2	10.0	10.2	10.5	73.5	74.1	73.3	70	14040	2.4	4.3	5
15	16.6	14.0	9.7	10.0	10.1	72.3	72.8	73.9	100	12470	2.5	6.4	5
16	16.3	13.2	9.3	9.7	9.3	68.9	69.7	70.4	100	10870	3.6	6.0	5
17	17.7	16.7	9.5	9.7	10.1	73.4	73.8	74.5	110	14280	3.4	4.4	5
18	21.5	22.1	11.8	11.5	10.4	70.3	71.1	71.8	80	5150	2.9	5.2	5
19	16.6	16.3	7.6	7.6	8.5	68.3	69.9	70.1	130	2200	5.1	5.0	4
20	21.3	19.3	8.6	9.2	10.3	66.8	68.4	67.2	130	2560	5.1	3.0	4
21	15.1	14.0	13.3	13.7	13.2	69.6	70.6	71.1	80	2500	5.0	3.0	4
22	15.5	16.9	9.5	10.4	10.7	70.4	70.2	70.4	100	2500	50.0	3.0	4
23	14.3	15.2	10.1	10.8	11.5	68.7	69.2	69.5	130	2270	6.3	3.0	4
24	15.8	16.2	8.2	8.7	9.1	70.0	70.9	71.8	140	2300	6.0	3.0	4
25	17.6	17.8	7.2	7.6	7.9	70.0	70.0	70.4	100	2000	6.0	3.0	4
26	23.5	19.1	6.2	5.5	5.5	66.1	68.3	70.0	280	5340	7.0	2.4	3
27	41.9	38.8	13.5	11.2	9.3	54.5	58.0	60.7	110	1400	4.0	6.0	2
28	17.8	19.2	7.3	6.9	6.6	69.0	71.1	73.3	90	10080	6.1	5.1	5
29	31.4	28.8	12.4	10.3	8.9	55.2	57.7	60.6	1250	1910	6.6	17.5	3
30	38.8	35.7	12.2	11.2	9.4	55.2	57.7	60.6	1250	1800	7.0	17.5	2
31	41.3	39.9	29.0	17.6	15.7	44.7	47.2	49.5	1710	260	1.3	7.1	1
32	45.3	45.3	19.6	17.4	15.6	46.6	48.8	51.0	900	2500	4.0	-0.5	3
33	44.4	42.9	25.9	23.2	20.3	38.1	40.6	43.6	6950	140	1.4	2.1	1
34	44.9	42.9	21.9	19.2	16.9	42.5	45.0	47.5	1450	580	4.2	3.0	2
35	41.5	41.5	20.4	20.3	20.5	41.7	43.1	44.6	610	380	1.0	5.0	1
36	44.2	43.8	14.2	12.2	10.5	52.5	55.6	58.4	730	820	1.0	5.0	2
37	43.7	43.4	14.9	12.5	10.8	52.5	55.5	58.0	1090	790	4.5	1.8	2
38	40.3	49.5	21.0	17.5	15.8	45.0	47.0	50.0	1030	1900	1.3	2.7	1
39	40.1	38.7	14.0	11.7	9.9	60.0	62.0	65.0	330	1860	4.3	-0.3	3
40	45.0	44.6	22.6	22.8	22.8	40.4	40.4	40.4	1650	300	2.0	4.0	1
41	48.8	48.1	18.8	16.9	14.6	47.7	50.2	52.7	530	3000	2.0	10.0	3
42	47.8	45.4	16.6	15.7	15.4	48.8	51.3	54.0	860	1680	4.0	2.6	1
43	39.3	39.8	13.3	11.8	9.9	58.7	60.9	63.2	250	490	0.9	1.9	2
44	47.5	47.6	19.0	16.7	14.7	48.2	50.7	53.2	590	1690	6.9	2.6	3
45	50.0	49.5	26.1	22.7	20.2	39.7	42.3	45.3	1200	16000	7.5	5.0	3
46	50.3	49.6	15.0	13.8	12.5	51.7	54.4	56.9	560	1370	3.4	5.6	2
47	18.3	16.2	9.4	9.5	9.4	70.0	70.5	71.3	120	13160	2.2	2.9	5
48	18.8	18.6	7.7	7.5	7.7	71.4	72.0	72.4	90	11320	3.1	3.1	5
49	38.0	37.1	10.2	9.5	8.8	57.9	59.7	61.4	350	2240	4.8	46.1	3
50	43.5	40.6	11.7	10.3	88.0	56.6	58.5	60.9	400	1460	3.1	11.9	3
51	43.0	41.0	15.7	13.7	11.9	51.0	53.4	55.7	410	1310	1.0	10.4	2

Land	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
52	39.6	36.1	9.5	7.9	7.0	60.2	63.0	64.7	310	4140	1.9	1.3	3
53	44.6	41.8	12.9	11.0	9.5	54.2	57.2	59.6	410	1350	4.8	6.1	2
54	43.9	43.7	20.4	19.0	18.0	43.8	45.3	46.8	400	570	1.7	3.5	2
55	42.8	42.0	10.6	9.7	8.6	59.5	61.0	63.2	500	2270	3.7	3.5	3
56	44.6	42.8	17.9	15.7	13.7	47.2	50.1	52.9	420	1130	2.4	0.3	2
57	44.2	42.2	15.5	13.0	11.1	51.5	54.9	57.8	46	700	0.9	0.5	2
58	51.1	49.3	20.7	17.5	14.6	45.1	49.4	53.5	630	660	1.0	2.9	2
59	48.6	48.3	17.8	15.7	13.9	47.9	50.4	5.9	430	920	0.2	1.8	2
60	37.3	33.4	9.2	7.3	5.9	62.8	65.4	68.2	250	1430	2.8	1.9	2
61	38.4	36.2	9.2	8.1	7.1	62.9	64.9	66.5	300	2120	3.4	1.5	3
62	22.0	21.8	8.6	8.6	8.8	66.0	67.4	68.2	160	2520	1.6	21.4	3
63	30.0	27.9	11.9	10.0	9.2	57.5	60.6	62.6	240	2210	0.6	33.0	3
64	21.8	20.4	9.2	9.1	9.3	68.3	69.3	69.8	210	2650	1.7	50.2	3
65	31.4	29.1	8.3	6.6	6.6	65.1	69.2	69.8	180	1300	3.0	10.0	2
66	37.1	35.8	18.5	17.0	16.3	45.5	47.7	50.0	1450	300	0.6	4.0	1
67	47.1	45.8	14.2	12.6	11.0	53.0	55.4	57.8	350	1330	3.2	2.1	2
68	26.7	22.6	6.9	6.6	6.8	69.5	71.0	72.1	250	1335	3.0	3.0	2
69	37.3	33.2	9.1	8.0	7.1	65.8	67.8	69.5	260	1330	0.7	4.0	2
70	41.1	37.8	18.0	15.9	14.0	47.4	49.9	52.4	290	690	3.6	2.6	2
71	49.6	48.7	19.4	17.4	15.4	48.1	50.7	53.2	290	900	3.0	2.0	3
72	48.2	46.2	19.6	17.4	15.7	47.9	50.4	52.9	660	870	2.6	2.0	2
73	42.9	40.0	17.9	15.8	13.8	48.6	51.6	54.1	340	1390	4.7	3.6	2
74	48.5	47.8	21.3	19.0	17.5	43.6	46.1	48.6	1010	440	-0.4	3.9	2
75	47.5	46.6	29.6	27.7	25.8	36.5	38.0	38.0	2430	140	0.3	3.7	1
76	50.5	50.2	23.7	22.2	20.1	39.2	41.8	44.5	530	280	1.9	1.8	1
77	49.0	48.7	17.4	16.5	16.0	45.0	47.5	50.0	770	390	2.8	1.6	1
78	45.3	45.2	19.6	17.6	15.9	45.0	47.5	50.0	770	230	-1.1	3.2	1
79	43.3	43.1	22.1	20.6	20.1	38.5	41.0	43.5	650	300	1.0	7.0	1
80	50.0	50.2	25.3	23.1	21.1	38.5	40.9	43.5	350	320	-0.5	3.2	1
81	49.0	47.7	29.4	26.8	23.7	36.5	38.5	41.0	800	210	2.6	2.4	1
82	49.8	51.5	21.0	20.7	20.3	41.0	43.5	44.5	400	640	-0.1	7.6	2
83	50.0	50.0	26.1	24.0	23.6	38.5	41.0	41.0	750	260	1.7	13.1	1
84	48.1	48.0	29.0	27.0	24.7	36.0	38.5	39.0	900	280	2.5	2.8	1
85	47.5	47.2	24.6	23.0	21.7	36.8	38.5	41.0	560	290	-0.1	4.5	1
86	43.1	43.0	17.9	17.3	16.2	47.6	48.3	50.8	180	2670	2.0	3.0	3
87	49.5	48.8	25.0	23.7	21.9	39.0	41.5	43.5	770	360	-1.3	7.5	1
88	49.4	48.5	29.8	28.0	25.8	34.0	35.5	38.0	1680	210	1.1	1.3	1
89	49.8	50.1	29.0	26.6	25.9	36.0	37.2	38.0	1250	180	1.6	5.0	1
90	46.0	45.6	23.9	22.7	20.6	38.4	41.0	43.5	510	950	2.1	2.8	2
91	47.5	47.6	24.7	24.0	23.9	38.0	40.0	40.0	720	490	0.0	1.8	2
92	47.2	46.6	27.7	25.1	22.9	36.0	38.5	41.0	1120	310	1.6	1.5	1
93	52.2	52.2	25.8	25.5	25.5	38.4	38.5	38.5	1780	310	-1.5	2.1	2
94	44.8	44.7	24.3	22.7	20.7	38.5	41.0	43.5	1210	390	0.9	7.0	1
95	50.9	50.6	27.7	25.5	23.3	36.0	38.5	41.0	740	340	2.3	1.3	1
96	42.8	43.6	24.6	22.5	20.7	38.5	41.0	43.5	600	490	0.9	1.9	2
97	44.4	45.1	24.7	22.8	20.8	40.5	42.0	43.5	190	1180	2.7	4.7	2
98	48.2	47.2	29.8	27.5	24.5	34.0	36.0	38.5	400	800	3.0	7.0	2
99	44.5	44.0	25.0	24.1	24.0	36.0	38.0	38.5	970	80	-2.8	4.6	1
100	19.8	21.0	8.7	8.9	8.1	71.2	71.9	72.4	80	11140	2.4	3.1	5
101	22.6	23.3	8.9	8.7	8.3	71.8	71.7	72.0	100	7320	1.5	3.6	5

Abb. 1: Box-Plots von Prognosefehlern für die Basisjahre 1960, '65, '70, '75 und '80.

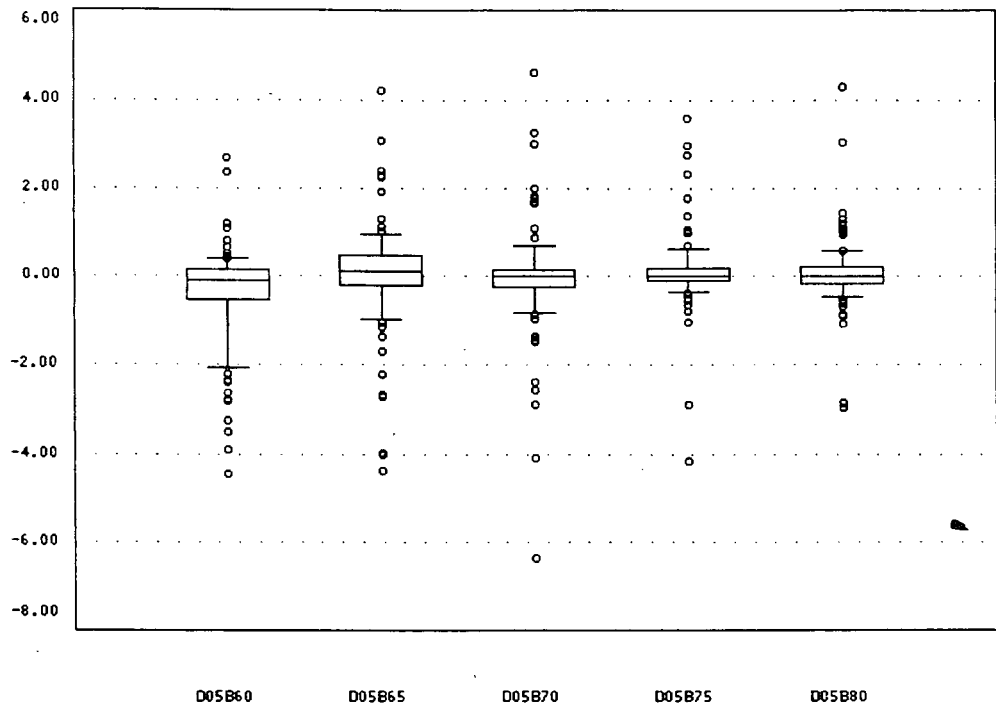


Abb. 2: Box-Plots von Prognosefehlern mit Basisjahr 1960 für unterschiedliche Prognosezeiträume

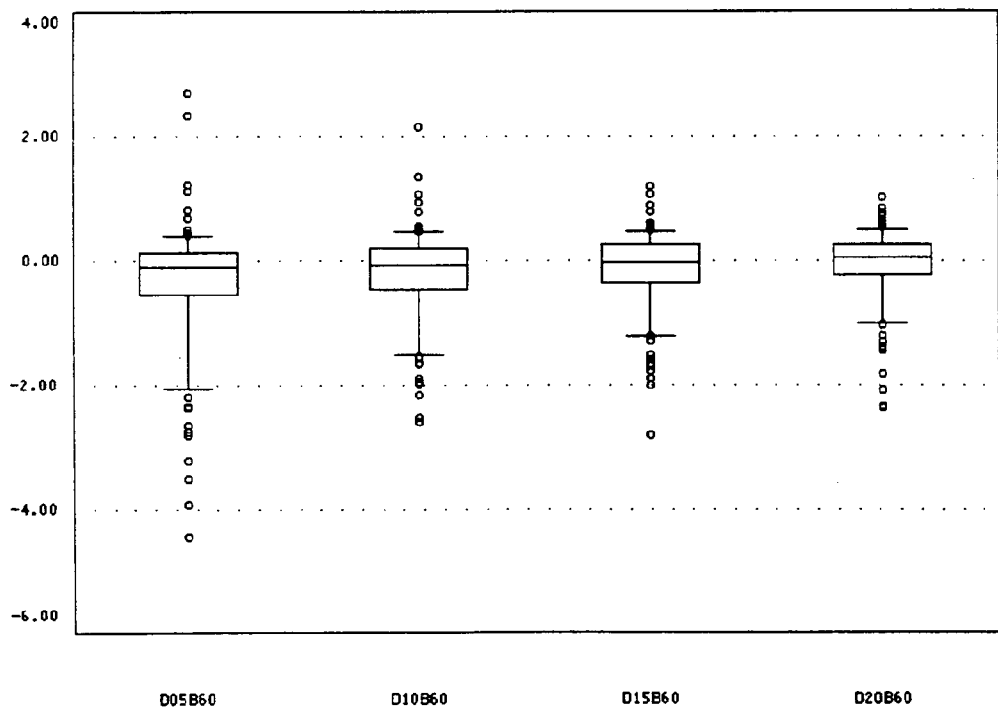


Abb. 8: Box-Plots von Prognosefehlern (D05B60) für Länder mit BSP > 3000 DM pro Kopf unterteilt in Größe der Nettoimmigration (1 = Migration > 50,000 pro Jahr, 0 = Migration < 50,000 pro Jahr).

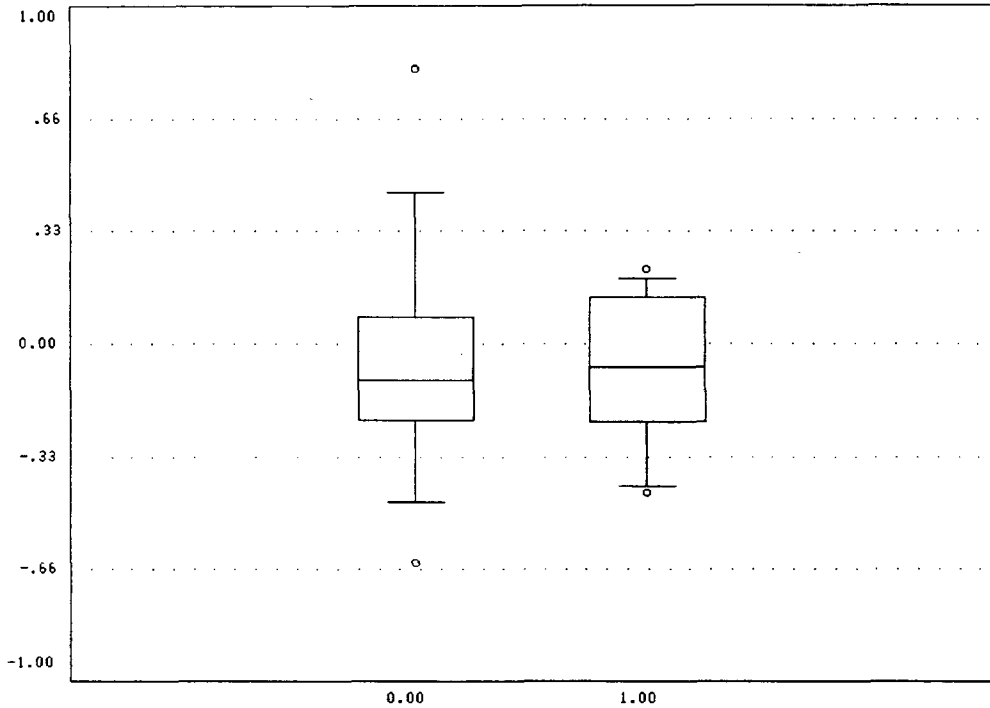


Abb. 9: Box-Plots von Prognosefehlern (D05B65) für Länder mit BSP > 3000 DM pro Kopf unterteilt in Größe der Nettoimmigration (1 = Migration > 50,000 pro Jahr, 0 = Migration < 50,000 pro Jahr).

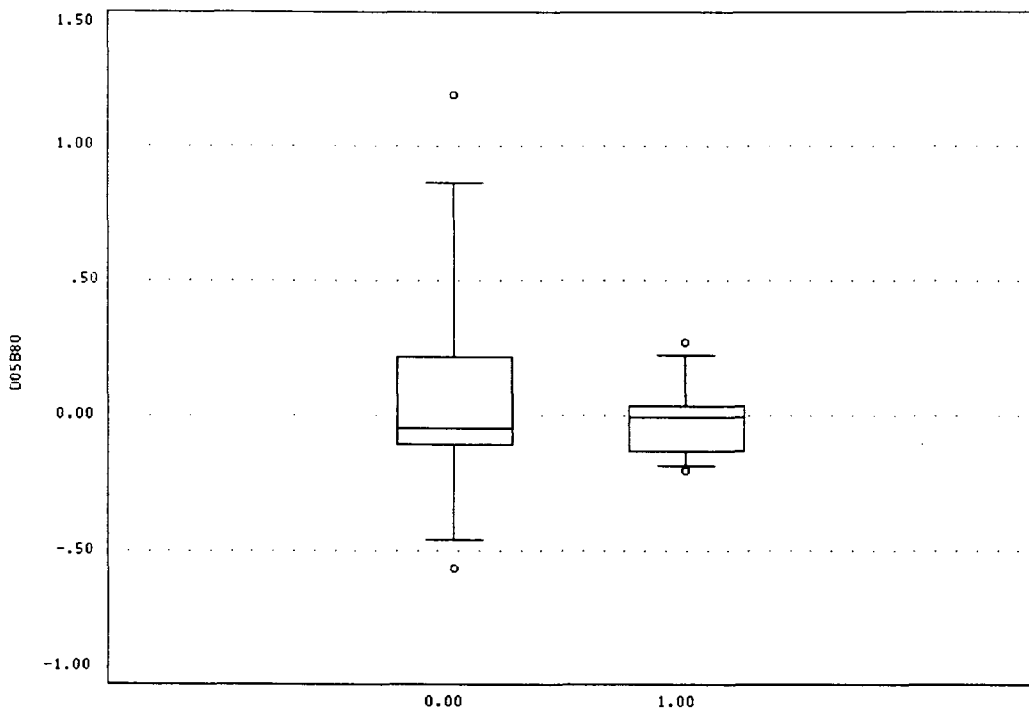


Abb. 10: Box-Plots der Progosefehler mit den Basisjahren 1965, und '70 für verschiedene Prognosezeiträume.

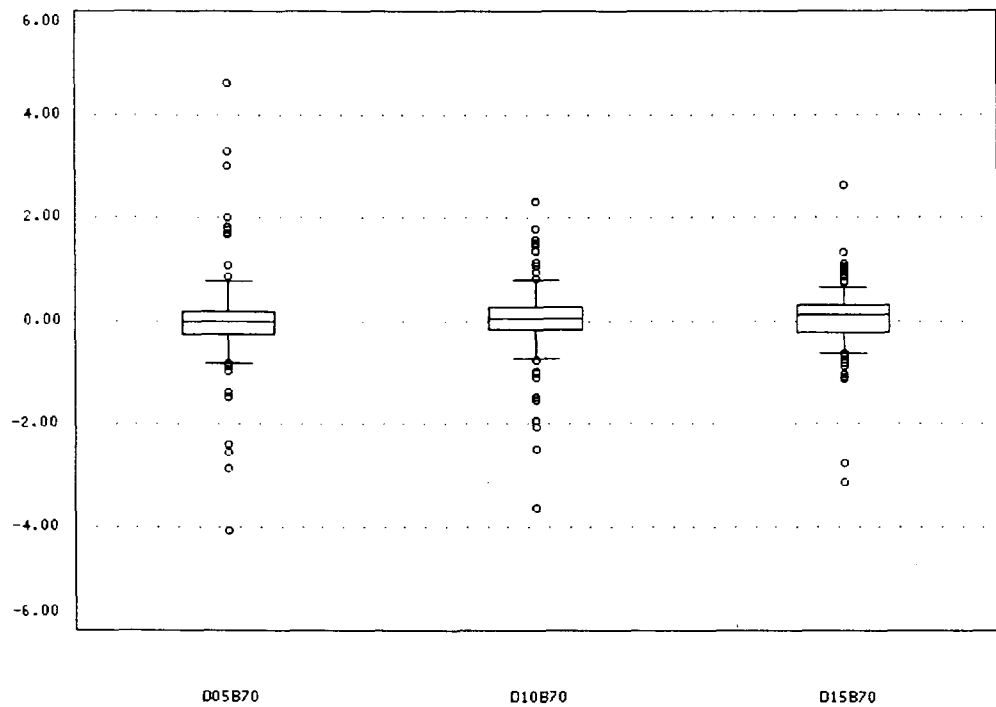
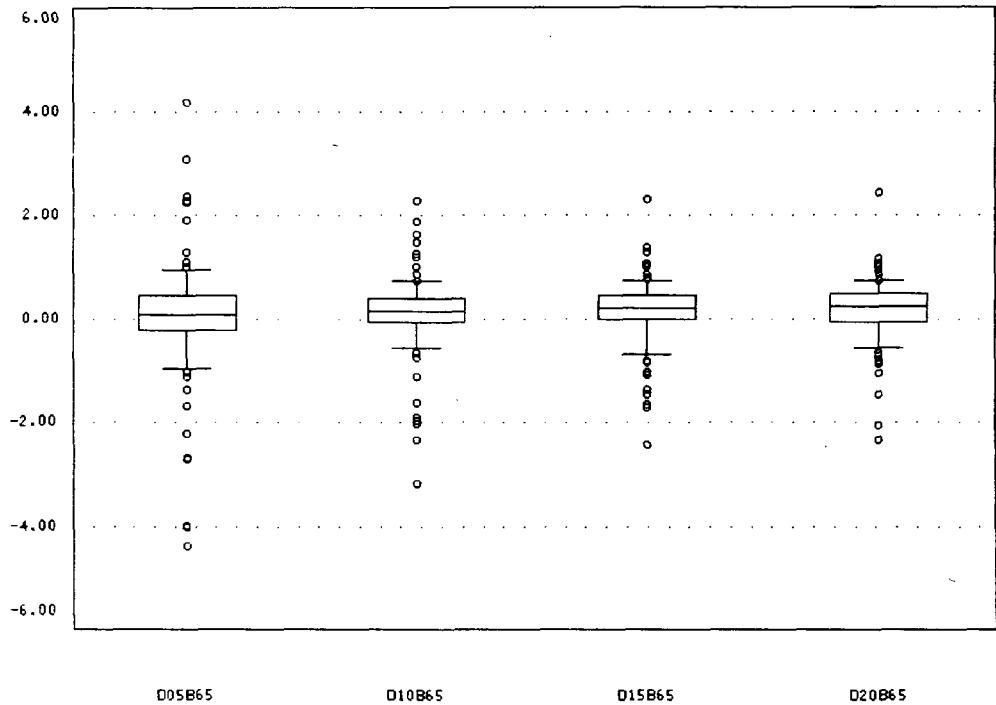


Abb. 11: Box-Plots von Prognosefehlern aufgeteilt nach der Größe der durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrates des BSP in % für D05B60 und D05B80.

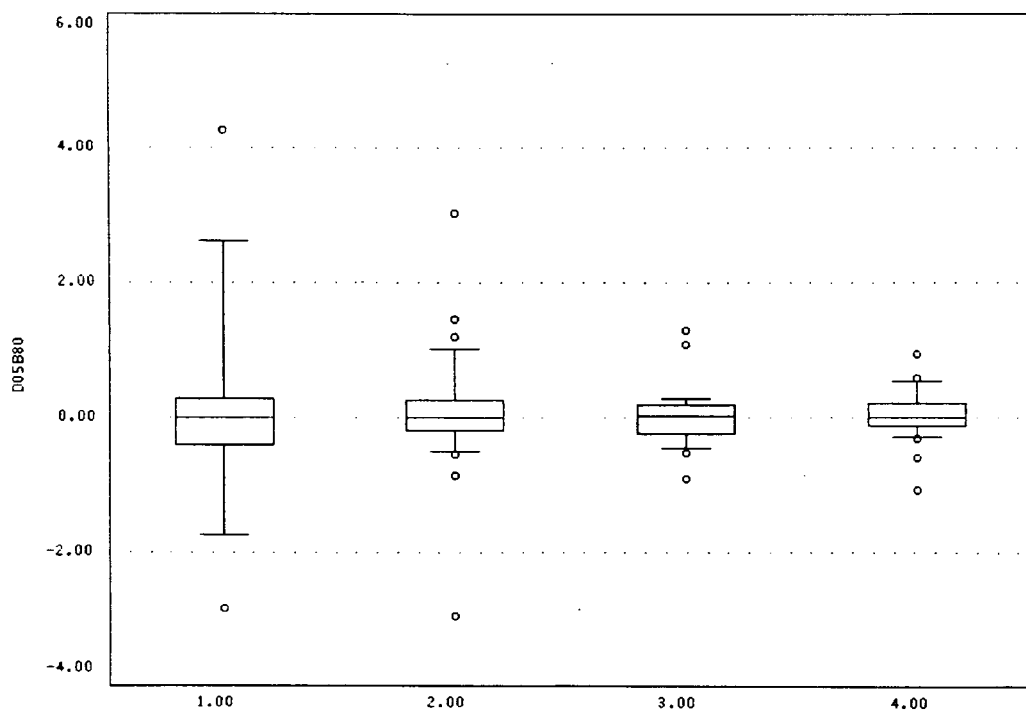
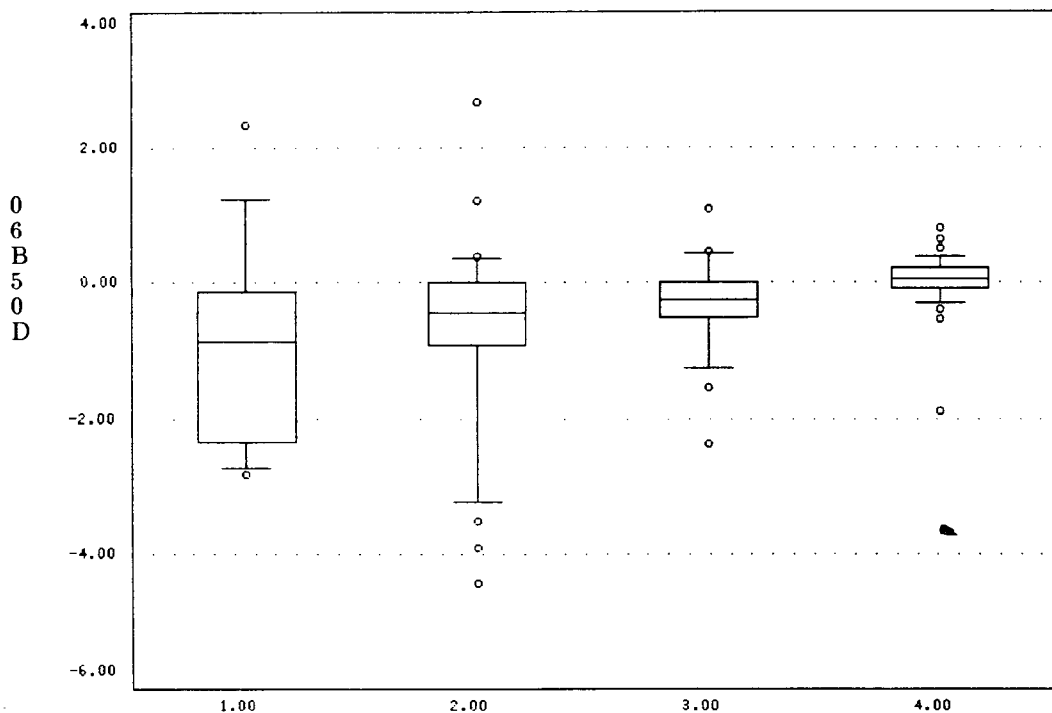


Abb. 12: Box-Plots von Prognosefehlern aufgeteilt nach "Roher Geburtenrate" für D05B60 und D05B80.

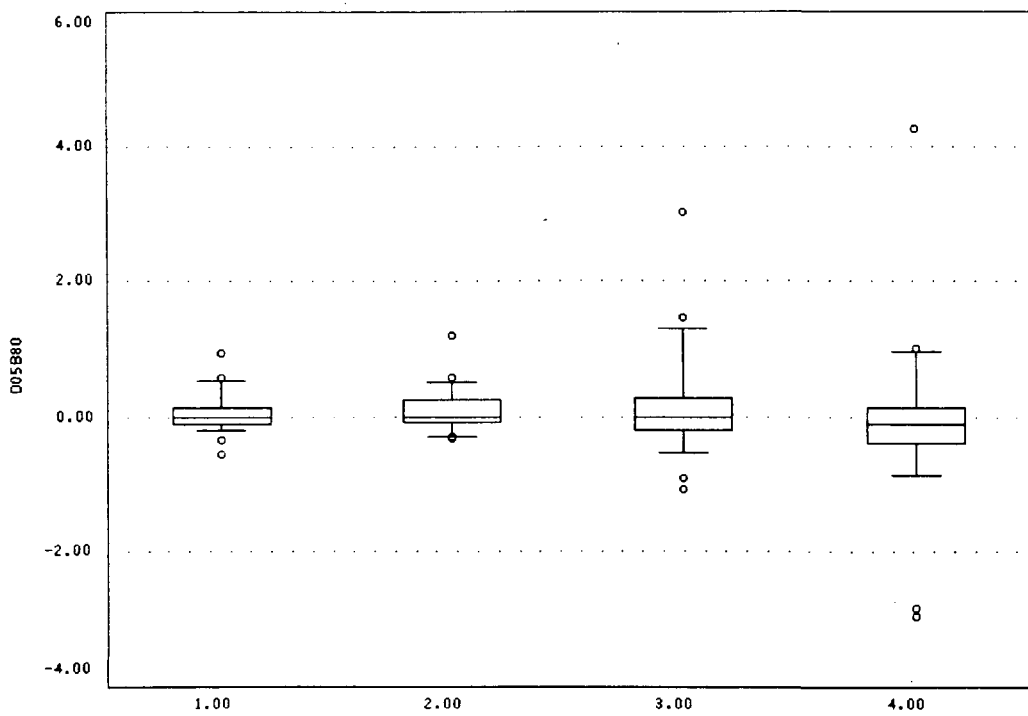
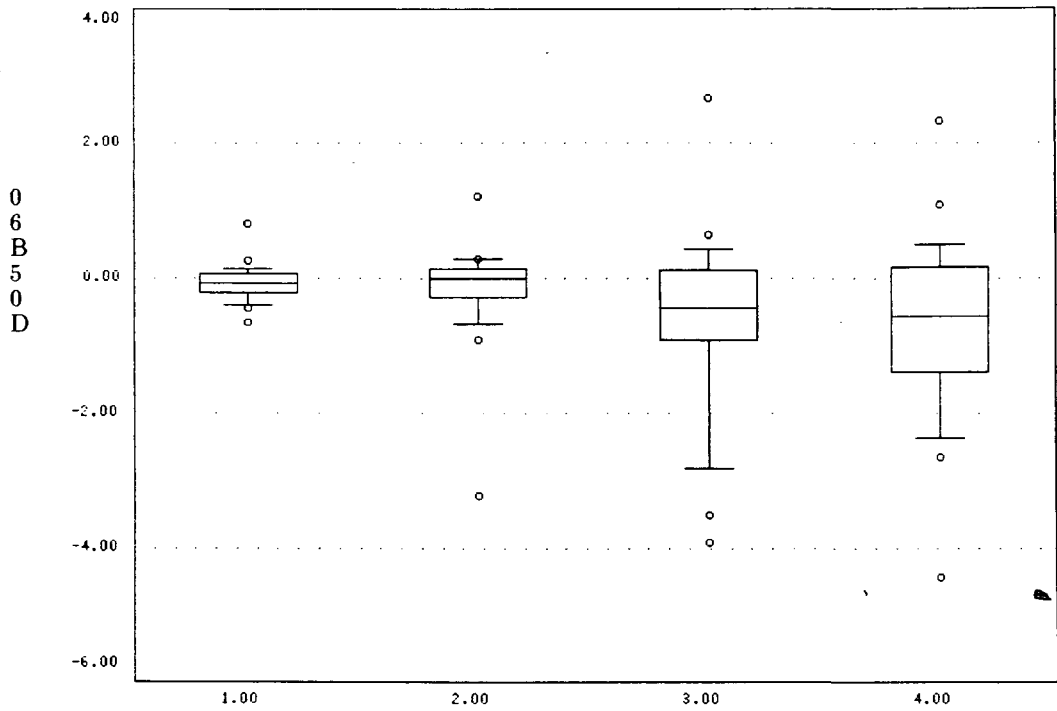


Abb. 13.1: Prognosefehler für verschiedene Geburtenraten für D05B60

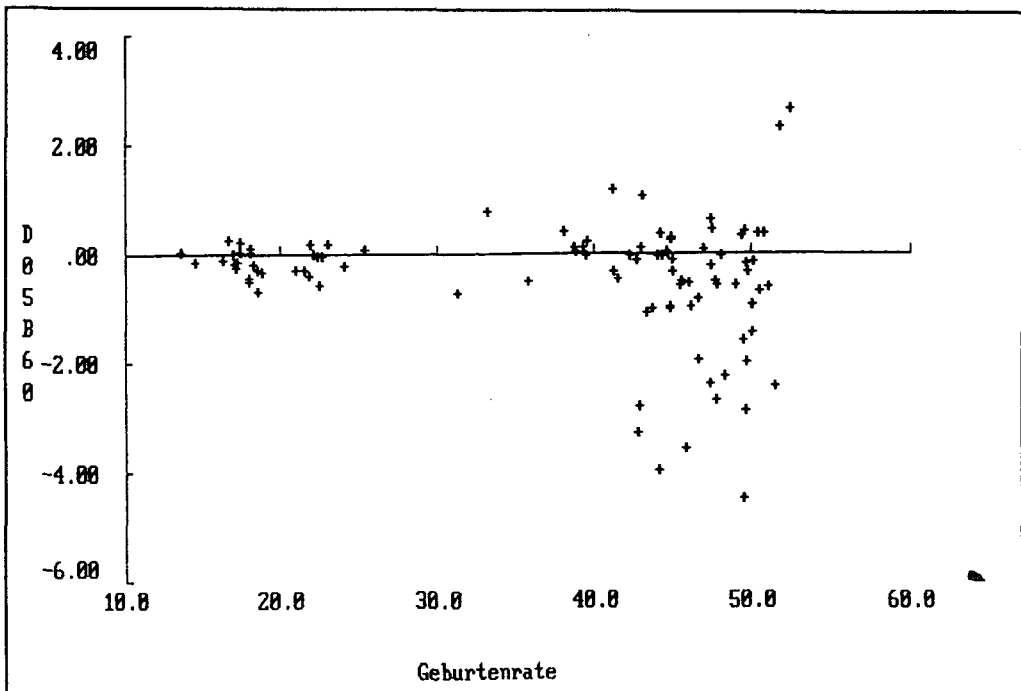


Abb. 13.2: Prognosefehler für verschiedene Geburtenraten für D05B80

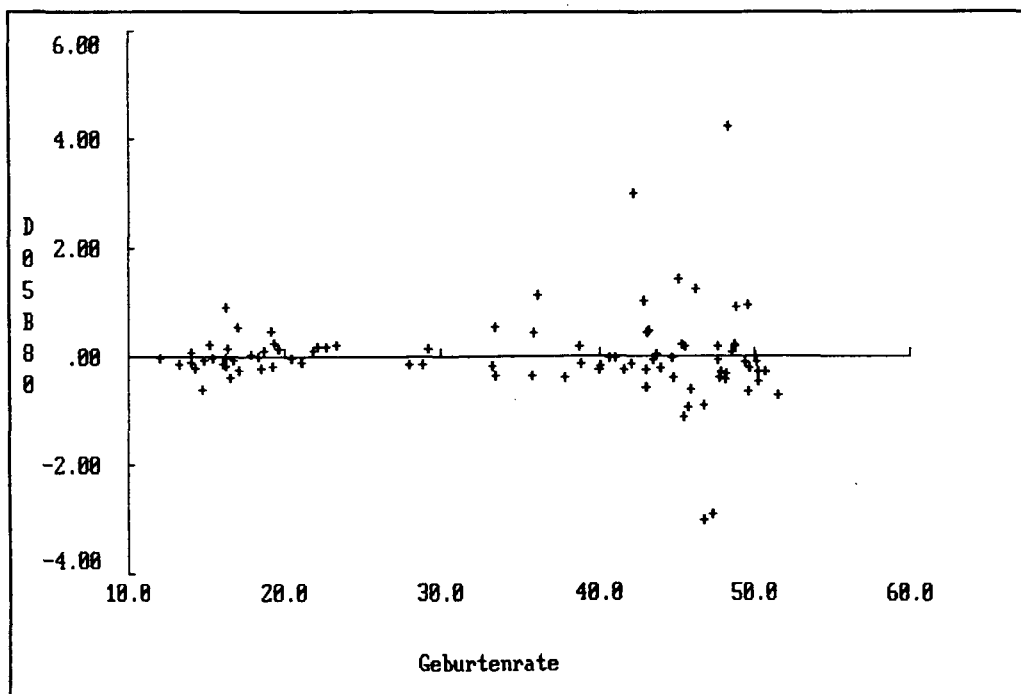


Abb. 13.3: Prognosefehler für verschiedene Sterberaten für D05B60

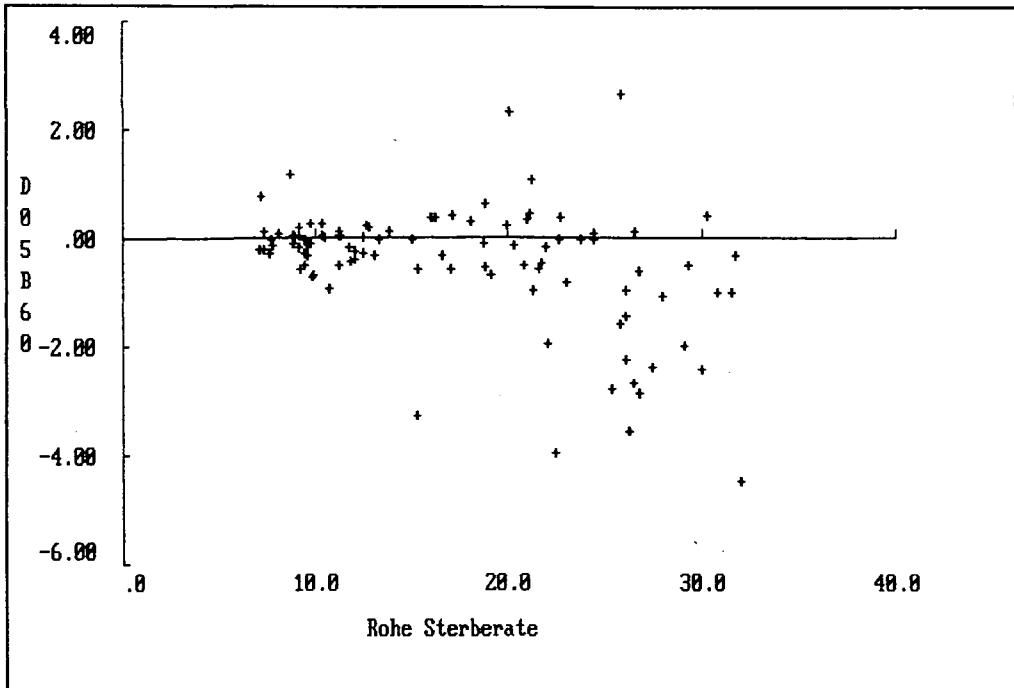


Abb. 13.4: Prognosefehler für verschiedene Sterberaten für D05B80

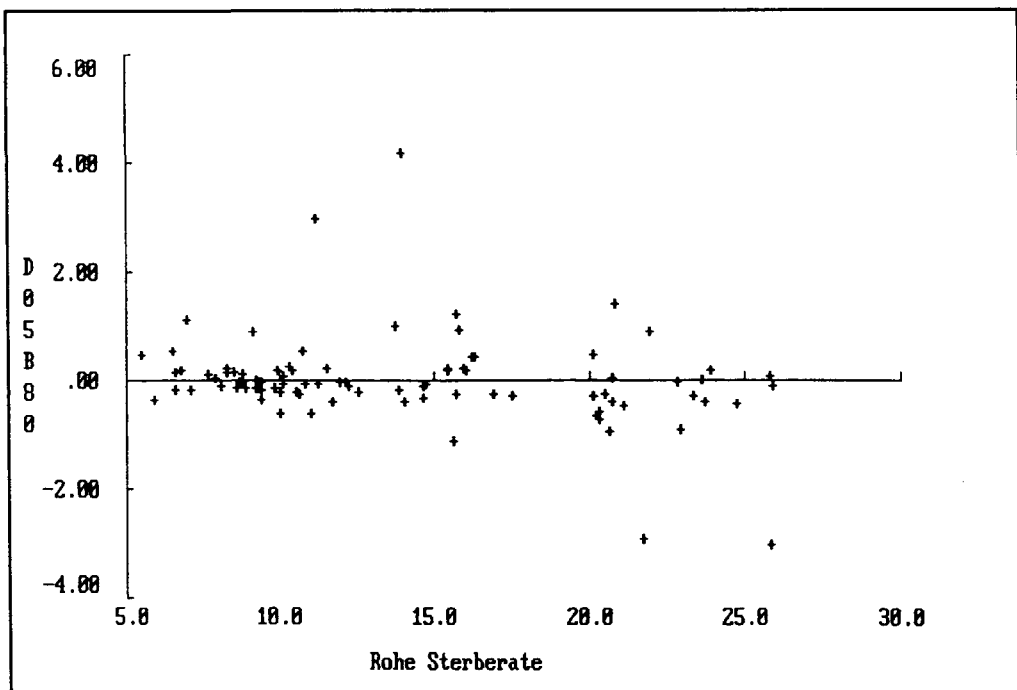
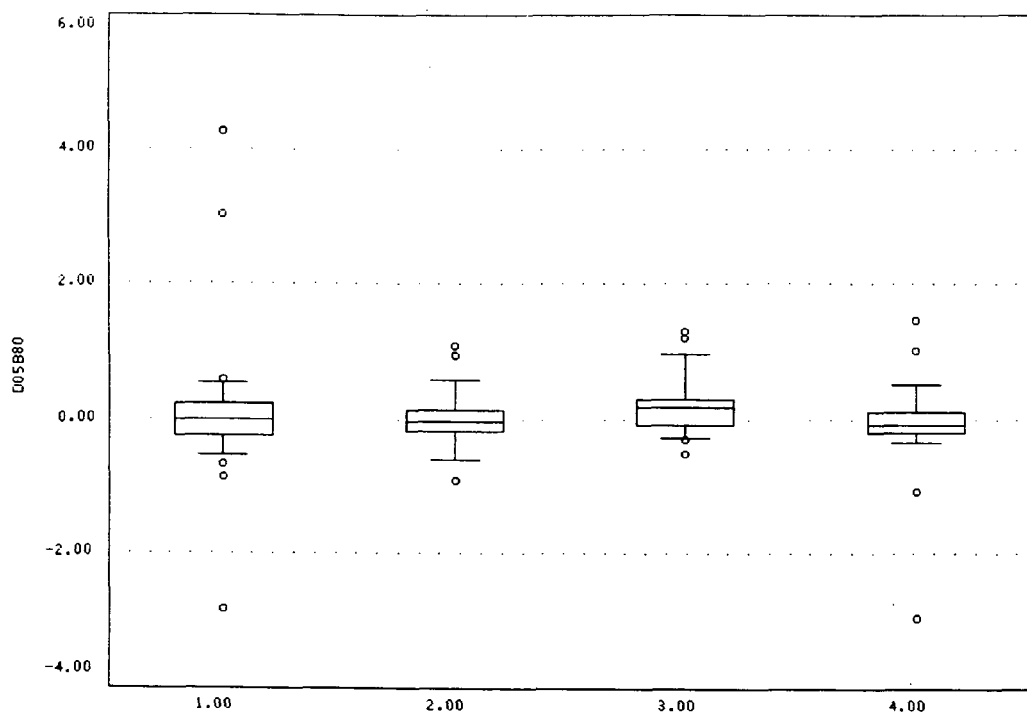
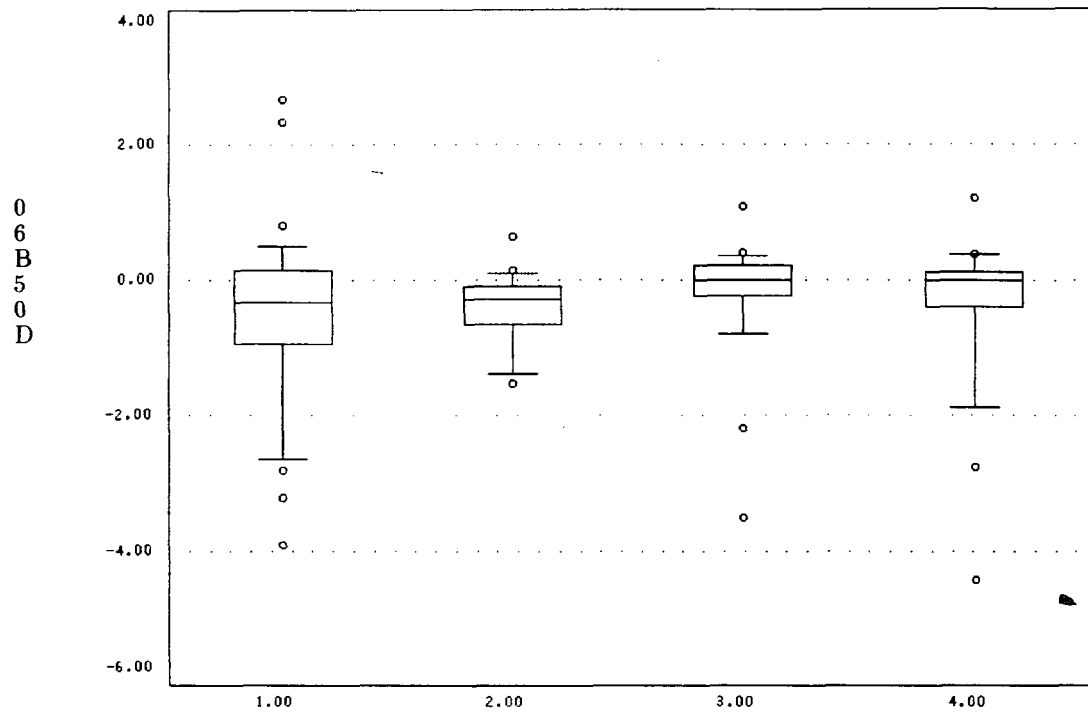


Abb. 14: Box-Plots von Prognosefehlern aufgeteilt nach der Bevölkerungsgröße für D05B60 und D05B80.



6. Literaturhinweise

- [1] Deutsche Norm, (1983): Tests auf Normalverteilung.
- [2] Gilchrist, W.G. (1978): Statistical Forecasting, London.
- [3] Hartung, J., Elpelt, B., Klösener. K.-H. (1982): Statistik, München.
- [4] Jöckel, K. H. und Pflaumer, P. (1984): Calculating The Variance Of Errors In Population Forecasting, Statistics And Probability Letters 2, S. 211-213.
- [5] Keyfitz, N. (1981): The Limits Of Population Forecasting, in: Population And Development Review, New York, S. 579-593.
- [6] Kuijsten, A. C. (1987): Methods For National Population Forecasts: A Review, Journal Of The American Statistical Association, 81, S. 888-901.
- [7] Makannah, T. J. (1989): The Accuracy Of Population Prospects On Selected Sub-Saharan African Countries, Paper For The General Conference Of Population Studies, New Delhi 1989.
- [8] Pflaumer, P. (1988): Methoden der Bevölkerungsvorausschätzung unter besonderer Berücksichtigung der Unsicherheit, Berlin.
- [9] Pflaumer, P. (1988): The Accuracy of UN Population Projections. Proceedings of the Social Statistics Section of the American Statistical Association, Alexandria, S. 299-304.
- [10] Schwarze, J. (1980): Statistische Kenngrößen zur Ex-post-Beurteilung von Prognosen, in: Schwarze, J. (Hg.): Angewandte Prognoseverfahren, Herne Berlin, S. 317-340.
- [11] Stoto, M.A. (1983): The Accuracy Of Population Projections, in: Journal Of The American Statistical Association, New York, S. 13-20.
- [12] Stoto, M. A. und Schrier, A. P. (1982): The Accuracy Of State Population Projections, J. F. Kennedy School Of Government, Harvard University, Cambridge, Discussion Paper series 117D.
- [13] Theil, H. (1971): Applied Economic Forecasting, 2. Aufl., Amsterdam.
- [14] United Nations (1964-1985): Demographic Yearbook 1963-1986, New York.
- [15] United Nations (1966): World Population Prospects As Assessed in 1963, in: Population Studies, No. 41, New York.
- [16] United Nations (1973): World Population Prospects As Assessed in 1968, in: Population Studies, No. 53, New York.
- [17] United Nations (1977): World Population Prospects As Assessed in 1973, in: Population Studies, No. 60, New York.
- [18] United Nations (1981): World Population Prospects As Assessed in 1980, in: Population Studies, No. 78, New York.

-
- [19] United Nations (1982): Demographic Indicators Of Countries Estimates And Projektions As Assessed in 1980, New York.
- [20] United Nations (1985): World Population Prospects, Estimates And Projektions As Assessed in 1982, in: Population Studies, No. 86, New York.
- [21] United Nations (1988): World Population Prospects, Estimates And Projektions As Assessed in 1985, in: Population Studies, No. 92, New York.
- [22] Weltbank (1984): Weltentwicklungsbericht 1984, Washington.