

Die Zeitreihenanalyse – ein unverzichtbarer Bestandteil der aktuellen Konjunkturbeobachtung

Die Zeitreihenanalyse ist heute unverzichtbar bei der aktuellen Konjunkturbeobachtung und -prognose. Sie zeigt die monatlich im Zeitablauf beobachteten ökonomischen Daten bereinigt von Einflüssen, die das Erkennen der mittel- bis langfristigen Entwicklungsrichtung einer Reihe stören. Als Störfaktoren in den Ausgangsdaten können saisonale Einflüsse, Kalendereinflüsse - wie unterschiedliche Wochentagszusammensetzungen je Monat oder Quartal, bewegliche Feiertage, variierende Schul-/Werksferien - und extreme oder sonstige irreguläre Werte, z.B. verursacht durch Streiks, auftreten. Dementsprechend haben die meisten Analyseverfahren das Ziel, die beobachteten Zeitreihendaten in Komponenten zu zerlegen, und zwar in eine Trend-Konjunktur-Komponente, die die mittel- bis langfristige "Grundtendenz" wiedergibt, in eine Saison- und eine Kalenderkomponente, anhand derer saison- (und kalender-) bereinigte Werte ermittelt werden, und eine Restkomponente.

Das Statistische Bundesamt berechnet und veröffentlicht seit 1972 die Ergebnisse von Zeitreihenanalysen nach dem Berliner Verfahren (BV), und zwar ab 2004 gemäß der Verfahrensversion BV4.1. Als besonderen Nutzerservice veröffentlicht das Statistische Bundesamt seit 2001 zusätzlich zu den Analyseergebnissen nach BV für die wichtigsten Konjunkturindikatoren auch gemeinsam mit der Deutschen Bundesbank nach dem Verfahren X-12-ARIMA ermittelte saisonbereinigte Werte. Die beiden Verfahren beruhen auf unterschiedlichen mathematisch-statistischen Methoden und können daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Durch die Berücksichtigung beider Ergebnisse werden fundiertere Rückschlüsse auf die aktuelle Konjunktursituation möglich.

Hinweise für die Interpretation der Analyseergebnisse

Bei der Beurteilung der Konjunkturlage leisten sowohl die Trend-Konjunktur-Komponenten wichtiger makroökonomischer Reihen als auch die nur von Saison- und ggf. Kalendereinflüssen bereinigten Ausgangsdaten wertvolle Dienste. Bei ihrer Interpretation ist grundsätzlich zu beachten, dass die Schätzungen der Zeitreihenkomponenten am Reihenende naturgemäß mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Hierfür sind zwei Ursachen verantwortlich. Einerseits sind die den Analysen zugrundeliegenden Beobachtungswerte am aktuellen Reihenende häufig nur vorläufig und werden im Zeitablauf noch korrigiert, andererseits revidieren die Analyseverfahren zurückliegende Ergebnisse auch ohne eine Änderung der Zeitreihenwerte eine gewisse Zeit lang, wenn zusätzliche Reihenwerte in die Analyse einbezogen werden können.

Die **Trend-Konjunktur-Komponente** von BV4.1 wird häufig als Konjunkturindikator eingesetzt, da sie die mittel- bis langfristige "Grundtendenz" der Reihe anzeigt, glatt und ohne unterjährliche Schwingungen verläuft. Die Erfahrungen bezüglich der Revisionen durch die Einbeziehung weiterer Reihenwerte zeigen, dass auf der Basis der Trend-Konjunktur-Komponente eine zuverlässige Beurteilung der Entwicklungsrichtung am Ende einer Monatsreihe (bzw. Quartalsreihe) - vor allem bei Konjunkturumschwüngen - in der Regel erst mit 3-5 Monaten (bzw. 1-2 Quartalen) Zeitverzögerung zu erwarten ist, das heißt nach 3-5 (bzw. 1-2) zusätzlichen Reihenwerten. In diesem Zusammenhang ist es bei BV4.1 hilfreich, den aktuellen Verlauf der Trend-Konjunktur-Komponente nicht isoliert zu betrachten, sondern ihn mit den verschiedenen, sukzessive ermittelten Verläufen aus der Vergangenheit zu vergleichen, wobei es genügt, sich auf die eingehende Betrachtung der sukzessive geschätzten Enden (das sind die jeweils letzten beiden Werte) der Verläufe zu beschränken (s. Grafiken mit Trendverläufen und Trendenden unter der Rubrik "Wirtschaft Aktuell"). Sie zeigen

1. wie ein jeweils neu hinzugekommener Monatswert die Trend-Konjunktur-Komponente nach oben gezogen bzw. nach unten gedrückt hat und informieren so darüber, mit welchen Korrekturbewegungen von Monat zu Monat gerechnet werden muss, und
2. oft schon früher Änderungen in der "Grundtendenz" der Reihe an als der aktuelle Verlauf der Trend-Konjunktur-Komponente selbst. Ein großer Unterschied zwischen dem aktuellen und dem vorherigen Schätzwert der Trend-Konjunktur-Komponente bezüglich einer bestimmten Beobachtungsperiode am Reihenende (z.B. für den vorletzten Reihenwert) kann bereits auf eine Änderung der konjunkturellen Entwicklung hindeuten, auch wenn noch kein Richtungswechsel angezeigt wird. Insbesondere weist jedoch eine tendenzielle Entwicklung in den Abfolge der Trendenden auf eine Richtungsänderung oder zumindest auf ein Ende der bisherigen Reihenentwicklung hin.

Saison- (und kalender-) bereinigte Werte entsprechen der mit kurzfristigen Störungen überlagerten Trend-Konjunktur-Komponente. Direkte Rückschlüsse auf die aktuelle konjunkturelle Entwicklung sind daher nur bei den ökonomischen Zeitreihen möglich, bei denen solche Störungen keine Bedeutung haben (z.B. der Reihe der Arbeitslosen). In den anderen Fällen gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder man glättet die saisonbereinigten Werte durch den Einsatz mathematischer Methoden (z.B. gleitender Durchschnitte) oder auch nur gedanklich,

oder man quantifiziert die Einflüsse kurzfristiger Störungen durch die Verwendung zusätzlicher Informationen (z.B. bezüglich klimatischer Besonderheiten) anhand geeigneter mathematischer Verfahren und rechnet sie explizit aus den saisonbereinigten Werten heraus. Im ersten Fall ist man hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Analyseergebnisses in einer ähnlichen Situation wie bei der Betrachtung der Trend-Konjunktur-Komponente. Im zweiten Fall hängt die Güte der Ergebnisse unter anderem davon ab, ob man in der Lage ist, alle erforderlichen Informationen beschaffen zu können.

Ein wichtiger Unsicherheitsfaktor bei der Beurteilung der konjunkturellen Entwicklungen in Zeitreihen mit Hilfe saisonbereinigter Werte ist, dass bei ihnen die Gefahr besteht, dass nicht zu vernachlässigende Revisionen über einen Zeitraum von mehreren Jahren auftreten. Denn anders als bei den Werten der Trend-Konjunktur-Komponente führen neue Reihenwerte bei saisonbereinigten Werten im wesentlichen nicht zu einer schrittweisen Annäherung zurückliegender Analysewerte an die finale Situation. Nicht selten kann nämlich beobachtet werden, dass ein neuer Wert primär an den zurückliegenden saisonbereinigten Werten zu Veränderungen führt, die zu der gleichen Saisonperiode gehören.

Zeitreihenanalysen mit den Verfahren BV4.1 und X-12-ARIMA

Das Verfahren BV4.1

Das Statistische Bundesamt veröffentlicht seit 1972 Ergebnisse von Zeitreihenanalysen nach dem Berliner Verfahren (BV), dessen Grundlagen aus der Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin und dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung hervorgegangen sind. Seit 2004 ist die aktuelle Verfahrensversion BV4.1 - eine eigenständige Weiterentwicklung des Statistischen Bundesamtes - im Einsatz.

Der erste Teil des Verfahrens BV4.1 behandelt die Identifikation von (potentiellen) Ausreißern. Er basiert auf der Annahme, dass die zu analysierende Zeitreihe innerhalb hinreichend kurzer, über den gesamten Analysebereich gleitender Zeitintervalle einer bestimmten festen Länge - der sogenannten Stützbereiche - jeweils die Realisierung eines stationären Normalprozesses ist. Auf diese Weise werden für die den jeweiligen Stützbereichen unmittelbar benachbarten Beobachtungszeitpunkte (Ausreißeridentifizierung vorwärts- und rückwärtsgerichtet) bedingte Verteilungen für die Zeitreihenwerte hergeleitet. Beträgt die Differenz zwischen einem Beobachtungswert und einem derart ermittelten (bedingten) Erwartungswert mehr als ein vom Anwender festgelegtes Vielfaches von dessen (bedingter) Standardabweichung, wird der Beobachtungswert als Ausreißer angesehen.

Sofern erforderlich, erfolgt im nächsten Schritt die integrierte Schätzung von Ausreißern, Kalendereinflüssen und gegebenenfalls Einflüssen von reihenspezifischen, vom Anwender vorzugebenden Variablen. Ausgehend von der Formulierung des erweiterten klassischen additiven Modells der Komponentenzersetzung für eine ökonomische Zeitreihe O (d.h. $O = T + S + KA + A + EX + R$ mit T = Trend-Konjunktur-Komponente, S = Saisonkomponente, KA = Kalenderkomponente, A = anwenderbestimmte Komponente, EX = Ausreißerkomponente, und R = Restkomponente) als lineares Regressionsmodell

$$O = \sum_{i=1}^h \mu_i T_i + \sum_{i=1}^k \nu_i S_i + \sum_{i=1}^l \alpha_i KA_i + \sum_{i=1}^m \beta_i A_i + \sum_{i=1}^n \gamma_i EX_i + \varepsilon$$

(T_i = Trend-Konjunktur-Regressoren, S_i = Saisonregressoren, KA_i = Kalenderregressoren, A_i = reihenspezifische anwenderbestimmte Regressoren, EX_i = reihenspezifische Ausreißer-Dummy-Regressoren für die im ersten Schritt identifizierten Ausreißer, ε = Fehlerterm) wird dazu zunächst dessen Transformation durch die bereits seit der Verfahrensversion BV4 (Nourney, M. (1983): [Umstellung der Zeitreihenanalyse](#), *Wirtschaft und Statistik*, Heft 11/83, Nourney, M. (1984): [Seasonal adjustment by frequency determined filter procedures](#), *Statistical Journal of the United Nations ECE* 2) eingeführte lineare Filterprozedur F zur Trend-Konjunktur- und Saisonbereinigung durchgeführt. Man erhält:

$$F(O) = F\left(\sum_{i=1}^h \mu_i T_i\right) + F\left(\sum_{i=1}^k \nu_i S_i\right) + \sum_{i=1}^l \alpha_i F(KA_i) + \sum_{i=1}^m \beta_i F(A_i) + \sum_{i=1}^n \gamma_i F(EX_i) + \varepsilon^*$$

wobei $\varepsilon^* = F(\varepsilon)$ den neuen Fehlerterm bezeichnet. Da unterstellt werden kann, dass gilt

$$F\left(\sum_{i=1}^h \mu_i T_i\right) \approx 0 \text{ und } F\left(\sum_{i=1}^k \nu_i S_i\right) \approx 0,$$

erfolgt die Schätzung der Parameter α_i , β_i , γ_i und damit der Komponenten KA , A und EX im Rahmen des Modells

$$F(O) = \sum_{i=1}^l \alpha_i F(KA_i) + \sum_{i=1}^m \beta_i F(A_i) + \sum_{i=1}^n \gamma_i F(EX_i) + \varepsilon^{**},$$

und zwar mittels der Methode der kleinsten Quadrate.

Im dritten Teil des Verfahrens erfolgt schließlich die Schätzung der Trend-Konjunktur- und der Saisonkomponente der zu analysierenden Zeitreihe, und zwar anhand der um die geschätzten Ausreißer, Kalendereinflüsse und Einflüsse der anwenderbestimmten Komponente bereinigten Reihe. Dies geschieht wiederum mittels der bereits ab der Version BV4 verwendeten entsprechenden Filter.

Standardmäßig ist bei BV4.1-Analysen die sogenannte wochentägliche Kalenderbereinigung vorgesehen. Dabei werden acht Kalenderregressoren verwendet, und zwar die Abweichungen der Anzahlen der einzelnen Wochentage Montag bis Samstag, auf die keine Feiertage fallen, die Abweichung der Zahl der Sonntage und die Abweichung der Anzahl der Feiertage in der Beobachtungsperiode von den entsprechenden durchschnittlichen Anzahlen in den der jeweiligen Beobachtungsperiode zugeordneten gleichnamigen Perioden.

Ausführliche Informationen zur mathematischen Methodik sind nachzulesen bei Speth, H.-Th.: [Komponentenzerlegung und Saisonbereinigung ökonomischer Zeitreihen mit dem Verfahren BV4.1](#), Methodenberichte, Heft 3, 2004.

BV4.1 kann grundsätzlich universell eingesetzt werden, d.h. abgesehen von der Extremwert- und der Kalenderbereinigungsoption müssen in der Regel keine reihenspezifischen Setzungen von Parametern des Verfahrens vorgenommen werden.

Für nicht gewerbliche Zwecke stellt das Statistische Bundesamt BV4.1 kostenfrei als [Download](#) zur Verfügung.

Das Verfahren X-12-ARIMA

Für wichtige Zeitreihen veröffentlicht das Statistische Bundesamt seit 2001 zusätzlich zu den Analyseergebnissen gemäß dem Berliner Verfahren (BV) saisonbereinigte Werte nach dem Verfahren X-12-ARIMA. X-12-ARIMA ist die jüngste Weiterentwicklung des altbekannten Saisonbereinigungsverfahrens X-11 des US Bureau of the Census. Die Neuerungen sind alle optional, so dass mit X-12-ARIMA auch Analysen gemäß X-11 durchgeführt werden können. X-12-ARIMA wird vom Bureau of the Census kostenlos zur Verfügung gestellt (<http://www.census.gov/>).

X-12-ARIMA besteht inhaltlich aus drei Verfahrensteilen. Der erste Teil bietet dem Anwender gegenüber X-11 völlig neue Möglichkeiten zur Extremwert- und zur Kalenderbereinigung auf der Basis sogenannter Regressionsmodelle mit ARIMA-Resten. Darüber hinaus können Prognosewerte erstellt werden, die dazu dienen sollen, die saisonbereinigten Werte an der Rändern des Analysezeitraums zu stabilisieren.

Der zentrale Teil des Verfahrens, mit dem die Saisonbereinigung durchgeführt wird, ist dagegen bis auf einige Ergänzungen mit dem alten X-11 von 1965 identisch. Das heißt insbesondere, dass die Saisonbereinigung auf der Basis einer iterativen Anwendung verschiedener gleitender Durchschnitte beruht. Dem Anwender stehen dabei hinsichtlich der Länge der verwendeten Durchschnitte zahlreiche Wahlmöglichkeiten zur Verfügung.

Außerdem muss sich der Anwender zwischen einer additiven und einer multiplikativen Verknüpfung der Zeitreihenkomponenten entscheiden.

Zur Erstellung qualitativ hochwertiger Ergebnisse ist bei X-12-ARIMA die gut durchdachte Setzung einer Vielzahl von Verfahrensparametern durch den Anwender erforderlich. Hierzu stellt ein dritter Teil einige diagnostische Instrumente bereit, die dem Anwender bei der Überprüfung der Zweckmäßigkeit der gewählten Optionen helfen sollen.

Bei Fragen zur Zeitreihenanalyse wenden Sie sich bitte an: bv4.1@destatis.de.