

# SCHNELLSCHÄTZUNG DES AUSSEN- HANDELS IN DEN VOLKSWIRTSCHAFT- LICHEN GESAMTRECHNUNGEN: EIN ÖKONOMETRISCHER ANSATZ

Nathalie Rosengart

↳ **Schlüsselwörter:** Außenhandel – Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – ARIMA-Modell – Schnellschätzung – Aktualität

## ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Aufsatz beschreibt eine ergänzende, ökonometrische Rechnung für den Außenhandel in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, die Frühindikatoren verwendet und in die Schnellschätzung des Bruttoinlandsprodukts nach  $t + 30$  Tagen einfließt. Die Qualitätsbeurteilung der ökonometrischen Modelle erfolgt durch den Vergleich der geschätzten Werte mit den aus der Außenhandelsstatistik vorliegenden Daten seit 2016. Damit ist es möglich, die Qualität der Schätzwerte in verschiedenen Konjunkturzyklen zu testen, auch bereits während des Wirtschaftseinbruchs im Zuge der COVID-19-Pandemie. Die geringen Abweichungen deuten darauf hin, dass die Berücksichtigung zusätzlicher Datenquellen zu einer qualitativen Verbesserung der geschätzten Werte der Exporte und Importe von Waren führen kann.

↳ **Keywords:** foreign trade – national accounts – ARIMA-model – early estimate – timeliness

## ABSTRACT

*This paper describes a complementary econometric calculation of exports and imports for national accounting, which uses leading indicators and feeds into the  $t + 30$  GDP flash estimates. The quality of the econometric models is assessed by comparing the estimated values with the foreign trade data available since 2016. This makes it possible to test the quality of the estimates in various business cycles, including the economic slump during the COVID-19 pandemic. The small deviations suggest that the use of additional data sources may improve the quality of the estimates of goods exports and imports.*



**Nathalie Rosengart**

hat Volkswirtschaftslehre an den Universitäten Maastricht (Niederlande) und Louvain-la-Neuve (Belgien) studiert und fünf Jahre bei der Europäischen Kommission in der Generaldirektion Wirtschaft und Finanzen gearbeitet. Derzeit ist sie Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Referat „Nationale Koordinierung“ des Statistischen Bundesamtes, zuvor hat sie für die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ein ökonometrisches Außenhandels-Schätzmodell entwickelt.

## 1

### Einleitung

Relevanz, Aktualität und Genauigkeit sind die wichtigsten Qualitätsanforderungen an die amtliche Statistik. Aktuelle statistische Fakten sind unverzichtbar, um die wirtschaftlichen Entwicklungen auch während einer Krise abzubilden und eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu schaffen.

Seit dem 30. Juli 2020 veröffentlicht das Statistische Bundesamt das Bruttoinlandsprodukt (BIP) bereits 30 Tage nach Ablauf des Quartals und damit 15 Tage früher als bisher. Diese schnellere Veröffentlichung basiert auch auf der Bereitstellung der einzelnen Verwendungskomponenten des Bruttoinlandsprodukts zu diesem Termin, wozu der Außenbeitrag (der Saldo zwischen Exporten und Importen von Waren und Dienstleistungen) zählt.

Die Ergebnisse der Außenhandelsstatistik bilden die Grundlage der grenzüberschreitenden Warentransaktionen der Außenbeitragsberechnungen. Sie werden erst 40 Tage nach Ende eines Monats veröffentlicht, somit liegt der Außenhandelswert des dritten Monats eines Quartals zur Berechnung des Außenbeitrags zum Zeitpunkt  $t+30$  nicht vor. Daher wurde in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) ein ökonomischer Ansatz für eine Schätzung der Warenimporte und -exporte entwickelt. Diese ökonomische Rechnung ergänzt das klassische VGR-Schätzverfahren des Außenbeitrags und verbessert die Qualität der Ergebnisse.

Das folgende Kapitel 2 schildert zunächst die Ausgangslage der Berechnung des Außenbeitrags in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Kapitel 3 beschreibt, wie für den ökonomischen Ansatz verschiedene ARIMA-Modelle entwickelt, getestet und ausgewählt wurden. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Kapitel 4 dargestellt, Kapitel 5 zieht ein Fazit zur Qualität und zum Nutzen der schnelleren Berechnung des Außenbeitrags.

## 2

### Ausgangslage

Bei der Berechnung des Bruttoinlandsprodukts ( $Y$ ) über die Verwendungsseite werden die Ausgaben für die Endverwendung von Waren und Dienstleistungen anhand von privaten ( $C$ ) und staatlichen Konsumausgaben ( $G$ ), Investitionen ( $I$ ) sowie Exporten ( $X$ ) und Importen ( $M$ ) ermittelt:

$$(1) \quad Y = C + G + I + X - M$$

Der Außenhandel ist für Deutschland als exportorientierte Wirtschaft von großer Bedeutung. Basierend auf dem Konzept der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen betragen im Jahr 2020 die Exportquote<sup>1</sup> 43,8% und die Importquote<sup>2</sup> 38,0%. Das VGR-Konzept unterscheidet sich vom Konzept der Außenhandelsstatistik: In den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist der Eigentumsübergang von Waren und Dienstleistungen für die Erfassung ausschlaggebend. Dagegen werden beim Konzept der Außenhandelsstatistik alle physisch grenzüberschreitenden Waren und Dienstleistungen erfasst (Braakmann/Goldhammer, 2016). Insbesondere der Warenhandel ist für die Berechnung des Außenbeitrags und des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland ausschlaggebend, da Exporte und Importe von Waren um ein Vielfaches höher sind als die Exporte und Importe von Dienstleistungen.

Wichtigste Basis zur Berechnung des Außenbeitrags sind die monatlichen Statistiken über den Warenverkehr mit dem Ausland: die Extrahandelsstatistik für den Warenverkehr mit Drittländern und die Intrahandelsstatistik für den Warenverkehr innerhalb des Europäischen Binnenmarkts. Für die BIP  $t+30$ -Schätzungen liegen die Ergebnisse der Außenhandelsstatistik für die ersten beiden Monate des zu berechnenden Quartals vor. Für den dritten noch fehlenden Monat stellt die Außenhandelsstatistik den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen täglich aktualisierte Meldungen des Intra- und Extrahandels zur Verfügung. Für den Termin  $t+30$  können diese Werte etwa zu  $t+23$  verwendet werden. Sie

1 Das ist das Verhältnis zwischen den Exporten  $X$  und dem Bruttoinlandsprodukt  $Y$  aus Gleichung (1).

2 Das ist das Verhältnis zwischen den Importen  $M$  und dem Bruttoinlandsprodukt  $Y$  aus Gleichung (1).

## Schnellschätzung des Außenhandels in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen: ein ökonometrischer Ansatz

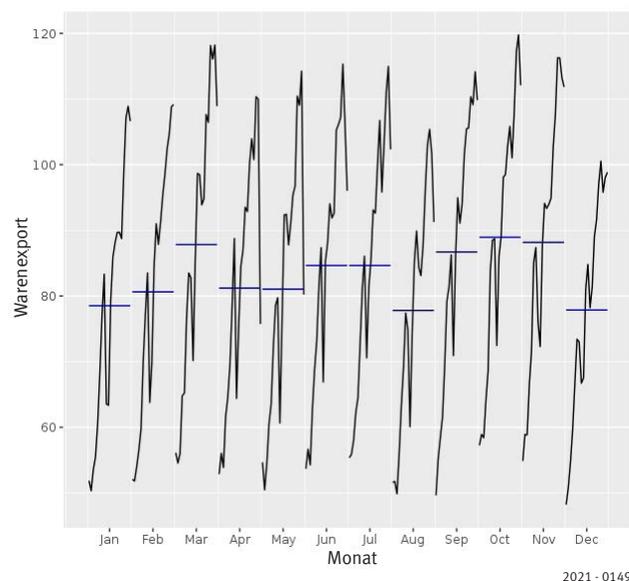
werden auf den gesamten Monat hochgeschätzt, auf das VGR-Konzept umgerechnet, mit den Ergebnissen der beiden vorangegangenen Monate zu einem Quartalsergebnis zusammengefasst und dann zur koordinierten Bearbeitung des Bruttoinlandsprodukts weitergereicht.

Zusätzlich wurde zu dieser Rechnung mit dem Ziel der Komplementarität anhand verschiedener Datenquellen eine ergänzende, ökonometrische Rechnung für den Warenhandel aufgestellt. Ein ökonometrisches Schätzergebnis wird im Statistischen Bundesamt bereits für die BIP  $t+30$ -Rechnung berücksichtigt (Dickopf und andere, 2019). Der im Folgenden beschriebene ökonometrische Ansatz schätzt dagegen die Ergebnisse der Außenhandelsstatistik, um diese im Nachgang in das VGR-Konzept zu übertragen und für die BIP-Rechnung zu verwenden. Außerdem nutzt er zusätzliche Indikatoren.

Den Außenhandel prägen starke Schwankungen, die sich durch Saison- und Kalenderfaktoren erklären lassen: In den Monaten August und Dezember wird jeweils urlaubsbedingt oder auch wegen Werksferien weniger gearbeitet und somit auch weniger produziert. Daher sind sie export- und importschwache Monate. In den Monaten März, Oktober und November wird im Durchschnitt jedoch viel exportiert (das zeigt die blaue Linie in Grafik 1) und auch importiert. Grund dafür sind eine

### Grafik 1

Entwicklung der Warenexporte nach Monaten für die Jahre 2011 bis 2020  
Mrd. EUR



geringe Anzahl an Urlaubstagen oder weniger Werksferien während dieser Monate.

➤ Grafik 1 stellt die Entwicklung der Warenexporte von 2011 bis 2020 nach Monaten dar. Dabei ist der durch die COVID-19-Pandemie bedingte starke Einbruch der Warenexporte im April und Mai 2020 deutlich zu erkennen. Die Warenexporte werden als Originalwert verwendet, ohne Kalender- und Saisonbereinigung, da in die Berechnung des Bruttoinlandsprodukts Originalwerte des Außenhandels einfließen.

## 3

### Das ökonometrische ARIMA-Modell

#### 3.1 Verwendung von experimentellen Daten – Frühindikatoren

Um die Exporte und Importe von Waren zu schätzen, werden im ökonometrischen Modell sogenannte Frühindikatoren verwendet, die Informationen über bestimmte ökonomische Entwicklungen enthalten. Für die Erstellung des ökonometrischen Modells wurden diverse Indikatoren auf ihre Eignung für das Schätzmodell getestet.

Insgesamt wurden 26 amtliche und nicht amtliche Frühindikatoren ausgewählt. Auch saisonbereinigte Indikatoren sind im Datenpool vorhanden, da das ökonometrische Modell Transformationen von Indikatoren durchführt und dabei Saisoneffekte bei der Schätzung berücksichtigt.

Die verwendeten amtlichen Konjunkturindikatoren sind:

- › Auftragseingangsindizes (Verarbeitendes Gewerbe, Inland und Ausland)
- › Umsatzindizes (Verarbeitendes Gewerbe, Inland und Ausland)
- › Produktionsindizes (Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe)
- › Lkw-Maut-Fahrleistungsindex des Statistischen Bundesamtes und des Bundesamtes für Güterverkehr

Darüber hinaus flossen zusätzlich zu den amtlichen Konjunkturindikatoren auch folgende ausgewählte, nicht

amtliche wirtschaftliche Stimmungsindikatoren in die ökonometrische Schätzung mit ein:

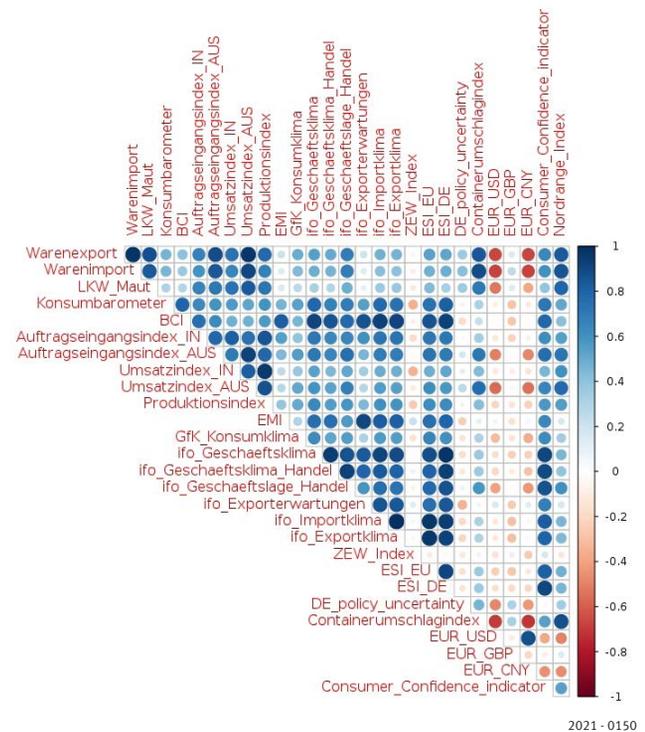
- › Indikatoren des Ifo-Instituts – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V. (Geschäftsklima-Index, Geschäftsklima und -lage des Handels, Exporterwartungen, Export- und Importklima)
- › Indikatoren der Europäischen Kommission (Business Climate Indicator, Economic Sentiment Indicator für die Europäische Union [EU] und für Deutschland, Consumer Confidence Indicator)
- › RWI/ISL<sup>3</sup>-Indizes (Containerumschlag-Index, Nordrange-Index)
- › Wechselkurse (Euro gegenüber dem US-Dollar, dem britischen Pfund und dem chinesischen Yuan)
- › Weitere Indikatoren (Kantar-Konsumbarometer, Einkaufsmanagerindex, GfK-Konsumklima-Index, ZEW-Index, Economic Policy Uncertainty Index)

↳ Grafik 2 stellt die Korrelation zwischen den Warenexporten und -importen und allen 26 ausgewählten Indikatoren dar. Positive Korrelationen sind in blauer Farbe und negative Korrelationen in roter Farbe dargestellt. Die Farbintensität und die Größe der Kreise sind proportional zu den Korrelationskoeffizienten, wobei ein größerer Kreis auf eine höhere Korrelation hindeutet. Der lineare Zusammenhang fällt mit den amtlichen Indikatoren sowie den RWI/ISL-Indizes (Containerumschlag-Index und Nordrange-Index) positiv und hoch aus mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r \sim 0,7$ . Die früher verfügbaren nicht amtlichen Indikatoren weisen auch einen deutlich positiven Zusammenhang auf, der jedoch schwächer ausgeprägt ist. Dies ist bei manchen Indikatoren auf saisonale Schwankungen zurückzuführen, die beim ökonometrischen Modell berücksichtigt werden. Der Zusammenhang zwischen den Warenexporten und -importen und den Wechselkursen ist negativ, weil sich eine Aufwertung ihrer Währung negativ auf den Außenhandel exportorientierter Volkswirtschaften wie Deutschland auswirkt.

3 Das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) veröffentlicht gemeinsam mit dem RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) seit 2012 den Containerumschlag-Index. Der Nordrange-Index gibt Hinweise auf die wirtschaftliche Entwicklung im nördlichen Euroraum und in Deutschland.

Grafik 2

Korrelationen zwischen den Warenexporten und -importen und den Frühindikatoren



### 3.2 Verwendung eines ARIMA-Modells

Um die Warenexporte und -importe zu schätzen und anschließend in das Konzept der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zu übertragen wird ein dynamisches Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)-Regressionsmodell, genauer gesagt: ein saisonales ARIMA-Modell mit externen Regressoren (SARIMAX), verwendet.<sup>14</sup> ARIMA-Modelle werden oft genutzt, um Zeitreihenprognosen durchzuführen, die darauf abzielen, Autokorrelationen in den Daten zu beschreiben. Mithilfe des Modells lassen sich auf Basis von vorhandenen Zeitreihen kurzfristige Vorhersagen treffen oder Schätzungen durchführen. Ein ARIMA-Modell basiert auf drei Parametern:  $p$ ,  $d$  und  $q$ . Dabei ist

- ›  $p$ : der autoregressive Teil, der Vorhersagen auf Basis der zurückliegenden Ereignisse mithilfe von linearen Beschreibungen erstellt;
- ›  $d$ : die Zahl der Differenzierungsschritte der Zeitreihe;

4 Die ökonometrische Analyse basiert auf Hyndman/Athanasopoulos (2018).

- ›  $q$ : der Beitrag aus einem gleitenden Mittelwert, wobei vergangene Schätz- oder Vorhersagefehler bei der Abschätzung des nächsten Werts der Zeitreihe mit einbezogen werden.

Bei einem saisonalen ARIMA-Modell mit externen Regressoren werden Zeitreihen weiterer Indikatoren mit in das Schätzmodell aufgenommen. In diesem Fall wurden die in Abschnitt 3.1 erwähnten Frühindikatoren berücksichtigt.

### 3.3 Das dynamische ARIMA-Modell

Um eine Prognose unter Verwendung eines ARIMA-Modells zu erstellen, werden zunächst die externen Regressoren ausgewählt. In einem zweiten Schritt lässt man das ARIMA-Modell durchlaufen, bestehend aus: (i) dem ARIMA-Teil mit externen Regressoren, (ii) dem nicht saisonalen und (iii) dem saisonalen ARIMA-Teil.

Da viele externe Faktoren den Warenhandel beeinflussen, wird kein beschränkter Datenpool von Frühindikatoren ausgewählt, sondern ein dynamisches ARIMA-Modell verwendet und somit alle 26 Frühindikatoren bei jeder Schätzung neu berücksichtigt. Die Auswahl der Indikatoren erfolgt dabei dynamisch. In einer Regression zwischen den Waren und den Frühindikatoren wird die Relevanz der Indikatoren durch den  $p$ -Wert, den Signifikanzwert, bestimmt. Folgende Regression wird hier für die Warenexporte eines Monats  $t$  durchgeführt:

$$(2) \quad y_{\text{Warenexport},t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot LKW_{\text{Maut}_t} + \beta_2 \cdot \text{Umsatzindex}_{\text{Ausland}_t} + \dots + \beta_{26} \cdot \text{Nordrange}_{\text{Index}_t} + \epsilon_t$$

Nach Betrachtung des  $p$ -Werts von jedem Frühindikator werden für die ARIMA-Schätzung des Monats  $t$  alle Indi-

katoren mit einem Signifikanzwert bis  $p = 0.1$  im ARIMA-Modell berücksichtigt.

In einem zweiten Schritt werden die durch die Regression (2) ausgewählten Indikatoren in das ARIMA-Modell integriert. Mithilfe einer Variation des Hyndman-Khandakar-Algorithmus (Hyndman/Khandakar, 2008) erfolgt die Auswahl zwischen den verschiedenen ARIMA-Modellen (die oben erwähnten  $p$ -,  $d$ -,  $q$ -Parameter).

### 3.4 Interpretation des ARIMA-Schätzmodells

↳ Grafik 3 zeigt in der ersten Zeile die durch den Hyndman-Khandakar-Algorithmus ausgewählten ARIMA-Modell-Parameter für die Schätzung der Warenexporte ein ARIMA-Modell (0,1,1) (2,0,0) mit zwölf Fehlern (Regression with ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] errors).

Diese zwölf Fehler beziehen sich auf den Datensatz mit Frühindikatoren, der monatliche Daten enthält.

Für die Schätzung der Warenexporte wird folgende Regression durchgeführt:

$$(3) \quad y_{\text{Warenexport},t} = \beta_1 \cdot LKW_{\text{Maut}_t} + \beta_2 \cdot \text{Umsatzindex}_{\text{Ausland}_t} + \dots + \beta_n \cdot \text{EUR}_{\text{CNY}_t} + \eta_t$$

In diesem Fall sind  $\beta_1 = 0,3018$ ,  $\beta_2 = 0,4847, \dots$ , und  $\beta_n = -1,7878$ .

Die ARIMA-Bestandteile sind dabei die folgenden:

i) der ARIMA-Teil mit den externen Regressoren

Die Regressionskoeffizienten zeigen die Prognosebeiträge der einzelnen, für dieses ARIMA-Modell verwendeten Frühindikatoren. In diesem Beispiel wurden elf

**Grafik 3**  
ARIMA-Modell-Parameter

```
Series: A_I[, c("Warenexport")]
Regression with ARIMA(0,1,1)(2,0,0)[12] errors

Coefficients:
      ma1      sar1      sar2  LKW_Maut  Umsatzindex_AUS  Auftragseingangsindex_AUS  EMI
-0.9016  0.4268  0.1741  0.3018      0.4847      0.0872  -0.1417
s.e.    0.0369  0.0815  0.0947  0.0544      0.0576      0.0347  0.0509
      GfK_Konsumklima  ifo_Geschaeftsklima_Handel  ifo_Geschaeftslage_Handel  ifo_Exportorerwartungen
0.1138
s.e.    0.0427
      ifo_Importklima  EUR_USD  EUR_CNY
0.0032  2.6544  -1.7878
s.e.    0.5040  4.1485  0.7289
```

2021 - 0151

Frühindikatoren bei der Regression von Gleichung (2) als relevant eingestuft. Der starke Beitrag des LKW-Maut-Fahrleistungsindex und des Umsatzindex ist in Grafik 3 ersichtlich.

In Gleichung (3) ist der error term  $\eta_t$  ARIMA-verteilt und setzt sich aus den zwei weiteren ARIMA-Bestandteilen *ii)* und *iii)* zusammen.

*ii)* der nicht saisonale ARIMA-Teil

ARIMA (0,1,1) ist der nicht saisonale Bestandteil der ARIMA-Funktion. Dabei wird keine Autoregression ( $p=0$ ) durchgeführt, aber eine Differenzierung ( $d=1$ ). Sogenannte Random-Walk-Modelle werden oft bei wirtschaftlichen Daten und bei Zeitreihen genutzt, die geprägt sind von langen Perioden mit einem deutlichen Trend auf- oder abwärts mit unvorhersehbaren Richtungsänderungen.

Im nicht saisonalen Bestandteil der ARIMA-Funktion (0,1,1) wird außerdem ein Mittelwert der letzten Beobachtung verwendet ( $q=1$ ). Dabei werden vergangene, durch die starken Fluktuationen im Außenhandel bedingte Schätz- oder Vorhersagefehler herausgefiltert, um als Prognose für die nächste Beobachtung zu dienen.

Die nicht saisonale ARIMA-Funktion (0,1,1) zur Schätzung von Warenexporten kann durch folgende Formel dargestellt werden:

$$(4) \quad \eta_{1,t} = \eta_{1,t-1} + \theta_1 \cdot \varepsilon_{1,t-1} + \varepsilon_{1,t},$$

wobei  $\theta_1 = ma1 = -0,9016$  in Grafik 3.

$\varepsilon_{1,t}$  fasst alle Einflüsse zusammen, die auf die untersuchten ökonomischen Variablen zum Zeitpunkt  $t$  einwirken. Die vergangenen Einflüsse  $\varepsilon_{1,t-1}$  haben weniger Gewicht auf den geschätzten Wert, da  $\theta_1 < 1$  ist.

*iii)* der saisonale ARIMA-Teil

Der zweite Teil des ARIMA-Modells (2,0,0) ergibt ein autoregressives saisonales Modell der Ordnung 2. Er kann durch folgende Formel dargestellt werden:

$$(5) \quad \eta_{2,t} = \Phi_1 \eta_{2,t-12} + \Phi_2 \eta_{2,t-24} + \varepsilon_{2,t},$$

wobei  $\Phi_1 = sar1 = 0,4268$  und  $\Phi_2 = sar2 = 0,1741$  in Grafik 3

Dabei wird  $\eta_{2,t}$  durch eine Linearkombination der saisonalen vergangenen Werte modelliert, als Bindeglied zwi-

schen dem aktuellen Wert und dem Wert von vor einem Jahr  $\Phi_1$  sowie zwischen dem aktuellen Wert und dem Wert von vor zwei Jahren  $\Phi_2$ . Dies bedeutet, dass für die Schätzung der Warenexporte die Werte der vergangenen zwei Jahre berücksichtigt werden. Dabei wird der Wert von vor einem Jahr stärker in Betracht gezogen als der Wert von vor zwei Jahren ( $\Phi_1 > \Phi_2$ ).

Wenn man den nicht saisonalen und den saisonalen Bestandteil der Gleichungen (4) und (5) kombiniert, ergibt sich der Wert  $\eta_t$  der Gleichung (3) mit  $\varepsilon_t$  als *White-noise*-Prozess:

$$(6) \quad (1 - \Phi_1 \cdot B^{12} - \Phi_2 \cdot B^{24}) \cdot (1 - B) \cdot \eta_t = (1 + \Theta_1 \cdot B) \cdot \varepsilon_t$$

$$\Leftrightarrow \eta_t = \frac{(1 + \Theta_1 \cdot B) \cdot \varepsilon_t}{(1 - \Phi_1 \cdot B^{12} - \Phi_2 \cdot B^{24}) \cdot (1 - B)}$$

Wobei  $B \cdot \eta_t = \eta_{t-1}$ ,  $B^{12} \cdot \eta_t = \eta_{t-12}$  und  $B \cdot \varepsilon_t = \varepsilon_{t-1}$

Zusammenfassend wird bei der ARIMA-Schätzung der Warenexporte das Ergebnis des Folgemonats durch folgende Schritte prognostiziert:

- › Verlauf von elf ausgewählten Frühindikatoren
- › Differenzierung der Zeitreihe
- › Vorhersagefehler des vergangenen Monatswerts
- › Saisonal vorhandene Werte der letzten zwei Jahre

### 3.5 Qualitätsbeurteilung des ARIMA-Modells

Zum Zeitpunkt der Schätzung des fehlenden dritten Monats liegen die Außenhandelswerte dieses Monats noch nicht vor. Deshalb kann der geschätzte Vorhersagewert  $\hat{y}_t$  der Gleichung (3) für Warenexporte nicht direkt mit dem Veröffentlichungswert  $y_t$  verglichen werden. Zehn Tage nach der Schätzung liegen dann die Veröffentlichungswerte vor. Ein Vergleich der geschätzten Werte mit den veröffentlichten Außenhandelswerten erfolgt in Kapitel 4. Um die Qualität der Ergebnisse jedoch sofort testen zu können, werden verschiedene ökonometrische Tests durchgeführt.

1. Die Durchführung der Portmanteau-Tests (Box/Pierce, 1970; Ljung/Box, 1978) kann die Autokorrelationsfrei-



heit der Residuen prüfen. Hohe  $p$ -Werte in den Box-Ljung- und Box-Pierce-Tests legen nahe, dass die Residuen keine Korrelation mehr zueinander aufweisen. Für den Fall, dass die  $p$ -Werte dieser Tests unter 0.1 liegen, sollen die Schätzwerte als nicht plausibel eingestuft werden, da die Residuen weiterhin miteinander korrelieren.

2. Eine weitere Möglichkeit, die Qualität des ARIMA-Modells zu testen, besteht in der Abbildung der geschätzten Residuen von Gleichung (6), und zwar zur Bestätigung, dass nur *white noise* (weißes Rauschen) übrig bleibt. [↪ Grafik 4](#) Der Verlauf der Residuen (oberer Teil von Grafik 4) zeigt eine erratische Abfolge, ohne erkennbaren Trend. Der Autokorrelationsfunktionstest (ACF) zeigt die Signifikanz der 24 vorherigen Monate für die Schätzung (unten links in Grafik 4). Darüber hinaus wird die Annahme einer Normalverteilung der Residuen, die in diesem Fall nicht abgelehnt wird, geprüft (unten rechts in Grafik 4). Diese Tests bestätigen, dass die Modellannahmen nicht verletzt wurden.

Durch die gleiche Schätzmethode werden auch Warenimporte geschätzt. Bei der ARIMA-Modellierung der

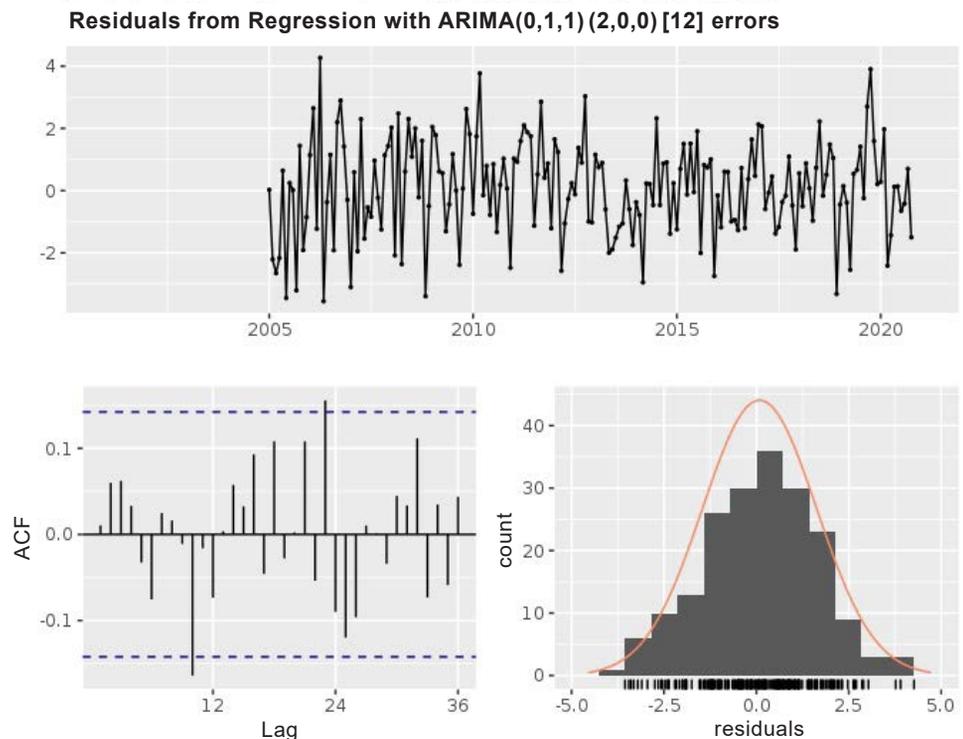
Warenimporte variieren die ARIMA-Parameter ( $p, d, q$ ) mit dem geschätzten Monat.

## 3.6 Alternatives begrenztes ARIMA-Modell

Das oben beschriebene ARIMA-Modell I verwendet alle 26 Indikatoren im Datenpool, wobei manche später als 30 Tage nach Quartalsende verfügbar sind. Der Umsatzindex, der Auftragsindex und der Produktionsindex werden beispielsweise 37 bis 38 Tage nach Ablauf eines Monats veröffentlicht. Der fehlende dritte Monat wird für diese Indikatoren anhand einer Zeitreihenschätzung geschätzt, die rein auf die eigene Reihe bezogen ist. Die zwei vorliegenden Monate liefern dabei nützliche Quartalsinformationen.

Da die Zeitreihenschätzung beim ARIMA-Modell I unter Verwendung des Konfidenzintervalls als subjektiver Einfluss bewertet werden kann und um mögliche Verzerrungen zu vermeiden, wird ein weiteres ARIMA-Modell erstellt: ein begrenztes ARIMA-Modell. Dabei werden

**Grafik 4**  
Ökonometrische Tests zur Beurteilung der Qualität



2021 - 0152

ausschließlich bereits veröffentlichte Indikatoren in Betracht gezogen, ohne Zeitreihenschätzung des fehlenden Monats. Das Ziel des alternativen, begrenzten ARIMA-Modells ist es, durch den Verzicht auf manche Indikatoren eine höhere Objektivität der Schätzung zu gewährleisten. Beim alternativen begrenzten Modell II werden nur 19 Indikatoren berücksichtigt, auf die Auftragsleistungsindizes, die Umsatzindizes, die Produktionsindizes sowie die Containerumschlagsindizes wird verzichtet.

Auch beim ARIMA-Modell II erfolgt die Auswahl der Frühindikatoren dynamisch durch Gleichung (2), gefolgt von einer ARIMA-Schätzung durch Gleichung (3), mit  $\eta_t$  bestehend aus einem nicht saisonalen und einem saisonalen Teil (Gleichung [6]). Die Genauigkeit der durch die ARIMA-Modelle I und II geschätzten Werte erläutert das nachfolgende Kapitel.

## 4

### Ergebnisse

Ein wichtiger Ansatz für die Qualitätsbeurteilung der ARIMA-Modelle I und II ist das Backtesting, die Qualitätsbeurteilung der Regressionsmodelle anhand historischer Datenstände. Der Testdatensatz umfasst den Zeitraum vom ersten Quartal 2016 bis zum dritten Quartal 2020, insgesamt also fast fünf Jahre, und schließt somit auch den durch die Corona-Pandemie ausgelösten wirtschaftlichen Einbruch ein.

Um die Qualität der ARIMA-Modelle zu beurteilen, werden die europäischen Qualitätskriterien zur t+30-Veröffentlichung des Bruttoinlandsprodukts angewandt (Eurostat, 2016). Diese Kriterien beziehen sich auf die Veränderungsrate des Bruttoinlandsprodukts. Die Veränderungsrate wird anhand der geschätzten Werte durch die ARIMA-Modelle und im Verhältnis zum Vorjahr berechnet, da die geschätzten Werte Kalender- und Saisoneffekte enthalten. Anhand der berechneten Veränderungsrate werden die drei europäischen Qualitätskriterien angewandt:

#### 1. Die Mittlere Revision

$$(7) \quad MR_{t+n} = \frac{\sum_{t=1}^T (y_{t,t+n} - \hat{y}_{t,t+z})}{T}$$

#### 2. Die Mittlere Absolute Revision

$$(8) \quad MAR_{t+n} = \frac{\sum_{t=1}^T |y_{t,t+n} - \hat{y}_{t,t+z}|}{T}$$

#### 3. Die Richtung der Revisionen für die T=19 Quartale

$$(9) \quad R_{t+n} = \sum_{t=1}^T n |y_{t,t+n} - \hat{y}_{t,t+z}| > 0$$

wobei gilt

$y_{t,t+n}$ : die in der Pressemitteilung des Außenhandels veröffentlichte Veränderungsrate zum Vorjahr für den Monat  $t$  zum Zeitpunkt  $t+n$ , mit  $n \sim 40$  Tage und  $z < n$ .

$\hat{y}_{t,t+z}$ : die durch das ARIMA-Modell geschätzte Veränderungsrate zum Vorjahr für den Monat  $t$  zum Zeitpunkt  $t+z$

Die veröffentlichte Veränderungsrate  $y_{t,t+n}$  wird mit der geschätzten Veränderungsrate  $\hat{y}_{t,t+z}$  beider Modelle verglichen.

- › Modell I: ARIMA-Modell mit allen Indikatoren, wobei alle 26 Frühindikatoren verwendet werden.
- › Modell II: Begrenztes ARIMA-Modell, wobei nur die zu dem Zeitpunkt veröffentlichten Frühindikatoren einbezogen werden, insgesamt 19 Frühindikatoren.

Die folgenden Grafiken stellen für Warenexporte ([↗ Grafik 5](#)) und Warenimporte ([↗ Grafik 6](#)) die Abweichung *Diff* in Prozentpunkten für den dritten Monat des Quartals dar:

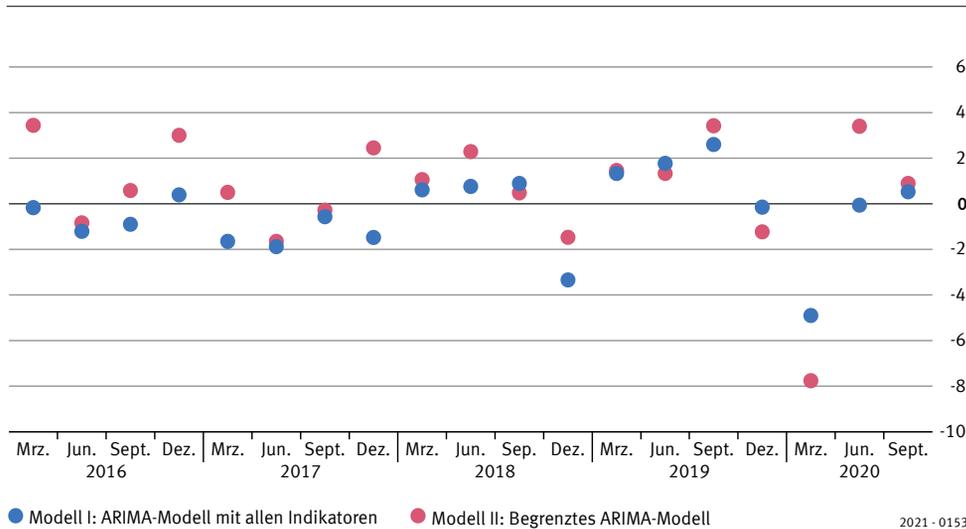
$$(10) \quad Diff_{t,t+n} = y_{t,t+n} - \hat{y}_{t,t+z}$$

Die Grafiken 5 und 6 zeigen die Abweichung in Prozentpunkten zwischen den durch die ARIMA-Modelle geschätzten Werten für den fehlenden dritten Monat des Quartals (jeweils März, Juni, September und Dezember) und die von der Außenhandelsstatistik veröffentlichten Werte. Die blauen Punkte zeigen die Abweichungen bei Verwendung des ARIMA-Modells I und die roten Punkte stellen die Abweichung bei Verwendung des ARIMA-Modells II dar. Im März 2019 sind beispielsweise die Veränderungsrate der Warenexporte für Modell I und II um knapp 1,5 Prozentpunkte zu niedrig geschätzt worden, verglichen mit der veröffentlichten Veränderungsrate. Eine geringere Abweichung zwischen den Punkten

# Schnellschätzung des Außenhandels in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen: ein ökonomischer Ansatz

**Grafik 5**

Übersicht der Abweichungen für Warenexporte  
Prozentpunkte



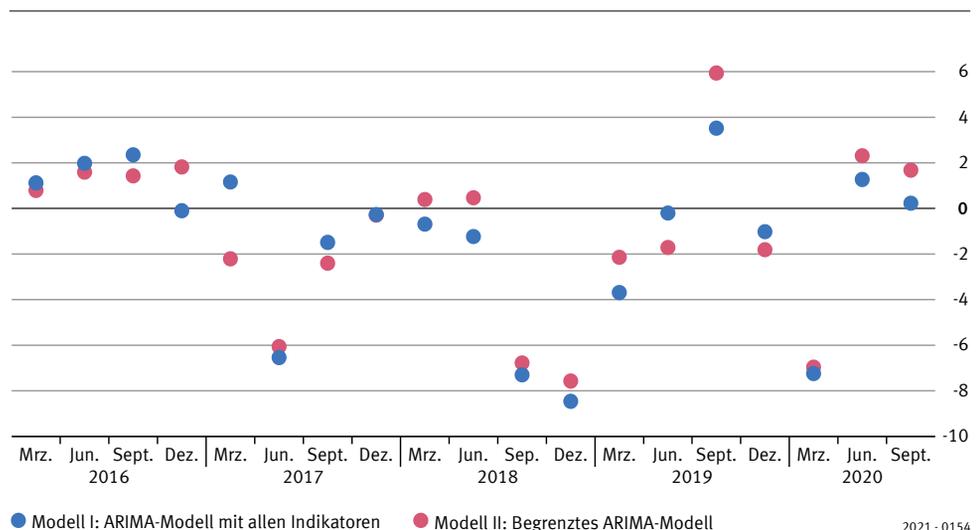
und der x-Achse deutet auf eine genauere ökonomische Schätzung hin.

Es zeigt sich, dass die Genauigkeit der Modelle mit der Zeit fluktuiert: Die ARIMA-Modelle haben den Exportwert für Dezember 2019 relativ präzise geschätzt, die weiteren Werte für 2019 jedoch unterschätzt. Bei der Schätzung der Werte für März 2020 haben die ARIMA-Modelle den Einbruch um 5 bis 8 Prozentpunkte unterschätzt, da sie zu hohe Werte für Warenexporte und

-importe angenommen haben. Der durch die Corona-Pandemie ausgelöste wirtschaftliche Schock war in den Frühindikatoren nicht hinreichend enthalten, da das Ausmaß der Einschränkungen nicht vorhersehbar war. ARIMA-Modelle bleiben aber während der bisherigen Pandemieentwicklungsphase gültig, da die für Juni und September 2020 geschätzten Werte niedrige Abweichungen ausweisen.

**Grafik 6**

Übersicht der Abweichungen für Warenimporte  
Prozentpunkte



Um einen Qualitätsvergleich durch die ökonomischen Modelle in Relation zu der vorherigen nicht ökonomischen Berechnung der Warenexporte und -importe darzustellen, werden die europäischen Qualitätskriterien zwischen den zwei hier beschriebenen ARIMA-Modellen und der vorherigen, nicht ökonomischen Berechnung verglichen. [↪ Tabelle 1](#)

**Tabelle 1**

ARIMA-Modelle und vorherige Berechnung:  
Vergleich der Abweichungen zwischen  $y_{t,t+n}$  und  $\hat{y}_{t,t+z}$

	Modell I	Modell II	Vorherige Berechnung
<b>Warenexporte</b>			
Prozentpunkte der Veränderungsrate			
MR	-0,19	0,91	-1,15
MAR	1,23	1,59	2,58
%			
R	44	69	50
<b>Warenimporte</b>			
Prozentpunkte der Veränderungsrate			
MR	-1,3	-1,16	1,37
MAR	2,57	2,71	4,09
%			
R	31	44	25

MR: Mittlere Revision; MAR: Mittlere Absolute Revision; R: Anzahl der positiven Revisionen. Der Vergleich umfasst die Zeit vom ersten Quartal 2016 bis zum vierten Quartal 2019, ehe die ökonomische Methode ab 2020 berücksichtigt wurde.

Die Tabelle zeigt, dass bei den Warenexporten die Mittlere Revision (MR) und die Mittlere Absolute Revision (MAR) bei den ökonomischen Modellen I und II niedriger ist verglichen mit den vorherigen, nicht ökonomischen Berechnungen. Insbesondere die Mittlere Revision (Kriterium 1) ergibt beim Modell I eine niedrige Abweichung. Bei Betrachtung des dritten Kriteriums (Anzahl der positiven Revisionen) liegt der R-Wert von Gleichung (9) beim Modell II über 66%. Dies bedeutet, dass das ARIMA-Modell II Warenexporte eher unterschätzt, sodass Modell I für die Schätzung von Warenexporten zu bevorzugen ist.

Bei den Warenimporten weisen die ökonomischen Modelle ebenfalls niedrigere Abweichungen bei der MR und MAR als in den vorherigen nicht ökonomischen Berechnungen auf. Das dritte Kriterium, die Anzahl der Revisionen, ergibt, dass Modell I Warenexporte eher überschätzt, sodass Modell II für die Schätzung von Warenimporten zu bevorzugen ist.

Zusammenfassend zeigt die vorherige, nicht ökonomische Berechnung (Spalte 3 in Tabelle 1) bei Warenexporten und -importen höhere Abweichungen vom späteren tatsächlichen Wert als die ARIMA-Modelle I und II. Folglich deuten diese Ergebnisse im Durchschnitt auf bessere Schätzwerte durch die erstellten ARIMA-Modelle hin als durch den bisherigen nicht ökonomischen Ansatz, der bislang für die kurzfristige Berechnung des Warenhandels verwendet wird.

## 5

### Fazit

Werden zusätzliche Datenquellen für die schnelle Berechnung der Außenhandelsstatistik berücksichtigt, kann dies zu einer qualitativen Verbesserung der in die t+30-Rechnung des Bruttoinlandsprodukts einfließenden geschätzten Werte führen. Die Nutzung von amtlichen und nicht amtlichen Frühindikatoren verfolgt dieses Ziel.

Dieser Aufsatz hat einen ökonomischen Ansatz für die Schätzung von Warenexporten und -importen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen beschrieben, der als ergänzende Methode zur bestehenden Rechnung aufgestellt wurde. Obwohl der Warenhandel von starken Fluktuationen geprägt ist, sind die Abweichungen zwischen den geschätzten Werten und den veröffentlichten Werten im Durchschnitt geringer als beim bisher für eine schnelle Berechnung des Warenhandels verwendeten nicht ökonomischen Ansatz.

Die Qualitätsbeurteilung der ökonomischen Modelle umfasst den Zeitraum 2016 bis Ende 2020. Damit wird die Qualität der ARIMA-Modelle in verschiedenen Konjunkturzyklen getestet, auch in Krisenzeiten. Der durch die COVID-19-Pandemie ausgelöste wirtschaftliche Schock wurde durch die ARIMA-Modelle unterschätzt, da die Frühindikatoren das Ausmaß der Einschränkungen nicht hinreichend enthielten. ARIMA-Modelle bleiben aber während der anschließenden Pandemieentwicklungsphase gültig, da die nachfolgenden Schätzwerte niedrige Abweichungen aufweisen.

Ziel ist es, den Einsatz zusätzlicher Datenquellen dauerhaft für die Erstellung qualitativ hochwertiger Statistiken zu ermöglichen. Digitale Datenquellen und Früh-

## Schnellschätzung des Außenhandels in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen: ein ökonometrischer Ansatz

---

Indikatoren sind stetig im Wandel. Die Einbindung dieser Indikatoren in die ökonometrische Berechnung der Warenexporte und -importe soll daher kontinuierlich aktualisiert werden. Die Entwicklung eines ökonometrischen Modells, das für die Schätzung von Dienstleistungen genutzt werden kann, soll folgen. Darüber hinaus soll sich das ökonometrische Modell stärker auf die täglichen internen Meldungen des Außenhandels stützen. 

## LITERATURVERZEICHNIS

---

Box, George/Pierce, David. *Distribution of Residual Correlations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models*. In: Journal of the American Statistical Association. 1970. Jahrgang 65. Nr. 332, Seite 1509 ff.

Braakmann, Albert/Goldhammer, Susanne. *Konzepte zur Erfassung außenwirtschaftlicher Transaktionen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach ESVG 2010*. In: Voy, Klaus (Herausgeber). Außenhandel und Globalisierung in gesamtwirtschaftlicher Sicht. 2018. Seite 23 ff.

Dickopf, Xaver/Janz, Christian/Mucha, Tanja. [Vom BIP-Flash zum BIP-Nowcast: erste Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zur weiteren Beschleunigung der BIP-Schnellschätzung](#). In: WISTA Wirtschaft und Statistik. Ausgabe 6/2019, Seite 47 ff.

Eurostat. *Euro area and European Union GDP flash estimates at 30 days*. In: Eurostat statistical working papers. 2016. Seite 21. [Zugriff am 12. März 2021]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat>

Hyndman, Rob J./Athanasopoulos, George. *Forecasting: Principles and practice*. Melbourne 2018. Zweite Auflage. [Zugriff am 16. März 2021]. Verfügbar unter: <https://otexts.com/fpp2/>

Hyndman, Rob J./Khandakar, Yeasmin. *Automatic time series forecasting: The forecast package for R*. In: Journal of Statistical Software. Jahrgang 27. Ausgabe 3/2008, Seite 1 ff. [Zugriff am 16. März 2021]. Verfügbar unter: [www.jstatsoft.org](http://www.jstatsoft.org)

Ljung, Greta/Box, George. *On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models*. In: Biometrika. Jahrgang 65. Nr. 2/1978, Seite 297 ff.

**Herausgeber**  
Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden

---

**Schriftleitung**  
Dr. Daniel Vorgrimler  
Redaktionsleitung: N. N.  
Redaktion: Ellen Römer

---

**Ihr Kontakt zu uns**  
[www.destatis.de/kontakt](http://www.destatis.de/kontakt)

---

**Erscheinungsfolge**  
zweimonatlich, erschienen im April 2021, Seite 24 korrigiert am 6. Januar 2022  
Ältere Ausgaben finden Sie unter [www.destatis.de](http://www.destatis.de) sowie in der [Statistischen Bibliothek](#).

---

Artikelnummer: 1010200-21002-4, ISSN 1619-2907

---

**Fotorechte:**  
© iStock.com/malerapaso/12249182 (Seite 88)  
© iStock.com/kynny/497829044 (Seite 88)

---

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021  
Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.