

# Von multiplikativem zu additivem Wachstum: Modifikation der TFP-Projektion gegenüber dem EU-Verfahren

Jens Boysen-Hogrefe und Timo Hoffmann

In der neoklassischen Wachstumstheorie wirkt der technische Fortschritt multiplikativ auf das Wachstum der Produktionsmöglichkeiten. Dabei wird angenommen, dass die als Solow Residuum (SR) berechnete totale Faktorproduktivität (TFP) einer konstanten oder zumindest hoch persistenten Wachstumsrate  $g$  folgt:

$$sr_{t+1} = g + sr_t, \quad (1)$$

mit  $sr_t = \log SR_t$ . Entsprechend basiert auch das im EU-Verfahren implementierte Vorgehen zur Fortschreibung des TFP-Trends, das bislang auch vom Kiel Institut verwendet wurde, auf der Annahme multiplikativen Wachstums (Havik et al. 2014, Planas et al. 2013). Bislang wich unser Vorgehen zur TFP-Schätzung vom EU-Verfahren lediglich durch einen späteren Beginn des Stützzeitraums ab (EU: 1980, Kiel Institut: 1996). Dadurch wurden die außergewöhnlich hohen Produktivitätswachstumsraten im Anschluss an die Sonderentwicklung nach der Wiedervereinigung nicht in die Schätzung einbezogen. Demgegenüber schlägt Philippon (2022) auf Grundlage empirischer Evidenz ein additives Wachstumsmodell vor. Demnach folgt die TFP nicht einem exponentiellen, sondern einem linearen Wachstumspfad und wird durch ein konstantes Inkrement  $b$  fortgeschrieben:

$$SR_{t+1} = b + SR_t. \quad (2)$$

Ein solches konstantes Inkrement impliziert, dass die Wachstumsrate der TFP nicht konstant ist, sondern im Zeitverlauf abnimmt. Hinweise auf additives Wachstum in fortgeschrittenen Volkswirtschaften finden sich auch bei Sampi (2024). Auf der Grundlage eines über viele Jahrzehnte konstanten Inkrements verbessert sich die Prognosegüte. So identifiziert Philippon (2022) für das Vereinigte Königreich innerhalb der vergangenen vierhundert Jahre lediglich zwei Strukturbrüche in der Produktivitätsdynamik, nach denen sich das Inkrement jeweils geändert hat.

Die Idee des additiven Wachstums steht im Einklang mit einer umfangreichen Literatur zum Produktivitätswachstum (u.a. Jones 1995, 2002, 2017, 2023; Bloom et al. 2020; Pfeiffer et al. 2024; Romer 1990; Kruse-Andersen 2023; Jones 2009; Alston und Pardey 2022), der zufolge Innovationen der zentrale Treiber von Produktivität sind, die Fortschritte aber zunehmend aufwendiger werden. In der Folge verlangsamt sich – im Einklang mit der Annahme eines additiven Wachstumsprozesses – das Produktivitätswachstum.

Während die Unterschiede zwischen linearem und exponentiellem Wachstum in der kurzen Frist ( $T+2$ ) gering sind, nehmen sie in der erweiterten Mittelfrist ( $T+10$ ) erheblich zu. Vor dem Hintergrund eines zunehmenden Fokus auf längere Prognosehorizonte, nicht zuletzt aufgrund der neuen europäischen Fiskalüberwachung, passen wir daher unser Verfahren zur Projektion der TFP an.

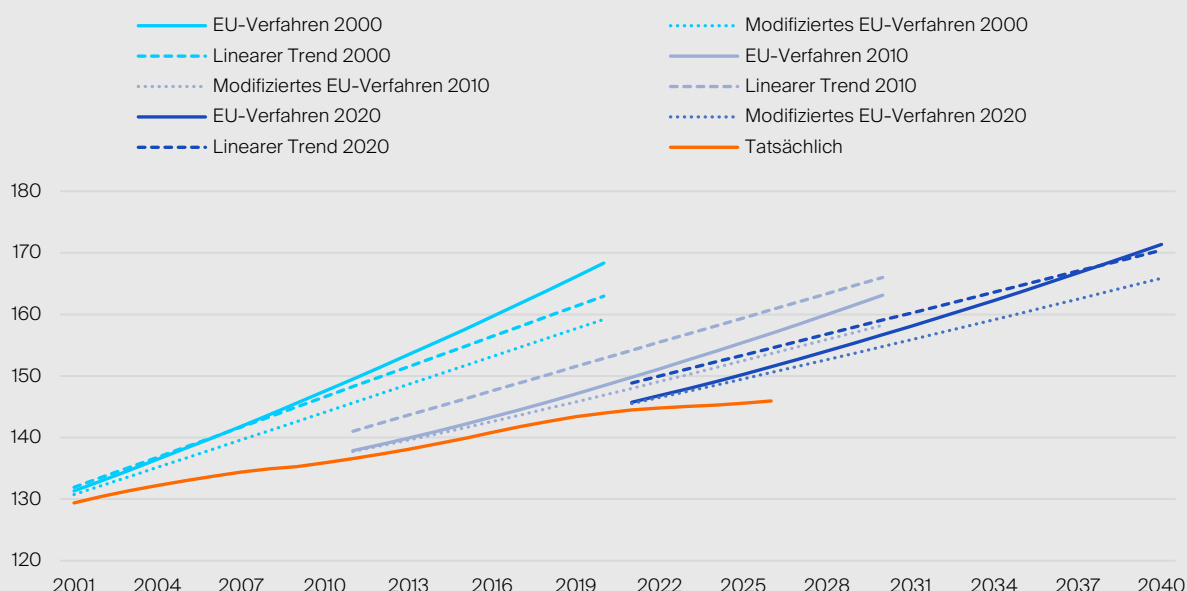
Wir verwenden fortan eine modifizierte TFP-Fortschreibung, die additives Wachstum in das bestehende EU-Verfahren integriert. Diese Anpassung erfordert weder Änderungen an der Modellspezifikationen noch an den Prior-Verteilungen des bayesianischen Schätzmodells. Im Unterschied zum bisherigen Verfahren werden die Solow-Residuen, dem unerklärten Teil einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion, nicht logarithmiert. Stattdessen wird eine momentbasierte Neuskalierung der nicht-transformierten Residuen eingeführt, um deren statistische Eigenschaften an die Anforderungen der Schätzung des EU-Verfahrens und der zugehörigen Prior-Verteilungen anzupassen. Konkret werden die ursprünglichen Solow-Residuen,  $SR_u$ , standardisiert und unter Verwendung der Transformation verschoben:

$$SR_{skaliert} = \frac{SR_u - \mu_u}{\sigma_u} \cdot \sigma_{log} + \mu_{log}, \text{ mit } \sigma_u, \sigma_{log} > 0 \quad (2)$$

Hierbei bezeichnen  $\mu_u$  und  $\sigma_u$  den Mittelwert bzw. die Standardabweichungen der nicht-transformierten Solow-Residuen.  $\mu_{log}$  und  $\sigma_{log}$  sind die entsprechenden Momente der logarithmierten Residuen. Diese Transformation stellt sicher, dass die skalierte Reihe ähnliche Verteilungseigenschaften wie die logarithmierten Daten aufweist, was eine konsistente Anwendung des EU-Verfahrens ermöglicht. Nach der Schätzung der Trend-TFP-Komponente werden die Ergebnisse zur besseren Interpretierbarkeit wieder auf die ursprüngliche Skala der nicht-transformierten Daten zurückskaliert. Auf diese Weise bleiben die Vorteile des EU-Verfahrens erhalten, während die implizite Annahme exponentiellen Wachstums, die mit der Log-Transformation eingeht, ersetzt wird.

Im Ergebnis zeigen sich zwischen dem ursprünglichen und dem modifizierten EU-Verfahren keinerlei Unterschiede in den ex post Daten; insbesondere sind die geschätzten TFP-Lücken nahezu identisch. Ein Pseudo-Echtzeit Out-of-Sample-Experiment für eine Stichprobe von sieben Ländern<sup>a</sup> zeigt jedoch, dass sich die historische Genauigkeit der Projektionen unter Verwendung des modifizierten Verfahrens signifikant verbessert hätte (Abbildung 1). Im Durchschnitt steigt die Prognosegüte gegenüber dem ursprünglichen Verfahren bei einem Prognosehorizont von einem Jahr um rund 30 Prozent, bei einem Horizont von zehn Jahren sogar um etwa 40 Prozent. Für die deutschen Daten fallen die Verbesserungen mit rund 40 Prozent ( $T+1$ ) bzw. 59 Prozent ( $T+10$ ) noch deutlicher aus. Zudem fallen die Echtzeitrevisionen im Schnitt kleiner aus. Ergänzend wurde auch ein linearer Zeittrend für das nicht-logarithmierte Produktivitätsniveau getestet. Dieser Ansatz liefert für die USA die präzisesten Projektionen des TFP-Trends in der mittleren und langen Frist, schneidet jedoch für die europäischen Staaten durchweg schlechter ab als das hier vorgestellte Verfahren. Auch die Echtzeitrevisionen nach drei Jahren fallen größer aus (Boysen-Hogrefe und Hoffmann 2025). Alles in allem verbessert der Übergang zu einer additiven Wachstumsannahme mit dem hier vorgeschlagenen Verfahren die Prognosegüte des TFP-Trends deutlich, ohne die bestehende Modellstruktur grundlegend zu verändern. Durch die Umstellung des Schätzverfahrens ergeben sich für Deutschland in der langen Frist deutlich niedrigere TFP-Wachstumsraten (Abbildung 2).

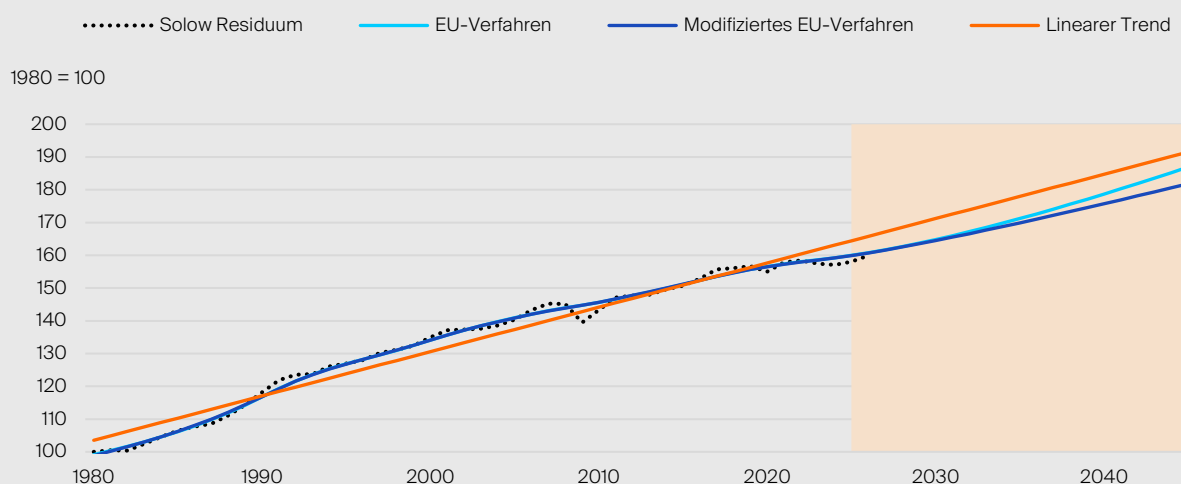
**Abbildung 1:**  
Vergleich der Prognosegüte



Out-of-Sample Projektionen des deutschen TFP-Trends für die Jahre 2000, 2010 und 2020 und einem Prognosehorizont von 20 Jahren; tatsächliche Entwicklung des TFP-Trends.

Quelle: Ameco, Berechnungen des Kiel Instituts.

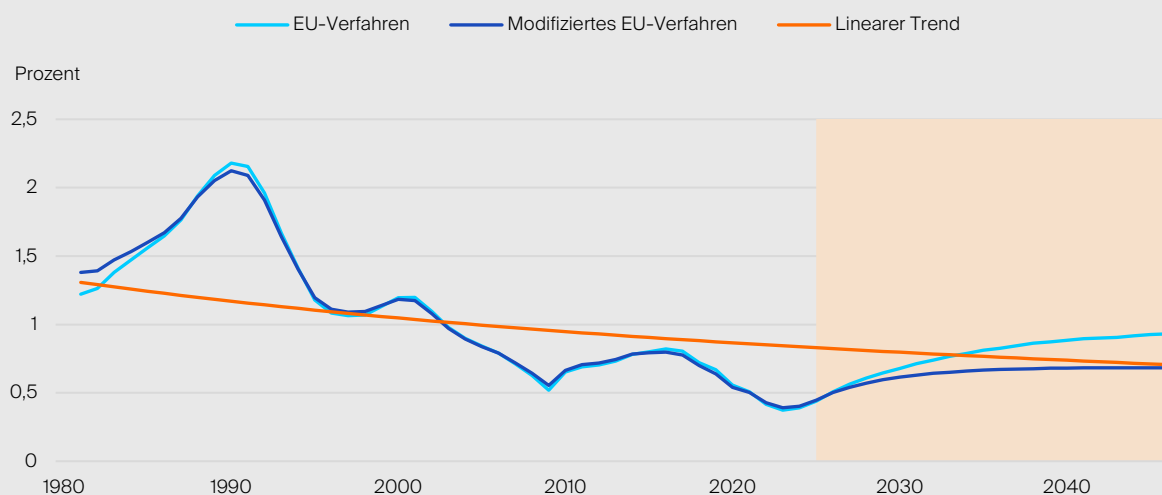
**Abbildung 2:**  
**TFP-Wachstumspfade**



Projektionen des deutschen TFP-Trends für die Jahre 2000, 2010 und 2020 und einem Prognosehorizont von 20 Jahren; schattiert: Projektion.

Quelle: Ameco, Berechnungen des Kiel Instituts.

**TFP-Wachstumsraten**



TFP-Wachstumsraten in Deutschland für die Jahre 2000, 2010 und 2020 und einem Prognosehorizont von 20 Jahren; schattiert: Projektion.

Quelle: Ameco, Berechnungen des Kiel Instituts.

<sup>a</sup> Darunter befinden sich Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, die Niederlande, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten. Die Stichprobe nutzte Daten der Europäischen Kommission (AMECO) zwischen den Jahren 1980 und 2026.

# Impressum

**Kiel Institut für Weltwirtschaft****Standort Kiel**

Kiellinie 66, 24105 Kiel  
Telefon + 49 431 8814-1  
[info@kielinstitut.de](mailto:info@kielinstitut.de)

**Standort Berlin**

Chausseestraße 111, 10115 Berlin  
Telefon +49 30 30830637-5  
[berlin@kielinstitut.de](mailto:berlin@kielinstitut.de)

Das Kiel Institut für Weltwirtschaft –  
Leibniz Zentrum zur Erforschung globaler  
ökonomischer Herausforderungen  
ist eine rechtlich selbständige Stiftung  
des öffentlichen Rechts des Landes  
Schleswig-Holstein.

**Das Institut wird vertreten durch den  
Vorstand:**

Prof. Dr. Moritz Schularick, Präsident,  
Geschäftsführender Wissenschaftlicher  
Direktor

Michael Doberschütz, Geschäfts-  
führender Administrativer Direktor  
(m.d.W.d.G.b.)

Prof. Dr. Christoph Trebesch, Vize  
Präsident

**Zuständige Aufsichtsbehörde**

Ministerium für Allgemeine und Beruf-  
liche Bildung, Wissenschaft, Forschung  
und Kultur des Landes Schleswig-  
Holstein  
Jensendamm 5, 24103 Kiel

**Umsatzsteuer ID**

DE 251899169

© 2026 Kiel Institut für Weltwirtschaft.  
Alle Rechte reserviert.

[Kielinstitut.de/publikationen](https://kielinstitut.de/publikationen)

