

Der Lkw-Maut-Fahrleistungsindex - Ein nützlicher Frühindikator für die Industrieproduktion

Nils Jannsen

Der Lkw-Fahrleistungsindex basiert auf der Mauterhebung, bei der der Lkw-Verkehr auf allen Bundesstraßen und Autobahnen erfasst wird.^a Da rund 80 Prozent der Warenbeförderung per Lkw erfolgt, steht der Fahrleistungsindex in enger Verbindung mit der wirtschaftlichen Aktivität, insbesondere mit der Industrieproduktion. Als Frühindikator ist die Fahrleistung zudem deshalb vielversprechend, da sie sehr frühzeitig nach Ende eines Monats veröffentlicht wird.^b Die recht hohe Korrelation mit der Industrieproduktion (Ademmer et al. 2021: Kapitel 2.7.1; Askita und Zimmermann 2013; Cox et al. 2018) spricht dafür, dass die Fahrleistung ein nützlicher Frühindikator ist. Die Prognosegüte des Indikators - auch im Vergleich zu anderen Frühindikatoren - wurde bislang jedoch kaum systematisch untersucht. Eine frühe Studie kommt zu dem Schluss, dass die Prognosegüte der Lkw-Fahrleistung nicht über die anderer Frühindikatoren, insbesondere Unternehmensbefragungen, hinausgeht (Döhrn 2011). Allerdings hat sich die Datenbasis seitdem deutlich verbreitert. Im Folgenden werden die Prognoseeigenschaften des monatlichen Lkw-Fahrleistungsindex für die Industrieproduktion untersucht.

Für die Analyse werden zunächst verschiedene Modelle auf Basis des gesamten verfügbaren Zeitraums geschätzt und geprüft, wie stark der empirische Zusammenhang zwischen Lkw-Fahrleistung und Industrieproduktion ist. Danach wird ein out-of-sample Prognosevergleich durchgeführt, der Auskunft darüber geben kann, wie groß die Prognosefehler der Modelle in der Vergangenheit ausgefallen wären. Die Ergebnisse des out-of-sample Prognosevergleichs können dabei von denen der Schätzungen auf Basis des gesamten Stützzeitraums abweichen, beispielsweise wenn durch eine sogenannte Überanpassung („overfitting“) die Prognosegüte der Modelle beeinträchtigt wird oder es im Zeitablauf zu strukturellen Änderungen der Zusammenhänge gekommen ist. Freilich können Prognoseevaluationen nur Tendenzen hinsichtlich der Nützlichkeit von Indikatoren oder Modellen liefern, da nicht für alle relevanten Setzungen für den Prognosevergleich und relevanten Vergleichsindikatoren und -modelle kontrolliert werden kann. In diesem Zusammenhang kann die Eignung von Modellen bzw. Indikatoren auch von den individuellen Anforderungen des jeweiligen Nutzers abhängen.

Die Prognoseevaluation des Lkw-Fahrleistungsindex wird für die Zuwachsrate der saison- und kalenderbereinigten Industrieproduktion (IP) gegenüber dem Vormonat vorgenommen. Sie erfolgt für den jeweils laufenden Monat („Nowcast“), da die Lkw-Fahrleistung dafür den größten Informationsgehalt aufweisen dürfte. Für die Evaluation werden andere einschlägige Frühindikatoren zum Vergleich herangezogen. Dazu zählen die Auftragseingänge für das Verarbeitende Gewerbe sowie die vom ifo erhobenen Unternehmensangaben zur Produktion gegenüber dem Vormonat sowie dem Geschäftsklima im Verarbeitenden Gewerbe.^c Es werden Spezifikationen der Modelle geschätzt, die neben den Verzögerungen der Industrieproduktion die folgenden erklärenden Variablen berücksichtigen:

- Modell1: Lkw-Fahrleistungsindex
- Modell 2: Lkw-Fahrleistungsindex, Auftragseingänge, ifo Produktion, ifo Geschäftsklima
- Modell 3: Auftragseingänge, ifo Produktion, ifo Geschäftsklima.

Die ifo-Indikatoren gehen jeweils als erste Differenz in die Modellspezifikationen ein, da sie so transformiert häufig eine höhere Prognosegüte aufweisen (Wohlrabe und Wollmershäuser 2017). Die Analyse orientiert sich an dem Informationsstand, der mit der Veröffentlichung des Lkw-Fahrleistungsindex zur Verfügung steht. So wird der Fahrleistungsindex spätestens 9 Tage nach Ablauf eines Monats t veröffentlicht und damit etwa zeitgleich mit der Industrieproduktion für den Monat $t-1$. Zu diesem Zeitpunkt stehen zudem die Auftragseingänge im Verarbeitenden Gewerbe für den Monat $t-1$ sowie die ifo-Indikatoren für den Monat t zur Verfügung. In die Modelle geht jede der erklärenden Variablen i mit bis zu drei Verzögerungen ein – konkret gehen die Industrieproduktion und die Auftragseingänge von $t-1$ ($m=1$) bis $t-3$ ($n=3$) in die Modelle ein, die Lkw-Fahrleistung sowie die ifo-Indikatoren von t ($m=0$) bis $t-2$ ($m=2$):

$$\Delta IP_t = \alpha + \sum_i \sum_{p=m}^n \beta_{ip} X_{ip} + \varepsilon_{t+1}, \quad (K.1)$$

Mit den Verzögerungen soll dynamischen Zusammenhängen sowie dem unmittelbaren Informationsgehalt der Auftragseingänge sowie des Geschäftsklimas für die zukünftige Entwicklung Rechnung getragen werden. Generell sind die Ergebnisse robust gegenüber alternativen Lag-Strukturen der Modelle oder der Anwendung von Modellselektionsverfahren.

Schätzt man die Modelle für den gesamten Zeitraum von 2005 bis 2022, so zeigt sich ein enger Zusammenhang zwischen Fahrleistung und Industrieproduktion. Erhöht sich die Lkw-Fahrleistung in einem Monat um 1 Prozent, so erhöht sich den Ergebnissen zufolge die Zuwachsrate der Industrieproduktion in diesem Monat um rund 1 Prozentpunkt (Tabelle 1). Die für die Lkw-Fahrleistung geschätzten Koeffizienten sind bei einem Signifikanzniveau von 5 Prozent von Null verschieden. Die Ergebnisse werden kaum dadurch beeinflusst, ob andere Frühindikatoren miteinbezogen werden. Die Modelle können die Entwicklung der Industrieproduktion recht gut nachzeichnen, auch wenn sie nicht alle Schwankungen dieser recht volatilen Zeitreihe erklären (Abbildung 1). Insgesamt weist das mit anderen Frühindikatoren ergänzte Modell mit einem adjustierten Bestimmtheitsmaß von rund 0,7 einen recht hohen Erklärungsgehalt für die Industrieproduktion auf. Modelle, die die Lkw-Fahrleistung nicht enthalten, sondern nur die anderen Frühindikatoren und für den gleichen Zeitraum geschätzt werden, erreichen lediglich ein adjustiertes Bestimmtheitsmaß von knapp 0,4. Alles in allem sprechen die Ergebnisse somit dafür, dass die Lkw-Fahrleistung ein guter Frühindikator für die Industrieproduktion ist.

Tabelle 1:

Modelle für die Prognose der Industrieproduktion

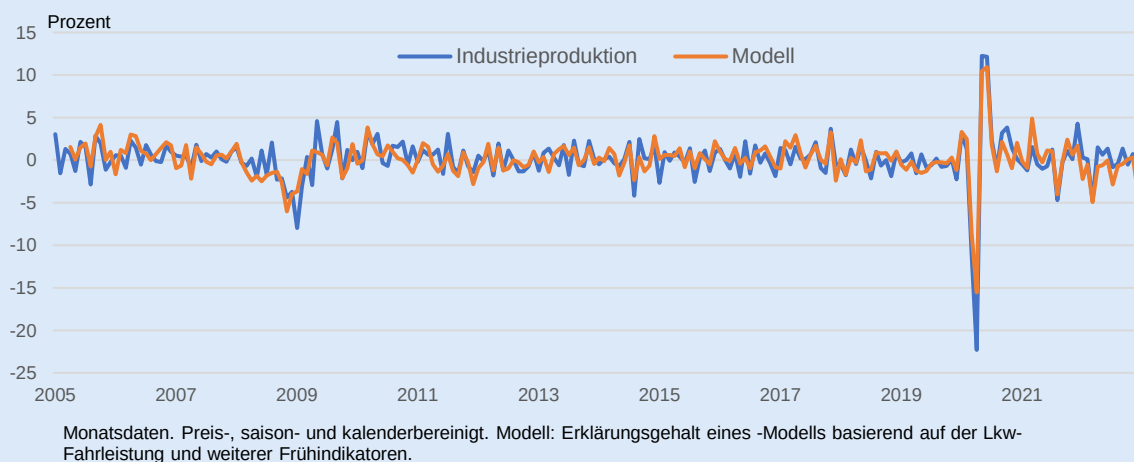
	Zuwachsrate der Industrieproduktion			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Lkw-Fahrleistung _t		1,27 (0,18)	1,05 (0,13)	
Lkw-Fahrleistung _{t-1}		0,66 (0,13)	0,56 (0,12)	
Lkw-Fahrleistung _{t-2}		0,33 (0,11)	0,27 (0,11)	
Verzögerte Industrieproduktion	x	x	x	x
Auftragseingänge			x	x
Ifo Geschäftsklima			x	x
Ifo Produktion			x	x
$\bar{R}^2$	0,06	0,62	0,68	0,37
SIC	4,84	3,97	3,99	4,61

Standardfehler in Klammern; robust gegenüber Heteroskedastizität. SIC: Schwarz-Bayes-Informationskriterium. Alle Modelle enthalten eine Konstante. Verzögerte der Industrieproduktion und Auftragseingänge sind für t-1 bis t-3 als Zuwachsrate gegenüber dem Vormonat enthalten. Ifo Indikatoren sind für t bis t-2 als erste Differenzen enthalten.

Quellen: Statistisches Bundesamt; ifo Institut; Berechnungen des IfW Kiel

Abbildung 1:

Modell und tatsächliche Industrieproduktion



Für den out-of-sample-Vergleich werden für die jeweiligen Prognosen soweit möglich nur Informationen verwendet, die zum jeweiligen Zeitpunkt auch tatsächlich vorgelegen hätten. Dies betrifft zum einen die Schätzung der Modelle: Die Modelle werden nur mit Daten bis zum jeweiligen Vormonat geschätzt. Zum

anderen werden für die Industrieproduktion und die Auftragseingänge Echtzeitdaten verwendet, um Datenrevisionen Rechnung zu tragen.^d Der Fahrleistungsindex unterliegt nur sehr geringen Revisionen (Cox et al. 2018). Gleichwohl entspricht der jeweils verwendete Datenstand nicht exakt dem, der einem Prognostiker tatsächlich jeweils zur Verfügung gestanden hätte, da für die Lkw-Fahrleistung saison- und kalenderbereinigte Werte sowie für die ifo-Indikatoren saisonbereinigte Werte verwendet werden. Die Saison- und Kalenderfaktoren werden geschätzt und können sich deshalb mit zunehmenden Datenstand ändern und zu Revisionen führen. Eine Datenbank für Echtzeitdaten der Lkw-Fahrleistung oder der ifo-Indikatoren liegt jedoch nicht vor. Die Prognosen werden für den Zeitraum von Januar 2012 bis Dezember 2022 evaluiert. Der Lkw-Fahrleistungsindex steht ab Januar 2005 zur Verfügung. Für die erste Prognose für Januar 2013 wird somit in etwa die Hälfte des Datensatzes für die Schätzung der Modelle herangezogen.^e Die anderen Frühindikatoren liegen für einen längeren Zeitraum vor. Das Modell ohne die Lkw-Fahrleistung wird mit Daten ab dem Jahr 1991 geschätzt, da der umfangreichere Datenstand potenziell vorteilhaft sein kann, zumindest sofern sich der Zusammenhang zwischen Frühindikatoren und Industrieproduktion im Zeitablauf nicht deutlich geändert hat.

Für die out-of-sample Prognoseevaluation wird der Root Mean Squared Error verwendet (RMSE). Die RMSEs werden auch in Relation zu denen eines AR(3)-Modells, das als Vergleichsmaßstab fungiert, gesetzt (Theil's U). Die Prognosen werden für unterschiedliche Zeiträume evaluiert, um zum einen den Einfluss der Corona-Pandemie auf die Ergebnisse zu beleuchten und zum anderen zu illustrieren, wie sich die im Vergleich zu den anderen Indikatoren geringere Datenbasis auf die Prognosegüte auswirkt. Für den gesamten Prognosezeitraum von Anfang 2012 bis Ende 2022 weisen die Modelle, die die Lkw-Fahrleistung enthalten, deutlich geringere Prognosefehler als die anderen Modelle auf (Tabelle 2). Mit einem Theil's U von etwas über 0,6 fallen die Fehler im Durchschnitt etwa 40 Prozent niedriger aus als die eines AR-Modells. Modelle, die den Lkw-Index nicht enthalten, erreichen lediglich Theil's U von knapp 0,9. Auffällig ist, dass sich die Prognosegüte eines Modells, das lediglich den Lkw-Fahrleistungsindex als erklärende Variable enthält, durch weitere Frühindikatoren nicht mehr verbessert

Tabelle 2:

Prognosefehler

	2012:1-2022:12		2012:1-2019:12		2016:1-2019:12		2020:3-2022:12	
	RMSE	Theil's U	RMSE	Theil's U	RMSE	Theil's U	RMSE	Theil's U
AR	3,35		1,55		1,65		6,05	
Lkw	2,09	0,62	1,39	0,90	1,39	0,84	3,39	0,56
OLS								
Alle Indikatoren	2,10	0,63	1,40	0,90	1,35	0,82	3,40	0,56
Alle Indikatoren ex Lkw	2,95	0,88	1,43	0,92	1,52	0,92	5,28	0,87
Modellselektion								
Alle Indikatoren	2,15	0,64	1,39	0,90	1,32	0,80	3,52	0,58
Alle Indikatoren ex Lkw	2,93	0,87	1,45	0,93	1,54	0,93	5,22	0,86

RMSE: root mean squared error. Theil's U: RMSE des AR-Modells im Verhältnis zum RMSE des jeweiligen Modells.

Quellen: Statistisches Bundesamt; ifo Institut; Berechnungen des IfW Kiel.

Die recht hohe Prognosegüte der Lkw-Fahrleistung im Vergleich zu den anderen Frühindikatoren geht zu einem Gutteil auf die großen Schwankungen seit dem Beginn der Corona-Pandemie zurück. Lässt man den Zeitraum ab Anfang 2020 bei der Evaluation außen vor, so unterscheiden sich die Modelle für den Zeitraum von 2012 bis 2019 kaum noch. Die Prognosefehler gemessen am RMSE sind für diesen Zeitraum zwar deutlich kleiner. Dies gilt jedoch noch ausgeprägter für das Vergleichsmodell, so dass die Werte für Theil's U durchweg höher ausfallen.

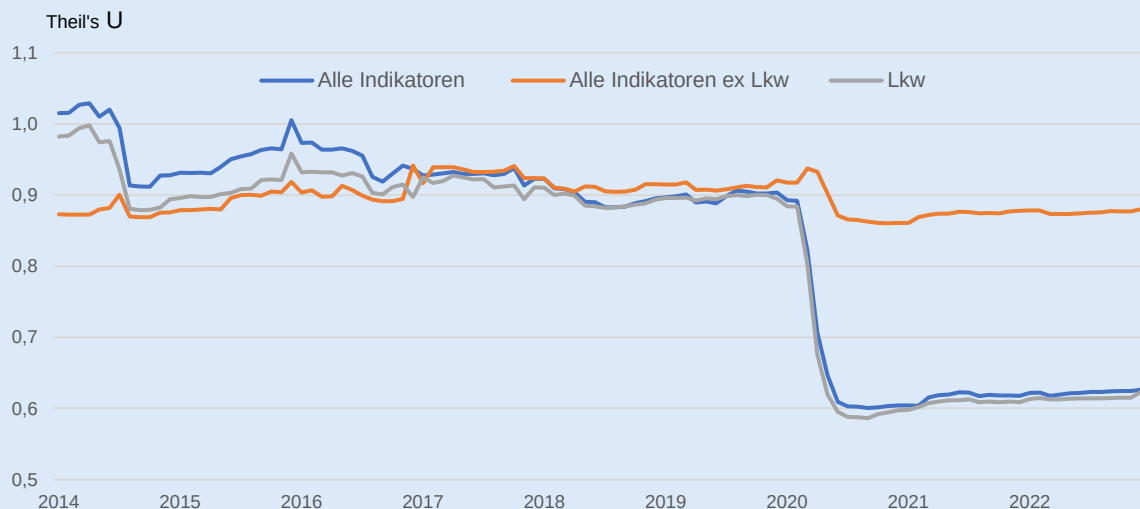
Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Lkw-Fahrleistung im Vergleich zu anderen Frühindikatoren nur für einen vergleichsweise kurzen Zeitraum zur Verfügung steht. Sofern ein stabiler Zusammenhang zwischen Fahrleistung und Industrieproduktion besteht, kann dieser mit zunehmenden Datenstand präziser geschätzt werden, und die Prognosefehler würden dann mit zunehmendem Datenstand in der Tendenz abnehmen. In der Tat zeigt sich, dass die Prognosefehler der Modelle, die die Lkw-Fahrleistung enthalten, für den Zeitraum von 2016 bis 2019 gegenüber dem Zeitraum von 2012 bis 2019 sowohl gegenüber dem AR-Modell als auch gegenüber den Modellen ohne Fahrleistung geringere Prognosefehler verzeichnen.^f Berechnet man Theil's U ab dem Januar 2012 für ein sich Monat für Monat erweiterndes Zeitfenster, so zeigt sich ferner, dass der Prognosefehler des Modells, das alle

Frühindikatoren einschließlich der Fahrleistung enthält, gegenüber dem Modell ohne Fahrleistung sukzessive mit zunehmenden Zeitfenster abnimmt (Abbildung 2). Theil's U des Modells mit Lkw-Fahrleistung weist demzufolge ab Anfang 2017 einen geringeren Wert auf. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Prognosegüte der Lkw-Fahrleistung bereits in den Jahren vor der Pandemie besser war, als es die Durchschnittsbetrachtung nahelegt und sich von daher mit zunehmenden Datenstand tendenziell weiter verbessern könnte.

Eine nähere Betrachtung der Prognosefehler seit Beginn der Corona-Pandemie zeigt, dass die Modelle insbesondere den Einbruch der Industrieproduktion im März und April nicht gut vorhersagen konnten und für diese beiden Monate sehr große Prognosefehler aufweisen. Die großen Schwankungen bei der Industrieproduktion und den Frühindikatoren haben offenbar beträchtlichen Einfluss auf die Schätzungen, da solchen Beobachtungen bei linearen Regressionen, bei denen die quadratischen Abweichungen von den tatsächlichen Werten minimiert werden, im Vergleich zu normalen Zeiten ein besonders hohes Gewicht zukommt. Dies zeigt sich beispielsweise, wenn man die Prognosen eines Modells, das alle Frühindikatoren enthält, aber für unterschiedliche Zeiträume geschätzt wurde, für das Jahr 2020 miteinander vergleicht. So kann das Modell, wenn die Daten bis Ende 2022 in die Schätzung miteinbezogen werden, die Schwankungen bei der Industrieproduktion recht gut erklären, während das Modell, wenn es nur mit Daten bis Ende 2019 gefüttert wird, die Schwankungen kaum nachvollziehen kann (Abbildung 3). Die Prognosen des rekursiv geschätzten Modells verbessern sich deutlich ab dem Mai, also nachdem der kräftige Rückgang bis zum April in die Schätzung miteinfließt.

Abbildung 2:

Theil's U für expandierende Zeitfenster

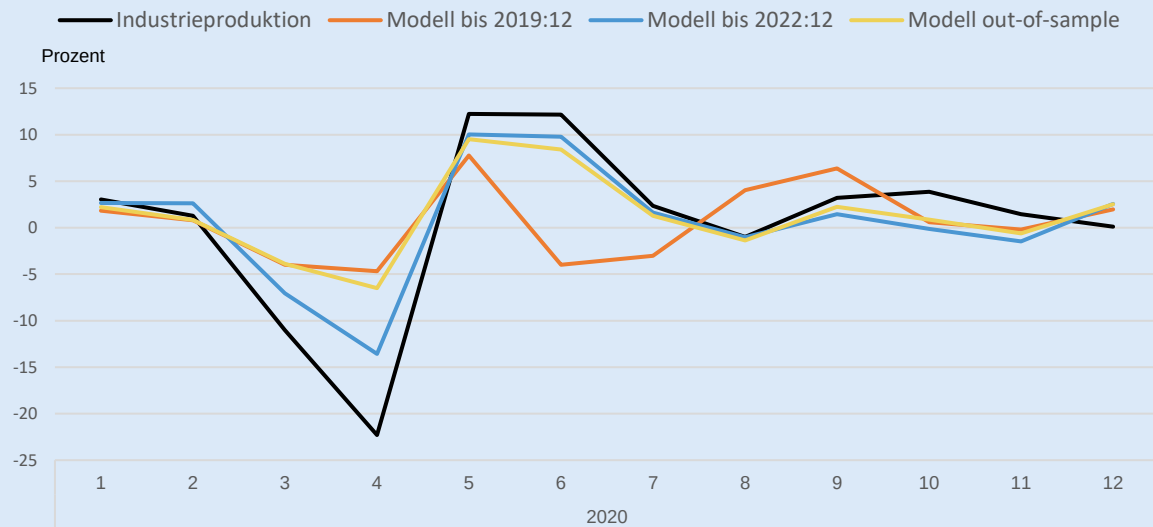


Monatsdaten. Theil's U: Prognosefehler in Relation zu den Prognosefehlern eines autoregressiven Modells. Theil's U von Modellen die sowohl die Lkw-Fahrleistung als auch andere Frühindikatoren ("Alle Indikatoren"), die nur die Lkw-Fahrleistung ("Lkw") und die nur andere Frühindikatoren ("Alle Indikatoren ex Lkw") enthalten.

Quellen: Statistisches Bundesamt; ifo Institut; Berechnungen des IfW Kiel.

Die out-of-sample Prognosen deuten darauf hin, dass sich der Zusammenhang zwischen der Lkw-Fahrleistung und der Industrieproduktion strukturell geändert haben könnte. In der Tat signalisieren empirische Tests (Andrew-Ploberger) einen Strukturbruch mit dem Beginn der Corona-Pandemie. Kontrolliert man bei den Schätzungen anhand von Dummy-Variablen für die Beobachtungen von März bis Juni 2020, liefern empirische Tests keine Hinweise auf Strukturbrüche mehr. Grundsätzlich gibt es aber unterschiedliche Möglichkeiten mit Strukturbrüchen oder großen Ausschlägen bei einzelnen Beobachtungen umzugehen (Lenza und Primiceri 2020).

Alles in allem ist die Lkw-Fahrleistung ein nützlicher Indikator für die Prognose der Industrieproduktion. Die Lkw-Fahrleistung steht zwar im Vergleich zu anderen relevanten Frühindikatoren bislang nur für einen kürzeren Zeitraum zur Verfügung. Die Prognosegüte hat sich im Vergleich zu anderen Indikatoren mit zunehmenden Datenstand aber offenbar merklich verbessert. Auch für den Einbruch der Industrieproduktion nach dem Beginn der Corona-Pandemie lieferte die Lkw-Fahrleistung rasch belastbare Signale. Allerdings hat sich der Zusammenhang zwischen Fahrleistung und Produktion zumindest während der ersten Phase der Pandemie geändert, wodurch sich die Frage stellt, wie die Fahrleistung nun bestmöglich zur Prognose der Industrieproduktion ausgewertet werden kann. Solche Probleme sind freilich nicht spezifisch für die Lkw-Fahrleistung, sondern gelten auch für andere Frühindikatoren.

Abbildung 3:**Prognosefehler seit dem Beginn der Corona-Pandemie für unterschiedliche Schätzzeiträume**

Monatsdaten. 1-Schritt-Prognosen auf Basis der Spezifikation, die alle Frühindikatoren enthält, geschätzt bis Dezember 2019 (2019:12) bis Juni 2022 (2022:12) sowie rekursiv bis zum jeweiligen Vormonat (out-of-sample).

Quellen: Statistisches Bundesamt; ifo Institut; Berechnungen des IfW Kiel.

^a Der Lkw-Fahrleistungsindex wird vom Bundesamt für Güterverkehr berechnet und regelmäßig vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht.

^b Seit dem Jahr 2020 werden zudem einmal wöchentlich auch Tagesdaten des Lkw-Fahrleistungsindex verfügbar gemacht (Cox et al. 2020).

^c Die hier in Betracht gezogenen Vergleichsindikatoren stellen nur eine Auswahl der verfügbaren Indikatoren dar. Ein weiterer vielversprechender Frühindikator für die Industrieproduktion ist die vom Verband der Automobilindustrie veröffentlichte Pkw-Produktion.

^d Die Echtzeitdaten stammen aus der Echtzeitdatenbank der Deutschen Bundesbank

^e Bei der Evaluation wird berücksichtigt, dass die alternativen Indikatoren schon ab dem Jahr 1991 verfügbar sind. Das Alternativmodell ohne Lkw-Fahrleistung kann somit für einen längeren Zeitraum geschätzt werden. Sofern keine Strukturbrüche in dem Zusammenhang mit der Industrieproduktion auftreten, ist dies von Vorteil, da auf Basis des längeren Datensatzes die Parameter präziser geschätzt werden können. Jedes Modell wird deshalb für den jeweils längst möglichen Zeitraum geschätzt.

^f Schätzt man umgekehrt die Modelle ohne Lkw-Fahrleistung jeweils für den kürzeren Zeitraum, für den die Lkw-Fahrleistung vorliegt, so verschlechtert die Prognosegüte für diese Modelle etwas.

Literatur

- Ademmer, M., J. Beckmann, E. Bode, J. Boysen-Hogrefe, M. Funke, P. Hauber, J. Hinz, N. Jannsen, S. Kooths, M. Söder, V. Stamer, T. Stöhr und U. Stolzenburg (2021). Big Data in der makroökonomischen Analyse. Studie im Auftrag des BMWi. Im Erscheinen als Kieler Beiträge für Wirtschaftspolitik.
- Askitas, N., und K.F. Zimmermann (2013). Nowcasting business cycles using toll data. *Journal of Forecasting* 32 (4): 299-306.
- Cox, M., M. Berghausen, S. Linz, C. Fries und J. Völker (2018). Digitale Prozessdaten aus der LKW-Mauterhebung – Neuer Baustein der amtlichen Konjunkturstatistik. *WISTA – Wirtschaft und Statistik* 6 | 2018: 11-32.
- Cox, M., J. Triebel, S. Linz, C. Fries, L.F. Flores, A. Lorenz, D. Ollech, A. Dietrich, J. LeCrone und K. Webel (2020): Täglicher Lkw-Maut-Fahrleistungsindex aus digitalen Prozessdaten der Lkw-Mauterhebung. *WISTA – Wirtschaft und Statistik*, 4, S. 63-76.
- Döhrn, R. (2011). Analysen und Berichte – Konjunkturindikatoren. Die Mautstatistik: Keine "Wunderwaffe" für die Konjunkturanalyse. *Wirtschaftsdienst* 91 (12): 863-868.
- Lenza, M. und G.E. Primiceri (2020). How to estimate a VAR after March 2020. ECB Working Paper 2461.
- Wohlrabe, K. und T. Wollmershäuser (2017). Über die richtige Interpretation des ifo Geschäftsklimas als konjunktureller Frühindikator. *Ifo Schnelldienst* 70. Jahrgang (15): 42-46.