

Methoden der ifo Kurzfristprognose am Beispiel der Ausrüstungsinvestitionen

24

Anna Billharz, Steffen Elstner und Marcus Jüppner

Konjunkturprognosen sind für die zukünftige Planung von Unternehmen und des Staats eine wichtige Bezugs- und Argumentationsgrundlage. Doch stellt sich des Öfteren die Frage, wie eine solche Prognose erstellt wird und auf welchen Methoden sie basiert. Das Anliegen des Artikels besteht darin, anhand eines praktischen Beispiels der interessierten Öffentlichkeit die Herangehensweise bei der Prognose eines Verwendungsaggregats des deutschen Bruttoinlandsprodukts (BIP) näher zu bringen. Eine Prognose für eine Verwendungskomponente des deutschen BIP umfasst das laufende sowie das kommende Jahr und wird in zwei Schritten erstellt. Zuerst erfolgt die Kurzfristprognose, bei der das aktuelle sowie das folgende Quartal prognostiziert werden (vgl. Nierhaus und Sturm 2003). Sie zeichnet sich dadurch aus, dass für diesen Zeitraum schon Informationen in Form von Indikatoren vorliegen. Der restliche Zeitraum wird anhand ökonomischer Strukturmodelle prognostiziert, wobei dynamische Eigenschaften der betreffenden Zeitreihe und der verschiedenen Bezugszeitreihen fortgeschrieben werden.¹ Dieser Artikel beschreibt die Kurzfristprognose der Ausrüstungsinvestitionen, die eine stark schwankungsanfällige Komponente des BIP darstellen. Die Volatilität der Investitionen spiegelt sich in den Prognosen der Wirtschaftsforschungsinstitute, Banken, Versicherungen etc. wider, die oftmals stark voneinander abweichen. Um die Prognosequalität für den gesamten Prognosezeitraum zu verbessern, ist es daher von höchster Bedeutung, die aktuelle Entwicklung in der Investitionstätigkeit der Unternehmen zu ermitteln.

Das ifo Institut prognostiziert die Quartalswachstumsraten der Ausrüstungsinvestitionen für das laufende und kommende Quartal anhand eines ausgewählten Indikatoransatzes sowie statistischer und ökonomischer Methoden. Dabei spielt die Evaluierung verschiedener Konjunkturindikatoren zur Prognose der Ausrüstungsinvestitionen eine wichtige Rolle.² So wird in einer Kreuzkorrelationsanalyse vorab geprüft, ob und in welchem Maße bzw. in welcher Richtung eine Wechselbeziehung zwischen der Indikator- und der Referenzzeitreihe besteht. Anschließend werden hochkorrelierte Indikatoren einem Granger-Kausalitätstest unterzogen. Dieser untersucht, ob die Indikatoren einen signifikanten Vorlauf gegenüber der Referenzzeitreihe aufweisen. Leider lassen Kreuzkorrelationen und Granger-Kausalitätstests nur bedingt auf die Out-of-Sample-Prognosefähigkeit der jeweiligen Indikatoren schließen. Out-of-Sample bedeutet hierbei, dass ein Prognosemodell für

einen bestimmten Zeitraum (Sample) geschätzt wird und dann die Prognose für Datenpunkte vorgenommen wird, die außerhalb des Schätzzeitraums liegen. Im nächsten Schritt wird daher die Güte der Prognosen der Indikatormodelle anhand verschiedener Maße wie dem absoluten Prognosefehler oder dem mittleren quadratischen Prognosefehler evaluiert.³ Diese werden im Rahmen von Pseudo-Out-of-Sample-Prognosen bestimmt. Die Kurzfristprognose der Ausrüstungen wird letztendlich durch Kombination der verschiedenen Indikatormodelle erstellt, um den Prognosefehler zu minimieren. In einem praktischen Beispiel wird eine Prognose für das dritte und vierte Quartal 2012 erstellt. Es wird der Informationsstand der ifo Prognose in Vorbereitung zur Erstellung des Herbstgutachtens der Gemeinschaftsdiagnose verwendet.

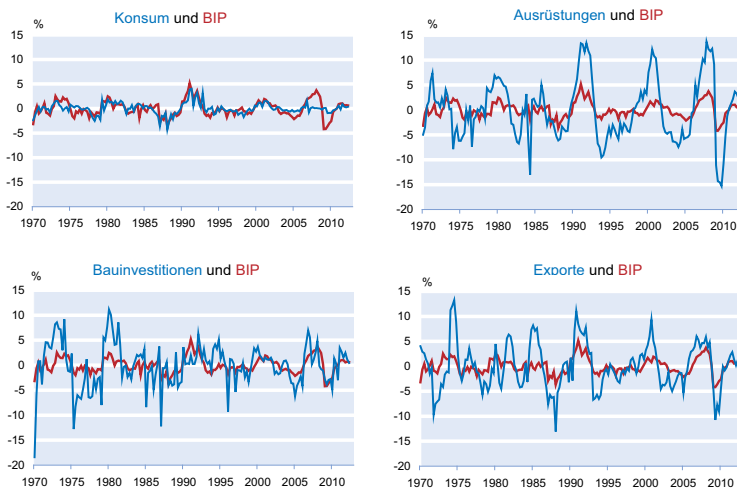
Die Kurzfristprognose der Ausrüstungsinvestitionen mit Hilfe von Indikatoren ist für die Gesamtprognose sehr wichtig, da die Investitionen eine sehr hohe Volatilität aufweisen. Abbildung 1 verdeutlicht diesen Zusammenhang im Vergleich der

¹ So können die deutschen Exporte sehr gut mit Hilfe einer internationalen Aktivitätsvariable, z.B. dem Welthandel oder dem exportanteilsgewichteten Bruttoinlandsprodukt der wichtigsten Handelspartner sowie der preislichen Wettbewerbsfähigkeit erklärt werden (vgl. Elstner et al. 2010).

² Das Arbeitspapier »Indikatoren zur Prognose der Investitionen in Deutschland« von Loose et al. (1999) beschäftigt sich ebenfalls mit der Evaluation von Indikatoren zur Kurzfristprognose der Investitionen.

³ Evaluierungen von Indikatoren u.a. für die Industrieerzeugnisse liefern Carstensen et al. (2011) oder Robinsonov und Wohlrabe (2010). Abberger und Wohlrabe (2006) geben einen Überblick über die Literatur mit ifo Indikatoren.

Abb. 1
Konjunkturkomponenten des BIP und seiner Verwendungsaggregate
(Auswahl)



Anmerkungen: Es werden hier die Konjunkturkomponenten der Verwendungsaggregate zusammen mit der Konjunkturkomponente des BIP dargestellt. Die Konjunkturkomponenten wurden mit einem Hodrick-Prescott-Filter bestimmt. Das Lambda beträgt 1600.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.3.

Konjunkturkomponenten der verschiedenen Verwendungsaggregate mit dem BIP.⁴ Es ist deutlich zu erkennen, dass die Ausrüstungen, Bauinvestitionen und die Exporte im Konjunkturverlauf stark schwanken. Ihre Volatilität ist deutlich höher als die des BIP. Dies kann ebenfalls an ihren Standardabweichungen erkannt werden, die in Tabelle 1 aufgeführt sind. Die starke Schwankungsanfälligkeit dieser Komponenten macht es sehr schwierig, eine treffsichere Prognose zu erstellen. Man ist umso mehr auf gute Indikatoren angewiesen, die Aufschluss über den zukünftigen konjunkturellen Verlauf dieser Größen geben. Im Gegensatz dazu zeichnet sich der Konsum durch eine sehr geringe Volatilität im Konjunkturverlauf aus. Die Korrelationen zwischen den Ver-

⁴ Die Konjunkturkomponenten wurden mit einem Hodrick-Prescott-Filter bestimmt. Das Lambda beträgt für Quartalsdaten übliche 1600.

wendungskomponenten und dem Bruttoinlandsprodukt sind in Tabelle 1 dargestellt. Hierbei wurden saison- und kalenderbereinigte Quartalsdaten in konstanten Preisen verwendet. Die Anteile der Komponenten am BIP sind ebenfalls aufgeführt. Sie werden anhand nominaler Zahlen berechnet. Die Kreuzkorrelationen und Anteile sind auf Grundlage der Daten ab 1991 berechnet. Obwohl die Ausrüstungsinvestitionen durchschnittlich nur 7,6% vom nominalen BIP ausmachen, besitzen sie von allen Verwendungskomponenten die höchste kontemporäre Korrelation mit der Gesamtproduktion. Dies verdeutlicht ihre hohe Bedeutung für die Konjunkturprognose und macht den häufig für die Ausrüstungsinvestitionen verwendeten Begriff von »Cycle Maker« deutlich.

Indikatoren

Bevor potenzielle Indikatoren evaluiert werden, soll zunächst erläutert werden, welche Arten von Indikatoren unterschieden werden. Indikatoren lassen sich in quantitative und qualitative Indikatoren unterteilen (vgl. Nierhaus und Sturm 2003). Der Unterschied besteht dabei im statistischen Messverfahren. Quantitative Indikatoren basieren auf stetig gemessenen Daten, die erst im Nachhinein über die Entwicklung bestimmter Größen Aufschluss geben. Beispiele hierfür sind Umsatz, Produktion und Auftragseingänge. Nach Nierhaus und Sturm (2003) weisen sie eine hohe Messgenauigkeit auf. Ein großer Nachteil ist ihre späte Verfügbarkeit, da sie mit mehreren Monaten Verspätung publiziert werden und einem Revisionsprozess unterliegen, der ebenfalls Monate dauern kann. Qualitative Indikatoren sind unstetig gemessene Daten, insbesondere Umfragedaten, die Einschätzungen von Wirtschaftssubjekten wiedergeben. Sie geben nur

Tab. 1
Kreuzkorrelationen ausgesuchter BIP-Komponenten mit dem BIP

	Anteil am BIP (ab 91 in %)	Std. Abw. (ab 91)	Kreuzkorrelationen (1991Q1–2012Q2)								
			Lead-Eigenschaft					Lag-Eigenschaft			
			- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4
BIP	100,0	0,85	- 0,07	0,06	0,08	0,29	1,00	0,29	0,08	0,06	- 0,07
Konsum (privat)	57,9	0,92	- 0,11	0,15	- 0,09	- 0,09	0,34	- 0,08	0,02	0,19	- 0,03
Ausrüstungs- investitionen	7,6	3,26	0,06	0,03	0,09	0,23	0,67	0,44	0,31	0,18	- 0,07
Bauinvestitionen	11,3	2,89	0,01	0,05	0,13	- 0,05	0,52	- 0,05	- 0,12	0,01	0,06
Exporte	35,1	2,77	- 0,02	0,01	0,13	0,44	0,59	0,34	0,17	0,01	- 0,19

Anmerkung: Aufgeführt sind die Kreuzkorrelationen der Quartalswachstumsraten der BIP-Komponenten mit dem BIP, sowie die Autokorrelation des BIP. Ebenfalls aufgeführt sind die Standardabweichung des BIP und seiner Komponenten und die Anteile der BIP-Komponenten. Alle Berechnungen wurden anhand saison- und kalenderbereinigter Daten getätigt.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.3.

indirekt, beispielsweise über Stimmungen oder Erwartungen, Aufschluss über die wirtschaftliche Entwicklung. Ein bekanntes Beispiel ist der monatlich veröffentlichte ifo Geschäftsklimaindex. Qualitative Indikatoren zeichnen sich durch ihre zeitnahe Verfügbarkeit aus. Nierhaus und Sturm (2003) diskutieren, dass die qualitativen Indikatoren für die Kurzfristprognose von größerer Bedeutung sind als die quantitativen, da sie zusätzlich Informationen über Urteile und Erwartungen der Unternehmen liefern. In die Kurzfristprognose der Ausrüstungsinvestitionen gehen somit quantitative und qualitative Indikatoren ein. Aus dem Bereich der quantitativen Indikatoren werden Produktion, inländische Auftragseingänge, inländische Umsätze, Importe von Investitionsgütern, Order Capacity Index (Auftragseingänge im Verhältnis zur Produktionskapazität, kurz OCI) und den Zinsen untersucht. Es werden inländische Auftragseingänge und Umsätze betrachtet, da die ausländischen nicht in die Ausrüstungen, sondern in die Exporte eingehen. Ebenfalls herangezogen werden die qualitativen ifo Indikatoren aus den Bereichen Geschäftsklima und Geschäftserwartungen sowie die Kapazitätsauslastung.

Die zeitliche Verfügbarkeit von Indikatoren spielt eine bedeutende Rolle für ihre Eignung zur Kurzfristprognose. Bis zur Fertigstellung der Berechnungen des Statistischen Bundesamts für die Quartalsdaten der einzelnen Komponenten des Bruttoinlandsprodukts vergehen bis zu zwei Monate nach Abschluss des betreffenden Quartals. Da die meisten Indikatoren monatlich erhoben werden, stehen sie meist schon vor den Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zur Verfügung. Prognostiker sind auf Indikatoren angewiesen, die möglichst viele Monate des zu prognostizierenden Quartals abdecken. Tabelle 2 gibt Aufschluss darüber, welche Monatsdaten der Indikatoren für den jeweiligen Prognosehorizont zur Verfügung stehen. Insbesondere die um-

fragebasierten ifo Indikatoren sind sehr zeitnah erhältlich. Sie werden noch im Erhebungsmonat selbst zugänglich gemacht. Für das folgende Quartal liegen zum Prognosezeitpunkt keine Werte für die Indikatoren vor. Dies verdeutlicht den Bedarf an Indikatoren mit Vorlaufeigenschaft.

Problematisch ist, dass die Ausrüstungsinvestitionen als Quartalszahlen vorliegen, während die Indikatoren größtenteils als Monatsdaten vorliegen. Um eine Verbindung zwischen den Quartals- und Monatsdaten zu schaffen, wird auf Brückengleichungen (»bridge equations«) zurückgegriffen (vgl. Carstensen et al. 2009). Sie stellen über eine lineare Regression einen direkten Bezug zwischen den vorhandenen Indikatoren und der Zielzeitreihe her. Es sollte hierbei ein aktueller Quartalsdurchschnitt der Indikatoren vorliegen. Ist dies aufgrund fehlender Monatswerte nicht der Fall (vgl. Tab. 2), können die fehlenden Werte durch verschiedene Methoden generiert werden. Carstensen et al. (2009) und Wohlrabe (2009) diskutieren in diesem Zusammenhang verschiedene Möglichkeiten. Die »naive Prognose« ist die einfachste unter ihnen, worunter die Fortschreibung des letzten beobachteten Wertes verstanden wird. Alternativ können die fehlenden Werte durch ein separates Zeitreihenmodell, beispielsweise ein univariates, autoregressives Modell in Monatsfrequenz prognostiziert werden. Die naive Prognose wird in diesem Beitrag verwendet, falls nur ein Monatswert im laufenden Quartal vorliegt. Für den Fall, dass mehr als ein Wert vorliegt, wird ein Durchschnitt über die vorhandenen Werte gebildet werden, welcher für den fehlenden Wert fortgeschrieben wird.

Die Indikatorzeitreihen, die in diesem Beitrag untersucht werden, liegen, sofern nicht anders angegeben, ab 1991 als Monatsdaten bis zum aktuellen Rand vor. Die gebildeten Quartalsdurchschnitte der Indikatorzeitreihen werden für die Be-

Tab. 2
Verfügbarkeit der Indikatorzeitreihen für die vierteljährlichen Konjunkturprognosen

Indikator	Konjunkturprognosen			
	Gemeinschaftsdiagnose Frühjahr (März)	ifo Sommerprognose (Juni)	Gemeinschaftsdiagnose Herbst (September)	ifo Winterprognose (Dezember)
Kapazitätsauslastung	Q1	Q2	Q3	Q4
OCI	Q4 (Vorjahr)	Q1	Q2	Q3
Produktion	Jan.	Apr.	Juli	Okt.
Auftragseingänge	Jan.	Apr.	Juli	Okt.
Umsätze	Jan.	Apr.	Juli	Okt.
Importe von Investitionsgütern	Jan.	Apr.	Juli	Okt.
Kurzfristige Zinsen	Jan., Feb., Mrz.	Mai, Jun., Jul.	Juli, Aug., Sep.	Okt., Nov., Dez.
Langfristige Zinsen	Jan., Feb., Mrz.	Mai, Jun., Jul.	Juli, Aug., Sep.	Okt., Nov., Dez.
ifo Indikatoren	Jan., Feb.	Mai, Jun.	Juli, Aug.	Okt., Nov.

Anmerkungen: Aufgeführt sind die aktuell verfügbaren Indikatorzeitreihen für das laufende Quartal der jeweiligen Prognosen. Bei der Kapazitätsauslastung und dem Order Capacity Index (OCI) handelt es sich um Quartalsdaten. Bei den kurzfristigen Zinsen handelt es sich um Dreimonatsgeld (1991–1998: FIBOR, ab 1999: EURIBOR). Bei den langfristigen Zinsen handelt es sich um die Rendite auf zehnjährige deutsche Staatsanleihen.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

rechnungen entsprechend transformiert. Stationäre Variablen wie die Kapazitätsauslastung und Zinsen müssen in Niveauwerten vorliegen, während nichtstationäre Variablen wie die Produktion und Auftragseingänge als logarithmierte Differenzen (Wachstumsraten) angegeben werden müssen. Ansonsten besteht die Gefahr einer Scheinkorrelation (vgl. Granger und Newbold 1974). Die Ausrüstungsinvestitionen liegen als saison- und kalenderbereinigte reale Quartalswachstumsraten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes vor.

Kreuzkorrelationsanalyse

Mit Hilfe von Kreuzkorrelationen lässt sich feststellen, ob zwischen zwei verschiedenen Zeitreihen eine Wechselbeziehung besteht. In diesem Fall wird untersucht, wie hoch ein Indikator mit seiner Referenzreihe, den Ausrüstungsinvestitionen korreliert ist. Eine weitere wichtige Eigenschaft von Indikatoren ist ihr Vor- und Nachlauf gegenüber der Referenzreihe (Lead- und Lag-Eigenschaft). Nachläufige Zeitreihen hinken der Referenzreihe zeitlich hinterher und bilden ihre Entwicklung nachträglich ab. Indikatoren mit Vorlauf-eigenschaft geben bereits im Vorhinein Aufschluss über die zukünftige Entwicklung der Referenzreihe. Diese Eigenschaften können ebenfalls anhand der Kreuzkorrelationsanalyse untersucht werden. Es werden dazu jeweils vier Leads und Lags verwendet.

Ausgewählte Ergebnisse der Kreuzkorrelationsanalyse von quantitativen und qualitativen Indikatoren sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Kapazitätsauslastung und der Order Capacity Index weisen relativ niedrige kontemporäre Korrelationen von 0,25 und 0,58 sowie tendenziell einen Nachlauf auf.

Die Indikatoren im Bereich der Produktion haben gemäß den Ergebnissen einen kontemporären Charakter in Bezug auf die Ausrüstungen. Eine hohe Korrelation mit den Ausrüstungen liegt beispielsweise bei der Produktion von Investitionsgütern (0,80) vor. In der Tabelle nicht dargestellt, aber

Tab. 3
Kreuzkorrelationen der Indikatoren mit den Ausrüstungsinvestitionen

Indikator	Lead-Eigenschaft des Indikators					Lag-Eigenschaft des Indikators			
	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4
<i>Ausrüstungsinvestitionen</i>	0,04	0,15	0,31	0,39	1,00	0,39	0,31	0,15	0,04
Order Capacity Index (OCI) ^{a)}	- 0,38	- 0,20	0,01	0,34	0,58	0,63	0,58	0,54	0,40
Kapazitätsauslastung	- 0,41	- 0,35	- 0,25	- 0,06	0,25	0,51	0,63	0,66	0,60
Produktion (real)									
Verarbeitendes Gewerbe	- 0,05	0,23	0,33	0,55	0,79	0,30	0,04	0,06	- 0,06
Investitionsgüter	- 0,09	0,21	0,28	0,51	0,80	0,34	0,13	0,13	- 0,02
Auftragseingänge (Inland, real)									
Verarbeitendes Gewerbe	0,12	0,31	0,42	0,61	0,56	0,13	- 0,14	0,04	- 0,16
Verarbeitendes Gewerbe ohne sonstiger									
Fahrzeugbau	0,11	0,32	0,42	0,67	0,60	0,14	- 0,09	- 0,03	- 0,16
Investitionsgüter	0,13	0,28	0,39	0,54	0,49	0,26	- 0,07	0,16	- 0,16
Investitionsgüter ohne sonstiger									
Fahrzeugbau ^{b)}	0,04	0,27	0,39	0,69	0,59	0,28	0,01	0,02	- 0,17
Umsatz (Inland, nominal)									
Verarbeitendes Gewerbe	- 0,17	0,15	0,24	0,49	0,76	0,33	0,17	0,14	0,02
Investitionsgüter	- 0,15	0,09	0,17	0,41	0,65	0,27	0,31	0,24	0,05
Importe (nominal) ^{c)}									
Investitionsgüter	0,08	0,12	0,11	0,49	0,50	0,40	0,05	0,20	- 0,26
Zinsen (nominal) ^{d)}									
kurzfristige Zinsen	- 0,42	- 0,42	- 0,41	- 0,33	- 0,21	- 0,12	- 0,07	- 0,02	0,02
langfristige Zinsen	- 0,25	- 0,22	- 0,20	- 0,15	- 0,09	- 0,09	- 0,10	- 0,09	- 0,10
Zinsdifferenz	0,45	0,49	0,50	0,42	0,26	0,10	- 0,01	- 0,09	- 0,16
ifo Indikatoren									
Geschäftsklima									
Geschäftsklimaindex (gesamt)	- 0,27	- 0,09	0,15	0,40	0,55	0,59	0,55	0,44	0,30
Verarbeitendes Gewerbe	- 0,20	- 0,03	0,21	0,47	0,63	0,66	0,59	0,46	0,30
Investitionsgüter	- 0,20	- 0,05	0,18	0,45	0,61	0,66	0,63	0,51	0,36
Geschäftserwartungen									
Geschäftserwartungen (gesamt)	- 0,07	0,14	0,43	0,64	0,66	0,54	0,34	0,15	- 0,04
Verarbeitendes Gewerbe	0,03	0,23	0,48	0,67	0,66	0,50	0,28	0,06	- 0,12
Investitionsgüter	0,05	0,23	0,46	0,65	0,66	0,51	0,31	0,10	- 0,09

Anmerkung: Aufgeführt sind die Kreuzkorrelationen der Indikatoren mit den Ausrüstungsinvestitionen und die Autokorrelation der Ausrüstungsinvestitionen. Der Zeitraum erstreckt sich von 1991 (falls vorhanden) bis zum aktuellen Rand. – ^{a)} Der Order Capacity Index (OCI) liegt ab 2003 vor. – ^{b)} Die Auftragseingänge für Investitionsgüter ohne sonstigen Fahrzeugbau liegen ab 1995 vor. – ^{c)} Die Importe von Investitionsgütern liegen ab 2000 vor. – ^{d)} Bei den kurzfristigen Zinsen handelt es sich um Dreimonatsgeld (1991–1998: FIBOR, ab 1999: EURIBOR). Bei den langfristigen Zinsen handelt es sich um die Rendite zehnjähriger Staatsanleihen. Die Zinsdifferenz berechnet sich aus der Differenz zwischen den langfristigen und den kurzfristigen Zinsen.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

ebenfalls untersucht, wurde die Produktion in verschiedenen Branchen. Dabei weist die Produktion im Maschinenbau eine sehr hohe Korrelation mit den Ausrüstungen auf (0,82). Weniger stark korreliert sind die Produktion in der Chemiebranche (0,45) und der Pharmaindustrie (0,14). Bei den Auftragseingängen ist eine Lead-Eigenschaft deutlich zu erkennen. Sie neigen zu einem Vorlauf von einem Quartal. Die höchste Korrelation bei einem Quartal Vorlauf weisen die Auftragseingänge für Investitionsgüter ohne sonstigen Fahrzeugbau (0,69) auf. Hinsichtlich der Kreuzkorrelation zwischen den Umsätzen und den Ausrüstungsinvestitionen ist der inländische Umsatz im Verarbeitenden Gewerbe mit einer kontemporären Korrelation von 0,76 hervorzuheben.

Die Korrelation zwischen den Ausrüstungsinvestitionen und den Zinsen zeichnet ein sehr interessantes Bild. Kontemporär zeigt sich keine nennenswert hohe Korrelation, jedoch weisen die Zinsen eine deutliche Lead-Eigenschaft auf. Die kurzfristigen und langfristigen Zinsen haben einen Vorlauf von drei bis vier Quartalen und eignen sich deswegen eher für eine mittelfristige Prognose.

Die ifo Indikatoren wurden aus den Bereichen Geschäftsklima und Geschäftserwartungen ausgewählt. Die ifo Geschäftsklimaindikatoren weisen auf den ersten Blick tendenziell einen Nachlauf auf, während die ifo Geschäftserwartungen eher zu einem Vorlauf von einem Quartal neigen.

Aufgrund ihrer Korrelation und Relevanz werden folgende Indikatoren für die weiteren Tests ausgewählt: die Kapazitätsauslastung, die Produktion von Investitionsgütern, Produktion im Verarbeitenden Gewerbe und die inländischen Auftragseingänge für Investitionsgüter, ifo Geschäftsklima und ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter.⁵ Obwohl die inländischen Auftragseingänge für Investitionsgüter ohne sonstigen Fahrzeugbau bessere Eigenschaften aufweisen, gehen sie nicht in die weiteren Berechnungen mit ein, da erst ab 1995 Daten vorliegen und somit keine Vergleichbarkeit mit den anderen Zeitreihen gewährleistet wäre.

Granger-Kausalität

Ein weiteres Kriterium für die Nützlichkeit von Indikatoren ist der Granger-Kausalitätstest (vgl. Hamilton 1994). Im Gegensatz zur Kreuzkorrelationsanalyse wird geprüft, ob eine statistische Kausalität bzw. ein dynamischer Zusammenhang zwischen dem Indikator und der Referenzreihe besteht. Speziell wird geprüft, ob die Indikatoren einen systematischen Vorlauf im Vergleich zur Referenzreihe aufweisen. Ein

Indikator ist Granger-kausal zu den Ausrüstungsinvestitionen, wenn die Berücksichtigung dieses Indikators hilft, die Entwicklung der Investitionen besser zu beschreiben. Gleichzeitig wird auf sogenannte Feedback-Beziehungen und den unerwünschten Fall der entgegengesetzten Granger-Kausalität untersucht. Eine Feedback-Beziehung zwischen Indikator und Referenzzeitreihe bedeutet, dass der Indikator die Referenzzeitreihe zwar signifikant erklärt, dies jedoch auch umgekehrt der Fall ist. Entgegengesetzte Granger-Kausalität bedeutet, dass die Referenzzeitreihe einen signifikanten Erklärungsbeitrag für den Indikator leistet und nicht umgekehrt. Unter der Verwendung von vier Lags werden folgende Gleichungen geschätzt:

$$(1) \quad y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_4 y_{t-4} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_4 x_{t-4} + u_{1,t}$$

$$(2) \quad x_t = \gamma_1 x_{t-1} + \dots + \gamma_4 x_{t-4} + \delta_1 y_{t-1} + \dots + \delta_4 y_{t-4} + u_{2,t}$$

Wobei y_t der Quartalswachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen zum Zeitpunkt t entspricht, während x_t die jeweilige transformierte Indikatorzeitreihe darstellt, die zur Prognose der Ausrüstungsinvestitionen herangezogen wird. Im ersten Schritt wird geprüft, ob die Indikatoren Granger-kausal zu den Ausrüstungsinvestitionen sind. Dies ist der Fall, wenn in Gleichung (1) gilt, dass alle vier Verzögerungen von x_t zusammen einen signifikanten Einfluss auf y_t ausüben. Im letzten Schritt muss überprüft werden, ob sich die Ausrüstungsinvestitionen Granger-kausal zum jeweiligen Indikator verhalten, um auf eventuelle Feedback-Beziehungen und umgekehrte Granger-Kausalität schließen zu können. Hierzu werden F-Tests herangezogen. Im ersten Schritt wird die Nullhypothese »Der Indikator ist **nicht** Granger-kausal zu den Ausrüstungsinvestitionen« aufgestellt. Lässt sich die Nullhypothese auf einem Signifikanzniveau von 5% verwerfen, so ist die Indikatorreihe Granger-kausal zur Referenzreihe. Für einen guten Indikator sollte demnach die Nullhypothese abgelehnt werden können. In Tabelle 4 sind die resultierenden F- und p-Werte der ausgewählten Indikatoren enthalten. Demnach kann die Nullhypothese für alle Indikatoren auf einem Signifikanzniveau von 5% verworfen werden. Dies bedeutet, dass alle Indikatoren einen signifikanten Erklärungsbeitrag für die Ausrüstungsinvestitionen leisten. Mit Blick auf die Kapazitätsauslastung ist dies erstaunlich, da nach der Korrelationstabelle sie mit den Ausrüstungen nur eine geringe kontemporäre Korrelation aufweist.

Im zweiten Schritt wird die Nullhypothese »Die Ausrüstungsinvestitionen sind **nicht** Granger-kausal zum (jeweiligen) Indikator« formuliert. Diese Hypothese sollte auf einem Signifikanzniveau von 5% nicht verworfen werden können. Die Ergebnisse dieses Tests sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die Nullhypothese lässt sich nur für die Kapazitätsauslastung und die inländischen Auftragseingänge für Investitionsgüter verwerfen. Folglich sind die Ausrüstungsinvestitionen Gran-

⁵ In diesem Beitrag beschränken wir uns der Anschaulichkeit wegen auf sechs Indikatoren. Bei der ifo Prognose wird eine größere Anzahl von Indikatoren für weitere Untersuchungen ausgewählt.

Tab. 4
Granger-Kausalitätstest für die Indikatoren

Indikator	H0: Indikator ist nicht Granger-kausal zu den Ausrüstungsinvestitionen	
	F-Wert	p-Wert
Kapazitätsauslastung	3,67	0,01
Produktion von Investitionsgütern	5,02	0,00
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	6,48	0,00
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	8,47	0,00
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	9,27	0,00
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	9,13	0,00

Anmerkungen: Aufgeführt sind die F- und p-Werte der Nullhypothese, dass der Indikator nicht Granger-kausal zu der Referenzreihe ist, für die einzelnen Indikatormodelle.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

Tab. 5
Granger-Kausalitätstest für die Ausrüstungsinvestitionen

Indikator	H0: Ausrüstungsinvestitionen sind nicht Granger-kausal zum Indikator	
	F-Wert	p-Wert
Kapazitätsauslastung	4,70	0,00
Produktion von Investitionsgütern	0,92	0,46
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	0,74	0,57
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	3,21	0,02
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	1,44	0,23
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	0,26	0,90

Anmerkungen: Aufgeführt sind die F- und p-Werte der Nullhypothese, dass die Referenzzeitreihe nicht Granger-kausal zur Indikatorzeitreihe ist, für die einzelnen Indikatormodelle.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

Tab. 6
Testergebnis des Granger-Kausalitätstests

Indikator	Testergebnis
Kapazitätsauslastung	FB
Produktion von Investitionsgütern	I→R
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	I→R
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	FB
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	I→R
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	I→R

Anmerkungen: I→R bedeutet, dass die Indikatorzeitreihe Granger-kausal für die Referenzzeitreihe ist; FB bedeutet, dass eine Feedback-Beziehung zwischen der Indikatorzeitreihe und der Referenzreihe besteht; R→I bedeutet umgekehrte Kausalität (tritt in keinem Fall auf).

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

ger-kausal zu den beiden Indikatoren und leisten für ihre Entwicklung einen signifikanten Erklärungsbeitrag.

Die Schlussfolgerungen des Granger-Kausalitätstests sind in Tabelle 6 aufgeführt. Es stellt sich heraus, dass die Kapazitätsauslastung und die inländischen Auftragseingänge für

Investitionsgüter in einer Feedback-Beziehung mit den Ausrüstungen stehen. Für die anderen vier Indikatoren gilt, dass sie Granger-kausal zu den Ausrüstungen sind, Feedback-Beziehungen jedoch nicht bestehen. In keinem Fall tritt umgekehrte Kausalität auf. Somit sind alle Indikatoren geeignet für die Kurzfristprognose.

Pseudo-Out-of-Sample Prognosen

Da eine Auswahl an Indikatoren zur Prognose der Ausrüstungsinvestitionen mit Hilfe der Kreuzkorrelationsanalyse und des Granger-Kausalitätstests getroffen wurde, folgt nun die Untersuchung der Prognosegüte der Indikatoren. Hierzu werden Pseudo-Out-of-Sample-Prognosen herangezogen (vgl. Hülsesewig et al. 2007). Wie der Zusatz »Pseudo« bereits suggeriert, werden für einen gewissen Zeitraum, für den bereits realisierte Daten vorliegen, Prognosen erstellt. Im weiteren Verlauf wird der Prognosehorizont Schritt für Schritt in Richtung aktueller Rand verschoben. Schließlich werden die prognostizierten Werte mit den realisierten Daten verglichen, um die Güte der Indikatormodelle anhand ihrer Prognosefehler zu bestimmen und untereinander zu vergleichen. Für den Zeitraum von 1991Q1 bis einschließlich 2005Q2 erfolgt zunächst eine Schätzung des jeweiligen Indikatormodells, da die letzten 28 Quartale, beginnend mit 2005Q3, prognostiziert werden sollen. Auf der Grundlage dieses im Verlauf immer um ein Quartal erweiterten Zeitraums wird in einer rekursiven Schätzung jeweils das aktuelle und gleichzeitig das nächste Quartal prognostiziert. Die Out-of-Sample-Prognosen für das aktuelle und das folgende Quartal werden in getrennten Modellen betrachtet, da die zeitliche Verfügbarkeit von Indikatoren jeweils unterschiedlich ist. Bei der Schätzung des folgenden Quartals muss beachtet werden, dass die Ausrüstungen des aktuellen Quartals nicht vorliegen und die Indikatoren temporär nicht verfügbar sind. Somit lauten die Gleichungen für die Prognosen des aktuellen (1) und des folgenden Quartals (2):

$$(1) \hat{y}_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 y_{t-1} + \dots + \hat{\alpha}_4 y_{t-4} + \hat{\beta}_0 x_t + \hat{\beta}_1 x_{t-1} + \dots + \hat{\beta}_4 x_{t-4}$$

$$(2) \hat{y}_{t+1} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \hat{y}_t + \hat{\alpha}_2 y_{t-1} + \dots + \hat{\alpha}_4 y_{t-3} + \hat{\beta}_0 x_t + \dots + \hat{\beta}_4 x_{t-3}$$

Die Beschriftungen sind analog zum Granger-Kausalitätstest. Da bei der Schätzung des folgenden Quartals die Ausrüstungen des aktuellen Quartals nicht vorliegen, werden sie entweder aus der Schätzung ausgeschlossen ($\hat{\alpha}_1^2$ gleich null gesetzt), oder sie werden durch das Modell (1) bestimmt. Ebenfalls denkbar wäre es, aufgrund mangelnder Autokorrelation ausschließlich den Indikator als erklärende Variable zu verwenden. Dann würden alle $\hat{\alpha}$ -Koeffizienten gleich null gesetzt. Alle Varianten wurden in den Berechnungen getestet.

RMSE und Theil'scher Ungleichheitskoeffizient

Die Güte der ermittelten Prognosen lässt sich durch die Berechnung des Root Mean Squared Errors (RMSE) beschreiben (vgl. Hülsewig et al. 2007). Der RMSE ist die Wurzel des mittleren quadratischen Prognosefehlers. Folglich muss gelten:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}$$

$(\hat{y}_t - y_t)$ bezeichnet die Differenz zwischen dem Prognosewert \hat{y}_t und dem wahren Wert y_t zum Zeitpunkt t . Da die Differenzen sowohl positiv als auch negativ sein können, werden sie quadriert. h steht für die Anzahl der Pseudo-Out-of-Sample-Prognosefehler. T markiert das Ende des Schätzzeitraums (2005Q2). In diesem Fall ist $h = 28$, da insgesamt 28 Quartale (2005Q3–2012Q2) prognostiziert werden. Somit gibt der RMSE die durchschnittliche Abweichung der Prognosen von den wahren Werten an, wobei hohe Abweichungen stärker gewichtet werden als geringere. Je höher der RMSE eines Indikatormodells, desto weiter liegen Prognosewerte und tatsächliche Werte auseinander und desto schlechter schneidet demnach das verwendete Prognosemodell ab. Weist der RMSE einen Wert nahe null auf, so stimmen prognostizierte Werte und wahre Werten nahezu überein.

Ein relatives Maß zur Beurteilung der Güte eines Prognosemodells stellt der Theil'sche Ungleichheitskoeffizient dar. Dieser berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen dem RMSE des verwendeten Indikatormodells und dem RMSE eines Referenzmodells.

$$\text{Theil's } U = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t^{ref} - y_t)^2}{h}}}$$

\hat{y}_t^{ref} steht für den Prognosewert des Referenzmodells zum Zeitpunkt t . Verwendet wird ein univariates AR(4)-Modell, in dem auf vier Lags der Ausrüstungsinvestitionen regressiert

wird.⁶ Ein Random-Walk-Modell wurde zum Vergleich ebenfalls getestet.⁷

Mit dem Theil'schen Ungleichheitskoeffizienten (Theil's U) lässt sich untersuchen, ob und inwieweit die Einbeziehung des Indikators die Prognose im Vergleich zu einem einfachen Referenzmodell verbessert (vgl. Hülsewig et al. 2007). Ist der Wert des Koeffizienten null, antizipieren die Prognosen des Indikatormodells perfekt die Entwicklung der Ausrüstungen. Ein Koeffizient kleiner eins bedeutet, dass der RMSE des verwendeten Indikatormodells kleiner ist als der des Referenzmodells. Folglich liefert das Indikatormodell im Durchschnitt bessere Prognosen als das Referenzmodell. Jedoch können zu einzelnen Prognosezeitpunkten erhebliche Unterschiede auftauchen. Ist der Koeffizient größer eins, gilt im Umkehrschluss, dass der RMSE des verwendeten Modells größer ist als der des Referenzmodells. Das Modell würde in diesem Fall im Durchschnitt schlechtere Prognosen erstellen als das Referenzmodell.

Ergebnisse der Pseudo-Out-of-Sample-Prognose

In Tabelle 7 sind die RMSE der Indikator- und Vergleichsmodelle aufgeführt. Die Indikatormodelle ohne verzögert endogene Variable liefern die besten Ergebnisse, beziehungsweise die geringsten Prognosefehler. Dies lässt sich mit der relativ geringen Autokorrelation der Ausrüstungsinvestitionen erklären (vgl. Tab. 3). Insgesamt weisen fast alle untersuchten Indikatoren einen RMSE von mindestens 3 bis 4 Prozentpunkten auf. Dies ist auf den ersten Blick enorm. Hier zeigt sich jedoch die Problematik von quadrierten Abweichungen für die Berechnung von mittleren Prognosefehlern. Sehr hohen Prognosefehlern wird ein höheres Gewicht beigemessen, wodurch sie sich stärker im RMSE niederschlagen.

Ursächlich für den hohen RMSE sind in diesem Fall die hohen Prognosefehler zu Zeiten der Wirtschafts- und Finanzkrise, in der es zu einem starken Einbruch der Investitionstätigkeit im ersten Quartal 2009 kam. Die Indikatormodelle waren nicht in der Lage, dies zu antizipieren. Für das erste Quartal des Jahres 2009 resultieren quadrierte Prognosefehler der Indikatormodelle von bis zu weit über 100. Wird das betreffende Quartal aus den Berechnungen ausgeschlossen, sind die Prognosefehler geringer (vgl. Tab. 8). Sie liegen für die Indikatormodelle jedoch immer noch über 2 Prozentpunkte. Dies wird jedoch durch die hohe Standardabweichung der Quartalswachstumsrate der Ausrüstungen relativiert (3,26), die nur zu einem gewissen Teil abgefangen

⁶ AR(4)-Prognosemodell für das aktuelle Quartal:

$$\hat{y}_t^{ref} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 y_{t-1} + \dots + \hat{\alpha}_4 y_{t-4}$$

⁷ Random-Walk-Prognosemodell für das aktuelle Quartal:

$$\hat{y}_t^{ref} = y_{t-1}$$

Tab. 7
RMSE der Indikator- und Referenzmodelle

	laufendes Quartal	folgendes Quartal
Indikator		
Kapazitätsauslastung	3,94	4,76
Produktion von Investitionsgütern	3,33	4,92
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	3,07	4,87
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	3,66	4,40
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	3,75	3,79
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	3,72	3,75
Referenzmodell		
AR(4)-Modell	5,25	5,44
Random Walk	5,53	6,25
Standardabweichung der Wachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen	4,88	
Anmerkung: Aufgeführt sind RMSE der einzelnen Indikatormodelle ohne verzögert endogene Variable und der Referenzmodelle. Die RMSE wurden getrennt für die Prognose des laufenden Quartals und die Prognose des folgenden Quartals ermittelt. Bei der Prognose des folgenden Quartals wird für das AR(4)-Modell das laufende Quartal als unbekannt gesetzt. Ebenfalls aufgeführt ist die Standardabweichung der Quartalswachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen für den Prognosezeitraum der Pseudo-Out-of-Sample-Prognose (2005Q3–2012Q2). Alle Zahlen wurden anhand von Log-Differenzen bestimmt.		

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

Tab. 8
RMSE der Indikator- und Referenzmodelle ohne erstes Quartal 2009

	laufendes Quartal	folgendes Quartal
Indikator		
Kapazitätsauslastung	2,92	2,92
Produktion von Investitionsgütern	3,00	3,69
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	2,70	3,57
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	2,56	3,11
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	2,50	2,55
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	2,27	2,31
Referenzmodell		
AR(4)-Modell	3,66	3,69
Random Walk	3,56	4,87
Standardabweichung der Wachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen	2,70	
Anmerkung: Aufgeführt sind RMSE der einzelnen Indikatormodelle ohne verzögert endogene Variable und der Referenzmodelle, wobei das erste Quartal 2009 aus den Berechnungen ausgeschlossen wurde. Bei der Berechnung der Standardabweichung der Quartalswachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen wurde das erste Quartal 2009 ebenfalls ausgeschlossen. Alle Zahlen wurden anhand von Log-Differenzen bestimmt.		

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

werden kann. Für den Prognosezeitraum ab 2005Q3 liegt die Standardabweichung sogar bei 4,88.

Die Ergebnisse der Berechnung des Theil'schen Ungleichheitskoeffizienten sind in Tabelle 9 aufgeführt. Der Koeffizient ist für alle Indikatoren kleiner eins, was bedeutet, dass alle

Indikatormodelle im Durchschnitt bessere Prognosen liefern als ein AR(4)-Modell. Für die Prognose des aktuellen Quartals scheint vor allem die Produktion im Verarbeitenden Gewerbe mit einem Theil's U von unter 0,6 geeignet zu sein, während für eine Prognose des Folgequartals besonders das ifo Geschäftsklima und die ifo Geschäftserwartungen als geeignet erscheinen. Dies spricht für einen Vorlauf von einem Quartal, der in den Berechnungen der Kreuzkorrelationen für das ifo Geschäftsklima noch nicht ersichtlich war. Hier zeigt sich, dass ein zu starker Fokus auf den Kreuzkorrelationen zu Fehlinterpretationen führen kann. Bei den Berechnungen hat sich ergeben, dass das autoregressive Modell bei der Prognose des aktuellen Quartals im Durchschnitt nur wenig besser abschneidet als ein Random Walk (Theil's U von 0,95 gegenüber einem Random Walk). Bei der Prognose des folgenden Quartals ist der Vorteil größer (Theil's U von 0,87).

Kurzfristprognose

Im Folgenden wird anhand der ausgewählten Indikatoren ein praktisches Beispiel für die Prognose der Wachstumsraten der Ausrüstungsinvestitionen für das dritte und vierte Quartal 2012 gegeben. Für die Erstellung der endgültigen Prognose gibt es verschiedene Methoden. Beispielsweise kann das Indikatormodell mit dem geringsten RMSE bzw. Theil'schen Ungleichheitskoeffizienten verwendet werden. Sinnvoller ist jedoch die Verwendung eines Model-Averaging-Ansatzes, bei dem mehrere unterschiedliche Modelle gleichzeitig betrachtet werden (vgl. Hülsesewig et al. 2007). Die endgültige Prognose wird aus einem gewichteten Durchschnitt der jeweiligen Prognosen der Indikatormodelle mit dem jeweiligen Kehrwert des RMSE als Gewicht berechnet. Modelle, die einen geringeren mittleren Prognosefehler aufweisen, gehen somit mit einem höheren Gewicht in die Endprognose ein und umgekehrt. Henzel und Mayr (2012) zeigen in einer Studie zum Thema VAR-Prognosen, dass ein Model-Averaging-Ansatz zu einer deutlichen Reduktion des mittleren quadratischen Prognosefehlers führt.⁸

⁸ In diesem praktischen Beispiel weist der Model-Averaging-Ansatz für die Prognose des laufenden Quartals den zweitniedrigsten RMSE und für die Prognose des folgenden Quartals den drittniedrigsten RMSE auf.

Tab. 9
Theil's U für die Indikatormodelle gegenüber einem AR(4)-Modell

Indikator	Vergleichsmodelle	
	AR-Modell	
	laufendes Quartal	folgendes Quartal
Kapazitätsauslastung	0,75	0,88
Produktion von Investitionsgütern	0,63	0,90
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	0,58	0,90
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	0,70	0,81
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	0,72	0,70
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	0,71	0,69

Anmerkung: Aufgeführt sind die Theil'schen Ungleichheitskoeffizienten (Theil's U) für die einzelnen Indikatormodelle gegenüber einem univariaten AR(4)-Modell. Die Theil's U wurden getrennt für die Prognose des laufenden Quartals und für die Prognose des folgenden Quartals berechnet. Alle Zahlen wurden anhand von Log-Differenzen bestimmt.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

In dieser Studie zeigen sie, dass bereits vier Indikatoren ausreichen, um den höchsten Gewinn an Prognosegenauigkeit zu erzielen. Aus diesem Grund wird hier nur eine geringe Anzahl an Indikatoren – sechs an der Zahl – für die Kurzfristprognose der Ausrüstungsinvestitionen herangezogen. Die Indikatormodelle können noch weiter optimiert werden, indem für jeden Indikator seine optimale Lag-Struktur ermittelt und in der Prognose verwendet wird (vgl. Hülsesewig et al. 2007). Zur Vereinfachung werden in diesem Beitrag die oben erstellten Indikatormodelle mit vier Lags beibehalten.⁹ Es sei hier nochmal erwähnt, dass in diesem Experiment der Informationsstand der ifo Prognose in Vorbereitung zur Erstellung des Herbstgutachtens der Gemeinschaftsdiagnose verwendet wird.

⁹ In der ifo Prognose wird die jeweils optimale Lag-Struktur verwendet.

Die Prognosen der einzelnen Indikatormodelle, als auch die endgültige Prognose aus dem gewichteten Durchschnitt der einzelnen Modellprognosen sind in Tabelle 10 enthalten. Die Prognosen der einzelnen Indikatormodelle weichen zum Teil stark voneinander ab. Auch in der Richtung (positiv/negativ) herrschen Diskrepanzen. Die Kapazitätsauslastung und die ifo Indikatoren Geschäftsklima und Geschäftserwartungen für Investitionsgüter prognostizieren für beide Quartale einen Rückgang, während die Produktion von Investitionsgütern und die Produktion im Verarbeitenden Gewerbe positive Wachstumsraten für beide Quartale vorhersagen. Positive Triebkräfte kommen insbesondere von der Produktion von Investitionsgütern, die im Juli um 3,4% gegenüber dem Mittelwert des zweiten Quartals gestiegen waren. Bei den Auftragseingängen ist keine stärkere Dynamik erkennbar. Dennoch überwiegen für die Prognose beider Quartale die negativen Vorzeichen. Gemäß den Berechnungen des Model-Averaging-Ansatzes zur Prognose der Wachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen wird für das dritte Quartal 2012 ein Rückgang um 0,6% gegenüber dem Vorquartal prognostiziert. Für das vierte Quartal wird ein Rückgang um 0,8% prognostiziert. In die Prognose des dritten Quartals 2012 gehen die Produktion im Verarbeitenden Gewerbe und die Produktion von Investitionsgütern mit dem höchsten Gewicht ein, da sie den geringsten RMSE aufweisen. Die pessimistischere Prognose für das vierte Quartal ist durch das negative Bild, dass die ifo Indikatoren am aktuellen Rand zeichnen, begründet. Sie gehen mit dem höchsten Gewicht in die Prognose ein. Besonders die ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter haben sich im Juli und August stark verschlechtert. In den Berechnungen führen die Modelle

Tab. 10
Prognosen und Gewichte der Indikatormodelle für die Wachstumsrate der Ausrüstungsinvestitionen sowie die endgültige Prognose für 2012Q2 und 2012Q3 (in %)

	2012Q3		2012Q4	
	Prognose	Gewicht	Prognose	Gewicht
Kapazitätsauslastung	- 3,6	15,0	- 1,5	15,3
Produktion von Investitionsgütern	1,5	17,8	2,3	14,8
Produktion im Verarbeitenden Gewerbe	0,9	19,3	1,8	14,9
Inländische Auftragseingänge für Investitionsgüter	- 0,3	16,2	0,2	16,5
ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter	- 1,0	15,8	- 3,1	19,2
ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter	- 1,6	15,9	- 3,3	19,4
Model-Averaging	- 0,6	100,0	- 0,8	100,0

Anmerkung: Aufgeführt sind die Prognosen der einzelnen Indikatormodelle und ihre Gewichte für die Prognose nach dem Model-Averaging-Ansatz. Die Gewichte berechnen sich aus dem Kehrwert des RMSE des jeweiligen Indikatormodells im Verhältnis zur Summe der Kehrwerte der RMSE aller Indikatormodelle. Die Prognose nach dem Model-Averaging-Ansatz, die in der letzten Zeile aufgeführt ist, berechnet sich aus dem gewichteten Durchschnitt der einzelnen Prognosen der Indikatormodelle.

Quelle: Berechnungen des ifo Instituts.

mit verzögert endogener Variable im Model-Averaging-Ansatz zu den gleichen Prognosewerten für das dritte und vierte Quartal 2012.

Schlussbemerkung

In diesem Artikel wurde die Methodik der ifo Konjunkturprognose anhand der Kurzfristprognose der Ausrüstungsinvestitionen veranschaulicht. Für eine fundierte Prognose der kurzen Frist sind mehrere Schritte notwendig. Zunächst wird mit Hilfe statistischer und ökonometrischer Methoden eine Auswahl an geeigneten Konjunkturindikatoren getroffen. Da Indikatoren eine möglichst hohe Korrelation mit der zu prognostizierenden Größe aufweisen sollten, ist eine Kreuzkorrelationsanalyse ein hilfreiches Instrument, um eine erste Auswahl zu treffen. Mit Hilfe des Granger-Kausalitätstest wird darüber hinaus untersucht, ob die Indikatoren einen signifikanten Vorlauf gegenüber ihrer Referenzreihe aufweisen. Die Qualität der Prognosen der Indikatormodelle wird mittels des RMSE und des Theil'schen Ungleichheitskoeffizienten, welche im Rahmen von Pseudo-Out-of-Sample-Prognosen bestimmt werden, evaluiert. Ist eine Auswahl an geeigneten Indikatoren getroffen, erfolgt mit ihrer Hilfe die Prognose des aktuellen und des nächsten Quartals des betreffenden Jahres. Im Fall der Ausrüstungsinvestitionen erweisen sich für die Prognose des aktuellen Quartals vor allem die quantitativen Indikatoren Produktion im Verarbeitenden Gewerbe und Produktion von Investitionsgütern als geeignet. Zur Prognose des Folgequartals sind hingegen die qualitativen Indikatoren ifo Geschäftsklima für Investitionsgüter und ifo Geschäftserwartungen für Investitionsgüter überlegen. Dennoch ist es empfehlenswert, mehrere Indikatormodelle zu kombinieren. So können möglichst viele Informationen in die Prognose mit einbezogen und eine höhere Prognosegenauigkeit erzielt werden. Gerade in Anbetracht der relativ hohen Prognosefehler der einzelnen Modelle erscheint dies sinnvoll. In diesem Fall wurde eine Prognose für das dritte und vierte Quartal 2012 erstellt. Gemäß dem Model-Averaging-Ansatz wird für das dritte Quartal 2012 ein Rückgang der Ausrüstungsinvestitionen um 0,6% prognostiziert. Für das vierte Quartal 2012 wird ebenfalls eine negative Quartalswachstumsrate vorhergesagt, die mit 0,8% leicht stärker ausfällt.

Literatur

Abberger, K. und K. Wohlrabe (2006), »Einige Prognoseeigenschaften des ifo Geschäftsklimas – Ein Überblick über die neuere wissenschaftliche Literatur«, *ifo Schnelldienst* 59(22), 19–26.

Carstensen, K., S. Henzel, J. Mayr und K. Wohlrabe (2009), »IFOCAS: Methoden der ifo-Kurzfristprognose«, *ifo Schnelldienst* 62(23), 15–28.

Carstensen, K., K. Wohlrabe und Christina Ziegler (2011), »Predictive Ability of Business Cycle Indicators under Test: A Case Study for Euro Area Indus-

trial Production«, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 231(1), 82–106.

Elstner, S., C. Grimme und T. Siemsen (2010), »Die größten aufstrebenden Märkte für deutsche Exporte liegen in Asien und Osteuropa«, *ifo Schnelldienst* 63(16), 22–25.

Granger, C. und P. Newbold (1987), »Spurious Regressions in Econometrics«, *Journal of Econometrics* 194(2), 111–120.

Hamilton, J.D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press, Princeton.

Henzel, S. und J. Mayr (2012), »The Virtues of VAR Forecast Pooling – A DSGE Model Based Monte Carlo Study«, *North American Journal of Economics and Finance*, im Erscheinen.

Hülsewig, O., J. Mayr und D. Ulbricht (2007), »Zur Evaluierung von VAR-Prognosen«, *ifo Schnelldienst* 60(7), 19–25.

Loose, B., C. Schumacher, J. Döpke et al. (1999), »Indikatoren zur Prognose der Investitionen in Deutschland«, Kieler Arbeitspapier Nr. 906.

Nierhaus, W. und J.-E. Sturm (2003), »Methoden der Konjunkturprognose«, *ifo Schnelldienst* 56(4), 7–23.

Robinsonov, N. und K. Wohlrabe (2010), »Freedom of Choice in Macroeconomic Forecasting«, *CESifo Economic Studies* 56(2), 192–220.

Schreiber, S., T. Theobald, C. Proaño, S. Stephan, K. Rietzler und D. Detzer (2012), *Verfahren der konjunkturellen Wendepunktbestimmung unter Berücksichtigung der Echtzeit-Problematik*, Gutachten des Instituts für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) in der Hans-Böckler-Stiftung, im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen (Projekt I A 3 – 09/10), online verfügbar unter: http://www.boeckler.de/pdf/p_imk_study_27_2012.pdf.

Wohlrabe, K. (2009), »Makroökonomische Prognosen mit gemischten Frequenzen«, *ifo Schnelldienst* 62(21), 22–33.