

Der Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft zum deutschen Innovationssystem

Robustheitsanalysen

Torben Schubert

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

November 2017

Inhalt

1	Einleitung und Zusammenfassung der Hauptergebnisse	1
2	Selektionseffekte und Robustheit.....	2
3	Zusammenfassung	6
4	Literatur	7

Tabellen

Tabelle 1:	Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf in Wissenschaftsregionen (Random Effects und Fixed Effects).....	3
Tabelle 2:	Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf in Wissenschaftsregionen (Lewbel-IV mit Fixed Effects)	4
Tabelle 3:	Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf (Robustheitschecks).....	5
Tabelle 4:	Berechnung der gesamten BIP-Effekte und Steuermultiplikatoren für die FhG (Robustheitschecks)	6

1 Einleitung und Zusammenfassung der Hauptergebnisse

In Frietsch et al. (2017) wurden systematische und große makroökonomische Effekte der Fraunhofer-Gesellschaft auf das deutsche Bruttoinlandsprodukt sowie auf die damit verbundenen Steuereinnahmen nachgewiesen. Die zum Nachweis verwendeten Methoden basierten dabei auf Verfahren der Paneldatenökonometrie. Zwar wurde über die explizite Berücksichtigung unbeobachteter Heterogenität eine als robust anzusehende Methode, die massive Endogenitätsprobleme und somit systematische Verzerrungen der Schätzer weniger wahrscheinlich macht, verwendet. Dennoch können durch die Verwendung solcher Schätzer nicht alle möglichen Quellen für verzerrte Schätzergebnisse ausgeschlossen werden. Insbesondere ist es denkbar, dass ein Teil der positiven Rückflüsse durch eine strategische Standortselektion der Fraunhofer-Institute erklärbar ist. So kann im Extremfall argumentiert werden, dass die Schätzungen bezüglich der makroökonomischen Rückflüsse dadurch getrieben werden, dass sich Fraunhofer-Institute in ohnehin wirtschaftlich starken Regionen konzentrieren, ohne aber substantiell zur Stärkung ihrer Standortregionen beizutragen. In dieser Studie sollen daher erweiterte Verfahren verwendet werden, die diese Selektionsmechanismen explizit berücksichtigen können. Außerdem soll überprüft werden, inwieweit die Ergebnisse gegenüber anderen Modellierungsentscheidungen wie Variablen- und Zeitperiodenauswahl robust sind.

Die Ergebnisse der Robustheitsanalysen zeigen, dass die makroökonomischen Ergebnisse der Hauptstudie auch bei Verwendung anderer Modellierungsansätze positiv signifikant und hoch bleiben. Dennoch sollten die Ergebnisse nicht als exakte Punktschätzer verstanden werden: Unterschiedliche Modellierungsannahmen haben Einfluss auf die Höhe der Ergebnisse. Legt man z.B. unterschiedliche Beobachtungsperioden zugrunde oder berücksichtigt wahlweise bestimmte Kontrollvariablen nicht, dann schwanken die BIP-Effekte zwischen ca. 12,7 Mrd. € und 23,8 Mrd. €. Aufbauend auf Instrumentalvariablen-basierten Methoden wurden ferner ergänzende Analysen durchgeführt, die etwaige Selektions- und Endogenitätsprobleme explizit berücksichtigen. Diese zeigten, dass Endogenitätsprobleme resultierend z.B. aus der Standortortselektion der Fraunhofer-Institute zwar eine Rolle spielen, die positiven ökonomischen Beiträge aber nur zum kleineren Teil erklären. Insbesondere zeigt sich, dass auch bei expliziter Endogenitätskontrolle die makroökonomischen Effekte der Fraunhofer positiv und signifikant bleiben.

2 Selektionseffekte und Robustheit

Ein Kritikpunkt an den Regressionen in Frietsch et al. (2017) bezieht sich auf die Richtung der Kausalität. So kann argumentiert werden, dass sich die Fraunhofer-Gesellschaft primär in Regionen mit hoher wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit ansiedeln. Daher könnte die Kausalität zwischen den regionalen Aktivitäten der FhG genau umgekehrt sein. Fixed-Effects-Regressionen, wie in Frietsch et al. (2017) verwendet, werden solche Selektionseffekte sicherlich z.T. herausrechnen können. Allerdings könnte argumentiert werden, dass die Kontrolle für zeitkonstante unbeobachtbare Heterogenität nur eine unvollständige und sehr implizite Kontrolle für mögliche simultaneitätsinduzierende Selektionseffekte darstellt. Ein erster Einblick ergibt sich aus folgender Überlegung: Wenn sich die positiven Effekte der FhG lediglich darauf zurückführen ließen, dass sich die Forschungsinstitute nur in wirtschaftlich stärkeren Regionen niederlassen, dann sollten die positiven Effekte verschwinden (oder zumindest deutlich kleiner werden), wenn man die Stichprobe nur auf die Regionen mit FhG-Instituten einschränkt. Die Ergebnisse dieser Regressionen werden in Tabelle 1 dargestellt. Wie man sieht, ändern sich trotz deutlich niedrigerer Beobachtungszahl weder die Koeffizienten noch die Signifikanzen stark im Vergleich zu den Ergebnissen in Frietsch et al. (2017). Wenn überhaupt, werden die Ergebnisse ausgeprägter.

Tabelle 1: Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf in Wissenschaftsregionen (Random Effects und Fixed Effects)

	RE-FhG	FE-FhG
	BIP pro Kopf	BIP pro Kopf
FhG-Wissenschaftler pro Kopf	2624290.5597*** (4.61)	2848890.0513*** (4.30)
Wanderungssaldo pro Kopf	-144985.3640 (-1.13)	-224789.3040* (-1.93)
Erwerbsbevölkerung	8.9326* (1.91)	40.4510 (1.62)
Anteil HT-Beschäftigte	-51.9998 (-0.40)	-109.9973 (-0.91)
Anteil Beschäftigte Landwirtschaft	-2570.7813*** (-2.59)	-995.0961 (-0.68)
Constant	32430.8188***	23043.6072***
	BIP pro Kopf	BIP pro Kopf
Jahresdummies	(13.31)	(3.48)
Observations	Ja	Ja
N_g	106	106
rho	36.0000	36.0000
	0.9907	0.9972

T-Statistiken in Klammern
 * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Die Robustheit gegenüber der Einschränkung des Samples liefert daher eher keine Indizien für eine maßgebliche Bedeutung von Selektionseffekten als Treiber der Ergebnisse in Frietsch et al. (2017). Systematischere Evidenz muss aber auf sogenannte Instrumentalvariablen zurückgreifen. Instrumentalvariablenverfahren machen sich dabei sogenannte exogene Varianz zunutze, wobei eine Instrumentalvariable Einfluss auf die potenziell endogene Variable (hier die FhG-Mitarbeiter) hat, aber dabei unkorreliert mit dem strukturellen Störterm der Regression ist. Ein modernes Instrumentalvariablen-basiertes Verfahren wurde von Lewbel (2012) vorgestellt, das auf der Ausnutzung von Skalenheteroskedastie im strukturellen Störterm der reduzierten Form beruht. Auf die Darstellung der technischen Details dieses Verfahrens soll an dieser Stelle verzichtet werden. Die Ergebnisse, die ebenso wie die Ergebnisse in Frietsch et al. (2017) robust gegenüber unbeobachteter Heterogenität sind, sind in

Tabelle 2 dargestellt. Die Effekte fallen dabei etwas niedriger als in Frietsch et al. (2017) aus. Allerdings sind sie weiterhin positiv und signifikant. Wichtig zu betonen ist auch, dass die J-Statistik, die eventuelle Probleme bei der Endogenitätskontrolle berücksichtigt, nicht signifikant ist. Dies deutet an, dass Endogenitätsprobleme keine große Rolle zu spielen scheinen. Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Selekti-

onseffekte, die zu Endogenität und damit verzerrter Schätzung führen können, zwar einen gewissen Einfluss haben (die FE-Ergebnisse sind niedriger als die RE-Ergebnisse; die Lewbel-IV-Ergebnisse sind wiederum niedriger als die FE-Ergebnisse). Allerdings sind sie nicht augenscheinlich die alleinige Erklärung für die identifizierten positiven ökonomischen Beiträge der FhG. Vielmehr geht von der FhG auch unter Berücksichtigung von Selektionseffekten ein positiver ökonomischer Effekt in der Region aus.

Tabelle 2: Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf in Wissenschaftsregionen (Lewbel-IV mit Fixed Effects)

	Lewbel-FE: FhG
FhG-Wissenschaftler pro Kopf	1138838.00
	2.42 **
Wanderungssaldo pro Kopf	2876339.00
	13.07 ***
Erwerbsbevölkerung	3.14
	1.32
Anteil HT-Beschäftigte	166.90
	0.86
Anteil Beschäftigte Landwirtschaft	-2286.00
	-17.06 ***
Constant	1772.00
	3.57 ***
Jahresdummies	JA
N	1216
n_g	406
J-stat	3.33
p-val. J-stat	0.65

Weiterhin wurden verschiedene Robustheitschecks durchgeführt. Zunächst wurde die Periode auf 2011-2012 eingeschränkt. Dann wurden die Jahresdummies als Kontrollvariablen ausgelassen. Ferner wurden Ergebnisse berechnet, die sich ergeben, wenn alle weiteren Kontrollvariablen ausgelassen werden. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 3. Dabei zeigt sich, dass die Regressionsmultiplikatoren deutlich zwischen ca. 1,3 Mio. und 2,6 Mio. schwanken. Dementsprechend stark schwanken daher auch die Gesamtergebnisse für das BIP sowie die Steuereffekte. Mit gleicher Methodik wie in Frietsch et al. (2017), finden sich diese Ergebnisse in

Tabelle 4. Dabei zeigt sich, dass die BIP-Effekte in Abhängigkeit der Zeitperiode und der einbezogenen Kontrollvariablen zwischen 12,7 **Mrd. €** und 23,8 Mrd. € schwanken. Insgesamt zeigt sich also, dass die Methodik ungefähre Größenordnungen für die makroökonomischen Effekte gemessen durch das BIP angeben kann. Die Genauigkeit bleibt dabei wegen der statistischen und der Modellierungsunsicherheit hingegen eingeschränkt. Dennoch zeigt sich, dass selbst bei konservativer Annahme des untersten Werts von 12,7 Mrd. € in Bezug auf das BIP, der makroökonomische Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft positiv und sehr hoch wäre.

Tabelle 3: Effekte der FhG auf das regionale BIP pro Kopf (Robustheitschecks)

	FE: 2011-2012	FE: keine Jahres- dummies	FE: keine Kontrollvariablen
	BIP pro Kopf	BIP pro Kopf	BIP pro Kopf
FhG-Wissenschaftler pro Kopf	1387269.5862***	2611796.6227***	2275846.8882***
	(3.09)	(3.38)	(3.47)
Wanderungssaldo pro Kopf	-27177.5827	301282.6650***	
	(-0.84)	(4.80)	
Erwerbsbevölkerung	-12.4608	211.1953***	
	(-0.77)	(11.63)	
Anteil HT-Beschäftigte	34.5893	-137.8964***	
	(1.60)	(-3.26)	
Anteil Beschäftigte Landwirtschaft	434.6614**	-7.8254	
	(2.13)	(-0.02)	
Constant	29732.5228***	9007.4924***	28395.7065***
	(17.32)	(4.40)	(369.78)
Jahresdummies	Ja	Nein	Ja
Observations	810	1216	1231
N_g	405.0000	406.0000	411.0000
rho	0.9990	0.9984	0.9940

Tabelle 4: Berechnung der gesamten BIP-Effekte und Steuermultiplikatoren für die FhG (Robustheitschecks)

	FE: 2011-2012	FE: keine Jahres- dummies	FE: keine Kontrollva- riablen
Multiplikator laut Regressionstabelle	1387269.59	2611796.62	2275846.89
Indikatorwert in Deutschland	9125.00	9125.00	9125.00
BIP-Effekt in Mio. €	12685.84	23832.64	20767.10
Gesamtsteuereinnahmen	588.50	588.50	588.50
BIP in Mrd. €	2915.00	2915,00	2915.00
Steuerquote in %	20.19	20.19	20.19
Erwarteter Steuereffekt in Mio. €	2555.82	4811.81	4192.87
Finanzvolumen FhG in Mio. €	2060,00	2060,00	2060.00
Öffentliche Finanzierung in Mio. €	1100.00	1100.00	1100.00
Steuermultiplikator Finanzvolumen	1.24	2.34	2.03
Steuermultiplikator öffentliche Finanzie- rung	2.32	4.37	3.81

Quellen: Destatis, Kassenmäßige Steuereinnahmen der Gebietskörperschaften 2014; Bundesfinanzministerium, Geschäftsbericht der Fraunhofer-Gesellschaft 2014, interne Datenbestände der Fraunhofer-Gesellschaft, eigene Berechnungen.

3 Zusammenfassung

Die Robustheitsanalysen zeigen deutlich, dass Schätzungen der makroökonomischen Effekte der Fraunhofer-Gesellschaft auf Basis von regressionsanalytischen Methoden zu Ergebnissen führen, die in ihrer absoluten Höhe eine gewisse Schwankungsbreite aufweisen. Ausgewiesene Punktschätzer sollten dabei zumindest in ihrer Höhe nicht überinterpretiert werden. Dennoch zeigen die Robustheitsanalysen, dass auch bei Verwendung abweichender Modellierungsmethoden, die Ergebnisse positiv und signifikant bleiben. Die Beiträge der Fraunhofer-Gesellschaft sowohl in Bezug auf das BIP als auch in Bezug auf die Steuerrückflüsse überschreiten selbst im ungünstigsten Modellierungsansatz die Kosten deutlich. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass reine Standortselektionsmechanismen die positiven Beiträge der Fraunhofer-Gesellschaft nicht hauptsächlich erklären.

4 Literatur

- Frietsch, R.; Lutz, J.; Neuhäusler, P.; Schubert, T.; Lerch, C.; Bethke, N.; Rothengatter, O. (2017): *Der Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft zum deutschen Innovationssystem*, Endbericht zum Projekt. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Lewbel, A. (2012): Using heteroscedasticity to identify and estimate mismeasured and endogenous regressor models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 30(1), 67-80.