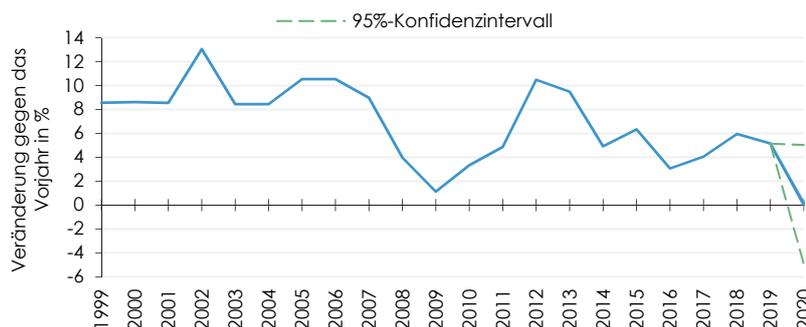


# Auswirkungen der COVID-19-Krise auf die Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors in Österreich

Andreas Reinstaller

- Die durch die COVID-19-Pandemie verursachte Unsicherheit und der Rückgang der wirtschaftlichen Aktivität können das Produktivitätswachstum aufgrund der Verringerung des Wachstums der Forschungs- und Entwicklungsausgaben langfristig senken.
- Die Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 dämpfte die Dynamik der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors.
- Wie die empirische Analyse zeigt, senkt ein Rückgang des Wachstums der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors mittelfristig nicht nur das Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben selbst, sondern auch jenes der Stundenproduktivität und des Arbeitsvolumens.
- Legt man den in der mittelfristigen Prognose des WIFO veranschlagten Rückgang des realen BIP und des Arbeitsvolumens zugrunde, so könnten die Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen 2020 um knapp 5 Prozentpunkte langsamer wachsen als 2019.
- Bei anhaltender hoher Unsicherheit könnte sich eine antizyklische Ausweitung von Innovations- und Forschungsförderungen als notwendig erweisen, um Innovationstätigkeiten wieder anzustoßen.

## Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors (BERD)



Das jährliche Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors könnte infolge der COVID-19-Pandemie 2020 um 5 Prozentpunkte geringer ausfallen als 2019 (BERD . . . Business Expenditure on Research and Development. Q: WIFO Berechnungen, Statistik Austria).

**"Die COVID-19-Krise wird die Dynamik der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors dämpfen und voraussichtlich die Steigerung von Forschung und Innovation verlangsamen sowie das künftige Produktivitätswachstum in Österreich verringern. Die Folgen der Krise könnten so langfristig nachwirken, und die Erholung würde sich verzögern."**

# Auswirkungen der COVID-19-Krise auf die Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors in Österreich

Andreas Reinstaller

## Auswirkungen der COVID-19-Krise auf die Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors in Österreich

Die Wirtschaftskrise infolge der COVID-19-Pandemie kann eine Verlangsamung des Wachstums der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors in Österreich um 5 Prozentpunkte gegenüber 2019 nach sich ziehen. Dieser Rückgang kann sich sowohl auf die weitere Entwicklung der Forschungsausgaben selbst als auch auf die langfristige Produktivitätssteigerung auswirken und damit die wirtschaftlichen Kosten der Krise über das Jahr 2020 hinaus erhöhen. Aufgrund der hohen Unsicherheit könnten zusätzliche antizyklische Forschungs- und Entwicklungsförderungen nötig sein, um diese langfristigen Effekte zu minimieren.

**JEL-Codes:** O31, D22, E32 • **Keywords:** Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen, Konjunktur, COVID-19

**Begutachtung:** Michael Peneder • **Wissenschaftliche Assistenz:** Anna Strauss-Kollin ([anna.strauss-kollin@wifo.ac.at](mailto:anna.strauss-kollin@wifo.ac.at)), Nicole Schmidt ([nicole.schmidt@wifo.ac.at](mailto:nicole.schmidt@wifo.ac.at)) • Abgeschlossen am 2. 6. 2020

**Kontakt:** Mag. Dr. Andreas Reinstaller ([andreas.reinstaller@wifo.ac.at](mailto:andreas.reinstaller@wifo.ac.at))

## Effects of the COVID-19 Crisis on Corporate Research and Development Expenditure in Austria

The economic downturn associated with the COVID-19 pandemic may lead to a decline in corporate R&D spending growth in Austria by 5 percentage points compared to 2019. This decline may affect both the further development of R&D spending itself and long-term productivity growth, thereby increasing the economic costs of the crisis beyond 2020. Due to the high level of uncertainty, additional countercyclical R&D funding may be necessary to minimise these long-term effects.

## 1. Die COVID-19-Krise als Angebotsschock und ihre Auswirkungen auf Nachfrage und Produktivität

Die durch die COVID-19-Pandemie verursachte Unsicherheit und der Rückgang der wirtschaftlichen Aktivität können das Produktivitätswachstum aufgrund der Verringerung der F&E-Ausgaben langfristig senken.

Die COVID-19-Pandemie ist eine Gesundheitskrise, in der die wirtschaftliche Aktivität durch behördliche Maßnahmen zur Eindämmung der Verbreitung der Infektionen mit dem SARS-CoV-2-Virus in der Bevölkerung nachhaltig eingeschränkt wird. Diese Einschränkungen entsprechen einem Angebotsschock, der mit einer Verlangsamung des Produktivitätswachstums einhergeht<sup>1)</sup>. Die Unternehmenserwartungen zur Geschäftslage trüben sich aufgrund der kurz- und mittelfristigen Unsicherheit ein, wegen der Umsatzeinbußen entstehen Finanzierungspässe, und Unternehmen schränken ihre Aktivitäten weiter ein. Dies verstärkt den ursprünglichen Angebotsschock und kann potentiell in einem selbstverstärkenden Kreislauf die aggregierte Nachfrage senken und damit Nachfrageschocks verursachen (vgl. Fornaro – Wolf, 2020).

Expansive Eingriffe der öffentlichen Hand durch Geld- und Fiskalpolitik können dazu beitragen, das Beschäftigungsniveau zu stabilisieren, doch wenn die Unsicherheit nicht nachhaltig sinkt und sich die Geschäftserwartungen der Unternehmen nicht stabilisieren, nehmen die Unternehmen Investitionen sowie Innovations- und F&E-Ausgaben zurück. Da die Produktivitätsentwicklung zwar kurzfristig von Schwankungen der Kapazitätsauslastung der Unternehmen, aber langfristig von Investitionen, Verbesserungen der Arbeitsorganisation sowie durch Forschung und Entwicklung bestimmt ist, wird dadurch nun der Pfad des Produktivitätswachstums auf ein niedrigeres Niveau gedrückt<sup>2)</sup>. Damit erstrecken sich die Folgen der Krise über ihren unmittelbaren Verlauf hinaus. Die verlorene Innovationsfähigkeit verringert das künftige Produktivitätswachstum. Dieser Zusam-

<sup>1)</sup> di Mauro – Syverson (2020) führen als Effekte der COVID-19-Krise auf das Produktivitätswachstum u. a. erhöhte Transaktionskosten, Verringerung der Mobilität und damit Beschränkungen der Möglichkeit zur Faktorreallokation an.

<sup>2)</sup> Die Mehrzahl forschungsaktiver Unternehmen fahren während Wirtschaftskrisen ihre Forschungs- und

Entwicklungsausgaben zurück, stellen Forschungsprojekte ein und reduzieren explorative Forschungsaktivitäten (vgl. z. B. Van Ophem et al., 2017, Paunov, 2012, Archibugi – Filippetti – Frenz, 2013). Reinstaller (2019) zeigt ein prozyklisches Verhalten bei der Einführung von Produktinnovationen für Österreich.

menhang wird im vorliegenden Beitrag mit einem Fokus auf die F&E-Ausgaben des

Unternehmenssektors untersucht und für Österreich quantifiziert.

## 2. Der Effekt einer Wirtschaftskrise auf die F&E-Ausgaben der Unternehmen in Österreich am Beispiel der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09

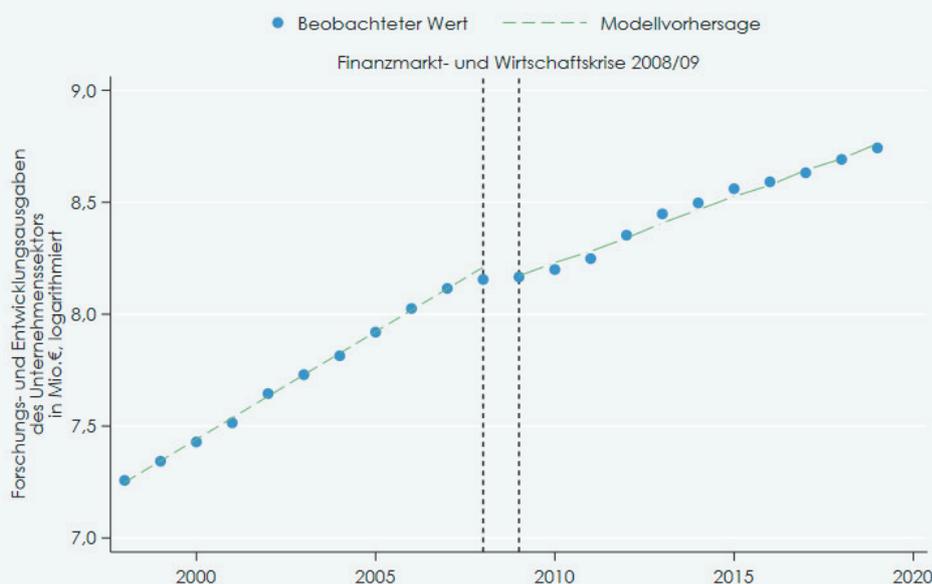
Eine erste Einschätzung der möglichen Auswirkungen einer Wirtschaftskrise auf die F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors in Österreich kann anhand der Entwicklung in der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 erfolgen. Wenngleich diese zunächst eine Finanzkrise war, die in weiterer Folge zu einer Bankenkrise wurde und deshalb mit der COVID-19-Krise nur begrenzt vergleichbar ist, so erlaubt sie – als Quasiexperiment – dennoch eine erste Einschätzung der Auswirkung eines nachhaltigen Einbruches der Wirtschaftsaktivität auf die F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors. Sie wurde durch externe Faktoren hervorgerufen, die Anpassungsreaktionen im österreichischen Unternehmenssektor u. a. auch auf die F&E-Investitionen auslösten.

Der Effekt der Krise auf das langfristige Wachstum der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors kann durch eine einfache Zeitreihenanalyse quantifiziert werden. Dabei

wird untersucht, wie sich die Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 auf den langfristigen Wachstumstrend der F&E-Ausgaben auswirkte (Abbildung 1, Übersicht 1). Vor der Krise (1998/2008) wuchsen die Ausgaben des Unternehmenssektors um durchschnittlich 9,7% pro Jahr ausgehend von einem Niveau von knapp 1,4 Mrd. € im Jahr 1998 (Konstante). Der Einbruch im Jahr 2008 (Krisendummy 2008) hatte zunächst einen einmaligen Rückgang der Wachstumsrate um 5,5 Prozentpunkte zur Folge und 2009 nochmals um 3,6 Prozentpunkte. Der Effekt der Krise auf den langfristigen Wachstumstrend beträgt –3,6 Prozentpunkte (Interaktionseffekt Krisendummies 2008 × Trend). Damit verflachte er von +9,6% auf +6%. In den Regressionen wurde der mögliche Effekt der unterschiedlichen Änderungen der Forschungsprämie berücksichtigt, er ist für das Niveau der F&E-Ausgaben aber statistisch nicht signifikant.

Die Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 verringerte die Dynamik der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors.

Abbildung 1: Auswirkungen der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 auf den langfristigen Wachstumspfad der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors



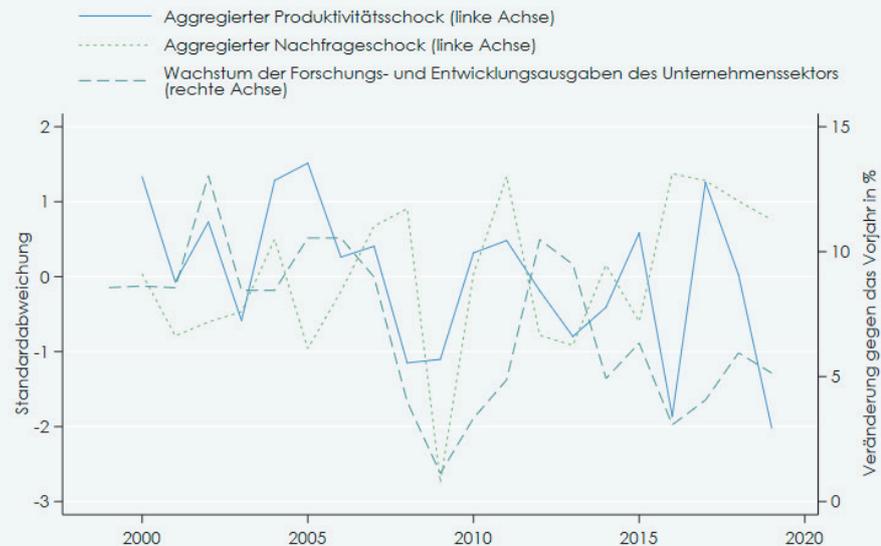
Q: WIFO-Berechnungen.

### Übersicht 1: Regressionsanalyse zu den Auswirkungen der Wirtschaftskrise 2008/09 auf die Veränderung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors (BERD)

	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	P > t
Abhängige Variable ln (BERD)				
Trend vor der Krise	0,0966	0,000	85,310	0,000
Krisendummies 2008	- 0,055	0,005	- 10,550	0,000
Krisendummies 2008 × Trend	- 0,036	0,003	- 11,790	0,000
Krisendummies 2009	- 0,043	0,022	- 1,940	0,070
Krisendummies 2009 × Trend	.	.	.	.
Forschungsprämienindikator	- 0,016	0,013	- 1,220	0,242
Konstante	7,24	0,007	951,83	0,000

Q: WIFO-Berechnungen. Schätzung mit einer um eine Periode verzögerten abhängigen Variablen. Newey-West-Schätzer zur Berücksichtigung der Autokorrelation in den Fehlertermen. Der Interaktionseffekt "Krisendummies 2009 × Trend" ist kollinear mit dem Interaktionseffekt "Krisendummies 2008 × Trend" und wurde aus der Regression entfernt. BERD . . . Business Expenditure on Research and Development.

Abbildung 2: Das Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors und aggregierte Produktivitäts- und Nachfrageschocks



Q: WIFO-Berechnungen. Die aggregierten Produktivitäts- und Nachfrageschocks wurden durch Anwendung der Methode von Galí (1999) ermittelt.

Der beobachtete Bruch im langfristigen Wachstumstrend der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors sollte nicht kausal interpretiert werden, denn er kann mit verschiedenen mikroökonomischen Anpassungen verbunden sein: Eine derart hohe Zuwachsrate der F&E-Ausgaben, wie sie vor der Krise zu beobachten war, kann nicht über sehr lange Zeit gehalten werden, ohne dass irgendwann die Erträge abnehmen und die F&E-Produktivität sinkt<sup>3)</sup>. In diesem Sinne könnte die Krise 2008/09 von den Unternehmen lediglich zum Anlass genommen worden sein, F&E-Investmentportfolios und langfristige F&E-Investmentstrategien zu überdenken und sich auf Forschungsprojekte mit

sofortigen Gewinnaussichten und weniger auf experimentelle Vorhaben zu konzentrieren. Auch andere, hier nicht berücksichtigte Entwicklungen, wie etwa die stetige Zunahme der Wettbewerbsintensität, könnten den beobachteten Verlauf der F&E-Ausgaben ausgelöst haben. Im Detail lassen sich diese Vermutungen nur mit Unternehmensdaten untersuchen, die in Österreich zwar verfügbar, aber derzeit für wissenschaftliche Analysen in disaggregierter Form nicht zugänglich sind. Aus der deshalb hier gewählten aggregierten Perspektive wäre in diesem Fall jedoch ein autonomer Schock auf die F&E-Ausgaben zu erwarten, der in der langfristigen Wirkung von Produktivitäts-

<sup>3)</sup> Weitzman (1998), Bresnahan (2012) oder Brynjolfs-son – McAfee (2014) argumentieren freilich, explorative F&E, die auf die Rekombination unterschiedlicher Wissensbestände abzielt, sei nicht mit abnehmenden

Erträgen verbunden. Wie einige Autoren aber zeigen, sinkt die Forschungsproduktivität, da der Prozess der Wissensakkumulation an Grenzen stößt (vgl. Jones, 2009, Bloom et al., 2020).

schocks auf die Produktivitätsentwicklung aufgeht. Dieser Aspekt wird in Kapitel 3 anhand eines erweiterten strukturellen VAR-Modells im Detail diskutiert.

Unabhängig von den mikroökonomischen Ursachen langfristiger Anpassungen des F&E-Investitionsverhaltens korrelieren die aggregierten F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors mit Produktivitäts- und Angebotschocks. Abbildung 2 stellt die Entwicklung der jährlichen Wachstumsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors den Produktivitäts- und Nachfrageschocks gegenüber, wie sie mit einem strukturellen vektorautoregressiven Modell berechnet wurden, das es erlaubt, die in Abbildung 1 dargestellten theoretischen Zusammenhänge zu quantifizieren (Galí, 1999, Hölzl – Reinstaller, 2005)<sup>4</sup>). Im Jahr 2008 – die Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise brach im Herbst 2008 aus – kann zunächst ein negativer Produktivitätsschock beobachtet werden, der zeitgleich mit einer ersten Verringerung der F&E-

Wachstumsrate erfolgt. 2009 ist ein weiterer negativer Produktivitätsschock zu verzeichnen, der aber von einem sehr starken Nachfrageschock begleitet wird, während im Jahr 2008 noch ein leicht positiver Nachfrageschock zu beobachten war.

Die Veränderungsrate der F&E-Ausgaben erhöhte sich nach dem Einbruch 2008 und 2009 in den Jahren 2012 und 2013 auf das Vorkrisenniveau, obwohl in diesen beiden Jahren sowohl Produktivität als auch Nachfragewachstum wieder rückläufig waren. Danach sank die Zuwachsrate aber auf ein niedrigeres Niveau, um das sie seither schwankt. Die Veränderung der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben korreliert positiv mit Produktivitätsschocks ( $r = 0,44$ ) und schwach negativ mit Nachfrageschocks ( $r = -0,22$ ), was auf ein leicht antizyklisches Verhalten der F&E-Ausgaben bezüglich Nachfrageschocks und ein prozyklisches Verhalten bezüglich Produktivitätsschocks hindeutet.

### 3. Der Effekt von F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors auf das langfristige Wachstum von Produktivität und Nachfrage

Der langfristige Zusammenhang zwischen der Entwicklung von F&E-Ausgaben, Produktivität und geleisteten Arbeitsstunden kann anhand eines erweiterten strukturellen vektorautoregressiven Modells (SVAR) auf der Grundlage der Arbeit von Galí (1999) dargestellt werden. Es bildet die in Kapitel 1 beschriebenen Zusammenhänge empirisch ab (zu Ableitung und Identifikation des Modells siehe Kasten "Ein strukturelles VAR-Modell mit F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors").

In diesem Ansatz wird die Entwicklung der Beschäftigung, hier durch das Wachstum der geleisteten Arbeitsstunden angenähert, durch die Veränderung der effektiven Nachfrage bestimmt, die sich kurzfristig auch positiv auf das Produktivitätswachstum und die F&E-Ausgaben auswirkt. In der langen Frist wird das Produktivitätswachstum aber bestimmt durch die Entwicklung von F&E-

Ausgaben und nicht F&E-bezogenen Investitions- und Innovationsvorhaben, die mit Technologiediffusion und der Nutzung verbesserter Produktionsverfahren und Verbesserungen der Arbeitsorganisation oder dem Aufbau intangibler Investitionsgüter einhergeht. Die Rate des technischen Fortschrittes, die das Produktivitätswachstum treibt, setzt sich somit aus einer F&E-bezogenen und einer investitions- und diffusionsbezogenen Komponente zusammen. Das Modell impliziert damit, dass Investitionen für die Einführung neuer Produkte, Produktionstechnologien oder Arbeitsorganisationsformen notwendig sind, um die Wirkung von F&E-Investitionen zu entfalten, und damit eine Komplementarität zwischen diesen beiden Investitionsformen besteht. Das Produktivitätswachstum und indirekt die Steigerung der F&E-Ausgaben erhöhen damit auch langfristig das Beschäftigungswachstum<sup>5</sup>).

<sup>4</sup>) In dem SVAR-Modell wurden für den Zeitraum 1998/2019 das reale BIP je geleistete Arbeitsstunde als Indikator für die Stundenproduktivität und die geleisteten Arbeitsstunden verwendet. Galí (1999) unterstellt zum Zweck der Identifikation der Schocks, dass Nachfrageschocks (Schocks auf die geleisteten Arbeitsstunden) keine permanente Wirkung auf das Wachstum der Stundenproduktivität haben, während das Wachstum der geleisteten Arbeitsstunden langfristig sowohl von Nachfrageschocks als auch von Produktivitätsschocks bestimmt wird. Eine um F&E-Ausgaben erweiterte Version des Modells wird im Kasten "Ein strukturelles VAR-Modell mit F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors" beschrieben; durch diese Erweite-

rung ändert sich die Interpretation der Produktivitätsschocks.

<sup>5</sup>) Das SVAR-Modell wird auf der Grundlage der mit dem BIP-Deflator deflationierten F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors, des realen BIP je geleistete Arbeitsstunde und der geleisteten Arbeitsstunden spezifiziert. Wie Unit-Root-Tests zeigen, sind die logarithmierten Werte dieser Zeitreihen in ersten Differenzen stationär. Laut einem Johanson-Kointegrationstest bestehen in ersten Differenzen keine Kointegrationsbeziehungen zwischen den Variablen. Zudem zeigt ein weiterer Test, dass die VAR stabil ist und alle Eigenwerte der Begleitmatrix innerhalb des Einheitszirkels liegen.

## Ein strukturelles VAR-Modell mit F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors

Der Anteil  $z_t$  des BIP, der von Unternehmen für Forschung und Entwicklung ausgegeben wird, wird bestimmt durch

$$(1) \quad z_t = z_{t-1} e^{\theta_t},$$

$\theta_t$  . . . Veränderungsrate der F&E-Ausgaben zum Zeitpunkt  $t$ . Die Stundenproduktivität je Outputeinheit  $pt$  der Volkswirtschaft ist definiert als

$$(2) \quad pt_t = pt_{t-1} e^{\rho_t + \gamma \theta_t},$$

$\rho_t$  . . . Veränderungsrate der Produktivität zum Zeitpunkt  $t$  aufgrund nicht F&E-bezogener Innovationen wie der Verbreitung neuer Produktionstechnologien und -verfahren, die vor allem durch Investitionen realisiert werden. Der Faktor  $\gamma \theta_t$  ist jener Teil der Veränderungsrate der F&E-Ausgaben, der sich zum Zeitpunkt  $t$  in einer Steigerung der Produktivität niederschlägt, mit  $0 < \gamma < 1$ . Gemeinsam bilden die beiden Faktoren die Rate des technischen Fortschrittes ab.

Der Anteil der Nachfrage am Output  $c_t$  ist bestimmt durch

$$(3) \quad c_t = c_{t-1} e^{\delta_t},$$

$\delta_t$  . . . Veränderungsrate der Nachfrage zum Zeitpunkt  $t$ . Ist nun  $N_t$  die Bevölkerung, die langfristig mit der Rate  $g$  wächst, so lassen sich die geleisteten Arbeitsstunden  $h$  und der (reale) Output der Volkswirtschaft  $Q$  zu einem Zeitpunkt  $t$  wie folgt beschreiben:

$$(4) \quad h_t = pt_{t-1} c_{t-1} N_{t-1} e^{g + \delta_t - (\rho_t + \gamma \theta_t)},$$

$$(5) \quad Q_t = w_{t-1} pt_{t-1} c_{t-1} N_{t-1} e^{g + \delta_t - \rho_t + \theta_t (1 - \gamma)},$$

$w_{t-1}$  . . . durchschnittliche reale Stückkosten. Die Entwicklung der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors als Anteil des Outputs ist dann durch (5) und (1) gegeben:

$$(6) \quad RD_t = z_t Q_t = z_{t-1} w_{t-1} pt_{t-1} c_{t-1} N_{t-1} e^{g + \delta_t - \rho_t + \theta_t (1 - \gamma)}.$$

Unter der Annahme, dass  $h_t$ ,  $Q_t$  und  $RD_t$  nicht stationäre Zeitreihen sind, die aber in ersten Differenzen stationär sind, können die stochastischen Veränderungsrate  $\theta_t$ ,  $\rho_t$  und  $\delta_t$  folgendermaßen definiert werden:

$$(7) \quad \delta_t = \tau^d + \sigma_t^d + \mu^\delta (\sigma_t^p + \sigma_t^r),$$

$$(8) \quad \rho_t = \tau^p + \sigma_t^p + \mu^\rho \sigma_t^d + \varphi^\rho \sigma_t^r,$$

$$(9) \quad \theta_t = \tau^r + \sigma_t^r + \mu^\theta \sigma_t^p + \varphi^\theta \sigma_t^d.$$

Dabei entsprechen  $\tau^d$ ,  $\tau^p$  und  $\tau^r$  dem (autonomen) langfristigen Durchschnitt der Veränderungsrate der Nachfrage, der nicht F&E-basierten Produktivität und der F&E-Ausgaben,  $\sigma_t^d$ ,  $\sigma_t^p$  und  $\sigma_t^r$  sind autonome Schocks der Nachfrage, die durch das strukturelle VAR-Modell identifiziert werden sollen. Die Parameter  $\mu^\delta$ ,  $\mu^\rho$ ,  $\mu^\theta$ ,  $\varphi^\rho$  und  $\varphi^\theta$  bilden hingegen ab, wie sich die autonomen Schocks anderer Veränderungsrate auf die Veränderungsrate  $\delta$ ,  $\rho$  und  $\theta$  auswirken. Damit wird unterstellt, dass die Veränderungsrate der geleisteten Stunden, der Nachfrage und der F&E-Ausgaben kurzfristig von der Entwicklung der anderen Aggregate beeinflusst werden. In der langen Frist können jedoch eine Reihe von plausiblen Restriktionen eingeführt werden, die es ermöglichen, die autonomen Schocks  $\sigma_t^d$ ,  $\sigma_t^p$  und  $\sigma_t^r$  zu identifizieren. Demzufolge wird unterstellt, dass das langfristige Wachstum der F&E-Ausgaben nur durch Veränderungen der F&E-Ausgaben, nicht aber durch Änderungen der Nachfrage oder der nicht F&E-induzierten Produktivität beeinflusst wird. Dies ist eine Erweiterung bezüglich der langfristigen Restriktionen, die sowohl im neuklassischen Modell von Galí (1999) als auch im postkeynesianischen multisektoralen Wachstumsmodell von Pasinetti (1993) unterstellt werden. Dieser Erweiterung liegt die Annahme zugrunde, dass Forschung und Entwicklung durch die technologischen Paradigmen in den jeweiligen Branchen getrieben werden und langfristig gegen eine dem technologischen Paradigma entsprechende optimale F&E-Investitionsquote konvergieren (vgl. z. B. Dosi, 1988). Dies bildet die technologische Exploration ab. Für die Produktivität wird hingegen angenommen, dass ihr Wachstum in der langen Frist sowohl durch technologische Exploration (F&E) als auch durch technologische Nutzung (technological exploitation) und Technologiediffusion getrieben wird. Letztere erfolgt durch Investitionen, nicht-technologische Innovationen, organisatorische Umstellungen usw. und wird durch die autonomen Schocks der nicht F&E-induzierten Produktivitätsentwicklung abgebildet. Zuletzt hängt das langfristige Wachstum der Nachfrage sowohl von Veränderungen der Nachfrage und damit verbundenen Veränderungen der Präferenzen und Bedürfnisse als auch von Forschung und Entwicklung sowie nicht F&E-induzierten Produktivitätsveränderungen ab, da diese einerseits einen Einkommensanstieg, andererseits aber auch Produktinnovationen bewirken, die wiederum die Nachfrage verändern.

Das langfristige stochastische Wachstum von F&E-Ausgaben, Stundenproduktivität und geleisteten Arbeitsstunden kann durch Einsetzen der stochastischen Veränderungsrate (7), (8) und (9) in die entsprechenden Gleichungen (2), (4) und (6), Logarithmieren und Aufsummieren über den Beobachtungszeitraum  $t_0$  bis  $t$  ermittelt werden:

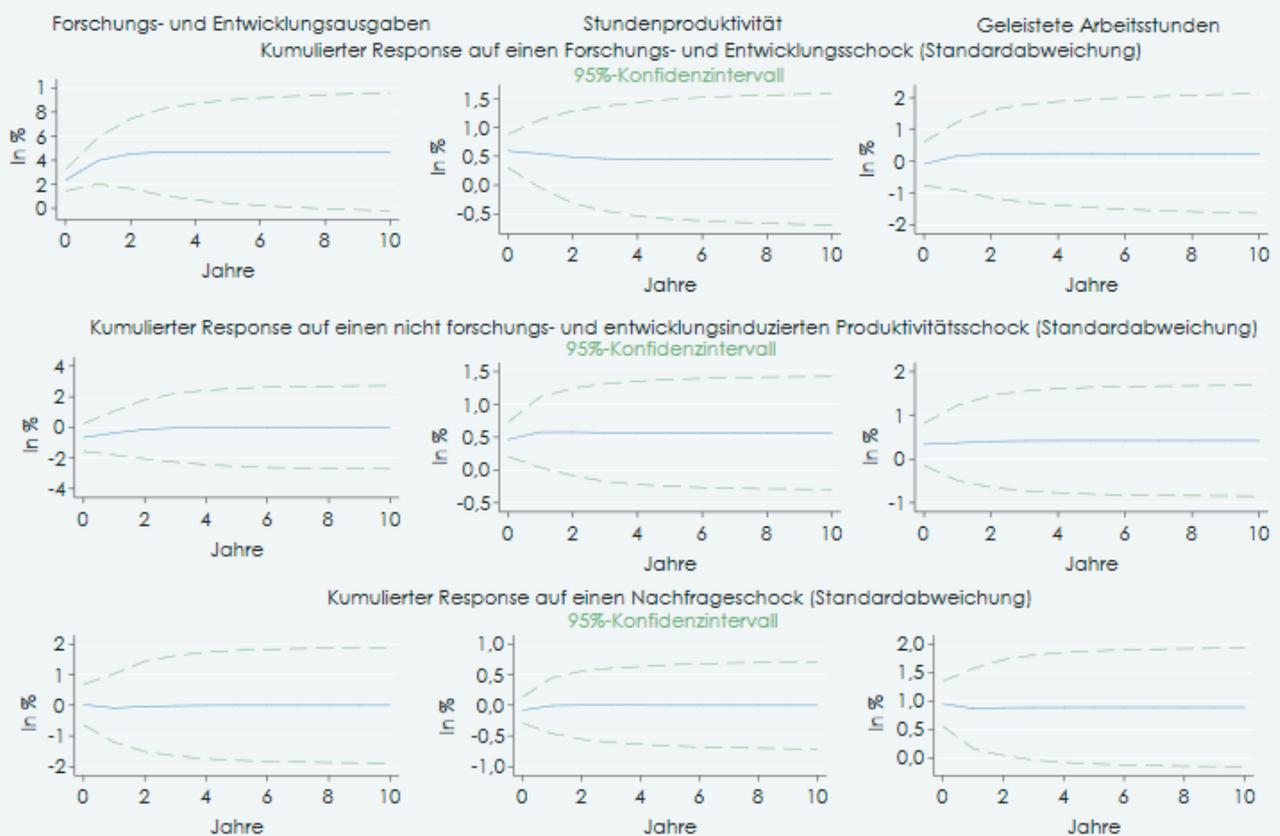
$$(10) \quad \ln RD_t - \ln RD_{t_0} = \tau^r t - (1 - \mu^\delta - (1 - \gamma) \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d + (1 + \mu^\delta - \mu^\rho - \gamma) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^r + (1 - \varphi^\rho + (1 - \gamma) \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d,$$

$$(11) \quad \ln pt_t - \ln pt_{t_0} = \tau^p t + (1 + \gamma \mu^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^p + (\mu^\rho + \gamma) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^r + (\varphi^\rho + \gamma \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d,$$

$$(12) \quad \ln h_t - \ln h_{t_0} = \tau^h t - (1 + \gamma \mu^\theta - \mu^\delta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^p + (\mu^\delta - \mu^\rho - \gamma) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^r + (1 - \varphi^\rho - \gamma \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d.$$

Die angenommenen langfristigen Restriktionen für das strukturelle VAR-Modell ergeben sich, indem man in Gleichung (10)  $(1 - \mu^\delta - (1 - \gamma) \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d = 0$  und  $(1 - \varphi^\rho + (1 - \gamma) \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d = 0$  und in Gleichung (11)  $(\varphi^\rho + \gamma \varphi^\theta) \sum_{i=0}^{t-t_0-1} \sigma_{t-i}^d = 0$  setzt. Dadurch lassen sich aus den Residuen des strukturellen VAR-Modells die strukturellen Schocks  $\sigma_t^d$ ,  $\sigma_t^p$  und  $\sigma_t^r$ , die in den Abbildung 3 und Abbildung 4 zugrunde liegenden Berechnungen verwendet wurden, anhand einer Choleski-Zerlegung berechnen.

Abbildung 3: Kumulierter Impuls-Response der Wirkung eines Forschungs- und Entwicklungsschocks im Umfang einer Standardabweichung auf die Stundenproduktivität und die geleisteten Arbeitsstunden



Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 3 zeigt die kumulierten Impuls-Response-Funktionen des erweiterten strukturellen VAR-Modells. Demnach erhöht ein positiver Schock auf die Wachstumsrate der F&E-Ausgaben im Umfang der Standardabweichung die Wachstumsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors langfristig (kumuliert über zehn Jahre) um 4,7 Prozentpunkte, das Produktivitätswachstum um 0,5 Prozentpunkte und das Wachstum der geleisteten Arbeitsstunden um 0,3 Prozentpunkte. In Summe steigert damit ein derartiger Schock die kumulierte Wachstumsrate des realen BIP nach zehn Jahren um rund

0,8 Prozentpunkte. Ein positiver Schock im Ausmaß der Standardabweichung auf die Wachstumsrate der Investitionen und nicht F&E-bezogenen Innovationen bewirkt hingegen eine langfristige Beschleunigung des Wachstums der Stundenproduktivität um 0,6 Prozentpunkte und der geleisteten Arbeitsstunden um 0,4 Prozentpunkte. Ein positiver Nachfrageschock im Ausmaß einer Standardabweichung erhöht das Wachstum der geleisteten Stunden wiederum um 0,9 Prozentpunkte. Die anderen Transmissionskanäle entfalten hingegen aufgrund der theoretischen Restriktionen keine Wirkung.

### Daten und Datenquellen

Für die Berechnung wurden die mit dem BIP-Deflator deflationierten F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors, das reale BIP je geleistete Arbeitsstunde und die geleisteten Arbeitsstunden verwendet. Der BIP-Deflator wurde der AMECO-Datenbank entnommen, die Daten zum nominellen BIP und den F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors (BERD) stammen von Statistik Austria. Die geleisteten Arbeitsstunden wurden der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) entnommen. Diese Datenreihe ist länger als jene, die von Statistik Austria bereitgestellt wird, ist mit letzterer aber vor allem hinsichtlich des ausgewiesenen Niveaus nicht konsistent. Andererseits korrelieren die Veränderungsraten der beiden Reihen stark positiv miteinander ( $r = 0,93$ ). Da die vorliegende Analyse auf die Wachstumsraten aufbaut und längerer Zeitreihen bedarf, wurden daher die Daten aus der VGR verwendet.

**Ein Rückgang des Wachstums der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors senkt mittelfristig das Wachstum der F&E-Ausgaben, der Stundenproduktivität und des Arbeitsvolumens.**

Nachfrageveränderungen entfalten damit die stärkste kumulierte Wirkung auf das Wachstum des realen BIP über ihren Effekt auf die Veränderung der geleisteten Arbeitsstunden. Veränderungen der F&E-Ausgaben wirken hingegen langfristig primär über die Stundenproduktivität und in geringerem Maße über das Arbeitsvolumen.

Die F&E-Schocks der Jahre 2008 und 2009 schlugen sich mit einem Faktor von 1,7 bzw. 1,5 Standardabweichungen nieder (Abbildung 5) und könnten damit rund 2,5 Prozentpunkte des kumulierten realen BIP-Wach-

tums zwischen 2009 und 2019 gekostet haben<sup>6)</sup>. Spätere positive F&E-Schocks glichen diesen Verlust teilweise aus, doch insgesamt spiegelt der der F&E-Schocks nach der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 die gedämpfte Entwicklung der F&E-Ausgaben im Unternehmenssektor wider. Ein markanter negativer F&E-Schock war bereits 2019 zu beobachten – in diesem Jahr trübten sich die Geschäftserwartungen nach einigen expansiven Jahren wieder stark ein; das dürfte auch eine Neubewertung der F&E-Investitionsvorhaben durch die Unternehmen zur Folge gehabt haben.

**Abbildung 4: Das Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors (BERD) und aggregierte Forschungs- und Entwicklungsschocks**



Q: WIFO-Berechnungen. Die aggregierten Produktivitäts- und Nachfrageschocks wurden durch Anwendung der Methode von Galí (1999) ermittelt. BERD . . . Business Expenditure on Research and Development.

#### 4. Schätzung des Effektes der COVID-19-induzierten Produktivitäts- und Nachfrageschocks auf die F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors

Übersicht 2 zeigt die Ergebnisse einer ökonomischen Schätzung des Einflusses makroökonomischer Produktivitäts- und Nachfrageschocks auf die Veränderungsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors<sup>7)</sup>. Aufgrund des Zusammenhanges zwischen der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben und kontemporären Produktivitäts- und Nach-

frageschocks kann die Entwicklung der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors infolge der COVID-19-Krise anhand der prognostizierten Werte für das reale BIP-Wachstum und der Veränderung des Arbeitsvolumens (Baumgartner et al., 2020) geschätzt werden. Das Ziel ist dabei nicht, eine möglichst exakte

<sup>6)</sup> Das kumulierte reale BIP-Wachstum betrug zwischen 2010 und 2019 rund 15,4%.

<sup>7)</sup> Die Schätzgleichung folgt aus Gleichung (6) im Kasten "Ein strukturelles VAR-Modell mit F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors". Nach einer Reihe von Umformungen erhält man  $\Delta \ln RD_t = (\theta_t - \theta_{t-1}) \Delta \ln RD_{t-1} + [(\delta_t - \delta_{t-1}) - (\rho_t - \rho_{t-1}) - (1 + \gamma) (\theta_t - \theta_{t-1})] \Delta \ln h_{t-1} + \Delta \ln pt_{t-1}$ . Aus dieser Gleichung wird die Schätzgleichung abgeleitet. Diese wurde anhand eines Instrumentalvariablen-Schätzers mittels GMM geschätzt. Der verzögerte Wert des F&E-Wachstums,  $\Delta \ln RD_{t-1}$ , wurde dabei mit dem verzögerten F&E-Schock aus der SVAR-Schätzung und Dummies zu den Ände-

rungen der steuerlichen Forschungsprämie instrumentiert. Die F&E-Schocks sind mit dem Wachstum der F&E-Ausgaben korreliert und stammen aus einer anderen Regression, wodurch sie ein geeignetes Instrument sein könnten; sie sind aber auch mit dem Wachstum der Produktivität und der geleisteten Stunden korreliert; deshalb wird als zusätzliches Instrument eine Variable ergänzt, die die Einführung und Änderungen der Höhe der steuerlichen F&E-Förderung abbildet. Ein Sargan-Hansen-Test legt die Gültigkeit der Instrumente nahe. Aufgrund der geringen Zahl der Beobachtung sind die Koeffizienten aber möglicherweise verzerrt.

Vorhersage der Entwicklung der F&E-Ausgaben oder Konsistenz mit der mittelfristigen Prognose des WIFO (*Baumgartner et al., 2020*) zu erzielen, sondern Anhaltspunkte für die Bandbreite der prognostizierten Effekte der COVID-19-Krise auf den Entwicklungspfad der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors im Rahmen eines autonomen Modells, das Angebots- und Nachfrageschocks abbildet, zu erhalten.

Wie die Regressionsgleichung zeigt, schlägt sich eine Änderung der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors in der Vorperiode um 1 Prozentpunkt in einer Änderung der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben in der Folgeperiode um knapp 0,49 Prozentpunkte nieder. Eine Änderung der Stundenproduktivität in der Vorperiode um 1 Prozentpunkt erhöht die Wachstumsrate der F&E-Ausgaben in der aktuellen

Periode um 1,34 Prozentpunkte, während Veränderungen der Wachstumsrate der geleisteten Arbeitsstunden keine statistisch signifikante Auswirkung auf die Wachstumsrate der F&E-Ausgaben in der aktuellen Periode haben<sup>8)</sup>.

Wichtig für die Einschätzung der Wirkung von Krisen auf das F&E-Wachstum ist aber die Wirkung der Produktivitäts- und Nachfrageschocks. Ein Produktivitätsschock in der Größenordnung einer Standardabweichung schlägt sich in einem Anstieg der Wachstumsrate der F&E-Ausgaben um 1,6 Prozentpunkte in derselben Periode nieder. Nachfrageschocks scheinen hingegen leicht antizyklisch zu wirken, haben jedoch keine statistisch signifikante Wirkung auf die Wachstumsrate der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors<sup>9)</sup>.

**Übersicht 2: Regressionsanalyse zu den Auswirkungen von Produktivitäts- und Nachfrageschocks auf das Wachstum der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors (BERD)**

	Koeffizient	Robuster Standardfehler	z	P >  z
Veränderungsrate der Forschungs- und Entwicklungsausgaben $\Delta \ln (BERD) (t)$				
Veränderungsrate der Forschungs- und Entwicklungsausgaben $(t-1)$	0,489	0,157	3,04	0,002
Veränderungsrate der Stundenproduktivität $(t-1)$	1,342	0,416	3,23	0,001
Veränderungsrate der geleisteten Arbeitsstunden $(t-1)$	0,186	0,279	0,66	0,507
Produktivitätsschock $(t)$	0,0161	0,004	4,25	0
Nachfrageschock $(t)$	-0,004	0,004	-0,85	0,396
Konstante	0,016	0,009	1,65	0,09
Zahl der Beobachtungen	19			
R <sup>2</sup>	0,68			

Q: WIFO-Berechnungen. IV-GMM-Schätzer. Instrumentierte Variable: Veränderungsrate der Forschungs- und Entwicklungsausgaben  $(t-1)$ . Instrumente: Veränderungsrate der Stundenproduktivität  $(t-1)$ , Veränderungsrate der geleisteten Arbeitsstunden  $(t-1)$ , Produktivitätsschock  $(t)$ , Nachfrageschock  $(t)$ , Forschungs- und Entwicklungsschock, Forschungsprämien-Indikator. BERD . . . Business Expenditure on Research and Development.

Um nun die Auswirkungen der COVID-19-Krise auf das Wachstum der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors im Jahr 2020 einschätzen zu können, wurden anhand des vom WIFO prognostizierten Rückganges des realen BIP und der geleisteten Arbeitsstunden (*Baumgartner et al., 2020*) mittels einer bivariaten SVAR-Schätzung (Kapitel 2) die entsprechenden Produktivitäts- und Nachfrageschocks errechnet und in die Schätzgleichung eingesetzt.

Demnach würden die F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors im Jahr 2020 mit +0,2% markant schwächer wachsen als 2019 (knapp -5 Prozentpunkte). Die Schwankungsbreite der Schätzung ist naturgemäß hoch: Im optimistischen Fall würde der Rückgang lediglich 0,9 Prozentpunkte und im pessimistischen Fall bis zu 10 Prozentpunkte betragen. Zieht man die Impuls-Response-Analyse aus Kapitel 3 heran, so würde dieser Rückgang das kumulierte Wachstum der F&E-Ausgaben in den kommenden zehn Jahren um knapp 6 Prozentpunkte

**Legt man den vom WIFO prognostizierten Rückgang des realen BIP und des Arbeitsvolumens zugrunde, so könnte 2020 das Wachstum der F&E-Investitionen um knapp 5 Prozentpunkte geringer ausfallen als 2019.**

<sup>8)</sup> Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass das Wachstum der Stundenproduktivität eine wichtige Komponente für die Entwicklung der geleisteten Arbeitsstunden ist, über die ein indirekter Einfluss auf das Wachstum der F&E-Ausgaben ausgeübt wird (vgl. Gleichungen (4) und (5) im Kasten "Ein strukturelles VAR-Modell mit F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors"). Da das Wachstum der Stundenproduktivität bereits in der

Regressionsgleichung berücksichtigt wird, ist eine statistisch signifikante Wirkung nicht mehr gegeben.  
<sup>9)</sup> Die hier berücksichtigten Produktivitäts- und Nachfrageschocks sind die in Kapitel 2 eingeführten strukturellen Schocks aus einem bivariaten SVAR, die in der Literatur als Angebots- und Nachfrageschocks interpretiert werden (Kapitel 1).

verringern<sup>10)</sup>. Zwar dürfte der Rückgang des Wachstums der F&E-Investitionen nach Abklingen der Krise teilweise kompensiert werden. Aufgrund von Verhaltensanpassungen der Unternehmen könnte jedoch der langfristige Wachstumspfad wie nach der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 neuerlich sinken. Ob dieser Fall eintritt, wird in einem hohen Ausmaß von der Stabilisierung der Geschäftserwartungen und der Abnahme der Unsicherheit abhängen.

## 5. Wirtschaftspolitische Implikationen

Die Bedeutung der COVID-19-Krise auf die Entwicklung der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors liegt vor allem in ihren langfristigen Effekten und damit der Nachwirkung der Krise über das Jahr 2020 hinaus. Ist es möglich, die negativen Effekte der Krise auf Forschung und Entwicklung der Unternehmen zu minimieren, dann werden auch die langfristigen Kosten der Krise niedriger ausfallen.

Die Kombination von Angebots- und Nachfrageschocks, die durch die COVID-19-Krise ausgelöst wurden, kann sich, so wird argumentiert, selbst bei einer erfolgreichen Stabilisierung der aggregierten Nachfrage durch expansive geld- und fiskalpolitische Maßnahmen langfristig negativ auf das Produktivitätswachstum und damit auf das Wachstum des realen BIP auswirken. Der Einschränkung der F&E-Investitionen kommt dabei eine bedeutende Rolle zu; die gleichzeitige Rücknahme von Anlageninvestitionen verstärkt diese Effekte nochmals. Finanzierungsbeschränkungen, die Unsicherheit des wirtschaftlichen Umfeldes und die damit verbundenen negativen Geschäftserwartungen sind für diese Entwicklungen in hohem Maß maßgebend (Reinstaller, 2019).

Der Sicherung der Liquidität von Unternehmen kommt damit in der Krise eine bedeutende Rolle zu, damit auch die langfristigen Effekte der Krise minimiert werden. Sowohl die Europäische Zentralbank als auch die österreichische Bundesregierung haben umfassende expansive Maßnahmen ergriffen, um die Liquidität der Unternehmen sicherzustellen. Während die EZB mit dem Pandemic Emergency Purchasing Programme (PEPP) im Umfang von 750 Mrd. € (Stand 11. April 2020) versucht, die Refinanzierungskosten der Banken für Kredite gering zu halten und

Die Stundenproduktivität würde bei einer Dämpfung des Wachstums der F&E-Ausgaben im Jahr 2020 um 5 Prozentpunkte um knapp 0,6 Prozentpunkte schwächer steigen, die geleisteten Arbeitsstunden um 0,3 Prozentpunkte – immer unter der Annahme, dass keine Anpassungsreaktionen erfolgen. Diese Schätzung berücksichtigt nur den negativen F&E-Schock, nicht den zugleich auftretenden negativen Schock hinsichtlich der nicht F&E-bezogenen Produktivitätsveränderungen, der diese Effekte verstärken würde<sup>11)</sup>.

damit günstige Kreditbedingungen für Unternehmen und private Haushalte sicherzustellen, besteht ein substanzieller Teil der fiskalpolitischen Maßnahmen des 41 Mrd. € umfassenden Stützungspaketes der österreichischen Bundesregierung in Kreditgarantien, der Übernahme von Betriebskosten bei Umsatzausfällen (beides im Rahmen des Notfallfonds) sowie in Garantien und Haftungen, die durch die Austria Wirtschaftsservice (AWS) oder die Oesterreichischen Kontrollbank (OeKB) übernommen werden (vgl. Pekařov, 2020). Maßnahmen zur Sicherung der Liquidität der Unternehmen, ein kontinuierlicher und unbürokratischer Zugang zur Forschungsförderung und die Stabilisierung der Nachfrage sind geeignete Mittel, um die F&E-Ausgaben der Unternehmen zumindest teilweise auf einem hohen Niveau zu halten und die negativen Auswirkungen ihrer Abschwächung auf das Produktivitätswachstum zu minimieren.

Schwieriger ist es jedoch, die Erwartungen zu stabilisieren und die Unsicherheit zu verringern. Die Unsicherheit erhöht sich massiv angesichts der weitreichenden und schwer einzuschätzenden Verzweigung der Auswirkungen der Krise und vor allem auch wegen des Risikos einer neuerlichen COVID-19-Infektionswelle, ohne dass Schutzimpfungen oder wirksame medizinische Behandlungen verfügbar wären. Seit die ersten behördlichen Schließungsmaßnahmen in Österreich in Kraft traten, verschlechterten sich die Einschätzungen und Erwartungen der österreichischen Unternehmen zur Entwicklung der Geschäftslage, ähnlich wie in Deutschland und dem gesamten Euro-Raum, zum Teil dramatisch. Zu Beginn der COVID-19-Krise erhöhte sich die Unsicherheit erheblich; zuletzt war jedoch eine leichte Verbesserung der Einschätzung der Geschäftslage zu

Stundenproduktivität und nicht auf jene des Unternehmenssektors allein geschätzt. Damit fällt der Effekt kleiner aus. Zudem wurde hier die Veränderung der F&E-Ausgaben in unterschiedliche Schockkomponenten zerlegt und nur der Effekt der F&E-Schocks, also der unterstellten Verhaltensveränderung hinsichtlich der F&E-Investitionen, dargestellt.

**Bei anhaltender hoher Unsicherheit könnte sich eine antizyklische Ausweitung von Innovations- und F&E-Förderungen als notwendig erweisen, um Innovationsfähigkeiten wieder anzustoßen.**

<sup>10)</sup> Das kumulierte Wachstum der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors betrug zwischen 2010 und 2019 57,7%.

<sup>11)</sup> Diese Effekte sind niedriger als die üblichen geschätzten F&E-Elastizitäten auf Produktivität oder Wertschöpfung (vgl. Hall – Mairesse – Mohnen, 2010). Sie sind aber auch mit bestehenden Studien nicht vergleichbar. In der vorliegenden SVAR-Analyse wurde der Effekt einer Veränderung der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors auf die gesamtwirtschaftliche

erkennen<sup>12)</sup>. Baker et al. (2020) dokumentieren kurz nach dem Ausbruch der Krise einen Anstieg der Unsicherheit in der Wirtschaft, der gemäß ihren Unsicherheitsindikatoren das während der Weltwirtschaftskrise 1929/1933 beobachtete Ausmaß erreichte. Eine derart massive Verunsicherung kann die Investitionstätigkeit der Unternehmen nachhaltig dämpfen, sodass expansive Geld- und Fiskalpolitik nur mehr sehr beschränkt wirken (Benigno – Fornaro, 2018, Fornaro – Wolf, 2020). Dies gilt insbesondere, wenn das allgemeine Zinsniveau schon sehr niedrig ist (vgl. z. B. Mody, 2019).

Glaubhaften und international koordinierten Maßnahmen zur Minimierung des Risikos einer neuerlichen COVID-19-Infektionswelle kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. Sollte dies zusammen mit den umfassenden geld- und fiskalpolitischen Maßnahmen nicht ausreichen, um die Erwartungen zu stabilisieren, sodass das Investitionsverhalten der Unternehmen sich normalisiert, dann wären einerseits die Ausweitung der öffentlichen Förderungen für

Forschung und Innovation und andererseits spezifische Förderungen für Investitionen notwendig, um ein kontinuierliches Produktivitätswachstum sicherzustellen (Benigno – Fornaro, 2018). Solche Maßnahmen wurden während der Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise 2008/09 in Deutschland im Rahmen des Konjunkturpaketes II beschlossen und im ZIM-Programm (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) umgesetzt. Sie trugen, wie Evaluierungen zeigen, zur Stabilisierung von Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung bei (Brautzsch et al., 2015) und hatten nur zeitlich beschränkt den Effekt einer Verdrängung privater F&E-Investitionen (Hud – Hussinger, 2015).

Derartige Maßnahmen müssten durch komplementäre umfangreiche öffentliche Investitionsprogramme in strategischen Wirtschaftsbereichen, öffentliche Beschaffung und eine verstärkte Missionsorientierung der Forschungsförderung ergänzt werden, mit dem Ziel die Resilienz der Wirtschaftsstruktur zu erhöhen und zugleich Nachfrage nach neuen Technologien zu schaffen.

## 6. Literaturhinweise

- Archibugi, D., Filippetti, A., Frenz, M., "Economic crisis and innovation: is destruction prevailing over accumulation?", *Research Policy*, 2013, 42(2), S. 303-314.
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Stephen, T. J., "COVID-Induced Economic Uncertainty", NBER Working Paper, 2020, (26983).
- Baumgartner, J., Kaniowski, S., Bierbaumer-Polly, J., Glocker, Ch., Huemer, U., Loretz, S., Mahringer, H., Pitlik, H., "Die Wirtschaftsentwicklung in Österreich im Zeichen der COVID-19-Pandemie. Mittelfristige Prognose 2020 bis 2024", WIFO-Monatsberichte, 2020, 93(4), S. 239-265, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/65916>.
- Benigno, G., Fornaro, L., "Stagnation traps", *Review of Economic Studies*, 2018, 85, S. 1425-1470.
- Bloom, N., Jones, C. I., Van Reenen, J., Webb, M., "Are ideas getting harder to find?", *American Economic Review*, 2020, 110, S. 1104-1144.
- Brautzsch, H. U., Guenther, J., Loose, B., Ludwig, U., Nulsch, N., "Can R&D subsidies counteract the economic crisis? Macroeconomic effects in Germany", *Research Policy*, 2015, 44, S. 623-633.
- Bresnahan, T. F., "Generality, Recombination, and Reuse", in Lerner, J., Stern, S. (Hrsg.), *The Rate and Direction of Inventive Activity Revisited*, University of Chicago Press, Chicago, 2012, S. 611-656.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A., *The Second Machine Age*, Norton & Co., New York, 2014.
- di Mauro, F., Syverson, C., *The COVID crisis and productivity growth*, VOX – CEPR Policy Portal, 16. April 2020, <https://voxeu.org/article/covid-crisis-and-productivity-growth> (abgerufen am 16. 4. 2020).
- Dosi, G., "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, 1988, 26(3), S. 1120-1271.
- Fornaro, L., Wolf, M., *Coronavirus and macroeconomic policy*, VOX – CEPR Policy Portal, 10. März 2020, <https://voxeu.org/article/coronavirus-and-macroeconomic-policy> (abgerufen am 8. 4. 2020).
- Galí, J., "Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?", *American Economic Review*, 1999, 89(1), S. 249-271.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P., "Measuring the returns to R&D", Kapitel 24 in Hall, B. H., Rosenberg, N. (Hrsg.), *Handbook of the Economics of Innovation*. Vol. 2, North Holland, Amsterdam, 2010, S. 1033-1082.
- Hözl, W., Klien, M., Kügler, A., "Konjunktüreinschätzung stürzt infolge der COVID-19-Pandemie ab. Ergebnisse der Quartalsbefragung des WIFO-Konjunkturtests vom April 2020", WIFO-Monatsberichte, 2020, 93(5), S. 337-345, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/66018>.
- Hözl, W., Kügler, A., "Reaktionen der Unternehmen auf die COVID-19-Krise. Eine Analyse auf Basis der Sonderbefragung im Rahmen des WIFO-Konjunkturtests vom April 2020", WIFO-Monatsberichte, 2020, 93(5), S. 347-353, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/66019>.

<sup>12)</sup> Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests vom April und Mai 2020: [https://www.ikt.at/index.php?id=56&no\\_cache=1](https://www.ikt.at/index.php?id=56&no_cache=1) (abgerufen am 24. 6. 2020); Deutschland:

<https://www.ifo.de/node/53943> (abgerufen am 13. 4. 2020) und <https://www.ifo.de/node/56337> (abgerufen am 24. 6. 2020).

- Hölzl, W., Reinstaller, A., "Sectoral and aggregate technology shocks: is there a relationship?", in "Growth and Employment in Industrialized Countries – Challenges and Options", *Empirica*, 2005, 32(1), S. 45-72.
- Hud, M., Hussinger, K., "The impact of R&D subsidies during the crisis", *Research Policy*, 2015, 44, S. 1844-1855.
- Jones, B. F., "The burden of knowledge and the 'death of Renaissance man': Is innovation getting harder?", *Review of Economic Studies*, 2009, 76, S. 283-317.
- Mody, A., The ECB has reached its political limits. Its consequences in eight charts, VOX – CEPR Policy Portal, 11. 2. 2019, <https://voxeu.org/content/ecb-has-reached-its-political-limits-its-consequences-eight-charts>.
- Pasinetti, L. L., *Structural Economic Dynamics: A Theory of the Economic Consequences of Human Learning*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- Paunov, C., "The global crisis and firms' investments in innovation", *Research Policy*, 2012, 41, S. 24-35.
- Pekanov, A., "Antworten der internationalen Wirtschaftspolitik auf die COVID-19-Krise", *WIFO-Monatsberichte*, 2020, 93(4), S. 275-284, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/65918>.
- Reinstaller, A., "Produkteinführungen österreichischer Unternehmen und Konjunkturschwankungen", *WIFO-Monatsberichte*, 2019, 92(3), S. 173-182, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/61702>.
- van Ophem, H., van Giersbergen, N., van Gardern K. J., Bun, M., "The cyclicity of R&D investment revisited", *Journal of Applied Econometrics*, 2017, 34(2), S. 315-324.
- Weitzman, M. L., "Recombinant growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1998, 113, S. 331-360.