

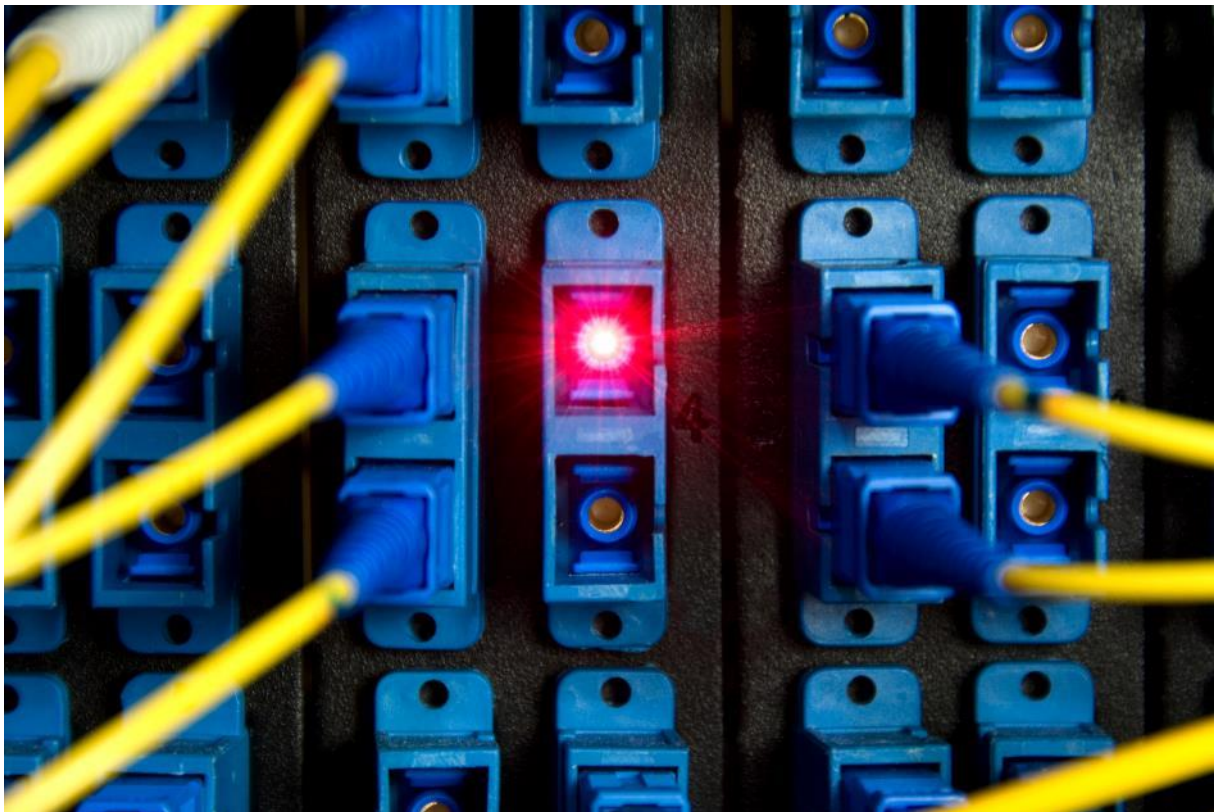
Abschlussbericht

---

# Evaluation des BMBF- Förderprogramms „Photonik Forschung Deutschland“

---

Kurzfassung



Abschlussbericht

---

# Evaluation des BMBF- Förderprogramms „Photonik Forschung Deutschland“

---

**Von**

Dr. Thomas Stehnen  
Michael Astor  
Michael Neumann  
Jonathan Aton Talamo

Michael Ploder  
Marija Breitfuss-Loidl  
Riccarda Rosenball

Dr. Christian Rammer  
Dr. Sandra Gottschalk  
Prof. Dr. Bettina Peters

**Im Auftrag des**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

**Abschlussdatum**

Mai 2021

# Das Unternehmen im Überblick

## Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie – unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft – durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 150 Expertinnen und Experten ist das Unternehmen an acht Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München und Stuttgart. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

**Geschäftsführer**  
Christian Böllhoff

**Rechtsform**  
Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel  
Handelsregisternummer  
CH-270.3.003.262-6

**Präsident des Verwaltungsrates**  
Dr. Jan Giller

**Handelsregisternummer**  
Berlin HRB 87447 B

**Gründungsjahr**  
1959

**Umsatzsteuer-Identifikationsnummer**  
DE 122787052

**Arbeitssprachen**  
Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

**Prognos AG**  
St. Alban-Vorstadt 24  
4052 Basel | Schweiz  
Tel.: +41 61 3273-310  
Fax: +41 61 3273-300  
Weitere Standorte

**Prognos AG**  
Goethestr. 85  
10623 Berlin | Deutschland  
Tel.: +49 30 5200 59-210  
Fax: +49 30 5200 59-201

**Prognos AG**  
Domshof 21  
28195 Bremen | Deutschland  
Tel.: +49 421 845 16-410  
Fax: +49 421 845 16-428

**Prognos AG**  
Résidence Palace, Block C  
Rue de la Loi 155  
1040 Brüssel | Belgien  
Tel: +32 280 89-947

**Prognos AG**  
Werdener Straße 4  
40227 Düsseldorf | Deutschland  
Tel.: +49 211 913 16-110  
Fax: +49 211 913 16-141

**Prognos AG**  
Heinrich-von-Stephan-Str. 17  
79100 Freiburg | Deutschland  
Tel.: +49 761 766 1164-810  
Fax: +49 761 766 1164-820

**Prognos AG**  
Hermannstraße 13  
(C/O WeWork)  
20095 Hamburg | Deutschland  
Tel.: +49 40 554 37 00-28

**Prognos AG**  
Nymphenburger Str. 14  
80335 München | Deutschland  
Tel.: +49 89 954 1586-710  
Fax: +49 89 954 1586-719

**Prognos AG**  
Eberhardstr. 12  
70173 Stuttgart | Deutschland  
Tel.: +49 711 3209-610  
Fax: +49 711 3209-609

---

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos\_ag

---

## Ergebnisse im Überblick

---

### Ausgangssituation und Ziele des Programms

Die **Photonik** wird sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene als **Key Enabling Technology** angesehen, die Lösungen für eine Vielzahl von Anwendungen bereitstellt. Dies reicht von der Beleuchtung, Materialbearbeitung und Energiegewinnung über die Optik, Bilderfassung und Sensorik bis hin zur Mikroelektronik, Datenverarbeitung und Medizintechnik. Diese Vielfalt von Anwendungskontexten und Branchen weist darauf hin, dass höchst unterschiedliche Schnittstellen von Forschung und perspektivischer Verwertung mit dem Förderprogramm „Photonik Forschung Deutschland“ (PFD) angesprochen werden. Kooperationen mit anderen wichtigen Schlüsseltechnologien, die Erschließung von Leitmärkten und die Verbesserung der Adaptions- und Absorptionsfähigkeit der Anwenderunternehmen stehen somit im Mittelpunkt des Programms, das im Kern die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Photonik-Sektors in Forschung, Entwicklung und Produktion zu stärken sucht. Darüber hinaus ist es bestrebt, Impulse für die Anwendung neuer photonischer Technologien in den beschriebenen unterschiedlichen Kontexten zu setzen. Mit dem Anspruch, eine technologische Spitzenstellung in diesem Forschungsgebiet zu entwickeln und zu behaupten, verortet sich die Förderung in der Hightech-Strategie des Bundes. Die zentrale Maßnahme dafür ist die verbundorientierte Projektförderung, begleitet von Vernetzungsangeboten innerhalb Deutschlands und Europas sowie verbundenen Maßnahmen im Bereich Qualifikation und Nachwuchsförderung. Die inhaltliche Ausgestaltung erfolgt in Abstimmung mit einem begleitenden Programmausschuss und entsprechenden Agenda-Prozessen unter Einbeziehung zahlreicher Stakeholder.

Das Programm PFD umfasst zum Datenerhebungszeitpunkt (28.02.2020) ein **Gesamtfördervolumen von 689,2 Mio. Euro**, welche während des Zeitraums von 2012-2020 bewilligt wurden. Es wurden **insgesamt 1.488 Vorhaben** gefördert. Davon wurden 352 von Großunternehmen, 540 von KMU, 304 von Hochschulen und 277 von außeruniversitären Forschungseinrichtungen durchgeführt.

Das Evaluationsteam der Prognos AG mit seinen Unterauftragnehmern Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und Joanneum Research führte eine Erfolgskontrolle im Sinne der Bundeshaushaltsordnung durch. Hierbei rücken Zielerreichung, Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit in den Mittelpunkt der Analysen. Insbesondere mit Blick auf zukünftige Fördermaßnahmen sollten neben der ex post-Analyse die Steuerungselemente untersucht werden, die für

den Programmverlauf maßgeblich waren und als Erfolgsfaktoren in weitere Maßnahmen der Technologie- und Innovationsförderung des Bundes einfließen sollten. Die Evaluierung von PFD erprobte ein **neues Instrumentarium in der Evaluation von BMBF-Programmen der Forschungsförderung**. Mit aufwendigen Kontrollgruppenanalysen sollte der kausale Beitrag der Förderung zu den ökonomischen und innovationspolitischen Programmzielen identifiziert werden. Die Nutzung von Längsschnittdaten des Mannheimer Innovationspanels (MIP) ermöglichte es, die Entwicklung der geförderten Unternehmen vor, während und nach Ablauf der geförderten Vorhaben zu untersuchen und mit Kennziffern nicht geförderter Unternehmen zu vergleichen. Hierfür kamen methodisch Differenz-in-Differenzen- sowie Matching-Analysen zum Einsatz. Darüber hinaus verfolgte die Evaluation einen multimethodischen Ansatz mit einer Vollerhebung aller geförderten Vorhaben, der Befragung von nicht berücksichtigten Skizzeneinreichern, Gesprächen mit Expertinnen und Experten, Fallstudien, einer international vergleichenden Analyse des Patentportfolios, einer Publikationsanalyse und der Reflexion in einem begleitenden Expertenkreis. Diesem gilt unser ausdrücklicher Dank für die konstruktive Zusammenarbeit und die kritische Auseinandersetzung mit unseren empirischen Befunden.

Die Datenbasis der Befragung besteht aus 567 Antworten von Zuwendungsempfängern (66 % Rücklaufquote) sowie 136 Antworten von Antragstellern ohne erfolgreiche Skizzeneinreichungen (30 % Rücklaufquote). Es wurden 49 Fachgespräche geführt, für Fallstudien insgesamt 16 Interviews. Die Grundlage der Kontrollgruppenanalysen sind die Daten des Mannheimer Innovationspanels. Die Publikationsanalyse nutzt in der Scopus-Datenbank erfasste Artikel und Konferenzbeiträge aus dem Förderzeitraum.

Zu betonen ist, dass die **Forschungsförderung des BMBF** und damit auch das Programm *Photonik Forschung Deutschland im vorwettbewerblichen Bereich* agieren und damit dem Rahmen des europäischen Beihilferechts entsprechen. Mit Abschluss der einzelnen Vorhaben können und dürfen somit keine unmittelbar marktfähigen Dienstleistungen und Produkte vorliegen, was insbesondere bei der Erfassung und Bewertung der Programmwirkungen zu berücksichtigen ist.

## **Zielerreichung**

**Die internationale Wettbewerbsfähigkeit** deutscher Photonik-Unternehmen und die Forschungsleistung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Hochschulen **wurden durch die Förderung gestärkt**. 23,9 % der Unternehmen konstatieren diesen Effekt bereits zum Befragungszeitpunkt der Evaluation, mehr als die Hälfte der Unternehmen erwartet dies in den kommenden

drei Jahren (50,7 %). Als Indiz für die technologische Spitzenstellung der wissenschaftlichen Partner kann eine deutliche Zunahme der Veröffentlichungen mit internationalen Co-Autoren gesehen werden.

Die Vorhabensergebnisse finden ihre **Verwertungsperspektive v. a. in den Bereichen Life Science/Medizintechnik, Automatisierung, Messtechnik/Analytik und im Fahrzeugbau**. Darüber hinaus setzen sie neue Impulse für weitere Forschung in Unternehmen und Wissenschaft. Damit werden sowohl relevante Leitmärkte angesprochen als auch die Schnittstellen zu wichtigen Schlüsseltechnologien besetzt. Mit den Forschungsergebnissen, gemessen am Technology Readiness Level (TRL), vollziehen die Geförderten wichtige Schritte von der Forschung zur Anwendung. Die Unternehmen besetzen mit ihren spezialisierten und hochpreisigen Produkten eher Nischen- als Massenmärkte. Sie stehen in einem Wettbewerb, der eher über Qualität, produktbegleitende Dienstleistungen, kundenspezifische Zuschnitte und anspruchsvolle Nutzungsmöglichkeiten gewonnen wird als über den Preis oder große Absatzmengen.

**Die Förderung**, die an das Vorläuferprogramm „Optische Technologien – Made in Germany“ anknüpfte, **leistete einen wesentlichen Beitrag zur Schaffung eines Innovationsökosystems und verbesserte** damit die **Rahmenbedingungen für die deutsche Photonik-Branche nachhaltig**. Das Spezialisierungswissen, die Kompetenzen und technischen Infrastrukturen der Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen sind den Akteuren in diesem Ökosystem weitgehend bekannt. Damit werden die Grundlagen für leistungsfähige Forschungsverbünde geschaffen. Mehr als die Hälfte der Unternehmen und 65 % der Wissenschaftseinrichtungen haben sich durch die Förderung Kontakte zu neuen industriellen Partnern erschlossen. **Knapp ein Viertel der Unternehmen ist jünger als zehn Jahre**, sodass **junge forschungsintensive Unternehmen** in diesem Ökosystem **kooperative Verankerung und Entwicklungsperspektiven** finden.

## **Wirkungen**

Die quantitative Wirkungsanalyse zeigte, dass die Förderung deutlich die **FuE-Tätigkeit** der PFD-geförderten Unternehmen **gestärkt** hat. Dies lässt sich an der Erhöhung der FuE-Intensität (FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes) während des Förderzeitraums und am Anstieg der FuE-Beschäftigung während und nach der Förderung belegen. Auch die **Innovationsleistung** der PFD-geförderten Unternehmen wurde gestärkt, was sich an der Zahl der **Produktinnovationen mit einem hohen Neuheitsgrad** („Marktneuheiten“) und dadurch erzielte Umsatzerlöse in Höhe von ca. 1,1 Mrd. Euro zeigt. Dieser Effekt wirkt über den Zeitraum der Förderung hinaus und manifestiert sich in einer Erhöhung der Exporttätigkeit.

Bezogen auf die **Höhe der FuE-Ausgaben** ergibt sich ein **Hebeleffekt** (eigenfinanzierte FuE-Ausgaben je öffentliche Fördermittel) **von 1,7**. Dieser Hebeleffekt ist als hoch einzustufen. Im Bereich der FuE-Beschäftigung hat die PFD-Förderung zur Schaffung von ca. 1.100 zusätzlichen FuE-Arbeitsplätzen in den PFD-geförderten Unternehmen geführt. Für die zwei Jahre nach Ende der Förderung zeigen sich zusätzliche Effekte im Ausmaß von knapp 2.000 FuE-Arbeitsplätzen, woraus sich ein Gesamteffekt von **3.100 Arbeitsplätzen im Bereich FuE** ergibt. Dies entspricht ca. 1,8 % aller FuE-Arbeitsplätze in Unternehmen, die eine PFD-Förderung erhalten haben.

Hinsichtlich der Aspekte Gesamtbeschäftigung, Gesamtumsatz und Investitionen zeigten die Analysen zum Evaluationszeitpunkt keine signifikanten Beiträge der Förderung. Die Impulswirkung liegt somit v. a. am Beginn der Innovationsprozesskette, was auch im Mittelpunkt der Zielsetzungen einer Forschungsförderung stehen sollte.

### **Wirtschaftlichkeit**

**Vollzugswirtschaftlichkeit:** Der Anteil der Kosten für den Projektträger (PT) stieg von 6,6 % (2013) auf 8,7 % (2018) des jährlich bewilligten Fördervolumens, im Mittel waren dies 7,8%. Damit liegen die Administrationskosten inkl. der begleitenden Maßnahmen im mittleren Bereich der Programmförderung. In diesen Kosten sind die jährlich für die begleitenden Maßnahmen INNOVUM Photonik aufgewendeten Mittel enthalten. Festzuhalten ist eine außerordentlich hohe Qualität der Leistungserbringung des Projektträgers, dem eine hohe fachliche Kompetenz und eine ausgeprägte Dienstleistungsorientierung zugesprochen wird. Gleichzeitig wurden Aufgaben des Community Building sowie entsprechende Funktionen in internationalen Aktivitäten (ERA-Net, Photonics21) wahrgenommen.

**Maßnahmenwirtschaftlichkeit:** Die insgesamt überdurchschnittlich hohen Programmwirkungen (z. B. Hebeleffekt in Bezug auf FuE-Ausgaben sowie FuE-Beschäftigung in Unternehmen) belegen, dass die Maßnahmenwirtschaftlichkeit des Programms „Photonik Forschung Deutschland“ gegeben ist. Darüber hinaus wird das funktionierende Innovationsökosystem Photonik-Forschung mit seinen Spezialisierungsvorteilen in der Forschungslandschaft und einer profilierten Arbeitsteilung wesentlich durch die Förderung gestärkt und kann sich auf dieser Grundlage weiterentwickeln. Gerade den Unternehmen wird es ermöglicht, sich Forschungsthemen zu erschließen, die für ihr zukünftiges Leistungsportfolio von großer Bedeutung sind. Sie schaffen damit die Basis für eine Profilierung im internationalen Wettbewerb.

## **Programmspezifische Empfehlungen**

Die Förderung des Programms „Photonik Forschung Deutschland“ (PFD) hat ein Ökosystem entwickelt und gestärkt, das Spezialisierung ermöglichte, neue Kooperationsmöglichkeiten eröffnet hat und Industrieunternehmen die Chance bot, sich neue Forschungsfelder zu erschließen. Eine **Fortsetzung der Förderung ist dringend angeraten**, um dieses hochdynamische Forschungsfeld mit Schnittstellen zu vielfältigen Anwenderbranchen weiterzuentwickeln.

Die wesentlichen Instrumente der Verbundförderung, des Community Building, des Agenda Settings und auch der Öffnung zu den europäischen Photonikaktivitäten sollten weiterhin gezielt unterstützt werden. Perspektiven der Weiterentwicklung zeigen sich v. a. in einer Öffnung für neue Anwendungsfelder und Disziplinen, aber auch in der Erneuerung der Grundlagenkompetenz sowie in der Ermöglichung von zusätzlicher experimenteller und stärker risikobehafteter Forschung. Das Ökosystem sollte folglich um weitere Akteure, Forschungsfragen und ggf. neue Förderformate ergänzt und das Instrument der wissenschaftlichen Vorprojekte intensiver genutzt werden.

## **Übergreifende Handlungsleitlinien**

Die Perspektive, nicht nur Forschung zu fördern, sondern ein Innovationsökosystem zu entwickeln und zu stärken, verknüpft mit einer langfristigen Ausrichtung der Forschungsförderung, bietet die Grundlage für Spezialisierung und die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit in Wissenschaft und Wirtschaft. Maßnahmen des Community Building erhalten darin einen hohen Stellenwert und sollten stets Interaktion und die Öffnung neuer Schnittstellen vorsehen.

Ein pragmatischer und fachlich qualifizierter Projektträger ist für die Wahrnehmung des Programms in der Community sehr wichtig. Die Einbindung in die europäischen Aktivitäten sowie eine strikte Dienstleistungsorientierung, die neben der Administration Themen- und Netzwerkentwicklung aufgreift, sind entscheidende Erfolgsfaktoren.

Das Agenda Setting sollte unter Einbezug wesentlicher Stakeholder erfolgen und ausreichende Spielräume für eine agile (Nach-)Steuerung vorsehen. Kontinuität und Flexibilität sind notwendige Steuerungsprinzipien, die sich nicht ausschließen, sondern in hoch dynamischen Technologien im Wechselspiel zueinanderstehen sollten. Die Offenheit für neue und ggf. unkonventionelle Ansätze sollte nicht einem hohen Anwendungsbezug und einem zu engen industriellen Verwertungsfokus geopfert werden.



Die FuE-Förderung muss dem Technologiereifegrad angemessen sein. Eine Fokussierung auf anwendungsorientierte Verbundforschung und die Leitung der Verbünde durch die Industrie sind bei einem vorangeschrittenen TRL zielführend.

Nicht zuletzt: Die Forschungsförderung liegt zeitlich deutlich vor der Verwertung in Form neuer Produkte und Dienstleistungen und in einem noch größeren zeitlichen Abstand zu möglichen Wachstums- und Beschäftigungseffekten. Gerade bei komplexen Technologien, die Perspektiven in neuen Anwendungsfeldern eröffnen sollen, ist nicht kurzfristig mit ökonomischen Erträgen zu rechnen. Die Geförderten agieren mit unterschiedlichen Rationalitäten, die im Rahmen des Zweckzwecks legitim sind: Forschung mit einer konkreten Marktperspektive zu betreiben, steht gleichberechtigt neben der Option, Kompetenzen in neuen Forschungsfeldern zu entwickeln, die erst mittelfristig ihre Anwendung finden.

### **Kurze Methodenreflexion**

Mit der **quantitativen Wirkungsanalyse** wurde ein **neuer Weg in der Programmbewertung** der Forschungsförderung beschritten. In der Umsetzung zeigte sich, dass die Methode der Kontrollgruppenvergleiche einerseits sehr datenhungrig ist. Es werden Daten von den geförderten Unternehmen und den Kontrollunternehmen benötigt, die Auskunft geben über die Zielgrößen vor, während und nach Abschluss der Förderung. Hierfür eignen sich Paneldaten, wie sie mit dem MIP für diese Evaluation vorlagen. Diese nachträglich zu erheben, würde die meisten Auskunftspersonen deutlich überfordern. Andererseits zeigen sich hinsichtlich der Beobachtbarkeit ökonomischer Effekte ebenfalls Einschränkungen. Mögliche Ursachen liegen in der Fristigkeit der Betrachtung. Diese liegt ggf. zu nah am Förderzeitraum, sodass die weiteren Entwicklungsschritte zur Verwertung noch nicht abgeschlossen sein konnten. Des Weiteren stützen sich wie skizziert die Vergleiche auf ein bestehendes Panel, sodass die Zahl der Unternehmen, für die Daten im Längsschnitt vorlagen, eher gering ist. Die Tatsache, dass die Zielgruppe der Förderung (im Bereich Photonik forschende Unternehmen) weitgehend vom Programm erfasst wird, bedeutet, dass trotz hoher Übereinstimmung der Strukturmerkmale (wie Größe, Branche, Forschungsintensität) die Kontrollgruppe notwendigerweise andere Forschungsschwerpunkte verkörpert. Für künftige Evaluationen sollte – so wie bei der hier vorliegenden – ein **Methodenmix** verfolgt werden, bei dem sich Kontrollgruppenvergleiche mit anderen quantitativen Methoden (Befragungen) und qualitativen Elementen (Interviews, Expertendiskussionen, Fallstudien) zu einem Gesamtbild der Förderaktivitäten zusammenführen lassen.

---

# Impressum

---

Evaluation des BMBF- Förderprogramms „Photonik Forschung Deutschland“

---

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Bonn/Berlin

---

Bearbeitet von

Prognos AG  
Goethestraße 85  
10623 Berlin  
Telefon: +49 30 52 00 59-210  
Fax: +49 30 52 00 59-201  
E-Mail: [info@prognos.com](mailto:info@prognos.com)  
[www.prognos.com](http://www.prognos.com)  
[twitter.com/Prognos\\_AG](https://twitter.com/Prognos_AG)

---

## Autoren der Prognos AG

Michael Astor  
Michael Neumann  
Jonathan Aton Talamo

---

## Kontakt

Dr. Thomas Stehnken (Projektleitung)  
Telefon: +49 30 52 00 59-234  
E-Mail: [thomas.stehnken@prognos.com](mailto:thomas.stehnken@prognos.com)

---

Satz und Layout: Prognos AG  
Stand: April 2021  
Copyright: 2021, Prognos AG

---

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG/Weitere Bearbeiter (2021): Evaluation des BMBF- Förderprogramms „Photonik Forschung Deutschland“