

Offen und flexibel: EOS Part Property Management ermöglicht Individualisierung und Standardisierung



# Additive Fertigung (AM): die Schlüsseltechnologie für das e-Manufacturing

**EOS-Laser-Sinter-Lösungen bieten für die Additive Fertigung Systeme, Werkstoffe und Parametersätze. Diese sind eine Schlüsseltechnologie für das e-Manufacturing – die schnelle, flexible und kostengünstige Produktion direkt aus elektronischen Daten. Die Technologie ermöglicht die Fertigung von High-End-Kunststoff- und Metallkomponenten und entspricht wiederholbaren, industriellen Qualitätsstandards.**

Insgesamt unterliegen Konstrukteure – und damit auch fertige Bauteile – nicht länger den Einschränkungen, wie man sie in der konventionellen Fertigung vorfindet. Insofern trägt das EOS e-Manufacturing zu einem Paradigmenwechsel in Konstruktion und Produktion bei.

Unternehmen weltweit und in fast jeder Branche sehen sich entscheidenden wirtschaftlichen und Marktherausforderungen gegenüber:

- Bedarf, Produkte schneller einzuführen
- Trend hin zu kürzeren Produktlebenszyklen
- Trend hin zu erhöhter Flexibilität in der Produktion
- Wunsch nach individualisierter Massenfertigung und noch stärkerer Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb
- Hoher Kostendruck und hohe Produktivitätsanforderungen

In der Vergangenheit wurde die Additive Fertigung vor allem im Prototypenbau (Rapid Prototyping, RP) eingesetzt. AM ist auch weiterhin für diesen Bereich wichtig, wird jedoch auch zunehmend für industrielle Produktionsanwendungen eingesetzt. Im RP-Markt legen die Nutzer der AM-Technologie den Schwerpunkt auf hohe Flexibilität, schnelle Umsetzungszeiten, angemessene Oberflächenstrukturen und ähnliche – jedoch nicht identische – Teile. Im Gegensatz dazu stehen im industriellen Fertigungsumfeld neben vielen anderen Faktoren festgelegte und wiederholbare Teilequalitäten im Vordergrund.

# EOS Part Property Management

Die Parametersätze haben ihren Ursprung im Prototypenbau und waren dort ausgelegt für die Verwendung in möglichst vielen verschiedenen Anwendungen. Fallspezifische Anpassungen, die auch Einfluss auf die Teileigenschaften haben, waren häufig von Vorteil oder sogar nötig, wollte man sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Dabei kann die Bestimmung und Festlegung der einzelnen Parameter angesichts ihrer hohen Zahl und mannigfaltigen Wechselwirkungen eine komplexe und zeitraubende Angelegenheit sein. Im Prototypenbau ist diese Flexibilität Grundlage für pragmatische Lösungen und damit ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Um diesen Kundenanforderungen zu entsprechen, bietet EOS nun den ExposureEditor und Startwerte für das gesamte Werkstoffspektrum an, auf die noch später eingegangen wird. So können Parametersätze ausgehend von Basiswerten optimiert werden.

Bei Serienfertigungsprozessen offenbart dieser Weg jedoch Nachteile, so etwa eine fehlende Standardisierung und Konsistenz, mangelnden Schutz des geistigen Eigentums oder auch die zeitraubende Optimierung von Parametersätzen für einzelne oder wenige Fertigungsteile. In der Regel entscheidet der Konstrukteur zu Beginn des Designprozesses, welches Herstellungsverfahren die Anforderungen einer spezifischen Anwendung bestmöglich erfüllt. Um eine fundierte Entscheidung über die Eigenschaften eines geplanten Bauteils treffen zu können, benötigt der Konstrukteur Daten zu den Werkstoffen. In diesem Entscheidungsprozess kommen die EOS-Parametersätze mit ihren definierten Part Property Profiles (PPPs) zum Einsatz. Sie sind Bestandteil des Part Property Management (PPM) Konzepts, mit dem der Kunde den Einsatz der EOS-Technologie und der EOS-Lösungen für seine speziellen Anwendungen optimieren kann.

## **Part Property Management – erweitertes Konzept**

Das Konzept wurde zur EUROMOLD 2009 mit dem Fokus auf Standardisierung im e-Manufacturing eingeführt. Dies wurde vom Markt positiv aufgenommen. Aufgrund von Anregungen aus dem Markt wurde das Konzept jetzt erweitert. Neben der Standardisierung

ermöglicht es dem Kunden nun, Bauteileigenschaften flexibel zu definieren und anzupassen. Das erweiterte PPM ist ein offenes Konzept.

Der Kunde kann frei und flexibel wählen zwischen verschiedenen Lösungen für die Herstellung seiner Bauteile. Die Bandbreite ist groß: Der Kunde kann in der AM-Fertigung EOS-Standards über mehrere Laser-Sinter-Systeme hinweg einsetzen, kann individuelle Anwendungsanforderungen festlegen oder sogar selber kundenspezifische Standards definieren. Damit kann er die Teilequalität selbst individuell beeinflussen – und dies entsprechend seiner individuellen Qualitätsanforderungen und -standards.

Die Qualitätssicherung ist ein weiterer Schlüsselfaktor für geschäftlichen Erfolg sowohl im Prototypenbau als auch in der Serienfertigung. Das PPM-Konzept ermöglicht eine Qualitätssicherung während des gesamten Prozesses. EOSTATE 1.2 bietet zudem im Rahmen seiner drei Module (Quality Assurance, Controlling, Machine Park Management) verschiedene Berichte, um die Kundenanforderungen in puncto Qualitätssicherung und Dokumentation zu erfüllen.

## **ExposureEditor und Startwerte ermöglichen Optimierung durch den Kunden**

Auf Basis von Lizenzen bietet EOS seinen Kunden die Möglichkeit, die EOS-Technologie ihren spezifischen Anforderungen anzupassen. Parallel sorgen die von EOS angebotenen Anwendungsschulungen und -beratungen für eine schnelle Lernkurve beim Kunden. Dabei bietet der ExposureEditor eine Editierfunktion zur Anpassung von Parameterwerten in den Belichtungseinstellungen. Die veränderten Parametersätze können dann auf den EOS-Systemen eingesetzt werden. Prozesskritische Parameter sind geschützt, um unerwünschte Auswirkungen auf den Bauprozess zu minimieren. Die Startwerte umfassen Werkzeugeinstellungen für die entsprechenden Werkstoffe und Schichtdicken und stellen sicher, dass ein Standard-Baujob optimal durchgeführt werden kann.

# EOS-Parametersätze für das Kunststoff-Laser-Sintern

## **EOS-Parametersätze:**

### **Standardisierung mit AM-Technologie**

EOS-Parametersätze ermöglichen eine Standardisierung über alle Metall- bzw. Kunststoffsysteme hinweg, da sie definierte Part Property Profiles (PPPs) sicherstellen. Diese PPPs liefern verlässliche Werte für die Auslegung einer Laser-Sinter-gerechten Konstruktion, u. a. für Zugfestigkeiten, Bruchdehnungen und E-Moduli für die horizontale, schichtparallele X/Y-Richtung. EOS liefert als erster AM-Technologie-Lieferant überhaupt nun auch Werte für die vertikale, schichtorthogonale Z-Richtung.

## **EOS-Custom-Parametersätze:**

### **vom Kunden definiert, von EOS entwickelt**

Bei diesem Modell der Zusammenarbeit entwickelt EOS auf Grundlage von Kundenspezifikationen einen Parametersatz für die vom Kunden vorgesehene Anwendung und benötigte Teilequalität. Darin enthalten sind geschützte und editierbare Parameterwerte sowie ein Lizenzmodell. So wird eine konstante Teilequalität unabhängig vom Hersteller, z. B. externen Lieferanten, gewährleistet. Unsichtbare Parameterwerte schützen das geistige Eigentum des Kunden. Das Lizenzmodell gibt dem Kunden die Möglichkeit, Nutzung und Zahlung zu kontrollieren.





*Absaugkrümmer für EOSINT P 800, Werkstoff: PA 2200 (Quelle: EOS GmbH)*



*Kegeleinsatz für IPCM – Integrated Process Chain Management – Werkstoff: PA 2200 (Quelle: EOS GmbH)*



*Schalterabdeckung für FORMIGA P 110, Werkstoff: PA 2200 (Quelle: EOS GmbH)*



*Kleiner Kompensator für IPCM, FORMIGA P 110, Werkstoff: PA 2200 (Quelle: EOS GmbH)*

### **TopSpeed**

*(Schichtstärke: 180 µm) – höchste Produktivität*

TopSpeed ist ein Parametersatz für Bauteile mit mittleren bis hohen Anforderungen an Qualität und mechanische Belastung, die gleichzeitig einem hohen Kostendruck ausgesetzt sind. Es ist damit ein sehr wirtschaftlicher Parametersatz. Er eignet sich insbesondere für Teile, bei denen das Thema Produktivität vorrangig ist. Besonders große und relativ dickwandige Bauteile können – meist ohne spürbare Beeinträchtigung – von den hohen Aufbauraten bei dieser Schichtdicke profitieren. Gegenüber der heute üblichen Schichtdicke von 120 µm reduzieren sich die Fertigungskosten typischerweise um 15–20 %. Diese Schichtstärke eignet sich darüber hinaus hervorragend für verzugskritische Bauteile, wodurch sich hohe Genauigkeiten erzielen lassen.

### **Speed**

*(Schichtstärke: 150 µm) – gute Oberflächenqualität bei höherer Produktivität*

Der Parametersatz Speed arbeitet mit der klassischen Schichtstärke von 150 µm, die dank ihrer Allroundqualitäten weit im Markt verbreitet ist. Bei etwas erhöhter Oberflächenqualität gegenüber dem TopSpeed-Parametersatz liegen die Fertigungskosten gegenüber dem heutigen 120-µm-Standard typischerweise um 10–15 % niedriger.

### **Balance**

*(Schichtstärke: 120 µm) – gute Produktivität und Oberflächenqualität*

Die Stärke des Parametersatzes Balance ist seine Ausgewogenheit. Er bietet bei 120 µm Schichtdicke eine optimale Balance zwischen Fertigungskosten, mechanischen Eigenschaften, Oberflächenqualität und Genauigkeit. Dieser Parametersatz eignet sich daher besonders für Bauteile mit wechselnden Geometrien, Größen und Anforderungen.

### **Performance**

*(Schichtstärke: 100 µm) – gute Produktivität und Oberflächenqualität*

Performance ist der bevorzugte Parametersatz für Bauteile mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften und Bruchverhalten, insbesondere wenn Belastungen mehrschichtig in alle drei Raumrichtungen aufzunehmen sind. Performance-Bauteile zeichnen sich durch die höchste isotrope Festigkeit und Steifigkeit aus. Die feine Auflösung, die die gewählte Schichtdicke von 100 µm mit sich bringt, liefert zudem sehr hohe Oberflächengüte und Detailauflösung.



*Kettenführung für EOSINT P 390,  
Werkstoff: PA 2200 (Quelle: EOS GmbH)*

### TopQuality

*(Schichtstärke: 60 µm) –  
hohe Oberflächenqualität  
und Detailauflösung*

Mit diesem Parametersatz stößt das Laser-Sintern in völlig neue Bereiche vor: Sehr kleine bis mittelgroße Bauteile mit extrem feinen, fragilen Geometrien und Geometrieelementen sowie höchsten Anforderungen an die Oberflächenqualität sind das Einsatzgebiet dieses Parametersatzes. Er arbeitet mit einer Schichtstärke von 60 µm, was der Korngröße heute üblicherweise eingesetzter Kunststoffpulver entspricht. Der typische Treppeneffekt wird dank des TopQuality-Parametersatzes deutlich reduziert. Die mechanischen Eigenschaften liegen dabei erfreulich dicht am Niveau des Performance-Parametersatzes.

### Optionale Eigenschaften für Kunststoffanwendungen

Die neuen Anlagen der Serien EOSINT P 7xx und EOSINT P 3xx sind zur optimalen Unterstützung der PPP-Strategie optional mit erheblich verbesserten Prozessmodulen ausrüstbar. Ein vollkommen überarbeitetes Laser-Optik-Modul – das Surface-Modul – hebt die Güte senkrechter Teileoberflächen in Bereiche, wie sie bisher EOS-FORMIGA-Bauteilen vorbehalten waren. FlashRecoating, eine neue X-Achsenansteuerung, steigert beim Einsatz der Parametersätze TopSpeed bzw. Speed zusätzlich die Produktivität durch Anhebung der Beschichtungsgeschwindigkeit auf bis zu 400 mm/s. Mit geschwindigkeitsoptimierter Baurate können Volumina von bis zu 700 cm<sup>3</sup>/h produziert werden. FlashRecoating ist für die EOSINT P 760 verfügbar.

Auch die Beschichtungseinheit der EOSINT P 395 wurde weiterentwickelt. Das 2007 bei der EOSINT P 730 eingeführte und mittlerweile bewährte Klingenkassetten-Konzept, das einfache Anpassungen und unkomplizierten Schichtdickenwechsel ermöglicht, kommt nun im Zuge der PPP-Einführung auch bei der EOSINT P 395 zum Einsatz.

### Zusätzliche Hardware-Anforderungen

	TopQuality	Performance	Balance	Speed	TopSpeed
Surface-Modul <sup>1)</sup>	Erforderlich	Erforderlich	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
FlashRecoating <sup>2)</sup>	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Nicht anwendbar	Erforderlich	Erforderlich



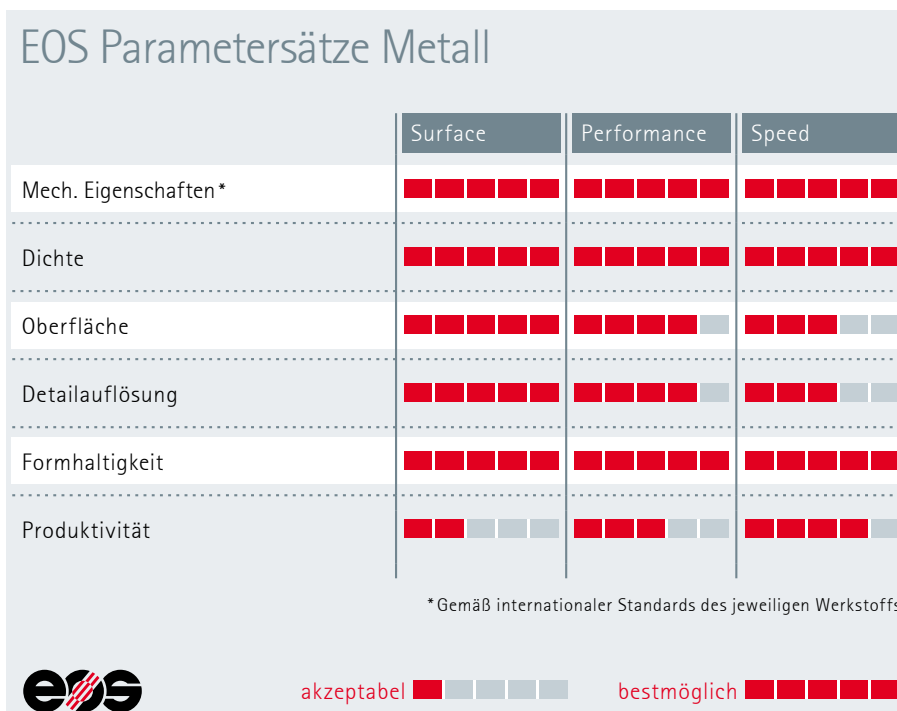
<sup>1)</sup>Verfügbar für EOSINT P 395 und P 760 <sup>2)</sup>Verfügbar für EOSINT P 760

# EOS-Parametersätze für das Direkte Metall-Laser-Sintern (DMLS)

Für das Direkte Metall-Laser-Sintern (DMLS) auf den EOSINT-Systemen M 270 Dual Mode und M 280 werden ebenfalls Parametersätze angeboten. Bauteile, die auf Basis der EOS-Parametersätze gefertigt werden, zeichnen sich durch eine hohe Dichte und fast identische mechanische und thermische Eigenschaften aus; sie entsprechen zudem den internationalen Normen für den jeweiligen Werkstoff. Jedem Werkstoff ist mindestens ein Parametersatz mit entsprechendem Part Property Profile zugeordnet. Diese PPPs umfassen typischerweise folgende Eigenschaften:

- Geometrische Eigenschaften wie minimale Wandstärke und Oberflächenrauigkeit
- Mechanische Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Bruchgrenze, Bruchdehnung, E-Modul und Härte, ggf. auch die dynamische Lebensdauer
- Thermische Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität, Wärmeausdehnungskoeffizient
- Eigenschaften, die Einfluss auf die Kosten haben, wie etwa die Aufbaurrate (mm<sup>3</sup>/s)

Wo relevant, werden diese Eigenschaften für unterschiedliche Zustände angegeben, z. B. vor und nach definierten Wärmebehandlungen. Diese PPPs sind den jeweiligen Materialdatenblättern zu entnehmen, die auf Anfrage bei EOS erhältlich sind (E-Mail an: [info@eos.info](mailto:info@eos.info)).







*Scharnier in Leichtbauweise für Turbinenabdeckung am Airbus A380, Werkstoff: EOS Titanium Ti64 (Quelle: EADS/EOS GmbH)*



*Werkzeugkern für Kinderbecher, Werkstoff: EOS MaragingSteel MS1 (Quelle: Polymold)*



*Armband, Schmuckanwendung, Werkstoff: EOS StainlessSteel 316L (Quelle: Towe Norlén)*

### Speed

*(Schichtstärke: 30–60 µm) –*

*höhere Produktivität, gute Oberflächenqualität*

Der Speed-Parametersatz stellt einen guten Kompromiss zwischen Baugeschwindigkeit und Oberflächengüte dar. Die Bauzeit ist kürzer als beim Performance-Parametersatz.

### Performance

*(Schichtstärke: 30–40 µm) –*

*gute Oberflächenqualität*

Dieser Parametersatz ist ideal, wenn eine gute Oberflächenqualität erzielt werden soll. Im Gegensatz zum Surface-Parameter bietet er aufgrund der dickeren Pulverschichten eine höhere Produktivität und führt so zu geringeren Fertigungskosten.

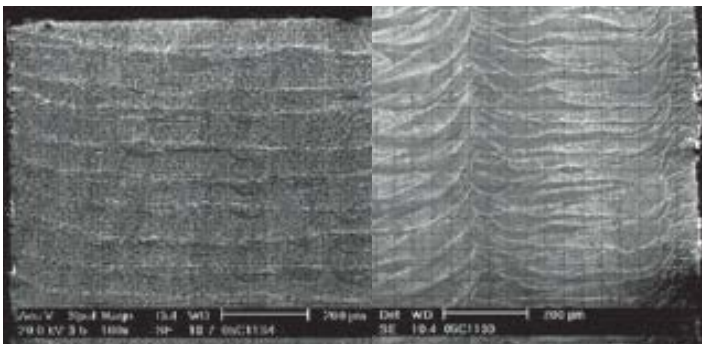
### Surface

*(Schichtstärke: 20 µm) –*

*feine Details und hohe Oberflächenqualität*

Der Surface-Parameter wird von allen genannten Parametersätzen mit der geringsten Schichtdicke gebaut. Er ist daher die perfekte Wahl für Teile, für die feine und hohe Detailauflösung und beste Oberflächenqualität nötig sind.

### SEM-Gefügebild eines Bauteils aus EOS CobaltChrome MP1 – gebaut mit unterschiedlichen Parametersätzen



*Links: gebaut mit 20 µm Schichtstärke über das ganze Bauteil hinweg. Rechts: mit 40 µm Schichtstärke im Kern für schnellen Aufbau, kombiniert mit 20 µm Schichtstärke in Hülle- und Konturbereichen für hohe Oberflächenqualität. In beiden Fällen wird das Metall voll aufgeschmolzen; die resultierenden Bauteile sind nahezu porenfrei.*

# Zusammenfassung: Ihre Vorteile

Die Einführung der EOS-Parametersätze mit ihren spezifischen PPPs bringt eine Fülle von Vorteilen für das Additive Fertigungsverfahren des Laser-Sinterns:

- Für den Konstrukteur, der nun jederzeit Zugriff auf standardisierte Eigenschaftsprofile sowie die zugehörigen auslegungsrelevanten Materialkennwerte hat.
- Einkauf und Anbieter profitieren von klar definierten Qualitätsniveaus. Sie machen Angebote vergleichbar, die Angebotserstellung effizienter und verhindern teure Missverständnisse.
- In der Datenaufbereitung und Produktionsplanung auf Fertigerseite wirken die PPPs ebenfalls effizienzsteigernd und kostensenkend. Weitere Teilbereiche der Datenaufbereitung können automatisiert werden, da die Zuordnung der Parametersätze durch die Wahl des PPP bereits vom Konstrukteur vorgegeben ist. Die systemübergreifende Gültigkeit der PPPs schafft Flexibilität in der Produktionsplanung.
- Schließlich profitieren auch die Qualitätssicherungsprozesse von definierten Standards und verbesserter Transparenz.

Der ExposureEditor mit seinen Startwerten ermöglicht Flexibilität und Offenheit. Damit kann der Kunde seinen spezifischen Anforderungen gerecht werden und individuelle Optimierungen umsetzen. Die integrierte Editierfunktion ermöglicht die Anpassung von Parameterwerten in den Belichtungseinstellungen.

Die veränderten Parametersätze können dann auf den EOS-Systemen eingesetzt werden. Lediglich prozesskritische Parameter sind geschützt. Auf Basis der Startwerte kann ein Standard-Baujob durchgeführt werden. Weitere Freiheitsgrade entstehen dem Kunden durch die EOS Custom-Parametersätze, die maßgeschneiderte Lösungen ermöglichen: Hierbei entwickelt EOS auf Grundlage von Kundenspezifikationen einen Parametersatz für die vom Kunden vorgesehene Anwendung und benötigte Teilequalität. Dieses Modell stellt den Schutz des geistigen Eigentums des Kunden sicher und geschieht im Rahmen eines Lizenzmodells, über das der Kunde Nutzung und Zahlung kontrollieren kann. Enthalten sind sowohl geschützte als auch editierbare Parameterwerte.

Die EOS-Parametersätze mit ihren PPPs ermöglichen eine Standardisierung der Teileeigenschaften, da sie definierte PPPs sicherstellen. Insgesamt bietet das Konzept eine echte Wahlmöglichkeit: die Entscheidung entweder für einen standardisierten und einsatzbereiten Parametersatz oder für die Ausarbeitung unternehmens- und/oder anwendungsspezifischer Parametersätze mithilfe von EOS.

Damit macht EOS mit seiner AM-Technologie einen weiteren wichtigen Schritt hin zu einem vollständig anerkannten Produktionsverfahren, das aufgrund seiner einzigartigen Stärken zur Verbesserung etablierter Produkte und Prozesse sowie auch zur Entwicklung völlig neuer Produkte beitragen kann.

# Autoren



*Florian Pfefferkorn*

## **Produktmanager Kunststoff**

Florian Pfefferkorn hat Maschinenbau an der Fachhochschule München studiert, wo er seine Diplomarbeit zum Thema „Produktionsplanung und -steuerung in der Gießerei-Industrie“ schrieb. Nach zwei Jahren im Qualitätsmanagement für die Ariane-5-Booster-Produktion kam er 2001 zur EOS GmbH und entwickelte dort Kundenanwendungen für das Kunststoff-Laser-Sintern. 2003 wurde er Gruppenleiter im Product Support für das Kunststoff-Laser-Sintern und 2005 Produktmanager für die EOS-Produktlinie „Kunststoff-Laser-Sintern“. Er hat mehr als 16 Jahre Erfahrung in der RP- und Fertigungsbranche.



*Joseph Weilhammer*

## **Produktmanager Metall**

Joseph Weilhammer hat Maschinenbau an der Technischen Universität München studiert, wo er seine Diplomarbeit zum Thema „Nachbearbeitungsverfahren für DMLS-Werkzeuge und -Teile für die EOS GmbH“ schrieb. Seit 1996 arbeitet er für EOS, zunächst in der Entwicklungsabteilung für das Metall-Laser-Sintern. Seit 2007 ist er in der Anwendungsabteilung tätig und wurde Produktmanager für das direkte Metall-Laser-Sintern (DMLS). Er verfügt über mehr als 16 Jahre Erfahrung in der RP- und Fertigungsbranche.

EOS GmbH  
Electro Optical Systems  
Hauptniederlassung  
Robert-Stirling-Ring 1  
D-82152 Krailling bei München  
Tel.: +49 89 893 36-0  
Fax: +49 89 893 36-285

EOS Niederlassungen

EOS France  
Tel.: +33 437 49 76 76

EOS India  
Tel.: +91 44 28 15 87 94

EOS Italy  
Tel.: +39 02 33 40 16 59

EOS Korea  
Tel.: +82 2 63 30 58 00

EOS Nordic & Baltic  
Tel.: +46 31 760 46 40

EOS of North America  
Tel.: +1 248 306 01 43

EOS Singapore  
Tel.: +65 6430 05 50

EOS Taiwan  
Tel.: +886 3 657 63 51

EOS UK  
Tel.: +44 1926 67 51 10

[www.eos.info](http://www.eos.info) • [info@eos.info](mailto:info@eos.info)

Think the impossible. You can get it.

