

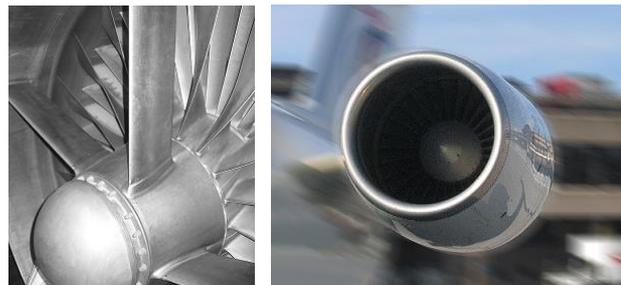
## Dengeln verlängert das Leben

Freymatic baut Kugelstrahlanlagen für den Flugzeugtriebwerksbau – und setzt dabei auf Motion Control von KOLLMORGEN, um die hohen Qualitätsanforderungen zu erreichen



Die Kugeln müssen perfekt treffen. Nur dann können sie ihre Kraft optimal entfalten. Und diese Kraft zerstört nicht. Vielmehr macht sie das Ziel mit jedem Treffer noch stärker, fester, zäher. Und deshalb sind Zielsicherheit, Fluggeschwindigkeit und die richtige Menge mit der richtigen Masse so entscheidend. Freymatic aus der Schweiz baut Kugelstrahlanlagen, die unter anderem in der Flugzeugtechnik hochbeanspruchten Bauteilen ein längeres Leben verleihen. Dafür erzeugt dieses Verfahren – ähnlich wie ein Schmiedehammer – präzise Druckspannungen in der Oberfläche. Motion Control von Kollmorgen sorgt dafür, dass ausreichend Kugeln ihr Ziel erreichen – die [Einkabelanschlusstechnik](#) dafür, dass wertvolle Installationszeit gespart wird.

„Wir können bei einer Panne nicht einfach rechts ranfahren.“ Mit einem Satz beschreiben Branchenkenner das Sicherheitsdenken in der Luftfahrt. Wer bei einer gebrochenen Gelenkwelle möglicherweise mit seinem Wagen einigermaßen unbeschadet auf dem Acker oder Graben landet, würde bei einer vergleichbaren Havarie in luftiger Höhe deutlich tiefer fallen. Angesichts der gravierenden Auswirkungen technischer Störungen in der zivilen Luftfahrt, sind sämtliche Bauteile eines Flugzeugs mit üppigen Sicherheitsmargen versehen. Ein Weg, hochbeanspruchte Werkstücke noch zäher gegenüber den herrschenden Kräften zu machen, ist das Kugelstrahlen – auch **Shot Peening** genannt. Dieses Verfahren kommt vor allem im Triebwerksbau zum Einsatz.



Lufteinlass eines Triebwerks mit kugelgestrahlten Schaufelblättern (links) und 16000 PS in Action (rechts).

## Ein Kettenhemd aus Spannkraften

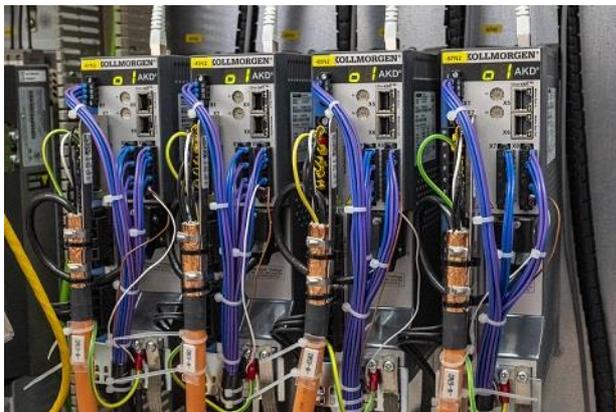
Mit Druck lässt sich dem Zug eine wirksame Kraft entgegenstellen. Bildlich ausgedrückt, werden Bauteile in ein Kettenhemd gesteckt. Dessen Glieder bestehen aus Druckspannungen, die die Kugeln mit ihrer kinetischen Energie beim Aufprall in das Atomgitter dengeln. Ermüdungsschäden treten damit erst deutlich später auf. „Risse im Material entstehen dort, wo Zugspannungen herrschen“, erklärt Martin Hunziker, CEO von Freymatic. Der Zusammenhang aus Zugkräften und Rissbildung bekommt gerade im Flugzeugbau einen besonderen Stellenwert, da gerade hier konsequent auf Leichtbau gesetzt wird. Die Schaufeln eines Triebwerks müssen trotz ihrer Größe sehr leicht sein. Deswegen sind sie aus einer Titanlegierung gefertigt. Die nächste Triebwerksgenerationen werden noch leichter werden – unter anderem durch den Einsatz titanbasierter Verbundwerkstoffe. Aber auch im Automobilbau gehört das Verfahren zur etablierten Fertigungspraxis – gerade dann, wenn Dauerfestigkeit gefragt ist.



*Martin Hunziker, CEO von Freymatic AG. „Seit wir die AKM AC-Servomotoren von KOLLMORGEN für unsere Dosierungen einsetzen, erreichen wir die führende Präzision von typisch <3% Abweichung bei der Strahlmittelmenge.“*

Für das Kugelstrahlen setzen die Hersteller vielfach **Roxor-Anlagen** der Schweizer Freymatic AG ein. Die Anlagenbauer aus Domat-Ems im Kanton Graubünden platzieren dafür einen Industrieroboter in einer hermetisch abgeschlossenen Kabine und stattdessen das Handgelenk über eine Wechselmechanik während eines Bearbeitungsauftrags vollautomatisch mit bis zu sechs unterschiedlichen Strahldüsen aus. Während der Roboter im Inneren der schallgedämpften Kabine die Bewegungsführung entlang der zu strahlenden Bauteile übernimmt, bleiben Druckversorgung und Dosiereinheit draußen.

Die Strahlmittelmengen sind in einem Bereich von 1 zu 10 wählbar und erreichen dabei Regelabweichungen unter drei Prozent. Diese Präzision ist notwendig, da beim Kugelstrahlen keine Inline-Qualitätsüberwachung möglich ist – zumindest nicht, ohne das Werkstück zu zerstören. Der Anlagenbediener muss sich folglich auf die Einhaltung seiner Prozessparameter verlassen können – weshalb im Bereich der servomotorisch angetriebenen Dosiereinheit maximale Präzision und Wiederholgenauigkeit gefordert ist. Realisiert ist dieser Bereich mit einem drehzahlgeregelten Schneckenrad. Die Förderschnecke wird angetrieben von [Synchronservomotoren der KOLLMORGEN-Reihe AKM](#), die in [Einkabelanschlusstechnik](#) ihrerseits verbunden sind mit [AKD-Servoverstärker](#).



*AKD-Servoregler von KOLLMORGEN.*

**Die Verbindung zwischen Servoregler und Servomotor mit nur einem Kabel bringt auch in dieser Applikation den Vorteil mit sich, dass sich Anlagen schneller und platzsparender verkabeln lassen, da das sonst übliche Kabel für die Rückführungssignale entfällt.**

KOLLMORGEN setzt hier auf ein schlankes Hybridkabel für Motor und Feedback.

Die Besonderheit dabei: **Die Einkabelanschlusstechnik funktioniert auch ohne aufwendige und teure Multiturn-Encoder.** Die Spezialisten für Motion Control und Servoantriebstechnik haben dafür den **Digitalresolver SFD3** entwickelt. Die

Schnittstelle übersetzt die Analogdaten des Resolvers in ein digitales Signal, das dann „One Cable“ zu den Reglern übertragen wird.

### Enge Toleranzen bei der Dosierung

Zurück zum Strahlsystem von Freymatic: Diese besteht konstruktiv aus zwei Druckbehältern, die als Schleuse dienen zwischen dem drucklosen Strahlmittelspeicher und der unter Hochdruck stehenden Dosierung. Die von den [AKM Servomotoren](#) in der Einkabel-Version angetriebene Dosierung stellt eine Kernfunktion der Roxor-Anlagen dar und liefert im Betrieb Stahlmittelmengen zwischen 0,1 und 12 Kilogramm pro Minute mit einer Genauigkeit von +/- 5 Prozent. Im Mischrohr und bis zur Strahldüse wird das Strahlmittel bis zur Austrittsgeschwindigkeit beschleunigt. Dieses Tempo bildet den zweiten wesentlichen Prozessparameter und wird indirekt über den Strahlndruck in einem engen Toleranzfenster geregelt. Der Druck liegt dabei zwischen einem und sieben bar.



*AKM-Servomotoren von KOLLMORGEN mit Einkabelanschlusstechnik in der Roxor(orShot peening)-Kugelstrahlanlage (links). Strahlmittel (Stahlkugeln) zur Oberflächenverdichtung (rechts).*

Der hohe Stellbereich bringt in der von TBM Automation konzipierten Antriebsregelung vor allem die Herausforderung mit, feinfühlig und dennoch schnell zu sein. Hierbei regeln die Antriebsachsen über die Signale von Durchflusssensoren die Drehzahl der Dosierschnecke. „Kommt zu viel Material, sinkt die Drehzahl und umgekehrt“, erklärt Silvester Tribus, Geschäftsführer von TBM Automation AG. Das Unternehmen aus Widnau südlich vom Bodensee arbeitet schon lange eng mit Freymatic als Systemintegrator zusammen. Die Spezialisten für Motion Control und Servoantriebstechnik gehören zum Kreis zertifizierter System- und Vertriebspartner von KOLLMORGEN mit hochspezialisierter Engineering-Kompetenz.

### Präzise ab Drehzahl Null

Damit das Ausregeln schnell und präzise abläuft, hat Urs Tobler, von der Geschäftsleitung bei TBM und spezialisiert auf Steuerungstechnik in Stahlanlagen, die Motion Control mit einigen Spezialitäten versehen. „Wir wollen das System schließlich schnell anfahren und brauchen entsprechend wenig Zeit, bis sich Menge und Druck präzise eingeschwungen haben.“ Urs Tobler blickt vergleichend zurück auf die Zeit, als die Dosierantriebe noch von DC-Motoren angetrieben waren, die sich allerdings bei kleinen Mengen nur schlecht regeln ließen und erst im oberen Drehzahlbereich verlässliche Werte lieferten. Durch eine zusätzliche Linearisierung des Regelverhaltens über Analogwerte, sei es heute gelungen, mit den KOLLMORGEN [AKM Servomotoren](#) „bereits von Drehzahl Null an präzise zu sein“. Diese Regelungsgüte über den weiteren Stellbereich hinweg mache den Prozess so verlässlich. Dieser Aspekt ist gerade im Kugelstrahlen relevant, da es nach dem Strahlen nicht möglich ist, eine Qualitätsanalyse vorzunehmen, ohne die Bauteile zu schädigen.



*Urs Tobler,  
Geschäftsleitung bei TBM.*

Ein zu geringer Kugelbeschuss sorgt genauso für schlechte Werte, wie das übermäßige „viel hilft viel“. Wo das Optimum liegt, können Anlagenbetreiber nur mit so genannten Almenstreifen feststellen und dabei die Auswirkung des Kugeleinschlags durch die Verformung einer standardisierten Oberfläche messen. Die durch die Verformung eines Metallmessstreifen ermittelten Almenwerte geben dann Rückschlüsse auf die Wirksamkeit des Prozesses. Dieser muss später exakt und dauerhaft den vorher ermittelten Kennwerten folgen, damit sich die gewünschten Effekte der Druckspannung einstellen. In der weiteren Konsequenz funktioniert dieses Verfahren nur im Zusammenspiel mit einer regelmäßigen Kalibrierung.

### Fazit

Die komplexen Prozesse bei der mechanischen Ertüchtigung von Metallbauteilen durch das Kugelstrahlen zeigen, welchen Stellenwert eine präzise und vor allem wiederholgenaue Servoantriebstechnik einnimmt. Die von TBM Automation AG für die Freymatic AG konzipierte Automation ist mit Blick auf den Bediener auch noch anwenderfreundlich aufgebaut und bietet eine sauber strukturierte Visualisierung.



Autor:  
Martin Zimmermann, Key Account Manager, KOLLMORGEN Switzerland

### WISSENSWERTES ÜBER KOLLMORGEN

Seit der Gründung des Unternehmens im Jahr 1916 haben die innovativen Antriebslösungen von Kollmorgen große Ideen verwirklicht, die Welt ein wenig sicherer gemacht und die Lebensqualität der Menschen verbessert. Kollmorgen ermöglicht die kontinuierliche Entwicklung von richtungsweisenden Lösungen, die in Sachen Leistung, Zuverlässigkeit und Bedienerfreundlichkeit unübertroffen sind. Entscheidend hierbei sind erstklassiges Know-how im Bereich Antriebssysteme und -komponenten, branchenführende Qualität und umfassende Fachkenntnis in der Verbindung und Integration von Standard- und maßgefertigten Produkten. Dies bietet Maschinenbauern weltweit einen wichtigen Wettbewerbsvorteil und deren Endkunden das beruhigende Gefühl, sich auf die fertige Applikation jederzeit verlassen zu können. – Weitere Informationen: [www.kollmorgen.com/deu](http://www.kollmorgen.com/deu) | [THINK@kollmorgen.com](mailto:THINK@kollmorgen.com).

© KOLLMORGEN. Redaktionelle Verwendung honorarfrei.