

---

## Wirtschaftlich produzieren: Methodik zur Ermittlung von wirtschaftlichen Fertigungsverfahren

---



### Zusammenfassung

---

Der Begriff Wirtschaftlichkeit bezeichnet die Effizienz eines Unternehmens und gibt u.a. Auskunft über das Input-Output-Verhältnis einer Fertigung. Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren kann nur durch umfangreiche Untersuchungen erfolgen. Einerseits können alternative Fertigungsverfahren untersucht und bei gesteigerter Wirtschaftlichkeit eingesetzt werden, andererseits kann eine Wirtschaftlichkeitssteigerung durch die Optimierung bestehender und bereits im Unternehmen eingesetzter Verfahren erfolgen.

Um Fertigungsverfahren in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit bewerten zu können und somit geeignete alternative Fertigungsverfahren zu identifizieren, sollte zuerst die Anforderungsdefinition an das Bauteil bzw. das zu fertigende Produkt (z. B. Toleranzen, Oberflächenqualität) durchgeführt und in ein Bauteillastenheft überführt werden. Auf Basis dieses Lastenheftes können die Fertigungsverfahren ausgewählt werden, die die Anforderungen grundsätzlich erfüllen können. Mittels gewichteter Bewertungsparameter für die Verfahren und einer Nutzwertanalyse können einzelne Verfahren für eine detaillierte Kostenkalkulation ausgewählt werden. Unter der Berücksichtigung von u. a. Maschinenanschaffungskosten, Materialkosten und Fertigungszeiten können die Stückpreise für verschiedene Fertigungsverfahren berechnet werden. Dadurch können die Verfahren hinsichtlich der Eignung für das Unternehmen sowie der Amortisationsdauer bewertet werden.

Neben alternativen Fertigungsverfahren kann auch die Modernisierung der Fertigung durch eine Investition in moderne Fertigungsmaschinen für das aktuell bereits eingesetzte Fertigungsverfahren Bestandteil einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sein. In diesem Fall wird analysiert, wie sich die Fertigungszeiten durch moderne Fertigungsanlagen reduzieren lassen und welche Stückpreise durch die Modernisierung erreicht werden können. Eine weitere Möglichkeit, um die Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren zu steigern und im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu analysieren, ist der Retrofit bestehender Anlagen. Als Retrofit wird das Nachrüsten von Fertigungsmaschinen mit Sensorik bezeichnet, um zum Beispiel Maschinen- oder Prozessdaten zu erfassen und eine genaue Zustands- und Prozessüberwachung zu ermöglichen. Ein Retrofit kann oft wirtschaftlich sein, da neue

Anforderungen an die Fertigungsmaschinen und die Fertigungsverfahren in Bezug auf die Digitalisierung bei geringen Kosten umgesetzt werden können.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

---

Unter Wirtschaftlichkeit versteht man, mit gegebenen Mitteln den größtmöglichen Ertrag zu erwirtschaften bzw. für einen festgelegten Ertrag die geringstmöglichen Mittel einzusetzen. Die Wirtschaftlichkeit stellt somit den Quotienten von Ertrag und Aufwand dar und bildet die Effizienz eines Unternehmens ab. Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit kann beispielsweise über die Senkung des Inputs infolge einer technischen Optimierung bei gleichbleibendem Output erreicht werden. Es wird in zwei Arten von Wirtschaftlichkeit unterschieden: Bei der absoluten Wirtschaftlichkeit übersteigen die Erträge die Aufwendungen, während die relative Wirtschaftlichkeit die absolute Wirtschaftlichkeit verschiedener Maßnahmen untereinander vergleicht [Dob00].

Wie kann die Wirtschaftlichkeit bewertet werden?

---

Die Wirtschaftlichkeit eines Fertigungsverfahrens muss durch eine umfangreiche Betrachtung bewertet werden. Es gibt eine Vielzahl an möglichen Verfahren zur Berechnung und Betrachtung der Wirtschaftlichkeit (vgl. Abbildung 1), sodass die Auswahl eines geeigneten Verfahrens eine Herausforderung für die meisten Unternehmen darstellt. Häufig verwendete Methoden bei der Ermittlung von wirtschaftlichen Fertigungsverfahren sind die Amortisationsrechnung und die Nutzwertanalyse. Bei der Amortisationsrechnung wird der Zeitpunkt berechnet, an dem die Ersparnisse durch das neue Fertigungsverfahren die einmaligen Kosten der Einführung und laufenden Kosten des Betriebes übersteigen. Dadurch können unterschiedliche Verfahren auch hinsichtlich ihres Amortisationszeitpunktes verglichen werden. Mit der Nutzwertanalyse können verschiedene Kriterien gewichtet betrachtet werden. Wenn z. B. Flexibilität und hohe Maßgenauigkeit für ein Unternehmen wichtige Kriterien darstellen, gleichzeitig aber andere Kriterien wie z. B. niedrige Kosten eingehalten werden sollen, kann mit der Nutzwertanalyse ein dahingehend optimiertes Fertigungsverfahren ermittelt werden, welches die gewichteten Kriterien am besten erfüllt.



Abbildung 1: Übersicht verschiedener Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Eine erfolgreiche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann nur dann erfolgen, wenn die entsprechenden Daten und Informationen (Fertigungszeiten, Maschinenstundensätze, Fertigungsgemeinkosten, Recyclingerlöse, Personalkosten, Werkzeugkosten, Betriebsmittelkosten, Stillstandzeiten der Anlagen) vorliegen sowie die korrekte Interpretation dieser durchgeführt wird. Der Erfolg hängt somit maßgeblich mit der Genauigkeit, dem Umfang und der Qualität der unternehmensspezifischen Daten zusammen und kann die Höhe der berechneten Kosteneinsparungen relevant beeinflussen. Die Daten, die beispielsweise im ERP-System eines Unternehmens vorhanden sind, bieten eine gute Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

### Ist mein aktuelles Fertigungsverfahren überhaupt noch wirtschaftlich?

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit der Fertigungsverfahren zur Herstellung eines Produktes ist für Unternehmen von sehr großer Bedeutung. Bereits im Rahmen der Produktentwicklung sollte eine möglichst wirtschaftliche Fertigung berücksichtigt werden, um ggf. notwendige fertigungsverfahrensspezifische Konstruktionscharakteristika im Produkt vorzusehen. Eine regelmäßige Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der bestehenden Produktion und des eingesetzten Fertigungsverfahrens ist für Unternehmen sehr sinnvoll. Gegenstand einer Wirtschaftlichkeitsanalyse kann beispielsweise der Vergleich des aktuell eingesetzten Fertigungsverfahrens mit alternativen Fertigungsverfahren sein. Ebenfalls möglich ist die Analyse, ob der bestehende Maschinenpark noch dem „Stand der Technik“ entspricht oder ob eine Modernisierung unter Berücksichtigung der Investitionskosten wirtschaftliche Vorteile bietet, beispielsweise wenn ein verbesserter Materialausnutzungsgrad oder eine schnellere Stückzeit ermöglicht werden. Außerdem können Unternehmen durch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bewerten, ob möglicherweise von Konkurrenten am Markt eingesetzte Fertigungsverfahren auch im eigenen Unternehmen wirtschaftliches Potenzial besitzen. Ein weiterer Aspekt, der im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung untersucht werden kann, ist die Fragestellung ob ggf. die Fremdproduktion durch einen Lohnfertiger günstiger als die eigene Produktion ist.

Um die Wirtschaftlichkeit und die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit eines Fertigungsverfahrens zu ermitteln, wird ein Vergleich mit alternativen Fertigungsverfahren herangezogen. Vergleichbare und geeignete Fertigungsverfahren werden über Anforderungslisten bzw. Bauteillastenhefte ermittelt, indem Anforderungen an das Fertigungsverfahren zur Herstellung der Produkte erhoben werden. Dazu gehören z. B. mechanische, zeitliche und finanzielle Kriterien sowie Anforderungen an den Werkstoff oder an den Platz- und Investitionsbedarf der Fertigungsmaschinen oder die Möglichkeit, den Fertigungsprozess zu automatisieren (vgl. Abbildung 2). In diesem Schritt muss geprüft werden, ob ggf. auch geometrische Änderungen am Produkt vorgenommen werden können, um potenziell wirtschaftlich alternative Verfahren nicht aus der Betrachtung auszuschließen. Im Lastenheft sind auch K.O.-Kriterien zu definieren, die auf jeden Fall durch die Fertigungsverfahren erfüllt werden müssen (z.B. mechanische Kennwerte).



Abbildung 2: Bewertungskriterien für die Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren

Im nächsten Schritt werden verschiedene mögliche Fertigungsverfahren gesammelt und mit den Anforderungen aus dem Lastenheft verglichen. Zu diesen Fertigungsverfahren können beispielsweise Fließpressen, Drehen, Fräsen, Gesenkschmieden, Selektives Lasersintern oder Kokillengießen zählen. Für diese Fertigungsverfahren werden dann die Verfahrensgrenzen ermittelt. Durch einen Abgleich mit den K.O.-Kriterien aus dem Lastenheft erfolgt der direkte Ausschluss von Fertigungsverfahren, wenn Anforderungen nicht erfüllt werden können. Für die restlichen Fertigungsverfahren wird eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit im Hinblick auf die relevanten Bewertungskriterien vorgenommen. Direkte Kostentreiber stellen vor allem die Materialausnutzung und der Energieverbrauch dar und sind daher besonders relevant für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit. Zusätzlich werden Einkaufspreise für Maschinen, Werkzeuge und Betriebsmittel betrachtet. Außerdem können Abfallkosten bei schlechter Recyclingfähigkeit die Wirtschaftlichkeit eines Verfahrens senken. Die Bewertungskriterien werden je nach Anwendungsfall individuell für das Unternehmen ausgewählt und betrachtet. Neben Bewertungskriterien, die direkt die Kosten der Produktherstellung beeinflussen, können auch weitere Kriterien wie zum Beispiel der CO<sub>2</sub>-Footprint des Fertigungsverfahrens mit in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bzw. die Analyse alternativer Fertigungsverfahren aufgenommen werden. Für jedes der betrachteten Fertigungsverfahren erfolgt eine Bewertung der ausgewählten Bewertungskriterien. Aus dieser Bewertung kann abschließend eine Übersichtsmatrix der verschiedenen Fertigungsverfahren und Bewertungskriterien erstellt und eine Gesamtbewertung für jedes Fertigungsverfahren bestimmt werden. Diese Gesamtbewertung stellt das grundsätzliche Potenzial bzw. den Nutzwert des Fertigungsverfahrens zur Herstellung der Produkte dar (vgl. Abbildung 3). Die Erstellung einer solchen Übersichtsmatrix ist eine sehr gute Grundlage für eine fundierte Auswahl der vielversprechendsten Fertigungsverfahren für einen vertiefenden wirtschaftlichen Vergleich im Rahmen einer Fertigungskostenkalkulation. Da ein solcher Vergleich inklusive der Kalkulation mit einem erhöhten Aufwand verbunden ist, sollten im Rahmen einer Vorauswahl die Anzahl der betrachteten Fertigungsverfahren eingegrenzt werden.

	Geometrie möglich?	Toleranzen	Rauheiten	Zugfestigkeit	Automatisierbarkeit	Maschinenbedarf	Platzbedarf	Materialausnutzung	Energieaufwand	Gesamtscore
Fließpressen, kalt	2	3	3	3	2	3	3	2	2	23
Drehen	3	3	3	3	3	2	1	1	3	22
Gesenkschmieden, kalt	2	3	3	3	2	3	2	1	2	21
Sintern	2	3	3	2	2	1	2	1	3	19
MIM	2	3	3	2	1	1	2	1	3	18
Kokillengießen	1	2	3	3	1	2	3	2	1	18

Abbildung 3: Bewertungsmatrix

Eine überschlägige Kalkulation der Stückkosten einzelner Fertigungsverfahren bietet sich für Unternehmen an, um eine Aussage darüber zu erhalten, ab welchen Stückzahlen alternative Fertigungsverfahren wirtschaftlicher sein können. Bei hohen Maschinenanschaffungskosten für ein Fertigungsverfahren ist dieses Fertigungsverfahren beispielsweise erst bei höheren Stückzahlen wirtschaftlich konkurrenzfähig im Vergleich zu Fertigungsverfahren, die nur geringe initiale Maschinenanschaffungskosten haben. Daher ist es aus Unternehmenssicht bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren sehr wichtig, geplante Stückzahlen und Auftragsvolumina sowie zukünftige Auftragsszenarien fundiert abzuschätzen und bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Fertigungsverfahren zu berücksichtigen. Bei der Bestimmung der Stückkosten durch verschiedene Fertigungsverfahren sollten die folgenden Kostenpunkte betrachtet werden:

- Maschinenstundensatz (Abschreibung; Energie-, Instandhaltungs- und Raumkosten)
- Materialkosten (Einkaufspreis; Recyclingpreis; Materialgemeinkosten)
- Werkzeugkosten (Einmalkosten; laufende Kosten)
- Personalkosten
- Fertigungsgemeinkosten (z. B. Gebäudereinigung)

Die Erhebung und Qualität der Daten ist dabei von großer Bedeutung: Je mehr Daten vorliegen und je höher die Qualität der Daten ist, desto genauer kann eine Kostenkalkulation durchgeführt werden. Die Daten können beispielsweise aus dem ERP-System des Unternehmens oder aus Anfragen an Lohnfertiger und Maschinenhersteller generiert werden. Mit diesen Daten kann die Kostenzusammensetzung für das Produkt bestimmt werden (siehe Abbildung 4).

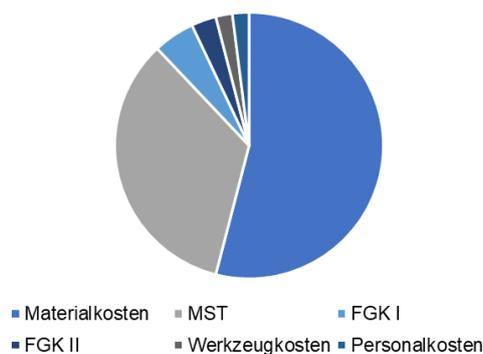


Abbildung 4: Beispielhafte Zusammensetzung der Stückkosten

Anhand der Kostenzusammensetzung können verschiedene Produkte in Bezug auf die Fertigungskosten verglichen werden und Optimierungspotenziale identifiziert werden, wenn beispielsweise bei einem Produkt eine größere Abweichung der einzelnen Kostenfaktoren in der Kostenzusammensetzung vorliegt. Durch die Aufstellung einer Kostenfunktion kann der Stückpreis in Abhängigkeit der zu fertigenden Losgröße bestimmt werden. Dies unterstützt Unternehmen auch bei strategischen Entscheidungen: Abhängig von der jährlichen Auftragsmenge können unterschiedliche Fertigungsverfahren wirtschaftlich sein. Abbildung 5 zeigt die Kostenfunktionen für verschiedene Fertigungsverfahren zur Herstellung eines Produktes in Abhängigkeit der Losgröße. Die Verfahren 1 und 2 führen bei niedrigen Losgrößen zu sehr hohen Stückkosten, da bei beiden Verfahren die Maschinenanschaffungskosten sehr hoch sind. Mit steigender Stückzahl reduziert sich der Stückpreis, da eine Umlegung der Kosten auf eine höhere Losgröße möglich ist.

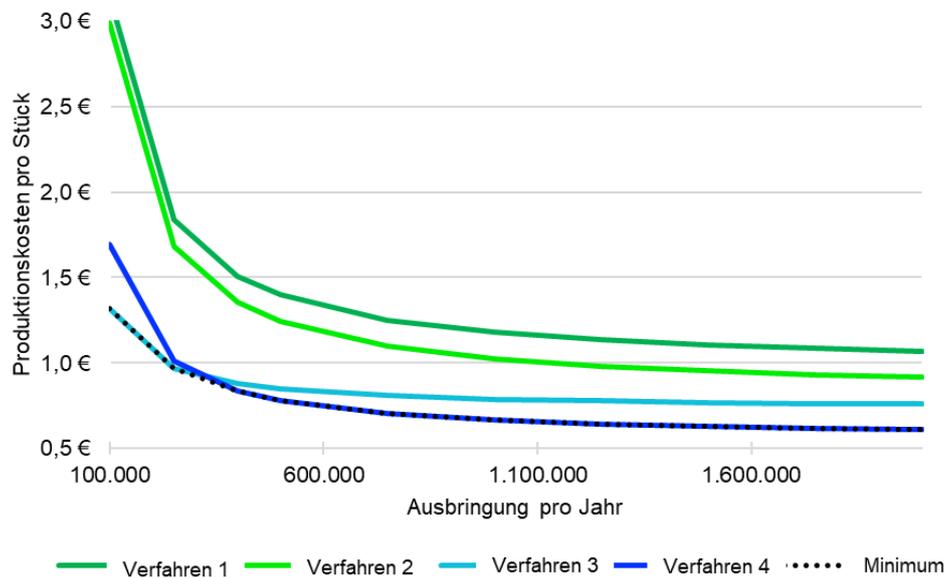


Abbildung 5: Kostenfunktionen für verschiedene Fertigungsverfahren zur Bestimmung der Stückkosten in Abhängigkeit der Losgröße

Neben der reinen Ausbringungsmenge pro Jahr ist bei einem wirtschaftlichen Vergleich auch die Losgröße je Fertigungsauftrag und Wiederholung der zu fertigen Losgröße zu berücksichtigen. Häufig ist die Fertigungsflexibilität ein wichtiges Kriterium für die Auswahl und den Einsatz eines Fertigungsverfahrens. Um die Fertigungsflexibilität im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung abzubilden, können Fallbeispiele erstellt werden, die verschiedene Auftragsszenarien (mehrere Aufträge für verschiedene Produkte mit unterschiedlicher Losgröße) abbilden. Je nach Fertigungsverfahren steigen einige Kostenfaktoren für ein flexible Auftragsfertigung an. Beispielsweise steigen die Werkzeugkosten bei formgebenden Fertigungsverfahren (Tiefziehen, Schmieden) bei der Fertigung vieler verschiedener Produkte signifikant an, während die Werkzeugkosten bei der Herstellung verschiedener Produkte mittels zerspanender Verfahren (Drehen, Fräsen) nahezu konstant bleiben. Neben der reinen Bearbeitungszeit pro Bauteil sind bei der exemplarischen Berechnung von Fallbeispielen zur Analyse der Fertigungsflexibilität auch die Rüstzeiten pro Los zu berücksichtigen.

Bei der reinen Stückkostenbetrachtung können einige Fertigungsverfahren zwar günstiger sein, jedoch sollte bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auch berücksichtigt werden, wie hoch die Auslastung der Fertigungsmaschine bzw. der Fertigungslinie ist. Höhere Stückkosten aufgrund von beispielsweise höheren Maschinenanschaffungskosten können durch eine höhere frei verfügbare Kapazität der Maschine oder Fertigungslinie für weitere Aufträge kompensiert werden und trotzdem eine lohnende wirtschaftliche Lösung darstellen. In Abbildung 6 ist ein Fallbeispiel für vier Aufträge (A1 - A4) dargestellt. Die Stückkostenverläufe für die Verfahren 1-4 sind in Abbildung 5 enthalten. Die Verfahren mit höheren Stückkosten haben eine schnellere Fertigungszeit und bieten daher mehr Fertigungskapazität für weitere Aufträge, was bei einer Betrachtung der Wirtschaftlichkeit auch berücksichtigt werden sollte.

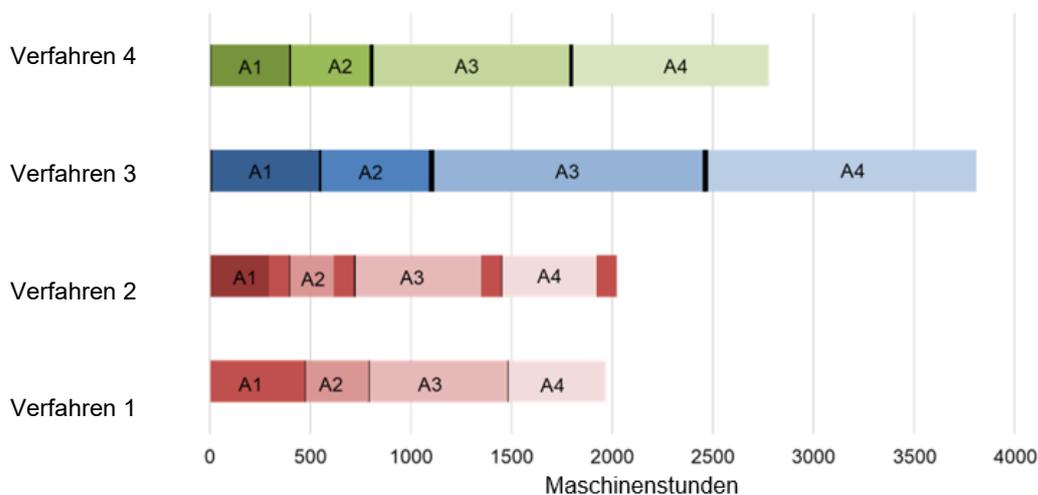


Abbildung 6: Vergleich der Fertigungsverfahren für Aufträge mit verschiedenen Losgrößen unter Berücksichtigung des Rüstaufwands

Im Rahmen der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Produktion können auch die Stückkosten einer modernisierten Fertigung mit denen der aktuellen Fertigung verglichen werden (vgl. Abbildung 7). Dabei werden keine alternativen Fertigungsverfahren betrachtet, sondern Investitionen in die Modernisierung der Fertigung analysiert. Auf Basis der kalkulierten Stückkosten können dann Amortisationsbedingungen und -zeitpunkte der Modernisierung ermittelt werden, um eine Entscheidungshilfe für das Unternehmen zu liefern, ob eine Investition in moderne Fertigungsmaschinen sinnvoll ist.

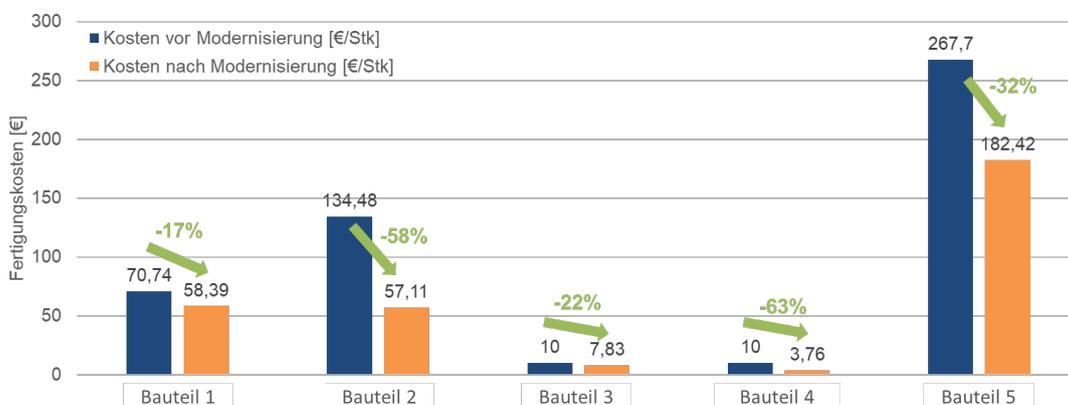


Abbildung 7: Stückkostenrechnung bei nicht modernisierter und modernisierter Fertigung im Vergleich

Was kann ich tun, wenn mein Fertigungsverfahren nicht wirtschaftlich ist?

Neben der Investition in moderne Fertigungsmaschinen oder den Umstieg auf ein alternatives Fertigungsverfahren, ist eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit eines Fertigungsverfahrens der Retrofit bestehender Fertigungsmaschinen- oder Anlagen. Unter einem Retrofit wird dabei die Modernisierung und Nachrüstung von bestehenden Anlagen und Betriebsmitteln verstanden [Lub18]. Das Retrofitting von Fertigungsanlagen kann eine besonders kostengünstige Alternative zur Neuanschaffung darstellen, bei der eine Einbindung von Sensorik in den Prozess ermöglicht wird. Durch zusätzliche Sensorik und die Einbindung der Maschine beispielsweise mittels eines IIoT-Gateways in ein übergeordnetes Netzwerk kann die Wirtschaftlichkeit der Fertigungsprozess dadurch gesteigert werden, dass eine kontinuierliche Zustandsüberwachung möglich wird. Diese Zustandsüberwachung ermöglicht es zum Beispiel Ausschusskosten zu verringern, indem Prozesse auf Basis der angebrachten Sensorik optimiert und überwacht werden. Eine kontinuierliche Zustandsüberwachung der Fertigungsanlage ermöglicht auch eine vorrausschauende Instandhaltungsstrategie (Predictive Maintenance), wodurch Wartungszeiten optimiert und Stillstandzeiten reduziert werden können. Außerdem können beispielsweise Verschleißzustände am Werkzeug überwacht werden, sodass Ausfallzeiten verringert und unvorhergesehene Maschinendefekte verhindert werden.

Retrofitting stellt eine besonders wirtschaftliche Maßnahme dar, da die Maschine nur nachgerüstet und nicht ersetzt wird. Die Kosten des Retrofits entsprechen oft nur einem Bruchteil der Kosten einer neuen Maschine. Zusätzliche Vorteile ergeben sich dadurch, dass die Maschine nur für einen kurzen Zeitraum nicht für den Produktionsbetrieb zur Verfügung steht und kaum Schulungen für die Mitarbeitenden notwendig werden. Gleichzeitig wird die Einbindung von Sensorik in das IIoT ermöglicht, sodass ein Fertigungsverfahren länger wirtschaftlich bleibt. Weitere Vorteile eines Retrofits sind in Abbildung 8 dargestellt.



Abbildung 8: Nutzen eines Retrofits

Das Vorgehen bei einem Retrofit kann beispielhaft in fünf Schritte gegliedert werden: Im ersten Schritt erfolgt eine Bedarfsanalyse, bei der geprüft wird, welche Fähigkeiten und

Gegebenheiten die Bestandsmaschinen mitbringen. Zusätzlich dazu werden Einflussgrößen auf die Bauteilqualität und -kosten untersucht, um im Anschluss die Definition der relevanten Messgrößen in Bezug auf den gewünschten Nutzen des Retrofits vorzunehmen. Auf Basis der Anforderungen kann ein Retrofitkonzept erstellt werden. Im Rahmen der Erstellung des Retrofit-Konzepts sollte eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Berechnung des Return of Investment (ROI) durchgeführt werden, um aus Unternehmenssicht einschätzen zu können ob die Investitionen in einen Retrofit sich aus wirtschaftlicher Sicht lohnen. Wenn das Retrofit-Konzept aus wirtschaftlicher Sicht positiv ist, erfolgt im zweiten Schritt die Auswahl geeigneter Sensoren, welche die notwendigen physikalischen Messgrößen bei gegebenen Umgebungsbedingungen aufnehmen können. Anschließend erfolgt das Anbringen der Sensoren inklusive Peripherie an der Fertigungsmaschine bzw. Fertigungsanlage unter Betrachtung der konstruktiven Einschränkungen. Im dritten Schritt wird die Schnittstelle zwischen Sensoren und Netzwerk konfiguriert (bspw. über ein IIoT-Gateway). Eine geeignete Kommunikationsschnittstelle ermöglicht die Industrie 4.0-Kommunikation der Maschinen und Sensorik untereinander. Im vierten Schritt erfolgt die Konfiguration der Datenverarbeitung (Algorithmen zur automatisierten Datenauswertung) und Datenspeicherung. Dies kann beispielsweise durch eine webbasierte Datenbank-Konfiguration erfolgen (Cloud-Lösung). Dafür sollte eine geeignete, skalierbare Datenplattform gewählt, die auch die Speicherung und Verarbeitung von steigenden Datenmengen ermöglicht. Je nach Bedarf kann eine Visualisierung der Sensordaten in Form von Dashboards eingerichtet werden. Der fünfte und letzte Schritt ist die Zustandsüberwachung und Einbindung des Retrofits in übergeordnete IT-Systeme (z.B. ERP-System) im Unternehmen. Durch das Einrichten einer intelligenten Zustandsüberwachung können ungeplante Maschinenausfälle vermieden werden. Dafür werden die Daten mithilfe einer geeigneten Statistik oder entsprechenden Auswertungsalgorithmen analysiert und ausgewertet.

#### Dienstleistung zur Wirtschaftlichkeitsanalyse

Das Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) gGmbH berät als Dienstleister bei der Durchführung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Retrofits von Prozessen und Anlagen in der Produktion und Logistik. Mittels einer Potenzialanalyse werden Vorteile und Einsparungspotenziale für Unternehmen identifiziert und genutzt.

Sie benötigen eine Beratung zur Wirtschaftlichkeit von geplanten Investitionen in eine Modernisierung Ihrer Produktion? Sie sind daran interessiert Ihren Maschinenpark zu digitalisieren und zu vernetzen? Sie möchten wissen, ob es wirtschaftliche Alternativen zu Ihrem aktuellen Fertigungsverfahren gibt und welche Stückkosten mit alternativen Fertigungsverfahren erreicht werden können? Für solche und weitere Fragestellungen zu den Themen Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren und Retrofitting liefert das IPH als Dienstleister kompetente Unterstützung und unterstützt Sie bei Ihrer ganz individuellen Fragestellung.

## Quellen

---

[Dob00] Dobschütz, L. (2000). IV-Wirtschaftlichkeit. In: von Dobschütz, L., Barth, M., Jäger-Goy, H., Kütz, M., Möller, HP. (eds) IV-Controlling. Wissenschaft & Praxis. Gabler Verlag, Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-663-05899-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-663-05899-1_18)

[Lub18] Lubner, S.: Was ist Retrofit?, <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-retrofit-a-775551/>, 16.08.2020

## Kontaktdaten

---

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH  
Hollerithallee 6 | 30419 Hannover

☎ +49 (0)511 27976-0 | @ info@iph-hannover.de | 🌐 www.iph-hannover.de