

Die Innovationsfalle des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus: Warum „besser“ eigentlich „deutlich teurer“ bedeutet

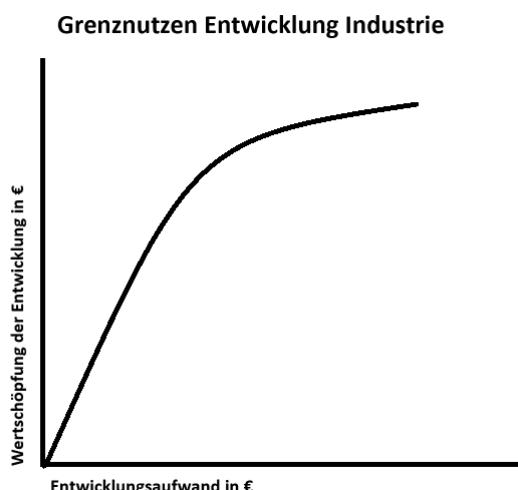
Von Dr. Walter Demmelhuber und Dr. Maria del Carmen Fuentes Gimeno

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau gilt seit jeher als Rückgrat der deutschen Industrie und als Inbegriff von Qualität, Präzision und Innovationskraft. Doch in einer zunehmend globalisierten und digitalisierten Welt gerät dieser Ruf ins Wanken. Die Branche steht vor einer wachsenden Herausforderung: Die Entwicklung von signifikanten Innovationen wird immer komplexer und kostenintensiver, während die Margen durch den internationalen Wettbewerb unter Druck geraten. Insbesondere das Phänomen, dass inkrementelle Verbesserungen exponentiell höhere Mehrkosten verursachen (eine Art „Pareto-Effekt“), führt dazu, dass Maschinen und Anlagen zwar teurer, aber nicht zwingend signifikant besser werden. Dieser Artikel beleuchtet die Ursachen und Konsequenzen dieser Entwicklung und analysiert, warum die deutsche Industrie zunehmend in einer Innovationsfalle gefangen ist.



Die Komplexität der inkrementellen Innovation

In reifen Industrien wie dem Maschinen- und Anlagenbau sind grundlegende Durchbrüche selten geworden. Stattdessen dominieren inkrementelle Innovationen, die bestehende Technologien und Prozesse optimieren. Doch gerade hier manifestiert sich das Problem der steigenden Grenzkosten. Eine Verbesserung um 10% in einer bereits hochentwickelten Maschine erfordert oft einen unverhältnismäßig, deutlich höheren Aufwand an Forschung, Entwicklung und Produktion.

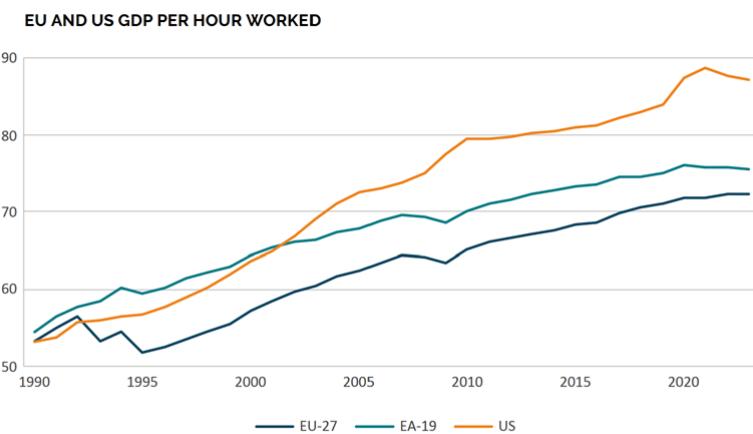


Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau zählt zu den wichtigsten Industriezweigen Deutschlands und gilt neben der Automobilindustrie als bedeutendste Branche mit erheblichem Einfluss auf den Erfolg der Volkswirtschaft. Unternehmen dieser Sparte verfügen traditionell über eine hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit und nehmen in vielen Bereichen eine Rolle als globale Markt- und Technologieführer ein. Die Branche ist zudem ein zentraler Pfeiler der Exportwirtschaft: Rund 60 % des Umsatzes deutscher Maschinenbauer wird im Ausland erwirtschaftet. Entsprechend groß ist ihre wirtschaftliche Bedeutung auch im Inland – im Jahr 2021 beschäftigte der Maschinenbau über eine Million Arbeitnehmerinnen* in Deutschland ([Zahlen, Fakten, Daten: Das ist der deutsche Maschinenbau](#)). Historisch beruhte diese starke Stellung maßgeblich auf kontinuierlicher Verbesserung und hoher Innovationskraft. Allerdings mehren sich die Anzeichen, dass es der deutschen Maschinenbauindustrie zunehmend schwerfällt, weitere Verbesserungen und Innovationen zu entwickeln. Im Folgenden werden die Gründe für diese Entwicklung analysiert und wirtschaftliche Konsequenzen beleuchtet.

Zunehmende Herausforderungen bei Innovationen im Maschinenbau

Innovationsdynamik und -investitionen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau haben in jüngerer Zeit spürbar nachgelassen. So stagnieren seit 2020 die Ausgaben für Innovationen in der Branche weitgehend – ein Umstand, der Experten zufolge dazu führen könnte, dass deutsche Maschinenbauer den Anschluss an andere Nationen verlieren ([Warum investiert der Maschinenbau so wenig in Innovationen](#)). Die Ursachen für die nachlassende Innovationskraft sind vielfältig. Zum einen befindet sich die Industrie in einer Phase außergewöhnlicher wirtschaftlicher Unsicherheit. Krisen und externe Schocks (z.B. durch Pandemie, geopolitische Spannungen und Lieferkettenprobleme) dämpfen die Investitionsbereitschaft. Bereits vor der Corona-Krise sahen über die Hälfte der Maschinenbauunternehmen erheblichen externen Druck, etwa durch Handelskonflikte, Brexit, wachsenden internationalen Wettbewerb (von 57 % der Firmen genannt) oder drohende Konjekturteinbrüche ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)). Diese externen Faktoren führen dazu, dass viele Unternehmen bei größeren Innovationsprojekten zögern und abwarten, statt proaktiv zu investieren ([Warum investiert der Maschinenbau so wenig in Innovationen](#)).

Zum anderen kämpfen die Maschinenbauer branchenintern mit strukturellen Problemen, welche Innovationen erschweren. Ein bedeutender Faktor ist der Fachkräftemangel: Laut Ifo-Institut berichten rund 40 % der Maschinenbauunternehmen von Produktionsbehinderungen durch fehlende Fachkräfte.

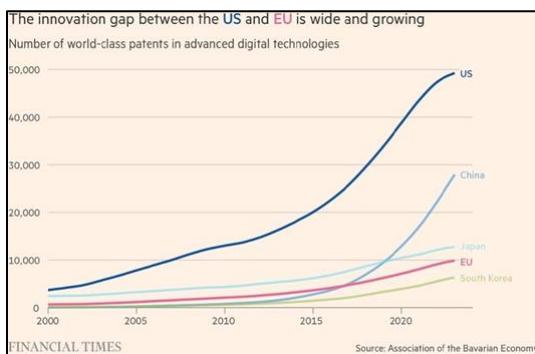


Source: The Conference Board, Total Economy Database. Note: EA-19 countries include: Belgium, Germany, Ireland, Spain, France, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Austria, Portugal, Finland, Greece, Slovenia, Cyprus, Malta, Slovakia, Estonia, Latvia and Lithuania.

Die Branche ist in Deutschland stark mittelständisch geprägt und beschäftigt überproportional viele ältere Mitarbeitende; zugleich fällt es schwer, jungen Nachwuchs für beispielsweise schichtintensive Produktionsarbeit zu gewinnen ([Maschinenbau: Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert - WELT](#)). Dieser Engpass an hochqualifiziertem Personal bremst Forschung und Entwicklung neuer Lösungen.



Hinzu kommt, dass die digitale Transformation – ein Schlüsselfaktor für zukünftige Innovationsfähigkeit – vielerorts noch im Gange ist. Zwar haben 97 % der Maschinenbauer Digitalisierungsinitiativen angestoßen, doch kein Unternehmen sieht sich hier bereits am Ziel. Interne Hürden bei der Umsetzung neuer digitaler Prozesse (etwa mangelnder Wille im Management oder Schwierigkeiten im Change Management) zählen zu den größten Hemmnissen für erfolgreiche Innovationen ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)).



Diese Kombination aus externem Kostendruck, globalem Wettbewerb sowie internen Ressourcen- und Transformationsproblemen führt dazu, dass fortschrittliche Neuerungen immer schwerer realisierbar sind. Insbesondere inkrementelle Verbesserungen an bereits ausgereiften Maschinen stoßen an Grenzen des technisch und wirtschaftlich Sinnvollen.

Das Pareto-Prinzip und abnehmender Nutzen von Verbesserungen

Bei der Suche nach den Gründen für die erschwerte Innovationsfähigkeit spielt das Pareto-Prinzip (80/20-Regel) eine erhellende Rolle. Es besagt vereinfacht, dass häufig 80 % des Ergebnisses mit 20 % des Gesamtaufwandes erreicht werden können – während die verbleibenden 20 % Verbesserung unverhältnismäßig viel Aufwand erfordern. Übertragen auf den Maschinenbau bedeutet dies, dass die meisten Produkte bereits ein sehr hohes Leistungs- und Qualitätsniveau erreicht haben; weitere Steigerungen um z.B. 10 % gehen mit exponentiell wachsenden Entwicklungs- und Produktionskosten einher. Tatsächlich sind oft gerade die letzten Prozentpunkte an Optimierung die teuersten. Ein anschauliches Beispiel liefert die Energiewirtschaft: Laut Simulationen lassen sich etwa 80–90 % einer technischen Zielvorgabe (hier: Anteil Erneuerbarer Energie) relativ kosteneffizient realisieren, doch die letzten 10 % würden

„richtig teuer“ werden ([Fünf Jahre nach Fukushima - Wie kommt die Energiewende voran?](#)). Ähnlich ist es im Maschinenbau – je näher man an die physikalischen oder technischen Grenzen eines Systems kommt, desto kleiner wird der zusätzliche Nutzen, während die nötigen Ressourcen überproportional steigen.

Dieser Effekt führt dazu, dass kleine Verbesserungsprozentsätze – etwa eine um 5–10 % gesteigerte Energieeffizienz oder Präzision einer Maschine – überproportional hohe Entwicklungsaufwände und komplexere Technik erfordern. In vielen Fällen steht der Nutzen für den Kunden in keinem vernünftigen Verhältnis mehr zu den Mehrkosten. Man spricht hier auch von abnehmendem Grenznutzen: Jede weitere Verbesserungseinheit „kostet“ mehr als die vorherige und bringt weniger zurück. Wo früher mit vertretbarem Aufwand große Fortschritte erzielt werden konnten, sorgen heute ausgereizte Technologien dafür, dass zusätzliche Leistungsgewinne nur noch durch hochkomplexe oder teure Lösungen erreichbar sind. Es besteht die Gefahr des Overengineering: Produkte werden immer aufwändiger und teurer, ohne dass der Nutzer einen entsprechenden Mehrwert davon hat. Überentwickelte Lösungen verbrauchen unverhältnismäßig viel Zeit und Ressourcen in Entwicklung und Produktion, obwohl einfachere Ansätze den Zweck ebenfalls erfüllen würden ([Overengineering - Wikipedia](#)). Ingenieure stehen somit vor dem Dilemma, ob sich eine bestimmte Verbesserung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten überhaupt lohnt – oder ob man an eine Kosten-Nutzen-Grenze gelangt ist, an der ein „gut genug“ ausgelegtes Produkt im Markt erfolgreicher sein kann als ein perfektioniertes, aber zu teures.

Wirtschaftliche Auswirkungen: Hohe Kosten ohne großen Nutzen

Die beschriebenen Verhältnisse haben spürbare ökonomische Konsequenzen für die Unternehmen. Wenn jede weitere Innovation oder Verbesserung mit steigenden Kosten einhergeht, ohne eine entsprechend große Leistungssteigerung zu bieten, geraten die traditionellen Geschäftsmodelle unter Druck. Ein zentrales Problem ist die Kosten-Nutzen-Effizienz von Entwicklungsprojekten. In vielen Bereichen des Maschinenbaus nähern sich etablierte Produkte einem Sättigungspunkt, an dem weiteres Entwicklungsinvestment nur marginale Fortschritte liefert. Aus Sicht der Betriebswirtschaft führt dies zu einer sinkenden Rendite auf F&E-Ausgaben: Mehr Geld fließt in Forschung und konstruktive Detailarbeit, doch der Markterfolg wächst nicht im selben Maße. Schlimmer noch, der zusätzliche Aufwand treibt die Stückkosten neuer Maschinen nach oben.

Für die Hersteller ergeben sich zwei unerfreuliche Szenarien: Entweder müssen sie die Preise für verbesserte Maschinen entsprechend hoch ansetzen, was ihre Produkte für viele Kunden weniger attraktiv macht – oder sie halten die Preise trotz höherer Kosten stabil, was jedoch die Gewinnmargen schrumpfen lässt. Beide Fälle sind auf Dauer problematisch. Preissteigerungen lassen sich meist nur in echten High-End-Nischen durchsetzen, wo Kunden bereit sind, für minimale Leistungsführerschaft einen Premiumpreis zu zahlen. Der Großteil des Marktes jedoch ist preissensibel und fragt vor allem wirtschaftliche Lösungen mit angemessenem Preis-Leistungs-Verhältnis nach. Bleiben Verbesserungen aus Kostengründen aus, kann dies allerdings ebenso negative Folgen haben: Innovationslücken bedeuten, dass Produkte im Vergleich zur Konkurrenz an Attraktivität verlieren, was langfristig Marktanteile kosten kann.

Ein Beispiel aus der Praxis ist die Diskussion um die “Technologiepyramide” im Maschinenbau. Während Deutschland bislang stark an der Spitze dieser Pyramide – also im hochentwickelten Premiumsegment – vertreten war, wird zunehmend offensichtlich, dass dieses Segment allein die breiten Umsätze nicht trägt. Der Präsident des Branchenverbands VDMA, Reinhold Festge, mahnte bereits 2014, dass man “nur mit High-Tech-Produkten an die Wand läuft”, da der Markt an

der absoluten Spitze zu klein sei ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)). Mit anderen Worten: Es reicht nicht, technisch brillante Maschinen zu bauen, wenn diese so teuer werden, dass nur noch wenige Abnehmer weltweit in Frage kommen. Steigende Entwicklungskosten ohne signifikante Leistungssteigerung zwingen die Hersteller also zu einem Umdenken in der Produktstrategie. Wertorientierte Ansätze wie Value Engineering oder Frugal Innovation gewinnen an Bedeutung – das heißt, den Fokus stärker auf Kundennutzen pro Kosten zu legen, anstatt Maximierung der technischen Spezifikationen um jeden Preis.

Zudem belasten die hohen Kosten für kleine Innovationssprünge die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen intern. Kapital, das in wenig rentable Verbesserungsprojekte fließt, fehlt möglicherweise an anderer Stelle – etwa bei der wirklich radikalen Innovation, also der Entwicklung neuer Technologien oder Geschäftsmodelle, die größere Sprünge ermöglichen könnten. In Summe entsteht eine wirtschaftliche Schieflage, in der Kostensteigerungen nicht mehr durch entsprechende Leistungs- und Erlössteigerungen gedeckt werden. Dies manifestiert sich bereits in Branchendaten: So ist die Stimmung im Maschinenbau gedrückt, Auftragseingänge sind rückläufig und vielerorts wird trotz voller Auftragsbücher an der Profitabilität gearbeitet. Die Unternehmen laufen Gefahr, in eine Innovationsfalle zu geraten, wenn sie nicht gegensteuern.

Auswirkungen auf die globale Wettbewerbsfähigkeit

Angesichts dieser Herausforderungen stellt sich die Frage, wie die deutsche Maschinenbauindustrie im globalen Wettbewerb positioniert ist. Jahrzehntelang bauten deutsche Maschinenbauer ihren Ruf auf überlegener Ingenieurskunst, Qualität und Zuverlässigkeit – Eigenschaften, die hohe Preise rechtfertigten. Doch die Konkurrenz aus dem Ausland, insbesondere aus China, hat in den letzten Jahren massiv an Stärke gewonnen. In wichtigen Absatzmärkten außerhalb Europas hat der Wettbewerb durch chinesische Anbieter deutlich zugenommen ([Maschinenbau: Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert - WELT](#)). China hat nicht nur Deutschland 2015 als größten Maschinenexporteur der Welt abgelöst, sondern chinesische Hersteller dringen auch immer stärker in Segmente vor, die früher von deutschen Produkten dominiert wurden. Ihre Strategie beruht oft darauf, „gut genug“ Qualität zu günstigeren Preisen anzubieten und damit ein breiteres Marktsegment anzusprechen. Eine Studie der VDMA-Impuls-Stiftung zeigte bereits, dass chinesische Firmen insbesondere im mittleren Preissegment Vorteile gegenüber deutschen haben – und zwar mittelfristig nicht nur auf dem heimischen chinesischen Markt, sondern weltweit ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)).

Für die deutschen Anbieter bedeutet dies: Ein Festhalten ausschließlich an hochpreisiger Premiumqualität birgt Risiken. Wenn Wettbewerber mit 90 % der Leistung zu 70 % der Kosten aufwarten, werden viele Kunden abwägen, ob der Mehrwert der deutschen Maschine den hohen Aufpreis rechtfertigt. Noch genießen deutsche Produkte einen Qualitätsvorsprung, doch selbst Branchenkenner warnen, dass diese Unterschiede rasch schwinden werden. In der Tat hat die Ifo-Umfrage vom Sommer 2023 ergeben, dass die Firmen ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit so schlecht einschätzen wie noch nie seit Erhebungsbeginn. Neben den intern diskutierten Problemen (Fachkräfte, Kosten) wird explizit die harte Konkurrenz aus China als Grund für diese Entwicklung genannt ([Maschinenbau: Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert - WELT](#)).

Um ihre globale Position zu halten, müssen deutsche Maschinenbauunternehmen daher eine Gratwanderung meistern: Innovativ bleiben, ohne sich in kostspieligen Details zu verzetteln. Einige haben begonnen, ihr Portfolio nach unten zu ergänzen, d.h. bewusst etwas einfachere, kostengünstigere Varianten anzubieten, um im mittleren Segment konkurrenzfähig zu sein.

Reinhold Festge brachte es damals auf den Punkt: Man müsse notfalls bereit sein, „die Qualität zu verringern“, um die Preise zu senken und gegen die rasant wachsende Konkurrenz zu bestehen ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)). Diese Aussage klingt provokativ, bedeutet aber im Kern, dass Kundenerwartungen und Zahlungsbereitschaft die Messlatte setzen sollten – nicht allein das technisch Machbare. Darüber hinaus investieren viele Firmen in Service und Zusatzleistungen, um sich differenzieren zu können, selbst wenn das Produkt an sich austauschbarer wird. Insgesamt ist klar: Die verschärfte internationale Konkurrenz und die beschriebenen Innovationshürden zwingen den deutschen Maschinenbau, seine Strategien anzupassen, um weiterhin weltweit wettbewerbsfähig zu bleiben.

Fazit

Die deutsche Maschinenbauindustrie steht an einem Scheideweg: Steigende Komplexität und Kosten bei weiteren Verbesserungen treffen auf einen globalen Markt, der durch neue Wettbewerber und veränderte Kundenanforderungen herausfordernder geworden ist. Die Analyse zeigt, dass zahlreiche Faktoren – von abnehmenden Grenzerträgen bei Innovationen (im Sinne des Pareto-Prinzips) über konjunkturelle Unsicherheiten und Fachkräftemangel bis hin zu aggressiver Konkurrenz – dazu führen, dass Verbesserungen und Innovationen immer schwerer fallen. Inkrementelle Fortschritte sind oft nur mit unverhältnismäßigem Aufwand erreichbar, was ökonomisch kaum vertretbar ist. Gleichzeitig droht ohne Innovation ein schleichender Verlust der Technologieführerschaft.

Die Branche muss daher neue Wege finden, um diesem Dilemma zu entkommen. Mögliche Lösungsansätze zeichnen sich bereits ab: Ein stärkeres Augenmerk auf die Wirtschaftlichkeit von Innovationen (Stichwort Value Engineering) kann helfen, Overengineering zu vermeiden und den Fokus auf kundenrelevante Neuerungen zu lenken. Ebenso gilt es, die Digitalisierung konsequent voranzutreiben, denn effizientere Entwicklungsprozesse (z.B. mittels Simulation, KI und Datenanalyse) können die Kosten für Innovation senken und völlig neue Optimierungspotenziale eröffnen. Die Gewinnung und Qualifizierung von Fachkräften – sowohl im klassischen Maschinenbau als auch in IT/Elektronik – ist eine weitere zentrale Stellschraube, um die Innovationsfähigkeit zu stärken. Im globalen Kontext werden deutsche Maschinenbauer ihre Positionierung überdenken müssen: Es bietet sich an, das Portfolio zweigleisig auszurichten – einerseits durch Erhalt der Technologieführerschaft in Schlüsselbereichen, andererseits durch an den Markt angepasste Lösungen im mittleren Segment, um Volumenmärkte nicht kampflos den neuen Konkurrenten zu überlassen ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)).

Trotz aller Herausforderungen gibt es Gründe für verhalteten Optimismus. Die Branche verfügt weiterhin über hervorragende Grundlagen, von einem soliden ingenieurwissenschaftlichen Know-how bis zu einer weltweit geschätzten Marke "Made in Germany". Mit der richtigen Strategie kann sie diese Stärken auch in Zukunft ausspielen. Allerdings, so betonen Experten, wird sich der Maschinen- und Anlagenbau deutlich mehr bewegen und verändern müssen als in der Vergangenheit, um seine vollen Potenziale auszuschöpfen ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)). Gelingt dieser Wandel – hin zu agilerem Innovationsmanagement, kostenbewusster Entwicklung und strategischer Marktorientierung – dürfte der deutsche Maschinenbau auch künftig ein Motor der Wirtschaft bleiben und seinen Spitzenplatz im globalen Wettbewerb behaupten.

Literaturverzeichnis:

- Dietmar Poll (2024): *Kein Geld für Neues? Warum investiert der Maschinenbau so wenig in Innovationen.* Produktion – Wirtschaft ([Warum investiert der Maschinenbau so wenig in Innovationen](#)) ([Warum investiert der Maschinenbau so wenig in Innovationen](#)).
- Gunnar Knuepffer (2020): *Trendreport 2020 – Eine zukunftssichere Branche?* All-Electronics – Markt ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)) ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)) ([Studie zeigt die Problemzonen in Maschinenbau-Unternehmen](#)).
- Karen Pittel im Interview (2016): *Fünf Jahre nach Fukushima – Wie kommt die Energiewende voran?* Deutschlandfunk Kultur ([Fünf Jahre nach Fukushima - Wie kommt die Energiewende voran?](#)).
- Wikipedia (o.J.): Overengineering. ([Overengineering - Wikipedia](#)).
- Nicolas Bunde (Ifo) zitiert in: *Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert.* WELT, 25.08.2023 ([Maschinenbau: Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert - WELT](#)) ([Maschinenbau: Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinenbauer sinkt auf Tiefstwert - WELT](#)).
- Reinhold Festge (VDMA) zitiert in: *Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln.* F.A.Z., 18.02.2014 ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)) ([Schlüsselindustrie: Maschinenbau: Wegen China müssen wir die Qualität drosseln](#)).
- IHK München (2017): *Studie Maschinenbau in Oberbayern.*
- Redaktion Produktion.de (2023): *Zahlen, Fakten, Daten: Das ist der deutsche Maschinenbau.* ([Zahlen, Fakten, Daten: Das ist der deutsche Maschinenbau](#)).