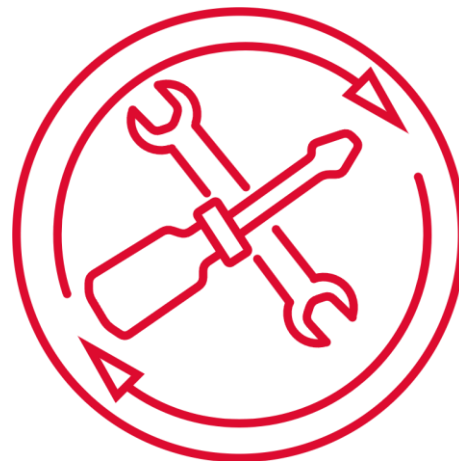




Instandhaltung in der Produktion





Inhaltsverzeichnis

Instandhaltung in der Produktion

Inhaltsverzeichnis	2
Instandhaltung in der Produktion	4
Verfügbarkeit sichern. Stillstände reduzieren. Wettbewerbsfähigkeit stärken.	4
Warum Instandhaltung immer wichtiger wird	5
Fachkräftemangel in der Instandhaltung	6
Von der Reparatur zur Instandhaltung	7
Die vier Stufen der Instandhaltung	8
Anlagenverfügbarkeit als Schlüsselkennzahl	9
OEE als Führungsinstrument	10
Digitalisierung der Instandhaltung	11
Daten als Grundlage moderner Instandhaltung	12
Sensorik und Condition Monitoring	13
Der digitale Zwilling in der Instandhaltung	14
Augmented Reality und Virtual Reality in der Instandhaltung	15
Künstliche Intelligenz in der Instandhaltung	16
Ersatzteilmanagement	17
Instandhaltung von Robotern und Handling Systemen	18



Inhaltsverzeichnis

Instandhaltung in der Produktion

Retrofit und Lebensdauerverlängerung	19
Instandhaltung und MVO 2023/1230	20
Wiederinbetriebnahme, Gefahrenübergabe und Betreiberverantwortung	21
Cybersecurity und Anlagenverfügbarkeit	24
Resiliente Produktionssysteme	25
Die Instandhaltung der Zukunft	26
Der Ansatz	27
Fazit	28
Rechtlicher Hinweis	29
Impressum	30

Instandhaltung in der Produktion

Verfügbarkeit sichern. Stillstände reduzieren. Wettbewerbsfähigkeit stärken.

Praxisleitfaden für Produktionsunternehmen zur erfolgreichen Weiterentwicklung von Instandhaltung, Wartung, Digitalisierung und Anlagenverfügbarkeit.

Einleitung

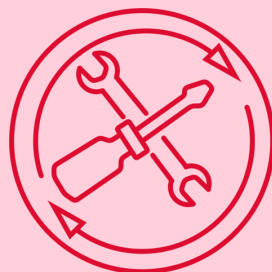
Produktionsanlagen, Werkzeugmaschinen, Robotersysteme und Handling Systeme bilden das Rückgrat moderner Produktionsunternehmen.

Mit zunehmender Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung wächst die Bedeutung einer professionellen Instandhaltung kontinuierlich. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Anlagenverfügbarkeit, Produktivität, Qualität und Liefertreue.

Ungeplante Maschinenstillstände verursachen hohe Kosten und beeinträchtigen die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens erheblich.

Moderne Instandhaltung geht deshalb deutlich über klassische Reparaturen hinaus. Sie wird zu einem strategischen Erfolgsfaktor für die gesamte Wertschöpfung.

Instandhaltung ist heute kein Kostenfaktor mehr – sondern ein wesentlicher Beitrag zur Wertschöpfung.



Instandhaltung in der Produktion

Warum Instandhaltung immer wichtiger wird

Viele Unternehmen investieren in:

- Automatisierung
- Robotik
- Digitalisierung
- Software
- moderne Werkzeugmaschinen

Der Nutzen dieser Investitionen hängt jedoch direkt von der Verfügbarkeit der Anlagen ab.

Typische Herausforderungen sind:

- Fachkräftemangel
- steigende technische Komplexität
- ungeplante Stillstände
- Ersatzteilverfügbarkeit
- Wartungsaufwand
- steigende Qualitätsanforderungen

Die produktivste Maschine nützt wenig, wenn sie nicht verfügbar ist.



Instandhaltung in der Produktion

Fachkräftemangel in der Instandhaltung

Viele Unternehmen spüren bereits heute den zunehmenden Mangel an qualifizierten Instandhaltungsfachkräften.

Besonders betroffen sind:

- Automatisierer
- Elektriker
- Servicetechniker
- Instandhaltungsfachleute
- Robotik-Spezialisten

Gleichzeitig steigt die technische Komplexität moderner Produktionsanlagen kontinuierlich.

Dadurch gewinnen folgende Themen an Bedeutung:

- Wissensmanagement
- Standardisierung
- Digitale Unterstützungssysteme
- Weiterbildung
- Dokumentation

Die Verfügbarkeit von Fachwissen wird künftig ebenso wichtig wie die Verfügbarkeit von Maschinen.





Instandhaltung in der Produktion

Von der Reparatur zur Instandhaltung

Früher galt:

- Maschine defekt → Reparatur.

Heute lautet der Ansatz:

- Maschine überwachen → Probleme erkennen → Ausfälle vermeiden.

Daraus entsteht die Instandhaltung

Bestandteile:

Wartung

Inspektion

Zustandsüberwachung

Datenanalyse

Predictive Maintenance

kontinuierliche Verbesserung

Moderne Instandhaltung handelt bevor Störungen entstehen.





Instandhaltung in der Produktion

Die vier Stufen der Instandhaltung

Reaktive Instandhaltung

Reaktion nach dem Ausfall.

Vorteile:

- geringe Anfangskosten

Nachteile:

- hohe Stillstandskosten
- geringe Planbarkeit

Vorbeugende Instandhaltung

Wartung nach festen Intervallen.

Vorteile:

- höhere Sicherheit

Nachteile:

- unnötige Wartungen möglich

Zustandsorientierte Instandhaltung

Überwachung des tatsächlichen Anlagenzustands.

Vorteile:

- bessere Planung
- höhere Verfügbarkeit

Predictive Maintenance

Datenbasierte Vorhersage zukünftiger Ausfälle.

Vorteile:

- maximale Anlagenverfügbarkeit
- optimale Ressourcennutzung



Je genauer der Zustand bekannt ist, desto effizienter wird die Instandhaltung.

Instandhaltung in der Produktion

Anlagenverfügbarkeit als Schlüsselkennzahl

Die Anlagenverfügbarkeit beschreibt den Anteil der geplanten Produktionszeit, in welcher eine Anlage tatsächlich produktiv arbeitet.

Beeinflusst wird sie durch:

- Störungen
- Wartungen
- Werkzeugwechsel
- Materialengpässe
- Bedienfehler

Zur Bewertung werden häufig folgende Kennzahlen eingesetzt:

- Verfügbarkeit
- OEE (Overall Equipment Effectiveness)
- MTBF (Mean Time Between Failures)
- MTTR (Mean Time To Repair)

Wer seine Verfügbarkeit kennt, kennt seine grössten Verbesserungspotenziale.



Instandhaltung in der Produktion

OEE als Führungsinstrument

Die Gesamtanlageneffektivität (OEE) gehört zu den wichtigsten Kennzahlen modernen Produktionsunternehmen.

Sie verbindet:

- Verfügbarkeit
- Leistung
- Qualität

Und macht Verbesserungspotenziale sichtbar.

Die Instandhaltung hat dabei direkten Einfluss auf:

- Maschinenstillstände
- Störungszeiten
- Prozessstabilität
- Produktqualität

Instandhaltung beeinflusst die Produktivität der gesamten Wertschöpfungskette.



Instandhaltung in der Produktion

Digitalisierung der Instandhaltung

Digitale Technologien verändern die Instandhaltung grundlegend.

Mögliche Anwendungen:

- digitale Wartungspläne
- mobile Serviceberichte
- digitale Ersatzteillager
- automatische Störungsmeldungen
- digitale Checklisten
- Wartungsmanagementsysteme

Vorteile:

- bessere Transparenz
- schnellere Reaktionen
- höhere Nachvollziehbarkeit
- geringerer Administrationsaufwand

Digitalisierung schafft Transparenz über den Zustand der Produktion.





Instandhaltung in der Produktion

Daten als Grundlage modernen Instandhaltung

Moderne Instandhaltung basiert zunehmend auf Daten.

Wichtige Datenquellen:

- Maschinensteuerungen
- Sensoren
- Wartungsberichte
- Ersatzteildaten
- Qualitätsinformationen
- Betriebsdaten

Die Herausforderung besteht nicht in der Datenerfassung, sondern in der sinnvollen Nutzung dieser Informationen.

Zukunftsfähige Unternehmen schaffen eine durchgängige Datengrundlage für:

- Wartungsplanung
- Ersatzteilmanagement
- Predictive Maintenance
- Digitale Zwillinge

Wer seine Daten versteht, versteht den Zustand seiner Anlage.



Instandhaltung in der Produktion

Sensorik und Condition Monitoring

Moderne Maschinen verfügen über zahlreiche Sensoren.

Diese erfassen unter anderem:

- Temperatur
- Bewegungen
- Druck
- Stromaufnahme
- Laufzeiten
- Werkzeugzustände

Die Überwachung dieser Daten ermöglicht die frühzeitige Erkennung möglicher Probleme.

Beispiele

- Lagerschäden
- Werkzeugverschleiss
- Pneumatik Probleme
- Hydraulikstörungen

Sensoren liefern die Grundlage für fundierte Entscheidungen.





Instandhaltung in der Produktion

Der digitale Zwilling in der Instandhaltung

Digitale Zwillinge gewinnen auch in der Instandhaltung zunehmend an Bedeutung.

Mögliche Anwendungen:

- Zustandsüberwachung
- Wartungsplanung
- Simulation von Änderungen
- Ersatzteilmanagement
- Retrofit Projekte

Digitale Zwillinge verbinden reale Anlagen mit digitalen Informationen.



Instandhaltung in der Produktion

Augmented Reality und Virtual Reality in der Instandhaltung

Digitale Assistenzsysteme werden die Instandhaltung in den kommenden Jahren grundlegend verändern.

Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) ermöglichen es, Wartungs- und Serviceinformationen direkt am Einsatzort zur Verfügung zu stellen.

Typische Anwendungen:

- Digitale Wartungsanleitungen
- Schritt-für-Schritt-Unterstützung
- Virtuelle Schulungen
- Fernunterstützung durch Experten
- Digitale Ersatzteileidentifikation
- Virtuelle Anlagenbegehungen

Durch den Einsatz von AR und VR-Technologien können Wartungsarbeiten schneller, sicherer und nachvollziehbarer durchgeführt werden.

Besonders bei komplexen Produktionsanlagen können digitale Assistenzsysteme wertvolles Erfahrungswissen langfristig verfügbar machen.

AR und VR verbinden Wissen, Erfahrung und digitale Unterstützung direkt am Arbeitsplatz.



Instandhaltung in der Produktion

Künstliche Intelligenz in der Instandhaltung

KI wird zukünftig eine immer grössere Rolle übernehmen.

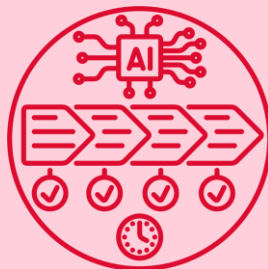
Mögliche Einsatzbereiche:

- Störungsvorhersagen
- Mustererkennung
- Ausfallwahrscheinlichkeiten
- Wartungsplanung
- Ersatzteilmanagement

Dabei ersetzt KI nicht die Fachkräfte.

Sie unterstützt bei der Analyse komplexer Zusammenhänge.

KI unterstützt die Erfahrung von Menschen durch datenbasierte Erkenntnisse.





Instandhaltung in der Produktion

Ersatzteilmanagement

Die Verfügbarkeit von Ersatzteilen beeinflusst die Verfügbarkeit der Anlagen direkt.

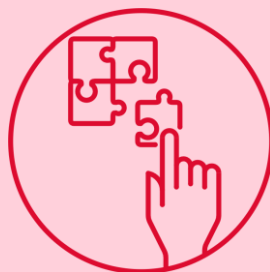
Wichtige Fragen:

- Welche Ersatzteile sind kritisch?
- Welche Lieferzeiten bestehen?
- Welche Teile müssen lokal verfügbar sein?

Ziele:

- Vermeidung langer Stillstände
- Senkung der Lagerkosten
- höhere Versorgungssicherheit

Die richtige Ersatzteilstrategie reduziert Risiken und Kosten.



Instandhaltung in der Produktion

Instandhaltung von Robotern und Handling Systemen

Automatisierte Fertigungsanlagen stellen zusätzliche Anforderungen.

Besondere Aufmerksamkeit benötigen:

- Greifer
- Sensoren
- Roboterachsen
- Pneumatik Systeme
- Hydrauliksysteme
- Spanntechnik
- Sicherheitskomponenten

Regelmässige Kontrollen erhöhen die Prozesssicherheit und Anlagenverfügbarkeit.

Mit steigender Automation wächst die Bedeutung der Instandhaltung.



Instandhaltung in der Produktion

Retrofit und Lebensdauerverlängerung

Nicht jede Maschine muss ersetzt werden.

Durch gezielte Retrofit-Massnahmen können bestehende Anlagen modernisiert werden.

Mögliche Massnahmen:

- neue Steuerungen
- neue Sensorik
- Roboternachrüstung
- Digitalisierung
- neue Sicherheitsfunktionen

Dadurch können:

- Produktivität erhöht
- Lebensdauer verlängert
- Investitionen reduziert werden.

Die wirtschaftlichste Maschine ist häufig die modernisierte Bestandsmaschine.





Instandhaltung in der Produktion

Instandhaltung und MVO 2023/1230

Mit Inkrafttreten der Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 am 20. Januar 2027 gewinnen Änderungen an Maschinen zusätzliche Bedeutung.

Insbesondere bei:

- Steuerungsumbauten
- Roboternachrüstungen
- Sicherheitsänderungen
- Retrofit-Projekten

muss geprüft werden, ob eine wesentliche Veränderung der Maschine vorliegt.

Technische Änderungen müssen künftig auch regulatorisch betrachtet werden.



Instandhaltung in der Produktion

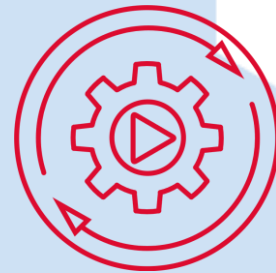
Wiederinbetriebnahme, Gefahrenübergabe und Betreiberverantwortung

Modernisierung, Umbauten und Retrofit-Projekte gehören zunehmend zum Alltag moderner Produktionsunternehmen. Mit jeder technischen Veränderung entstehen jedoch auch neue Anforderungen an Sicherheit, Dokumentation und Verantwortlichkeiten.

Besonders kritisch wird die Phase zwischen dem Abschluss der Arbeiten und der erneuten Freigabe der Anlage für den Produktionsbetrieb.

Typische Auslöser:

- Retrofit-Projekte
- Steuerungsumbauten
- Roboternachrüstungen
- Änderungen an Sicherheitsfunktionen
- Integration neuer Handlingsysteme
- Softwareanpassungen
- Erweiterungen bestehender Anlagen



Vor der Wiederinbetriebnahme müssen technische, organisatorische und sicherheitsrelevante Fragestellungen überprüft werden.

Wiederinbetriebnahme

Eine strukturierte Wiederinbetriebnahme umfasst unter anderem:

- Funktionsprüfungen
- Sicherheitsprüfungen
- Dokumentationskontrollen
- Validierung geänderter Funktionen
- Testläufe unter Produktionsbedingungen
- Überprüfung von Schnittstellen
- Schulung der Mitarbeitenden

Ziel ist es, die Anlage nach Änderungen wieder sicher, stabil und produktiv betreiben zu können.

Instandhaltung in der Produktion

Wiederinbetriebnahme, Gefahrenübergabe und Betreiberverantwortung

Gefahrenübergabe

Werden Anlagen verändert ,entstehen oftmals neue oder veränderte Risiken.

Deshalb müssen alle Beteiligten ein gemeinsames Verständnis besitzen, über:

- Vorhandene Restrisiken
- Geänderte Betriebsbedingungen
- Sicherheitsmassnahmen
- Verantwortlichkeiten
- Notfallverfahren

Die Gefahrenübergabe erfolgt nicht nur über Dokumente, sondern vor allem über Wissenstransfer und Kommunikation zwischen allen beteiligten Personen.



Instandhaltung in der Produktion

Wiederinbetriebnahme, Gefahrenübergabe und Betreiberverantwortung

Betreiberverantwortung

Mit der Übergabe der Anlage übernimmt der Betreiber die Verantwortung für den weiteren sicheren Betrieb.

Dazu gehören insbesondere:

- Einhaltung der Betriebsanweisungen
- Durchführung der erforderlichen Wartungen
- Aktualisierung der Dokumentation
- Schulung der Mitarbeitenden
- Überwachung sicherheitsrelevanter Funktionen
- Einhaltung gesetzlicher Vorschriften



Bei wesentlichen Änderungen können zusätzliche Anforderungen aus der Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 entstehen.

Bedeutung für die Zukunft

Mit zunehmender Vernetzung, Digitalisierung und Automatisierung werden die Anforderungen an Wiederinbetriebnahmen und Betreiberverantwortung weiter steigen.

Besonders betroffen sind:

- Robotersysteme
- Automatisierte Fertigungszellen
- Digitale Produktionsanlagen
- KI-gestützte Systeme
- Vernetzte Maschinen

Die technische Umsetzung eines Retrofits ist nur ein Teil des Projekterfolgs. Erst eine sichere Wiederinbetriebnahme, eine nachvollziehbare Gefahrenübergabe und klar geregelte Betreiberverantwortung schaffen die Grundlage für einen langfristigen sicheren und produktiven Anlagenbetrieb.

Instandhaltung in der Produktion

Cybersecurity und Anlagenverfügbarkeit

Mit zunehmender Vernetzung steigt die Bedeutung von Cybersecurity.

Produktionsausfälle können nicht nur durch mechanische Defekte entstehen.

Zunehmend relevant werden:

- Cyberangriffe
- Softwarefehler
- Netzwerkprobleme
- Datenverluste

Die Verfügbarkeit moderner Anlagen hängt daher auch von der Sicherheit digitaler Systeme ab.

Digitale Sicherheit wird zu einem Bestandteil moderner Instandhaltung.



Instandhaltung in der Produktion

Resiliente Produktionssysteme

Produktionsunternehmen müssen heute auf unterschiedliche Störungen reagieren können.

Beispiele:

- Lieferengpässe
- Energiekrisen
- Fachkräftemangel
- Systemausfälle
- Cyberangriffe

Resiliente Produktionssysteme zeichnen sich aus durch:

- Hohe Transparenz
- Standardisierung
- Flexibilität
- Schnelle Reaktionsfähigkeit

Resiliente Produktionssysteme sichern die Wettbewerbsfähigkeit in unserer Zukunft.



Instandhaltung in der Produktion

Die Instandhaltung der Zukunft

Die zukünftige Instandhaltung wird geprägt durch:

- Digitale Zwillinge
- Sensorik
- KI-Unterstützung
- Datenanalysen
- Automatisierte Wartungsplanung
- Mobile Informationssysteme
- Augmented Reality
- Virtual Reality
- Digitale Assistenzsysteme
- Cybersecurity
- Vernetzte Produktionssysteme

Der Mensch bleibt dabei zentraler Bestandteil der Entscheidungsfindung.

Die Zukunft der Instandhaltung ist digital, datenbasiert und vorausschauend.





Instandhaltung in der Produktion

Der Ansatz

Wir verbinden:

- Produktion
- Automation
- Handling Systeme
- Digitalisierung
- Instandhaltung
- Prozessmanagement

Wir unterstützen Unternehmen dabei:

- Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen
- Stillstände zu reduzieren
- Prozesse zu standardisieren
- Instandhaltung strategisch weiterzuentwickeln

Hohe Verfügbarkeit entsteht durch das Zusammenspiel von Menschen, Prozessen, Technik und Daten.



Instandhaltung in der Produktion

Fazit

Instandhaltung in der Produktion verbindet Erfahrung, Prozesse, Daten und Technologie zu einer vorausschauenden Strategie für maximale Anlagenverfügbarkeit.

Erfolgreiche Unternehmen verbinden:

- Fachwissen
- Daten
- Digitalisierung
- Automatisierung
- Cybersecurity
- Resilienz

zu einem leistungsfähigen Gesamtsystem.

Persönlicher Schlussgedanke:

Die Instandhaltung der Zukunft ist nicht nur eine technische Disziplin. Sie ist ein strategischer Wettbewerbsfaktor für Produktivität, Qualität, Digitalisierung und langfristigen Unternehmenserfolg.





Instandhaltung in der Produktion

Rechtlicher Hinweis

Die Inhalte dieses Dokuments dienen ausschliesslich der allgemeinen Information, Schulung, Sensibilisierung, Beratung und organisatorischen Weiterentwicklung von Unternehmen und Mitarbeitenden. Sie vermitteln allgemeines Fachwissen und stellen keine Rechts-, Steuer-, Unternehmens-, Investitions-, Finanzierungs-, Wirtschafts-, Compliance-, Datenschutz-, Informationssicherheits-, Cybersecurity-, KI-Regulierungs- oder sonstige Fachberatung dar. Ebenso ersetzen sie keine Zertifizierung, Unternehmensprüfung, produktspezifische Normenprüfung, Vertragsprüfung, Risikobeurteilung, Konformitätsbewertung oder verbindliche technische Beurteilung.

Alle dargestellten Beispiele, Methoden, Handlungsempfehlungen, Organisationsansätze sowie technischen und organisatorischen Lösungsansätze dienen ausschliesslich der Veranschaulichung und allgemeinen Orientierung. Sie müssen vor einer Anwendung auf ihre Eignung für die jeweilige Unternehmens-, Produkt-, Prozess-, Projekt- oder Anwendungssituation geprüft, bewertet und gegebenenfalls angepasst werden.

Die Verantwortung für sämtliche unternehmerischen, organisatorischen, personellen, technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Entscheidungen sowie deren Umsetzung liegt ausschliesslich beim jeweiligen Unternehmen bzw. den verantwortlichen Personen.

Die Inhalte dieses Dokuments ersetzen weder gesetzliche Vorgaben noch behördliche Anforderungen, vertragliche Vereinbarungen, branchenspezifische Regelungen, betriebliche Vorgaben oder geltende Normen und Standards. Die Umsetzung hat stets unter Berücksichtigung der jeweils geltenden gesetzlichen, regulatorischen, arbeitsrechtlichen, datenschutzrechtlichen, sicherheitsrelevanten, produktsicherheitsrechtlichen und technischen Anforderungen zu erfolgen.

Rechtliche, technische und regulatorische Anforderungen können je nach Branche, Unternehmensgrösse, Land, Markt, Produkt, Maschine, Anlage, Software, Anwendung oder Einsatzgebiet unterschiedlich sein. Insbesondere sind die jeweils einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Normen und Standards durch das verantwortliche Unternehmen im konkreten Einzelfall zu prüfen und einzuhalten.

Aussagen zu technologischen Entwicklungen, Digitalisierung, Künstlicher Intelligenz, Industrie 4.0, Markttrends, Zukunftsszenarien oder wirtschaftlichen Entwicklungen dienen ausschliesslich der allgemeinen Orientierung. Sie stellen weder Prognosen noch Garantien für zukünftige technische, wirtschaftliche oder regulatorische Entwicklungen oder Unternehmenserfolge dar.

Personenbezeichnungen, Rollenmodelle, Organisationsformen, Generationenmodelle oder vergleichbare Darstellungen dienen ausschliesslich der Veranschaulichung und stellen keine Bewertung einzelner Personen oder Personengruppen dar.

Die Gremotool GmbH übernimmt keine Gewähr für die Vollständigkeit, Aktualität, Richtigkeit oder uneingeschränkte Anwendbarkeit der dargestellten Inhalte auf konkrete Unternehmen, Produkte, Projekte oder individuelle Anwendungsfälle. Massgebend sind stets die zum jeweiligen Zeitpunkt geltenden gesetzlichen Vorschriften, Verordnungen, Normen, behördlichen Anforderungen sowie die projektspezifischen Rahmenbedingungen.

Jegliche Haftung für direkte oder indirekte Schäden sowie Folgeschäden, die aus der Nutzung, Anwendung oder Umsetzung der dargestellten Inhalte entstehen, wird im gesetzlich zulässigen Umfang ausgeschlossen.



Impressum

Gremotool GmbH
Wilerstrasse 3
CH-9200 Gossau
Schweiz

www.gremotool.ch
info@gremotool.ch
+41 (0)71 930 03 90

Es gelten unsere AGB, welche auf www.gremotool.ch abgerufen werden können.

Weitere Kataloge können auf der Webseite www.gremotool.ch abgerufen werden.

Handelsregister:
UID-Nr. CHE-498.310.590

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Jegliche, auch nur teilweise Verwendung, insbesondere Veröffentlichung, Vervielfältigung, Verbreitung, Wiedergabe, Bearbeitung und/oder Änderung, bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung der Gremotool GmbH. Druckfehler und Irrtümer, sowie technische Änderungen vorbehalten.

Veröffentlichung Juli 2026, 1. Auflage

