



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Spreeland**



Zukunftsfähig produzieren – wie geht das?

Begriffe und Praxiswissen für den Mittelstand

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Mittelstand-
Digital 

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ziel der Broschüre und Themenübersicht

Die vorliegende Broschüre gibt Praktikern einen Überblick über das Grundwissen nachhaltiger Produktion. Sie dient als Nachschlagewerk und als Schnellcheck für Führungskräfte und Belegschaft, um in Besprechungen sofort mitreden zu können, wenn es darum geht, das Unternehmen zukunftsfähig auszurichten. Einige Aspekte werden Sie bereits kennen und umsetzen, andere werden neu sein und zum Nachdenken anregen. Wichtig ist, dass Ökonomie, Ökologie sowie Soziales stets gemeinsam betrachtet und dabei sämtliche Akteure einbezogen werden, damit das Unternehmen gesetzliche Vorgaben etwa zur Dekarbonisierung oder Energieeinsparung erfüllen und im Wettbewerb mithalten kann. Deshalb vermittelt die Broschüre auch anhand betrieblicher Fallbeispiele, wie sich Betriebskosten und Emissionen senken lassen, um bei Ihrer Kundschaft mit „sauber“ hergestellten Produkten und schlanken Prozessen zu punkten. Gezielt eingesetzte digitale Techniken entlasten Beschäftigte und sichern effiziente Datenerfassung und -auswertung, wie die folgenden Praxisbeispiele eindrucksvoll zeigen.

Zur Instandsetzung von Aluminium-Druckgussfüllkammern nutzt die Weier GmbH eine KI-gestützte Zustandsüberwachung. Mit Sensoren werden Schwingungsdaten erfasst, die ein KI-Algorithmus analysiert, um den Verschleiß vorherzusagen. Dies ermöglicht vorausschauende Wartung, verlängert die Lebensdauer der Bauteile und entlastet die Mitarbeiter von manuellen Überwachungsaufgaben. So senkt das Unternehmen Betriebskosten und fördert durch Wiederaufbereitung eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Die Polierscheibenfabrik Spaeth rüstete Maschinen mit Sensoren und Mikrocontrollern nach. Daten zu Laufzeiten und Vibrationen werden automatisch erfasst, Wartung planbar und Energieverbräuche transparent. Dadurch sinken Kosten, Ressourcen werden geschont und Mitarbeitende entlastet. Gleichzeitig erfüllt das Unternehmen ISO-Vorgaben, steigert Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit und stärkt seine Zukunftsfähigkeit.

Kurzübersicht zur Broschüre

1. Einführung in die Nachhaltigkeit
2. Praxis für den Mittelstand
3. Kreislaufwirtschaft
4. Sharing-Modelle
5. Nutzungsdauerverlängerung durch Modernisierung
6. Soziale Verantwortung kooperativ gestalten
7. Nachhaltigkeits-Check für den Mittelstand
8. Nachhaltigkeitsberichterstattung für den Mittelstand
9. Blick in die Zukunft
10. Best Practices „grüne Produktion“ aus dem MDZ Spreeland
11. Fazit und Ausblick

1. Einführung in die Nachhaltigkeit

Die inflationäre Verwendung des Merkmals „nachhaltig“ beruht häufig auf der synonymen Verwendung von „langfristig“ oder „dauerhaft“. Während „langfristig“ oder „dauerhaft“ der Zeitbezug zugrunde liegt, umfasst „nachhaltig“ stets die ökonomische, ökologische und soziale Dimension. Bezogen auf den Mittelstand verbinden sich damit folgende Inhalte im Kontext zukunftsfähigen Produzierens:

- Ökonomisch, um mit wenig Ressourcen rentabel zu arbeiten, Wertschöpfung und Arbeitsplätze am Standort zu sichern, Rücklagen für die Überbrückung von Wirtschaftskrisen zu schaffen sowie die Umstellung auf zukunftsfähiges Wirtschaften zu ermöglichen;
- Ökologisch, um Emissionen, Abfall zu vermeiden, die Nutzung endlicher Rohstoffe – sofern technisch möglich – zu begrenzen oder abzulösen, sowie Stoffkreisläufe zu schließen;
- Sozial, um Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Qualifikation der Arbeitskraft zu erhalten und Gleichberechtigung, Mitsprache, Teilhabe sowie Integration und Inklusion zu ermöglichen.

Nachhaltig wird häufig auch mit enkelfähig umschrieben. Dies bedeutet für den Mittelstand bereits zu Lebzeiten an folgende Unternehmergenerationen zu denken, also „...Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (Brundtland Bericht 1987). Im Fokus stehen dabei etwa das Klima, die Umwelt, Biodiversität, endliche Ressourcen, künftige Renten und die Gesundheit. Deshalb sollten Betriebsangehörige in Erweiterung der Prinzipien des Ehrbaren Kaufmanns dreifach Verantwortung übernehmen:

1. als Mensch und Person für sich selbst,
2. in Leitungsfunktion für Beschäftigte, Kunden und Lieferanten sowie
3. als Mitglied der Gesellschaft für Gemeinwohl, Öffentlichkeit und Umwelt (VEEK-Versammlung Ehrbarer Kaufleute zu Hamburg e.V.).

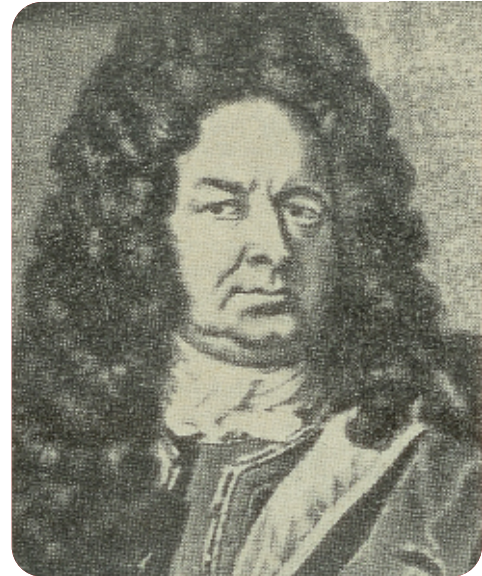


1.1 Historie

Den Grundgedanken der Nachhaltigkeit entwickelte der Forstwissenschaftler Carl von Carlowitz (1645–1714). Er bestand darin, nur so viel Holz zu schlagen, wie durch Aufforstung nachwachsen kann. Dies sichert die natürliche Regeneration sowie den langfristigen Erhalt von Holz als erneuerbare Ressource und stärkt damit dauerhaft die Rohstoffbasis der Holzindustrie.

Jedoch wächst nicht jeder Rohstoff, den andere Industriezweige benötigen, auf natürliche Weise nach und gilt daher als endlich. Beispiele dafür sind Eisenerz zur Stahlherstellung oder seltene Erden zur Produktion von digitalen Endgeräten oder Magneten für Windkraftanlagen. So erfordert ein Megawatt Leistung von Windkraftanlagen den Einsatz von ca. 200 Kilogramm Neodym. Deshalb ist zu überlegen, wie sich endliche Rohstoffe zu langlebigen, reparierbaren Erzeugnissen verarbeiten, im Kreislauf führen oder durch Substitute ablösen lassen. Dies trägt zur Umsetzung nachhaltigen Wirtschaftens bei, dessen Anforderungen sich wiederholt in historischen Dokumenten wiederfinden.

Dazu zählen Grundlagenwerke wie der Bericht des Club of Rome (1972) und der Brundtland-Bericht (1987), weiterentwickelt durch die Agenda 21 (1992) und die UN-Konferenz 2012 (Rio+20) mit 17 globalen Nachhaltigkeitszielen (SDG-Sustainable Development Goals) zur Förderung zukunftsfähigen Wirtschaftens. Die Bundesregierung erklärte 1994 mit dem im Grundgesetz verankerten Artikel 20a Nachhaltigkeit als Staatsziel und richtet ihre Aktivitäten mit der 2016 verabschiedeten Agenda 2030 konsequent an den 17 SDG aus.



Carl von Carlowitz



Carlowitz - Sylvicultura

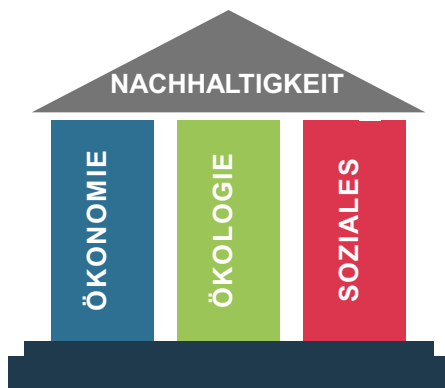
ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG



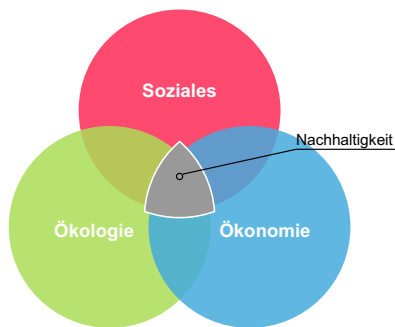
Sustainable Development Goals



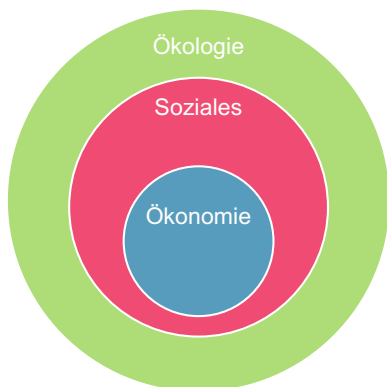
1.2. Modelle und Dimensionen



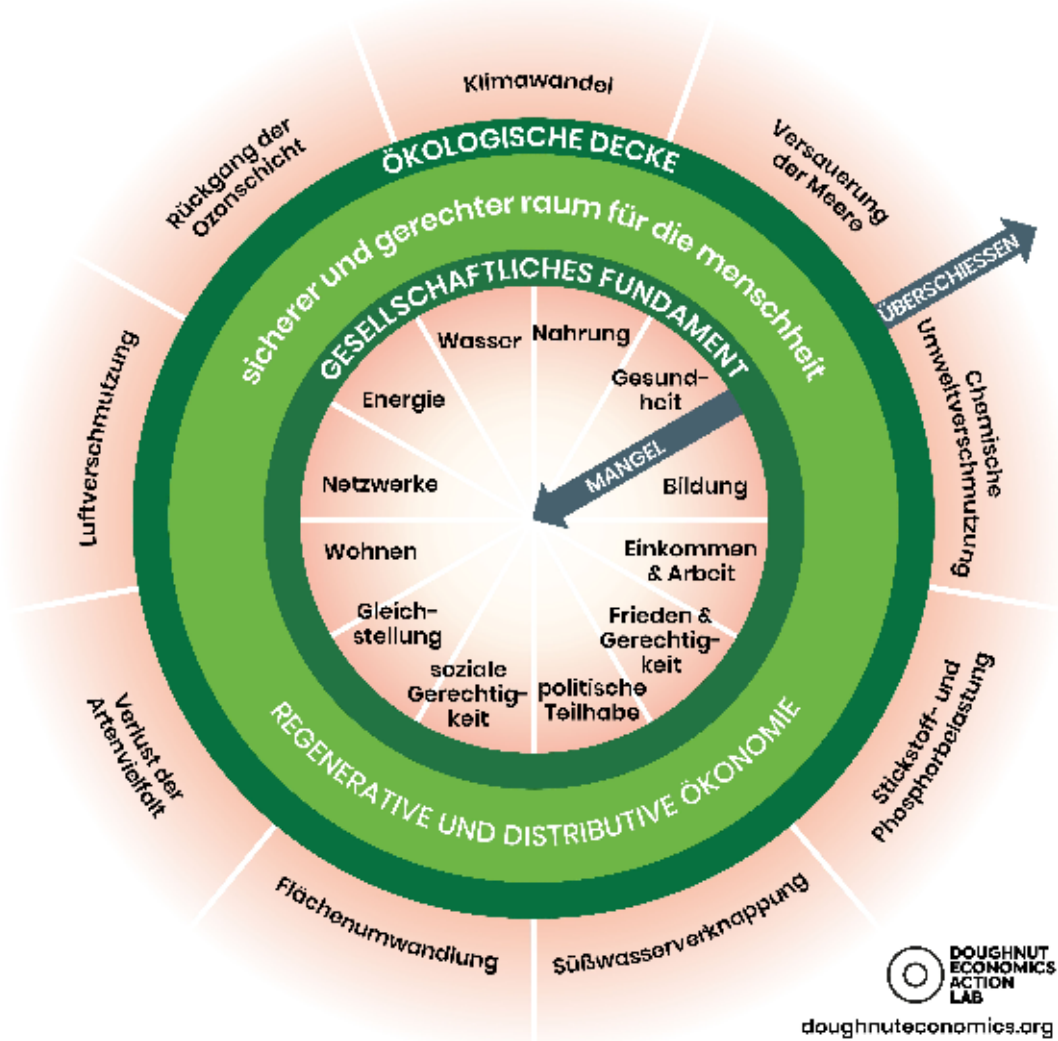
Beim **Drei-Säulen-Modell** stehen Ökologie, Ökonomie und Soziales als drei gleichberechtigte, jedoch für sich betrachtete Dimensionen in Balance. Trotz dieser Separierung kann eine Dimension Auswirkungen auf die andere haben. So kann die Überbetonung der Ökonomie zu Umweltschäden, schlechten Arbeitsbedingungen oder sozialer Ungleichheit führen. Hingegen kann die Überbetonung von Ökologie Rentabilität, Arbeitsplätze und Innovationen gefährden. In Unternehmen lassen sich die drei Säulen gut separiert bearbeiten und dann projektbezogen oder auf Leitungsebene zusammenführen.



Das **integrative Nachhaltigkeitsmodell** verknüpft ökologische, ökonomische und soziale Dimension zu einem gemeinsamen, miteinander verwobenen Wirkungsgefüge. Die sich durchdringenden und gegenseitig beeinflussenden drei Dimensionen sollen quantitativ zu gleichen Teilen auftreten und bei ungleicher Intensität wechselseitige, teilweise Kompensation ermöglichen, um die Veränderungsdynamik abzubilden. In Unternehmen werden die drei Dimensionen bei jeglicher Aktivität – so bei jedem Projekt, Auftrag oder Arbeitsgang – stets im Dreiklang betrachtet.



Das **Vorrangmodell** ordnet die drei Dimensionen hierarchisch und priorisiert die Ökologie vor dem Sozialen und vor der Ökonomie. Eine intakte Umwelt bildet die Grundlage für soziale und wirtschaftliche Stabilität und ist nicht durch menschliches oder sachliches Kapital ersetzbar. Daher ist Produktion und Wertschöpfung nur innerhalb biophysikalischer Grenzen möglich, um natürliche Ressourcen langfristig zu erhalten. Zielkonflikte werden konsequent zugunsten der Umwelt gelöst. Sofern technisch möglich, sollten Unternehmen endliche durch nachwachsende Rohstoffe ablösen.



Die **Donut-Ökonomie** nach Raworth (2012) bietet die für den Mittelstand typische, umfassende und ganzheitliche Betrachtung für dauerhaft verantwortliches Wirtschaften, weg vom Denken an Wachstum und Bruttoinlandsprodukt hin zu Degrowth und Zufriedenheit der Beschäftigten. Das Modell definiert einen sicheren und gerechten Raum, in dem soziale Mindeststandards, wie faire Löhne und soziale Teilhabe, gegeben sind. Gleichzeitig sollen ökologische Belastungsgrenzen wie Ressourcenverbrauch,

Emissionen oder Biodiversitätsverluste eingehalten werden. Die ökologische Tragfähigkeit setzt dabei den verbindlichen Rahmen, während das soziale Fundament betriebliche Stabilität und Leistungsfähigkeit unterstützt. Nachhaltigkeit wird erreicht, wenn Unternehmen innerhalb dieses Donuts wirtschaften und Geschäftsmodelle entwickeln, die sowohl ökologisch tragfähig als auch sozial gerecht ausgestaltet sind. Dabei kommt der Vorbildrolle der Führungskräfte eine zentrale Rolle zu.

1.3 Strategien

Um nachhaltige Produktion im Mittelstand konkret umzusetzen, bieten drei grundlegende Strategien eine praxisnahe Orientierung: **Effizienz, Konsistenz und Suffizienz**. Diese Prinzipien zeigen unterschiedliche Wege auf, wie Unternehmen ökologische, ökonomische und soziale Ziele miteinander verbinden können – jeweils mit eigenem Schwerpunkt und Wirkungspfad. Effizienz, Konsistenz und Suffizienz zeigen gemeinsam, wie nachhaltige Produktion Umwelt schützt, Ressourcen schont und zugleich wirtschaftliche Stabilität sowie gesellschaftliche Verantwortung im Mittelstand stärkt.



Effizienz

Ein produzierendes KMU kann das Effizienzprinzip praktisch nutzen, indem es energieintensive Anlagen auf sensorbasierte Bedarfssteuerung umstellt. So sinken Material- und Energieeinsatz pro Werkstück messbar, Ausschussraten verringern sich und die Produktivität steigt. Mit weniger Input entsteht mehr Output, ein zentraler Hebel für nachhaltige Kostenreduktion und wettbewerbsfähige Fertigung.



Konsistenz

Ein produzierendes KMU kann das Konsistenzprinzip umsetzen, indem es biobasierte Werkstoffe einführt und deren Reststoffe in einen internen Recyclingkreislauf zurückführt. So bleiben Materialien im System, Abfälle sinken und die Umweltauswirkungen der Produktion verringern sich deutlich. Kreislauffähige Prozesse sichern langfristig ressourcenschonende und ökologisch verträgliche Wertschöpfung.



Suffizienz

Ein Produktionsbetrieb kann das Suffizienzprinzip anwenden, indem er sein Sortiment auf langlebige, modular reparierbare Produkte ausrichtet

und gleichzeitig überdimensionierte Varianten und Merkmale gezielt reduziert. Durch die Fokussierung auf den tatsächlich benötigten Leistungsumfang sinkt der Materialeinsatz, Serviceaufwände werden planbarer und das Unternehmen stärkt seine ökologische Verantwortung, die technische Verfügbarkeit sowie Kundenbindung.

Fazit:

Für den Mittelstand bedeutet nachhaltige Produktion, ökonomische Chancen durch ökologische Weitsicht zu erschließen. Dabei bilden Effizienz, Konsistenz und Suffizienz den Rahmen für konkrete Innovationen. Von der Etablierung zirkulärer Wertschöpfungskreisläufe über ressourcenschonende Geschäftsmodelle bis hin zur gezielten Modernisierung des technischen Anlagenbestands. Der Nachhaltigkeits-Check des Mittelstand-Digital Zentrums Spreeland bietet hierbei die notwendige Datentransparenz, um durchgeführte Maßnahmen zur Transformation zu bewerten und zu optimieren. Die folgenden Kapitel zeigen praxisnahe Lösungen, die gezielt bei den Potenzialen des Mittelstands ansetzen.

2. Praxis für den Mittelstand

Nachhaltige Produktion erfordert keine radikalen Umbrüche, sondern kluge, anpassbare Lösungen. Für den Mittelstand eignen sich fünf zentrale Handlungsfelder.

2.1 Prinzipien und Strategien

Effizienz steigern

Effizienz heißt, mit weniger Input mehr Output zu erreichen. KMU können durch energieeffiziente Maschinen, Wärmerückgewinnung oder intelligente Steuerungen Material und Energie einsparen. Beispielsweise senkt die Umstellung auf LED-Beleuchtung mit Bewegungsmeldern dauerhaft die Stromkosten und den CO₂-Ausstoß.



LED-Umstellung

Konsistenz schaffen

Konsistenz setzt auf umweltverträgliche Stoffkreisläufe. Verpackungen aus kompostierbaren Materialien oder biologisch abbaubare Schmierstoffe reduzieren die Umweltbelastung. KMU profitieren, wenn sie langlebige, recyclingfähige Produkte entwickeln und natürliche Rohstoffe gezielt einsetzen.



Bio Tech Naturfasern

Die KMU BIO-LUTIONS Deutschland GmbH und Zelfo® Technology GmbH entwickelten ein Verfahren, das Agrarreststoffe in selbstbindende Naturfasern transformiert und damit eine CO₂-arme, lokal produzierte, recyclingfähige Kunststoffalternative für die Circular Economy bereitstellt.

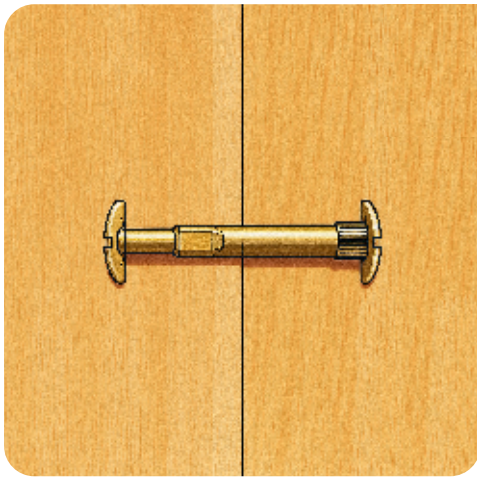
Suffizienz ermöglichen

Suffizienz verringert den Ressourcenverbrauch durch bewussten Konsum und Verzicht auf Unnötiges. KMU können auf modulare, reparierbare Produkte setzen oder Rücknahme- und Refurbishment-Angebote schaffen. Das spart Primär-Materialeinsatz, erhöht die Langlebigkeit und das Angebot wird für nachhaltige Kunden attraktiver.



Modulares Handy

Die SHIFT GmbH zeigt mit modularer Bauweise, Gerätepfand und Eigenreparaturrecht beim Shiftphone, wie längere Nutzungsdauern, gezielter Komponententausch und bewusste Weiternutzung Ressourcen schonen und ein suffizienzorientiertes Geschäftsmodell stärken.



Verschraubte Korpusverbinder

2.2 Produkte und Prozesse nachhaltig gestalten

Ressourcenschonendes Produktdesign

Produkte sollten reparierbar, langlebig und recyclingfähig sein. Mit modularer Bauweise lassen sich Material und Kosten sparen sowie die Umwelt schonen. So setzt ein Möbelhersteller anstelle verklebter auf verschraubte Verbindungen, die sich leicht lösen und ersetzen und damit länger nutzen lassen.

Energiemanagement und Eigenstrom

Ein intelligentes Energiemanagement spart Strom und Emissionen. Solarstrom, Wärmerückgewinnung oder Lastmanagement senken Primärverbrauch und Betriebskosten. Ein Betrieb installiert PV-Anlagen auf dem Hallendach und deckt 30 % des Strombedarfs selbst und ein Holzmodulwerk betreibt seine Heizungsanlage vollständig mit eigenen Holzabfällen.



Recycling von Metallspänen

Abfall vermeiden und Ressourcen im Kreis führen

Reststoffe sind Wertstoffe. Abfälle lassen sich oft intern wiederverwenden oder als Sekundärmaterial vermarkten.

Beispiel: Ein metallverarbeitendes KMU nutzt Späne zur Rückgewinnung von Rohstoffen und spart dadurch Materialkosten und Entsorgungsaufwand.



Bio-Beschichtung von Verpackungen

Nachhaltige Verpackungen

Verpackungen verursachen Müll, besonders bei Versandprodukten. KMU können auf recycelbare, biobasierte oder wiederverwendbare Alternativen umstellen. Graspapier-Verpackungen sparen Wasser, Energie und CO₂, sind recycelbar und ersetzen Plastik im Alltag. Das Startup Traceless Materials entwickelt kompostierbare Biokunststoffe aus Agrarreststoffen als eine echte Alternative und erprobt mit dem internationalen Verpackungskonzern Mondi biobasierte Papierbeschichtungen, die Plastik ersetzen, Barrierefunktionen bieten und als benutztes Industriepapier im Altpapierkreislauf vollständig recycelbar bleiben.

CO₂-Bilanz im Produkt-Lebenszyklus verbessern

Die Umweltwirkung eines Produkts entsteht über den gesamten Lebenszyklus. Mit der Lebenszyklusanalyse (LCA) lassen sich Hotspots erkennen und gezielt verbessern. Beispiel: Ein Hersteller analysiert die CO₂-Bilanz seiner Produkte und ersetzt energieintensive Materialien durch Alternativen. Beispiele sind Recyclingaluminium statt Primäraluminium, recycelte oder biobasierte Kunststoffe statt fossiler Varianten sowie Karton- oder Graspapierverpackungen statt Glas.



Materialersatz von Aluminium

2.3 Geschäftsmodelle und Organisation

Nachhaltige Geschäftsmodelle

Wertschöpfung neu denken! Vermietung, Sharing oder Rücknahme sparen bei Nutzern Investitionskosten und schaffen für Anbieter neue Erlösquellen. Beispiel: Ein Geräteverleih bietet Werkzeuge im Abo-Modell, nutzerorientiert statt besitzbasiert. Ein Handwerksbetrieb spart durch Werkzeugmiete statt Kauf hohe Anfangsinvestitionen. Für zehn Geräte fallen im Abo jährlich 7.200 € statt 8.000 € plus Wartung an. So steht das nicht gebundene Kapital für andere Zwecke zur Verfügung. Kapitalbindung entfällt, Kosten bleiben planbar und flexibel.



Werkzeugmiete

Digitalisierung als Hebel

Digitale Systeme helfen, Energieflüsse, Materialverbräuche und Emissionen sichtbar und steuerbar zu machen. Beispiel: Ein Dashboard zeigt dem Produktionsleiter in Echtzeit, wo Energie verschwendet wird und ermöglicht somit ein gezieltes Eingreifen.



Produktionsleiter am Dashboard

Mitarbeitende einbinden

Nachhaltigkeit lebt vom Mitmachen. Mitarbeitende bringen Ideen ein, erkennen Einsparpotenziale und steigern die Akzeptanz neuer Prozesse. Beispiel: Das betriebliche Vorschlagswesen belohnt mit einem Extrabonus nachhaltige Verbesserungen, von der Mülltrennung bis zur Prozessoptimierung.



NACHHALTIGKEITS-BONUS: DEINE IDEE, UNSERE ZUKUNFT!

 DEINE VORSCHLÄGE Energie sparen, Abfall reduzieren, Ressourcen schonen.	 DIE BELOHNUMG EXTRA PRÄMIE für umgesetzte nachhaltige Ideen!	 DER NUTZEN Bessere Umwelt, effizienterer Betrieb, stolzes Team.
---	---	---

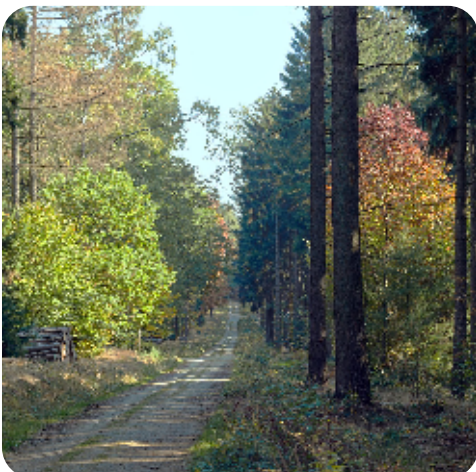
JETZT MITMACHEN! Infos im Intranet oder beim Vorschlagswesen-Team.



E-Transporter

Kooperationen und Netzwerke

Mit strategischen Kooperationen und Netzwerken gleichen KMU oft strukturelle Nachteile wie fehlende F&E-Abteilungen oder spezielle Zulieferungen aus. Im Idealfall gründen sich lokale Unternehmen, die bislang fehlende Vorleistungen erbringen und regionale Wertschöpfungsketten komplettieren. Auch gemeinsame Investitionen sind Ausdruck von regionaler Kooperation und der Umsetzung von Sharing-Modellen, die zusätzliche Effizienzgewinne ermöglichen. Sie senken für jeden Partner die Anschaffungskosten und sorgen für kontinuierliche Auslastung. Beispiele: Drei Firmen investieren gemeinsam in ein E-Lieferfahrzeug, einen Prüfautomaten oder eine Sonder-Werkzeugmaschine und teilen sich sowohl die Kosten als auch den Nutzen.



Durch Aufforstung zum Mischwald.

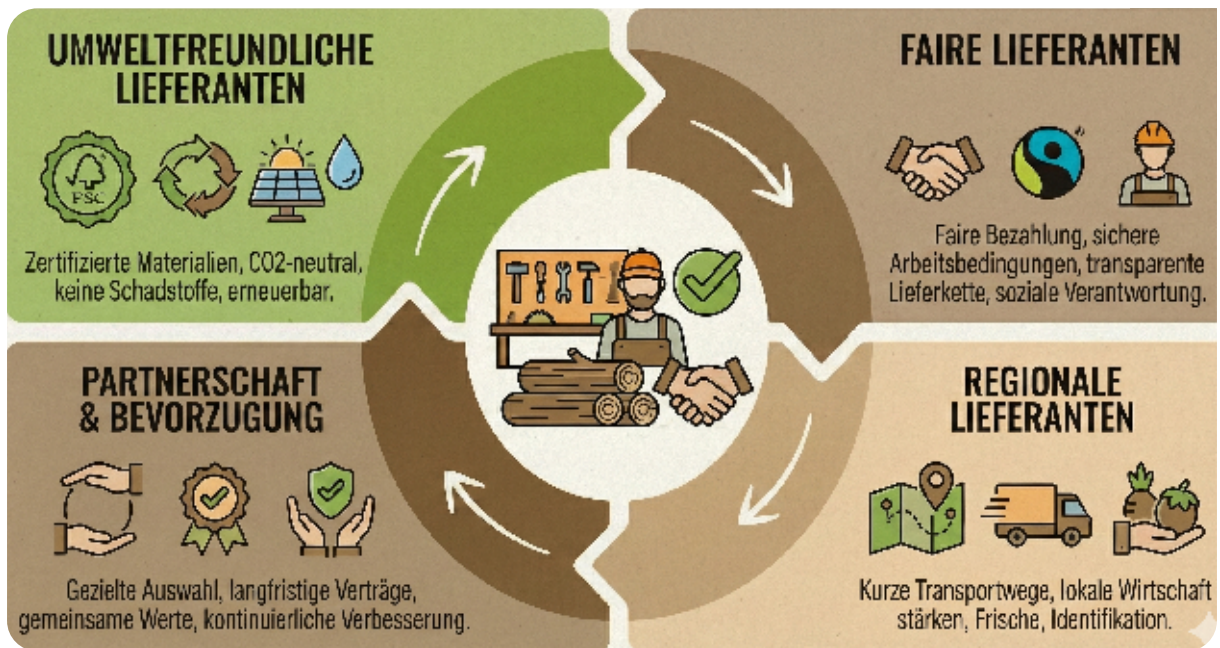
2.4 Verantwortung und Lieferkette

CO₂-Kompensation

Für den Klimaschutz gilt zunächst Vermeiden, dann Reduzieren und erst zuletzt Kompensieren. Unvermeidbare Emissionen können durch zertifizierte Klimaschutzprojekte kompensiert werden, für jene Ausstöße, die aktuell technisch oder wirtschaftlich noch nicht eliminiert werden können. Beispiel: Da ein KMU notwendige Dienstreisen kurzfristig nicht vollständig emissionsfrei abwickeln kann, werden diese in ein regionales, zertifiziertes Aufforstungsprojekt mithilfe Investitionen kompensiert.

Nachhaltige Beschaffung

Einkauf wirkt! Wer umweltfreundliche, faire und regionale Lieferanten bevorzugt, verbessert die gesamte Wertschöpfungskette. Beispiel: Ein Handwerksbetrieb bezieht sein Holz ausschließlich aus zertifizierter und möglichst regionaler Forstwirtschaft.



Nachhaltige Logistik

Transport lässt sich oft effizienter und klimafreundlicher gestalten, etwa durch Bündelung mehrerer Kundenaufträge oder sonst ungenutzter Zuladungen, E-Mobilität oder alternative Routen.
Beispiel: Ein KMU liefert einmal wöchentlich einen voll beladenen, anstelle täglich einen nur teilweise beladenen LKW und reduziert damit den Transportaufwand und damit verbunden Emissionen.



Berichterstattung, Kooperation, Transparenz, Vertrauen

Nachhaltigkeit schafft Vertrauen, wenn teamübergreifend und interdisziplinär an ihr gearbeitet wird und sie zu sichtbaren Effekten führt. Einfach erstellte Berichte nach gängigen Standards (ESG nach VSME) oder andere freiwillige Nachhaltigkeitserklärungen zeigen Kunden, Partnern und Behörden, wofür ein Mittelstands-Unternehmen steht. Beispiel: Ein KMU erstellt jährlich eine kurze, verständliche Umwelterklärung, freiwillig und ohne Pflicht.



Material und Innovation

2.5 Materialwahl und Werkstoffinnovation

Materialien ersetzen und Ressourcen schonen

Ein Möbelhersteller ersetzt erdölbasierte Kunststoffe durch Holzfaserverbundstoffe (WPC), biobasiert, stabil, recyclingfähig¹. Die CO₂-Emissionen sinken deutlich, das Design bleibt flexibel. Naturfaserverstärkte Kunststoffe ermöglichen umweltschonenden Leichtbau, ideal für mittelständische Serienfertigung mit ökologischem Anspruch².

Neue Werkstoffe entwickeln

Ein Verbundprojekt entwickelt PLA-Holzfaserver-Komposite für modulare Trennwandsysteme im Innenausbau. Das biobasierte Material ersetzt glasfaserverstärkte Kunststoffe und spart über 30 % Primärenergie³. Gleichzeitig wird die Kreislauffähigkeit verbessert durch sortenreine Zusammensetzung und modulare Bauweise⁴.

Metallverarbeitung mit Recyclingquote steigern

Ein aluminiumverarbeitendes KMU ersetzt Primärmaterial durch Sekundäraluminium aus interner Rückführung. Spanmaterial wird sortenrein gesammelt, gepresst und wieder eingeschmolzen, bei gleichbleibender Bauteilqualität⁵. Die CO₂-Bilanz verbessert sich um bis zu 80 %, Materialverluste sinken deutlich.

Technologische Grenzen beachten

Trotz Fortschritt bleiben Einsatzgrenzen. Hochleistungskunststoffe oder hochfeste Metalllegierungen lassen sich bisher nicht vollständig durch nachhaltige Alternativen ersetzen⁶. Hier helfen Strategien wie Lebensdauerverlängerung, Modularisierung oder gezieltes Recycling.

Kreislaufpotenziale von Werkstoffgruppen^{7 8 9 10}

Werkstoffgruppe	Kreislaufpotenzial	Nachhaltigkeitspotenzial	Technologische Grenze
Naturfaserverbundstoffe	hoch	biobasiert, rezyklierbar	geringe Feuchte- und Hitzebeständigkeit
Biopolymere (z. B. PLA)	mittel	erneuerbar, CO ₂ -arm	eingeschränkte thermische Belastbarkeit
Sekundäraluminium	sehr hoch	80 Prozent CO ₂ -Einsparung	für hochfeste Anwendungen begrenzt einsetzbar
Hochleistungskunststoffe	gering	schwer ersetzbar, langlebig	Substitution derzeit nicht realisierbar

Fünf Tipps zur nachhaltigen

Materialwahl in KMU^{11 12 13}

- Regionale Lieferanten bevorzugen
→ Transparente Herkunft, kurze Transportwege
- Rezyklate gezielt einsetzen
→ Sekundärmaterial in der Produktion prüfen und testen
- Biobasierte Alternativen nutzen
→ z. B. bei Verpackung, Gehäusen oder Füllstoffen
- Werkstoffe modular denken
→ Trennung und Reparatur erleichtern
Wiederverwertung
- Recyclingfreundlich konstruieren
→ Materialtrennung, sortenreine Bauteile, Rücknahme mitdenken

Nachhaltige (Grüne) Produktion ist im Mittelstand machbar, Schritt für Schritt, mit passenden Werkzeugen, klarer Ausrichtung und dem Willen zur Veränderung. Ob durch Ressourceneffizienz, Kreislaufösungen, neue Geschäftsmodelle oder bewusste Materialwahl. Wer Prozesse hinterfragt und Verantwortung übernimmt, stärkt nicht nur die Umwelt, sondern auch betriebliche Stabilität und gesellschaftliche Wirkung. Die Materialwahl als technischer Kernprozess ergänzt dabei die Prinzipien der Nachhaltigkeit mit direktem Nutzen für Kosten, CO₂-Bilanz und Wettbewerbsfähigkeit.

Literaturverzeichnis: (Fußnotenstruktur bei Punkt 2.5 „Anwenderorientierte Konzepte zur Umsetzung“):

1. nova-Institut: WPC-Studie – Markt, Technik, Nachhaltigkeit. 2005
2. Digitalzentrum Berlin: Studie „Nachhaltigkeit im Mittelstand“. 2023
3. TH Rosenheim – Zentrum für biobasierte Materialien (ZBM): Forschungsübersicht.
4. Fraunhofer WKI: Leichtbauwerkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Presseinfo, 2024
5. Gesamtverband der Aluminiumindustrie (GDA): Umwelt und Recycling von Aluminium.
6. RCT Online: Eigenschaften von Hochleistungskunststoffen. Fachbeitrag, 2023
7. Fraunhofer WKI: Nachhaltige Verbundwerkstoffe im Leichtbau. 2024
8. TH Rosenheim: Nachhaltige Werkstoffentwicklung in KMU. Projektbericht, 2023
9. GDA: Sekundäraluminium in der Praxis. Branchenreport.
10. RCT Online: Überblick Hochleistungskunststoffe. Technikbeitrag.
11. Umweltbundesamt (UBA): Nachhaltige Produktgestaltung und Materialwahl. 2022
12. BMUV: Roadmap Zirkuläre Wertschöpfung für Deutschland. 2021
13. Mittelstand-Digital Zentrum Berlin: Handlungskompass Nachhaltigkeit. 2023

3. Kreislaufwirtschaft



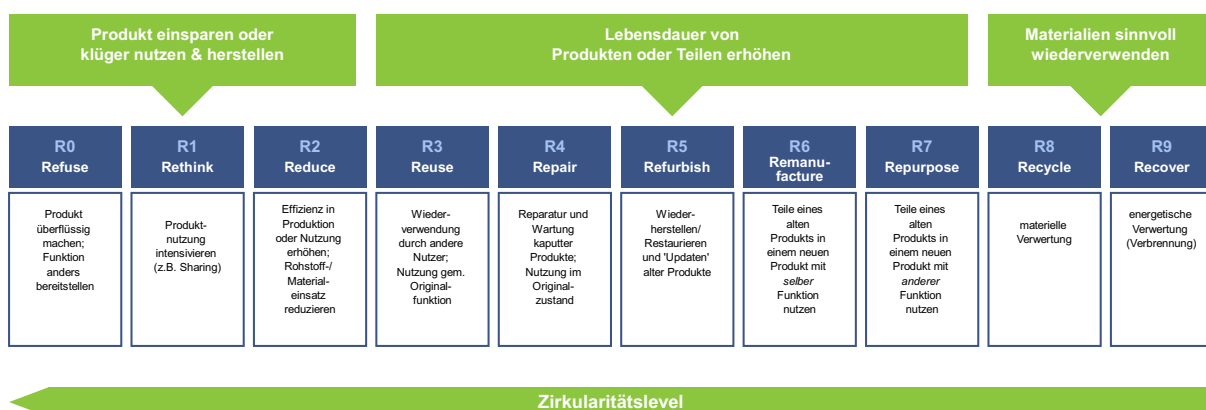
9R-Strategie

Kreislaufwirtschaft ist weit mehr als Recycling. Für produzierende Unternehmen bedeutet sie, Materialien möglichst lange und hochwertig im Umlauf zu halten, durch langlebige Konstruktionen, Wiederverwendung, Reparatur, Aufarbeitung und gezielte Stoffkreisläufe. Anstelle linearer Wertschöpfung tritt ein zirkuläres Denken entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Beispielsweise gelingt es einer Papierfabrik Verpackungsmaterial zu 100% aus Altpapier herzustellen und dieselben Papierfasern sechsmal in den Kreislauf zurückzuführen, bis sie endgültig ausgemustert und thermisch verwertet werden.

Die sogenannten 9R-Strategien bieten einen strukturierten Orientierungsrahmen: von der Vermeidung (Refuse) und Wiederverwendung (Reuse) über Wartung (Repair), Wiederaufarbeitung (Refurbish, Remanufacture) bis zur stofflichen Verwertung (Recycle) und Verwertung als letzte Option (Recover). Je höher die Strategie angesiedelt ist, desto größer ihr ökologischer und ökonomischer Nutzen.

Hinweis :

Neben den 9R gibt es weitere relevante Hebel für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft, etwa digitale Lösungen zur Rückverfolgbarkeit, Materialpässe, branchenspezifische Rücknahmesysteme oder zirkuläre Geschäftsmodelle. Auch die Einbindung von Partnern, Dienstleistern und Entsorgern entlang der Wertschöpfungskette spielt eine wachsende Rolle. Diese Aspekte werden in den folgenden Kapiteln aufgegriffen.



The 9R Framework; Quelle: Prosperkolleg nach Potting et al. 2017, in: Kirchher et al.

R0 – Vermeiden:

Weniger ist mehr

Vermeidung beginnt beim Produkt. Wenn Verpackungen, Einzelteile oder Zusatzfunktionen unnötig sind, werden Ressourcen und Kosten eingespart.

Beispiel: Ein Hersteller verzichtet auf Plastik-Inlays und setzt auf formstabile Kartoneinsätze.

R1 – Überdenken:

Nutzung neu denken

Neue Nutzungsmodelle ermöglichen bessere Auslastung statt Einzelanschaffungen.

Beispiel: Ein Werkzeughersteller bietet Mietmodelle an. Die Geräte bleiben im Kreislauf.

R2 – Reduzieren:

Weniger Material, gleiche Funktion

Material- und Energieeinsatz lassen sich durch smarte Konstruktion senken.

Beispiel: Ein Maschinenbaubetrieb reduziert durch FEM-optimierte Bauteile Gewicht und Energiebedarf bei gleichbleibender Leistung.

R3 – Reparieren:

Langlebig und wartungsfreundlich

Produkte, die repariert werden können, bleiben länger im Einsatz.

Beispiel: Ein Gerätehersteller nutzt modulare Bauweise und bietet Ersatzteile für die einfache Wartung an, auch im eigenen Onlineshop.

R4 – Aufarbeiten:

Wieder fit machen

Gebrauchte Komponenten lassen sich durch gezielte Aufarbeitung weiterverwenden.

Beispiel: Ein Möbelhersteller lackiert alte Tischgestelle neu und ersetzt verschlissene Teile für den Wiedereinsatz im Objektbereich.

R5 – Wiederaufbereiten:

Verschlossene Teile professionell erneuern

Industrielle Aufbereitung bringt Bauteile in neuwertigen Zustand.

Beispiel: Ein Antriebstechnikbetrieb bereitet Rückläufer auf, ersetzt Verschleißteile und integriert sie erneut in die Fertigung.

R6 – Umnutzen:

Neue Funktion statt Entsorgung

Ausgediente Bauteile können mit neuer Aufgabe weiterverwendet werden.

Beispiel: Ein Metallbauer nutzt Maschinenteile als Trägersysteme für Transportgestelle im eigenen Betrieb.

R7 – Wiederverwerten:

Produktionsreste sinnvoll nutzen

Was im Prozess übrig bleibt, kann Rohstoff für Neues sein.

Beispiel: Eine Tischlerei verpresst Holzreste zu Brennstoffbriketts für den Eigenbedarf.

R8 – Recyceln:

Sortenrein denken

Recycling gelingt besser, wenn Produkte sortenrein und zerlegbar konstruiert sind.

Beispiel: Ein Kunststoffbetrieb setzt auf Mono-Materialien, die direkt wieder in den Extruder gehen.

R9 – Rückgewinnen:

Energie als letzter Ausweg

Nicht mehr nutzbare Reste können thermisch verwertet werden.

Beispiel: Ein Betrieb gibt kontaminierte Kunststoffe an eine Anlage zur Energiegewinnung ab.

Fazit :

Die Kreislaufwirtschaft bietet dem produzierenden Mittelstand konkrete und praktikable Wege, Nachhaltigkeit in den Unternehmensalltag zu integrieren. Wer Produkte und Materialien länger nutzt, Stoffkreisläufe schließt und Verwertung anstelle von Entsorgung denkt, senkt dauerhaft Kosten und den Ressourceneinsatz. Die 9R-Strategien liefern dafür einen klaren Rahmen, von der Vermeidung bis zur Rückgewinnung. Für die KMU gilt es, diese Potenziale schrittweise zu erschließen und zwar technisch, organisatorisch und strategisch.

4. Sharing-Modelle

Teilen statt besitzen! Sharing-Modelle eröffnen dem produzierenden Mittelstand neue Wege, Investitionen zu senken, Betriebsmittel besser auszulasten und Ressourcen zu sparen. Neben gemeinsam genutzten Maschinen, Werkzeugen, Flächen oder Transportmitteln gewinnt auch das Teilen von Energie, etwa durch Photovoltaik-Kooperationen, an Bedeutung. Die gemeinsame Nutzung steigert Effizienz, reduziert Umweltwirkungen und stärkt regionale Netzwerke, ohne Einbußen bei Qualität oder Verfügbarkeit.

Maschinen-Sharing im Verbund

In regionalen Gewerbegebieten oder branchennahen Kooperationen können KMU Maschinen gemeinsam anschaffen und nutzen. Ein Beispiel: Drei Metallbaubetriebe investieren gemeinsam in eine CNC-Rohrbiegemaschine (Anschaffungskosten: 120.000 Euro). Die Auslastung liegt durch abgestimmte Produktionszeiten bei über 80 %. Die Betriebe teilen sich Wartung, Schulungskosten und Energieverbrauch und sparen im Schnitt 30 % der Einzelkosten ein.

Werkzeug- und Geräteverleih

Hochwertige Spezialwerkzeuge kommen oft nur projektbezogen zum Einsatz. Ein Elektrotechnikbetrieb nutzt eine regionale Sharing-Plattform für Mietgeräte. Statt ein Kabelmessgerät (Wert: 9.000 Euro) selbst zu kaufen, wird es bei Bedarf tageweise gemietet. Die Plattform bietet zudem Versicherung, Kalibrierung und Transport, das ist kalkulierbar und flexibel.

Logistik-Sharing und Transportgemeinschaften

Transportfahrzeuge, Ladeflächen oder Zustelldienste lassen sich gemeinsam besser auslasten. Eine Gruppe von vier Handwerksbetrieben koordiniert ihre Warenauslieferung über eine digitale Routenplattform. Durch gebündelte Transporte sparen sie jährlich rund 18 % Kraftstoffkosten und reduzieren über 1,5 Tonnen CO₂-Emissionen.

Flächen- und Lager-Sharing

Untereinander vermietete Lagerflächen, Stellplätze oder Montagebereiche bieten Flexibilität bei schwankender Auslastung. Ein Zulieferbetrieb stellt in Nebenzeiten 100 m² Lagerkapazität einem regionalen Verpackungsdienstleister zur Verfügung. Dieser spart sich eine Neuanmietung und beide Unternehmen senken dadurch ihre Fixkosten.

Energie-Sharing und Eigenstromvernetzung

PV-Strom muss nicht nur für den Eigenbedarf genutzt werden. Zwei benachbarte Betriebe mit unterschiedlichem Lastprofil teilen sich eine Photovoltaikanlage mit 250 kWp. Die Gesamtanlage produziert rund 240.000 kWh jährlich. Durch intelligente Lastverteilung und direkte Weitergabe des Stroms über ein Energie-Contracting-Modell sparen beide Betriebe bis zu 20 % gegenüber dem Netzbezug.

Fazit :

Sharing-Modelle ermöglichen produzierenden KMU einen direkten Zugang zu Effizienzgewinnen, Kostensenkung und mehr Flexibilität. Ob Maschinen, Flächen oder Energie, durch gemeinsame Nutzung lassen sich Betriebsmittel besser auslasten, Investitionen verteilen und Umweltwirkungen messbar senken. Gleichzeitig fördern sie Kooperation und stärken regionale Wertschöpfung. Wichtig sind verlässliche Absprachen, klare Zuständigkeiten und bei Bedarf digitale Lösungen zur Koordination. Richtig umgesetzt, machen Sharing-Modelle viele Betriebe wettbewerbsfähiger, sowohl ökonomisch wie auch ökologisch.

5. Nutzungsdauerverlängerung durch Modernisierung

Je länger Maschinen, Anlagen oder Produkte genutzt werden, desto geringer ist der Bedarf an neuen Ressourcen und Energie. Für produzierende KMU ist die Verlängerung der Nutzungsdauer eine ökologisch wie wirtschaftlich sinnvolle Strategie. Durch gezielte Modernisie-

rung, digitale Nachrüstung oder funktionserhaltende Wartung können Investitionen reduziert, Betriebszeiten verlängert und Neu-Investitionen gespart oder auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden, alles mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand.



Verlängerung der Nutzungsdauer einer Anlage durch das Überarbeiten alter Komponenten



Retrofit konventioneller Werkzeugmaschine

Retrofit von Maschinen und Anlagen

Viele Bestandsanlagen lassen sich mit neuen Steuerungseinheiten, Sensorik oder Antrieben nachrüsten, oftmals unter Wiederverwendung robuster Hauptkomponenten wie Tisch, Ständer oder Maschinenbett. Auch Führungsbahnen können mechanisch instandgesetzt, Motoren ersetzt und die gesamte Elektrik auf digitale Standards aufgerüstet werden. Ein Kunststoffverarbeiter modernisierte seine 20 Jahre alte Spritzgießmaschine mit einem neuen Servoantrieb und einer intelligenten Temperaturregelung. Ergebnis: 25 % weniger Energieverbrauch und über 100.000 Euro Einsparung gegenüber einem Neukauf.

Digitale Nachrüstung (Smart Retrofit)

Alte Maschinen können durch IoT-Sensoren und digitale Schnittstellen fit gemacht werden für Produktionsüberwachung oder vorausschauende Wartung. Ein metallverarbeitender Betrieb integrierte kabellose Temperatursensoren in seine Härteanlage – Ausfallzeiten sanken um 30%, Stillstände konnten gezielt geplant werden.

Wiederaufarbeitung und Funktionserhalt

Anstelle kompletter Erneuerung können funktionserhaltende Maßnahmen wirtschaftlich sinnvoller sein. Ein Betrieb für Verpackungstechnik ersetzt gezielt einzelne mechanische Verschleißteile seiner Verpackungslinie, ohne die Steuerung zu tauschen. So bleibt die Anlage fünf weitere Jahre zuverlässig im Einsatz.

Komponentenrückgewinnung bei Produktmodernisierung

Auch beim Re-Design von Produkten lassen sich Baugruppen erhalten oder weiterverwenden. Ein KMU aus der Elektrotechnik nutzt beim Relaunch eines Steuergeräts 60 % der Gehäuse- und Verbindungsteile, geprüft, gereinigt und getestet weiter. Das spart nicht nur Material, sondern reduziert auch die Entwicklungszeit.

Fazit :

Nutzungsdauerverlängerung ist eine zentrale Stellschraube für nachhaltiges Wirtschaften im Mittelstand. Wer bestehende Anlagen technisch und digital ertüchtigt, spart nicht nur Investitionskosten, sondern reduziert auch Energieverbrauch und Rohstoffbedarf deutlich. Die Beispiele zeigen: Durch Retrofit, gezielte Instandhaltung oder Komponentenwiederverwendung bleiben Prozesse stabil und effizient und das bei gleichzeitig sinkendem ökologischem Fußabdruck. Eine echte Win-win-Strategie für eine zukunftsfähige und nachhaltige Produktion.

6. Soziale Verantwortung kooperativ gestalten

Nachhaltigkeit umfasst mehr als umwelt- und ressourcenschonendes Wirtschaften. Auch das soziale Miteinander im Unternehmen ist entscheidend. Teilhabe, Gesundheit und Gerechtigkeit sorgen nicht nur für Zufriedenheit in der Belegschaft, sondern stärken zudem die Bereitschaft, innovative Ideen einzubringen und an Verbesserungen aktiv mitzuwirken. Gerade im Mittelstand lassen sich soziale Aspekte wirkungsvoll und praxisnah gestalten, auch und besonders mit langfristigem Nutzen.



Mitarbeitende beteiligen

Nachhaltigkeit braucht Mitwirkung. Wenn Mitarbeitende eigene Ideen einbringen und Maßnahmen mitgestalten, steigt die Akzeptanz und Umsetzungskraft. Ein Maschinenbauunternehmen richtet beispielsweise regelmäßig Nachhaltigkeitsrunden ein, wo aus kreativen Ideen echte Lösungen entstehen, vom Energiesparen bis zur Lieferantenauswahl.



Gesunde, ergonomische Arbeitsplätze

Ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze senken Gesundheitsrisiken und erhöhen die Produktivität. Ein metallverarbeitendes KMU investiert in höhenverstellbare Montagetische und LED-Lichtsysteme. Die Ergebnisse sind nachweisbar weniger krankheitsbedingte Ausfälle, höhere Motivation und ein Plus an Arbeitsqualität.



Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Flexible Arbeitszeiten, Teilzeitmodelle und Rücksicht auf familiäre Belastungen fördern die langfristige Bindung. Ein Handwerksbetrieb bietet individuell abgestimmte Arbeitszeitkonten mit dem Erfolg, dass die Fachkräftefluktuation sinkt, sowie das Betriebsklima sich nachhaltig verbessert.



Integration und Inklusion

Gleichbehandlung und Chancengerechtigkeit stärken das Miteinander. Ein mittelständiges Unternehmen mit interkulturellem Team entwickelt gemeinsam Verhaltensrichtlinien, um Kollegialität und Vertrauen zu stärken, unabhängig von Herkunft oder Hierarchieebene.



Aufstieg und Zufriedenheit durch Fortbildung

Weiterbildung dient der langfristigen Erhaltung der Leistungsfähigkeit und ermöglicht den persönlichen Aufstieg sowie Zufriedenheit. Ein metallverarbeitender Betrieb richtet eine interne Qualifizierungseinheit ein, von CNC-Kursen bis zur Schulung für Energieeffizienz. Die Folge sind geringere Fehlerquoten, mehr Eigenverantwortung und Aufstiegschancen im Betrieb.



Gesundheit fördern, Fehlzeiten senken

Betriebliches Gesundheitsmanagement beginnt bei ergonomischer Gestaltung und reicht bis zur Prävention. Ein Werkzeughersteller bietet Rückentraining, CO₂-Messung in Werkhallen und Bewegungspausen an. Die Krankentage pro Mitarbeitenden sinken um 20 % in zwei Jahren.



Leben und Gesundheit schützen

Brandschutz, Arbeitssicherheit und Prävention schützen Leben und sichern Produktionsfähigkeit. Ein mittelständischer Maschinenbauer führt monatliche Sicherheitsbegehungen durch, schult regelmäßig mit VR-Brillen und integriert Sicherheitskennzahlen in das Shopfloor-Board.



Psychische Belastung ernst nehmen

Stress und Überlastung wirken sich auf Leistung und Gesundheit aus. Ein Elektrotechnikbetrieb führt strukturierte Wochenstarts mit kurzen Austauschrunden ein und bietet über die Innung anonymisierte Beratungshotlines an. Das Ergebnis ist messbar besserer Teamzusammenhalt und weniger Konflikte.



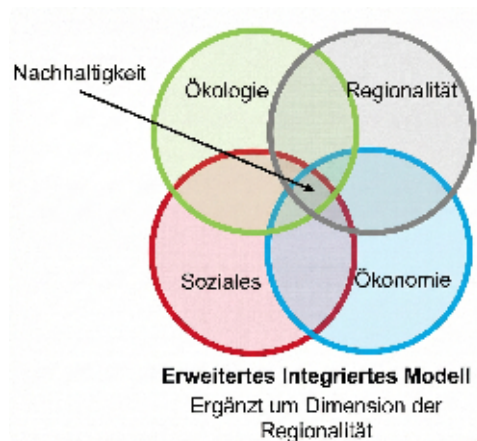
Mitarbeiterzufriedenheit senkt Fluktuation

Hohe Mitarbeiterzufriedenheit spart nicht nur Wiederbesetzungskosten, sondern ist aktiver Standortschutz. Es wird verhindert, dass Fachkräfte strukturschwache Regionen endgültig verlassen.

7. Nachhaltigkeits-Check für den Mittelstand



NHC Logo



Dimensionen NHC

Um den Wandel hin zu einer nachhaltigen (grünen) Produktion aktiv zu gestalten, benötigen Unternehmen verlässliche Daten und klare Orientierung. Das Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland hat dafür eine maßgeschneiderte Lösung entwickelt. Der Nachhaltigkeitscheck ist ein praxisorientiertes Analysetool, das speziell auf die Bedürfnisse und Strukturen von KMU zugeschnitten ist. Das Tool wurde 2025 auf Basis relevanter Rahmenwerke wie dem EU Green Deal und den SDGs entwickelt. Es passt die Methodik der Wesentlichkeitsanalyse gezielt an den Mittelstand an. Der NHC erschließt unternehmerische Nachhaltigkeitspotenziale systematisch und macht diese sichtbar.

Kernaussagen des NHC und Datenaufnahme

Das digitale Tool umfasst 120 Einzelfragen und wurde im Projekt mit wissenschaftlichen Partnern entwickelt. Dabei wurde das integrierte Nachhaltigkeitsmodell um die vierte Dimension „Regionalität“ erweitert. Dies stärkt KMU und sorgt für strukturbildende Vernetzung im ländlichen Raum.

- Ökologie (z. B. Ressourcenschonung, Energieeffizienz)
- Ökonomie (z. B. Effizienz, nachhaltiges Wachstum)
- Soziales (z. B. Arbeitsbedingungen, Chancengleichheit)
- Regionalität (z. B. regionale Wertschöpfungsketten, lokale Beschäftigung)

Verknüpfte Referenzsysteme der Nachhaltigkeit

Jede Frage ist systematisch verknüpft mit:

- den UN-Nachhaltigkeitszielen (SDGs),
- den 9R-Strategien der Kreislaufwirtschaft,
- sowie den Scope-Kategorien (1–3) zur Klimabilanzierung.

Vereinfachte CO₂-Bilanz (CCF)

Berechnung auf Grundlage quantitativer Daten zum Energie- und Materialeinsatz sowie zur Mobilität unter Berücksichtigung der verwendeten fossilen Energieträger.

Strategische Relevanz für den Mittelstand

Der NHC zeigt KMU, wie nachhaltige Produktion zur unternehmerischen Chance wird. Er liefert eine fundierte Basis für gezielte Maßnahmen, vermeidet Fehlinvestitionen und stärkt ein betriebliches Nachhaltigkeitsverständnis. Besonders die Kategorie Regionalität betont lokale Verantwortung, Kooperation und Kreisläufe, der Schlüssel für resiliente, zukunftsfähige Betriebe.

Output für KMU

Die Auswertung erfolgt mehrstufig:

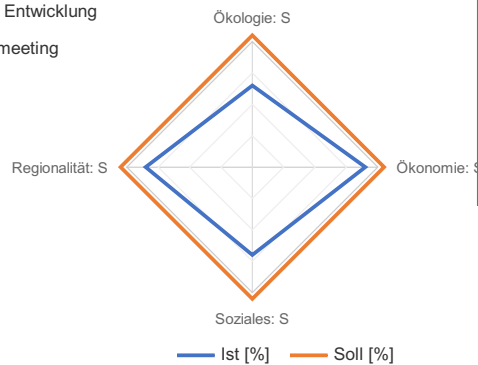
- Ebene 1 – Fluides Ampelsystem: Alle Fragen gleichwertig gewichtet; eine 3-Farben-Skala signalisiert Handlungsbedarf visuell.
- Ebene 2 – Kategorien: Aggregierte Ergebnisse pro Nachhaltigkeitsdimension.
- Ebene 3 – Kriterien: Bewertung einzelner Themen innerhalb der Kategorien.

Die Skala der Handlungsfähigkeit reicht von Rot (0–40 Punkte: kaum nachhaltig) bis zu Grün (200–240 Punkte: umfassend nachhaltig). Diese Struktur ermöglicht einen differenzierten Überblick über den Ist-Zustand und das Entwicklungspotenzial bei der Nachhaltigen Produktion des Unternehmens.

Kategorien: Ökologie, Ökonomie, Soziales, Regionalität

Kriterien: gängige Standards für nachhaltige Entwicklung

Modus: vor Ort im offenen Dialog oder Webmeeting

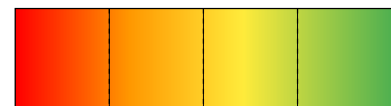


Score	Ist	Soll
Ökologie:	Σ 35	54
Ökonomie:	Σ 50	58
Soziales:	Σ 41	60
Regionalität:	Σ 47	58
Gesamtscore NHC	Σ 173	230



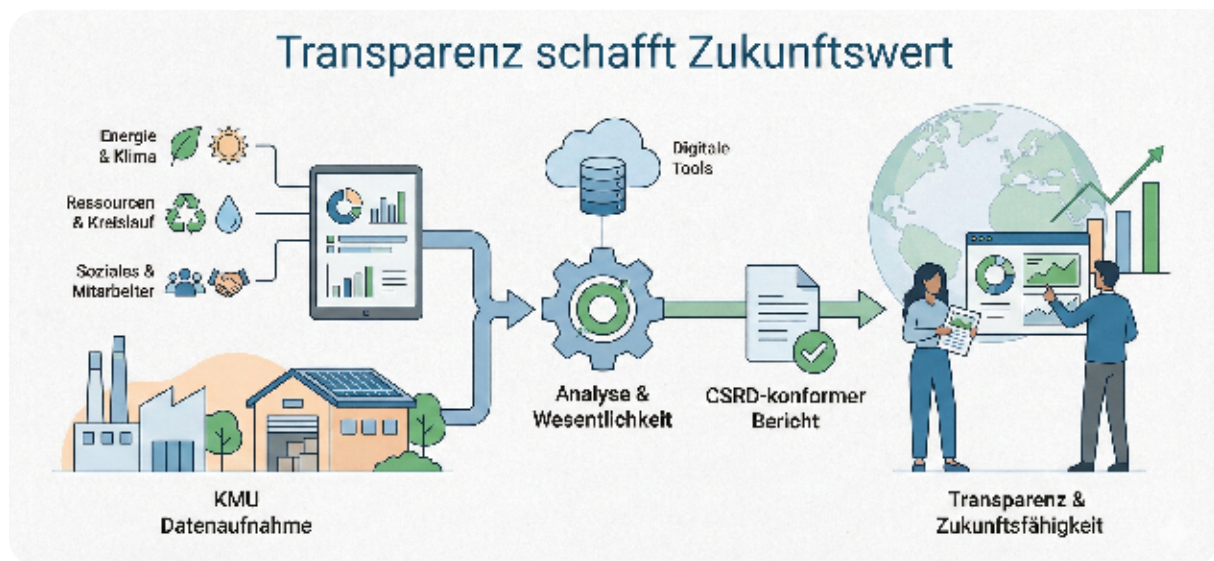
Rot: 0 - 40 kein bis in geringem Maße Handeln erkennbar
Orange: 40 - 110 gering bis größerem Umfang Handeln messbar
Gelb: 110 - 130 Handeln ist in größerem Umfang nachweisbar
Hellgrün: 130 - 200 Handeln ist in großem Umfang nachweisbar
Grün: 200 - 240 KMU handelt nachweislich vollumfänglich Nachhaltig

Fluides Ampelsystem - Nachhaltigkeit



Beispiel Fluides Ampelsystem

8. Nachhaltigkeits-Berichterstattung für den Mittelstand



Nachhaltigkeits-Berichte KMU

8.1 Branchenübergreifende Anforderungen

Warum das Thema jetzt wichtig ist

Immer mehr Kunden, Banken und öffentliche Auftraggeber verlangen belastbare Nachhaltigkeitsdaten. Selbst ohne gesetzliche Pflicht steigert ein kompakter Bericht Transparenz, Vertrauen und Finanzierungschancen.

Geltungsbereich und Fristen

Während die EU-Richtlinie (CSRD) bereits seit Januar 2023 gilt, erfolgt die vollständige Umsetzung in deutsches Recht durch das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJV) derzeit noch stufenweise. Aufgrund dieses dynamischen Prozesses und sich künftig anpassender Geltungsbereiche ist eine regelmäßige Konsultation der offiziellen BMJV-Informationen unerlässlich, um die für Ihr Unternehmen verbindlichen Fristen zur Nachhaltigkeitsberichterstattung rechtssicher zu bestimmen.

Pflicht oder indirekte Pflicht?

Zwar sind KMU nicht direkt CSRD-pflichtig, stehen aber unter indirektem Druck etwa von Großkunden, Banken und öffentlichen Auftraggebern, die belastbare ESG-Daten fordern. Wer früh strukturierte Prozesse, klare Zuständigkeiten und prüffähige Kennzahlen etabliert, reduziert Ad-hoc-Anfragen, verkürzt Angebotszeiten und verbessert Finanzierungsbedingungen. Das Ergebnis sind bessere Planbarkeit, geringeres Risiko und mehr Wettbewerbsfähigkeit entlang der Lieferkette.

ESRS und VSME als passender Rahmen

Die ESRS liefern das verbindliche Raster für Inhalte, Begriffe und KPIs. Für nicht gelistete KMU empfiehlt sich der freiwillige VSME-Standard. Eine schlanke, anschlussfähige und compatible Lösung zu Lieferkettenanforderungen bei Vergleichbarkeit wesentlicher Themen und reduzierter Datentiefe. So lassen sich Berichte effizient erstellen, ohne zentrale Anforderungen großer Kunden zu verfehlen als pragmatischer Einstieg mit Wachstumspfad.

Wesentlichkeitsanalyse

Die doppelte Wesentlichkeitsanalyse zeigt die Wirkung der Unternehmensaktivitäten auf die Umwelt (inside out) und zugleich die Wirkung der Umwelteinflüsse auf das Unternehmen (outside in). Vorgehen: Themenuniversum definieren, Wirkungen/Risiken/Chancen bewerten, Schwellen festlegen, priorisieren, dokumentieren und durch die Geschäftsführung bestätigen. Jährliche Aktualisierung sichert Relevanz. Das Ergebnis ist ein belastbarer Fokus für Ziele, Maßnahmen, KPIs und Berichtsumfang.

Kennzahlen-Startset für KMU

Beginnen Sie mit wenigen, steuerungsrelevanten KPIs: Energieverbrauch und -intensität, Anteil erneuerbarer Energien, THG-Emissionen (Scope 1/2, ausgewählte Scope-3-Hotspots), Abfall- und Recyclingquote, Wasserverbrauch (falls relevant). Sozial: Unfallrate (LTI), Krankenstand, Fluktuation, Weiterbildung. Governance: Compliance-Schulungen, Lieferantenprüfungen. Jede Kennzahl erhält Definition, Datenquelle, Verantwortliche, Prüfpfad und Zielwert, so bleiben Messung, Vergleich und Audit robust.

Datenquellen und Systeme

Nutzen Sie vorhandene Systeme: ERP/Warenwirtschaft, Energiedaten (Zähler, Lastgänge), BDE/MDE, HR-/Arbeitsschutzstatistiken, Beschaffung und Lieferantenerklärungen. Legen Sie ein Datenregister an (Definition, Einheit, Quelle, Owner, Berechnungslogik, Versionierung). Ein einfaches Vier-Augen-Prinzip, Änderungsprotokolle und Stichprobenprüfungen erhöhen Datenqualität und Audit-Tauglichkeit, ohne sofortige große IT-Investitionen.

8.2 Metall-Branche im Fokus

Die Metallbranche steht im Fokus, weil sie beschäftigungsstark, energieintensiv und innovativ ist und weil sie umfassende Vorleistungen für viele andere Industriezweige erbringt. Spannende und spanlose Formgebung, Wärmebehandlung, Schweißen und Oberflächenbehandlung prägen Energiebedarf, Materialverluste und Chemikalieneinsatz. Größte Hebel sind effiziente Prozesswärme und Druckluft, geschlossene Materialkreisläufe, kontrollierte Prozesschemie sowie ein belastbares Arbeitsschutz- und Gefahrstoffmanagement.

Kernelemente

Wesentlich sind Energie- und THG-Intensität, Materialeinsatz und Schrott, Prozesschemie/Abwasser, Arbeitsschutz und die Lieferkette (Stahl/Alu). Ziele werden als Intensitäten formuliert (kWh/t, t CO₂e/t, Sekundäranteil %, Ausschuss %, LTI-Rate). Governance stützt sich auf REACH/CLP, Explosionsschutz, ISO 50001/14001/45001 und Vier-Augen-Freigaben.

Kennzahlen Ökologie

Relevante KPIs sind Energieintensität, Strom-/Gasanteil, Ofenwirkungsgrad, Druckluft-Leckagerate, THG Scope 1+2 je Tonne, Sekundärmaterialanteil, Ausschuss/Schrott, Abfall-Recyclingquote, KSS-Verbrauch und -Entsorgung sowie wasser- und abwasserrelevante Parameter, etwa bei galvanischen Prozessen.

Arbeitsschutz und Governance

Wesentlich sind LTI-Rate, Lärmexposition über 85 dB(A), Gefahrstoff-Unterweisungsquote und Weiterbildungsstunden je Mitarbeitenden. Governance misst u. a. den Anteil ESG-bewerteter Lieferanten, die Aktualität von Gefährdungsbeurteilungen sowie die verbindliche Verankerung von ESG-Zielen im Budgetprozess.

Datenquellen und Systeme

Grundlagen liefern BDE/MDE, Energiedatenlogger an Öfen, Pressen und Kompressoren, Lastgangdaten, Leckage-Reports und Thermografie. Ergänzend dienen KSS-Management, Abfalljournal, Gefahrstoffkataster und Lieferantenerklärungen/EPD mit Sekundäranteil und CO₂-Faktoren. Ein zentrales Datenregister definiert Quellen, Owner und Prüfpfade.

Scope - Schwerpunkte

Vormaterialien aus Stahl, Edelstahl oder Aluminium dominieren den Fußabdruck; zusätzlich wirken externe Bearbeitung, Transporte und Verpackungen. Mehrweg- und Leergutkreisläufe sowie CO₂-faktorbasiertes Sourcing senken indirekte Emissionen und verbessern Vergleichbarkeit entlang der Lieferkette.

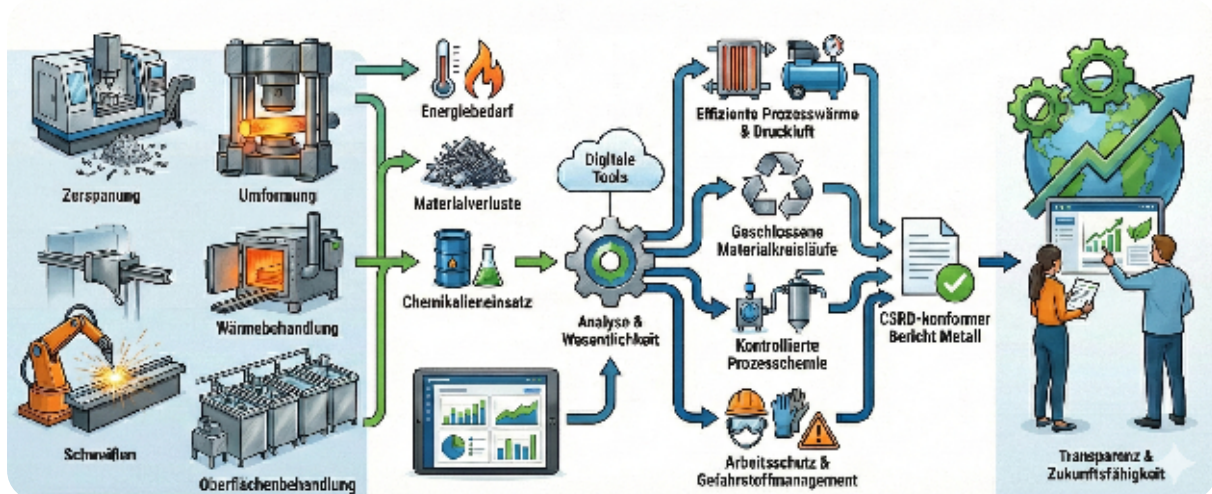
Roadmap

Kurzfristig empfiehlt sich eine Energie-/Materialflussanalyse durchzuführen. Top-Verbraucher, Leckage-Scan und Datenregister sind aufzunehmen. Mittelfristig folgen Abwärmenutzung, Ofenisolierung, Druckluft-Optimierung, KSS-Kreislauf und Lieferantenstandards mit CO₂-Faktoren zu untersuchen. Langfristig sollten Elektrifizierung der Prozesswärme, PV/PPAs, optimierte Schrottkreisläufe und eine freiwillige prüferische Durchsicht als Planungsziele definiert werden.

Quick-Wins

Wirksam und schnell umsetzbar sind Leckagejagden, Stand-by-Management für Öfen und Pressen, Späne-Brikettierung mit KSS-Rückgewinnung, der Tausch verschlissener Ofendichtungen und Kompressor-Wärmerückgewinnung. Diese Maßnahmen liefern kurzfristig messbare Effizienz- und Emissionsgewinne.

Berichte für Branche Metall (KMU)



Nachhaltigkeitsberichte in der Metallbranche

KMU-Nachhaltigkeitsbericht Metall – Beispielvorlage

Unternehmen: _____

Standort: _____

GJ: [JJJJ] _____

Branche: ☐ Metallverarbeitung ☐ Gießerei ☐ Oberflächentechnik

Kurzprofil (max. 30 Wörter) [Produkte, Hauptprozesse, Besonderheiten]

Wesentliche Themen (Top 6) [Thema - Wirkung - Kennzahl] _____

KPI-Tafel

Kennzahl	Einheit	Basisjahr	Ist [JJJJ]	Ziel [JJJJ+3]	Owner
Energieintensität	kWh/t	[]	[]	[]	[]
THG Scope 1+2 (Intensität)	t CO ₂ e/t	[]	[]	[]	[]
Sekundärmaterialanteil	%	[]	[]	[]	[]
Ausschuss/Schrott	%	[]	[]	[]	[]
LTI-Rate	/1 Mio. Std.	[]	[]	[]	[]

Maßnahmenplan (Top 5)

Maßnahme	erwartete Wirkung	Termin	Budget	Owner	Status
Leckageprogramm	– % kWh [QX/YY]	[€]	[Name]		○
Ofenisolierung	– % Gas []	[]	[]		◐
KSS-Kreislauf	– % KSS []	[]	[]		◑
Schrottkreislauf	+ % Sekundär []	[]	[]		◒
Schulung Arbeitssicherheit	– LTI []	[]	[]		●

Lieferkette und Scope 3 (kurz)

[Vormaterial Stahl/Alu · Anteil sekundär · Transportkonzept]

Governance und Risiken (kurz)

[REACH/CLP, Explosionsschutz, ISO-Status, wesentliche Risiken und Kontrollen]

Datenquellen und Prüfpfad

[Zähler/Logger, BDE/MDE, KSS-Journal, Abfalljournal, Lieferantenerklärungen]

Freigabe

GF: _____ ESG-Leitung: _____ Datum: ____ . ____ . ____

Statusampel: ☐ gut ☐ im Plan ☐ kritisch

9. Blick in die Zukunft

Nachhaltige Produktion entwickelt sich dynamisch weiter, getrieben durch technologische Innovationen, gesetzliche Vorgaben und steigende Erwartungen von Kunden, Partnern und Mitarbeitenden. Für KMU im produzierenden Gewerbe ergeben sich daraus neue Chancen, aber auch Herausforderungen. Wer frühzeitig Trends erkennt, kann aktiv gestalten und Wettbewerbsvorteile sichern.

Digitale Nachhaltigkeitssteuerung

Mit digitalen Systemen können KMU Umweltkennzahlen in Echtzeit überwachen. Energieverbräuche, Emissionen und Materialflüsse werden transparent und steuerbar. Ein Maschinenbauer setzt auf digitale Lastmanagementsysteme mit dem Ergebnis: 15 % geringerer Stromverbrauch in Spitzenzeiten.

Zirkuläre Geschäftsmodelle

Produkte werden nicht verkauft, sondern bereitgestellt, zurückgenommen oder wiederverwendet. Ein KMU bietet modulare Geräte zur Miete an, die Ersatzteile sind standardisiert, Rückläufer werden überarbeitet. Das spart Ressourcen und erhöht die Kundenbindung.

Energieautarkie und sektorübergreifende Lösungen

KMU investieren in Photovoltaik, Batteriespeicher oder Wärmerückgewinnung. Ein Betrieb nutzt Abwärme aus der Produktion zur Heizungsunterstützung im angrenzenden Bürogebäude mit dem Ergebnis, dass die Energiekosten um 22 % sinken.

Modulare Produktion und flexible Fertigungssysteme

Statt starrer Linien setzen KMU auf anpassbare Fertigungseinheiten. Ein Zulieferer für Maschinenkomponenten rüstet Arbeitsinseln um, so dass Produktwechsel ohne Stillstand möglich sind. Das erhöht Flexibilität und senkt Rüstzeiten.

Materialinnovationen und nachhaltige Werkstoffe

Neue Werkstoffe ermöglichen langlebige und recyclingfreundliche Produkte. Ein Hersteller

ersetzt glasfaserverstärkte Kunststoffgehäuse durch biobasiertes Material, bei gleicher Stabilität, aber 35 % geringerer CO₂-Bilanz.

Biodiversität im Gewerbegebiet

Nachhaltigkeit endet nicht am Werkstor. Ein Betrieb legt begrünte Dächer, Insektenflächen und Regenwasserzisternen an. Das verbessert das Mikroklima, erhöht die Aufenthaltsqualität und wirkt positiv aufs Image.

Social Sustainability und Mitarbeiterbindung

Durch zyklische Puls-Checks evaluiert die UMETEC GmbH fortlaufend Mitarbeiterbedarfe. Die dynamische Anpassung von Anreizsystemen an aktuelle betriebliche Gegebenheiten sichert eine hohe Identifikation und stärkt nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit des mittelständischen Fachbetriebs.

Kreislaufwirtschaft 2.0 und digitale Stoffströme

Produkte erhalten digitale Materialpässe, Stoffflüsse werden rückverfolgbar. Ein KMU in der Elektrobranche nutzt QR-Codes zur Bauteilkennzeichnung, so wird die Wiederverwendung vereinfacht und Recycling planbar.

Klimaanpassung in Produktion und Logistik

Hitze, Wasserknappheit oder Extremwetter beeinflussen aktuell unsere Produktionsprozesse. Ein metallverarbeitender Betrieb installiert mobile Verschattung und Dachbegrünung. So bleiben Maschinen in Qualität und Laufzeitverhalten zuverlässig und die Fabrikgebäude kühlt.

Scope 4-Emissionen - Metrik für eine klimaneutrale Transformation

Die erweiterte Bilanzierung bildet das Gesamtbild der Klimaauswirkungen eines KMU ab, indem sie über die direkten und indirekten Emissionen hinausgeht. Sie quantifiziert die vermiedenen Treibhausgase durch Produkte oder Dienstleistungen, die außerhalb der Wertschöpfungskette eine signifikante Fußabdruck-Reduzierung ermöglichen.

10. Best Practices „grüne Produktion“ aus dem MDZ Spreeland

10.1 carbonauten GmbH – the minus CO2 factory Eberswalde

Die carbonauten verfolgen perspektivisch das Ziel, mit dezentralen „minus-CO₂-Fabriken“ industriell CO₂-negative Materialien weltweit zu produzieren. Durch die Karbonisierung biogener Reststoffe entstehen Biokohlenstoffe, die

große Mengen gebundenes CO₂ langfristig sichern und damit nachweislich und messbare SCOPE-4-Emissionen ermöglichen, also Emissionen vermeiden.



Karbonisierung / Pyrolyse in Retorten

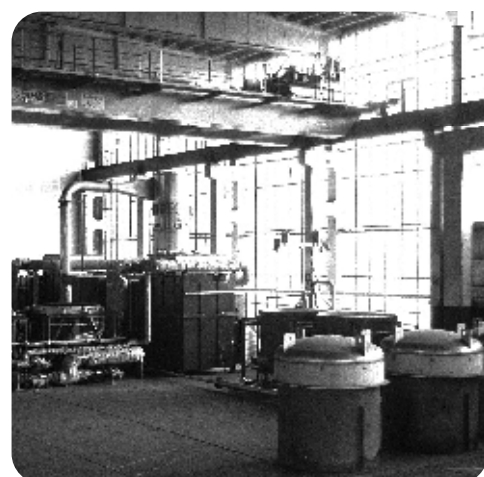
Die Biokohle fungiert als stabile CO₂-Senke und wird zu NET Materials® für Kunststoffe, Bauprodukte und weitere industrielle Anwendungen weiterverarbeitet. Damit ersetzt sie in Kunststoff-, Chemie-, Agrar- und Bauprozessen fossile Rohstoffe und ermöglicht eine klimapositive Materialwertschöpfung. Das Modell verbindet wirtschaftliche Effizienz mit ökologischer Wirkung und zeigt, wie regionale Wertschöpfung und klimapositive Produktion in KMU-Strukturen realisierbar sind.

Zusätzlich bieten die carbonauten natürliche Pflanzensubstrate an, die als Nährstoffspeicher in der Landwirtschaft wirken. Bei der Produktion entstehen nutzbare Abwärme und Pyrolyseöl. Durch die Rückführung der Abwärme in den Prozess (Retorten) bleibt dieser effizient. So eröffnen sich auch neue Potenziale für Wertschöpfung und Energie-Sharing.

Unter dem Motto „Fuck CO₂“ zeigt das Unternehmen, wie ökologischer Nutzen und wirtschaftliche Tragfähigkeit zusammenfinden. Das 2017 in Eberswalde gegründete Startup ist die erste Minus CO₂ Factory und weitere Standorte sollen in den kommenden Jahren weltweit folgen.

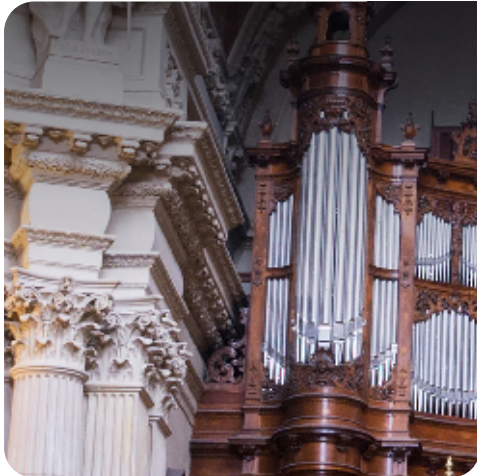


Produktbeispiele



Werkhalle des Unternehmens

10.2 W. Sauer Orgelbau Frankfurt (Oder) GmbH



Sauer-Orgel im Berliner Dom

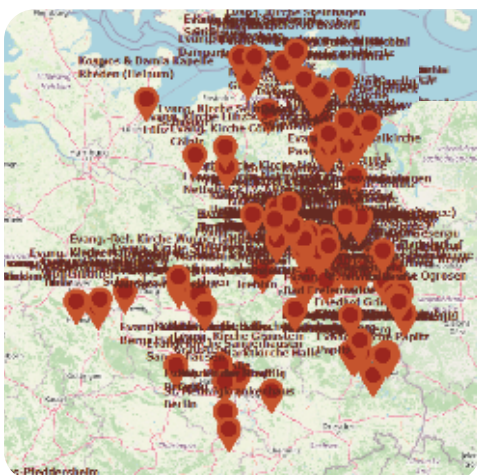
Sauer Orgelbau ist ein traditionsreiches Unternehmen, das seit über einem Jahrhundert hochwertige Orgeln in Kirchen in ganz Deutschland baut und wartet. Die regelmäßige Pflege ist essentiell für den einzigartigen Klang. Bislang erfolgte die Planung der Wartungstouren manuell, was angesichts der Vielzahl der Instrumente und ihrer geografischen Verteilung eine große Herausforderung darstellt.

Manuelle Planung ist zeitaufwendig und führt zu Ineffizienzen (lange Fahrten, ungleiche Verteilung), was die Kosten erhöht. Die Logistik war nicht nachhaltig und stresste das Front- und Backoffice. Benötigt wurde eine maßgeschneiderte und digitalisierte Lösung, ein periodisches VRP mit Zeit, Mehrfachbesuchen, Mindestabständen und optionaler Mitarbeitersynchronisation.

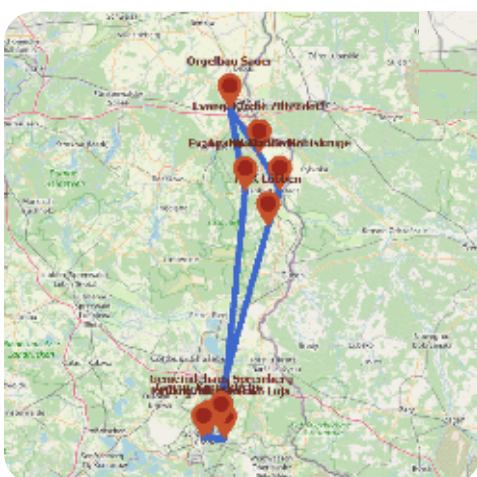
Die Lösung ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Tourenplanung. Die KI analysiert Wartungsdaten, Dringlichkeit, geografische Lage und Verfügbarkeit der Techniker. Dies erstellt optimale Routen für eine effiziente, kostengünstige Organisation und sichert die rechtzeitige, regelmäßige Pflege jeder Orgel.

Das Tool kombiniert Automatisierung und Fachwissen. Dabei wird jede Arbeitswoche eines Mitarbeiters als „Fahrzeug“ und jede Kirche als „Stopp“ modelliert. Das System übersetzt die Planungsregeln (zum Beispiel maximale Arbeitszeit pro Tag, zugeordnete Mitarbeitende, geografische Lage) in mathematische Restriktionen und berechnet in kurzer Zeit Tourenvorschläge. Durch iterative Verbesserungen entstehen stabile, regelkonforme Wochenpläne, die zusätzlich sowohl Fahrzeiten, Fahrtkilometer, Verbrauch von Kraftstoffen, den CO₂-Footprint sowie den Planungsaufwand deutlich reduzieren.

Durch die digitale KI-Planung werden nun die Wartungsintervalle zuverlässig eingehalten. Die personelle Planungszeit reduziert sich von mehreren Stunden auf wenige Minuten, wodurch Fachkräfte entlastet und planbare Arbeitswochen ermöglicht werden. Das System berücksichtigt außerdem realistische Rahmenbedingungen wie Urlaubszeiten, Arbeitstage und maximale tägliche Einsatzzeiten.



Orgel Standorte Europa



KI-Plan Servicetour

11. Fazit und Ausblick

Eine zukunftsfähige, nachhaltige Produktion lohnt sich. Sie ist kein Idealbild, sondern eine realistische Zukunftsstrategie, gerade für kleine und mittlere Unternehmen. Die vorgestellten Konzepte zeigen, dass es zahlreiche

Wege gibt, ökologische, ökonomische und soziale Verantwortung miteinander zu verbinden – natürlich immer technisch fundiert, wirtschaftlich tragfähig und praxisnah umsetzbar.



Der Weg zur zukunftsfähigen Produktion beginnt heute: Setzen Sie auf greifbare Impulse wie eine bewusste Materialwahl oder gezielte Energieeffizienz-Schulungen, um nachhaltiges Wachstum Schritt für Schritt in Ihrem Unternehmen zu verankern. Nutzen Sie Analysewerkzeuge wie den Nachhaltigkeitscheck (NHC), um Potenziale im eigenen Betrieb zu erkennen und gezielt weiterzuentwickeln. Binden Sie Ihre Mitarbeitenden aktiv ein, denn ihre Ideen, ihr Wissen und ihr Engagement sind entscheidend für eine wirksame Umsetzung. Denken Sie immer in Kreisläufen, ob Rücknahme, Sharing oder Wiederverwendung. Wer Ressourcen im Umlauf hält, stärkt Effizienz und

Wettbewerbsfähigkeit. Nutzen Sie Digitalisierung und neue Werkstoffe als Innovationsmotor und machen Sie Ihren Standort durch vorausschauende Klimaanpassung krisenfest.

Wer nachhaltige Produktion nicht als Pflicht, sondern als Gestaltungschance versteht, sichert nicht nur die Zukunft seines Betriebs, sondern trägt aktiv zur Stabilität von Region, Umwelt und der Gesellschaft bei. Der Mittelstand kann hier Vorreiter sein, pragmatisch, verantwortungsvoll und zukunftsorientiert.

Abkürzungsverzeichnis

BDE – Betriebsdatenerfassung (engl. *Shop Floor Data Collection / Production Data Acquisition*) Systematische Erfassung von Ist-Daten im Produktionsprozess (z. B. Auftragszeiten, Stückzahlen) zur digitalen Steuerung und Optimierung der Fertigung.

CCF – CO₂-Fußabdruck des Unternehmens (engl. *Corporate Carbon Footprint*) Bilanzierung der gesamten direkten und indirekten Treibhausgasemissionen eines Unternehmens, meist berechnet nach Standards wie dem Greenhouse Gas Protocol.

CLP – Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung (engl. *Classification, Labelling and Packaging*) EU-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zur Umsetzung des GHS-Systems, welche die Gefahrenkommunikation und Kennzeichnungspflichten bei chemischen Stoffen und Gemischen regelt.

CSRD – Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung (engl. *Corporate Sustainability Reporting Directive*) EU-Richtlinie, die den Anwendungsbereich und die qualitativen Anforderungen der Nachhaltigkeitsberichterstattung für Unternehmen deutlich erweitert und standardisiert.

EPD – Umwelt-Produktdeklaration (engl. *Environmental Product Declaration*) Typ-III-Umweltdeklaration nach ISO 14025, die quantifizierte und verifizierte Informationen über die Umweltwirkungen eines Produkts über dessen gesamten Lebenszyklus bereitstellt.

ESG – Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (engl. *Environmental, Social, and Governance*) Kriterienkatalog zur Bewertung der unternehmerischen Nachhaltigkeitsleistung in den Bereichen Ökologie, soziale Verantwortung und gute Unternehmensführung, oft relevant für Finanzmarktakteure.

ESRS – Europäische Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung (engl. *European Sustainability Reporting Standards*) Konkretes technisches Regelwerk zur Umsetzung der CSRD, das Struktur, Inhalt und Metriken der geforderten Nachhaltigkeitsberichte definiert.

FEM – Finite-Elemente-Methode (engl. *Finite Element Method*) Numerisches Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen, das im Ingenieurwesen zur Simulation physikalischer Vorgänge (z. B. Festigkeitsanalysen) eingesetzt wird.

IoT – Internet der Dinge (engl. *Internet of Things*) Vernetzung physischer Objekte mit virtuellen Systemen, die durch Informations- und Kommunikationstechniken eine autonome Interaktion zwischen Maschinen und Software ermöglichen.

KPI – Leistungskennzahl (engl. *Key Performance Indicator*) Quantifizierbare Maßzahl, die den Erfüllungsgrad wichtiger Zielsetzungen oder kritischer Erfolgsfaktoren innerhalb einer Organisation abbildet.

KSS – Kühlschmierstoff (engl. *Cooling Lubricant / Metalworking Fluid*) Flüssigkeit zur Wärmeabfuhr und Reibungsminderung bei der spanenden Fertigung, wesentlich zur Erhöhung der Werkzeugstandzeit und Verbesserung der Oberflächengüte.

LTI – Arbeitsunfall mit Ausfallzeit (engl. *Lost Time Injury*) Kennzahl der Arbeitssicherheit, die Unfälle definiert, die zu mindestens einem Tag Arbeitsausfall führen; oft Grundlage zur Berechnung der LTI-Rate (Unfallhäufigkeit).

MDE – Maschinendatenerfassung (engl. *Machine Data Acquisition*) Automatische Schnittstelle zur Erfassung von Maschinenzuständen (z. B. Laufzeit, Störung, Takt) zur Überwachung der Anlageneffektivität, oft Teil eines MES.

PLA – Polylactid / Polymilchsäure (engl. *Polylactic Acid*) Biobasierter und biologisch abbaubarer Polyester, der aus regenerativen Rohstoffen (z. B. Maisstärke) gewonnen wird und häufig im 3D-Druck (FDM-Verfahren) Anwendung findet.

PPA – Langfristiger Stromliefervertrag (engl. *Power Purchase Agreement*) Langfristiger privatrechtlicher Vertrag zwischen Stromerzeugern und Abnehmern, oft zur Finanzierung und Nutzung erneuerbarer Energieanlagen außerhalb staatlicher Förderregime.

REACH – Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (engl. *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) EU-Chemikalienverordnung zur Sicherstellung des Schutzes der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor Risiken, die durch Chemikalien entstehen können.

SDG – Ziele für nachhaltige Entwicklung (engl. *Sustainable Development Goals*) 17 globale Ziele der UN-Agenda 2030, die eine weltweite nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, sozialer und ökologischer Ebene sicherstellen sollen.

VRP – Problem der Tourenplanung (engl. *Vehicle Routing Problem*) Kombinatorisches Optimierungsproblem der Operations-Research, bei dem der Einsatz einer Fahrzeugflotte zur Bedienung von Kunden unter Kosten- oder Wegeminimierung geplant wird.

VSME – Freiwilliger Berichtsstandard für KMU (engl. *Voluntary SME Standard*) Von der EFRAG entwickelter Standard für nicht berichtspflichtige KMU, um freiwillig und methodisch vereinfacht relevante Nachhaltigkeitsinformationen bereitzustellen.

Impressum

Herausgeber:

Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

c/o Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)

Schicklerstraße 5

16225 Eberswalde

www.hnee.de

Rechtsform und gesetzliche Vertretung

Die HNEE ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts.

Sie wird gesetzlich vertreten durch Prof. Dr. Matthias Barth, Präsident der HNEE.

Schicklerstraße 5

16225 Eberswalde

Zuständige Aufsichtsbehörde

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg (MWFK)

Dortustraße 36

14467 Potsdam

Autoren:

Jörn Mallok, Maik Dirsat

1. Auflage, Oktober 2025

Satz/Layout: www.dprint.de

Bildnachweis:

Titelbild KI generiert I Gemini

Seite 5 Wikipedia, Vereinte Nationen (unten links)

Seite 7 Doughnut Economics Action Lab (doughnateconomics.org)

Seite 12 Pixabay (Foto unten)

Seite 16 Prosperkolleg e.V. (prosperkolleg.de)

Seite 19 Maik Dirsat, thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH Werk Eberswalde

Seite 30 carbonauten GmbH – Werk Eberswalde

Seite 31 W. Sauer Orgelbau Frankfurt (Oder) GmbH

Die weiteren Abbildungen, Grafiken und Icons in dieser Broschüre wurden mit KI-Modellen generiert. Zum Einsatz kamen Google Gemini, Midjourney, OpenAi ChatGPT und Canva. Die Prompts erstellte Maik Dirsat.

Das Netzwerk Mittelstand-Digital

Das Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland gehört zu einem deutschlandweiten Netzwerk, das mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung bietet. Ein besonderer Fokus liegt auf dem enormen Potenzial von Künstlicher Intelligenz und den damit verbundenen Technologien und Anwendungen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) profitieren von konkreten Praxis-

beispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie stellt finanzielle Zuschüsse bereit und ermöglicht KMU so die kostenfreie Nutzung der Unterstützungsformate.

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite des Netzwerks:

www.mittelstand-digital.de



Hier finden Sie unsere Workshops und weiteren Veranstaltungen.

Folgen Sie uns auf  LinkedIn,  Facebook,  X und  YouTube.