



Orientierungshilfe

Die strategische Bedeutung der Normung für die Elektro- und Digitalindustrie in der Circular Economy

Inhalt

1. EINLEITUNG	3
2. THEMATISCHE EINORDNUNG	3
3. EINFÜHRUNG IN DIE R-STRATEGIEN	4
3.1 Allgemeiner Zusammenhang zwischen R-Strategien und CO ₂ -Fussabdruck	4
3.2 Refuse	4
3.3 Rethink	4
3.4 Reduce (by design)	5
3.5 Ausweitung der potenziellen Nutzung	5
3.5.1 Reuse	5
3.5.2 Repair	5
3.5.3 Refurbish	6
3.5.4 Remanufacture	6
3.5.5 Repurpose	7
3.6 Recycle	7
3.7 Recover	7
4. HORIZONTALE NORMEN ZUR MESSUNG DER MATERIALEFFIZIENZ VON PRODUKTEN	8
4.1 Europäische Normung	8
4.2 Internationale Normung	9
4.3 VDI 4800 Blatt 1 – Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien	10
5. PRODUKT(-GRUPPEN)SPEZIFISCH BEISPIELE	11
5.1 Materialeffizienz - Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Bewertung der Anwendbarkeit von EN 4555X	11
5.2 Funktionsbeständigkeit - Messverfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit von Waschmaschinen für den Hausgebrauch	12
5.3 Reparierbarkeit von Elektrowerkzeugen	12
5.4 Reparierbarkeit von Großküchengeräten	12
6. GLOSSAR	14

1. Einleitung

Die Elektro- und Digitalindustrie nimmt eine integrale Rolle bei der Wandlung Europas hin zur Klimaneutralität ein. Die Produkte sind essenzieller Bestandteil beim Hochlauf der Elektromobilität, bei der Digitalisierung industrieller Prozesse oder bei der Effizienzsteigerung von Geräten oder Gebäuden. Ein zentraler Bestandteil dieser Transformation ist das Schließen von Kreisläufen. Die Europäische Kommission hat 2020 eine Kategorisierung zur Circular Economy (9R-Strategie) veröffentlicht. Diese schreibt verschiedenen Stadien der Wertschöpfung und Teilen eines Lebenszyklus' Begrifflichkeiten wie Refuse, Rethink, Reduce, Re-use, Repair, Refurbish, Remanufacturing, Repurpose und Recycle zu.

Die konkrete Ausgestaltung sollte durch Normen unterlegt werden. Dieses Dokument stellt eine Hilfestellung für Unternehmen der Elektro- und Digitalindustrie im ZVEI e.V. dar, um die aktive Beteiligung der Elektroindustrie an Normungsgremien bzw. Normungsprojekten strukturiert und systematisch anzugehen. Es gibt einen Überblick über die Einordnung bestehender/laufender und möglicher neuer Normungsvorhaben und begründet deren strategische Bedeutung für die Elektroindustrie.

Der Übergang zur Kreislaufwirtschaft beginnt mit der Identifizierung von Handlungsfeldern, die die Richtung vorgeben müssen, wie die Produkte verbessert werden können, um sie kreislauffähiger zu machen. Im Folgenden werden mögliche Handlungsfelder bezüglich der Normung entlang der 9-R-Strategie diskutiert. Die Diskussion soll dabei unterstützen, unternehmenseigene Normungsaktivitäten einzuordnen und anregen, die Prinzipien der Circular Economy in zukünftigen Normen bzw. Normrevisionen zu berücksichtigen.

Im Anschluss werden produkt(-gruppen)spezifisch Beispiele vorgestellt.

2. Thematische Einordnung

Der Übergang hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft, verbunden mit Wettbewerbsfähigkeit und abnehmender Abhängigkeit von Rohstoffimporten sind zentrale politische Ziele der Kommission von Ursula von der Leyen. Ein zentraler Baustein ist die Schaffung einer Circular Economy. Im 2019 vorgestellten European Green Deal sind erstmals einzelne Maßnahmen formuliert, um den Übergang regulatorisch zu begleiten. Dies wurde durch die neue Ratspräsidentschaft 2024 bestätigt. Für Unternehmen der Elektroindustrie wichtige Gesetze sind die Verordnung (EU) 2024/1781 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltiger Produkte ([Link](#)) sowie die Verordnung (EU) 2020/852 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen (Taxonomie-Verordnung - [Link](#)).

Die Ökodesign-Verordnung gibt einen Rahmen für die umweltgerechte Produktgestaltung vor. Im Gegensatz zur bisherigen Ökodesign-Rahmenverordnung wird hier der Geltungsbereich auf nahezu alle physischen Produkte erweitert. Dadurch werden auch Materialeffizienzaspekte weitergehend im Produktmaßstab betrachtet. Die Ökodesign-Verordnung schreibt vor, dass für darauf aufbauende produktspezifische Regulierungen, zwingend die Funktionsbeständigkeit, Reparaturfähigkeit, Recyclbarkeit und weitere Materialeffizienzparameter von Produkten zu untersuchen und, daran anknüpfend, mit Mindestanforderungen zu versehen sind. Die beschriebenen Materialeffizienzparameter orientieren sich dabei an den R-Strategien.

Die Taxonomie-Verordnung hingegen ist ein Werkzeug um die Wirtschaftstätigkeit einzelner Sektoren als nachhaltig einstufen zu können. Im Januar 2022 wurde die Taxonomie bzgl. Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel verabschiedet. In 2023 wurde ein weiteres Gesetz zum Übergang zur Kreislaufwirtschaft verabschiedet. Auch hier werden, entlang der R-Strategien, unterschiedliche Materialeffizienzstrategien (Funktionsbeständigkeit, Reparierbarkeit, Recyclbarkeit etc.) aufgegriffen und mit Mindestschwellewerten unterlegt. Ein Überblick zu den Aktivitäten unter der Taxonomie-Verordnung findet sich hier ([Link](#)).

Während die Ökodesign-Verordnung, bzw. darauf aufbauende Produktregulierungen, die Mindestanforderungen für den Markteintritt festlegen, ist davon auszugehen, dass die Taxonomie-Verordnung Kriterien für die - in Punkto Kreislaufwirtschaft - besten Produkte definieren wird. Eine Folge der Taxonomie-Verordnung wird aller Voraussicht nach sein, dass Kapital für nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten zu günstigeren Konditionen auf dem Markt zur Verfügung gestellt wird.

Die Bundesregierung will bis Ende des Jahres 2024 die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) verabschieden. Diese Strategie soll Ziele und Maßnahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung aus allen relevanten Strategien zusammenführen. Damit wird ein Rahmen geschaffen, der die rohstoffpolitisch relevanten Strategien der Bundesregierung so zusammenführt, dass das Ziel des Koalitionsvertrages, den primären Rohstoffbedarf absolut zu senken, erreicht wird. Die NKWS soll eine Rahmenstrategie sein, in der die Bundesregierung Ziele, grundlegende Prinzipien und strategische Maßnahmen festlegt, die alle rohstoffpolitisch relevanten Strategien unterstützen.

Um die ambitionierten Klimaschutzziele zu erreichen, braucht es neue und überarbeitete technische Regeln für das zirkuläre Wirtschaften. Die Normungsroadmap von DIN, DKE und VDI ([Link](#)) gibt einen Überblick über den Status Quo der Normung im Bereich Circular Economy, beschreibt Anforderungen und Herausforderungen für sieben Schwerpunktthemen (Elektrotechnik, Batterien, Verpackungen, Kunststoffe, Textilien sowie Bauwerke und Kommunen) und formuliert konkrete Handlungsbedarfe für zukünftige Normen und Standards. Zudem wurden im Rahmen der Erarbeitung die fünf Querschnittsthemen *Nachhaltigkeitsbewertung*, *Lebensdauererlängerung*, *Digitaler Produktpass (DPP)*, *End of Waste (EoW)* sowie *Recyclingfähigkeit* identifiziert, die für alle sieben Schwerpunktthemen von hoher Relevanz sind und daher auch umfassend im Zuge der Umsetzung betrachtet wurden.

3. Einführung in die R-Strategien

3.1 Allgemeiner Zusammenhang zwischen R-Strategien und CO₂-Fußabdruck

Die R-Strategien sind Ansätze der Kreislaufwirtschaft, die dabei helfen sollen, Ressourcen zu schonen und den CO₂-Fußabdruck von Produkten und Prozessen zu verringern. Jede der R-Strategien wirkt auf spezifische Weise auf den CO₂-Fußabdruck, da sie den Ressourcenverbrauch, die Energieintensität und die Menge an Abfall beeinflussen, die bei der Produktion und Nutzung eines Produkts anfallen. Die R-Strategien setzen auf Prioritätensetzung: Je weiter eine Strategie oben in der Liste steht (z. B. Refuse oder Reduce), desto geringer ist der CO₂-Fußabdruck im Allgemeinen, da der Ressourcenverbrauch und die Notwendigkeit neuer Produktionen stark reduziert werden. Die nachfolgenden R-Strategien setzen auf die Verlängerung der Produktlebensdauer und die Wiederverwendung von Materialien, was ebenfalls Emissionen reduziert, wenn auch weniger effektiv als das vollständige Vermeiden (Refuse) oder Reduzieren (Reduce).

3.2 Refuse

Eine Anknüpfung an die Refuse-Strategie der UN und der Europäischen Kommission befindet sich in konzeptionellen (Produkt-)Normen, beispielsweise in Normen zur umweltbewussten Produktgestaltung oder die hier diskutierte Orientierung an die Prinzipien der Circular Economy. Entsprechend der Definition der Refuse-Strategie soll ein Produkt überflüssig gemacht werden, „indem seine Funktion aufgegeben wird oder indem die gleiche Funktion durch ein radikal anderes (z. B. digitales) Produkt oder Dienstleistung erbracht wird.“ Ein entsprechendes Feld ist beispielsweise die normenbegleitete Etablierung von sog. digitalen Zwillingen, die analoge Kennzeichnungen von Services, Materialien und Produkten ersetzen sollen.

3.3 Rethink

Die Rethink-Strategie eignet sich eingeschränkt zur Anwendung in (Produkt-)Normen. Bedingt kann sie ähnlich der Refuse-Strategie Anwendungen in Normen zur umweltbewussten Produktgestaltung oder Servicemodellen finden. Für Normungsgremien bedeutet dieses zu verhindern, dass in der zu er- oder überarbeitenden Norm Product-as-a-Service, Wiederverwendungs- oder Sharing- und Service-Modelle behindert oder unterbunden werden. Dieses kann im Allgemeinen durch einen technologieneutralen Ansatz gewährleistet werden. Zusätzlich können Normen die Nutzung von Produkten intensivieren, indem sie Rahmen zu alternativen Anwendungen (s. auch Repurpose), nicht zuletzt in Bezug auf sicherheitsrelevante Aspekte, setzen und die normative Basis für den entsprechenden gesetzlichen Rahmen bilden. Normen zur umweltbewussten Produktgestaltung in Orientierung an die Prinzipien der Circular Economy sollten hier entwickelt bzw. angewendet werden.

3.4 Reduce (by design)

Unter der häufig angesprochenen Produkteffizienz kann neben der Energieeffizienz ebenfalls die Material- und Ressourceneffizienz verstanden werden. Die Reduce-Strategie wird z.B. von den Vereinten Nationen durch den Anhang „... by design ergänzt“ und spiegelt sich somit in unterschiedlichsten Normen wider. Neben der Messung und Berechnung des Energieverbrauchs von Produkten sowie den daraus resultierende Designänderungen, kann auch eine gesteigerte Funktionsbeständigkeit, Reparierbarkeit, Wiederverwendbarkeit, etc. zur Reduzierung des Ressourcen- und Materialverbrauchs über den gesamten Produktlebenszyklus beitragen.

3.5 Ausweitung der potenziellen Nutzung

Bei den Bereichen Wiederverwendung, -aufbereitung, -ausarbeitung und Neuverwendung findet ggf. ein Nutzer-/ Besitzerwechsel statt. Entsprechend umfassende Produktinformationen ermöglichen eine detaillierte Beschreibung der Produkte und eine darauf aufbauende feingranulierte Differenzierung der Produkte am Markt. Produkte könnten gezielter und bedarfsgerechter eingekauft, verwendet oder installiert werden. Dieses schließt eine größere Anzahl an wiederverwendeten, reparierten, wiederaufbereiteten oder wiederaufgearbeiteten Produkte ein und erhöht damit die Gesamtzirkularität von Elektronik- und IKT-Produkten im Allgemeinen. Ebenfalls kann die Zweitverwendung von Produkten durch die hohe Transparenz der Produkteigenschaften gesteigert und insgesamt das Vertrauen in die Produktqualität bei der Zweitverwendung gestärkt werden.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt beim Eingriff in das Produktdesign durch die Wiederverwendung von gebrauchten Komponenten, Reparatur, Wiederaufbereitung und Wiederaufarbeitung ist ein potenzieller Verantwortungsübergang. In der Normung müssen Kriterien und Verfahren festgelegt werden, bis zu welchem Grad der Änderung an Software, Komponente und/oder dem Gesamtprodukt, der originäre Hersteller weiterhin verantwortlich ist, ab wann ein neues Inverkehrbringen stattfindet oder ein anderer Marktakteur in der Verantwortung steht. Dieses könnte ebenfalls bei der Schaffung einer rechtlichen Grundlage zur Etablierung von Märkten für gebrauchte Komponenten, wiederaufbereite und -aufgearbeitete Produkte normativ abgebildet werden und entsprechende Bedenken bezüglich der Produktsicherheit beim Verbraucher, Vertreiber und Beschaffung abbauen. Nach Einschätzung der Experten aus der Elektrotechnik und IKT sollten Funktions- oder sicherheitsrelevante Änderungen nur von Personen durchgeführt werden, die anschließend die Herstellerverantwortung übernehmen.

3.5.1 Reuse

Die Reuse-Strategie kann wie die Reduce (by design) -Strategie (s.o.) in unterschiedlichsten Normen angewendet werden. Für Normungsgremien gilt es bei der Erstellung ihrer Dokumente darauf zu achten, dass eine Wiederverwendung von funktionierenden Produkten für den gleichen Zweck prinzipiell nicht verhindert wird, sondern Grundlagen zur Wiederverwendung berücksichtigt werden. Diese beinhalteten Informationen für den Zweitnutzer, beispielsweise über die Zusammensetzung/Aufbau, Schadstoffen, Nutzungshistorie, etc. Sollten produktbezogene Daten auf einem Produkt gespeichert sein, ist der Umgang mit diesen Daten sowie die im vorherigen Kapitel beschriebene rückstandslose Löschung vor der Wiederverwendung des Produkts zu nennen.

Die Wiederverwendung von Produkten, Anlagen oder Installationen kann mit einer Veränderung des Standortes einhergehen. Schäden beim Aus- und Einbau von Komponenten sollten entsprechend bei der Betrachtung von Normen zur Wiederverwendung berücksichtigt werden. Dieses beinhaltet die Schäden an den Komponenten, die an andere Stelle verwendet werden sollen, und ebenfalls das Produkt selbst, dass bei dem Einbau der wiederzuverwendenden Komponente Schaden nehmen könnte. Diese Umstände sollten mindestens in Bezug zur Produktsicherheit bedacht und zusätzlich das Kosten/Nutzen-Verhältnis zur Überprüfung der Funktionalität von Komponente und Gesamtprodukt abgebildet werden. Zusätzlich wäre zu prüfen, ab welchem Grad der Nutzung von wiederverwendeten Komponenten ein Produkt erneut in Verkehr gebracht wird und eine entsprechende Konformitätsbewertung oder Typzulassung erfolgen muss.

3.5.2 Repair

Der Kern der Repair-Strategie ist es, die Produktlebensdauer durch Reparatur zu verlängern, um damit den Bedarf an Neugeräten zu reduzieren und demnach Rohstoffe und Energie bei der Produktion einzusparen. Normungsgremien sind bei der Erstellung ihrer Dokumente angehalten, Defekte sowie dessen Behebung zu berücksichtigen. Dies betrifft zum einen das Produktdesign

und eine entsprechende Vermeidung von normativen Vorgaben, die eine spätere Reparatur verhindert. Zum anderen sind auch andere Bereiche, wie z.B. Normen zur Gewährleistung der Produktsicherheit, betroffen. Hier gilt es, den Fall der Produktreparatur inklusive Anforderungen zu berücksichtigen, welche die Sicherheit des Reparateurs sowie die Sicherheit des Produktnutzers betreffen. Beide Aspekte, die Möglichkeit und die Sicherheit der Reparatur, sollten durch normierte Informationen begleitet werden. Diesbezügliche Informationslücken würden eine Reparatur von Grund auf verhindern.

Ein wichtiger Aspekt bei der Reparatur eines Produktes ist die Verfügbarkeit von Ersatzteilen. Diese ist derzeit nicht uneingeschränkt über lange Zeiträume gewährleistet. Standardisierte Schnittstellen bei Bauteilen mit einer hohen zu erwartenden Fehleranfälligkeit könnten dazu führen, den Drittanbietermarkt zu stimulieren und so Engpässen bei Ersatzteilen entgegenzuwirken. Eine größtmögliche Wirksamkeit entfalten genormte Schnittstellen im Zusammenhang mit einer modularen Produktgestaltung. Eine produktgruppenspezifische Normung ist hierbei zielführend.

Die der Förderung von Produktreparaturen und der damit einhergehenden Lebensdauerverlängerung ist mit der voranschreitenden Gesetzgebung verknüpft. Nicht selten überdauern langlebige Produkte eine oder mehrere Revisionen relevanter Rechtsrahmen wie z.B. dem Chemikalienrecht (RoHS, REACH), den relevanten Gesetzen zur Produktsicherheit (Niederspannungsrichtlinie, Maschinenrichtlinie) oder der umweltverträglichen Produktgestaltung (Ökodesign). Dies kann dazu führen, dass Ersatzteile nicht uneingeschränkt in Verkehr gebracht werden dürfen. Eine Qualifizierung neuer Ersatzteile, welche den aktuellen Rechtsrahmen entsprechen, ist durch das Produktdesign lediglich bedingt gegeben. Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken, wäre die Berücksichtigung des „repair as produced“ Prinzips. Dieses Prinzip erhielt in der Rechtssetzung z.B. bei der Erstellung der Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS) bzw. der End-of-Life-Vehicles-Richtlinie bereits Einzug und sollte über dieses Beispiel hinaus normativ begleitet werden (siehe auch Kapitel Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture und Repurpose).

Zusätzlich kann vorhandenes Wissen zur Alterung verschiedener Produktbauteilen aus Reparaturdatenbanken genutzt werden, um einem Produktausfall durch rechtzeitiges Eingreifen vorzubeugen. Damit dies gelingt, sollten diese Informationen öffentlich zur Verfügung gestellt und mit relevanten Sicherheitsaspekten ergänzt werden. Analog hierzu sei auf die Vertraulichkeit von geistigem Eigentum hingewiesen, welche sich negativ auf die Reparierbarkeit von Produkten auswirken kann (Monopolisierung von bestimmten Ersatzteilen bzw. Diagnosesoftware).

3.5.3 Refurbish

Die Refurbish-Strategie befasst sich mit der Verlängerung der Produktlebensdauer durch Erneuerung und/oder Instandsetzung einzelner, jedoch wesentlicher Komponenten. Nach einem Refurbishing-Prozess erfolgt üblicherweise ein Eigentümerwechsel, das Produkt wird von einem anderen Nutzer verwendet. Wiederaufbereitung (refurbishing) ist klar von Wiederaufarbeitung (remanufacturing) abzugrenzen: Bei der Wiederaufbereitung bleibt die Produktidentität beibehalten, es wird also nicht erneut in Verkehr gebracht. Die Folge davon ist, dass es den gesetzlichen Produkthanforderungen zum erstmaligen Inverkehrbringen genügen muss. Bei der Wiederaufarbeitung geht die Produktidentität verloren, bei dem wiederaufgearbeiteten Produkt handelt es sich um ein neues Produkt, welches ebenfalls neu in Verkehr gebracht werden muss. Entsprechend muss es den gesetzlichen Produkthanforderungen zum Zeitpunkt des erneuten Inverkehrbringens genügen (zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Normungsroadmap befindet sich eine DIN-Spec (DIN SPEC 91472 - Remanufacturing (Reman) – Qualitätsklassifizierung für zirkuläre Prozesse) mit Ansätzen für Definitionen zur Wiederaufbereitung und Wiederaufarbeitung in Ausarbeitung).

Für Normungsgremien bedeutet dies, dass die Möglichkeit einer Produktwiederaufbereitung mitgedacht und klar von der Wiederaufarbeitung unterschieden werden muss. Dies betrifft sowohl Anforderungen an die Produktsicherheit als auch an das Produktdesign.

3.5.4 Remanufacture

Die Remanufacture-Strategie befasst sich mit der Bewahrung von in Bauteilen enthaltenen Rostoffen und Materialien durch die Substitution von bereits verwendeten Bauteilen in gebrauchten Produkten. Unabhängig von der Anzahl oder prozentuaalem Anteil an substituierten Bauteilen muss das Produkt neu in Verkehr gebracht werden und ist demnach kein gebrauchtes Produkt mehr. Eine Abgrenzung von Remanufacture und Refurbish ist im Kapitel 3.4.3 Refurbish enthalten.

3.5.5 Repurpose

Die Repurpose-Strategie befasst sich mit der Nutzung eines Produktes zu einem anderen Zweck, als es eigens dafür hergestellt wurde, und grenzt sich dadurch von der Wiederverwendung, Wiederaufbereitung und Wiederaufarbeitung ab. Diese „gewollte Zweckentfremdung“ kann zu einer Erhöhung der Zirkularität eines Produktes führen. Ein häufig diskutiertes Beispiel ist die Verwendung eines Batteriespeichers aus dem Mobilitätssektor für stationäre Anwendungszwecke. Die Kapazität des Speichers ist für den Betrieb eines E-Fahrzeuges nicht mehr ausreichend, jedoch kann dieser als Stromspeicher z.B. in einem Gebäude verwendet werden (ggf. in Kombination mit PV und Wärmepumpe), für deren Betrieb die Kapazität mittel- bis langfristig ausreichend ist.

Die Zweckentfremdung kann durch ein Softwareupdate vereinfacht bzw. erst ermöglicht werden. Wichtig dabei zu erwähnen ist, dass ein solches Softwareupdate dem Zweck dient, die Grundfunktion des Produktes zu ändern. Das Produkt ist nach dem geänderten Zweck zu kategorisieren und zu behandeln.

3.6 Recycle

Die Recycle-Strategie hat die Rückgewinnung von Wertstoffen aus entsorgten Produkten zum Ziel. Damit dies effizient gelingt, sind diverse Aspekte in der Normungsarbeit zu berücksichtigen: (i) Materialverbindungen müssen trennbar sein, wenn sie nicht im gleichen Prozess recycelbar sind, (ii) Additive (z.B. Flammschutzmittel) sollen Recycling nicht hemmen und (iii) bei sicherheitsrelevanten Anforderungen an Materialien bzw. Bauteile ebenfalls ein späteres Recycling des Produkts berücksichtigen. Technische Spezifikationen, insbesondere solche, welche die Sicherheit eines Produkts gewährleisten (z.B. gegen Schlag oder Brand), sind zwingend einzuhalten und sollten auch durch Vorgaben mit dem Ziel der Erhöhung der Recyclierbarkeit von Produkten nicht eingeschränkt werden. Ebenfalls entscheidend ist die Berücksichtigung von Normen zu Teilaspekten der Recyclingprozesse selbst, beispielsweise der Thermochemie, Prozessanalytik und Stofftrennung. Sie müssen mit Normen des Qualitätsmanagements und -sicherung ineinandergreifen. Besondere Aufmerksamkeit bedürfen sehr langlebigen Produkten. Gesetzliche Anforderungen ändern sich im Rahmen von Revisionen. Daraus kann resultieren, dass Produkte nicht mehr recycelbar sind, bzw. der gewonnene Sekundärrohstoff nicht mehr in neuen Produkten eingesetzt werden darf. Als Beispiel seien hier z.T. sehr langlebige Batterien aber auch Investitionsgüter, z.B. aus dem Maschinen- und Anlagenbau, zu nennen. Neuere Europäische Vorgaben wie z.B. die POP-Verordnung erschweren den Einsatz von Sekundärrohstoffen, welche aus stofflichem Recycling gewonnen wurden. Die Entwicklung von harmonisierten Berechnungsmethoden von Recyclingeffizienzen sollte daher in der Normung stattfinden. Hier können die Berechnungsmethoden konsensorientiert etabliert werden, während die prozentualen Ziele im politischen Diskurs zu definieren sind. Die Berechnung der Recyclingeffizienz kann sowohl auf Basis der verwerteten Massen als auch auf Basis der vermiedenen Umweltauswirkungen erfolgen.

Mehrere Regularien definieren Anforderungen zum Rezyklat-Einsatz (u.a. EU Batterie-Verordnung, EU Ökodesign-Verordnung, Proposal End-of-Life Vehicles Regulation). Konkrete Rezyklateinsatzquoten sind teils schon vorhanden oder absehbar. Der Normung kommt hier eine entscheidende Bedeutung im Hinblick auf klare, einheitliche Begrifflichkeiten (u.a. Definition eines Rezyklats, Unterscheidung zwischen Post-Consumer und Post-Industrial-Rezyklate; siehe z. B. *DIN EN ISO 14021*) und harmonisierte Berechnungsmethoden zu. Elektronikprodukte müssen hohe technische Anforderungen erfüllen (z.B. in Bezug auf Stabilität, Langlebigkeit, Flammschutz, Isolation, mechanische Eigenschaften), die beim Einsatz von Rezyklaten durch entsprechende Qualitätsstandards sichergestellt werden müssen. In Bezug auf Kunststoffe ist hier der EU-Normungsauftrag M/584 zu nennen, über den bis 2025 harmonisierte Vorgaben zu Rezyklatqualitäten und Recyclingverfahren für fünf Anwendungsbereiche - darunter auch für Elektronikprodukte - realisiert werden sollen.

3.7 Recover

Die Recover-Strategie befasst sich mit der energetischen Verwertung der Materialien von Produkten, welche keinem stofflichen Recycling unterzogen werden können. In der Hierarchie der R-Strategien kommt der Energierückgewinnung die niedrigste Bedeutung zu. Sie ist als ultima ratio zu sehen, die einzig der Deponierung zu bevorzugen ist. Dieses ist vermutlich der Grund, wieso kein Normungsbedarf zu dezidierten Strategien à la Design-for-Recovery ermittelt wurden.

4 Horizontale Normen zur Messung der Materialeffizienz von Produkten

4.1 Europäische Normung

Im Dezember 2015 wurde der Normungsauftrag M/543 der Europäischen Kommission von CEN, CENELEC und ETSI angenommen [5]. Der Normungsauftrag befasst sich dabei mit folgenden Materialeffizienzaspekten:

- Verlängerung der Produktlebensdauer
- Fähigkeit, Bauteile von Produkten am Ende ihrer Lebensdauer wiederzuverwenden oder Material aus den Produkten zu recyceln
- Einsatz von wiederverwendeten Bauteilen und/oder recyceltem Material in Produkten

Zielsetzung der Normen ist es, den jeweiligen Materialeffizienzaspekt systematisch zu betrachten, quantifizierbar zu machen und eine Grundlage für zukünftige Anwendungen u. A. in der Rechtsetzung zu schaffen.

Innerhalb des CEN-CLC JTC10 wurden insgesamt neun Dokumente in sechs Arbeitsgruppen erarbeitet.

Norm	Inhalt
DIN CLC/TR 45550	Definition zu Materialeffizienz
DIN EN 45552	Funktionsbeständigkeit
DIN EN 45553	Wiederaufarbeitbarkeit
DIN EN 45554	Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit
DIN EN 45555	Recyclingfähigkeit und Verwertbarkeit
DIN EN 45556	Anteil an wiederverwendeten Komponenten
DIN EN 45557	Anteil an recyceltem Material
DIN EN 45558	Verwendung kritischer Rohstoffe
DIN EN 45559	Bereitstellung von Informationen über Materialeffizienzaspekte

Abbildung 1 Normen CEN-CENELEC JTC 10 M/543

Die meisten der unter M/543 angeforderten Ergebnisse sollen nicht direkt auf ein bestimmtes Produkt angewendet werden, sondern als Rahmen für die Entwicklung von produktspezifischen Materialeffizienzstandards durch produktspezifische Normungsgruppen dienen. Zur Durchführung der in M/543 spezifizierten Arbeiten wurde das gemeinsame technische Komitee von CEN und CENELEC (CEN-CENELEC JTC 10) gegründet, um die in Abbildung 3 zusammengefassten Normungsergebnisse zu erarbeiten.

Diese EN-Normenreihe konzentriert sich auf die Bewertung verschiedener Aspekte der Materialeffizienz, wie z. B. Reparierbarkeit, Wiederaufbereitarbeitbarkeit und Rezyklierbarkeit. Die Normen der EN 4555x-Reihe geben Antwort darauf, inwieweit es möglich (leicht/schwer) ist, ein Produkt zu reparieren, wiederaufzuarbeiten bzw. zu recyceln. Sie geben jedoch keine Anleitung, wie Produkte so optimiert werden können, dass sie (leichter/effektiver) repariert, wiederaufbereitet oder recycelt werden können. Die im Rahmen des Normungsauftrags M/543 entwickelten Normen legen eine Reihe neuer Kriterien und Methoden zur Kreislaufwirtschaft fest. Sie berücksichtigen jedoch keine Produktgruppenspezifika und können daher in der Regel nicht direkt für Test- und Prüfzwecke herangezogen werden.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Normenreihe EN 4555x nur Methoden beschreibt und Anforderungen für die Bewertung der ausgeprägten Materialeffizienzaspekte auf Produktebene bereitstellt. Es werden aber keine Anforderungen für ein materialeffizientes, umweltbewusstes Design oder für einzelne Kreislaufwirtschafts-aspekte definiert. Diese Überlegungen werden heute weiterhin auf internationaler Ebene im Komitee IEC TC 111 Komitee (IEC 62430 in Zusammenarbeit mit ISO TC 207 (Umweltmanagement) betrachtet.

Ergänzt wird die 4555x durch die Norm 45560. In diesem Dokument wird ein Verfahren zum Definieren von Designregeln für zirkuläre Produkte festgelegt. Es enthält Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien, die mit dem vorgeschlagenen Verfahren verknüpft sind. Dieses Dokument: - legt Anforderungen und Leitlinien für das Integrieren von Zirkularität in den Design- und Entwicklungsprozess von Produkten durch eine Organisation fest, - unterstützt Organisationen beim Entwickeln von Produktdesignregeln zum Erfüllen ihrer gewählten zirkulären Kategorien (zum

Beispiel der von der Organisation oder aufgrund der rechtlichen Anforderungen gewählten zirkulären Geschäftsmodelle).

4.2 Internationale Normung

Ebenso wurde im Jahr 2019 das ISO TC 323 gegründet, um prinzipienbasierte Standards (im Gegensatz zu Produkt- oder Managementsystemstandards) im Bereich der Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. Die derzeit in der Entwicklung befindlichen Dokumente umfassen die Definition des Rahmens und der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, Richtlinien für zirkuläre Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke sowie den Rahmen für die Messung und Bewertung von Kreislaufigkeit. Das Komitee schließt Aspekte der Kreislaufwirtschaft aus, die bereits von bestehenden Komitees abgedeckt werden, wie z. B. Ökodesign, das vom ISO TC 207 bzw. IEC TC 111 abgedeckt wird.

Die ISO 59000-Normenfamilie ist eine neue Reihe von internationalen Normen, die ein gemeinsames Verständnis und einheitliche Leitlinien für die Umsetzung der Circular Economy in Organisationen schaffen soll.

ISO 59004 umfasst einen ausführlichen Leitfaden mit definierten Schlüsselbegriffen und -konzepten. Gleichzeitig skizziert sie eine Vision für eine zirkuläre Wirtschaft, indem sie den Übergang zu einer kreislauforientierten Nutzung von Ressourcen erleichtert.

Dieses Dokument ist ein Leitfaden für alle Arten von Organisationen. Es beschreibt die Prinzipien einer zirkulären Wirtschaft und bietet praktische Anleitungen für Maßnahmen.

ISO 59010 bietet Informationen für Organisationen, die ihre Wertschöpfungsmodelle und -netzwerke von einem linearen auf einen zirkulären Rahmen umstellen wollen. Diese Norm konzentriert sich auf geschäftsorientierte Strategien zur Umsetzung von zirkulären Praktiken, sowohl auf organisatorischer als auch auf interorganisatorischer Ebene. Sie ergänzt ISO 59004, indem sie detailliertere Anleitungen zur Bewertung aktueller Wertschöpfungsmodelle, zur Abbildung von Wertschöpfungsketten und -netzwerken und zur Entwicklung von Strategien für die Circular Economy bietet.

ISO 59020 legt Anforderungen und Anleitungen für Organisationen zum Messen und Bewerten ihrer zirkulären Leistung fest. Ziel ist es, die Prozesse zu standardisieren, mit denen Organisationen Daten unter Verwendung verpflichtender und optionaler Indikatoren sammeln und berechnen. Die Norm bietet einen Rahmen für die Festlegung von Systemgrenzen, die Auswahl von Indikatoren und die Interpretation von Daten zur Bewertung der zirkulären Leistung auf verschiedenen Ebenen – von der regionalen und organisationsübergreifenden bis hin zur organisations- und produktspezifischen Ebene.

Derzeit werden ISO 59040 und ISO 59014 erarbeitet. Erstere befasst sich unter anderem mit der Erläuterung, eine Datenvorlage zur Abfrage der zirkulären Eigenschaften von Produkten für einen vereinfachten Datenaustausch über die Lieferkette hinweg zu erstellen.

Für den europäischen Wirtschaftsraum entsprechen die Festlegungen in den ISO-Normen aus Sicht des nationalen Spiegelausschusses im DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) jedoch nicht an allen Stellen den europäischen Anforderungen. Um die Anwendung der ISO 59004 und ISO 59010 im europäischen Kontext zu erleichtern, ist geplant, in Arbeitsgruppen des neuen CEN/TC 473 „Circular Economy“ ergänzende Dokumente zu erarbeiten.

Die Abbildung 3 gibt einen Überblick über die horizontalen Umweltnormungskomitees auf internationaler, europäischer und deutscher Ebene. Es ist festzustellen, dass sich Normungsvorhaben aus dem Bereich der Kreislaufwirtschaft nicht mehr eindeutig auf die klassischen Umweltnormungskomitees wie ISO TC 207 und IEC TC 111 beschränken lassen. Neben dem ISO TC 323, der Kreislaufwirtschaft im Kern und im Titel des Komitees trägt, tritt auch ISO TC 308 (Rückverfolgbarkeit von Lieferketten) in den Blickwinkel der für Kreislaufwirtschaft relevanten Normungsgremien. Ebenso lässt sich der Koordinationsbedarf zwischen den einzelnen Fachgremien deutlich an der wachsenden Anzahl von beratenden Gremien, wie IEC ACEA („Advisory Committee on Environmental Aspects“) oder dem strategischen Umweltnormungsberatungsgremium von CEN und CENELEC (SABE, „Strategic Advisory Board Environment“) erkennen.

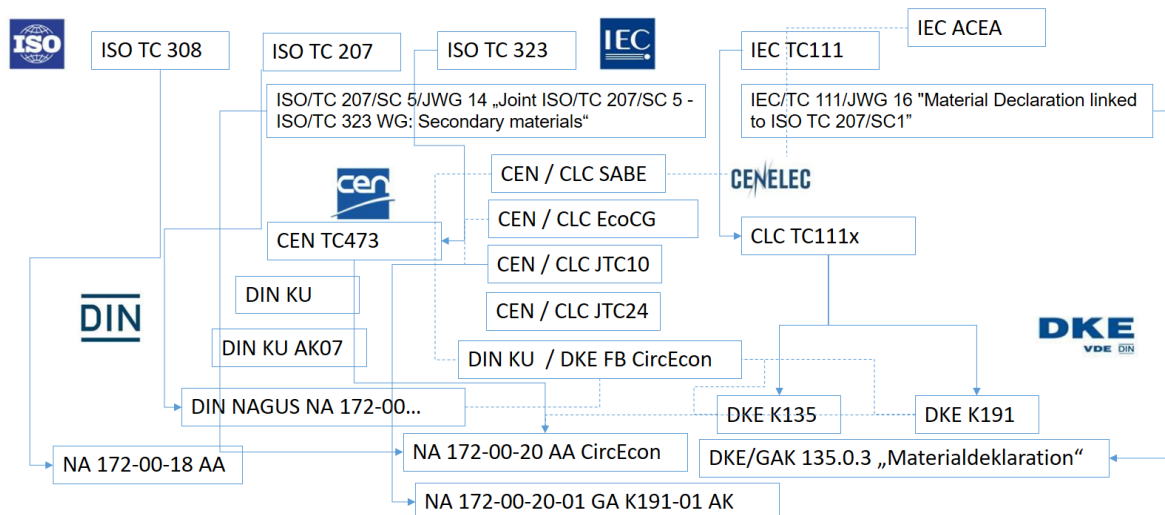


Abbildung 2 Horizontale Umweltnormungskomitees

Etwa 25 weitere produktspezifische technische Komitees von CEN und CENELEC entwickeln Europäische Normen im Bereich Ökodesign, und ihre Zahl dürfte sich im Laufe der Zeit in Abhängigkeit von den regulatorischen Entwicklungen auf der Ebene der Europäischen Kommission erhöhen. Die CEN und CENELEC „Ecodesign Coordination Group“ (EcoCG) übernimmt die Aufgabe den Normungsgremien Empfehlungen bei der Transformation von horizontalen Anforderungen im Bereich der Ökodesign-Normung (wie z.B. CEN-CENELEC JTC 10 EN 4555x-Reihe) in produktspezifischen Ökodesignnormen zu überführen.

Ein systematischer Weg zur Definition von Designregeln und Aktivitäten für das Design und die Entwicklung von Produkten, so dass sie für die Kreislaufwirtschaft vorbereitet sind, wäre der nächste konsequente Schritt in der Normungslandschaft. Im Einklang mit umweltbewussten Gestaltungsprinzipien müssen die Kreislaufwirtschaft und insbesondere die Materialeffizienz Teil der strategischen Ausrichtung von Unternehmen werden. Sogenannte „Key Performance Indicators“ (KPIs) für die Zielsetzung und Messung des Übergangs von der linearen zur Kreislaufwirtschaft müssen unterstützen, den Übergang von der linearen zur zirkulären Unternehmensausrichtung messbar zu machen.

4.3 VDI 4800 Blatt 1 – Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien

Die VDI-Richtlinie bezeichnet folgende Grundlage:

Effizienz ist ein Maß für die Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Relation)

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Erreichtes Ist(-Ergebnis)}}{\text{Mittleinsatz}}$$

Hierbei geht es z. B. um eingesetzte Natur- und Rohstoffe, Energie, Werkstoffe, Rezyklate und Produktionsmittel. Um die Effizienz zu bewerten, stellen die Autor:innen Methoden zur Betrachtung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen dazu, und zu Umweltauswirkungen von Organisationen vor. Der Produktbezug erstreckt sich auf den gesamten Lebenslauf. Es werden Methoden zur Analyse, Bewertung und Optimierung der Ressourcenströme in Unternehmen angeboten. Ferner geht es um die Verbesserung der Umwelleistung durch eine Steigerung der Effizienz. Dies kann auch zu Einsparungen bei den Wirtschaftsakteuren führen.

VDI 4800 Blatt 2 – Ressourceneffizienz - Bewertung des Rohstoffaufwands

Die Richtlinie erlaubt eine Bewertung von Stoffen, Erzeugnissen und Gruppen und deren Verwendung in unterschiedlichen Business Units. Dies umfasst u. a. Mengenermittlungen zu Rohstoffen, Wasser, und Flächenverbrauch. Die Kritikalität von Rohstoffen in Abhängigkeit zur allgemeinen Verfügbarkeit und Verknappungen am Markt wird beschrieben. Dazu werden Handlungsmöglichkeiten und Alternativen für Unternehmen vorgestellt.

VDI 4800 Blatt 3 – Ressourceneffizienz und Ressourcenschonung; Einfache standardisierte Vorgehensweise zur Ermittlung eingesparter Treibhausgas-Emissionen von Maßnahmen zur Materialeffizienz (ESTEM)

Die Richtlinie legt Entscheidungskriterien fest, mit denen Unternehmen die Ressourceneffizienz konkret verbessern. Umweltwirkungen können konkreter abgeschätzt und Umweltleistungen rascher verbessert werden, z. B. hinsichtlich der Treibhausgas-Emissionen.

VDI 4801 – Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) - Strategien und Vorgehensweisen zum effizienten Einsatz natürlicher Ressourcen

In dieser Richtlinie bekommen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) konkrete Methoden zur Ermittlung und Nutzung von Verbesserungspotenzialen aufgezeigt. Auch für größere Unternehmen können konkrete Ableitungen aus dieser Richtlinie zur Verbesserung der Umweltleistung führen.

VDI-Expertenempfehlung 4802 Blatt 1 – Ressourceneffizienz im Bauwesen – Gebäude

Diese Empfehlung wendet die Methodiken aus der VDI 4800- und 4801-Richtlinien auf die Bauwirtschaft an. Neben der verstärkten Nutzung von Rezyklaten und Ersatzbaustoffen geht es um die Planung, Umsetzung und den Rückbau von Objekten.

VDI 4803 – Methoden zum effizienten Umgang mit Ressourcen im Unternehmen

Diese Richtlinie bietet verschiedene bewährte „Methodenkoffer“ zur Ermittlung des Stands und zur Verbesserung von Ressourceneffizienz und zur Ressourcenschonung im Rahmen kontinuierlicher Verbesserungsprozesse an. Unterschieden wird zwischen Produktions- und Nebenprozessen. Der gesamte Lebensweg der Erzeugnisse sowie die angebotenen Dienstleistungen werden betrachtet. Die Richtlinie spricht gezielt Geschäftsleitungen und Entscheider sowie die Sachbearbeiter-Ebene und interne sowie externe Auditor:innen an.

5. Produkt(-gruppen)spezifisch Beispiele

5.1 Materialeffizienz - Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Bewertung der Anwendbarkeit von EN 4555X

Der Technical Report TR CLC/TR 50727:2022 fasst die Analyse des CLC/TC 59X zur Normenreihe EN 4555X im Hinblick auf deren Anwendung auf elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke zusammen.

Dieses Dokument bewertet die Anwendbarkeit von EN 45552 – EN 45559 auf elektrische Geräte für den Haushalt und ähnliche Zwecke, die in den Anwendungsbereich von Ecodesign (2009/125/EC) fallen.

In diesem Dokument wird hervorgehoben, wo über die in Abschnitt 5 aufgeführten Normen der Reihe EN 4555X hinaus weitere Arbeiten zu Metriken und Messverfahren für elektrische Haushaltsgeräte und ähnliche Geräte erforderlich sind oder erforderlich sein könnten.

Die Überlegungen zur Anwendung der Normenreihe EN 4555X auf elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke wurden nach der folgenden Methodik entwickelt:

- Die jeweiligen Normen wurden auf normative Anforderungen überprüft;
- Die normativen Anforderungen wurden im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit auf elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke diskutiert;
- Der Bedarf an generischen und produktspezifischen Anpassungen wurde ermittelt;
-

Es wird empfohlen, den gleichen Ansatz zu verwenden, um die Anmerkungen für produktspezifische Normen weiter zu verfeinern. Ferner wird empfohlen, bei der Entwicklung produktspezifischer Dokumente die bestehende Struktur der Normenreihe EN 4555X zu verwenden.

Generell ist festzustellen, dass die Normen der Reihe EN 4555X mit Ausnahme von EN 45557, EN 45558 und EN 45559 nicht direkt anwendbar sind und eine Anpassung in Form einer produkt- bzw. produktgruppen-spezifischen Norm erfordern.

5.2 Funktionsbeständigkeit - Messverfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit von Waschmaschinen für den Hausgebrauch

Ziel eines Normungsprojektes in CENELEC TC59x ist es eine Messmethode zur Bewertung der **Zuverlässigkeit** von Waschmaschinen für den Hausgebrauch zu erarbeiten. Das Dokument definiert die Funktionsanalyse, die Grenzzustände/-zustände, die Umgebungsbedingungen und die Einsatzbedingungen von Waschmaschinen. Es geht auch auf den Grad des Vertrauens in die Messergebnisse ein. Die Methode basiert auf EN 45552 (Allgemeine Methode zur Bewertung der **Funktionsbeständigkeit** energieverbrauchsrelevanter Produkte) und berücksichtigt EN 45554 (Allgemeine Methoden zur Bewertung der Fähigkeit zur Reparatur, Wiederverwendung und Verbesserung energieverbrauchsrelevanter Produkte). Das Dokument liefert Informationen über die Zusammenhänge von Zuverlässigkeit, **Reparierbarkeit** und **Upgradebarkeit** mit Blick auf eine Lebensdauerbewertung von Waschmaschinen für den Haushaltsgebrauch. Das Dokument liefert Beiträge/Ergebnisse über die Untersuchung zur Bewertung der Reparierbarkeit und Upgradebarkeit von Waschmaschinen für den Hausgebrauch. Das Dokument ist nicht für die Bewertung der Haltbarkeit von: Waschmaschinen, die für den gewerblichen oder industriellen Gebrauch bestimmt sind; Waschtrocknern. Das Dokument befasst sich nicht mit der Fähigkeit von Waschmaschinen, wiederverwendet zu werden.

5.3 Reparierbarkeit von Elektrowerkzeugen

Ziel eines Normungsprojektes in CENELEC TC116/WG06 war es ein gemeinsames Verständnis von Maßnahmen, die von der Gesetzgebung vorgegeben werden, um produktbezogene Informationen zur Reparaturfähigkeit und Wiederverwendung von gebrauchten Teilen von motorbetriebenen Handwerkzeugen, tragbaren Werkzeugen, Rasen- und Gartengeräten zu definieren. Die Grundlage war die EN 45554 (Allgemeine Methoden zur Bewertung der Fähigkeit zur Reparatur, Wiederverwendung und Verbesserung energieverbrauchsrelevanter Produkte).

Es wird der Zusammenhang bei der Reparatur der folgenden Aspekte beschrieben:

- die inhärente technische Möglichkeit/Merkmale, ein Produkt zu reparieren;
- die Fähigkeit der Person, die das Produkt repariert (Fähigkeitsniveau und Werkzeuge);
- die Möglichkeit, gebrauchte Teile eines Produkts wiederzuverwenden;
- die Möglichkeit während der Reparatur für Software-Updates.

Das Dokument stellt die Sicherheit des Produktes nach der Reparatur in den Mittelpunkt. Allerdings befasst sich dieses Dokument nicht mit der Frage, ob es sinnvoll ist, das Produkt zu reparieren oder gebrauchte Teile wiederzuverwenden. Es behandelt auch keine Software- oder Hardware-Änderungen, die die vom Hersteller vorgesehene Verwendung des Produkts verändern. Andere Risiken, die Produkte nicht mit Sicherheitsstandards in Einklang bringen, werden ebenfalls nicht von diesem Dokument abgedeckt. Die Sicherheit des Reparateurs während der Reparatur fällt ebenfalls nicht in den Geltungsbereich dieses Dokuments. Das Dokument ist unter EN 50735-1:2024 veröffentlicht

5.4 Reparierbarkeit von Großküchengeräten

Im HKI Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. (Träger des externen DIN Normenausschusses Heiz-, Koch- und Wärmgerät (FNH)) hat man ein Arbeitsdokument erarbeitet, dass sich mit der Reparierbarkeit von gewerblich genutzten Großküchengeräten auseinandersetzt. Im Rahmen der Arbeiten hat man sich an der DIN EN 45554:2020-10 „*Allgemeine Verfahren zur Bewertung der Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte*“ orientiert. Mit dem Arbeitsdokument verfolgt man einen pragmatischen Ansatz zur Bewertung der Reparierbarkeit, der auch von kleinen und mittleren Unternehmen umgesetzt werden kann.

Die Bewertung berücksichtigt zusätzlich Sicherheitsaspekte, die in der DIN EN 45554 aktuell noch nicht adressiert werden. Einige Arbeiten dürfen nur durch qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden, da dies beispielsweise die DIN EN 50678:2021-02 „*Allgemeines Verfahren zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen von Elektrogeräten nach der Reparatur*“ vorschreibt. Um diesen Sachverhalt Rechnung zu tragen wurde ein Entscheidungsbaum entwickelt, der für die Bewertung der Reparatur verschiedene Szenarien unterscheidet. Abhängig vom jeweiligen Szenario kommen nur Personen mit einem bestimmten Qualifikationsniveau für die Reparatur infrage.

Das Arbeitsdokument wurde in den externen DIN-Normenausschuss (FNH) eingereicht, mit dem Ziel dieses als Normentwurf zu erheben.

6. Glossar

Begriff	Definition
Refuse	Der Nutzen kann auch anderweitig erfüllt werden, für Kunden ist z.B. ein Produkt also nicht notwendig. Sie können darauf verzichten.
Rethink	Jedes System muss im Hinblick darauf überdacht werden, wie seine Umweltfolgen reduziert werden können.
Reduce	Durch Designmaßnahmen wird der Material- und Ressourcenbedarf des Endproduktes gesenkt oder durch Prozessoptimierung wird der Material- und Ressourcenbedarf der Herstellungsprozesse optimiert.
Reuse	Ein Produkt wird unverändert an Dritte verkauft und von diesen weitergenutzt.
Repair	Durch die Reparatur wird das Produkt in den Ausgangszustand zurückgeführt, so dass die Funktion wieder ausgeübt werden kann und somit eine Nutzenerfüllung möglich ist.
Refurbish	Prozess, ein altes oder ausgemustertes Produkt wiederherzurichten und auf den neuesten Stand zu bringen, damit es seine ursprüngliche Funktion erfüllt. Beschädigte Komponenten werden ersetzt, sodass ein runderneutes Produkt entsteht.
Remanufacture	Intakte Produktkomponenten werden in neue Gesamtprodukte integriert.
Repurpose	Produktkomponenten werden in ein völlig anderes Produkt eingebaut, um dadurch einen komplett anderen Nutzen zu erzeugen.
Recycle	In Produkten verwendeten Rohstoffe werden durch Verwertungsvorgänge für ihren ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet

Quelle: ZVEI und Normungsroadmap Circular Economy (<https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normungsroadmap-circular-economy>)

Kontakt

Christian Eckert • Bereichsleiter • Bereich Nachhaltigkeit & Umwelt •
Tel.: +49 69 6302 283 • Mobil: +49162 2664 939 • E-Mail: Christian.Eckert@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 01.11.2024