

WNM - Wesentliche normenbasierte Managementsysteme

Hinweis:

Diese Druckversion der Lerneinheit stellt aufgrund der Beschaffenheit des Mediums eine im Funktionsumfang stark eingeschränkte Variante des Lernmaterials dar. Um alle Funktionen, insbesondere Verlinkungen, zusätzliche Dateien, Animationen und Interaktionen, nutzen zu können, benötigen Sie die On- oder Offlineversion.

Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

©2023 Berliner Hochschule für Technik (BHT)

WNM - Wesentliche normenbasierte Managementsysteme



Icons made by freepik, from www.flaticon.com

Lernziele und Überblick

Voraussetzung

Um diese Lerneinheit bearbeiten zu können, sollten Sie vorher die folgenden Lerneinheiten durchgearbeitet haben.

GQM - Grundlagen des Qualitätsmanagements

QS1 - Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9000 - Teil 1

QS2 - Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9000 - Teil 2



Lernziele

Lernziele

Zielstellung dieser Lerneinheit ist es, Sie vertraut zu machen mit weiteren normierten Managementsystemen sowie Hinweise auf Branchenstandards, welche die DIN EN ISO 9001 und andere Normen branchenbezogen ergänzen und konkretisieren.

Sie erfahren in dieser Lerneinheit auch was unter Integrierten Managementsystemen zu verstehen ist.



Gliederung

Gliederung der Lerneinheit

Die Lerneinheit „Erweiterte Managementsysteme für Qualität, Umwelt und Arbeitssicherheit“ gliedert sich wie folgt:

1. Normierte Managementsysteme (Überblick)
2. Umweltmanagementsysteme nach DIN EN ISO 14001
3. Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001
4. Integrierte Managementsysteme (IMS)
5. Branchenbezogene Qualitätsmanagementsysteme



Zeitbedarf

Zeitbedarf und Umfang

Für die Durcharbeitung dieser Lerneinheit benötigen Sie ca. 2 Stunden (120 Minuten).

Formelsammlung des Studienmoduls (Siehe Anhang)



1 Normierte Managementsysteme (Überblick)

Normierte Managementsysteme haben sich als effektive Instrumente der betrieblichen Organisation etabliert. Kristallisationspunkt dieser Entwicklung war die ISO 9000-Familie und deren Vorläufer, die seit 1987 existieren. Somit kann man mit Fug und Recht die ISO 9000 als Mutter aller Managementsystemnormen bezeichnen.

Die folgende Übersicht beinhaltet einen Ausschnitt existierender Normen und Standards für Managementsysteme. Sie sollen anhand dieser Übersicht ein Bild über die Vielfalt der Normenlandschaft bekommen und die DIN EN ISO 9001 in sie einordnen können.

Tab.: Auswahl von Normen und Standards für Managementsysteme

* Qualitätsmanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
DIN EN ISO 9001	Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen	branchen unabhängig	Sicherstellung der Erfüllung von Kundenanforderungen sowie gesetzlicher Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen und Steigerung der Kundenzufriedenheit.
IATF 16949 (vorher ISO/TS 16949)	Qualitätsmanagementsysteme - Besondere Anforderungen bei Anwendung der ISO 9001 für Serien- und Ersatz-Teilproduktion in der Automobilindustrie	Automobil- und Zulieferer- Industrie	Ergänzung der DIN ISO 9001 um spezifische Anforderungen an Produzenten und Zulieferer in der Automobilindustrie
DIN EN 9100	Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen an Organisationen der Luft- und Raumfahrt und der Verteidigung	Luftfahrt-, Raumfahrt und Verteidigungs- Industrie	Ergänzung der DIN EN ISO 9001 um spezifische Anforderungen zur Verbesserung von Qualität, Planungsprozesse und Kostenstrukturen der Branche
DIN EN ISO 13485	Medizinprodukte - Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen für regulatorische Zwecke (Gesetze, Verordnungen)	Hersteller von Medizinprodukten	Spezifische Anforderungen an QM-Systeme bei der Herstellung von medizinischen Produkten und Geräten. Schwerpunkt: Sicherstellung Produktsicherheit und Wirksamkeit durch die Prozesse des QMS. Zum Teil sehr spezifische und detaillierte Forderungen.
DIN EN ISO 22000	Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit - Anforderungen an Organisationen in der Lebensmittelkette	Unternehmen mit Einfluss auf die Lebensmittel- sicherheit	Spezifische Anforderungen an QM-Systeme mit Zielstellung Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz
ISO/IEC 20000-1	IT Service Management - Teil 1: Spezifikation für Servicemanagement	Informations- technik	Spezifikation von Prozessanforderungen zur effektiven Lieferung von IT-Service

IATF = International Automotive Task Force

IEC = International Electrotechnical Commission

Tab.: Managementsystemnormen und Standards

* Umweltmanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
DIN EN ISO 14001	Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung	branchen- unabhängig	Wichtigste internationale Norm zur systematischen Realisierung des Umweltschutzes in Prozessen und Abläufen von Organisationen. Zielstellung: Stetige Verbesserung der Umweltleistung
EMAS III Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 mit Novelle Verordnung (EU) 2017/1505	Verordnung über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung	branchen- unabhängig	Zielstellung der Verordnung ist die ständige Verbesserung der Umweltleistung von Organisationen. Eckpfeiler sind das betriebliche Umweltmanagement, regelmäßige Umweltbetriebsprüfungen, gezielte Einbindung der Mitarbeiter und Information der Öffentlichkeit.

EMAS = Eco Management an Audit Scheme

Tab.: Managementsystemnormen und Standards

* Energiemanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
DIN EN ISO 50001	Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung	branchen-unabhängig	Internationale und weltweit gültige Norm zur Unterstützung von Organisationen, zur Realisierung eines Managementsystems zur Unterstützung der Verbesserung der Energieeffizienz und damit einhergehend die Reduzierung von Treibhausemissionen und Energiekosten.

Tab.: Managementsystemnormen und Standards

* Risikomanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
ISO 31000	Risikomanagement - Allgemeine Anleitung zu den Grundsätzen und zur Implementierung eines Risikomanagements	branchen-unabhängig	Grundsätze und Richtlinien eines Risikomanagements mit Zielstellung eine integrierten Managements

Tab.: Managementsystemnormen und Standards

* Informationssicherheitsmanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
ISO/IEC 27001	Informationstechnik - IT-Sicherheitsverfahren - Informationssicherheitsmanagementsysteme - Anforderungen	Informations-technik	Spezifische Anforderungen an ein Managementsystem der Informationssicherheit (ISMS) und seiner Prozesse

Tab.: Managementsystemnormen und Standards

* Arbeitsschutzmanagement *			
Norm/Standard	Titel	Branche	Inhalt
ISO 45001	Arbeits- und Gesundheitsschutz- Managementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung	branchen-unabhängig	Internationale, weltweit gültige Norm mit definierten Anforderungen an Managementsysteme zur Verbesserung des betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes und zur Prävention von Arbeitsunfällen und arbeitsbedingten Erkrankungen
OHRIS	Managementsysteme für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit	branchen-unabhängig	Gesamtkonzept zur nachhaltigen Verbesserung des Arbeitsschutzes und der Sicherheit technischer Anlagen (Anwendungsraum Bayern und Sachsen) Vorteil: Zertifizierung kostenlos
SSC/SCP	Sicherheits Zertifikat Kontraktoren / Sicherheits Zertifikat für Personaldienstleister	Chemie, Petrochemie, Energieerzeugung	Regelwerk zur Überprüfung der Einhaltung von Anforderungen in den Bereichen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei technischen Dienstleistern
DIN SPEC 91020	Betriebliches Gesundheitsmanagement	branchen-unabhängig	Spezifikation für ein betriebliches Gesundheitsmanagementsystem. Zielstellung: Arbeitssystem gesundheitsgerecht und leistungsfördernd gestalten und Mitarbeiter zu gesundheitsfördernden Verhalten motivieren.



2 Umweltmanagementsysteme nach DIN EN ISO 14001

2.1 Grundlagen

2.2 Der Standard DIN EN ISO 14001 für Umweltmanagementsysteme



2.1 Grundlagen

Nach Definition der ISO 14001 bezieht sich der Begriff Umwelt auf das Umfeld in der eine Organisation tätig ist, einschließlich Luft, Wasser, Boden, natürliche Ressourcen, Flora, Fauna, Menschen und deren Wechselbeziehungen.

Gegenstand des Umweltschutzes sind:

- Immissionsschutz (das ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wie Abgasen, Strahlung, Lärm, Staub)
- Gewässerschutz
- Bodenschutz
- Schutz vor Einwirkungen von Gefahrstoffen
- Abfallmanagement (dazu gehören Recycling und Entsorgung)
- Störfallmanagement (Störfallvorsorge, Anlagensicherheit und Brandschutz)

Ein der Norm ISO 14001 entsprechend gestaltetes Umweltmanagement (UM) ist in seinen Strukturen denen des Qualitätsmanagements sehr ähnlich.

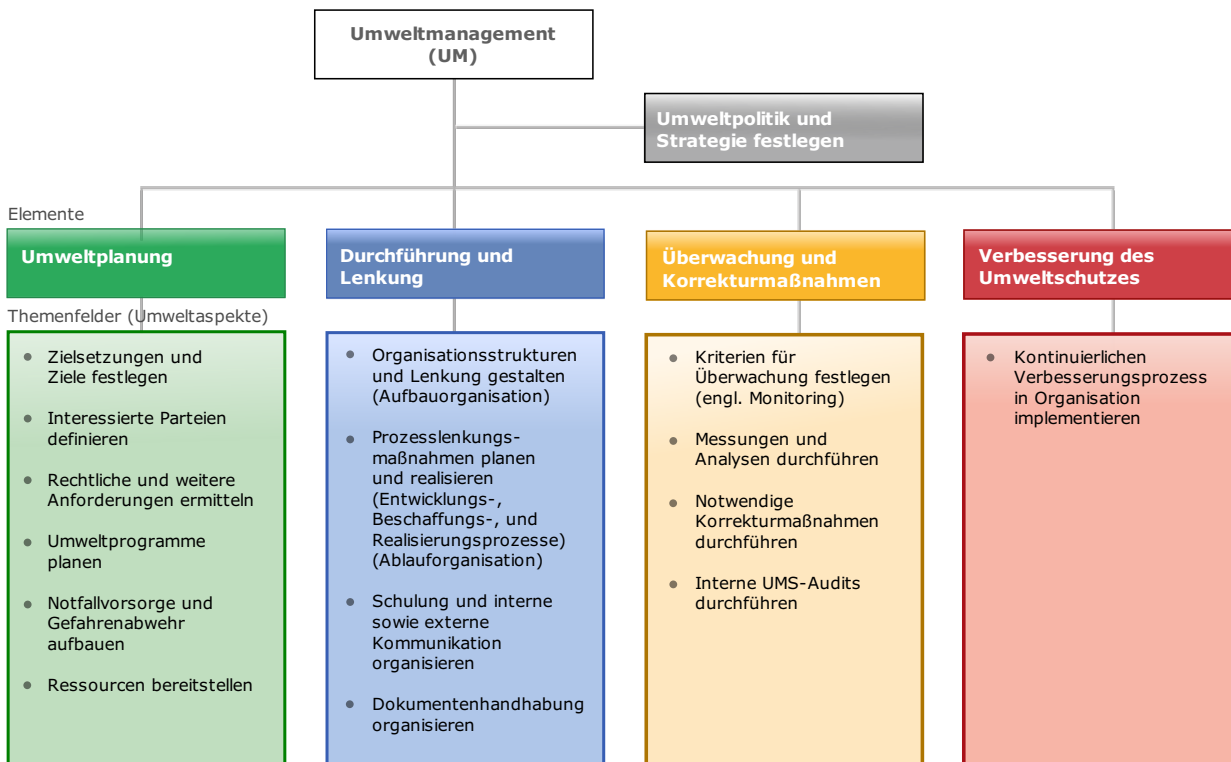


Abb.: Struktur des Umweltmanagements (UM)

Die in der Abbildung aufgeführten Aktivitäten und Funktionen werden - ähnlich wie im Qualitätsmanagement - in einem System realisiert. Im Umweltmanagement-System (UMS) werden somit die Aufbau- und Ablaufstrukturen zur Verwirklichung des Umweltmanagements (UM) umgesetzt. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, das WER, WAS, WIE, WANN, WO, WOMIT bezüglich umweltrelevanter Aspekte festzulegen und zu dokumentieren. Zielsetzungen sind hierbei:

- der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen (Immissionen) auf Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre, Kulturgüter sowie sonstige Sachgüter
- der Schutz vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen
- das Vorbeugen des Entstehens schädlicher Umweltauswirkungen
- das Vermeiden und Verringern von belastenden Emissionen, also den Ausstoß von Energie, Gasen, Erschütterungen, Lärm und Strahlen
- die Senkung des Ressourcenverbrauches wie Energie, Wasser und Boden.

Eine Dokumentation des UMS kann entweder in einem Umweltmanagement-Handbuch erfolgen oder zusammen mit einem Qualitätsmanagementsystem (QMS) und ggf. mit weiteren Managementsystemen für Energie (EMS) oder für Arbeits- und Gesundheitsschutz in einem einzigen Handbuch für ein Integriertes Managementsystem (IMS) dargestellt werden.



2.2 Der Standard DIN EN ISO 14001 für Umweltmanagementsysteme

DEUTSCHE NORM		November 2015
	DIN EN ISO 14001	DIN
ICS 13.020.10	Ersatz für DIN EN ISO 14001-2009-11	
<p>Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung (ISO 14001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2015</p> <p>Environmental management systems - Requirements with guidance for use (ISO 14001:2015); German and English version EN ISO 14001:2015</p>		

Abb.: Deckblatt DIN EN ISO 14001

Wenn Sie sich mit der DIN EN ISO 9001 für QMS (Lerneinheiten QS1 und QS2) auseinander gesetzt haben, wird Ihnen das Verständnis für Zielstellungen, Anforderungen und Strukturen der DIN EN ISO 14001 für UMS leicht fallen.

Ähnlich der ISO 9001 für das QM legt die internationale Norm DIN EN ISO 14001 fest, mit welchen Elementen und Prozessen ein effektives UMS realisiert werden kann. Die Gemeinsamkeiten des Normenstandards sind dabei sehr groß, was für die gemeinsame Implementierung eines UMS und QMS in einem Integriertem Managementsystem (IMS) sehr förderlich ist.

Die ISO 14001 ist nach der ISO-Grundstruktur für Managementsystemnormen gegliedert und hat viele gemeinsame Basistexte, Definitionen und Benennungen mit der ISO 9001.

Grundlage für eine UMS nach ISO 14001 bildet der PDCA-Zyklus (engl. Plan - Do - Check - Act; Planen - Durchführen - Prüfen - Handeln), den Sie bereits aus der Lerneinheit QS1 kennen. Dieser beschreibt den iterativen Prozess der ständigen Verbesserung.

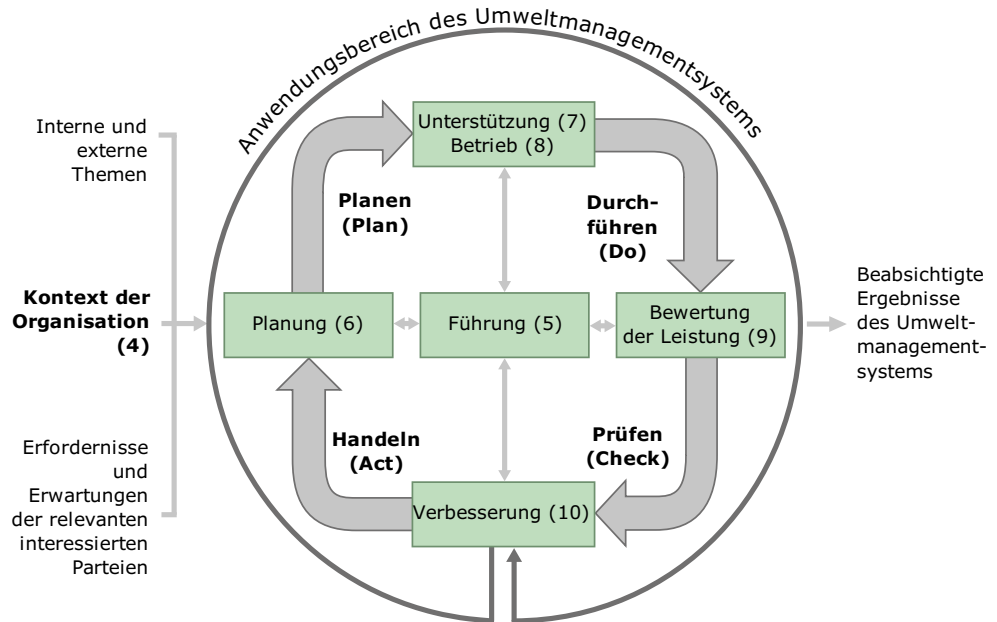


Abb.: PDCA als Rahmen für die ISO 14001

Quelle: ISO

Wichtig ist, dass die DIN EN ISO 14001 - ähnlich der DIN EN ISO 9001 die Grundlage für eine mögliche externe Zertifizierung des UMS bildet.

Die DIN EN ISO 14001 gliedert sich in mehrere Hauptabschnitte, die sich im PDCA-Modell wiederfinden:

Abschnitt	Inhalt (Auszüge)
4 Kontext der Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmen relevanter Themen • Verstehen der Erfordernisse und Erwartungen interessierter Parteien
5 Führung	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegen von Umweltpolitik und Umweltzielen • Sicherstellen der Effektivität und Effizienz des UMS und dessen ständiger Verbesserung • Ressourcenbereitstellung organisieren
6 Planung	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmen von Risiken und Chancen in Verbindung mit Umweltaspekten (Bestandteile von Produkten und Prozessen mit Wechselwirkung mit der Umwelt). • Sicherstellen dass bindende Verpflichtungen erfüllt werden • Festlegen von Umweltzielen und Maßnahmen zur Zielerreichung
7 Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellen von Kompetenz und Bewusstsein im UMS involvierter Personen • Organisationen von interner und externer Kommunikation gestalten • Dokumentation organisieren
8 Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegen von umweltrelevanten Prozesskriterien und Prozessen entsprechend dieser Kriterien lenken • Prozesse für die Notfallvorsorge und Gefahrenabwehr implementieren, testen und deren Anwendung trainieren
9 Bewertung der Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Implementieren von Verfahren der umweltbezogenen Leistungsbewertung einschließlich der Bewertung von bindenden (rechtlichen) Verpflichtungen • Interne Audits durchführen • Managementbewertung durchführen
10 Verbesserung	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen auf Nichtkonformitäten und notwendige Korrekturmaßnahmen implementieren • Prozesse der ständigen Verbesserung organisieren

Als Beispiel für Normenanforderungen ist im Folgenden der Abschnitt 9.3 „Managementbewertung“ der DIN EN ISO 14001 aufgeführt.



Beispiel

Normenbeispiel Managementbewertung

9.3 Managementbewertung

Die oberste Leitung muss das Umweltmanagementsystem der Organisation in geplanten Abständen bewerten, um dessen fortdauernde Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit sicherzustellen.

Die Managementbewertung muss folgende Aspekte berücksichtigen:

- a. *den Status von Maßnahmen vorheriger Managementbewertungen*
- b. *Veränderungen bei:*
 1. *externen und internen Themen, die das Umweltmanagementsystem betreffen;*
 2. *den Erfordernissen und Erwartungen interessierter Parteien, einschließlich bindender Verpflichtungen;*
 3. *bedeutenden Umweltaspekten*
 4. *Risiken und Chancen*
- c. *den erreichten Erfüllungsgrad der Umweltziele;*
- d. *Informationen über die Umweltleistung der Organisation, einschließlich Entwicklungen bei:*
 1. *Nichtkonformitäten und Korrekturmaßnahmen*
 2. *Ergebnissen von Überwachungen und Messungen*
 3. *Erfüllung ihrer bindenden Verpflichtungen*
 4. *Auditergebnissen;*
- e. *Angemessenheit von Ressourcen;*
- f. *relevante Äußerungen interessierter Parteien, einschließlich Beschwerden;*
- g. *Möglichkeiten zur fortlaufenden Verbesserung.*

Die Ergebnisse der Managementbewertung müssen enthalten:

- *Schlussfolgerungen zur fortdauernden Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit des Umweltmanagementsystems*
- *Entscheidungen zu Möglichkeiten der fortlaufenden Verbesserung;*
- *Entscheidungen zu jeglichem Änderungsbedarf am Umweltmanagementsystem, einschließlich Ressourcen*
- *Maßnahmen bei Nichterreichen der Umweltziele, sofern erforderlich;*
- *Möglichkeiten, die Integration des Umweltmanagementsystems mit anderen Geschäftsprozessen zu verbessern, falls benötigt;*
- *jegliche Folgerungen für die strategische Ausrichtung der Organisation.*

Die Organisation muss dokumentierte Informationen als Nachweis der Ergebnisse der Managementbewertung aufbewahren.

Aus dem Normentextbeispiel ist zu erkennen, dass bezüglich eines normenkonformen UMS nur die Anforderungen (das „WAS“) und nicht die Verfahren bzw. die Umsetzung festgelegt werden.

Ähnlich der DIN EN ISO 9001 für QMS ist auch die Norm DIN EN ISO 14001 Teil einer Normenfamilie, wobei die 14001 eine Forderungsnorm und die anderen Normen Leitfäden sind.

ISO 14001 ISO 14004	Umweltmanagementsysteme Anforderungen Umweltmanagementsysteme Leitfaden
ISO 14006	Leitlinien zur Berücksichtigung umweltverträglicher Produktgestaltung
ISO 14015	Umweltbewertung von Standorten und Organisationen
ISO 14020 ISO 14021 ISO 14024	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen. Grundsätze, Verfahren, Anbietererklärungen
ISO 14031	Umweltleistungsbewertung
ISO 14040 ISO 14044	Ökobilanz Prinzipien und allgemeine Anforderungen
ISO 14045	Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen
ISO 14063	Umweltkommunikation
ISO 14064	Treibhausgasemissionen
ISO/TS 14067	Carbon Footprint für Produkte

Tab.: Auszug der Teilnormen
der Normenfamilie DIN EN ISO
14001ff



3 Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001

3.1 Grundlagen

3.2 Der Standard DIN EN ISO 50001 für Energiemanagementsysteme



3.1 Grundlagen

Mit einem effektiven Energiemanagement können Organisationen einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung leisten. Gründe für ein normenbasiertes Energiemanagementsystem sind unter anderen:

- Identifikation energieintensiver Prozesse und Bereiche mit Einsparungspotenzialen.
- Verringerung von Treibhausgasemissionen
- Energiekostenreduzierung
- Einhaltung von relevanten Rechtsvorschriften
- Energieversorgungssicherheit
- Nutzung gesetzlicher Erleichterungen (Spitzenausgleich und sonstige Ausgleichsregelungen)

Der Aufbau und die Einführung eines normenbasierten Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001 ist weitgehend ähnlich der DIN EN ISO 14001. Für Organisationen mit einem effektiven Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 ist der Zusatzaufwand für die Einführung einer EnMs gering.



3.2 Der Standard DIN EN ISO 50001 für Energiemanagementsysteme

DEUTSCHE NORM		Dezember 2011
	DIN EN ISO 50001	DIN
ICS 27.010	Ersatz für DIN EN ISO 16001-2009-08	
<p>Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011</p> <p>Energy management systems - Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011</p>		

Abb.: Deckblatt DIN EN ISO 50001

Struktur und Inhalt der Norm sind denen der ISO 14001 ähnlich. Sie folgen auch wieder dem PDCA-Zyklus (Plan, Do, Check and Act).

Planen (Plan), Einführen und Betreiben (Do), Lenkung, Überwachung, Vorbeuge- und Korrekturmaßnahmen (Check) und Managementbewertung (Act).

Zielsetzung und Inhalte der Norm soll die folgende Abbildung verdeutlichen.

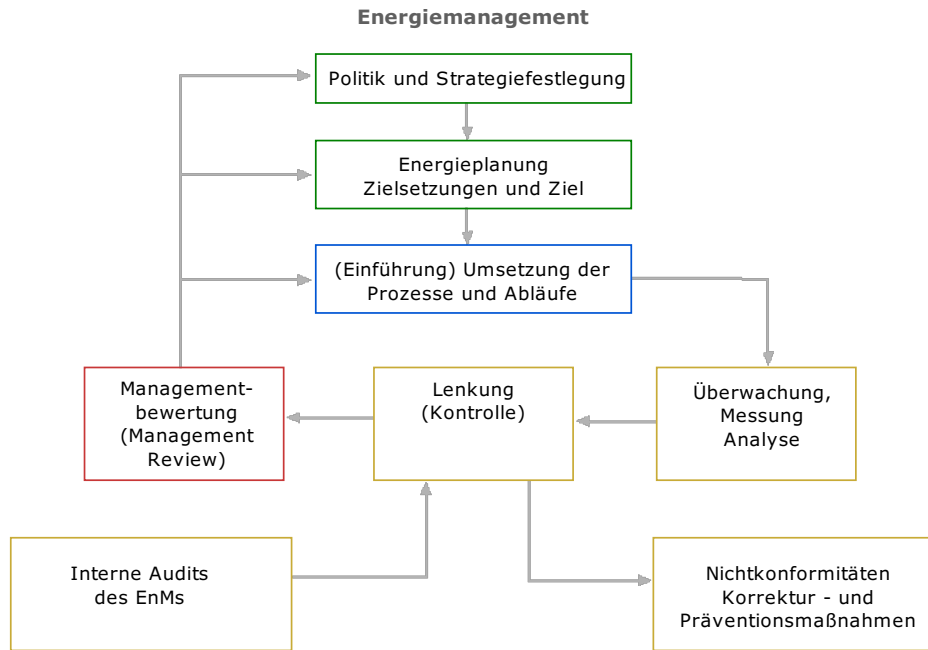


Abb.: Struktur des normenbasierten Energiemanagements

4 Integrierte Managementsysteme (IMS)

Die bei den Managementsystemnormen realisierte Struktur (High Level Structure) mit gemeinsamen Basistexten, Definitionen und Benennungen ist für die Umsetzung von einem Integrierten Managementsystem von großem Vorteil.

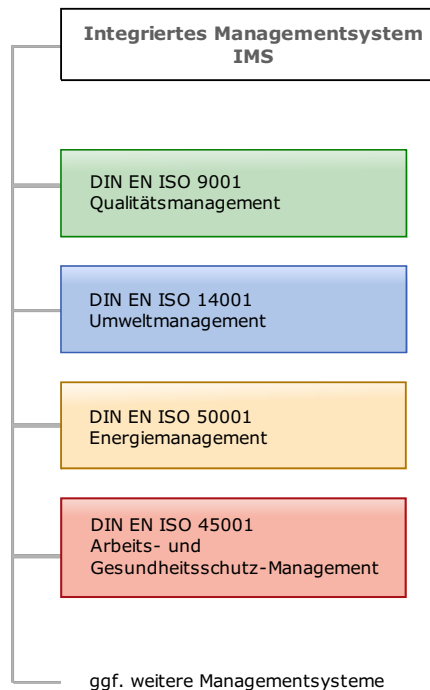


Abb.: Integriertes Managementsystem (IMS)

Vorteile

Vorteile von integrierten Managementsystemen sind:

- Vermeiden von Insellösungen in der Organisation
- Identifikation und Optimierung von Schnittstellen
- Reduzierung des Verwaltungsaufwandes durch eine gemeinsame Dokumentation der einzelnen Managementsysteme
- Verbesserung der Effizienz durch Vermeidung von Doppelarbeiten sowie Zeit- und Kosteneinsparungen
- Vereinfachung von komplexen Prozessstrukturen
- Aufdeckung von möglichen widersprüchlichen Anforderungen und Zielkonflikten

Nachteile

Nachteile sind:

- Die Einführung von IMS ist zunächst sehr aufwändig
- Kein geschlossener Systemstandard für IMS



5 Branchenbezogene Qualitätsmanagementsysteme

5.1 Sektorale QMS-Standards

5.2 QM-Systemstandards der Automobilindustrie

5.3 Zusätzliche Regelwerke



5.1 Sektorale QMS-Standards

Neben der DIN EN ISO 9001 existieren weitere nationale und internationale Standards die Anforderungen an die Gestaltung von QM-Systemen beinhalten. Sie sind branchenbezogen und enthalten weitergehende und spezifischere Anforderungen als die DIN EN ISO 9001, da diese erklärtermaßen nur Mindestanforderungen festlegt.

Industriesektor	QM-Systemstandard
Kommunikationsindustrie	TS9000
Software	ISO/IEC 9003 (nur Teilform)
Luft- und Raumfahrtindustrie	EN 9100
Medizinprodukte	ISO 13485; ISO/TR 14969; ISO 14971
Kernindustrie	KTA 1401
Militärische Güter / NATO	AQAP
Automobilindustrie	IATF 16949 (weltweit)

Tab.: Beispiele für sektorale QM-Systemstandards



5.2 QM-Systemstandards der Automobilindustrie

Die Mehrzahl der Standards beruht auf der DIN EN ISO 9001. Wir wollen uns in dieser Lerneinheit beispielhaft mit den Branchenstandards der Automobil- und Automobilzuliefererindustrie beschäftigen und in den folgenden Abschnitten auf die IATF 16949 näher eingehen, um Ihnen Konzepte und Inhalte dieser ISO 9001 – Erweiterungen zu verdeutlichen.

IATF 16949 Anforderungen an QM-Systeme

Der Standard IATF 16949 ist ein weltweiter Standard, der von international agierenden Automobilunternehmen gemeinsam entwickelt wurde. IATF steht für: International Automotive Task Force



Mitglieder der IATF sind bedeutenden Automobilhersteller wie die BMW Group, Daimler AG, General Motors, Ford Motor Company, Volkswagen sowie auch die Zulieferindustrie vertretende nationale Verbände (Verband der Automobilindustrie VDA in Deutschland oder die Automotive Industry Action Group AIAG in den USA. Vorläufer der IATF 16949 war der Standard ISO/TS 16949, wobei TS für Technical Specification stand.



Abb.: Automobilmarken der Mitglieder der IATF (Auswahl)

Mit der IATF 16949 werden folgende Absichten verbunden:

- Initiierung und Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) bezüglich Qualität, Termineinhaltung und Kosten.
- Umsetzung des Prinzips der Fehlervermeidung (statt Fehlerentdeckung und -behebung)
- Reduzierung von Verschwendung bezüglich Material, Energie und Zeit
- Anwendbarkeit auf die gesamte Lieferkette und Förderung enger Kunden- und Lieferantenbeziehungen

- Problemlösungsprozess mit interdisziplinären Teams und allgemein umfassender Einsatz von Methoden des so genannten Quality Engineerings wie FMEA und SPC

Die IATF 16949 ist zertifizierbar und nur im Verbund mit der ISO 9001 zu sehen. Der Mindeststandard für QM-Systeme der ISO9001 wird um grundlegende Anforderungen für die Serien- und Ersatzteilproduktion der Automobilindustrie ergänzt. Dabei orientiert sich die IATF inhaltlich an der Ihnen aus der Lerneinheit QS1 bekannten High Level Structure (HLS) mit den Abschnitten:



Abb.: Abschnitte der High Level Structure

Dabei wird in der IATF 16949 (sie ist als Broschüre herausgegeben) in allen Abschnitten auf die ausnahmslos geltenden Texte der ISO 9001 verwiesen, die dann in der IATF textlich erweitert werden. Generell für die IATF gilt der Ihnen bekannte prozessorientierte und risikobasierte Ansatz bei der Gestaltung der Qualitätsmanagement-Systeme. Auch gelten die Begriffe der Norm ISO 9000, die aber mit branchentypischen Begriffen ergänzt werden - wie Qualitätsvorausplanung, DFA (Design for Assembly), DFM (Design for Manufacturing) und Design for Six Sigma (DFSS).

Beispiele für Ergänzungen der ISO 9001 durch die IATF 16949

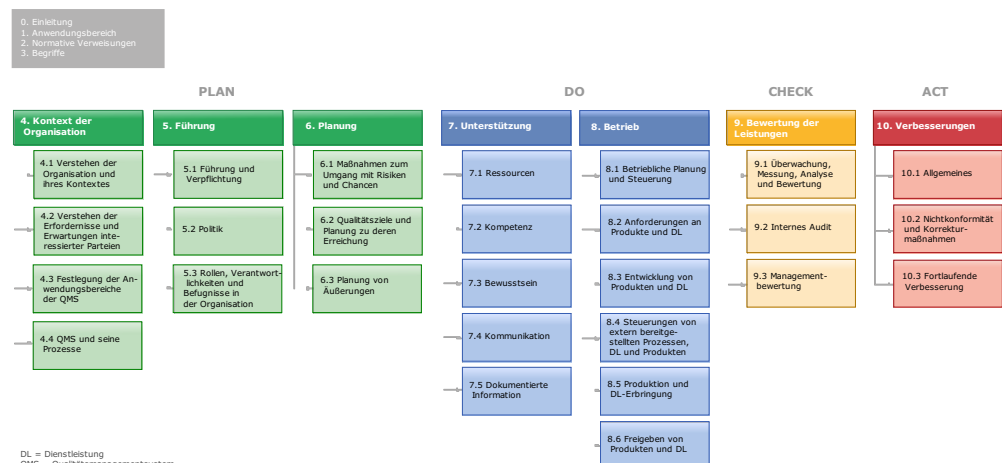


Abb.: Struktur DIN EN ISO 9001 (Quelle TÜV-Süd)

Normabschnitt „Führung“

Die in der Lerneinheit QS1 dargestellten ISO 9001-Forderungen des Normabschnitts 5 „Führung“ zu Kundenorientierung, Qualitätspolitik sowie Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnisse in der Organisation werden dadurch ergänzt, dass die Unternehmenspolitik und Themen wie Antikorruption, Verhaltensgrundsätze für Mitarbeiter sowie ethische Eskalationsleitlinien beinhalten muss.

Für jeden Prozess muss ein Prozesseigner benannt werden. Die Ergebnisse der

Prozessüberprüfungen bezüglich Prozesseffektivität und -effizienz müssen in die Managementbeurteilung einfließen. (Siehe auch Lerneinheit QS2)

Normabschnitt „Planung“

Die in ISO 9001 - im Abschnitt 6 „Planung“ - aufgeführten Forderungen bezüglich Maßnahmen zum Umgang mit Chancen und Risiken sowie zu Qualitätsziele werden in der IATF 16949 dahingehend ergänzt, dass die sogenannten „Lessons Learned“ systematisch in den Risikoanalysen zu berücksichtigen sind. Dazu sind die Erfahrungen und Informationen aus Audits, Beanstandungen, Gewährleistungs- und Kulanzfällen, Reparaturen, Rückrufaktionen als Erfahrungswissen zu berücksichtigen.

Normabschnitt „Unterstützung“

Die ISO 9001 - Forderungen des Abschnitts 7 „Unterstützung“ werden im Unterkapitel „Ressourcen zur Überwachung und Messung“ durch die bisher schon existierende IATF-Forderung nach Messsystemfähigkeitsanalysen (siehe Lerneinheit MGF) sowie durch Anforderungen an Kalibrierungen und Verifizierungen und da insbesondere an die Dokumentation präzisiert. Daneben müssen in der IATF genannte Mindestkompetenzen von internen QM-System-, Prozess- und Produktauditoren nachgewiesen werden.

Normabschnitt „Betrieb“

Die ISO 9001-Forderungen des Abschnittes 9 „Betrieb“ erfahren durch die IATF 16949 sehr viele Detaillierungen z. B. Anforderungen an Projektplanung, Herstellbarkeit und Logistik sowie weitere zu berücksichtigende Faktoren (behördliche Anforderungen, Sicherheit, Umwelt). Es muss bei der Entwicklung ein spezieller Qualitätssicherungsprozess für Produkte mit integrierter Software realisiert werden.

Es besteht in der IATF 16949 eine explizite Forderung nach einem Lieferantenauswahlprozess. Die Lieferanten müssen eine Zertifizierung nach dem QM-System-Standard IATF 16949 vorweisen. Es existiert daneben eine Forderung nach Anwendung von Produktionslenkungsplänen (Siehe Lerneinheit QS2).

Normabschnitt „Bewertung der Leistung“

Die im Abschnitt 9 der ISO 9001 geforderten Punkte erfahren auch in der IATF 16949 zahlreiche Ergänzungen und Präzisierungen. Ihnen sind Themen wie „Interne Audits“ und „Managementbewertung“ aus den Lerneinheiten QS1 und QS2 bekannt.

Sie kennen die Input- / Output Strukturen dieser Prozesse. Die IATF fordert die Berücksichtigung von Risikoanalysen und Leistungsindikatoren bei der Erstellung des Auditprogramms. Bei der Entwicklung von Software müssen sogenannte Software-Assessments in das Auditprogramm aufgenommen werden. Die IATF formuliert auch konkrete Aspekte die zumindest in der Managementbewertung zu berücksichtigen sind.

Die in den Lerneinheiten QS2 genannten möglichen Inputs werden in der IATF zu konkreten Forderungen wie z. B. Kosten von qualitätsbezogenen Fehlleistungen, Ergebnisse der Prozessbewertungen, Kundenzufriedenheit, Ergebnisse von Risikoanalysen als Input für eine Managementbewertung.

Normabschnitt „Verbesserung“

Der Normabschnitt 10 der ISO 9001 wird durch die IATF-Forderung nach einem strukturierten Problemlösungsprozess zur Behandlung von Nichtkonformitäten und Korrekturmaßnahmen ergänzt. Die Anwendung von Methoden und Techniken der Fehlersicherheit beinhaltet darüber hinaus einen Prozess für die fortlaufende Verbesserung (KVP Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) der zu dokumentieren ist, wobei bei der Dokumentation Qualitätsziele, Qualitätskennzahlen, Maßnahmenpläne für Prozessverbesserung und Ergebnisse von Risikoanalysen beinhaltet sein müssen.

5.3 Zusätzliche Regelwerke

Zusätzlich zur IATF 16949 bestehen nationale Regelwerke, die insbesondere anzuwendende Verfahren und Methoden des Qualitätsmanagements beschreiben.

Die Methoden FMEA, Messsystem-fähigkeitsanalyse, SPC werden in Teil II des Studienmoduls behandelt. Dazu kommen im Automotive-Bereich diverse Verfahrensstandards.

Als Beispiele für Verfahrensstandards sollen die Standards APQP und PPAP der US-amerikanischen Automobilindustrie dienen.

APQP und PPAP sind trotz ihrer Bindung an die Automobilindustrie allgemein als Beispiele modernen, präventiven und systematischen Qualitätsmanagements geeignet und sollen kurz dargestellt werden.

Production Part Approval Process (PPAP)

Production Part Approval Process (PPAP) kann im deutschen übersetzt werden mit Produktionsteil-Freigabe-Prozess.

Änderungen in der Wertschöpfungskette eines Materials oder eines Teiles können sich auf ein Produkt und somit auf dessen Eigenschaften im Gebrauch auswirken. Um die Auswirkungen einer Änderung für den Kunden und den Endverbraucher kontrolliert umzusetzen, müssen die Lieferanten alle Anforderungen erfüllen, die im Referenzhandbuch „Genehmigungsprozess für Produktionsteile“ (PPAP) festgelegt sind.

Grundsätzlich ist für jede Teilenummer ein Genehmigungsverfahren (Freigabeverfahren) von Produktionsteilen erforderlich:

- bei Änderung vom Fertigungsort,
- bei jeder Materialänderung,
- bei jeder Änderung im Fertigungsprozess (Werkzeuge, Formen, wesentlichen Prozessparametern, Produktionsstillstandszeiten länger als 12 Monate).

Änderungen in einem dieser definierten Punkte erfordern die schriftliche Information des Kunden, d. h. des Automobilherstellers und je nach Änderungsgrad und Risikobewertung eine erneute Produktverifizierung.

Ein PPAP ist grundsätzlich vor der ersten Lieferung eines Produktes erforderlich. Die Fertigung (Musterentnahme) muss unter definierten Produktionsbedingungen erfolgen, die den Serienabläufen entsprechen. Die möglichen Auswirkungen von Änderungen müssen vom Lieferanten verifiziert und in Form festgelegter Dokumente zur Kundeneinsicht aufbereitet werden.

Seitens des Kunden wird die korrekte Erfüllung der Dokumentation und der Ergebnisse nach dem jeweilig vereinbarten Submission Level („Freigabe-Niveau“ in Abhängigkeit von der Wichtigkeit und Komplexität des Teiles) beurteilt. Die Produktion / Lieferung kann hiernach freigegeben bzw. abgelehnt werden und somit eine erneute Beurteilung erforderlich machen.

Advanced Product Quality Planning (APQP), „Qualitätsvorausplanung“

Innerhalb der gesamten Lieferantenorganisation muss eine umfassende Philosophie zur ständigen Verbesserung von Qualität und Produktivität erkennbar sein (KVP). Die Verbesserung der Produktivität ist über dokumentierte Produktivitätsverbesserungsprojekte nachzuweisen.

APQP ist in einem Referenzhandbuch definiert, welches die Methodik für eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung vorschreibt. Es enthält die anzuwendenden Methoden und Hilfsmittel (Formblätter), die erforderlich sind, um die o. g. Ziele zu erreichen. Alle aufgeführten Verfahren dienen - einzeln, alternativ oder in Kombination angewendet - der kontinuierlichen Verbesserung und der einheitlich nachvollziehbaren Darstellung der erreichten Resultate.



Dies betrifft den QM-Systemaufbau in der Entwicklungs-, Prototypen- und Serienphase. Kommunikation und Verständnis sollen innerbetrieblich und im Kunden-Lieferantenverhältnis durch diese einheitlichen Regeln verbessert werden. Die aufgeführten Verfahren gelten, beginnend von den Entwicklungsphasen bis zur Serienreife von Anlagen und Produkt, wobei Werkzeuge, Hilfsmittel, Messgeräte und Ausgangsmaterialien eingeschlossen sind, wie auch für aktuelle Prozesse, Produkte und Dienstleistungen.

Für die vom Kunden als wichtig erachteten Prozesse sind Maßnahmenpläne zu erstellen und der Fortschritt ist über Dokumente, die in dem APQP -Manual beschrieben sind, festzuhalten.


APQP ist ein teamorientiertes Verfahren, in das übergreifend Experten aus den betroffenen Bereichen einzubinden sind.

Bei der Durchführung sind die fünf APQP -Phasen zu durchlaufen:

1. Planen und Definieren des Verbesserungsprogramms,
2. Auslegung und Entwicklung des Produktes,
3. Auslegung und Gestaltung des Prozesses,
4. Bewertung von Produkt und Prozess,
5. Rückmeldung der Ergebnisse, Bewertungen und Korrekturmaßnahmen.

In jeder Produktionsentwicklungsphase sind die Resultate aus den Produktions- und Prozessabläufen zu bewerten und die Übereinstimmung mit den Kundenanforderungen sicherzustellen. Die Verbesserungsprozesse sind nach dem Anlauf der Serienphase nicht als beendet zu betrachten, sondern als „never ending improvement“ fortzusetzen.

Ergebnis des APQP Prozesses ist der Produktionslenkungsplan (engl. Control plan).

Beispiel für einen Produktionslenkungsplan:  Produktionslenkungsplan.pdf [28 KB]

Die Methode des APQP ist in der deutschen Automobilindustrie als Qualitätsvorausplanung adaptiert worden.

Zusammenfassung

- ✔ Neben der DIN EN ISO 9001 als internationale Norm mit Anforderungen an die Gestaltung von Qualitätsmanagementsystemen existieren Normen für Managementsysteme bezüglich:
 - Umweltmanagement
 - Energiemanagement
 - Arbeitsschutzmanagement
 - Informationssicherheit

sowie Anforderungen und Anleitungen zu:

 - Risikomanagement
 - Nachhaltigkeitsmanagement
 - Technisches Sicherheitsmanagement - ✔ Internationale Normen für Managementsysteme weisen fast ausschließlich die High Level Structure als einheitliche Struktur auf.
 - ✔ Managementsysteme auf der Basis von Anforderungen internationaler Normen und Standards sind in der Regel zertifizierbar.
 - ✔ Die Basis vieler Managementsystemnormen ist der PDCA-Zyklus (Plan - Do - Check - Act).
 - ✔ Ein Beispiel für die Anforderungen der ISO 9001 ergänzenden und präzisierenden Anforderungen ist die IATF 16949 der internationalen Automobilindustrie.
 - ✔ Die High Level Structure der verschiedenen Managementsystemnormen erleichtert die gemeinsame Umsetzung in einem integrierten Managementsystem (IMS).
-

Wissensüberprüfung

Versuchen Sie die hier aufgeführten Fragen selbständig kurz zu beantworten, bzw. zu skizzieren. Wenn Sie eine Frage noch nicht beantworten können, kehren Sie noch einmal auf die entsprechende Seite in der Lerneinheit zurück und versuchen Sie sich die Lösung zu erarbeiten.



Formulieren

Übung WNM-01

Wissensfragen zur Lerneinheit „Erweiterte Managementsysteme“

1. Warum hat die Automobilindustrie zusätzliche Anforderungen bezüglich der Qualitätsmanagementsysteme ihrer Zulieferer?
2. Was verstehen Sie unter einem IMS?
3. Welche Vorteile hat ein IMS und was könnte bei einem IMS nachteilig sein?
4. Nennen Sie Gegenstände des Umweltschutzes!
5. Was ist Umweltmanagement und welches Ziel hat es?
6. Was ist ein UMS?
7. Was bedeutet PDCA-Zyklus?
8. Entwickeln Sie aus den Zielstellungen der DIN EN ISO 14001 zwei Ziele, welche sich eine Organisation setzen könnte.

Lösungshinweise

Bearbeitungszeit: 60 Minuten

Appendix

Formelsammlung

MGF · Messgerätefähigkeitsuntersuchung (MgFU)

$$4 \times s_W + |\bar{x}_a - x_r| \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{10} = \frac{OGW - UGW}{10}$$

Der 95,4%-Bereich der Messunsicherheit $4 \times s_W$ entspricht der sogenannten Wiederholstreuung und soll laut „Goldener Regel der Messtechnik“ nicht mehr als 10 % der Toleranz verbrauchen. Zusammen mit der systematischen Abweichung $|\bar{x}_a - x_r|$ kann diese Schranke gegebenenfalls auf 15% der Toleranz erweitert werden.

$$AL \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{20} = \frac{OGW - UGW}{20}$$

Die Auflösung **AL** entspricht der kleinsten Skalenteilung zwischen zwei möglichen Messwerten bei analoger Anzeige. Bei digitalen Messgeräten richtet sich die Auflösung nach dem kleinsten Inkrement des Messwertgebers.

$$C_g = \frac{T \times 0,2}{4 \times s_W} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgerätefähigkeitskennwert **C_g** überprüft die Einhaltung der Anforderung bei der Beurteilung der Präzision. Dabei steht **C** für engl. Capability(Fähigkeit) und **g** für engl. gauge (Gebrauchsnorm, Lehre, Messuhr). Als Bezugsgröße gilt der übliche 95,4 %-Bereichs der Meßunsicherheit mit $4 \times s_W$.

$$C_{gk} = \text{Min} \left(\frac{(0,1 \times T + x_r) - \bar{x}_a}{2 \times s_W}; \frac{\bar{x}_a - (x_r - 0,1 \times T)}{2 \times s_W} \right) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgeräte-Fähigkeitskennwert **C_{gk}** wird für die Beurteilung der Genauigkeit berechnet und beinhaltet die systematischen und zufälligen Abweichungen.

$$T = OGW - UGW$$

Toleranzbereich.

$$s_W = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_a)^2}$$

Die Berechnung der Wiederholstandardabweichung s_W erfolgt zur Beurteilung der Präzision.

$$\bar{x}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Die Berechnung des Mittelwertes (Index **a** für accuracy = Richtigkeit) ist für die Beurteilung der Genauigkeit erforderlich.

MFU · Maschinenfähigkeitsuntersuchung

$$C_m = \frac{T}{6 \times s} = \frac{OGW - UGW}{6 \times s} \stackrel{!}{\geq} 1,67$$

Berechnung des Maschinenfähigkeitskennwertes C_m , der aussagt, wie viel mal die Fertigungsstreuung in die Toleranz passt.

$$C_{mo} = \frac{OGW - \bar{x}}{3 \times s}$$

$$C_{mu} = \frac{\bar{x} - UGW}{3 \times s}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Maschinenfähigkeitkennwertes, C_{mo} (Oberer Zwischenwert) und C_{mu} (Unterer Zwischenwert) anhand von Mittelwert und Standardabweichung.

$$C_{mk} = \text{Min}(C_{mo}; C_{mu}) \stackrel{!}{\geq} 1,67$$

Der kritische Maschinenfähigkeitkennwert C_{mk} ist der kleinere – das Minimum – von beiden und damit grundsätzlich nicht größer als C_m .

$$s = +\sqrt{s^2} = +\sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Die rechnerische Ermittlung der Standardabweichung s berechnet sich aus der positiven Quadratwurzel der Stichproben-Varianz, die sich als Summe aller quadrierten Abweichungen zwischen den Merkmalswerten x und dem Mittelwert \bar{x} , geteilt durch den um eins reduzierten Stichprobenumfang, berechnen lässt.

$$\hat{u}_{OGW} = \frac{C_{mo}}{3} = \frac{OGW - \bar{x}}{s}$$

$$\hat{u}_{UGW} = \frac{C_{mu}}{3} = \frac{\bar{x} - UGW}{s}$$

Berechnung des Überschreitungsanteils durch die Umrechnung der Fähigkeitskennwerte in die sogenannte Standard-Normalverteilungvariable **u**.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$$

Der Mittelwert ist als Summe aller Merkmalswerte, geteilt durch den Stichprobenumfang, definiert.

$$x_{ob} = \mu + 3 \times s$$

$$x_{un} = \mu - 3 \times s$$

$$\mu \pm 3s = \sigma s - \text{Streubereich (99,73 \% Zufallsstreubereich)}$$

Beschrieben wird die Fertigungsstreuung durch den Fertigungsstreubereich zwischen den Grenzen. Die Grenzen bildet die untere Zufallsgrenze **xun** und die obere Zufallsgrenze **xob**.

PFS · Prozessfähigkeit und Prozesssicherheit

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \bar{x}_j$$

Der Schätzwert für **μ** wird als Mittelwert der Stichproben-Mittelwerte berechnet.

$$\overline{s^2} = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m s_j^2$$

Berechnung der mittleren Varianz durch das Quadrieren jeder Stichproben-Standardabweichung **s**. Dadurch entstehen die Varianzen **s²**.

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\overline{s^2}}$$

Nur durch diesen Umweg über die mittlere Varianz kann ein sogenannter Berechnung des erwartungstreuen Schätzwertes der Prozess-Standardabweichung **σ**.

$$C_p = \frac{T}{6 \times \hat{\sigma}} = \frac{OGW - UGW}{6 \times \hat{\sigma}} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Gilt für normalverteilte Prozesse $6\hat{\sigma} = 99,73\%$ Zufallsstreuung einer Normalverteilung. Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p ist ein Maß für die potenzielle Qualitätsfähigkeit eines beherrschten Prozesses: Für nicht normalverteilte Prozesse erfolgt die Berechnung nach der Percentilmethode..

$$C_p = \frac{OGW - UGW}{O_{p3} - U_{p3}}$$

Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$C_{po} = \frac{OGW - \hat{\mu}}{3 \times \hat{\sigma}}$$

$$C_{pu} = \frac{\hat{\mu} - UGW}{3 \times \hat{\sigma}}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes, C_{po} (Oberer Zwischenwert) und C_{pu} (Unterer Zwischenwert) anhand der Schätzwerte.

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}; C_{po}) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwert C_{pk} , der als Verhältnis zwischen dem kritischen Abstand des Prozessmittelwertes zur halben Prozess-Streubreite definiert ist.

$$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{OGW - \mu}{O_{p3} - \mu}; \frac{\mu - UGW}{\mu - U_{p3}} \right)$$

Die Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes C_{pk} nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$O_{p3} = \mu + 3 \times \sigma$$

$$U_{p3} = \mu - 3 \times \sigma$$

$$O_{p2} - U_{p2} \hat{=} 6\sigma$$

$6\sigma = 99,73\%$ Zufallsstreuung der Normalverteilung.

Alternative Berechnung von C für normalverteilte Prozesse:

$$C_{Pk} = (1 - k) * c_p \quad k = \frac{|z - \mu|}{\frac{T}{2}}$$

T= Toleranzbreite, $|z - \mu|$ = Differenz zwischen Zielwert und Prozessmittelwert

SPC · Statistische Prozesslenkung

$$OEG = \mu + A_E \times \sigma$$

$$OWG = \mu + A_W \times \sigma$$

$$M = \mu$$

$$UWG = \mu - A_W \times \sigma$$

$$UEG = \mu - A_E \times \sigma$$

Berechnung der Eingriffs- und Warngrenzen einer Sollwert-QRK.

$$OEG = B_{OEG} \times \sigma$$

$$OWG = B_{OWG} \times \sigma$$

$$M = a_n \times \sigma$$

$$UWG = B_{UWG} \times \sigma$$

$$UEG = B_{UEG} \times \sigma$$

Standardabweichungskarte (s-Karte), die zur Streuungsüberwachung angelegt wird.

SPS · Stichprobensysteme

$$P(x) = \binom{n}{x} \times p^x \times q^{n-x}$$

Modell der Binomialverteilung - stellt die Wahrscheinlichkeit dar, x fehlerhafte UND (n-x) fehlerfreie Einheiten bei Entnahme einer Stichprobe von n Einheiten aus einer Grundgesamtheit mit einem Anteil fehlerhafter Einheiten p zu entnehmen.

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{(n-x)!x!}$$

Binomialverteilung gibt die Anzahl der Möglichkeiten an, fehlerhafte Einheiten aus der Stichprobe auszuwählen.

$$g(x) = g(x; n, p) = \binom{n}{x} \times p^x \times (1 - p)^{n-x}, \quad \text{für } 0 \leq x \leq n$$

Die Wahrscheinlichkeitsfunktion $g(\mathbf{x})$ gibt Auskunft über die x fehlerhaften Einheiten die in einer Stichprobe in Abhängigkeit des Stichprobenumfangs n und des Fehleranteils im Los zu finden sind.

ZUV - Zuverlässigkeitsprüfung

$$R(t \leq t_0) = 1$$

$$R(t > t_0) = \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion $R(\mathbf{t})$ der Weibullverteilung wird zur Berechnung der Zuverlässigkeit für die Nutzungsphase verwendet - Dreiparametrische Weibullverteilung.

$$F(t \leq t_0) = 0$$

$$F(t > t_0) = 1 - R(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird nach der Ausfall-Verteilungsfunktion $F(\mathbf{t})$ berechnet.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right) \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt und der Formparameter $b=1$ lautet - Einparametrische Exponentialverteilung.

$$\text{MTTF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer T ist gleich der mittleren Lebensdauer **MTTF**.

$$\text{MTBF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer T ist gleich der mittlere Ausfallabstand **MTBF**.

$$\lambda = \lambda(t) = \frac{1}{T}$$

Die Ausfallrate $\lambda(t)$ ist bei Zufallsausfällen konstant und entspricht dem Kehrwert der charakteristischen Lebensdauer.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt - Zweiparametrische Weibullverteilung.

$$t_j^* = t_j - \hat{t}_0$$

Verfahren zur Wiederholauswertung, sobald der Kennwert der ausfallfreien Zeit vorliegt.