

Asset Management für SAP®

Martin Stiegler
SAG Energieversorgungslösungen GmbH,
Westfalendamm 100, 44141 Dortmund

1 Einführung

Die Betreiber von Energieversorgungsnetzen sehen sich vor dem Hintergrund von Regulierung und anhaltendem Kosten- und Wettbewerbsdruck markanten Herausforderungen ausgesetzt, die den Erhalt der Ertragskraft gefährden.

Gleichzeitig benötigen Energieversorgungsunternehmen einen ununterbrochenen und sicheren Betrieb und stellen hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit ihrer Anlagen. Die Sicherstellung der Versorgung hat dabei höchste Priorität.

Damit erhält das Thema "Kosten für Betrieb und Instandhaltung der Anlagen" ein hohes Gewicht. Um die Kriterien "Zustand" und "Kosten" im Betrieb und in der Instandhaltung abzubilden, muss ein Asset Management-System vorhanden sein, das sinnvollerweise in das jeweilige ERP-System des Unternehmens integriert ist.

Zur Unterstützung der Betriebs- und Instandhaltungsprozesse setzen dabei viele Unternehmen auf SAP.

Die vorgestellte Lösung "xRCM" ergänzt das SAP® R/3 um ein Asset Management-System. Es dient der Kontrolle und Entscheidungsfindung geeigneter Investitions- und Instandhaltungsmaßnahmen mittels des zuverlässigkeitsorientierten Vorgehens.

Durch das dabei benutzte Verfahren zur zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung ("Reliability Centered Maintenance - RCM") können sinnvolle und gezielte Betriebs- und Instandhaltungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Die Anlagenbewertung, die Abbildung des technischen Zustandes und die Darstellung des Abnutzungsverlaufs werden damit ermöglicht und unterstützen die nachhaltige Kostensenkung und Optimierung im Betrieb.

Verschiedene Bewertungsmodelle und -informationen können eingebracht werden (z. B. das vorhandene Wissen im Unternehmen).

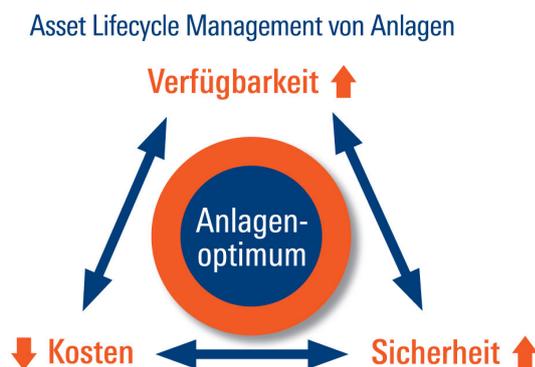


Abbildung 1: "Asset Lifecycle von Anlagen"

2 RCM als Instandhaltungsmethode

RCM beinhaltet die Vorgehensweisen einer zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung für technische Anlagen. Grundlage einer solchen Instandhaltungsstrategie ist die Bewertung der technischen Anlagen hinsichtlich Zustand und Bedeutung. Das gewonnene Wissen wird mittels eines objektivierten Kriterienschemas in der entsprechenden IT-Struktur der "xRCM"-Lösung abgebildet (Asset Management-System).

Dabei ist es das Ziel des Asset Managements, eine optimale Rentabilität und einen optimalen Betrieb der Anlagen zu erreichen. Vorliegende Anlageninformationen werden durch geeignete Gewichtung verdichtet und die Entscheidungsfindung unterstützt. Die notwendige Anlagentypisierung und Vereinheitlichung der Bewertungsschemata ist zentraler Bestandteil der Methode.

Daten zu Anlagen und Betriebsmitteln werden im regulären Betrieb gesammelt. Auf dieser Grundlage können technische Anlagen z. B. nach Gerätetypen oder Prozessschritten gewichtet und in ihrer Bedeutung mittels RCM strategisch bewertet werden.

Verschiedenartige Maßnahmen können dann abgeleitet und ausgewählt werden, wie z. B. Erneuerung / Ersatz, Instandsetzung, Wartung oder Inspektion. Die Auswahl wird in die Planung in der Arbeitsvorbereitung einbezogen. Entsprechende Aktionen können durchgeführt werden.

Im Vergleich zu traditionellen Verfahren, wie der turnusmäßigen oder zählerstandsabhängigen Maßnahmenplanung als Bestandteil der vorbeugenden Instandhaltung, sind mit RCM insbesondere bei kritischen Betriebsmitteln deutliche Einsparungspotenziale zu erzielen, die den notwendigen Mehraufwand an systematischer Betriebsdatenerfassung bei weitem übersteigen.

Diese Methode bietet sich für die innerbetriebliche Instandhaltung zunehmend als strategisches Werkzeug an.

Gleichzeitig unterstützt die beschriebene Verfahrensweise die Bewertung von betrieblichen Instandhaltungsmaßnahmen. Durch den transparenten Mitteleinsatz über den gesamten Lebenszyklus hinweg werden die Aufwände für Reinvestitionen optimiert.

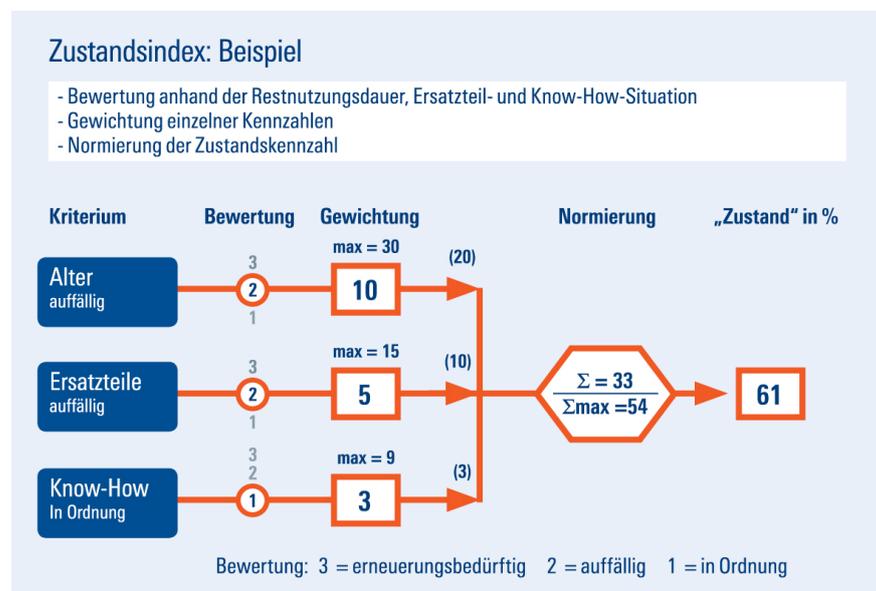


Abbildung 2: "Zustandsindex: Beispiel"

3 xRCM für den Einsatz mit SAP R/3

Für den Bereich der Instandhaltung werden im SAP R/3 vorwiegend die Module PM / CS genutzt. In ihnen sind die Anlagenstrukturen mittels "Technischer Platz" und "Equipment" abgebildet. Gleichzeitig wird über Aufträge und Meldungen die Auftragsbearbeitung durchgeführt.

Die im PM / CS vorliegenden Daten bilden die Instandhaltungs-Historie einer Anlage, wie sie durch die Pflege der Stammdaten, die Erfassung und Bearbeitung von IH-Meldungen und die Durchführung von IH-Aufträgen entstanden ist.

Alle im SAP R/3 verfügbaren Objekte, wie z. B. Technische Plätze, Equipments und Objektteile aus den Objektteilkatalogen können in die technische und wirtschaftliche Bewertung einbezogen werden. Durch die Integration mit den in SAP R/3 vorhandenen betriebswirtschaftlichen Daten der Anlagen ist eine objektive Anlagenperspektive ermittelbar.

Der Standard der xRCM-Lösung erlaubt die Bewertung von beliebigen Betriebsmitteln und Anlagen. Die Bewertungskriterien können dabei sowohl qualitativ:

- Technischer Zustand und
- Wichtigkeit der Anlage in der Produktion,

als auch quantitativ sein:

- Abnutzungsgrad und
- Messwerte.

Weitere Kriterien können vom Anwender definiert, miteinander verknüpft und zur Bewertung herangezogen werden.

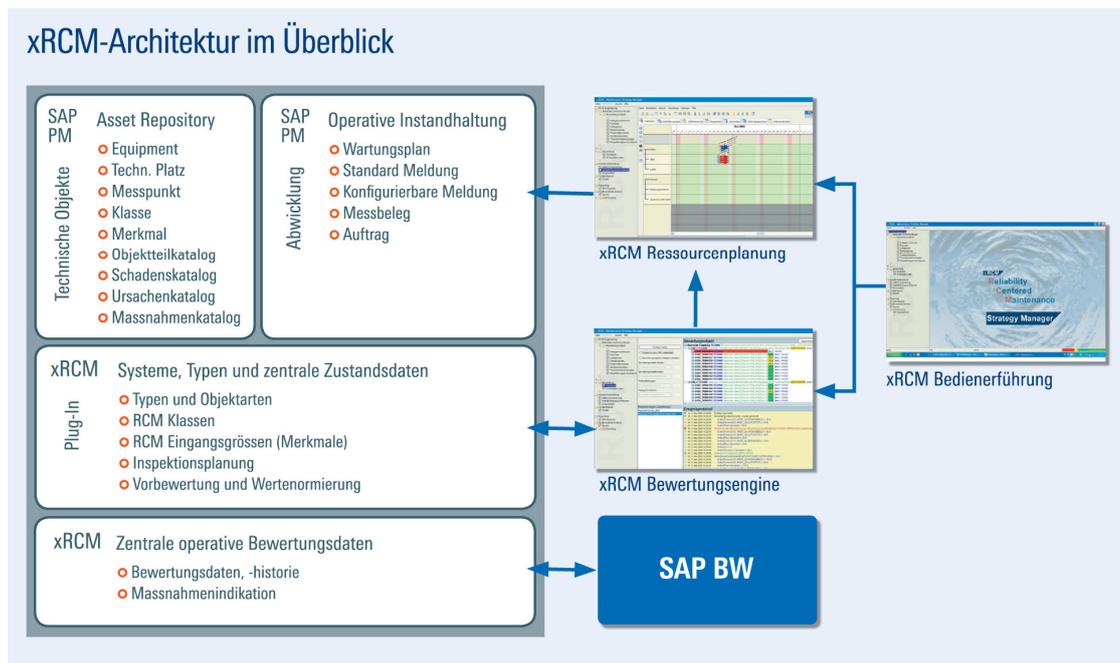


Abbildung 3: "xRCM-Architektur im Überblick"

Typisierung - Einbindung von Anlagen und Geräten

Eine übergreifende Anlagengruppierung (Typisierung) erlaubt die Systematisierung und Konsolidierung der Objektdaten (Equipments, Technische Plätze und Baugruppen). Sie sorgt für die Bewertbarkeit und Vergleichbarkeit von technischen Objekten.

Technisch ähnliche Objekte können zu Elementen einer Klasse zusammengefasst werden. Dies kann unabhängig von der bestehenden Hierarchie der Technischen Plätze bzw. Equipments geschehen. Damit wird eine "technische Anlagendatenbank" aufgebaut, die ein flexibles Hinterlegen der speziellen Anlageneigenschaften erlaubt.

Durchführung der Anlagenbewertung

Kernstück des xRCM ist die Bewertung der Anlagen. Die Bewertung erfolgt in der "xRCM Engine". Diese Wissensbasis verwendet unterschiedliche Bewertungsmodelle.

Bewertungsmodelle und -informationen stellen dabei das Wissen der Anlagenbetreiber dar und werden in die Bewertung eingebracht. Sie orientieren sich an den vorhandenen Objektstrukturen, die im SAP-System vorliegen.

Bedingt durch die beabsichtigte strikte Trennung im xRCM zwischen der IT-Anwendung und der "Ingenieur-Anwendung" der Anlage können weitere Bewertungsmodelle leicht durch das Instandhaltungs-Personal implementiert werden. Eine Programmierung ist hierzu nicht notwendig.

Die Bewertungsergebnisse im xRCM setzen sich grundsätzlich aus der Verknüpfung von Eingangsgrößen mit Formeln und daraus abgeleiteten Ausgangsgrößen zusammen.

Die Eingangsgrößen können sowohl Objektinformationen (Stammdaten) des PM, als auch physikalische Messgrößen oder qualitative Beurteilungen sein. Die Berechnungsfunktionen im xRCM unterstützen alle üblichen mathematischen Funktionen.

Zusätzlich können weitere Verfahrensweisen integriert werden.

Hierzu ein Hinweis:

In Zusammenarbeit mit dem "Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik (IEH)" der Universität Stuttgart wurde die Anwendung der "Fuzzy Logik" integriert.

Damit wird die Bildung und Verknüpfung von Bewertungskriterien für elektrische Betriebsmittel unterstützt.

Im zweiten Teil dieses Vortrages wird Herr Markus Fischer vom IEH mit seinen Ausführungen zur "Integration von Expertenwissen über technische Betriebsmittel in xRCM durch Einsatz von Fuzzy-Logik" das Thema weitergehend behandeln.

Die Ergebnisse (Ausgangsgrößen) sind untergliedert in Zwischengrößen, die beliebige Kategorien und Einheiten annehmen können, und endgültigen Ausgangsgrößen, die einer relativen Kennzahl entsprechen (Bewertungsindex).

Diese Werte stellen z. B. die Bewertung für eine Anlage oder Anlagenteile dar. Das Ergebnis der Zustandsbewertung kann grafisch z. B. in Form von "Ampelwerten", als dreidimensionale Darstellung ("Würfel") oder auch quantitativ in Form von Prozentwerten dargestellt werden.

Priorisierung der Instandhaltungsschwerpunkte nach Funktion

Durch die Darstellung in dreidimensionalen Koordinaten ergibt sich für jedes Betriebsmittel ein Beurteilungspunkt innerhalb einer räumlichen Darstellung (z. B. in einem Würfel).

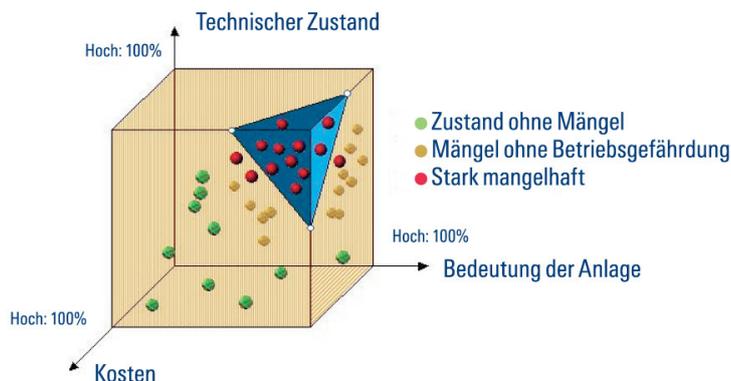


Abbildung 4: "Abbildung Würfel"

Anhand gewählter Kurven oder Flächen, die entsprechend der gewählten Instandhaltungsstrategie ausgerichtet sind, können diejenigen Betriebsmittel ermittelt werden, die im Sinne einer Priorisierung für die Wartung betrachtet werden müssen. Durch grafische Veränderungsmöglichkeiten können Grenzen definiert und Simulationen für Anlagen oder Anlagenteile durchgeführt werden.

Eine nachfolgende Kontrolle der Bewertung ist durch den Zugriff auf die dokumentierte Berechnung, durch den eingebauten Formeleditor oder durch die Ablage jedes Bewertungslaufes fortlaufend in SAP leicht möglich. Die Bildung von Bewertungs-Zeitreihen ist möglich.

Auswahl von anwendbaren und effektiven IH-Massnahmen

Abhängig vom Bewertungsergebnis wird die Durchführung von Folgemaßnahmen angestoßen. Es können automatische oder teilautomatische Aktionen ausgelöst werden (z. B. Versenden von SMS, Erzeugen von Meldungen im SAP PM und IH-Massnahmenanforderungen).

Planungsbasis bildet die im xRCM vorhandene Leitstandsfunktionalität.

Die Darstellung anhand von Kennzahlen, wie OEE (Overall Equipment Effectiveness), Technischer Zustand oder Bedeutungsindex einer Anlage oder Anlagengruppe ist möglich.

Die für die Arbeitsvorbereitung und Auftragsabwicklung notwendigen Maßnahmen werden durch den konfigurierbaren Datenextraktor ARP (Activity Resource Planner) angestoßen. Der „ARP“ ist ein Regeleditor zur Hinterlegung von Aktivitäten in Abhängigkeit von Zuständen und stellt durch die Übermittlung der Maßnahmentypen und Rollen die Workflowintegration dar.

Durch die Integration von xRCM in SAP PM werden notwendige Maßnahmen entsprechenden Wartungspositionen / -plänen zugeordnet. Automatisiert können Meldungen im SAP PM erzeugt werden. Die Typisierung bestimmt den Inhalt der Meldung. Vorgesehene Messpunkte werden mitgegeben.

Durch das Instandhaltungspersonal können anschließend Folgemaßnahmen in Form von PM Aufträgen erzeugt und freigegeben werden.

xRCM erlaubt sowohl die Einbindung von Typisierungsdaten und Bewertungsschemen von Drittanbietern wie von unternehmenseigenen Typ- und Bewertungsdaten, um der Vielfalt in der Anlagentechnik zu entsprechen. Dazu wurde eine zentrale Datenaustauschplattform geschaffen, die es interessierten Herstellern und Dienstleistungsunternehmen ermöglicht, Daten zur Verfügung zu stellen.

xRCM stellt eine einfache Anwendung zur mobilen On- / Offline-Erfassung zur Verfügung. Die Integration in SAP MAM ist möglich, eine eigene Meldungsart in xRCM bildet die Grundlage. Somit werden Zustandsdaten auf dem Prinzip des PM-Auftrags-/Meldungsschemas erfasst.

Das Zusammenspiel zwischen xRCM und dem SAP R/3 erlaubt die Bildung eines "Gesamtplanwertes" zur Budget-Ermittlung der Instandhaltung.

Asset Management-System mit RCM

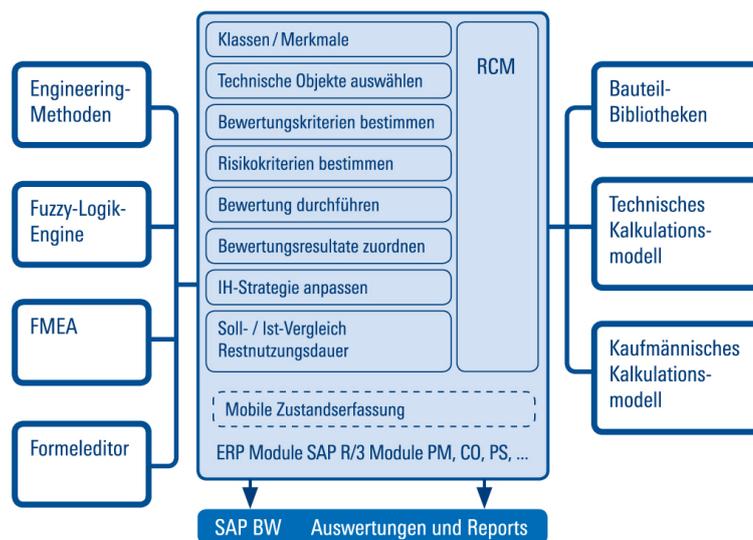


Abbildung 5: "Asset Management mit RCM"

Zusammenfassung

Die Nutzung der von der SAG Energieversorgungslösungen entwickelten xRCM-Lösung bietet Energieversorgungsunternehmen die Unterstützung bei den Themen:

- Wirtschaftliche Erfassung von Anlagen- und Zustandsdaten
- Maßnahmen- und Bewertungsoptimierung in der Instandhaltung
- (Teil-) Automatisieren der Instandhaltungsplanung mit Bezug auf technische Daten und Anlagennutzung
- Regelbasiertes, transparentes Verteilen des Instandhaltungsbudgets für Anlagen nach Wertigkeit
- Erkennen von Schwachstellen in den Anlagen
- Generierung von Kennzahlen zur Unterstützung des Risikomanagements
- Optimierung der Anlagenabnutzung (Ausnutzung des Abnutzungsvorrats)
- Reduzierung von (geplanten) Ausfallzeiten
- Nutzung von SAP R/3 als zentrale Integrationsplattform.

Hinweis: SAP und R/3 sind eingetragene Markenzeichen der SAP AG

Integration von Expertenwissen über technische Betriebsmittel in xRCM durch Einsatz von Fuzzy-Logik

Markus Fischer

Universität Stuttgart, Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik (IEH),
Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen, Pfaffenwaldring 47, 70569 Stuttgart

1 Vorgehen und Strategie

Die Strategie der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung eines technischen Systems (z.B. Energieversorgungssystem) ist eine Strategie, die die Instandhaltungsreihenfolge der Systemkomponenten unter Berücksichtigung der Gesamtzuverlässigkeit des Systems ermittelt. Die beiden tragenden Säulen dieser Instandhaltungsstrategie sind einerseits die Wichtigkeit der einzelnen Systemkomponenten für die Gesamtzuverlässigkeit des Systems und andererseits der Zustand der Systemkomponenten.

Es gibt grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten die Wichtigkeit von Systemkomponenten festzulegen. Ein betriebswirtschaftlich sinnvoller Ansatz definiert die Wichtigkeit einer Systemkomponente über die Folgekosten für deren Ausfall. Im Folgenden soll aber nicht die Wichtigkeit einer Systemkomponente Gegenstand der Betrachtung sein, sondern deren Zustand.

Aus dem technischen Zustand in Gestalt diverser Zustandsgrößen einer Systemkomponente, können Rückschlüsse gezogen werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Systemkomponente voraussichtlich weiterhin ihre technische Funktion voll erfüllen kann. Die Ermittlung der Zustandsgrößen einer Systemkomponente setzt die Erfassung zustandsrelevanter Messgrößen an der Systemkomponente voraus. Die Zustandsermittlung auf Basis dieser Messgrößen ist oft ein nichttrivialer Prozess, insbesondere dann, wenn es sich um eine technisch komplexe Systemkomponente handelt (z.B. Leistungstransformator). Fehlende mathematisch-physikalische Zusammenhänge in diesem Bereich müssen gewöhnlich erst durch Experten- und Erfahrungswissen gewonnen werden.

Die systemimmanente Eigenschaft der Fuzzy-Logik sprachliche Aussagen über den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Systems in einen mathematischen Zusammenhang zu überführen, automatisiert quasi diesen Schritt. Mess- und Zustandsgrößen (1) können in entsprechende linguistische Variablen des Bildbereichs (3) transformiert werden. Dieser Schritt, als Fuzzifizierung (2) bezeichnet, schafft die notwendige Voraussetzung, damit Experten- und Erfahrungswissen unmittelbar in Gestalt von Produktionsregeln (4) eingebunden und damit nutzbar gemacht werden kann. Dadurch wird eine durchgängige Abbildungskette geschaffen, die linguistische Mess- und Zustandsvariablen miteinander verbindet und das Abbildungsproblem löst. Der letzte Schritt, Defuzzifizierung (5) genannt, überführt schließlich die sprachliche Lösung in eine mathematische Lösung in Gestalt eines funktionellen Zusammenhangs zwischen Eingangs- und Zustandsgrößen. Abbildung 1 zeigt die erwähnten Abbildungsschritte in einer Übersicht.

Die Fuzzy-Logik erweitert dabei die Möglichkeiten der Aussagenlogik wie folgt [Traeger... 94] [Nguyen... 00] [Borgelt... 03]:

- 1) Die Fuzzy-Logik ergänzt die Menge der in der Aussagenlogik verwendeten Wahrheitswerte (entsprechend $\{0,1\}$) um die Pseudowahrheitswerte (entsprechend $]0,1[$) zu der Gesamtmenge der Zugehörigkeitsgrade (entsprechend $[0,1]$) und unterstützt so auch die Integration unpräziser sprachlicher Aussagen. Konstrukte wie „die Ölfeuchte ist hoch“ oder „die Spannung steigt rasch an“ lassen sich erst durch die Einführung der Zugehörigkeitsgrade abbilden.
- 2) Die Fuzzy-Logik besitzt die Eigenschaft, widersprüchliche Aussagen in einem quasi „demokratischen Prozess“ zu berücksichtigen. Darüber hinaus kann durch Gewichtung der Aussagen ihrer individuellen Aussagestärke Rechnung getragen werden.
- 3) Die transformierenden Elemente in der Fuzzy-Logik, namentlich Zugehörigkeitsfunktionen, Produktionsregeln mit Verknüpfungsoperatoren und Zuordnungsfunktionen, Aggregation und Verdichtung, sind nicht wie die transformierenden Elemente in der Aussagenlogik (NICHT, UND, ODER) fest definiert. Stattdessen existiert für jedes transformierende Element ein Pool an Funktionen, wobei jede Funktion individuell parametrisiert werden kann. Ist eine Aufgabe prinzipiell durch Fuzzy-Logik lösbar, kann durch die genannten Freiheitsgrade die Fuzzy-Logik an die zu lösende Aufgabe adaptiert werden. Dadurch sind optimierte Ergebnisse erzielbar.

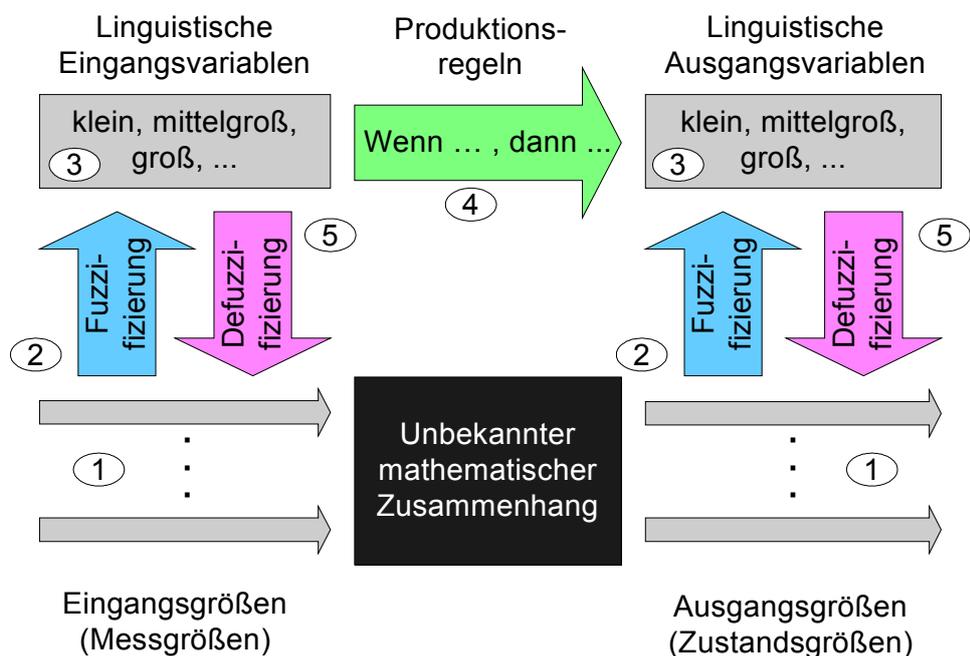


Abbildung 1 Abbildungsschritte der Fuzzy-Logik

Die in xRCM integrierte Fuzzy-Logik-Maschine ist generisch aufgebaut, das heißt, sie ist in weiten Teilen konfigurierbar ausgelegt, entsprechend Punkt 3. Die Wahl der geeigneten Funktionen für die transformierenden Elemente der Fuzzy-Logik-Maschine erfolgt aufgabenspezifisch aus xRCM heraus. xRCM legt ebenfalls die Parametrisierung der Funktionen, die sich an den Wertebereichen der Mess- und Zustandsgrößen orientiert, fest. Für die Integration von Erfahrungs- und Expertenwissen durch den Anwender stellt xRCM einen Regeleditor bereit. Ein Beispiel für die Zustandsbestimmung eines Betriebsmittels aus der Energieversorgung ist Gegenstand des Vortrags.

2 Literatur

[Traeger... 94]

Traeger, D. H.: Einführung in die Fuzzy-Logik, B. G. Teubner Stuttgart, 1994

[Nguyen... 00]

Nguyen, H. T.; Walker, E. A.: A first course in fuzzy logic, Chapman & Hall/CRC, 2000

[Borgelt... 03]

Borgelt, C.; Klawonn, F.; Kruse, R.; Nauck, D.: Neuro-Fuzzy-Systeme, Vieweg, 2003