

Bedeutung der Datenverarbeitung bei Herstellung, Transport, Handel, Verwertung und Einsatz von Recyclingmaterial

Tristan Niewisch

1.	Daten für den Einkauf, Marktanalyse, Versand und Logistik.....	361
2.	Daten aus Massen- und Energieströmen.....	362
3.	Labor- und QS-Daten.....	363
4.	Vorhandene Prozesstechnik als Datenquelle.....	363
5.	Daten aus dem kaufmännischen Bereich.....	365
6.	Softwareauswahl.....	365
7.	Softwaremodularisierung als Schlüsseltechnologie.....	366
8.	Quellen	370

Die Produktion von Recyclingprodukten unterliegt – wie bei allen Wirtschaftsprodukten – den Gesetzen und wertgebenden Regeln der freien Marktwirtschaft. Angebot und Nachfrage, Qualität, Verfügbarkeit, Fertigungskapazitäten, Rohstoffsicherheit bestimmen den Marktwert. Aber dieser Markt hat auch Besonderheiten, die mit Hilfe der Erfassung und Verarbeitung von Daten bewältigt werden können. Neben gesetzlichen Auflagen ist die Erschließung des Optimierungspotentials mit Hilfe softwaregestützter, laufender Prozessanalyse ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Die systematische Umsetzung von Erkenntnissen führt zu einem definitiven Einsparungspotential. Eine ganzheitliche Prozessoptimierung setzt eine geeignete Datengrundlage voraus. Der Recyclingmarkt, wie wir ihn heute verstehen, hat nicht nur besondere Rahmenbedingungen, sondern es handelt sich um einen relativ jungen Markt, der einer rasanten technologischen Entwicklung und sehr dynamischen gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen unterworfen ist.

Das Thema Recycling ist sicher so alt wie die Menschheitsgeschichte. Schon immer wurde versucht, noch Verwertbares zu erhalten und erneut zu nutzen. Recycling heute bedeutet aber nicht mehr, aus der kaputten Speerspitze ein Steinmesser zu schlagen oder den Altreifen einer Runderneuerung zuzuführen – Recycling findet heute auf stofflicher Ebene statt – die Nutzung und Aufbereitung von Sekundärstoffen als Rohstoffquelle. Während sich die Technologie der Erzgewinnung und -aufbereitung in vielen Jahrhunderten entwickeln hat, ist die Rückgewinnung von chemischen Elementen aus Sekundärstoffen sehr jung. Recyclingtechnologien setzen auf vorhandene, wissenschaftliche Erkenntnisse auf, aber um z.B. aus einem Fernseher Kupfer zu

gewinnen oder auch hochlegierte oder beschichtete Metallabfälle wieder *sortenrein* zu bekommen, benötigt man aber neue Verfahren und Technologien. Für die Fragestellungen der Recyclingtechnologie benötigt man die interdisziplinäre Zusammenarbeit der traditionellen Studiengänge bzw. der Zusammenfassung der Wissenschaften zur Problemlösung – die Informatik ist eine von ihnen.

Neue Rohstoffquellen mit neuen (unnatürlichen) Zusammensetzungen entstehen zeitgleich mit einer rasanten technologischen Weiterentwicklung. Die Massenfertigung im Elektronikbereich sorgt für die Produktion hoher Stückzahlen von technologisch schnell veralteten Produkten. Parallel zu Produkten entstehen Nebenprodukte in Form von Lösungsmitteln, Kunststoffresten, Klärschlämmen, Filterstäuben u.v.a. die ebenfalls als Sekundärstoffe verwertet werden müssen. Sekundärstoffe werden dem Recyclingkreislauf in immer kürzeren Zeiträumen wieder zugeführt. Der Trend zur Wegwerfgesellschaft ist ungebrochen und die Abkehr von Deponien zwingt zum Handeln. Recyclingunternehmen müssen sich darauf einstellen, dass die Recycling-Rohstoffe in der chemischen und physikalischen Zusammensetzung auch weiterhin immer komplexer werden. Die technologische Entwicklung führt zu neuen Fertigungsverfahren, neuen Legierungsvarianten, neuen Materialverbindungen und -beschichtungen. Der Einsatz früher eher unbeachteter chemischer Elemente und Verbindungen steigt rasant an. Damit steigt auch auf der datentechnischen Seite die Notwendigkeit diese Veränderungen so zu erfassen und aufzubereiten, dass eine solide Basis für Entscheidungen der weiteren technologischen und wirtschaftlichen Schritte und Rahmenbedingungen entstehen. Erkenntnisgewinn kann nur durch die konsequente Erfassung und Vergleich der gebildeten Fakten entstehen. Daten bilden die Grundlage um Verfahren zu überprüfen, Entscheidungen gesicherter zu treffen und Zusammenhänge, Möglichkeiten, Gefahrenpotentiale und Abhängigkeiten direkt erkennen zu können.

Die Datenerfassung beginnt bei logistischen Fragestellungen wie der Sammlung und dem Transport von Sekundärmaterial, begleitet den vollständigen Recyclingprozess bis zur Lagerhaltung und den Handel zur energetischen oder stofflichen Verwertung. Erfasste Daten und Fakten erlauben den Aufbau wissensbasierender Systeme. Wissen lässt sich als Erfahrung und Erkenntnis in Software implementieren und in Form von Berechnungen, Arbeitsschritten, Grenzwerten, Regelparametern und auch in der Benutzerführung verankern, um damit die Software für den Anwender *einfach* zu machen. Wissensbasierende Systeme und Softwarelösungen sind notwendig, um die sich permanent verändernden Märkte und die sich rasant entwickelnden Technologien beherrschbar zu gestalten, neue Verfahren zu entwickeln und Innovationen zu ermöglichen.

Die Informatik ist Teil unserer rasanten technologischen Gesamtentwicklung. Die Geschwindigkeit mit der heute *Probleme* gelöst werden nimmt zu, die Entwicklungszeit von Software wird aufgrund neuer Entwicklungskonzepte kürzer, die Software selber immer leistungsfähiger. Die Möglichkeit, Prozessparameter schneller zu optimieren, Prognosen auf Basis von Analysen und Auswertungen zuverlässiger zu erstellen, der Komfort um fundierte Kenntnisse/Ergebnisse zu dokumentieren, die Möglichkeiten Daten verständlich darzustellen und optimal zu verteilen, steigt permanent.

In vielen Fällen sind die notwendigen Daten auf verschiedenen Systemen verteilt und erfordern die Realisierung der entsprechenden Grundlagen:

- Schaffung von Schnittstellen,
- Datenverdichtung auf auswertbare, handhabbare Fakten,
- Zusammenführen von/Zugriff auf Daten aus unterschiedlichen Datenbankinstanzen
- zeitliche korrekte Zuordnung von Daten zu Prozessschritten,
- Zuordnung von Daten zu Werkstrukturen wie Werken, Anlagen, Anlagenteilen, Aggregaten,
- Definition und Auswertung von Stoff- und Energieströmen,
- Integration der Qualitätssicherungsdaten (z.B. Laboranalysen) in den Recyclingprozess.

Neben der Schaffung der softwaretechnischen Möglichkeiten entscheidet aber vor allem die Qualität und Vollständigkeit der realen Daten über den Erfolg von IT-Projekten. Die Herausforderung ist, die Vielfalt der Datenquellen im ersten Schritt zu erkennen um fundierte Entscheidungen zu treffen, welche der anfallenden Daten einen Erkenntnisgewinn und damit eine Prozessverbesserung ermöglichen.

1. Daten für den Einkauf, Marktanalyse, Versand und Logistik

Die ersten Daten entstehen bei der Betrachtung der Rohstoffquellen und die mensch-gegebene Veranlagung Dinge zu sortieren und zu klassifizieren hilft hier weiter. Der Europäische Abfallkatalog EAK stuft Abfälle in 6-stellige Abfallschlüsselnummern (ASN) ein. In der ASN sind u.a. die Entstehungsbranche, branchentypische Prozesse und die Erkennung gefährlicher Abfälle verschlüsselt. Dieser Schlüssel kann genutzt werden, um z.B. einen Marktüberblick über die Zusammenhänge von Erzeugern, Anbietern und Maklern zu erhalten. Die ASN kann mit Adressen und Deklarationsanalysen kombiniert und schon in einer einfachen Tabellenform genutzt werden, um verfügbare, zu entsorgende, verwertbare Sekundärstoffe zu bewerten und Zusammenhänge von Anbietern, verfügbaren Stoffen und Mengen zu erkennen. Schon eine einfache Sammlung mit Programmen wie Excel bietet einen Überblick des Marktes. Allerdings ist hier sehr viel Sorgfalt und Handarbeit gefragt und schon die ggf. später auftretende Frage von WANN die Daten stammen und was aktuell und ggf. veraltet ist, lässt schnell die Grenzen von Excel erkennen. Möchte man diese Daten kontinuierlich erweitern, pflegen und über Schnittstellen automatisiert einbinden, ist eine Datenbanklösung unabdingbar. Gute Lösungen kombinieren die Vorteile von Datenbanken mit denen von Excel in dem z.B. die Ausgabe der Datenbank in Tabellendarstellung (sogenannte Grids) erfolgt und ein Datenexport und Berichte zur weiteren Verarbeitung in Excel realisiert werden können.

Quellen für Daten ergeben sich z.B. über die formulargesteuerte Erfassung von Angeboten, aus Daten in öffentlichen verfügbaren Webseiten und der Einbindung ggf. schon vorhandener Datenquellen im Unternehmen – z.B. dem eigenen Versand und Anlieferung. So sind alle als Gefahrstoff eingestuftes Materialien deklarationspflichtig und müssen über das elektronische Abfallnachweisverfahren gemeldet werden. Auch hier ergibt sich die Möglichkeit Daten, die in jedem Fall erfasst werden müssen, im eigenen Datenbestand zu nutzen. Deklarationsanalysen geben ggf. Hinweise auf Ursprünge. Genehmigungen über Verwertungsmengen können mit Angeboten abgeglichen werden. Gute Software zur Recherche und Informationsgewinnung erlaubt bewusst die Abspeicherung *unvollständiger* Daten, um Ansprechpartner und Zusammenhänge zu erkennen – bevor sie in der zentralen Adressverwaltung als Kunden und Lieferanten eingepflegt werden.

2. Daten aus Massen- und Energieströmen

Um ein hochwertiges, ggf. sogar hochreines Endprodukt aus Recyclingrohstoffen zu gewinnen, sind in der Regel sehr viele Verfahrensschritte notwendig. Jeder Verfahrensschritt kann als Massenfluss definiert werden und liefert so zu einem Anlagenteil/einem Werksstrukturelement, die entsprechenden Daten in Form von Mengen, Qualitätsparametern, Laufzeit, Energieaufwand und auf Wunsch eine Material- und Energiebilanz. Je nach Anforderung lassen sich in einer solchen Betrachtung sehr schnell Unstimmigkeiten in den Daten erkennen, die bei entsprechender Auswertung konkretes Optimierungspotential aufzeigen.

Die einzuhaltenden Parameter der Zwischen- und Endprodukte werden über den Stoffstrom und die Berichtsmöglichkeit der beteiligten Aggregate in den verschiedenen Aufbereitungsschritten lückenlos dokumentiert.

Jeder Massen- bzw. Material- bzw. Stoffstrom kann datentechnisch erfasst und ausgewertet werden. Daten beschreiben Mengen, Zusammensetzungen, die Chemie und den Prozess – samt der zugehörigen Prozessparameter. Hierzu gehören auch Energieströme, gesetzliche Vorgaben oder Grenzwerte und Plausibilitätsgrenzen. Daten geben Aufschluss über die Qualität von Materialien und über die Kosten und Effektivität des Recyclingprozesses. Neben den gemessenen Daten entstehen durch einfache Korrelationen, wie z.B. Verfügbarkeit, Produktions- und Stillstandszeiten, der Betrachtung alternativer oder konkurrierender Verfahren Fakten, die eine exakte technische und wirtschaftliche Effektivität belegen oder auch Grenzen aufzeigen. In fast jeder Produktionsstufe sind die nötigen Daten generell vorhanden, häufig nicht vollständig, nicht normiert, manchmal nicht in der nötigen Qualität und sehr häufig auf unterschiedliche Quellen, Datendateien oder Datenbanken verteilt. Eine Anforderung an Softwarelösungen ist die Zusammenfassung der *richtigen* Daten. Optimierungspotential ist meist schon bei der Realisierung von Teilschritten erkennbar – aber erst die ganzheitliche Betrachtung liefert ein vollständiges Bild der Kosten, bietet frühzeitiges Erkennen von Schwachstellen/Störgrößen und erschließt das Potential des Verfahrens bzw. der Verfahrensschritte vollständig.

3. Labor- und QS-Daten

Der Qualität kommt auch bei Sekundärstoffen eine besondere Bedeutung zu. Die Analyse durch externe Labore dient in der Regel der Erfüllung gesetzlicher oder kundenspezifischer Auflagen. Selbstverständlich können auch diese *externen* Daten erschlossen werden. Ist ein eigenes LIMS (Labor-Information-Management System) vorhanden, sollte es die Möglichkeit bieten damit auch forschen zu können. Die Bandbreite an LIMS Systemen ist hoch und einige Systeme am Markt dienen in erster Linie dem Führen von Nachweisen und der Dokumentationspflicht aus kaufmännischer/rechtlicher Sicht. Während ein LIMS in normaler Produktionsumgebung sehr häufig mit einem Standardumfang von Prüfumfang und Parametern auskommt, muss ein LIMS im forschungsnahen Bereich eine hohe Variabilität mitbringen ggf. sogar vollständig konfigurierbar sein. Änderungen am Material oder Verfahren bedingen eine jederzeit änderbare und erweiterbare Entscheidung über den Umfang der stofflichen Bestimmung im Rahmen einer chemisch/physikalischen Analyse. Je inhomogener/variantenreicher das Material ist, umso größer ist die Notwendigkeit Analyseergebnisse im anschließenden Aufbereitungsprozess zu beachten. Neben der Dokumentation haben viele Analyseergebnisse das Potential, zur Prozesssteuerung als Parameter genutzt zu werden. Voraussetzungen für die Prozessbeherrschung ist die Darstellung der für das Verständnis notwendigen Daten in Hinblick auf ablaufende chemische, (biochemische) und physikalische Vorgänge im Produktionsprozess. Dieses wiederum bedingt die zeitnahe Verfügbarkeit der Analytik in Form von Parametern, die mit den chemischen, biochemischen und physikalischen Prozessen korreliert werden können. Qualitätsparameter, die häufig nur zeitlich verzögert ermittelt werden können, sind in der Praxis nur nachrangig an der Prozesssteuerung beteiligt. Die Frage ist, wie effektiv Qualitätsdaten genutzt werden, bzw. wie effektiv diese in die Produktion/Produktionssteuerung eingebunden sind. Im einfachsten Fall kann über Regelgrafiken oder auch über den zeitnahen Export von kritischen QS-Parametern an die Steuerungsebene die Fertigung nachgesteuert werden. Eine wissensbasierte Produktion bedeutet somit auch die Integration der Betrachtung von Qualitätsdaten (Analyse- und Freigabedaten) von externen oder internen Laboren in der laufenden Fertigung. Auch hier sind ggf. Teillösungen möglich, um vorhandene Systeme zu ergänzen und mehr Nutzen aus vorhandenen Daten zu ziehen.

4. Vorhandene Prozesstechnik als Datenquelle

Ein Teil der für eine Analyse notwendigen, grundlegenden Daten sind in der Steuerungs- und Automatisierungsebene vorhanden. Diese Datenebene wird allgemein als Level-1 bezeichnet. Normen und Industriestandards stellen in der Regel sicher, dass geeignete Schnittstellen vorhanden sind, um diese Daten weiteren Anwendungen zuzuführen. Aus der Praxis sei angemerkt, dass einige der marktführenden Hersteller hier normierte Schnittstellen *interpretieren* und somit einen Systemwechsel erschweren.

Die Vielzahl von (ggf. aus Sicherheitsgründen in der Steuerung notwendigen redundanten) Signalen, welche für eine Prozesssteuerung unabdingbar sind, müssen für eine Auswertung im Sinne der Betriebsführung auf eine handhabbare Datenmenge – ohne Informationsverlust – *verdichtet* werden. Über eine entsprechende Selektierung, Filterung, Verdichtung, Normierung und Berechnung der Level-1 Daten entstehen Fakten, die eine Betrachtung des Prozesses aus Sicht der Leitungsebene und die kontinuierliche, unmittelbare Prozessoptimierung und Berichtserstellung ermöglichen – diese Datenebene wird als Level-2 bezeichnet. Neben Messwerten sind für eine Prozessoptimierung auch Stellgrößen, Regelparameter und Meldungen (von Gerätestörmeldungen bis zum Schichtbuch) eine wertvolle Informationsquelle. In einigen Märkten werden vom Kunden oder über unterschiedliche markt- oder länderabhängige Vorgaben auftragspezifisch Qualitätsparameter und Grenzwerte vorgeschrieben, die in eine Betrachtung einfließen können.

In der Fertigung wird entsprechende Software als MES = System Manufacturing Execution System beschrieben. Je nach Branche und Historie wird diese Datenebene auch als Produktionsinformations-(Management) System (PIMS) bezeichnet. Die Bezeichnungen innerhalb der Firmen und auch von Software-Anbietern weichen zum Teil von den Vorgaben bzw. fachlich korrekten Bezeichnungen ab. Gleiches gilt für Level-2 Systeme die als SCADA, ÜSE, MIS und vielfältige, firmenspezifische Varianten angeboten werden. Zur weiteren Verwirrung der Begrifflichkeiten trägt auch die Leistungsfähigkeit vieler Softwarelösungen bei, die sich nicht an die Grenzen der Normierungsbemühungen von Gremien halten. Marktführende Hersteller von Automatisierungstechnik ergänzen die Level-1 Ebene Automatisierungstechnik durch Angebote im Level-2 (Betriebsführungsebene), die bis in den Level-3 ERP Bereich der Firmenleitebene reichen.

Gremien wie die ISA [1] International Standards Association und der internationale Verband NAMUR [2] beschäftigen sich ausführlich mit der Definition und bieten auf den Webseiten einen umfassenden Überblick. Die Komplexität dieser Materie zeigt sich auch an der Vielzahl der Begrifflichkeiten innerhalb der Automatisierungspyramide [3] und den darauf aufsetzenden Prozessen im ERP Bereich. Schon die Aufzählung der Tätigkeitsfelder der NAMUR, bestehend aus Messtechnik, Prozessanalysetechnik, Regelungstechnik, Steuerungstechnik, Prozessleittechnik, Kommunikationstechnik, Prozessführungstechnik, Betriebsführungstechnik, betriebliche Logistiksysteme, Elektrotechnik vermittelt einen Eindruck der Datenvielfalt. Für das generelle Verständnis sind die Unterscheidung in Level-0 (Feldebene, Sensorik), Level-1 (Messwerterfassung und Anlagensteuerung), Level-2 (Anlagendaten, Fertigungs- und Betriebssteuerung, Anlagenberichte) und Level-3 (Kennzahlen zur Firmen- und Konzernsteuerung) wichtig. Um eine alternative Eingruppierung anzubieten: Während die Daten im Level-1 im Bereich von Minuten, Sekunden, Millisekunden und darunter anfallen, beschäftigen sich Level-2 Systeme üblich mit Tages-, Stunden-, Minutenwerten. Level-3 Systeme betrachten im zeitlichen Schwerpunkt Jahres-, Quartals-, Monats-, Wochen- und Tageswerte.

5. Daten aus dem kaufmännischen Bereich

Daten aus der Anlagen- und Betriebssteuerung können für die kaufmännischen Softwarelösungen Produktionsdaten, Lagerbestände, Energiewerte oder Auftragsfertigmeldungen liefern. Der Datenstrom aus dem Prozess informiert üblicherweise das Management. Die Information in Richtung Produktion findet in der Regel über Besprechungen und in Form von Arbeitsaufträgen statt. Die Möglichkeiten, Daten der kaufmännischen Datenverarbeitung und die Prozesssteuerung als Information für die Fertigung zu übertragen, sind meist nicht ausgeschöpft. Dieses ist auch damit erklärbar, dass die technische Prozesssteuerung und die kaufmännische Führung softwaretechnisch vollkommen unterschiedliche Anforderungen an die IT-Umgebung stellen, dem entsprechend auf anderen Hardwareplattformen, Betriebssystemen, Datenbanken aufsetzen und in der Regel in unterschiedlichen Programmiersprachen realisiert sind. Zudem ist in der Regel ein Teil der Fertigung eher kundenneutral und erst in den letzten Produktionsstufen ggf. kundenspezifisch.

Ein erweiterter Datenaustausch bzw. die weitere Nutzung von auftrags- oder kundenbezogenen Daten kann definitiv zur Prozessoptimierung beitragen. Geforderte Qualitätsangaben, Produktionsmengen, geplante Kapazitäten, Kundenanforderungen haben natürlich einen Einfluss auf die Prozesssteuerung. Der Übergang von der Produktionsplanung zur Produktion ist nahtlos. Trotzdem sind die Datenschnittstellen und der automatisierte Datenaustausch in der Praxis meist auf ein Minimum reduziert.

Dass es hier ein konkretes Potential gibt, zeigt sich an den Lösungsangeboten der globalen Player im Automatisierungsmarkt. Mehr und mehr Anbieter von Level-1 und Level-2 Systemen bieten auch Lösungen im Level-3 Bereich an oder liefern Schnittstellen (z.B. Siemens <> SAP). Anbieter im Warenwirtschafts-, bzw. ERP- (Enterprise Resource Planning) Bereich, ergänzen wiederum ihre Lösungen im Level-2 Bereich der Produktions- und Laborinformationssysteme (z.B. SAP-LIMS). Hinzu kommt, dass es gerade im Bereich SAP und Siemens eine Vielzahl von Drittanbietern gibt, deren Softwarelösungen sich nahtlos in die Produkte der Marktführer integrieren lassen. Bei der Betrachtung, welche Daten für eine Produktionsoptimierung sinnvoll sind, ist also der Blick auch auf kaufmännische Daten zu lenken.

6. Softwareauswahl

Neben dem Problem die *richtigen* Daten zu selektieren und zu erhalten, stößt man bei der Suche nach einer geeigneten, fertigen Softwarelösung sehr schnell auf ein zweites Problemfeld: Die extrem hohe Anzahl unterschiedlicher Branchen, Verfahren und der genutzten Technologien und ein fast unüberschaubarer Anbietermarkt. Vor dem Besuch von Messen oder der Internetrecherche ist zu empfehlen, zunächst ein Anforderungsprofil zu erstellen, in dem eine Zieldefinition skizziert ist. Diesem folgt dann ein Konzept, in dem die Aufnahme/Analyse der Schnittstellen und vorhandener Datenquellen und Rahmenbedingungen erfolgen sollte. Eine solche Konzeption kann

ggf. auch in Kooperation mit einem Softwaredienstleister erfolgen, ohne sich hier bereits über diesen Umfang hinaus weiter vertraglich zu binden. Mit der konkretisierten Aufgabenstellung fällt dann die Auswahl einer vorhandenen Software deutlich leichter. Im Gespräch mit verschiedenen Anbietern erweisen sich konkrete Fragestellungen und die Abfrage der Erfüllung der eigenen Zielsetzungen als sehr hilfreich, da sich mittels Fakten sehr gut eindeutige Entscheidungen für oder gegen einen Anbieter treffen lassen.

Findet sich aufgrund der Komplexität oder der individuellen Anforderungen und Rahmenbedingungen keine fertige Lösung, ist die Investition in ein verbindliches Pflichtenheft – vor dem Beginn von konkreten Implementierungsschritten – dringend geboten. Nur so kann sichergestellt werden, dass Fehlinvestitionen und nicht abschätzbare Folgekosten vermieden werden.

Bei Individualentwicklungen können die preislichen Vorstellungen der Anbieter extrem voneinander abweichen, da die Qualität, Vollständigkeit, Sicherheit, Bedienbarkeit, Zukunftssicherheit (werden aktuelle Technologien genutzt?) im Softwarebereich kaum im Vorfeld zu bewerten und auch nicht rechtssicher zu definieren sind. Hinzu kommt, dass fast jedes Softwarehaus auf bereits implementierte Technologien und Know-how zurückgreifen kann, und somit auch sehr unterschiedlicher Aufwand bei der Softwareerstellung anfällt und Preisdifferenzen wenig Aussage über die Qualität bedeuten. Der günstigste Anbieter kann aufgrund vorangehender Entwicklungen die Lösung ggf. mit wenigen Änderungen optimal realisieren oder der Anbieter hat die Anforderung nicht verstanden. Der teuerste Anbieter lässt sich ggf. den Namen seines Hauses mit bezahlen, oder es handelt sich sogar um ein Abwehrangebot, weil der Auftrag nicht interessant ist. Die Relation von Preis und Qualität ist bei Software sehr schwierig, da sich geistige Leistung nicht in genormten Einheiten messen und bewerten lässt.

Eine Software, die optimal für ein spezielles Marktsegment entwickelt wurde, ist im Allgemeinen nicht oder nur mit Einschränkungen und hohem Aufwand für andere Märkte/Branchen adaptierbar. Eine Software, die wiederum sehr gut konfigurierbar und entsprechend flexibel ist, kann unter Umständen einen sehr hohen Konfigurations- und Schulungsaufwand bedeuten. Sehr flexible Lösungen erwarten nicht selten von den Anwendern tiefgehende Informatikkenntnisse, die oft von der Komplexität einer Programmierung sehr nahe kommen. All diese Faktoren zeigen, dass individuelle Softwareentwicklung auch einer Lieferantenbewertung bedarf.

7. Softwaremodularisierung als Schlüsseltechnologie

Die Zusammenarbeit mit einem Softwaredienstleister ist in erster Linie eine Vertrauensfrage – in Bezug auf das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit ebenso wie in die wirtschaftliche Stabilität aber auch in Bezug auf die Wahrung von kundenspezifischem Know-how. Die Frage, welche Daten über welches System, über welche Schnittstellen und auf welcher Ebene heran zu ziehen sind, bedingt eine enge Zusammenarbeit der Softwareingenieure mit der Verfahrenstechnik und der Leitungsebene.

Während Anbieter von Standardlösungen auf eine Vielzahl von stabilen Installationen und eine ausgereifte Software verweisen, bieten kleine Softwarehäuser den Vorteil der direkten Ansprechpartner, ggf. den direkten Zugriff auf die Softwareentwickler und die Flexibilität bei individueller Entwicklung. Gerade für den Mittelstand existieren zahlreiche Anbieter, die auf modulare Softwaresysteme bzw. Komponenten-Frameworks zurückgreifen können. Hier werden die Vorteile von Standardsoftware und die Flexibilität individueller Softwareentwicklung kombiniert. Aus kundenspezifisch zusammengestellten Standardmodulen wird die Basissoftwarelösung bereitgestellt, die um kundenspezifische Zusatzprogramme ergänzt werden kann. Ein weiterer Vorteil von modularen Softwaresystemen besteht darin, der Vielzahl von Markt- und Produktvarianten aus Sicht der Datenverarbeitung mit einer entsprechend notwendigen Variabilität der eingesetzten Software zu begegnen. Dieses bedeutet in der Praxis, dass dem ganzheitlichen Ziel, Teillösungen vorangestellt werden können, um die entsprechenden Grundlagen zu schaffen. Auch diese Teilschritte, wie z.B. die Schaffung der Schnittstellen, die Erhebung der relevanten Daten und der Aufbau einer zentralen Datenbank mit entsprechendem Berichtswesen, müssen signifikante Verbesserungen bieten. Software muss jederzeit den Beweis des belegbaren effektiven Nutzens und einer schnellen Amortisation der Entwicklungskosten liefern.

Vor allem die kleinen, schlanken Lösungen, bei denen Umfang und Anforderung aus der Praxis entwickelt wurden, sind zurzeit sehr gefragt. Die Softwaretechnologie erlebt aktuell sehr umfassende Veränderungen, die sich vor allem an der Benutzerführung zeigen. Die immer höhere Leistungsfähigkeit und die Vielzahl der sich ergebenden Möglichkeiten haben dazu geführt, dass Softwarelösungen in den vergangenen Jahren zu immer mehr Funktionalität getrieben wurden. Die fatale Folge dabei ist, dass viele der existierenden Lösungen im Bereich der Prozessoptimierung unter einer nicht mehr beherrschbaren Komplexität leiden. Ein wichtiger Schritt bei der Vereinfachung von Softwarelösungen ist die Verlagerung dieser Komplexität in eine höhere Funktionalität. Dieses kann z.B. dadurch realisiert werden, dass dem Anwender nur die Programmmöglichkeiten bzw. Informationen angeboten werden, die zum Zeitpunkt der Abfrage auch möglich sind. Die Informationsdarstellung basiert auf der Kontrolle von Daten und Datenprozessen und wird erst dann dargestellt, sofern alle relevanten Informationen vorliegen und korrekt interpretiert werden. Der Anwender wird anhand der Daten und seiner Abfrage geführt.

Beispiele: eine Analyse kann erst nach Definition der Probe/des Probenmaterials und nach Beschreibung des Analyseumfanges durchgeführt werden oder ein Bericht wird erst zum Druck angeboten, nachdem er mit Daten gefüllt wurde. Optimiert werden solche Programme, indem sie dem Anwender konkrete Hinweise darauf geben, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen – der Anwender wird durch einen *Assistenten* im Programm geführt. Was einfach klingt, bedeutet für einen konsequenten Softwareeinsatz, dass der Entwickler die Abläufe im Informationsfluss exakt kennt und dieses Wissen nicht nur in die Programmstrukturen, sondern auch in der Oberfläche umgesetzt wird. Im Ergebnis erhält der Anwender ein Programm, das einfach zu handhaben ist.

Vor wenigen Jahren war es noch üblich, Software vor allem über die Leistungsfähigkeit und die Vielzahl der fast unendlichen Möglichkeiten zu bewerben. Der Erfolg der schlanken Apps der mobilen Endgeräte führt bei vielen Softwarehäusern zu einem radikalen Umdenkungsprozess. Die Realität ist, dass fast alle Anwender unter einer massiven Informationsüberflutung leiden. Kaum ein Softwarenutzer hat noch Zeit, sich durch regalfüllende Handbuchsammlungen zu lesen. Kaum ein Anwender einer neuen Software setzt sich hin und *spielt* mal die Funktionen und Möglichkeiten einer Software durch. Software ist heute so zu entwickeln, dass sie sich aus Modulen zusammensetzt und durch Konfiguration kundenspezifisch an die Anforderungen anpassen lässt. Daten müssen sich sowohl von der Beschreibung als auch vom Umfang ergänzen lassen. Vor allem aber muss die Oberfläche so intuitiv sein, dass sich Schulungen nur auf das Verständnis von Grundlagen, nicht aber auf die einzelne Version oder Implementierung einer Anwendung ausrichtet – im optimalen Fall sollte die Anwendung ohne das Nachschlagen in der Dokumentation und ohne Schulung nutzbar sein. Hierbei ist klar, dass komplizierte, technologische Anforderungen häufig auch in der Software eine entsprechende Komplexität nach sich ziehen. Aber auch hier kann die Software so strukturiert sein, dass der Anwender diese ohne Schulung schon beim ersten Aufruf bedienen kann, die *Spezialfälle* aber nach und nach erarbeitet werden können. Als Beispiel sei hier die Textverarbeitung mit Word oder die Tabellenverarbeitung mit Excel genannt. Auch unerfahrenen Anwendern gelingt es hier einen Brief zu schreiben oder ein paar Werte in einer Tabelle zusammenzurechnen und das Ergebnis grafisch darzustellen. Trotzdem sind beide Pakete in der Lage komplexe Dokumente zu strukturieren und sogar zu verwalten und im Falle von Excel lassen sich hier komplette Anwendungen *programmieren*. Der gleiche Ansatz kann auch bei Lösungen im technologischen Umfeld gewählt werden. Neue Entwicklungstechnologien ermöglichen durchaus, dass ein Energiemanagementsystem, eine QS-Laborlösung oder ein komplettes Produktionsplanungs- oder Produktionsinformationssystem die Anforderungen an schnelle Erlernbarkeit und intuitiver Bedienung erfüllen.

Alternativen im Softwareangebot

Das Vertriebsmodell vieler Softwarehäuser beruht auf der Idee, eine Software möglichst nur einmal zu entwickeln und diese an möglichst viele Anwender zu verkaufen. Dieser Ansatz bedeutet für den Endanwender, dass die Entwicklungskosten auf viele Anwender verteilt werden. Dadurch reduzieren sich die Lizenzkosten, die dann signifikant unter den Kosten einer individuellen Entwicklung liegen. Auch eine *kleine* Branchenlösung kann eine Standardlösung in einer speziellen Marktnische bedeuten. Standardlösungen sind immer ein guter Weg, wenn das Programm, so wie es getestet wird, den Anforderungen entspricht. Das Risiko, dass eine Weiterentwicklung ggf. nicht möglich oder gegeben ist und in Bezug auf Pflege und Support Einschränkungen hinzunehmen sind, ist individuell zu bewerten und abzuwägen.

Im forschungsintensiven Umfeld kann dagegen die individuelle Programmierung durchaus sinnvoll sein, da hierüber ein Knowhow-Abfluss verhindert werden kann. Unter Umständen ist sinnvoll, bei neuen Technologien einen Softwareanbieter zu

wählen, der sich in einem Marktsegment (z.B. Metallurgie) noch keine beherrschende Stellung erarbeitet hat. Allein das Beziehungsgeflecht des Softwareanbieters kann schnell zu einem ungewünschten Wissenstransfer führen.

Jede Entscheidung für eine Software bedeutet die Bindung an einen Softwarelieferanten und damit eine Abhängigkeit, die über viele Jahre gegeben ist. Die Softwareanschaffungskosten sind dabei der geringste Teil. Der Wert einer Software liegt vor allem in den über die Laufzeit gesammelten Daten, der Kenntnis der Nutzung und Möglichkeiten durch die Anwender, den Schnittstellen zu Geräten, Anlagen und dem Zusammenspiel von Software innerhalb der Firmenstruktur und den unterstützten Arbeitsabläufen.

Nutzung vorhandener Lösungen

Kaum ein Anbieter von Softwarelösungen beginnt auf einer grünen Wiese. Steuerungen liefern Daten aus dem Prozess, Analysegeräte liefern physikalische oder chemische Parameter, Versandsysteme beinhalten Daten von Beständen sowie Zu- und Abgängen, vorhandene Software erstellt Berichte und Kundendaten stehen im Warenwirtschaftssystem oder der ERP Software zur Verfügung. Die Investitionsentscheidung für neue Software resultiert in der Regel aus konkreten Anforderungen, die ihre Ursache sowohl in der Notwendigkeit einer erkannten erweiterten Überwachung von Daten aufgrund gesetzlicher Anforderungen (wie das elektronische Abfall-Nachweis-Verfahren eANV, Nachweis aufgrund von Emissionsauflagen u.v.a.) und/oder der Erkenntnis resultieren, dass mit einer besseren Datengrundlage ein Optimierungspotential erschlossen werden kann. Ein weiteres Feld, das genutzt und häufig optimiert werden kann, ist die Produktionsplanung. Unterschiedliche Einsatzstoffe, aus variablen Stoffquellen bzw. von unterschiedlichen Lieferanten benötigen eine fortlaufende datentechnische Auswertung (Soll-/Istvergleich), um eine optimale Anlagenauslastung mit höchstmöglicher Energie- und Einsatzstoffeffizienz unter Beachtung der Verfügbarkeit von Material, Personal und Anlagen zu erreichen. In vielen Fällen ist die Datenbasis für eine Optimierung vorhanden, wird aber aufgrund zu komplizierter Softwareumsetzung nur unzureichend genutzt.

Der Einsatz neuer Softwarelösungen bietet die Chance veraltete, häufig nicht mehr pflegbare Altsoftware abzulösen, weil z.B. das Betriebssystem nicht mehr unterstützt wird oder der Zugriff auf die Entwickler, den Anbieter nicht mehr möglich ist. Diese Entscheidung ist immer im Einzelnen zu treffen und abzuwägen. In vielen Fällen kann stabile und sichere Software durchaus weiter genutzt werden und in neue Lösungsansätze vollständig integriert werden.

Beispiel Excel – Nutzung von Standardsoftware für hochindividuelle Auswertung

Excel nimmt in vielen Firmen eine Sonderstellung ein. Die Funktionalität *einfach* mal aus ein paar Daten einen aussagefähigen *Bericht* zu erstellen ist ungeschlagen. Dabei wird akzeptiert, dass Excel keine Datenbank ist und keinerlei Schutz gegen die Manipulation von Daten bietet – im Gegenteil – ein Großteil der Flexibilität beruht darauf, dass die Stärke von Excel in der beliebigen Berechnung, Verknüpfung, Umrechnung und

Verteilung von Daten auf vielfältige Rechenschritte und der entsprechenden Darstellung liegt. Was letztendlich als *Ergebnis* produziert wird, ob es sich um Rohdaten, um berechnete Werte handelt und wie diese entstanden sind, ist nicht nachvollziehbar. Excel ist aber auch ein Musterbeispiel wie moderne Software gestaltet werden kann. So ist es z.B. durchaus möglich in einer komplexen Prozessumgebung Excel als Berichtswerkzeug einzusetzen und damit die Anwender bei einer Migration auf eine neue Software mitzunehmen und erarbeitetes (Excel-) Know-how weiter einzusetzen. Hierzu muss die neue Lösung lediglich Excel mit den Daten einer gesicherten Datenhaltung aus einer Datenbank heraus versorgen, um die Sicherheit einer Datenbank mit der Flexibilität einer Standard-Office Lösung zu kombinieren. Analog zum vorgenannten Beispiel lassen sich auch andere Office-Lösungen oder sogar komplexe Individual-Lösungen ersetzen, ergänzen oder in eine neue Systemumgebung integrieren.

8. Quellen

- [1] www.isa.org
- [2] www.namur.de
- [3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Automatisierungspyramide>

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Recycling und Rohstoffe – Band 6

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-97-9

ISBN 978-3-935317-97-9 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2013

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ina Böhme, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske, Ulrike Engelmann, LL. M.

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.