Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.
http://www.ub.tuwien.ac.at

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.
http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

Institut für
Fertigungstechnik und
Hochleistungslasertechnik

Diplomarbeit

Modularisierung der Produktstruktur und Implementierung von Sachmerkmalleisten bei einem Sondermaschinenbauer

Durchgeführt bei Benninghoven GmbH & Co. Kg

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplomingenieur/Master of Sience unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Burkhard Kittl

(Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik)

Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. Bleicher

(Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Gernot Pöchgraber

0726775

Albertgasse 1A/15

1080 Wien

Wien, im April 2018

_____

Vorname, Nachname

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe, und, dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im April 2018

_____

Vorname, Nachname

Danksagung

Ich möchte mich in aller ersten Linie und ganz besonders bei meinen Eltern bedanken, die mich während meines gesamten Studiums in allen Lebenslagen so gut Sie es nur irgendwie konnten unterstützt haben. Ein weiterer Dank gilt Herrn Prof. Kittl für die gute Betreuung und Michael Nirtl der mir den Zugang zu dieser Arbeit erst ermöglicht hat. Danke auch an meine Kollegen vom Institut für Fertigungstechnik, die es mir durch die Freistellung ermöglicht haben, diese Diplomarbeit im Ausland durchzuführen. Alle meine Freunde die mich während der Arbeit unterstützt und ermutigt haben gilt auch ein besonderer Dank.

Ganz besonderen Dank an Herrn Bokor, Herrn Mergener, Herrn Braun und Herrn Frenzer ohne die ein solches Ergebnis nie zustande gekommen wäre. Besonderer Dank gilt meinen Kollegen aus der ORGA Abteilung die mich sofort aufgenommen und mir in allen Lagen weitergeholfen haben. Danke auch an all meine Kollegen der Firma Benninghoven, die mich so freundlich unterstützt und mir mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind. Ein weiterer Dank gilt meinen Hausvermietern in Deutschland, die mir eine wirklich angenehme Zeit während meines Aufenthalts ermöglicht haben.

Kurzfassung

Um eine richtige Herangehensweise an die Problemstellung zu finden, war es im ersten Schritt wichtig, Einblicke in die Struktur der Firma Benninghoven zu bekommen. Es wurde sehr schnell ersichtlich, dass durch die komplexe und vielfältige Produktpalette, eine Implementierung einer Sachmerkmalleiste ein kompliziertes Unterfangen darstellt, das dennoch für eine zukunftsorientierte Fertigung große Vorteile mit sich bringt. Nach einer genauen Analyse der Unternehmensstruktur und einer Einarbeitungsphase in die Produktstruktur, wurde das gesamte Produktsortiment in Module unterteilt. Grundsätzlich wurde in 3 große Module eingeteilt um diese dann in einer Baumstruktur systematisch nach unten zu gliedern. Für die drei Hauptmodule, Asphaltmischanlagen, Granulatoren und Gussasphaltkocher wurden alle Projekte der letzten 3 Bilanzjahre herangezogen und nach Ausprägung und Umsatz geordnet dargestellt. Zur Aufschlüsselung der Module wurde ein Programm in Excel basierend auf Visual Basic implements erstellt. Dieses Programm ermöglicht es, Stücklisten verschiedener Projekte einzulesen, diese zu vergleichen und eine Schnittmenge der Projekte zu erstellen. Weiters werden auch alle nicht in der Schnittmenge enthaltenen Daten auf Duplikate überprüft und ausgegeben. So wurden im ersten Schritt die drei Hauptmodule eingelesen und aufgrund der Schnittmengendaten in weitere Module aufgeteilt. Aus diesen Modulen wurden Gruppen größter Ähnlichkeit abgeleitet. Weiters wurden diese Sachgruppen in interne und allgemeine Gruppen gegliedert. Wobei interne Sachgruppen modulbezogene Komponenten beinhalten, hingegen allgemeine Sachgruppen Komponenten beinhalten, die modulübergreifend im Einsatz sind. Diese internen Sachgruppen sollen nicht nur der Wiederverwendung und Wiederfindung der Komponenten in den einzelnen Abteilungen dienen, sondern auch einen Standard in die Produktpalette bringen. Bei den allgemeinen Sachgruppen wurde stets darauf geachtet, die Sachmerkmalleisten aus der DIN 4000 zu entnehmen. In den Fällen, wo keine DIN 4000 Sachmerkmalleiste zur Verfügung stand, wurde auf Sachmerkmale durch eCl@ss oder aus der für die Komponenten zugehörigen Normen zurückgegriffen. Diese Klassifizierung bringt für den Einkauf und die Ersatzteilabteilung eine enorme Zeitersparnis sowie eine Minderung des Arbeitsaufwandes mit sich. Der Abteilung für Forschung und Entwicklung nützt diese Klassifizierung dahingehend, dass bei Neuentwicklungen auf bereits verwendete Komponenten zurückgegriffen werden kann und somit Zeit und auch Anschaffungskosten eingespart werden können. Ende des Jahres 2014 möchte die Firma Benninghoven das Update des ERP Systems durchführen und ab diesem Zeitpunkt nach dem neuen Standard der sich im Zuge der Ausarbeitung der Sachmerkmalleisten ergeben hat, arbeiten.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 6
1.1 Benninghoven GmbH & CoKg 6
1.1.1 Produktübersicht 6
1.2 Aufgabenstellung 9
2 Theoretische Grundlagen zur Problemstellung 10
2.1 Produktstrukturierung 10
2.1.1 Modulare Produktstrukturen 11
2.2 Produktkonfiguration 12
2.2.1 Geschlossene Konfiguration 13
2.2.2 Offene Konfiguration 13
2.2.3 Variantenmanagement 13
2.3 Produktklassifizierungssysteme 14
2.3.1 Ordnungssystem 15
2.3.2 Sachmerkmalleisten 16
3 Praktische Umsetzung der Problemstellung 19
3.1.1 Derzeitiger Stand bezüglich Produktkonfiguration und Produktklassifizierung 19
3.2 Produktstrukturierung 19
3.2.1 Vorgehensweise 20
3.2.2 Funktionsweise und Beschreibung der selbstentwickelten Software zur Filterung der Struktur 20
3.2.3 Bestimmung der Modulgruppen der 1. Ebene der Produktstruktur 26
3.2.4 Vorgehensweise zur Bestimmung der Modulgruppen der untergeordneter Ebenen der Produktstruktur 27
3.2.4.1 Einführung der Begriffe „Interne“ und „Allgemeine“ Modulgruppen 28
3.2.4.1.1 Interne Modulgruppen 28
3.2.4.1.2 Allgemeine Modulgruppen 28
3.2.4.2 Beschreibung des Analyse-Tools zur Einteilung in die jeweilige Modulgruppe 28
3.2.4.3 Durchlaufbeispiel der gesamten Produktstrukturierung 31
3.3 Überführung der Modulgruppen in Sachmerkmalleisten 34
3.3.1 Interne Sachmerkmalleisten 35

3.3.2 Allgemeine Sachmerkmalleisten 39
3.3.2.1 DIN 4000 40
3.3.2.2 eCl@ss 41
3.3.2.3 DIN, ISO Normen 42
3.3.2.4 Interne Eigenkreation 43
3.4 Vorschläge zur Implementierung eines Benennungssystems 44
3.4.1 Parallelnummernsystem 44
3.4.2 Klassifizierungsnummer 45
3.4.2.1 Aufbau der Klassifizierungsnummer 45
3.4.3 Benennungsvorschlag Firma Benninghoven 46
3.5 Implementierung der Sachmerkmalleisten in das ERP System 48
3.5.1 Sachmerkmalleisten im bestehenden ERP System 48
3.5.2 Benötigte Anpassung der Sachmerkmalleisten 50
3.5.3 Benötigte Anpassungen im ERP System 51
3.5.4 Pflege und korrekte Anwendung der Sachmerkmalleisten 52
3.5.4.1 Sichten Management 53
4 Ergebnisse / Auswertung 55
5 Schlussfolgerungen / Resümee / Ausblick 56
6 Anhang 57
6.1 Struktur 1.Modulebene 58
6.2 Modulkatalog Bitumen 59
6.3 Änderungsschreiben an den Softwarehersteller 65
6.3.1 Begründungsschreiben 65
6.3.2 Vorschlagsschreiben zur möglichen Anpassung 72
7 Literaturverzeichnis 82
7.1 Weiterführende Literatur 82
8 Abbildungsverzeichnis 83
9 Formelverzeichnis 84
10 Tabellenverzeichnis 85
11 Abkürzungsverzeichnis 86

1 Einleitung

1.1 Benninghoven GmbH & CoKG

Die Firma Benninghoven GmbH & CoKG ist ein international führender Sondermaschinenhersteller, der sich in den letzten Jahrzehnten auf Sondermaschinen rund um die Asphaltmischtechnik spezialisiert hat. Durch 2 Produktionsstandorte in Deutschland, der Firma FAF Fördertechnik GmbH und weiteren 15 internationalen Vertriebs- und Servicestandorten, sowie weiteren internationalen Vertriebspartnern ist es der Benninghoven Gruppe nahezu möglich, alle wesentlichen Schritte des Product LifeCycle durch die unternehmensinternen Abteilungen abzudecken.

1.1.1 Produktübersicht

Beginnend mit industrieller Feuerungstechnik erweiterte die Benninghoven Gruppe in den letzten Jahren das Produktportfolio auf fast alle Technologiebereiche die für eine durchlaufende Asphaltherstellung notwendig sind. Die Typen der verschiedenen Asphaltmischanlagen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Leistungsgröße, die Aufstellungsart und die Transportierfähigkeit. Daraus ergeben sich folgende Anlagentypen:

Stationäre Asphaltmischanlage Typ BA

Stationäre Asphaltmischanlagen
Competence Typ BA
Anlage nach individueller Planung,
ausgeführt nach Kundenwunsch
Leistungsgröße: 160 - 450 t/h

Abbildung 1: Typ BA [1]

Kompakte Asphaltmischanlage Typ ECO

Asphaltmischanlage Typ ECO
Leistungsstarke Anlage in
Containerbauform für leichten
Standortwechsel
Leistungsgröße: 120 - 320 t/h

Abbildung 2: Typ ECO [1]

Kompakte Asphaltmischanlage Typ ECO-Smart/ECO-Smart C

Asphaltmischanlage Typ ECO-Smart / ECO-Smart C
Leistungsgröße: 80 - 100 t/h

Abbildung 3: Typ ECO-Smart/ ECO-Smart C [1]

Transportable Asphaltmischanlage Typ TBA

Transportable Asphaltmischanlagen
Concept Typ TBA
Anlage in Containerbauform für leichten Standortwechsel
Leistungsgröße: 120 - 320 t/h

Abbildung 4: Typ TBA [1]

Mobile Asphaltmischanlage Typ MBA

Mobile Asphaltmischanlagen
Mix Mobil Typ MBA
Radmobile Anlagen mit Absiebung und Chargenmischer
Leistungsgröße: 120 - 240 t/h

Abbildung 5: Typ MBA [1]

Mobile Asphaltmischanlage Typ Batch Mobil

Mobile Asphaltmischanlagen
Typ Batch Mobil

Abbildung 6: Typ Batch Mobil [1]

Hierbei handelt es sich nur um diskontinuierliche Mischanlagen. Die kontinuierlichen Mischanlagen werden hier nicht angeführt, da Sie zur Lösung der Problemstellung

nicht herangezogen wurden, weil es sich hierbei um eine völlig andere Technologie handelt.

Bei den weiteren Komponenten handelt es sich ausschließlich um An- oder Zubau Komponenten an den Anlagentyp. Es handelt sich dabei um folgende Module.

- Brenner
- Verladesilos
- Additive-Dosier Einrichtungen
- Bitumentank Systeme
- Recycling Anlagen
- Filteranlagen
- Trockentrommeln

Folgende Komponenten, werden immer zusätzlich an einer kompletten Asphaltmischanlage angebracht. Abhängig vom Anlagentyp, können verschiedene Komponenten in unterschiedlichen Zusammensetzungen vorkommen. Manche Komponenten finden auch autark, außerhalb des Mischbetriebes Verwendung.

Weitere Komponenten die vollkommen freigelöst vom eigentlichen Asphaltmischprozess arbeiten, jedoch trotzdem zur Lösung der Problemstellung mit einbezogen werden mussten sind folgende Sondermaschinen.

Gussasphaltkocher in mobiler sowie stationärer Ausführung

Abbildung 7: mobiler Gussasphaltkocher [1]

Asphalt-Recycling-Granulator

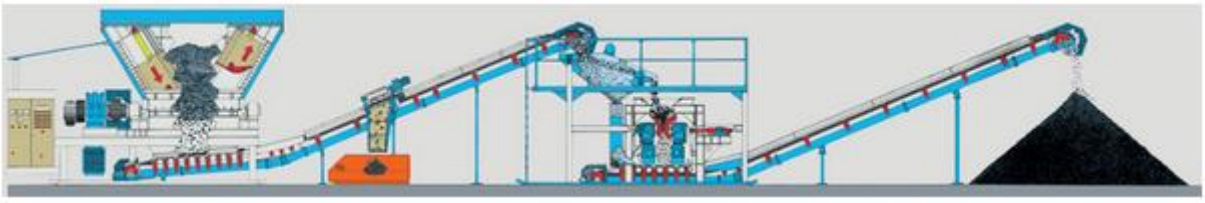


Abbildung 8: Asphalt-Recycling-Granulator [1]

1.2 Aufgabenstellung

Durch den immer komplexer werdenden Wettbewerb und die Erschließung neuer Märkte, hat sich die Marktsituation der Firma Benninghoven in den letzten Jahren deutlich erschwert. Durch den Bau von Sondermaschinen, der fast ausschließlich auf Prototypenfertigung beruht, ist es umso schwieriger, möglichst schnell und in der richtigen Qualität zu produzieren. Nach genauen Analysen der Fertigungs- und Prozesssituation ist man zum Entschluss gekommen, dass die Implementierung einer Sachmerkmalleiste in das bestehende ERP System einen großen Optimierungserfolg bringen würde. Da die Arbeitsvorbereitung der Firma Benninghoven ausgelastet ist, und schon seit Jahren eine Zusammenarbeit im Zuge von Bachelor- und Diplomarbeiten mit der TU Wien besteht, wurde das Institut für Fertigungstechnik für dieses Projekt herangezogen und ein Thema für eine Master-/Diplomarbeit dafür geschaffen. Das Werkzeug einer Sachmerkmalleiste ist in der Prozesstechnik wie geschaffen für die Problemstellung der Firma Benninghoven. Durch die Prototypenfertigung wird jedes Projekt von der Konstruktion über die Arbeitsvorbereitung bis zur Fertigung von Grund auf neu ausgelegt. Ziel der Master-/Diplomarbeit ist es, die Sondermaschinen, in Anwendungsgruppen aufgeteilt (z.B. Asphaltmischanlagen) aufzuspalten, und eine allgemeine Produktstruktur der Maschinen zu finden. Diese Struktur soll eine Ansammlung von Grundkomponenten beinhalten, die in der Basisausprägung in jeder Anlage der Funktionsgattungen vorhanden ist. Aus dieser Struktur sollen sich stufenweise Baugruppen, Einzelteile und Zukaufkomponenten ergeben, die durch Sachmerkmale klassifiziert und in passende Sachgruppen in Anlehnung an DIN 4000 eingeteilt werden. Sind keine passenden Merkmalleisten nach DIN 4000 vorhanden, werden diese sinnvoll, durch andere Alternativen angelegt. Diese Implementierung soll nach logischen und prozessorientierten Strukturen aufgebaut sein und damit eine enorme Zeit- und Ressourcenersparnis für alle beteiligten Abteilungen des Herstellungsprozesses darstellen. Ziel der Implementierung ist es, vorhandene Daten und dokumentiertes Know-Hows für neue Projekte einfach und schnell zugänglich zu machen. Dies führt dazu, dass man vor der Erstellung einer neuen Baugruppe oder eines Einzelteils möglichst rasch und einfach überprüfen kann, ob ein ähnlicher Teil oder eine ähnliche Baugruppe bereits existieren, beziehungsweise wie viele Arbeitsschritte, Konstruktionen, Arbeitspläne, Angebote etc. bei einer teilweisen Übereinstimmung direkt übernommen werden können. Um bei der Erstellung die Sachmerkmale richtig zu definieren, sollen prozessrelevante Übereinstimmungen gefunden werden, die zu einer Ersparnis der Prozesszeit führen, wenn sie beim Projektstart bereits vorhanden wären. Weiters soll von Anfang an eine Einbindung der relevanten Abteilungen erfolgen, damit eine Optimierung des Arbeitsflusses und des Produktionsstromes nach der Implementierung in allen Bereichen gewährleistet wird.

2 Theoretische Grundlagen zur Problemstellung

In diesem Kapitel wird ein kurzer Einblick in die theoretischen Grundlagen gegeben. Sämtliche Entscheidungen und Vorgehensweisen der weiteren Arbeit beruhen auf wissenschaftlichem Hintergrund und empirischen Studien, die sich oft bewährt, bzw. als praxistauglich erwiesen haben. Die einzelnen Unterkapitel sind kategorisch nach der Vorgangsweise der Aufgabenstellung geordnet.

2.1 Produktstrukturierung

Definition:

„Die Produktstruktur ist ein produktdarstellendes Modell, das die Gesamtheit der nach bestimmten Gesichtspunkten festgelegten Beziehungen zwischen Baugruppen und Einzelteile eines Produktes beschreibt“ [2].

In der heutigen Zeit wird durch die Produktstrukturierung eine strukturierte Aufnahme der vielfältigen Kundenwünsche gefordert. Dabei sollen diese so in den Auftragsabwicklungsprozess implementiert werden, dass einerseits die Kundenwünsche so optimal wie möglich abgedeckt sind und andrerseits die Effektivität und Wirtschaftlichkeit des Unternehmens gesteigert wird. Eine erfolgreiche Produktstrukturierung sollte folgende Punkte mit sich bringen

- Senkung der Durchlaufzeiten
- Markgerechtes Produktangebot
- Senkung der Kosten

Der grundsätzliche Aufbau der Produktstrukturierung setzt sich aus den verschiedenen Ebenen aus Abbildung 9 zusammen.

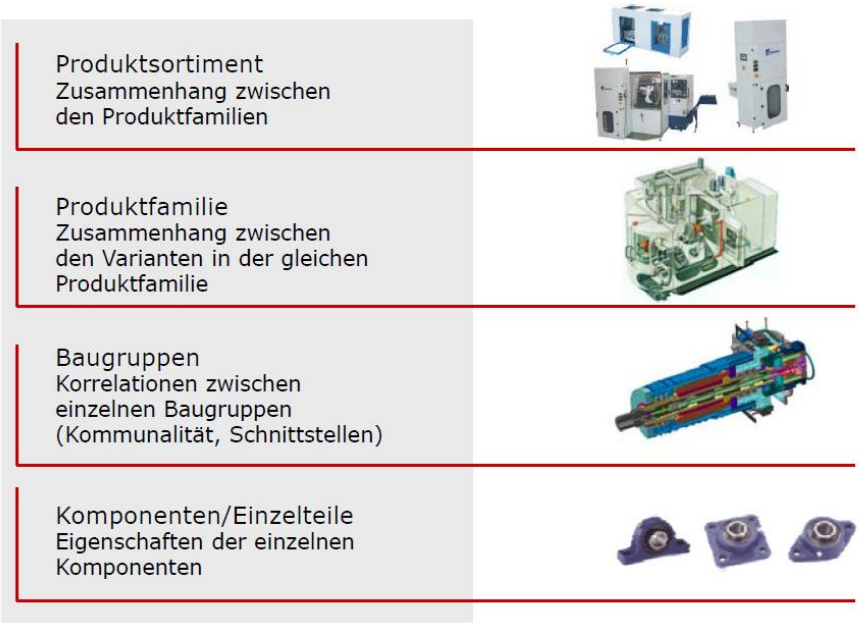


Abbildung 9: Ebenen der Produktstrukturierung [3]

Zwei große Teilbereiche die in Produktstrukturen eingeteilt werden sind integrale und modulare Produktstrukturen. Da sich die Arbeit ausschließlich mit modularen Produktstrukturen befasst, wird auf diese Methodik genauer eingegangen.

2.1.1 Modulare Produktstrukturen

Modulare Produktstrukturen sind eine von vielen Möglichkeiten, ein Produkt intelligent zu strukturieren. Modulare Produktkonzepte sind beispielsweise Baukastensysteme, Baureihen und Plattformkonzepte. Da aufgrund der Rahmenbedingungen im Unternehmen, ein Baukastensystem die sinnvollste Variante darstellt, wurde dies schon zu Beginn der Arbeit festgelegt. Daher wird hier auch nur auf das Baukastenprodukt näher eingegangen [3].

Bauskastenprodukt = modulares Produkt

Anlagen, Baugruppen oder Einzelteile dienen hierbei als einzelne Bausteine mit unterschiedlichen Funktionen, die durch verschiedene Kombinationen entsprechende Gesamtfunktionen erfüllen. Diese Bausteine werden als Modul bezeichnet [4].

Definition:

Ein Modul ist ein austauschbares, komplexes Element eines Gesamtsystems, das eine geschlossene Funktionseinheit bildet [2].

In Abbildung 10 werden die Vor- und Nachteile einer Modularisierung aufgeführt.

Effekte der Modularisierung	Vorteile in der Entwicklung	Vorteile in der Produktion	Vorteile in der Nutzung	Nachteile
Entkopplung	Weniger Schnittstellen Parallelisierung der Entwicklung	Geringerer Montageaufwand durch weniger Schnittstellen	Montage und Demontage durch den Nutzer möglich	Aufwendige Konstruktion, Spezifikation und Realisierung der Schnittstellen
Wiederverwendung	Geringerer Entwicklungsaufwand durch Verwendung bereits entwickelter Module	Kostensenkung und geringere Fehlerrate durch Skalen- und Lernkurveneffekte	Weiterverwendung einzelner Module in anderen Produkten	Geringe Produktdifferenzierung
Austauschbarkeit	Einfache Veränderung der Produktarchitektur durch Austausch einzelner Module	Vereinfachter Austausch von fehlerhaften Modulen in der Produktion	Vereinfachte Reparatur des Produktes durch Austausch defekter Module	Beschränkung der Reparaturmöglichkeiten auf Modulaustausch
Erweiterbarkeit	Erweiterung der Produktfunktionalität durch Hinzufügen von Modulen	Produkterweiterung erfordert keine produktionstechnische Veränderung	Nachträgliche Produkterweiterung möglich	Fehlende Produktintegrität
Standardisierbarkeit	Verwendung existierender Lösungen durch Vereinheitlichung von Modulen und Schnittstellen	Reduzierung der Komponentenvielfalt Verwendung marktverfügbarer Komponenten	Bessere Verfügbarkeit und günstigere Preise durch konkurrierende Anbieter	Geringe Originalität Substituierbarkeit von Modulen Suboptimale Produktleistung
Kontrollierbarkeit	Vereinfachter Funktionstest im Entwicklungsprozess	Fehlerreduzierung durch Prüfung der Module vor dem Einbau	Vereinfachte Identifikation defekter Module	Einzelkontrolle von Modulen garantiert nicht Funktion des Gesamtproduktes
Kombinierbarkeit	Kombination von Modulen im Baukastenprinzip	Einfache Herstellung von Produktvarianten und Produktfamilien	Individuelle Zusammenstellung und Gestaltung des Produktes	Erstellung von Baukästen kombinierbarer Module aufwendig

Abbildung 10: Vor- und Nachteile der Modularisierung [3]

Beim Aufbau von modularen Produktstrukturen sind zwei Aspekte maßgeblich zu beachten. Hierbei handelt es sich um den Ordnungsaspekt und den Produktstrukturaspekt. Der Ordnungsaspekt beinhaltet die Zusammenfassung von Objekten zu Objektgruppen anhand definierter Ähnlichkeiten. Der Produktaspekt sagt aus, dass eine klar definierte Anordnung der Module interne und externe Anforderungen berücksichtigen muss, um eine korrekte Auftragsabwicklung zu ermöglichen [3]. Der Ordnungsaspekt ist hier besonders hervorzuheben, weil er die direkte Verbindung zur Produktklassifikation darstellt, die das Kernelement der Problemstellung einnimmt

2.2 Produktkonfiguration

Ein Produkt besteht in verschiedenen Strukturebenen aus mehreren Variationen. Eine Auswahl und Kombination dieser Variationen ergibt eine Produktkonfiguration. Hierbei unterscheidet man zwischen zwei verschiedenen Arten von Varianten, der geschlossenen und der offenen Produktkonfiguration.

2.2.1 Geschlossene Konfiguration

Hierbei handelt es sich um eine vorgegebene Produktstruktur, in der alle möglichen Varianten des Produktes angegeben sind. Das heißt, dass dem Kunden keine Möglichkeit geboten wird, die vorgegebene Logik zu beeinflussen [5]. Dadurch ergibt sich eine direkt vorgegebene Abwicklung des Produktlebenszyklus ohne größere Ausreißer. Hierbei kann aus Erfahrungswerten und Marktanalysen auch auf Lager gefertigt werden und eine auftragsbezogene Fertigung vollkommen ausgeschlossen werden.

2.2.2 Offene Konfiguration

Die offene Konfiguration lässt dem Kunden den nötigen Spielraum, um ein nahezu maßgeschneidertes Produkt zu variieren. Das Produkt soll hierbei frei konfigurierbar sein unter der Beachtung bestimmter Richtlinien. Das heißt, dass gewisse Varianten vorgegeben sind und ausgewählt werden können, wenn diese den Vorstellungen entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so kann eine vom Kunden neue Variante ausgewählt werden. Bei anderen Variationen gibt es von Anfang an keine Auswahlmöglichkeiten und der Kunde entscheidet direkt über die Art der Variation. Sollte es sich hierbei nicht um extreme Exoten handeln, ist es sinnvoll, die Varianten für zukünftige Projekte als ständige Variante aufzunehmen und so die Variantenvielfalt etwas einzuschränken. Die offene Konfiguration ist nahezu nur mit auftragsbezogener Fertigung umsetzbar. Werden jedoch die Rahmenbedingungen und Richtlinien intelligent aufgesetzt, so besteht einerseits die Möglichkeit einen gewissen Anteil an Produktkomponenten auf Lager fertigen zu können und andrerseits durch die Individualität des Kundenwunsches neue Innovationen zu integrieren. Geschickt gelöst wird hierbei der Kunde ohne sein Wissen in die Forschungs- und Entwicklungsabteilung integriert und erfindet selbst mit. Somit können Variationen entstehen, die zuvor nicht bedacht wurden [5].

2.2.3 Variantenmanagement

Wie schon in Punkt 2.2 erwähnt, gibt es in jeder Strukturebene mehrere Variationen bzw. Varianten. Diese Varianten müssen so gestaltet werden, dass das gesamte Produktleistungsspektrum abgedeckt wird. Wobei hier natürlich nur die Leistungen gemeint sind, die vom Kunden auch verlangt werden. Weiters ist darauf zu achten, dass eine optimale Balance zwischen äußerer und innerer Variantenvielfalt besteht.

Innere Variantenvielfalt

Hierbei handelt es sich um die Vielfalt an Teilen, Baugruppen und Produkten, die im Rahmen der Auftragsabwicklung auftreten.

Äußere Variantenvielfalt

Dies ist die Vielfalt der Varianten des Produktportfolios die dem Kunden zur Verfügung stehen.

Nachdem die Varianten gefunden wurden, ist es notwendig, diese zu pflegen. Varianten müssen bei Marktumwälzungen reduziert werden, um Platz für neue zu schaffen. Durch Marktanalysen kann festgestellt werden, ob manche Varianten noch zeitlich notwendig sind und folglich besteht die Möglichkeit durch Variantenvermeidungen das Produktsortiment zu straffen um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Ein weiterer Aspekt der auf keinen Fall außer Acht gelassen werden darf, ist die Variantenbeherrschung. Hierbei sollen die Varianten so wirtschaftlich und effizient wie möglich durch die verschiedenen Unternehmensprozesse geschleust werden. Diese Maßnahmen auszuarbeiten und zu beherrschen stellt eine große Herausforderung dar, beinhaltet jedoch für ein Unternehmen enormes Optimierungspotential [6].

Abschließend ist zu dieser Thematik noch zu sagen, dass eine geordnete, übersichtliche und gut durchdacht ausgeführte Produktstrukturierung der Grundstein für ein funktionierendes Variantenmanagement ist. Bei einer schlecht gewählten Modularisierung der Baukastenstruktur wird es nie möglich sein, die volle Variantenvielfalt auszuschöpfen. Durch diese große Abhängigkeit muss bereits bei der Produktstrukturierung vorausgedacht und auf mögliche Varianten geachtet werden [3]

2.3 Produktklassifizierungssysteme

Ein Produktklassifizierungssystem unterscheidet sich in der Dokumentation von Stücklisten und Konstruktionszeichnungen, das nach den Eigenschaften von Gegenständen geordnet wird. Es handelt sich dabei um dieselben Gegenstände die geometrisch und strukturell durch Stücklisten und Zeichnungen beschrieben werden, nur, dass diese in Klassifizierungssystemen soweit als möglich produktneutral beschrieben werden. Das heißt, dass diese Gegenstände auch Produkt- und auftragsneutral bereitgestellt werden. Ein solches System beruht auf der Induktion und Deduktion von Daten. Zuerst werden mittels Induktion Ergebnisse früherer Projekte und Aufträge in ein Klassifizierungssystem eingespeist, damit zu einem späteren Zeitpunkt neue Lösungen durch „Wieder finden“, „Kombinationen“ bzw. „Anpassungen“ der eingespeisten Ergebnisse relativ rasch entstehen können. Würde man jedem einzelnen Gegenstand andere Eigenschaften geben, würde dies zu einer unübersichtlichen und mehrdeutigen Ansammlung von zu vielen Eigenschaften führen. Der richtige Lösungsansatz für unsere Problemstellung ist, die Gegenstände in Gruppen größtmöglicher Ähnlichkeit zusammenzufassen, damit die Unterschiede

gering genug bleiben um diese entsprechend zu klassifizieren. Diese Klassifizierung und die Festlegung der Merkmale erfolgt durch sogenannte Ordnungssysteme.

2.3.1 Ordnungssystem

Durch festgelegte Ordnungsmerkmale sollen Daten aus einem „Wissensspeicher“ vom ungeordneten in den geordneten Zustand überführt werden. In der Praxis werden drei Systeme häufig verwendet.

Ahierarchische Systeme

Hierbei handelt es sich um unabhängig voneinander zusammengestellte Informationen. Die zu sortierenden Objekte werden beschreibenden Begriffen zugeteilt. Diese Systeme sind relativ einfach, haben aber sehr geringe Aussagekraft und Auflösung. Gängige Systeme dafür sind beispielsweise Schlagwortkataloge oder Fulltextretrieval.

Teilhierarchische Systeme

Der große Vorteil eines teilhierarchischen Systems ist die bedingte Verknüpfung von Ordnungsmerkmalen. Dies ergibt eine Grobgruppierung, wobei gewünschte Eigenschaften schon Gruppen systematisch zugeordnet sind. Somit erfolgt eine gute Eingrenzung des Objekts über gewählte Merkmale. Ein klassischer Vertreter dieser Systeme ist der Thesaurus, wie in Abbildung 11 dargestellt. Durch die Kombination der hierarchischen Darstellung und der alphabetischen Sammlung von fachbezogenen Begriffen, kommt man sehr übersichtlich und schnell zum gewünschten Ergebnis. Exakt diese Kombination wird als teilhierarchisch bezeichnet.

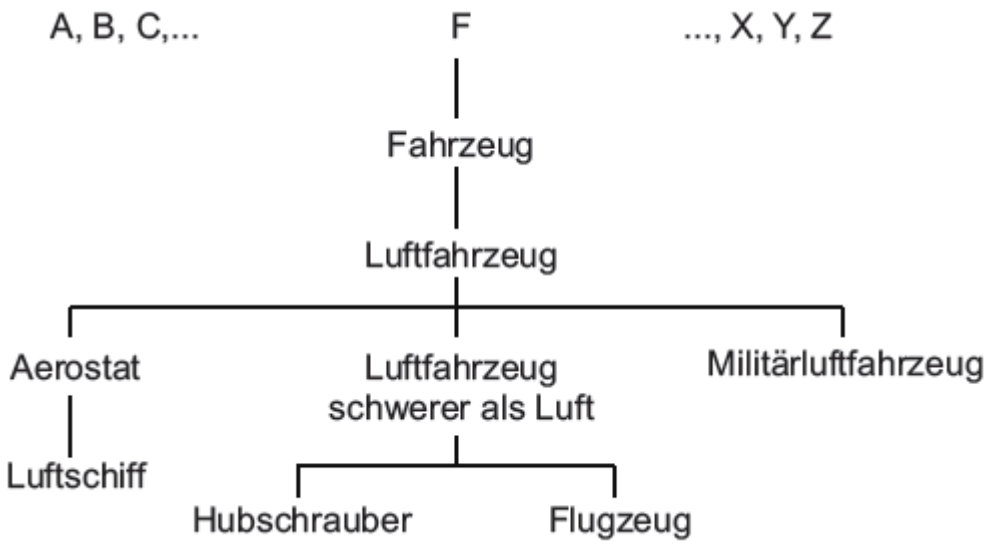


Abbildung 11: Beispiel eines Thesaurus [5]

Hierarchische Systeme

Diese Systeme folgen einer strengen Hierarchie von der nicht abgewichen wird. Diese Hierarchie kann durch Baum- oder Netzstrukturen gekennzeichnet sein. Die gebräuchlichste Art solcher Systeme ist das Nummernsystem. Hierbei sind alle Merkmale nach einer festgelegten Vorgabe codiert. Aufgrund der Stellenbegrenzung der Verschlüsselung gibt die Darstellung nur eine grobe Übersicht der Merkmale, dafür ist diese kurz und überschaubar. In Abbildung 12 wird das Grundgerüst eines Nummernsystems dargestellt.

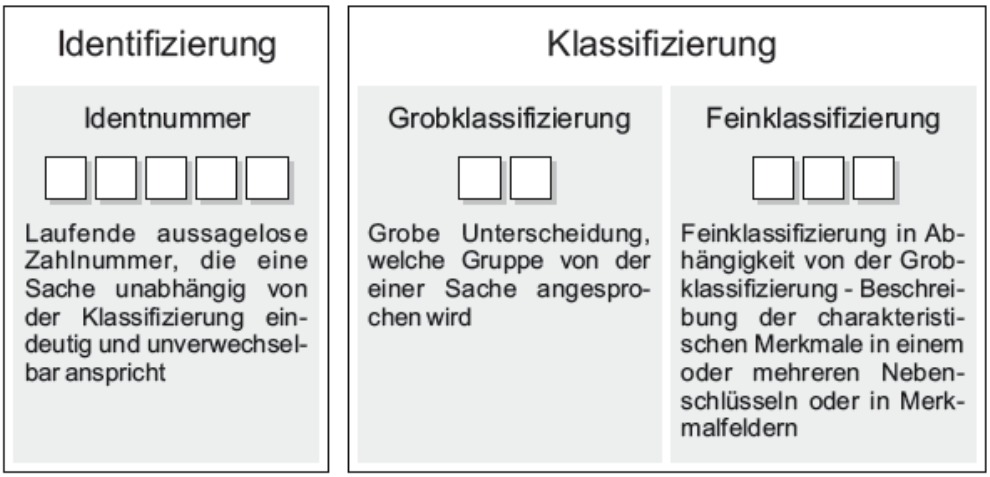


Abbildung 12: Gerüst eines Nummernsystems

2.3.2 Sachmerkmalleisten

Sachmerkmalleisten haben eine besondere Bedeutung unter den Ordnungssystemen, da Sie alle vorherig vorgestellten Systeme im Positiven vereinen. Grundsätzlich

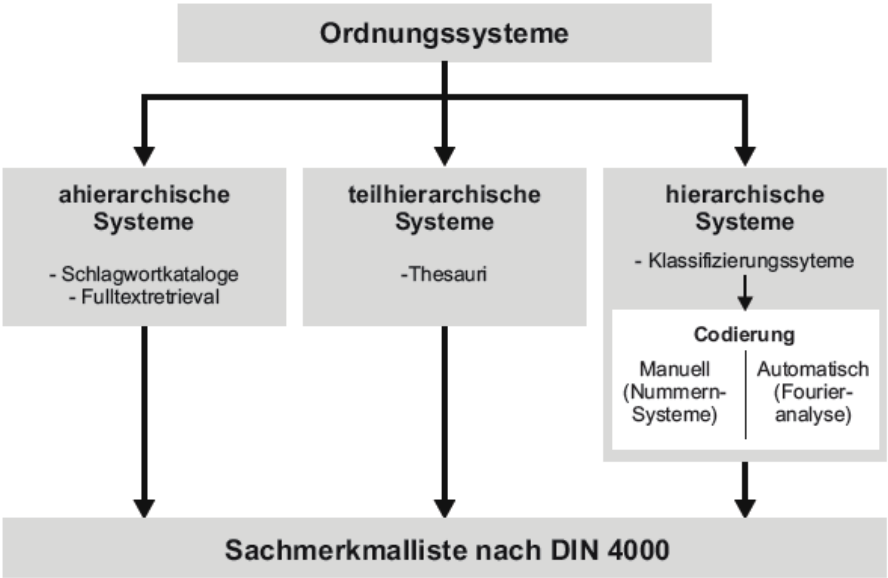


Abbildung 13: Beispiel von Ordnungssystemen [5]

arbeitet das System der Sachmerkmalleisten so, dass Gruppen größtmöglicher

Ähnlichkeit zusammengefasst werden, und die Merkmale der geordneten Objekte verschlüsselt oder unverschlüsselt tabellarisch erfasst werden. Die Kombination ergibt sich dadurch, dass jede einzelne Sachmerkmalleiste ahierarchisch und mengenorientiert vorliegen kann, aber die Sachmerkmalleisten als Gruppe teilhierarchisch oder hierarchisch geordnet sein können. Abbildung 13 soll dies besser verdeutlichen. Die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den einzelnen Objekten in einer Sachmerkmalleiste sind die Grundlage dieses Klassifizierungssystems. Diese Clusterbildung stellt sich in der Praxis als die schwierigste Aufgabe bei der Implementierung einer Sachmerkmalleiste dar. Daher entstand das System der Sachmerkmale nach DIN 4000. Aufgrund der folgenden Vorteile, hat sich dieses System auch weitverbreitet durchgesetzt.

- Es ist ein allgemeines Klassifizierungssystem
- Es weist die Vorteile eines Parallelnummernsystems auf
- Durch die Einteilung in Gegenstandsgruppen mit beschreibenden Sachmerkmalen unterstützt es Grob- sowie Feinklassifizierung

Die Sachmerkmale unterliegen selbst keiner hierarchischen Ordnung. Daher kann nach Artikel in beliebiger Kombination gesucht werden. Als Nachteil der Sachmerkmalleiste erweisen sich die einstufige Gliederung und der Aspekt, dass der Zugriff auf die Sachmerkmalleiste über die Benennung erfolgt. In Abbildung 14 ist der Aufbau einer Sachmerkmalleiste dargestellt [5].

Grobklassifizierung	Identifizierung und Feinklassifizierung									
Gegenstandsgruppe	Sachmerkmal-Leiste WN 4000 - ...									
	Kennbuchstabe		A	B	C	D	E	F	G	H
- Klassifizierung - Benennung - Norm-Nummer	Sachmerkmal Benennung	Sach-nummer	Bezeichnung	Fräserdurchmesser	Fräsertyp	Anzahl der Schneiden	Schneidrichtung	Befestigung der WSP	Einstellwinkel	Grundform der WSP
	Referenz-Hinw.									
	Einheit			mm		Grad				

Abbildung 14: Aufbau Sachmerkmalleiste nach DIN 4000 [5]

Abschließend ist zur Klassifizierung noch zu sagen, dass das Artikelspektrum das zu klassifizieren ist, sehr durchdacht abgegrenzt werden muss. Hierbei entsteht nun der direkte Zusammenhang zwischen Produktstrukturierung, Produktkonfiguration, Variantenmanagement und Produktklassifizierung. Um eine saubere und funktionierende Produktklassifizierung zu gewährleisten, müssen beginnend bei der Produktstrukturierung alle Schritte gut durchdacht und zielorientiert ausgeführt

werden. Werden beispielsweise im Variantenmanagement die Variationen ohne durchdachten Hintergrund ausgewählt, wird die Ausarbeitung der Sachmerkmalleisten nahezu unmöglich, damit diese auch sinnvoll genutzt werden können. Dies resultiert daraus, dass die Klassifizierung durch Sachmerkmalleisten nur eine Hilfe darstellt, um die Produktvarianten einzugrenzen und zugänglich zu machen. Wie weit bei der Abgrenzung in den Artikelstamm klassifiziert wird, ist auch ein wichtiges und gleichzeitig schwieriges Thema. Natürlich wäre eine Klassifizierung jedes Artikels lobenswert, doch auf keinen Fall praxisgerecht. Treibt man die Klassifizierung zu sehr ins Detail, steigt die Pflege, Erfassung und Codierung so drastisch an, dass der Aufwand größer ist, als der Nutzen.

3 Praktische Umsetzung der Problemstellung

Auf Basis der vorher erwähnten theoretischen Grundlage, wurde ein Gesamtkonzept entwickelt, um die Problemstellung gezielt und im richtigen Umfang zu lösen. Nach einer intensiven Einschulung, in die im Unternehmen verwendeten Systeme und nach Rücksprache mit allen betroffenen Abteilungsleitern konnte ein Ist Stand bezüglich Produktklassifizierung und Produktkonfiguration erhoben werden.

3.1.1 Derzeitiger Stand bezüglich Produktkonfiguration und Produktklassifizierung

In der Firma Benninghoven hat es im Laufe der letzten Jahre einige Versuche gegeben, das Produktportfolio zu strukturieren bzw. eine Art von Sachmerkmalleisten einzuführen. Da sich leider keiner dieser Versuche durchgesetzt hat, ist eine abteilungsübergreifende Struktur in der Firma Benninghoven nicht vorhanden. In den einzelnen Abteilungen wird versucht, ansatzweise Variantenmanagement zu betreiben und mittels Variantenbäumen in Tabellenform eine Arbeitserleichterung zu schaffen. Da diese Arbeitserleichterung meist nur für die jeweilige Abteilung bzw. für den jeweiligen Konstrukteur oder Mitarbeiter hilfreich ist, ist diese Art von Klassifizierung und Konfiguration aus Sicht des gesamten Unternehmens eher kontraproduktiv und führt auf keinen Fall zu dem Ergebnis das eine abteilungsübergreifende, teils unabhängige Produktkonfiguration mit sich bringen würde. Der erste Schritt um am Ende die Aufgabenstellung sauber zu erfüllen, besteht darin, das Produktportfolio der Firma Benninghoven sauber zu strukturieren.

3.2 Produktstrukturierung

Um eine Prozess- und Produktstandardisierung der Firma Benninghoven durchzuführen, wurde die Beratungsfirma Schuh & Co der Tu Aachen beauftragt. Da diese Neustrukturierung der Beratungsfirma bis ins kleinste Detail durchgeführt wird und auf Marktanalysen, Prognosen und weiteren komplexen Faktoren beruht, war zum Zeitpunkt des Starts dieser Arbeit noch keine grobe Produktstruktur vorhanden. Nach Absprache mit der Beratungsfirma über die folgende Vorgehensweise, wurde beschlossen, die Produktstruktur der ersten Ebene im Zuge dieser Arbeit durchzuführen und wenn nötig, im Nachhinein anzupassen. Wie schon in den theoretischen Grundlagen erwähnt, wird eine modulare Produktstruktur nach dem Baukastensystem aufgebaut, da dies in Hinsicht auf das Klassifizierungssystem am Sinnvollsten ist. Natürlich kann es vorkommen, dass die hier erstellte Produktstruktur nicht vollständig ist, da zur Lösung der Aufgabenstellung nicht alle Komponenten in jeder Ebene für die später folgende Klassifizierung relevant sind.

3.2.1 Vorgehensweise

Zuerst wurde im Zuge der Produktstrukturierung der Beratungsfirma, eine Zusammenfassung erstellt, die alle Projekte der letzten 3 Jahre beinhaltet. Alle Projekte wurden nach Preis, Anlagentyp und Erfassungsdatum sortiert. Nun war es notwendig aus diesen individuell nach Kundenwunsch zusammengestellten Projekten, Produktfamilien, Produktkomponenten, Baugruppen und Einzelteile zu finden, die später mittels Variantenmanagement in ein Klassifizierungssystem implementiert werden können. Um die Übersicht zu bewahren werden ab diesem Zeitpunkt Produktfamilien, Produktkomponenten, Baugruppen und Einzelteile die in der Struktur vorkommen, in diesem Kapitel als Artikel bezeichnet. Es ist darauf zu achten, dass nur Artikel in verschiedenen Varianten gefunden werden, da die restlichen für eine Klassifizierung nicht zu behandeln sind, um eine Überstrukturierung zu vermeiden. Um nun diese Struktur aus den Projekten der letzten 3 Jahre zu erkennen, wurde ein Tool entwickelt, das eine Projektfilterung vornimmt und die Bestimmung der Strukturmodule wesentlich erleichtert.

3.2.2 Funktionsweise und Beschreibung der selbstentwickelten Software zur Filterung der Struktur

In diesem Abschnitt wird kurz auf das selbstentwickelte Software-Tool eingegangen und die Funktionsweise beschrieben. Ziel dieses Tools ist, ein Ergebnis zu liefern, das eine Arbeitserleichterung bei der Filterung der einzelnen Artikel darstellt. Das Software-Tool wird in Excel ausgeführt und beruht auf einer Mischung aus Excel-Funktionen und Visual Basic Marko Elementen. Die grundsätzliche Funktion des Tools ist es, Stücklisten vergangener Projekte einzulesen, zu vergleichen und Artikel zu filtern, die in allen Stücklisten vorhanden sind. Weiters sollen in einer separaten Tabelle auch jene Artikel ausgegeben werden, die nicht in allen Stücklisten vorhanden sind. Das Software Tool besteht aus beliebig vielen Tabellenblättern zur Eingabe der verschiedenen Stücklisten, ein Tabellenblatt mit der Bezeichnung Projektkern und das Blatt für die weiteren Komponenten. Die gesamte Berechnung der Software wurde auf einem eigenen Blatt vorgesehen, ist gesperrt und wird nicht eingeblendet. Auf dieses Blatt wird im Laufe des Kapitels näher eingegangen. Auf Abbildung 15 sind alle Tabellenblätter abgebildet, wobei die Tabellenblätter zur Eingabe von Stücklisten vergangener Projekte hier der Übersicht halber, als Projekt eins bis fünf benannt sind. Die Abbildung zeigt eines dieser Projekttabellenblätter. Im Tabellenkopf befinden sich der Projektname, die Artikelnummer und der Anlagentyp. Dies dient nur der Zuordnung der Stückliste und geht nicht weiter in die Berechnung ein.

Die drei Spalten mit den Benennungen Ebene 1,2; Ebene 3,4 und Einzelteile sind direkt mit den Daten aus den Strukturstücklisten zu befüllen. Die verschiedenen

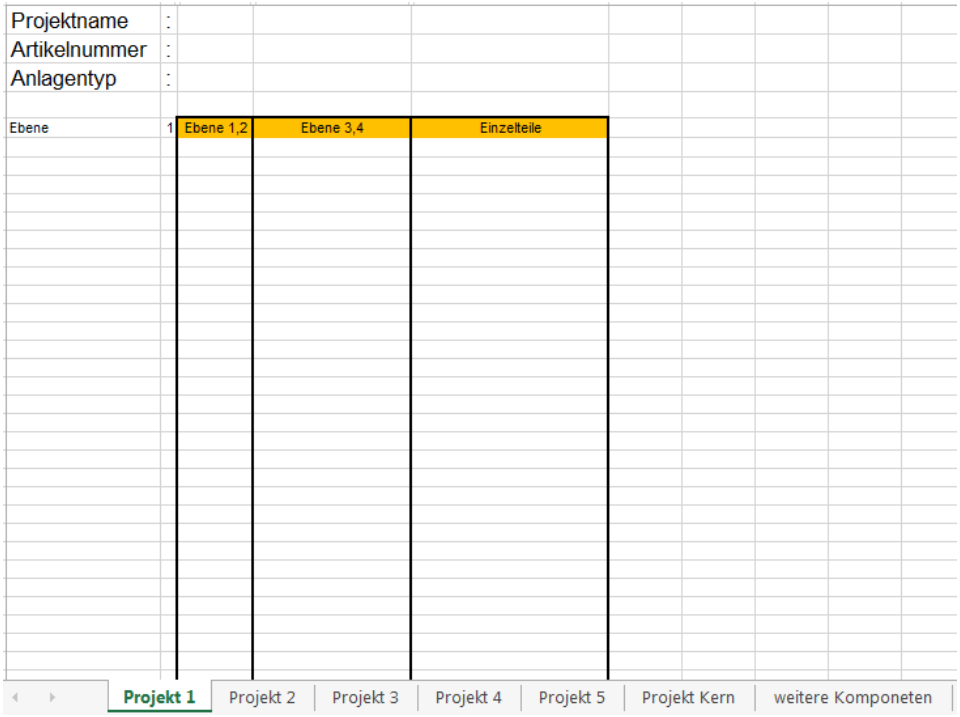


Tabelle 2: Übersicht Software - Tool

Ebenen sollen direkt aus der Strukturstückliste übernommen werden, wobei die letzte Ebene in der Stückliste immer als Einzelteilebene bezeichnet wird. Die eingegebenen Daten werden dynamisch in die Berechnungstabelle übertragen. In Abbildung 16 ist das Tabellenblatt Projekt Kern zu sehen. Nach Vergleich der im Vorfeld eingegebenen Daten der Stücklisten, werden alle Artikel die in jedem „Projekt“ Datenblatt, in der

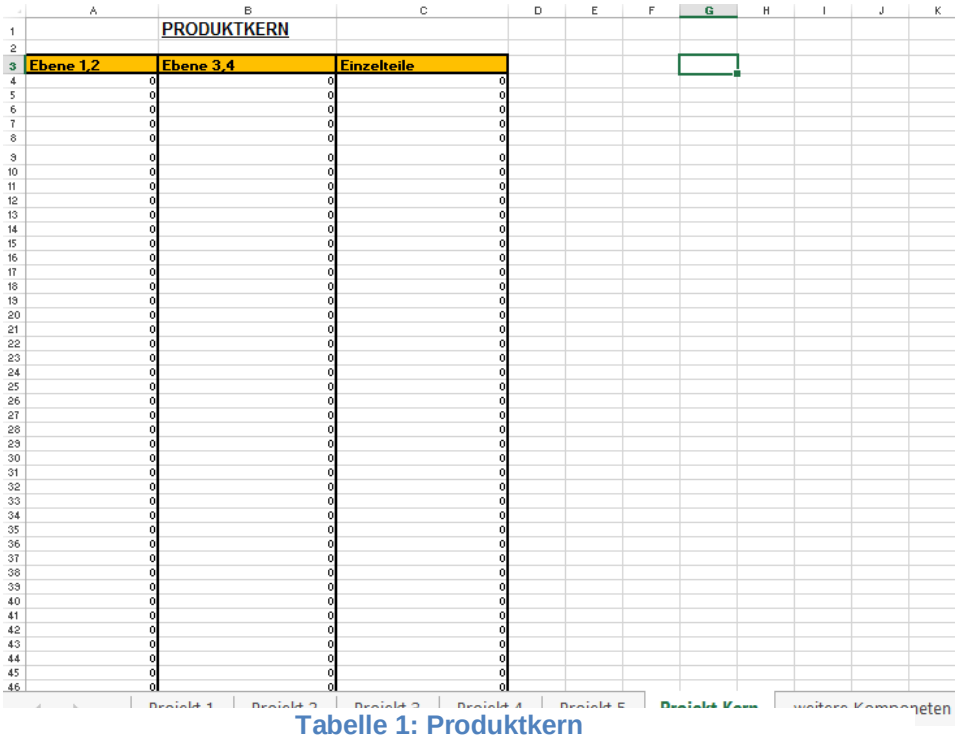


Tabelle 1: Produktkern

gleichen Ebene vorkommen, in diesem Tabellenblatt in der richtigen Spalte abgebildet. Auch hier werden die berechneten Daten dynamisch vom Berechnungstabellenblatt übertragen. Das Tabellenblatt „weitere Komponenten“ ist gleich aufgebaut wie das „Produktkern“ Blatt, lediglich die ausgegebenen Daten haben eine andere Bedeutung. Bei den Artikeln die hier ausgegeben werden, handelt es sich um jene, die nicht in allen „Projekt“ Datenblättern in den jeweiligen Ebenen vorkommen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Artikel ein- oder mehrmals in den Stücklisten vorhanden sind.

Berechnung „Produktkern“

Da nun ausführlich die Funktion und die Benutzeroberfläche beschrieben wurden, wird hier etwas genauer auf die Funktionen der Berechnung eingegangen. Der erste Schritt der Berechnung beruht auf der dynamischen Datenübernahme der Stücklistenwerte

SUMME =ISTZAHL(VERGLEICH(A3;$B$3:$B$150;)+VERGLEICH(A3;$C$3:$C$150;)+VERGLEICH(A3;$D$3:$D$150)+VERGLEICH(A3;$E$3:$E$150))

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Ebene 1,2							
2	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Porjekt 4	Projekt 5			
3	Anbaukomponenten Granulatoranlag	4-Achs-Sattelanhänger-Fahrgestell (fi	Anbaukomponenten Granulatoranlag	Anbaukomponenten, Granulatoranla	Anbaukomponenten Granulatoranlag	=ISTZAHL(VE	20	Abspannung Magnetabscheider
4	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=9	Anbaukomponenten 2, Granulatoran	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=9	Förderband, AA=13650, GB=650, GG	Auslaufschurre BZG1200	FALSCH	25	Behältermittelteil
5	Förderband Modifizierung	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=9	Keilriemen SPB LW 1800mm	Halter Anbindung BRG2000	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=9	FALSCH	26	Behälteroberteil, Recycling Granulator BZG 1200
6	Hydraulikaggregat 11 kW/ Q=28 ltr./	Einhausung Stromaggregat MBRG20	Recycling Granulator BRG2000, Belad	Keilriemen SPB LW 2120mm	Konsole Abstützung Siebmaschine	FALSCH	32	Eindüsung Granulatorwellen
7	RC-Steigeband, AA=16700, GB=800,	Erhöhung Beladeseite	Recycling Granulator Typ BZG1200	Montagematerial Granulatoranlage	Recycling Granulator BRG 1300, Bela	FALSCH	33	Fangblech für Überkorn
8	Recycling Granulator BRG2000, Belad	Geschwindigkeitssensor Milltronics T	Reversierband AA=4600, GB=650, GG	Recycling Granulator BRG2000, Belad	Siebabzugsband 2, AA=8550, GB=65	FALSCH	36	Gegenhalter Spannvorrichtung
9	Ringelevator kplt.	Hydraulik MBRG2000-2	Siebabzugsband1 AA=10500, GB=65	Siebabzugsband, AA=7550, GB=650,	Siebbeschickungsband, AA=13000, G	FALSCH	40	Granulatoreinheit BRG2000, Beladeseite rechts
10	Siebmaschine Typ BS-1-1500-5300-1	Hydrauliköl Tellus 46 Kanne à 20 ltr.	Siebbeschickungsband AA=16000, GB	Siebbeschickungsband, AA=18100, G	Siebmaschine Typ BS-1-1500-4300-2	FALSCH	41	Granulatortrommel kplt.
11	Stahlunterkonstruktion BZG1200	Leimholz 12/28	Siebmaschine Typ BS-1-1500-4300-2	Siebmaschine BS-1-1500-5300-2	Stahlunterkonstruktion Ringelevator	FALSCH	42	Grundplatte für An- und Abtriebsrolle
12	Stahlunterkonstruktion Ringelevator	Messumformer für Bandwaage § Elek	Stahlunterkonstruktion BZG1200	Stahlunterkonstruktion BZG1200	Stahlunterkonstruktion Siebmaschin	FALSCH	45	Grundrahmen Ringelevator
13	Stahlunterkonstruktion Siebmaschin	Montagezubehör Granulatoranlage	Stahlunterkonstruktion Siebmaschin	Stahlunterkonstruktion Siebmaschin	Treppen, Bühnen, Geländer Granulat	FALSCH	51	Kupplung für Antrieb Ringelevator
14	Treppen, Bühnen, Geländer Granulat	Recycling Granulator Typ BZG1200	Treppen, Bühnen, Geländer Granulat	Steigeband, AA=6350, GB=650, GG, .	Überbandmagnetscheider UMP 60 8	FALSCH	52	Kupplung N-EUPEX A 480
15	1 Satz Befestigungswinkel Siebauflag	Siebabzugsband1, AA=7680, GB=900	Abdeckbleche BZG1200	Treppen, Bühnen, Geländer Granulat	Abdeckbleche BZG1200	FALSCH	54	Lagerung 24er kpl. f. Siebmaschine

Abbildung 15: Berechnungsblatt

aus dem „Projekt“ Tabellenblätter. In Abbildung 15 sieht man einen Ausschnitt der Berechnung für die Artikel des Projektkerns der Ebene 1,2. In den Spalten A – E sind jeweils die Stücklistendaten der Tabellenblätter übertragen Die Berechnung wird hier nur anhand der Ebene 1,2 erklärt, da alle weiteren Ebenen exakt nach dem gleichen Schema funktionieren. In diesem Beispiel sind lediglich fünf Projektstücklisten angegeben. Wie man in der Aufschlüsselung der Berechnung sehen wird, ist die Anzahl der Projekte die ausgewertet werden können, unbeschränkt. Die Auswertung des Produktkerns funktioniert mittels dreier Funktionen, die jeweils in den Spalten F, G und H ausgewertet werden. Die Funktion der Spalte F vergleicht jeweils einen Eintrag aus Projekt 1, mit allen Einträgen der anderen Projekte. Abhängig ob der Eintrag in allen anderen Projekten vorkommt oder auch nicht, wird der Wert „wahr“ oder „falsch“ ausgegeben. Die Formel dafür setzt sich aus einer ISTZAHL Funktion und einer Addition von Vergleichsfunktionen zusammen. Wobei es sich um eine kombinierte Funktion handelt, die in allen nachfolgenden Zeilen auch angewendet wird.

Die Formel für das Beispiel aus Abbildung 15 setzt sich schematisch folgendermaßen zusammen:

$$\begin{aligned} = ISTZAHL(&VERGLEICH(Suchkriterium; Suchmatrix; Vergleichswert) \\ &+ VERGLEICH(A3; \$C\$3{:}\$C\$150;) \\ &+ VERGLEICH(A3; \$D\$3{:}\$D\$150) \\ &+ VERGLEICH(A3; \$E\$3{:}\$E\$150)) \end{aligned} \tag{1}$$

Die Vergleichsfunktion vergleicht Werte verschiedener Spalten und gibt anschließend die Position gleicher Werte als Zahl an. In diesem Beispiel vergleicht die Funktion jeweils einen Wert des Projekts 1 Spalte A, mit allen Werten aus beispielsweise der Projektspalte B. Da im Beispiel mit 5 Projekten gearbeitet wird, bringt dies eine Addition der Vergleichsfunktionen mit sich. Ist nun ein Wert in allen Projekten Spalten enthalten, wird bei jeder Vergleichsfunktion eine Zahl ausgegeben. Daraus ergibt sich in Summe wieder eine Zahl. Hier kommt nun die ISTZAHL Funktion zum Einsatz, da diese als Prüfbedingung eine Zahl benötigt. Gibt eine Vergleichsfunktion keine Zahl aus, bedeutet das, dass der Wert in der ISTZAHL Funktion kein Zahlenwert ist und somit der Wert „falsch“ ausgegeben wird.

Die zweite Funktion gibt die genaue Position des identen Artikels an, dass sich in allen vier Projekttabellen befindet. Hierzu wird wieder eine VERGLEICHS Funktion und eine INDEX Funktion verwendet. In Abbildung 16 sieht man, dass sich die Berechnung nur

=VERGLEICH(WAHR;$F$150:INDEX(F:F;G2+1);)+G2

D	E	F	G	H
Porjekt 4	**Projekt 5**			
Anbaukomponenten, Granulatoranla	Anbaukomponenten Granulatoranla	FALSCH	=VERGLEICH(	Abdeckbleche BZG1200
Förderband, AA=13650, GB=650, GG,	Auslaufschurre BZG1200	FALSCH	20	Abspannung Magnetabscheider
Halter Anbindung BRG2000	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=90	FALSCH	25	Behältermittelteil
Keilriemen SPB LW 2120mm	Konsole Abstützung Siebmaschine	FALSCH	26	Behälteroberteil, Recycling Granulator BZG 1200
Montagematerial Granulatoranlage	Recycling Granulator BRG 1300, Belad	FALSCH	32	Eindüsung Granulatorwellen
Recycling Granulator BRG2000, Belad	Siebabzugsband 2, AA=8550, GB=650	FALSCH	33	Fangblech für Überkorn
Siebabzugsband, AA=7550, GB=650, G	Siebbeschickungsband, AA=13000, G	FALSCH	41	Granulatortrommel kplt.

Abbildung 16: 2.Berechnungsschritt Projektkern

mehr aus der vorher berechneten Spalte F und der Spalte G zusammensetzt. Das heißt für diesen Berechnungsschritt sind die Daten aus den Strukturstücklisten die in den Projekttabellenblättern eingegeben wurden nicht erforderlich, da es sich um einen reinen Zwischenberechnungsschritt handelt um dann im letzten Schritt endgültig auf das gewünschte Ergebnis zu kommen.

Die schematische Formel für diese Berechnung setzt sich wiederum wie folgt zusammen.

$$= VERGLEICH(WAHR; \$F\$150: INDEX(F: F; G2 + 1);) + G2 \quad (2)$$

Die Vergleichsfunktion vergleicht hier, ob im angegeben Bereich ein „wahr“ vorhanden ist und gibt die Position anhand der Zeilennummer aus. Der angegebene Bereich wird begrenzt durch das letzte Feld der Spalte F und einer Indexfunktion. Die Indexfunktion gibt einen Wert oder dessen Bezug zurück. In diesem Fall ist die Funktion dafür verantwortlich, den Bereich dynamisch mit jedem Sprung in die nächste Zeile einzuschränken. Da durch diese Funktion der zu durchsuchende Bereich immer kleiner wird, muss zum Ergebnis der Vergleichsfunktion immer der Wert des letzten Treffers dazu addiert werden, da ansonsten die fortlaufende und nicht die wahre Position angezeigt werden würde.

Im letzten Schritt wird nur mehr eine kurze Indexfunktion verwendet. Diese Funktion stellt den Zusammenhang zwischen der im vorherigen Schritt erhaltenen Positionsnummer und der dazugehörigen Artikelbezeichnung her. Die dazugehörige Formel setzt sich wie folgt zusammen:

$$= INDEX(A: A; G3) \quad (3)$$

Hierbei wird anhand der Zellennummer, die aus dem vorigen Schritt in der Spalte G ausgeben wird, die dazugehörige Bezeichnung aus der Projekttabelle 1 Spalte A ausgeben. Damit wird ein Artikel angezeigt, der in allen Projekttabellen vorhanden ist. Die Module werden fortlaufend ohne mehrfach vorzukommen in der Spalte H angezeigt. Von der Spalte H werden diese Werte dynamisch in das Tabellenblatt „Produktkern“ in der richtigen Ebene übertragen und angezeigt.

Berechnung „weitere Komponenten“

Die Berechnung weiterer Komponenten stellt von der Berechnungsart eine völlig andere Aufgabe als die des Produktkerns. Der Umfang der weiteren Komponenten umfasst alle Artikel, aller Projekttabellenblätter ohne den Artikel des Produktkerns. Weiters sollen auch keine gleichen Artikel mehrfach angezeigt werden, sondern jeweils nur einmal. In Abbildung 17 ist die Berechnungsoberfläche der weiteren Komponenten der Ebenen 1, 2 zu sehen. In der Spalte AG sind alle Artikel aus allen Produkttabellenblättern der Ebene 1, 2 dynamisch erfasst. Der schon berechnete Produktkern wird in der Spalte AH dynamisch übernommen. In den Spalten AJ und AI

wird die Auswertung ausgeführt, wobei AI nur zur Berechnung des Zwischenschritts dient. In AJ werden dann alle „weiteren Komponenten“ angezeigt. Die Berechnung

=WENN(ODER(AG3="";ZÄHLENWENN(AH:AH;AG3)>0;ZÄHLENWENN(AG$2:AG2;AG3)>0);"";MAX(AI$2:AI2)+1)

AG	AH	AI	AJ
Ebene 1,2			
Anbaukomponenten Granulatoranlage	Abdeckbleche BZG1200	1	Anbaukomponenten Granulatoranlage
Brecherabzugsband, AA=3150, GB=900, 4,0	Abspannung Magnetabscheider	=WEN	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=900, 4,0kW
Förderband Modifizierung	Behältermittelteil	3	Förderband Modifizierung
Hydraulikaggregat 11 kW/ Q=28 ltr./min	Behälteroberteil, Recycling Granulator BZG 1200	4	Hydraulikaggregat 11 kW/ Q=28 ltr./min
RC-Steigeband, AA=16700, GB=800, GG, ...t	Eindüsung Granulatorwellen	5	RC-Steigeband, AA=16700, GB=800, GG, ...t/h, 7,5kW, IE2
Recycling Granulator BRG2000, Beladeseite	Fangblech für Überkorn	6	Recycling Granulator BRG2000, Beladeseite rechts
Ringelevator kplt.	Granulatortrommel kplt.	7	Ringelevator kplt.
Siebmaschine Typ BS-1-1500-5300-1	Lagerung 24er kpl. f. Siebmaschine	8	Siebmaschine Typ BS-1-1500-5300-1
Stahlunterkonstruktion BZG1200	Spannvorrichtung	9	Stahlunterkonstruktion BZG1200
Stahlunterkonstruktion Ringelevator	V-Ring V100S	10	Stahlunterkonstruktion Ringelevator

Abbildung 17: weitere Komponenten

besteht aus 2 Schritten, die wiederum jeweils aus mehreren Funktionen bestehen. Die Berechnung in der Spalte AI dient als reiner Zwischenberechnungsschritt und setzt sich ausfolgender Formel zusammen:

$$= WENN(ODER(AG3 =; ZÄHLENWENN(AH{:}AH; AG3) > 0; ZÄHLENWENN(AG\$2{:}AG2; AG3) > 0);; MAX(AI\$2{:}AI2) + 1) \tag{4}$$

Diese Formel löst im Prinzip die gesamte Aufgabenstellung. Sie filtert aus allen Daten jene Artikel, die nicht im Produktkern enthalten sind und gibt auch keine Werte mehrfach aus. Das Ergebnis wird hier jedoch noch als Zahl dargestellt. Die Formel besteht aus einer WENN Funktion, wobei die Prüfung eine ODER Funktion darstellt. Geprüft wird, ob die betrachtete Zelle leer ist, ob eine Zelle des Produktkerns gleich der betrachteten Zelle ist und ob die Zelle in den schon behandelten vorherigen Zellen der Spalte AG enthalten war. Die letzten beiden Prüfvorschriften werden mittels ZÄHLENWENN Funktion aufgelöst. Sollte eine dieser ODER Bedingungen eintreten, dann wird die Zelle in der Spalte AI leer gelassen. Ansonsten wird mit einer MAX Funktion der größte Wert der Spalte AI gefiltert, um einen Zähler erhöht und ausgegeben. Somit findet eine fortlaufende Nummerierung statt. Der zweite Schritt der Berechnung befasst sich mit der Ausgabe der Bezeichnung des Moduls. Die Formel dafür setzt sich wie folgt zusammen:

$$= WENN(ZEILE(AG3) - 1 > MAX(AI{:}AI);; INDEX(AG{:}AG; VERGLEICH(ZEILE(AG3) - 1; AI{:}AI; 0))) \tag{5}$$

Auch diese Berechnung besteht im Grundgerüst aus einer WENN Funktion. Die Prüfung der Funktion untersucht, ob die Position der aktuellen Zeile kleiner als der Maximalwert der berechneten Werte der Spalte AI ist. Ist dies der Fall, bleibt die Zelle leer und die Ausgabe der weiteren Komponenten ist vollständig und beendet. Ist die Zahl jedoch kleiner, wird mit einer INDEX Funktion weitergearbeitet. Hierbei wird die Zahl aus Spalte AI mit der Zeilennummer der Spalte AG verknüpft und daher die richtige Benennung ausgegeben. Um eine lückenlose Aufzählung der weiteren Komponenten zu gewährleisten, wurde eine VERGLEICHS Funktion eingebaut. Schlussendlich werden nun in der Spalte AJ die gewünschten Artikel lückenlos aufgelistet und werden dynamisch in das „weitere Komponenten“ Tabellenblatt übergeben.

Wie schon bei der Berechnung des Produktkerns, ist die Funktionsweise der Berechnung der weiteren Ebenen ident. Zur besseren Übersicht ist das oben behandelte Beispiel im Software Tool auf CD auf der Innenseite des Buchrückens enthalten.

3.2.3 Bestimmung der Modulgruppen der 1. Ebene der Produktstruktur

Um den richtigen Ansatz beim modularen Aufbau der Baukastenstruktur hinsichtlich der Problemstellung zu finden, ist eine hierarchische Baumstruktur der einzelnen Module in mehreren Ebenen zielführend. Dies ist auch deswegen sinnvoll, da die Strukturstücklisten der Firma Benninghoven nach diesem Schema aufgebaut sind und eine Anlehnung an die jetzige Struktur sinnvoll ist. Es soll zwar eine verbesserte Struktur entwickelt werden, jedoch bringt eine Anlehnung den Vorteil, dass bei der Übernahme der neuen Struktur alte Muster, wenn auch nur in sehr kleinen Umfang, erkannt werden, sich dadurch die Einarbeitungszeiten und die Angst vor Neuem verringern, dies aber gleichzeitig als Motivator aufgefasst wird. Die erste Ebene umfasst alle Hauptmodule einer Asphaltmischanlage. Da diese Aufteilung als Grundstein für die weitere Vorgangsweise dient, wurde die erste Ebene der Produktstruktur gemeinsam und abteilungsübergreifend bearbeitet. Nach mehreren Zusammentreffen der Abteilungen Konstruktion, technisches Büro, Arbeitsvorbereitung, Vertrieb, Geschäftsleitung und Organisation, sowie den Beratern der Firma Schuh & Co wurde unter allen Aspekten aller Abteilungen die erste Ebene der Modulstruktur der Firma Benninghoven beschlossen. Hierbei handelt es sich um 11 Module die eine gesamte Asphaltmischanlage komplimentieren und zwei weitere Module von Produkten, die ebenfalls von der Firma Benninghoven gebaut werden. Im Anhang befindet sich die Baumstruktur der ersten Ebene.

Grundsätzlich handelt es sich um folgende Module

- Vordosierung
- Trockentrommel
- Brenner
- Filterentstaubung
- Mischgut-Verladesilo
- Füllerversorgung
- RC-Klatzugabe
- RC-Anlage
- Granulatzugabe
- Mischturm
- Kocher
- Granulator

Wobei es sich bei den Modulen Kocher und Granulator um jene beiden Module handelt, die nicht Teil einer Asphaltmischanlage sind.

3.2.4 Vorgehensweise zur Bestimmung der Modulgruppen der untergeordneten Ebenen der Produktstruktur

Um am Ende zu einer brauchbaren Lösung der Problemstellung zu kommen, ist es notwendig, jedes Modul der ersten Ebene weiter aufzuspalten und zu modularisieren. Hierbei wird nun das selbstentwickelte Software-Tool benötigt. Damit wurde wie folgt, vorgegangen. Im ersten Schritt wurden zu jedem Modul Strukturstücklisten signifikanter Projekte ausgesucht und bis auf Einzelteilebene in das Tool eingepflegt. Nach Auswertung des Produktkerns und der weiteren Komponenten wurden beide in ein weiteres Tool, auf das noch näher eingegangen wird, überführt. Nach der Auswertung von 2 bis 3 Modulen, wurden diese im eigens dafür geschaffenen SML-Team durch besprochen und zugeteilt. Das SML-Team besteht aus Bereichsleitern der Organisation, der Arbeitsvorbereitung, der Konstruktion und des Verantwortlichen der CAD Systeme. Unter der Zuteilung der Modul Komponenten versteht man die Zusammenfassung der Baugruppen der höheren Ebenen, bis hin zu den Einzelteilen in verschiedenen Modulgruppen. Dies kann als noch keine Klassifizierung dargestellt werden, da hier in sehr grobem Umfang eingeteilt wurde. Das Hauptaugenmerk dieser Zuteilung liegt auf der Einteilung in interne und allgemeine Modulgruppen.

3.2.4.1 Einführung der Begriffe „Interne“ und „Allgemeine“ Modulgruppen

Bevor die Zuteilung der Komponenten durchgeführt wurde, mussten zuerst zwei Gruppen definiert werden. Diese zwei Gruppen bestehen beide aus vielen Untergruppen, unterscheiden sich in Ihren Eigenschaften jedoch grundlegend. Es handelt sich hierbei um die internen und allgemeinen Modulgruppen

3.2.4.1.1 **Interne Modulgruppen**

Interne Modulgruppen sind Gruppierungen von Komponenten, Baugruppen und Einzelteilen, die nur jeweils in einem Modul Verwendung finden. Meistens handelt es sich hierbei um eigenständige Komponenten eines Moduls, Sonderbaugruppen oder Spezialanfertigungen. Man könnte auch sagen, dass in allen Komponenten der internen Modulgruppen das meiste Know-how steckt und in der Eigenfertigung produziert wird. Zukaufteile sind nur in den aller seltensten Fällen den internen Modulgruppen zugewiesen, daraus resultiert auch die Namensgebung.

3.2.4.1.2 **Allgemeine Modulgruppen**

Die allgemeinen Modulgruppen beinhalten alle Komponenten, Baugruppen und Einzelteile, die modulübergreifend zum Einsatz kommen. Diese sind vorwiegend Zukaufteile und Elemente, die nicht aus der eigenen Fertigung kommen, sowie Halbzeuge und Betriebsmittel. Bei der Einteilung und Gruppierung der allgemeinen Modulgruppen, wurde natürlich auf die Sachgruppen der DIN 4000 geachtet um schon im Vorfeld eine gute Ausgangsposition für die nachstehende Klassifizierung zu schaffen.

3.2.4.2 Beschreibung des Analyse-Tools zur Einteilung in die jeweilige Modulgruppe

In diesem Kapitel wird kurz auf die Beschreibung des Tools zur Einteilung der Komponenten in die jeweiligen Modulgruppen eingegangen. Dieses Analyse Tool dient nur als Arbeitserleichterung und zur übersichtlicheren Arbeitsweise in den Meetings des SML Teams. In Tabelle 3 ist die Oberfläche des Analyse Tools zu sehen. Hier kann man gleich erkennen, dass die verschiedenen Ebenen bis zur letzten Ebene der Einzelteile in das Tool eingefügt wurden. Im Tabellenblattkopf ist der Modulname und um welche Art von Komponenten es sich handelt, gegeben. Die Spalte „##“ und „V“ sind nun für die Zuteilung der Komponenten verantwortlich. Bei der Spalte V handelt es sich um eine Vorschlags Spalte. Das heißt, dass im Vorfeld des Meetings hier Komponenten schon zugeteilt werden bzw. diese Komponenten während des Meetings ausgeblendet sind um den Arbeitsaufwand gering zu halten. In der „##“ Spalte wird nun die Zuteilung der Komponenten eingetragen, die im Team besprochen

Produktgruppe:	**RC-Anlage**	
Produktkern		
weitere Komponenten	X	

Ebene 1,2	##	V	Ebene 3,4	##	V	Einzelteile	##	V
Abluftrohrstutzen D=1100, RC-Absaughaube	Kanäle		Abdeckblech für Aufsatzkranz RC-Doseur	ha		Abstandshalter Heißgutabdeckband, Trommel RC Ø2800	halt	
Abstandsschelle § 1361 38 4 § M32 30-38mm	elektro		Abdeckung DEMV DN100, Erdgassicherheitsstrecke	su		Abdeckkappe, D=23, d=14,6, t=10	klap	
Abstützung Langzeitlagerung	st		Abdeckung für 1 Stellmotor RJ 2 FU "Z"	su		Abdeckung Stirnzahnrad, RJ/EJ "Z"	su	
Abstützung RC-Absaugleitung, NW710	st		Abdeckung für 2 Stellmotore	su		Abstützung für Stellmotor	st	
Abstützung RC-Absaugung	st		Abspannung Abzugsband / RC-Doseur	uk		Adapter 32-T	buchse	
Abstützung Schurre RC-Zugabe, Trog-Kopfteil	st		Absperrschieber DN80 VNC	Klap/Schieber				
Abstützung unten, RC-Absaugleitung NW1000	st		Abstandsschelle § 1361 38 4 § M32 30-38mm	elektro		Adapterstück, UV-Sonde (QRA2)	buchse	
Adapterblech Abstandsschelle	konsole	elektro/	Abstützung Erdgassicherheitsstrecke DN100	st				
Adapterplatte 300x180x15	plat		Abstützung für Halterung Induktivschalter, RJ/EJ 2 FU	st		Anschlag Trommelschoner Vk.15x50	TTT	
Adapterplatte t=15, Scherstab-Wägezelle Einbausatz MP59/98	konsole		Abstützung Schurre RC-Zugabe, Kopfteil	st				
Anschlussplatte M/P 19132 Form A G3/8"	plat		Ansauggitter Schalldämpfer EJ 3, 3x734x395 (oben)	git				
Anschlussstutzen RC-Zugabe	schurre	rohrleitf	Anschweißplatte SRS SP 1 A, APK-A 1	plat		Antriebsrad mit Hebel, Bedienseite rechts	brenner	
Axialluftdüse § PS 01/A AF3§	elektro	Düse	Auffangwanne mit Abdeckung, 2000l/h Fst. (-mitSF)	Behälter		Außenring Stauscheibe RJ 1+2 Öl (-G)	brenner	
Befestigung Flachovalheizkörper 800W	halt		~~Aufsatz auf Erdgasring RJ 1+2 Öl-G~~	s		Befestigung Montageklappe (Brennerkammer RJ)	halt	
Begehung Brennerbock	Bühne	oder SC	Aufsatzkranz für RC-Doseur 15 m² b=4500 h=4550	zuget		~~Befestigungskonsole für Isolierblech (Luft)~~	s	
~~Beheizung Auslaufkonus RC-Silo~~	s		Ausblasrohr KDS konisch	Kanäle/Absau		Befestigungslasche f. RC-Wurfblech	plat	
Bogen, RC-Absaugung, NW1000	kanäle		Axial-Vollkegeldüse 90°	düs		~~Befestigungsmaterial Trommelfüße RT~~	s	
Brenner Typ EJ 3 Öl-G (230V) L, ÖLR, IE2	Brenner		Befestigung Ultraschallsonde	halt		Befestigungssegment Isolierblech D=2800, Wolle 80mm	plat	
Buchse (kurz) für Messkanal, IR-Fühler PS11AF83 Cellatemp	Buchse		Befestigungsblech Flachovalheizkörper 800W	halt		Blech Kohlering, L=261, B=194, t=5 (Brennerkopf RJ 2 K "Z")	brenner	
Bühne RC-Absaughaube, 1627x620, verzinkt	Bühne		Befestigungskonsole Motorhalterung	kon		Blech Stellmotorplatte, L=140, B=60, t=8	brenner	
Bühne RC-Rahmen	Bühne		~~Blendenverschluss Ausführung rechts, gerade Zunge~~	s		Blockkugelhahn 1/2" Öl	Armaturen	
Bühne RC-Silo 2.BA	Bühne		Blindniete 6x10	ve		Bohrbuchse A6x10x16 (zylindrisch)	buchse	
Bühne RC-Trogschurre 2.BA	Bühne		Brennerfuß EJ 3 (FU) K-Öl "Z", G (-Öl) (-K)	Brenner		Brennerlanze 32-ABS	brenner	
Bühne RC-Waage 2.BA	Bühne		Brennerkammer RJ 2 G (RC), Abdeckflansch abgeflacht	Brenner		C-Profilschiene 35x35x2	ha	
Bühne und Gel. Ebene +24,630; 2.BA	Bühne		Brennerkammer RJ 3 Öl-G ("S"), Standard, MBA 3000	Brenner		Deckel für Vibrationsmotor-Schutz	deck	
Bühnen am RC - Rahmen mit Geländer	Bühne		Brennerkopf RJ 2 G, RJ 2 Ö (-G) ("S")	Brenner		Deckel Zündbrenner RJ 1-5	deck	
Bühnenübersicht RC	Montagez		Brennerkopf RJ 2 K "Z", Blende Ø605	Brenner		Dichtring A 5x9x1,0	dicht	
Deckel, RC-Waage, D=1730	deck		Coriolis Durchfluss-Messgerät LPGmass 8FE15, DN15 1/2"	elektro		Dichtungssatz TSN 220 G	dicht	
Dosiereinheit Fluxmittel, Pumpe MMG1849	Dosier/Fülleinheit S		Deckel für Vibrationsmotor-Schutz	deck				
Drehkolbengebläse GM 7 L Delta Blower G5, mit Schallhaube	Ventilatoren/Gebläs		Deckel RC-Trogschurre, außen	deck		Distanzrohr D=15, t=1,5, l=55,mit Überwurfmuttern+Schneidringen	Buchse	
Druckbehälter 100 l, 10 bar, kplt. vormontiert	behält		Deckel Schurre RC-Einlaufstirnwand	deck		Doppelverbinder DMO NW 25 L, GZ 06 SA 3C	ve	
Druckluftdüse 32-Y-80-5-8	düse					Drehteil für Öllleitung Stützbrenner, RJ K	brenner	
Drucklufteindüsung Schurre RC-Zugabe	SG Eindüsungen		Dichtsatz, Nr. 43416, für Öl-Wasser-Warngerät mit Sonde	dicht		Drosselventil NG6 G1/4 LIM DEBIT 4, 0821201011	Armatur	
Druckstäbe und Verbände RC-Anlage	Montagez		Diffusor, gerade, KDS 3, 4, 20 L	Dosier/Fülleinheit SG		Druckfeder d=2 / Dm=16 / Lo=70	ve	
Düsenplatte 32-MT-4.5 75	plat		Doppel-Elektro-Magnetventil (Baugruppe),DN100, 230V, R	Armaturen		Druckknopfhahn 1/2"	Armatur	
Ebene + 27,720, 2.BA	Montagez		Doppelhalter Induktivschalter, KDS	halt		Druckschalter 4-40bar, G1/4" 9002381957	elektro	
Ebene RC-Silo +18.700	Montagez		Doppelnäherungsinitiator el./induktiv 10-30V DC	elektro		Druckwächter § Luft, 0-10bar § DSB146F001	elektro	
Ebene RC-Waage +16.140	Montagez		Doppelnippel 3/8"	nippel		Düsenstange Ölrücklaufdüse, RJ 1-5	brenner	
Ebene Trogschurre +12.650	Montagez		Drallregler RJ 2	brenner		Eindüsung Erdgasring RJ 2 G (RC)	brenner	
Einbausatz verzinkt 46901	xo		Druckgesteuertes Ventil G 1/2", SK50-Ms., ES1	Armaturen			schnecken	
Eindüsung mit Pumpe 670l/h, Schurre RC-Zugabe	Eindüsungen		Druckregulierventil G 1", 6-25 bar, B-GHG-E-3-AX	Armaturen			schnecken	
Einhausung Schurre, RC-Silo 40t, Langzeitsilo	SG Einhaus	bühne?	Druckschalter § 0 bis 1,6bar § 20D, nach Atex und Zone 21	elektro		einst. T-Verschraubr. XVETO NW 08 HL, ET 10-PL	ve	
Einlaufstutzen Absaughaube, D=2200	Übergangs	bild	einst. L-Verschraubr. XVELO NW 25 HL	ve				
Einschieberohr DN250x200x1,5, 1xFestflansch	kanäle	bild	einst. T-Verschraubr. XVETO NW 25 HL, X-ET 28-PL	ve		Elektromotor 11kW, IE2, 1LE1001-1CA63-4AB4-Z, F90+H20+R20+R22	mo	
Einsteckwiderstandsthermometer d=6, EL=50mm, AL=2500mm	elektro		einst. Winkelverschr. XVEWO NW 25 HL	ve		~~Entlüftung Druckluftdüse~~	s	
Einzelteile Konus, Mantelbleche, RC-Silo 20t-25t	RC-SILO	ISG	Einsteckwiderstandsthermometer d=6, EL=50mm, AL=2500mm	elektro		Erdgasring RJ 3 G, D=496, d=420, 4xAusklinkung	brenner	

Tabelle 3: Analyse Tool

werden. Jede neue Modulgruppe wird mit einem Kürzel gekennzeichnet, das auch in

den beiden Spalten als Identifikation verwendet wird. Bereits definierte allgemeine Modulgruppen werden mit einer Farbe hinterlegt, in der die Zelle des Artikels nach Eintragung des Kürzels eingefärbt wird. Dass dieses Hilfsmittel nur für allgemeine Modulgruppen angewendet wird, resultiert daraus, dass diese modulübergreifend sind. Wird eine interne Sachgruppe in mehreren Modulen benötigt, wird diese einfach in die

	A	B	C
1	Armaturen	Bänder	Becherwerke/elevatoren
2	Wartungseinheit CKL-1/2-A		Gurt-Becherwerk 60t/h, Füller, AH=23,075m
3	Absperrventil DN20/PN16 Faltenbalg aus 1.4571	Steigeband	
4	Bitumendreiwegehahn DN80 PN16, elektrisch beheizt, T-Küken	Steige Einwurfband	
5	INAKTIV Probeentnahmehahn G/1", Typ: PBS 2	Förderband	
6	Kugelhahn 1/2"	Trommeleinwurfband	
7	Heizölfilter 212 2561 3/8"		
8	Entwässerungsventil		
9	VA-Kugelhahn R 1 1/2 " IG, DN40, PN64		
10	Motordurchgangventil mit Faltenbalg DN25 PN16		
11	pneum. Antriebe 090 0-90° SN150 DA mit 5/2 Wegeventil 24V		Ringelevator 12° Neigung, B=500, t=6mm
12	Vierspindel-Ausgleichs- und Absperrventil	Abzugsband, AA=2800, GB=1000, WK, 180 t/h, 3,0kW, IE2	Ringelevator kplt.
13	Park- /Löse-Sicherheitsventil 971 002 9120	Förderband, AA=9500, GB=1000, 360t/h, 11kW, IE2	
14		RC-Abzugs-/Steigeband, AA=18000, GB=800, GG, 150t/h, 7,5kW	
15		RC-Abzugsband, AA=5000, GB=800, GG, 100t/h, 4,0kW, IE2	
16	Ölzähler DN25 (Baugruppe) , für Pst. mit ÖLD	RC-Förderband, AA=9700, GB=650, GG, 220t/h, 7,5kW, BW, IE2	
17	Wasserabscheider 1/2" 650 C/K-A 1/2"	RC-Sammel-/Steigeband, AA=18000, GB=800, GG, 130t/h, 5,5kW, IE2	
18	INAKTIV Einschraubdrossel G 3/8 T20C3800F	Steigeband, AA=19600mm, GB=650mm, GG, 100t/h, 7,5kW, BW, IE2	
19	Doppel-Elektro-Magnetventil (Baugruppe),DN100, 230V, R	Abdeckblende Seite Wiegeband	
20	Druckgesteuertes Ventil G 1/2", SK50-Ms., ES1	Klemmblech für Mulden-Abzugsband	
21	Druckregulierventil G 1", 6-25 bar, B-GHG-E-3-AX		
22	Fußventil 3/4"		
23	Magnetventil SV 04 3/8" 50040189		
24	Manometer G1/4", 0-60 bar, unten, mit Glycerin		
25	Ringkolbenölzähler VZO 25, mit Reed-Impulsgeber		
26	Blockkugelhahn 1/2" Öl	Brecherabzugsband, AA=3150, GB=900, GG, 200t/h, 3,0kW, IE2	
27	Drosselventil NG6 G1/4 LIM DEBIT 4, 0821201011	Förderband Modifizierung	
28	Druckknopfhahn 1/2"	Förderband, AA=13650, GB=650, GG, ...t/h, 5,5kW, IE2	
29	Filterdruckminderer 1/4" ohne autom. Entleerung	Führungsleiste Brecherabzugsband	
30	Metall-Filtertasse, 2126754, Druckbetrieb PN16	RC-Steigeband, AA=16700, GB=800, GG, ...t/h, 7,5kW, IE2	
31	Mikronebelöler 1/2" (Frostschutzbehälter)	Reversierband AA=4600, GB=650, GG, 160t/h, 5,5kW, IE2	
32	Rückschlagventil 3/4" RJ 3 + 4 - B2-4	Siebabzugsband1, AA=7680, GB=900, AL=7,5kW	
33	Schauglas	Siebbeschickungsband, AA=18100, GB=800, GG, ...t/h, 7,5kW, IE2	
34	Schauglas kompl., Brennerkammer	Steigeband, AA=6350, GB=650, GG, ...t/h, 5,5kW, IE2	
35	Sicherheitsventil Nr.618, G 1/2"	Tragrollenstation GB650, 30° Muldung	
36	Kugelrückschlagventil mit Filter	Überbandmagnetscheider UMP 60 80 T / 1,5kW	
37	Motordurchgangventil mit Faltenbalg DN25 PN16	Oberbandrolle Ø63,5x750 A2-20x15	

Auswahl | Allgemein | Vordosierung | Trockentrommel | Filterentstaubung | Bitumenversorgung | Füllerversorgung | Brenner | RC Anlage RC Kaltzugabe | Mischgutverladesilo | Granulat

Abbildung 18: Allgemeine Modulgruppen

allgemeinen Modulgruppen überführt. Grundsätzlich dient es der besseren Übersicht für die Teilnehmer und führt weniger zu Verwechslungen. Nachdem die Zuteilung abgeschlossen ist, werden die Komponenten und neuen Modulgruppen in ein separates Excel-Dokument exportiert und dort richtig zugeteilt. Dies ist in Abbildung 18 klar ersichtlich. Die allgemeinen Modulgruppen sind alphabetisch geordnet. Durch die eingefärbten Zellen ergibt sich eine Abgrenzung zwischen den einzelnen Modulen. Somit ist auch später genau ersichtlich, in welchem Modul welche Komponente verwendet wird. Wird eine neue allgemeine Modulgruppe definiert, wird Sie nach der vorgegebenen Reihenfolge in eine eigene Spalte implementiert. Auf den Registerkarten ist klar ersichtlich, dass auch alle internen Modulgruppen in demselben Dokument verwaltet werden. Die internen Modulgruppen sind jeweils dem zugehörigen Modul untergeordnet. In Abbildung 19 sind die internen Modulgruppen des Moduls Brenner zu sehen. Hierbei ist anzumerken, dass natürlich auch einzelne Artikel den internen Sachgruppen zugeordnet werden.

	A	B	C	D	E	
1	Brennerteile	Brennerteile - Leitungen	Brennerkopf	ÖWE	Konus	Kurvensche
2	Atex Teile Satz	Propangasleitung zum Zündbrenner (MBA),RJ 1-5		Endvorwärmer Typ ÖWE 3 (GC-heat), 60 KW	Kühlkonus RJ/EJ 3 Öl-G (-FG)	Kurvenscheibe RJ/
3	Auftritt, b=500, l=208, Leiter-Bühne Brenner	Leitung Zündgasmagnetventil (2 Magnetventil 220V)	Brennerkopf RJ/EJ 4 G (-Öl) ("S")	Höhenausgleich, U100x500, ÖWE 2-4	Laufradkonus für Motorkammer RJ 4	Befestigung Kurve
4	Befestigung ÖWE 3, an Fahrgestell Typ: MT 9.22 K	Ölleitung f. Stützbrenner, BS rechts RJ 3 FU K-Öl "Z"	Abschirmung, Brennerkopf RJ 3 "S"		Konus Komplett, Laufrad RJ 3	Führung Federble
5	Folien für EVO-Jet Anthrazitfarben	BT ISG Brennerleitungen	Kohlering Brennerkopf RJ 3 K		Konus, D=700, d=540, 55°, Kühlkonus RJ/EJ 3 K	Nabe, Kurvensche
6	Halteklotz für Stahlunterkonstruktion				Konus, D=860, d=656, l=218	Spannklotz Federb
7	Klarsichtfilter zum Luftdruckwächter				Konussegment 1, D=2000	
8	Leckluft- Rohrkrümmer KDS					
9	Leitung Zündgasmagnetventil (2 Magnetventil 220V)					
10	Wirbelkammerplatte 32-CT-24					
11	Zündbrenner Propangas, RJ 1-5					
12	Zündgasrohr 26,9x2,6 für Schweröl, Brenner RJ 3 G-Öl "S"					
13	Befestigungsstutzen Kohledüse, Kohlering, RJ 3					
14	Drehteil für Ölleitung Stützbrenner, RJ K					
15	Kopf Zündbrenner RJ 1-5					
16	Mantel für Indukt. Näherungsschalter, RJ FU					
17	Ölstandsauge G 1 1/2"					
18	Plexiglas XT-Rohr 25x2 transparent					
19	Verstelleinheit am Haltekeuz					
20	Ölstandsauge G 1 1/2"					
21	Drehteil für Sicherheitsventil in FG-Leitung					
22	Düsenstock, D=30, l=100, FG-Düse (Tk 200, 225)					
23	Drehteil für Sicherheitsventil in FG-Leitung					
24	Düsenstock, D=30, l=100, FG-Düse (Tk 200, 225)					

Auswahl | Allgemein | Vordosierung | Trockentrommel | Filterentstaubung | Bitumenversorgung | Füllerversorgung | Brenner | RC Anlage RC Kaltzugabe | Mischgutverladesilo | Granulatzugabe | Auslaufsektion | Mischer | Dre

Abbildung 19: Interne Modulgruppen

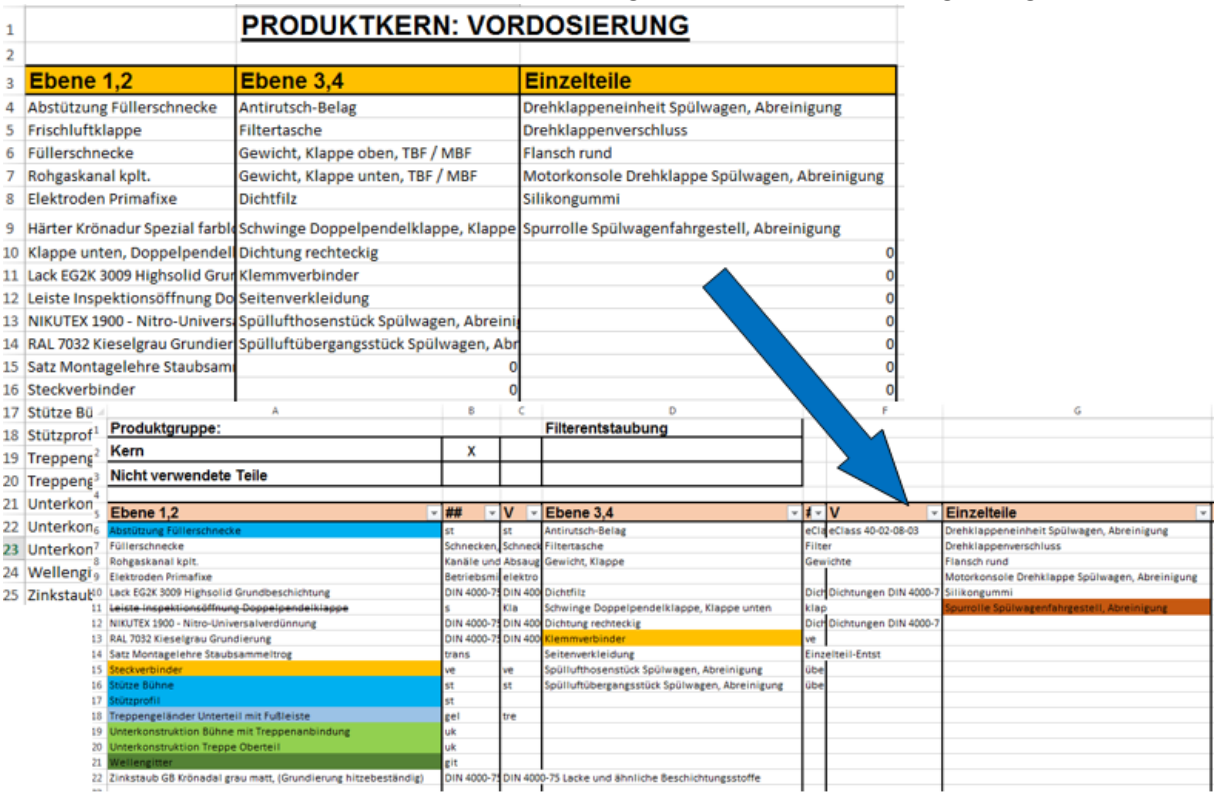
Abschließend ist zu sagen, dass mit Hilfe des Software Tools und des gerade eben behandelten Analyse-Tools die Einteilung der internen und allgemeinen Modulgruppen relativ zügig durchgeführt werden können. Sollten nun neue Komponenten oder Produkte eingeführt werden, ist mit diesen Hilfsmitteln eine rasche Zuteilung möglich.

3.2.4.3 **Durchlaufbeispiel der gesamten Produktstrukturierung**

Um die theoretischen Beschreibungen dieses Kapitels praktisch verständlich darzustellen, wird nun der gesamte Ablauf des Modulfindungsprozesses vom ersten Schritt an einem Beispiel durchgeführt. Dies soll nicht nur der Verständlichkeit dienen, sondern auch auf einige Besonderheiten und Probleme die auftreten können, hinweisen. Gleich vorweg ist die Frage zu klären, warum es eigentlich einen Produktkern gibt, wenn ohnehin die weiteren Komponenten auch behandelt werden. Anfangs war die Idee, die Modulgruppen rein aus dem Produktkern abzuleiten, doch durch die enorme Variantenvielfalt der Module der ersten Ebene, wurde beschlossen, die weiteren Komponenten ebenfalls zu behandeln. Der Grund dafür ist jener, dass somit keine Modulgruppen die in der Vergangenheit, beispielsweise noch nicht für relevant erachtet wurden, jedoch sehr wichtig für die Zukunft sein könnten, nicht in allen Projekten vorhanden sind. Diese Modulgruppen dürfen auf keinen Fall unbehandelt bleiben, bzw. in den nachfolgenden Schritten nicht klassifiziert werden. Um dies zu vermeiden wurde beschlossen, eine eher größere Menge an Modulgruppen zu definieren und erst in späteren Schritten Zusammenlegungen und Einsparungen zu machen. Dies ist notwendig, da ansonsten die Übersicht verloren

geht und sich beispielsweise die Einführung eines Klassifizierungssystems als sehr schwierig herausstellen oder gar nicht mehr möglich wäre.

Das Beispiel wird am Produktkern des Moduls Filterentstaubung durchgeführt. Im ersten Schritt werden so wie bei allen anderen Modulen auch, fünf Projekte ausgewählt, die eine für die Zukunft sinnvolle Variantenvielfalt des Moduls abdecken. Diese Projekte werden innerhalb des SML-Teams mit den jeweiligen Experten besprochen und ausgewählt. Aus diesen Projekten werden die Strukturstücklisten in Excel Tabellen umgewandelt. Danach werden die Stücklisten teils händisch, teils mit Makro Funktionen bereinigt. Das heißt, alle doppelten und bereits zugeordneten Artikel werden aus den Strukturstücklisten entfernt. Im nächsten Schritt werden die sogenannten „reinen“ Stücklisten in das Softwaretool implementiert, um den Produktkern und die weiteren Komponenten zu berechnen. Nach der Berechnung werden diese direkt in das Analyse Tool übertagen wie man in Abbildung 20 sehr gut erkennen kann. Im nächsten Schritt werden die Daten soweit im Analyse Tool vorbereitet, damit im SML Team Meeting die finale Zuteilung möglichst rasch



PRODUKTKERN: VORDOSIERUNG		
Ebene 1,2	**Ebene 3,4**	**Einzelteile**
Abstützung Füllerschnecke	Antirutsch-Belag	Drehklappeneinheit Spülwagen, Abreinigung
Frischluftklappe	Filtertasche	Drehklappenverschluss
Füllerschnecke	Gewicht, Klappe oben, TBF / MBF	Flansch rund
Rohgaskanal kplt.	Gewicht, Klappe unten, TBF / MBF	Motorkonsole Drehklappe Spülwagen, Abreinigung
Elektroden Primafixe	Dichtfilz	Silikongummi
Härter Krönadur Spezial farbl	Schwinge Doppelpendelklappe, Klappe	Spurrolle Spülwagenfahrgestell, Abreinigung
Klappe unten, Doppelpendell	Dichtung rechteckig	0
Lack EG2K 3009 Highsolid Grur	Klemmverbinder	0
Leiste Inspektionsöffnung Do	Seitenverkleidung	0
NIKUTEX 1900 - Nitro-Univers	Spülluftbosenstück Spülwagen, Abreini	0
RAL 7032 Kieselgrau Grundier	Spülluftübergangsstück Spülwagen, Abr	0
Satz Montagelehre Staubsam	0	0
Steckverbinder	0	0

Produktgruppe:		**Filterentstaubung**
Kern	X	
Nicht verwendete Teile		

Ebene 1,2	##	V	Ebene 3,4	#	V	Einzelteile
Abstützung Füllerschnecke	st	st	Antirutsch-Belag	eCla	eClass 40-02-08-03	Drehklappeneinheit Spülwagen, Abreinigung
Füllerschnecke	Schnecken,	Schneck	Filtertasche	Filter		Drehklappenverschluss
Rohgaskanal kplt.	Kanäle und Absaug		Gewicht, Klappe	Gewichte		Flansch rund
Elektroden Primafixe	Betriebsmi	elektro				Motorkonsole Drehklappe Spülwagen, Abreinigung
Lack EG2K 3009 Highsolid Grundbeschichtung	DIN 4000-75	DIN 400	Dichtfilz	Dich	Dichtungen DIN 4000-7	Silikongummi
~~Leiste Inspektionsöffnung Doppelpendelklappe~~	s	Kla	Schwinge Doppelpendelklappe, Klappe unten	klap		Spurrolle Spülwagenfahrgestell, Abreinigung
NIKUTEX 1900 - Nitro-Universalverdünnung	DIN 4000-75	DIN 400	Dichtung rechteckig	Dich	Dichtungen DIN 4000-7	
RAL 7032 Kieselgrau Grundierung	DIN 4000-75	DIN 400	Klemmverbinder	ve		
Satz Montagelehre Staubsammeltrog	trans		Seitenverkleidung	Einzelteil-Entst		
Steckverbinder	ve	ve	Spülluftbosenstück Spülwagen, Abreinigung	übe		
Stütze Bühne	st	st	Spülluftübergangsstück Spülwagen, Abreinigung	übe		
Stützprofil	st					
Treppengeländer Unterteil mit Fußleiste	gel	tre				
Unterkonstruktion Bühne mit Treppenanbindung	uk					
Unterkonstruktion Treppe Oberteil	uk					
Wellengitter	git					
Zinkstaub GB Krönadal grau matt, (Grundierung hitzebeständig)	DIN 4000-75	DIN 4000-75 Lacke und ähnliche Beschichtungsstoffe				

Abbildung 20: Überführung in Analyse Tool

durchgeführt werden kann. Die Vorbereitung umfasst Zuteilungsvorschläge für die einzelnen Komponenten auszuarbeiten und mögliche neue Modulgruppen zu finden. Weiters ist hier noch nötig, Artikel die mehrfach auf verschiedenen Ebenen vorkommen, zu eliminieren. Dies kann auftreten, wenn in den verschiedenen Strukturstücklisten, Artikel in verschiedenen Strukturebenen vorkommen. Ist diese Vorbereitung abgeschlossen, werden alle Komponenten einzeln im SML Meeting

besprochen und der richtigen Sachgruppe zugeteilt. Mittels Abbildungen und Konstruktionszeichnungen werden Sonderbauteile für das gesamte Team dargestellt, um eine Zuteilung zu vereinfachen. Wenn keine Zuteilung gefunden werden kann, wird eine neue Modulgruppe implementiert. Interne Modulgruppen entstehen meist direkt aus Baugruppen oder Modulkomponenten. Am Ende des Meetings ist die Zuteilung aller Komponenten abgeschlossen und es folgt die Implementierung der neuen Modulgruppen und die Übertragung der Artikel.

	A	B	C	D	
1	Einzelteil Filterentstaubung	Entstaubungsanlage MBF 534	Filterdeckeleinheit TBF 496	Filtergehäuse TBF 448 kplt.	Stau
2	Abschlusswinkel Lochblechwand		Filterdeckelsicherung TBF 496	Längsstrebe Filtergehäuse, TBF	Trogk
3	Auflageprofil Filterdeckel, TBF			Profilrahmen Filtergehäuse	
4	Klemmblech Dichtfilz, TBF 496			Grundrahmen Staubsammeltrog, TBF 248 / 496	
5	Bügel Filterdeckel, Filtergehäuse, TBF				
6	Klemmwinkel				
7	Seitenwand Mittensegment				
8	Dachverkleidung				
9	Lochblechwand Mittensegment				
10	Seitenwand Endsegment				
11	Querstrebe Filtergehäuse, TBF				
12	Blende Längsseite				
13	Blende Stirnseite, Staubsammeltrog				
14	Deckenblech Filtergehäuse, TBF 496 / 544				
15	Lagerbleche Filterdeckelsicherung MBF				
16	Seitenwand mit Anschlussflansch				
17	Stützkorb, Benninghoven Filter				
18	Taschenfixierung				
19	Verkleidungsblech Filtergehäuse				
20	Wannenblech 4 Einhausung, MBF 534				
21	Einhausung, TBF 448				
22	Stirnwand Einhausung, MBF				
23	Auflagewinkel Fallschutzgitter, TBF 448 / 496				

Auswahl | Allgemein | Vordosierung | Trockentrommel | **Filterentstaubung** | Bitumenversorgung | Füllerversorgung | B ...

Tabelle 4: Interne Modulgruppe Filterentstaubung

In der Tabelle sieht man schlussendlich die internen Modulgruppen mit den zugehörigen Komponenten des Moduls Filterentstaubung. Die erste interne Modulgruppe „Einzelteile Filterentstaubung“ ist eine Gruppe mit einer besonderen Eigenschaft. In diese Modulgruppe werden jene Teile zugeordnet, die ganz speziell nur in diesem Modul vorkommen und in keiner vielfachen Variation vorhanden sind. Diese Modulgruppe existiert als „Einzelteile MODULNAME“ in jedem Modul und hat überall dieselbe Funktion.

Nach diesem Prinzip wurden alle Module analysiert, Modulgruppen definiert und Artikel zugeteilt. Einzig das Modul Mischturm muss nochmals genauer betrachtet werden. Da dieses Modul verglichen mit allen anderen derart komplex und umfangreich ist, besteht die Notwendigkeit einer weiteren Modularisierung, bevor eine Zuteilung in Modulgruppen möglich ist. Dieser Entschluss beruht auch darauf, dass einzelne Elemente des Mischturms in völlig unterschiedlichen Abteilungen im Unternehmen bearbeitet werden. Schon dieser Aspekt alleine macht eine weitere Modularisierung sinnvoll. Um eine Diskussionsgrundlage im SML-Team zu bekommen, werden wiederum von aussagekräftigen Projekten Strukturstücklisten in das Software-Tool eingelesen. Wobei hier nur die erste Ebene der Strukturstücklisten implementiert wird um die relevanten Baugruppen sichtbar zu machen und somit in Module

umzuwandeln. Auf dieser Grundlage und nach allgemeiner Zustimmung im SML-Team wird der Mischturm in die nachstehenden acht Module weiter aufgeteilt.

- Mischer
- Auslaufsektion
- Drehschurre
- Heißsilierung
- Siebmaschine
- Wiegesektion
- Additive Zugaben
- Becherwerk

Diese Module werden natürlich genauso analysiert wie die Module in den übergeordneten Gruppen. Dies bringt eine erste Produktstruktur im Baukastensystem mit sich. Da diese Struktur als Grundlage für das Variantenmanagement und die Klassifizierung nach Sachmerkmalen dient, werden die Module nicht in weitere Ebenen aufgeteilt. Dies hat auch den Grund, dass diese Produktstruktur in dem nächsten Schritt noch an grundlegenden Stellen geändert werden muss, um die Problemstellung richtig zu lösen. Die gesamte Produktstruktur wird von den Beratern der Firma Schuh & Co bis ins kleinste Detail im Zuge der Produktstandardisierung durchgeführt und ist daher auch im Rahmen dieser Arbeit nicht nötig. Aus diesem Grund ist es nicht notwendig, diese Struktur hier anzuführen, da es sich letztendlich nur um ein Zwischenergebnis handelt.

3.3 Überführung der Modulgruppen in Sachmerkmalleisten

Nachdem nun die Module der Baukastenstruktur definiert sind, ist es an der Zeit, am Variantenmanagement und der Produktkonfiguration zu arbeiten. Aus diesen Varianten können dann simultan die Sachmerkmalleisten abgeleitet werden. Dies gilt natürlich fast ausschließlich für die internen Modulgruppen, da diese Sondermaschinenbaukomponenten darstellen und das gesamte Know-How der Firma Benninghoven beinhalten. Da es sich bei den allgemeinen Modulgruppen größtenteils um Zukaufteile oder Normteile handelt, muss die Überführung dieser Modulgruppen auf eine völlig andere Art und Weise geschehen. Wo die internen Sachgruppen völlig frei und nur unter der Vorgabe des Aufbaus einer Sachmerkmalleiste aus den Varianten der Produktkonfiguration abgeleitet werden, binden sich die allgemeinen Sachgruppen hauptsächlich an die DIN 4000 und andere Normen. Diese Vorgehensweise beider Varianten wird in diesem Kapitel ausführlich beschrieben.

3.3.1 Interne Sachmerkmalleisten

Im ersten Schritt werden alle internen Modulgruppen übersichtlich den Modulen der ersten Ebene zugeordnet. Somit hat jedes Modul zumindest eine Modulgruppe in der nächsten Ebene. Nun ist es im folgenden Schritt notwendig, die verschiedenen Varianten der Modulgruppen zu definieren. Hier ist es von größter Relevanz, das Baukastenmodulsystem nicht zu überladen. Wird das System mit Varianten erschlagen, ist eine weitere Klassifizierung nicht möglich oder hat nicht den erwünschten Nutzen. Weiters soll bei dem Produktspektrum der Firma Benninghoven nach dem Prinzip der offenen Produktkonfiguration gearbeitet werden, da es im Sondermaschinenbau immer Ausnahmen und Spezialanfertigungen geben wird. Um eine solche Variantenvielfalt zu bekommen, die einerseits vom Kunden gewünscht wird und andrerseits profitabel zu fertigen ist, muss da Know-How der Spezialisten der jeweiligen Modulgruppen in die Produktkonfiguration einfließen. Damit diese Punkte auch soweit alle beachtet werden, soll ein Modulkatalog erstellt werden, der unter gewissen Richtlinien und Anleitungen von den zuständigen Abteilungen bearbeitet wird. Anhand eines Beispielkataloges des Moduls Bitumenversorgung in Abbildung 21 wird auf die Richtlinien und Vorgehensweisen beim Bearbeiten näher eingegangen

	A	B	C	D	E
1		ATRIBUTE			
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Sachmerkmal/Variantentreiber	Sachmerkmal/Variantentreiber	Sachmerkmal/Variantentreiber	Sachmerkmal/Variantentreiber
3		ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE
4		ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE
5		ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE
6		ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE
7		ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE	ATRIBUTE
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21	Einheit	[m]	[Grad]		
22	Pflicht	x	x	x	x
23	Verwendung	x	x	x	x
24	Reihung	1	3	2	2
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

Übersicht | Bitumenversorgung Modul | Thermalölerhitzer | Bitumenfilter | Füllkasten

Abbildung 21: Beispielkatalog Bitumenversorgung

Der Katalog besteht aus mehreren Reitern, wobei der Erste nur eine Übersicht der anderen Reiter darstellt und in der Printversion als Deckblatt dient. Jeder übrige Reiter stellt eine Modulgruppe dar. Die Struktur jeder Modulgruppe wurde an die einer Sachmerkmalleiste nach DIN 4000 angepasst. Das heißt, dass sich die möglichen

Varianten aus verschiedenen Kombinationen der Eigenschaften einer Modulgruppe zusammensetzen. Die Eigenschaften können funktioneller, formorientierter oder geometrischer Natur sein und heißen Variantentreiber. Da die Varianten möglichst überschaubar gehalten und nicht überladen werden sollen, werden hier die Variantentreiber sogleich als die zur Klassifizierung benötigten Sachmerkmale verstanden. Somit werden Produktkonfiguration und Klassifizierung etwas miteinander verschmolzen. Die Idee dahinter ist folgende, dass alle Varianten auch gleichzeitig klassifiziert sind und alles andere als Sondervariante extra behandelt wird. Die verschiedenen Ausprägungen der Sachmerkmale/Variantentreiber werden Attribute genannt. Die Modulkataloge werden soweit es möglich ist, aufgrund von Benennungskatalogen, technischen Handbüchern, früherer Projekte und Konstruktionsdokumente vorbereitet, damit im Idealfall eine Durchsicht und Ergänzung der Abteilungen genügt. Natürlich werden die Abteilungen dazu angehalten, für unnötig erachtete Modulgruppen zu streichen und gegebenenfalls durch Neue zu ersetzten. Dasselbe gilt natürlich auch für die Variantentreiber und Attribute. Weiters sollen die zuständigen Abteilungen nur Sachmerkmale und Attribute einfügen, die in Zukunft auch noch verwendet werden. Ansonsten wird die Variantenvielfalt unnötig in die Höhe getrieben. Im unteren Bereich sind noch vier extra Zeilen zum Ausfüllen vorgesehen. In der Ersten, sollte wenn vorhanden, die Einheit des Sachmerkmals normgerecht eingesetzt werden. Die zweite Zeile ist mit dem Namen Pflicht versehen und dient dazu, um einzutragen, welche Sachmerkmale später im ERP-System eingetragen werden müssen und welche optional einzutragen sind. Auf die Zeile Verwendung wird etwas später eingegangen. Die letzte Zeile betrifft die Reihung der Sachmerkmale und soll die Wichtigkeit eines Merkmals hervorheben. Das heißt, dass durch die ersten Merkmale schon die größte Eingrenzung der Varianten erfolgt und somit die markantesten Eigenschaften abgedeckt werden. Diese Kataloge werden jeder Abteilung ausgehändigt, die für das jeweilige Modul den Zuständigkeitsbereich abdeckt. Nach kurzer Einschulung zur Ausarbeitung der Kataloge wird ein Treffen im Abstand von 2 Wochen vereinbart. Nach einem abschließenden Meeting mit jeder Abteilung und einer finalen Nachbearbeitung sieht man am Beispiel der Bitumenversorgung in Abbildung 22 eine ausgearbeitete Version des Modulkataloges. Mit Bitumenversorgung Modul ist die Variantenvielfalt der kompletten Bitumenversorgung gemeint. Vom Aufbau und der Struktur könnte man die einzelnen Register des Katalogs nach der Bearbeitung durch die Abteilungen direkt als Sachmerkmalleiste einführen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ATRIBUTE							
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Baukasten	Montagezeichnun	Montagematerial	Ausführung Tank	Anzahl Kammern	Beheizung	Medium	Volumen
3		ja	ja	ja	stehend	1	Elektro	Bitumen	10
4		nein	nein	nein	liegend	2	Thermalöl	Bitumenemulsion	15
5					mobil		(ohne)	Schweröl	20
6								Additivöl	25
7								Wasser	30
8									40
9									50
10									60
11									70
12									80
13									100
14									110
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21	Einheit							[mm]	[m³]
22	Pflicht	x			x		x	x	x
23	Verwendung								
24	Reihung	1	2	3	4	5	6	7	8
25									
26									
27									
28									

Übersicht | Bitumenversorgung Modul | Thermalölerhitzer | Bitumenfilter | Füllkasten

Abbildung 22: Modulkatalog Bitumenversorgung

Jedoch wurden bei der Nachbearbeitung einige Änderungen vorgenommen um eine finale Ausführung zu erhalten, die direkt als Sachmerkmalleiste verwendet werden kann. Es wurde beispielsweise die Reihung überarbeitet, damit die Reihenfolge der wichtigsten Sachmerkmale gegeben ist. Weiters wurden die drei ersten Sachmerkmale Baukasten, Montagezeichnung und Montagematerial eingeführt, wobei es sich bei Baukasten und Montagematerial um Sachmerkmale handelt, die nur in den Sachmerkmalleisten der 19 Hauptmodule vorkommen. Das Merkmal Baukasten gibt Auskunft darüber, ob es sich hierbei um ein Modul aus der modularen Produktstruktur des Baukastensystems handelt, oder um einen Sonderwunsch eines Kunden. Handelt es sich bei dem Sonderwunsch um einen totalen Exoten wird nur dieses eine Merkmal, bzw. die Pflichtmerkmale angegeben. Bei einem eher minimalen Sonderwunsch sollen natürlich die Merkmalausprägungen soweit als möglich bestimmt werden um somit eine eventuell sehr ähnliche Variante zur Sonderanfertigung zu finden. Bei der Firma Benninghoven wird das Montagematerial in den Stücklisten angeführt Dieses Material variiert von Auftrag zu Auftrag nicht so stark, dass es sich jedes Mal ändert. Somit besteht mit diesem Merkmal die Möglichkeit, Montagematerial mittels einiger Merkmale zum Teil sehr exakt zu definieren. Das Sachmerkmal Montagezeichnung ist in allen internen Modulgruppen jeder Ebene vorhanden. Es wird ebenfalls in den Stücklisten angeführt und verhält sich prinzipiell gleich wie die Sachgruppe Montagematerial. Die Sachgruppen der Modulgruppen in der dritten Ebene sind ganz ähnlich aufgebaut und unterscheiden sich nur in wenigen Punkten. In Abbildung 23 sieht man die nächste Registerkarte, die Sachgruppe des Thermalölerhitzers.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		ATRIBUTE								
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Bauteilart		Montagezeichnung	SBG	Thermalölerhitzer	Erhitzergröße	Richtung	Außenverrohung	Brenner
3		Thermalölerhitzer	a	ja	ja	Heizspirale	TR25	links	Standart	Gas
4		Außenverrohrung	b	nein	nein	Kessel	TR35	rechts	Container	Öl
5		Heizspirale	c			Außenverrohrung	TR50		russisch Container	Gas/Öl
6		Kessel	d				TR20		russisch Standart	Gas/Öl beidseitig modulierend
7		Boden	e				TR100		mobile Ausführung	Gas/Öl gasseitig modulierend
8		Deckel	f						russisch monbil	
9		Kasten unter Kaminstutzen	g							
10		weitere Komponenten	h							
11		Isolierplan								
12		Verlegeplan								
21	Einheit									
22	Pflicht									
23	Verwendung					a,b,c,d	a,b	a,b,	c	
24	Reihung					1	2	3	4	5

Übersicht | Bitumenversorgung Modul | Thermalölerhitzer | Bitumenfilter | Füllkasten

Abbildung 23: Sachmerkmalleiste Thermalölerhitzer

Der größte Unterschied ist das erste Sachmerkmal. Da den Modulgruppen der unteren Ebenen wie oben schon erwähnt ebenfalls Komponenten, Baugruppen und Einzelteile zugeteilt wurden, können diese durch das Merkmal Bauteilart klassifiziert werden. Wenn nötig werden hier die wichtigsten Komponenten dieser Modulgruppe angegeben und Ihre Variationen durch ihre Merkmale beschrieben. Hier kommt nun die Zeile „Verwendung“ zum Einsatz. In der Spalte „Bauteilart“ sind alle Komponenten mit Buchstaben versehen. Diese Spalte stellt kein eigenes Merkmal dar, sondern dient nur der besseren Übersicht. In der Zeile Verwendung sieht man die Eintragungen dieser Buchstaben. Dies soll bedeuten, dass es sich hierbei um Sachmerkmale handelt, durch die die jeweiligen Komponenten der Buchstaben klassifiziert werden. Diese Zugehörigkeit ist nötig, um bei der Implementierung der Sachmerkmalleisten ins ERP System die richtigen Kombinationen zu übertragen. Ein weiterer Grund, warum dieses System der Bauteilart eingeführt wird, ist, um die Anzahl an Sachmerkmalleisten nicht explodieren zu lassen, da dies zu keiner guten Übersicht führt und nicht den Lösungsvorstellungen der Aufgabenstellung entsprechen würde. Wie man gleich erkennen kann ist auf Abbildung 23 ebenfalls das Sachmerkmal Montagezeichnung vorhanden. Das SBG Sachmerkmal, wird ebenfalls in alle internen Sachgruppen eingeführt, wenn die Notwendigkeit besteht. Es steht für Schweißbaugruppe und wird angegeben, wenn es sich bei dem jeweiligen Bauteil oder der Baugruppe um eine derartige handelt. Weiters ist zu sagen, dass die beiden letzten Ausführungen des Sachmerkmals Bauteilart mit keinem Buchstaben versehen sind. Dies resultiert daraus, dass Verlegepläne und Isolierpläne, ähnlich wie die Montagezeichnungen in

den Stücklisten vorkommen und dadurch eine eigene Artikelnummer erhalten. Diese kommen in jedem Modul vor, wo eine solche Art von Plänen in irgendeiner Form verwendet wird. Aufgrund der eher seltenen Häufigkeit dieser Pläne wird kein eigenes Sachmerkmal dafür verwendet um die Anzahl an Merkmalen gering zu halten. Somit ist der Aufbau der internen Sachmerkmalleisten ausführlich beschrieben. Schlussendlich ergaben sich aus den 19 Modulen 98 interne Sachgruppen. Eine komplette Ausführung des Modulkataloges der Bitumenversorgung befindet sich im Anhang und alle weiteren internen Modulgruppen auf der beigelegten CD-ROM.

3.3.2 Allgemeine Sachmerkmalleisten

Die allgemeinen Sachmerkmalleisten unterscheiden sich bis auf den Aufbau und das Format nahezu gänzlich von den internen Sachmerkmalleisten. Da es sich um modulübergreifende Komponenten, Baugruppen und Einzelteile handelt, sind es zum größten Teil Zukaufteile, Betriebs- und Hilfsmittel. Der große Vorteil den dieser Aspekt mit sich bringt, ist, dass diese Komponenten in vielen Unternehmen klassifiziert sind und daher auch die DIN 4000 einen großen Teil davon abdeckt. Anders als bei den internen Sachgruppen, liegen hier nur Komponenten in einer Ebene vor. Die in der Produktstruktur erarbeiteten allgemeinen Modulgruppen sind jedoch weitaus unspezifischer als die vorher durchgenommenen Internen. Daher ist anzunehmen, dass die 89 allgemeinen Modulgruppen, die durch die Strukturierung entstanden sind, sich um eine Vielzahl erweitern. Dies kann am Beispiel der Verbindungsmittel gut erkannt werden. Diese wurden in der Produktstruktur als ein allgemeines Modul ausgegeben. Nach Aufteilung der Modulgruppe in Sachmerkmalleisten der DIN 4000 ergeben sich beispielsweise insgesamt 25 Sachgruppen. Da die Gruppe der allgemeinen Sachmerkmalleisten sehr komplex und einen erheblich größeren Umfang darstellt als erwartet, werden an manchen Stellen die Sachmerkmalleisten nicht vollständig ausgearbeitet. Würde man alle Sachgruppen akribisch bis ins letzte Detail ausarbeiten, besteht die Gefahr, dass nach der Produktstandardisierung der Beraterfirma einige Sachgruppen nicht mehr dem Produktstandart entsprechen, bzw. dafür andere Sachgruppen benötigt werden. Darum hat man sich darauf geeinigt, den allgemeinen Sachgruppen alle nötigen Sachmerkmale aus den Normen mitzugeben. Auf die Ausarbeitung der Attribute wird Großteils bewusst verzichtet, da diese aus dem Artikelstamm bezogen werden. Somit ist es sinnvoller die Attribute durch neue Projekte in irgendeiner Form wachsen zu lassen. Ansonsten würde es bedeuten, dass auch tote Artikel und deren Attribute in die Sachmerkmalleisten aufgenommen werden. Weiters besteht die Möglichkeit, dass nach der exakten Produktstrukturierung einige jetzt noch verwendete Komponenten wegfallen. Obwohl die Aufgabenstellung anfangs nur Bezug auf eine Klassifizierung nach DIN 4000 vorgesehen hat, ist es nicht möglich, dies komplett zu erfüllen. Somit werden zwar nach dem Prinzip, dem Aufbau und der

Vorgehensweise der Sachmerkmalleisten, alle allgemeinen Modulgruppen dargestellt, jedoch wird mit folgenden vier Klassifizierungstechniken gearbeitet.

- DIN 4000
- eCl@ss
- DIN, ISO Normen
- Interne Kreationen

Dabei ist zu sagen, dass diese vier Techniken nur zur Erstellung eines einheitlichen Sachmerkmal Systems dienen. Der Benutzer der Sachmerkmalleiste im ERP System erkennt dabei keinen Unterschied. Im Folgenden wird mit Hilfe von Beispielen genau darauf eingegangen wie dieser Vorgang in jeder einzelnen dieser Gruppen ausgearbeitet wird.

3.3.2.1 **DIN 4000**

Nachdem nach der DIN 4000 alles ausgerichtet werden soll und auch der größte Teil der Sachmerkmalleisten damit durchgeführt werden kann, wird mit dieser Klassifizierungstechnik begonnen. Hierbei gibt es verschiedene Arten wie die Sachmerkmalleisten aufgebaut sind. Die erste Art wird in Abbildung 24 anhand der Sachgruppe Flansche abgebildet. Die Struktur ist gleich wie bei den internen Sachgruppen, um bei der Implementierung ins ERP System keine verschiedenen Formate zu verwenden. Bei nahezu allen Sachmerkmalleisten der DIN 4000 sind Bilder zur besseren Übersicht vorhanden. Das erste Sachmerkmal „Bild“ stellt die Schnittstelle zwischen der Abbildung und der Sachmerkmalleiste her. In diesem Fall wird durch die Nummer des Bildes schon im ersten Sachmerkmal die Form des

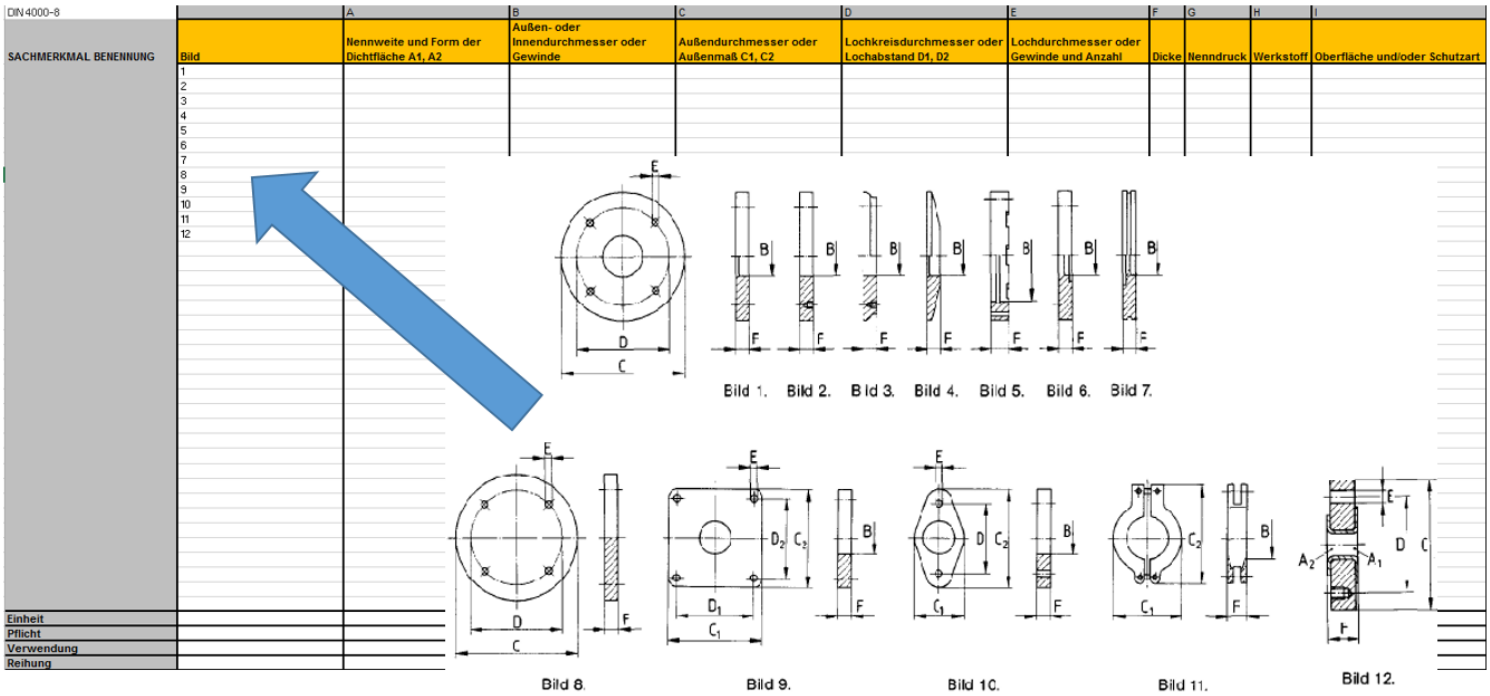
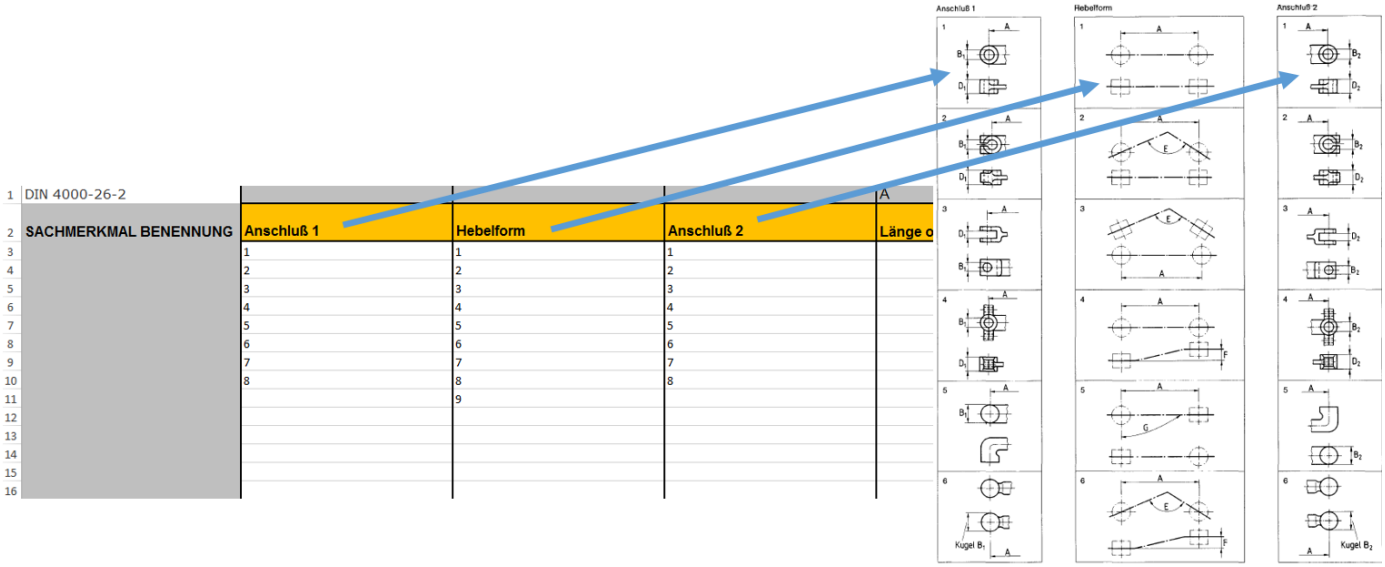


Abbildung 24: Sachmerkmalleiste DIN 4000-8 [7]

Flansches definiert und somit ein Großteil an Variationen ausgeschlossen. Weiters sind Abmessungen für die nachstehenden Sachmerkmale ebenfalls in dem Bild aufgelistet. Sinnvoll gewählte Abbildungen bringen eine Minimierung der Anzahl an Sachmerkmalen mit sich. Die Abbildung muss nicht zwingend die Form oder Abmessungen angeben. Hier ist jeglicher Bezug möglich, der mehrere Sachmerkmale gleichzeitig ersetzt oder eine Zuteilung, bzw. eine Suche vereinfacht.

In der zweiten Variante wird die Menütechnik der DIN 4000 in etwas angepasster Form verwendet. Diese Technik wird beispielsweise für die Sachgruppe der Hebel



1	DIN 4000-26-2			A
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Anschluß 1	Hebelform	Anschluß 2	Länge o
3		1	1	1	
4		2	2	2	
5		3	3	3	
6		4	4	4	
7		5	5	5	
8		6	6	6	
9		7	7	7	
10		8	8	8	
11			9		
12					
13					
14					
15					
16					

Abbildung 25: Sachmerkmalleiste für Hebel DIN 4000-26-1 [8]

angewendet. In Abbildung 25 sieht man, dass den ersten drei Sachmerkmalen Anschluss 1, Hebelform und Anschluss 2 im Bild drei Tabellen zugeordnet sind. Somit kann durch die Auswahl der verschiedenen Abbildungen eine Vielzahl an Kombinationen abgedeckt werden. Die Nummer in der Sachmerkmalleiste stimmt immer mit der Bildnummer der jeweiligen Spalte überein und ist somit die Schnittstelle zwischen dem Bild und der Merkmalleiste. Durch die Kombination der dreistelligen Nummer kann auch sofort auf die Form des Hebels rückgeschlossen werden. Ansonsten hat die Sachmerkmalleiste mit Menütechnik exakt dieselben Eigenschaften die vorhin oben beschrieben wurden. Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist die Matrixdarstellung, die aber zur Lösung der Aufgabenstellung nicht verwendet wurde. In 3.5.2 wird darauf noch etwas näher eingegangen.

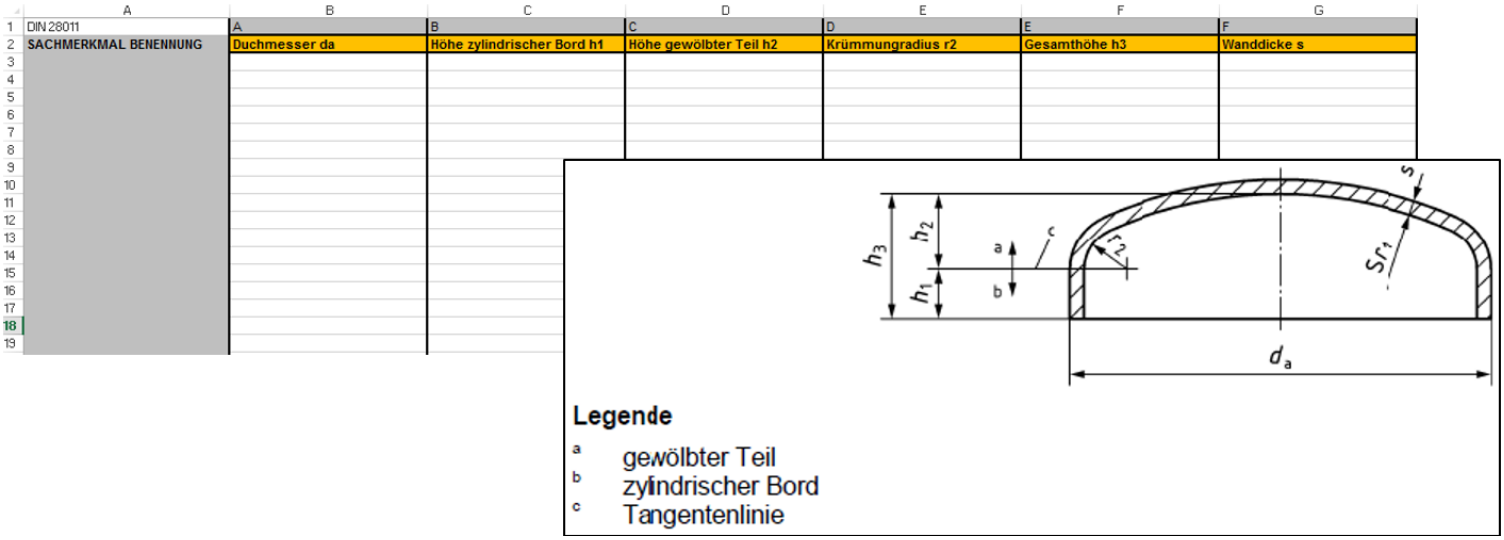
3.3.2.2 **eCl@ss**

Unter eCl@ss versteht man einen branchenübergreifenden Produktstandard. Dieser dient zur eindeutigen Klassifizierung von Dienstleistungen und Produkten. Die Daten resultieren aus einem Zusammenschluss von Unternehmen, wobei jedes eingetragene Unternehmen berechtigt ist, die Datenbank zu erweitern. Der

Produktstandard umfasst mittlerweile 39000 Produktklassen und 16000 Merkmale. Da die Struktur sehr ähnlich zur DIN 4000 ist, ist eine Umwandlung der Produktklassen und Merkmale in die Struktur der Sachmerkmale der DIN 4000 sehr einfach. Leider herrscht in diesem Standard ein Merkmalsüberschuss, der das System relativ unübersichtlich macht. Darum wird bei der Problemstellung der Firma Benninghoven nur in wenigen Fällen auf diese Klassifizierungsmethode zurückgegriffen. Wenn dies angewendet wird, müssen die Sachgruppen auf 10- 15 relevante Merkmale reduziert werden, da teilweise bis zu 100 Sachmerkmale angegeben sind. Der Großteil davon ist für die Problemstellung der Firma Benninghoven absolut irrelevant. Die Merkmale wurden exakt gleich in die Struktur der DIN 4000 Sachmerkmalleisten implementiert und funktionieren nach demselben Prinzip [7].

3.3.2.3 **DIN, ISO Normen**

Kann auf die Produktstandards der DIN 4000 oder eCl@ss nicht mehr zurückgegriffen werden, muss Eigeninitiative ergriffen werden. Handelt es sich bei den zu klassifizierenden Komponenten um Normteile, sollte auf die dementsprechende Norm zurückgegriffen werden. Nach genauer Betrachtung der Norm und der betreffenden Teile im Artikelstamm, können meist die relevanten Merkmale, die diese Komponenten



	A	B	C	D	E	F	G
1	DIN 28011	A	B	C	D	E	F
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Duchmesser da	Höhe zylindrischer Bord h1	Höhe gewölbter Teil h2	Krümmungradius r2	Gesamthöhe h3	Wanddicke s

Abbildung 26: Sachmerkmalleiste Gewölbte Böden - Klöpperform [8]

eindeutig definieren, gefunden werden. In Abbildung 26 wird dies anhand der Sachmerkmalleiste für gewölbte Böden – Klöpperform ersichtlich. Die Sachmerkmalleiste ist exakt gleich aufgebaut wie jene im Beispiel der Flansche der DIN 4000. Da es jedoch in der DIN 4000 keine Sachmerkmalleiste für Klöpperformen gibt, werden die Merkmale aus der DIN 28011 für gewölbte Böden – Klöpperform [8] erarbeitet. Durch das Bild, das ebenfalls aus der DIN 28011 bezogen wurde, wird ein direkter Bezug zu den Abmessungen und der Form hergestellt. In diesem Beispiel ist die Komponente in all ihren Variationen definiert. Handelt es sich um ein komplexeres

Bauteil, müssen mit Hilfe der im Unternehmen verwendeten Komponenten, nur die relevanten Merkmale aus der Norm gefunden werden. Ansonsten führt dies wiederrum zu einem unnötigen Überschuss an Sachmerkmalen, wobei die Übersicht verloren geht.

3.3.2.4 **Interne Eigenkreation**

Kann weder aus einem Klassifizierungsstandard, noch mittels Normen eine Sachmerkmalleiste gebildet werden, muss aus den firmeninternen Daten eine Definition gefunden werden. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Teile aus der Eigenfertigung, die trotzdem modulübergreifend eingesetzt werden. Hier muss mit den zuständigen Abteilungen und Personen, die Sachmerkmalleiste aus internem Know-How und jüngsten Konstruktionszeichnungen aus dem Artikelstamm erstellt werden. Ein sehr gutes Beispiel sieht man in Abbildung 27 anhand der Sachmerkmalleiste für Schurren. Diese Komponenten werden in vielen Modulen eingesetzt und sind sehr

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Interne Eigenkreation		A	B	C	D	E	F
2	SACHMERKMAL BENENNUNG	Form	Einlaufbreite b	Auslaufbreite b	Höhe h	Verschleißauskleidung	Beheizung	Isolierung
3		1				ja	ja	ja
4		2				nein	nein	nein
5		3						

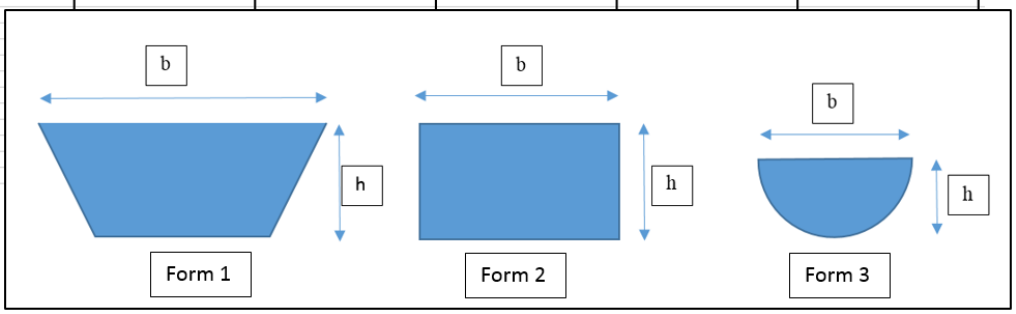


Abbildung 27: Sachmerkmalleiste Schurren

spezielle Bauteile der Firma Benninghoven. Die Sachmerkmalleisten und die Abbildung der Schurrenquerschnitte wurden rein aus firmeninternen Daten erstellt.

Abschließend ist zu den allgemeinen Sachgruppen noch zu sagen, dass bei allen Sachmerkmalleisten die aus der DIN 4000 erstellt wurden, alle Merkmale und Abbildungen übernommen werden, da ansonsten nach der Produktstandardisierung Teile der Norm fehlen würden und nachträglich besorgt werden müssten. Da die Sachmerkmalleisten der DIN 4000 sehr übersichtlich und schlank aufgebaut sind, besteht auch bei keiner Sachgruppe die Gefahr, dass Sie unübersichtlich und nicht mehr händelbar ist. Die Zeilen Einheit, Reihung, Verwendung und Pflicht sind bei den allgemeinen Sachmerkmalleisten beibehalten und wenn nötig, verwendet worden. Die Funktion bleibt genau dieselbe wie vorhin erklärt. In der linken obersten Zelle der Tabellen ist immer ein Hinweis, ob die Klassifizierung nach DIN 4000, eCl@ss oder einer andere Variante durchgeführt wurde.

Zusammenfassend wurden 187 allgemeine Sachmerkmalleisten erstellt. Neun konnten nicht abgeschlossen werden, da durch die extreme Variation der Komponenten eine sinnvolle Klassifizierung nicht möglich war. Diese Sachgruppen sollen im Zuge der Produktstandardisierung gänzlich aufgearbeitet werden.

3.4 Vorschläge zur Implementierung eines Benennungssystems

Die Einführung eines Benennungssystems bei einem Sondermaschinenbauer stellt immer eine schwierige Herausforderung dar. Um ein einheitliches Benennungssystem für alle im Stamm vorhandenen Artikel einzuführen, ist eine genauere Analyse nötig und selbst dann besteht die Möglichkeit, dass es nicht machbar ist. Somit beschränkt sich der hier ausgearbeitete Vorschlag rein auf die Artikel, die durch Sachmerkmalleisten klassifiziert werden. Daher herrscht auch eine große Assoziation zwischen dem Benennungssystem und den Sachmerkmalleisten. Das ausgewählte Benennungssystem ist grundsätzlich auf einem Parallelnummernsystem aufgebaut.

3.4.1 Parallelnummernsystem

Parallelnummernsysteme sind eine Mischung zwischen Identifizierungs- und Klassifizierungsnummern. In Abbildung 28 sieht man den Aufbau einer

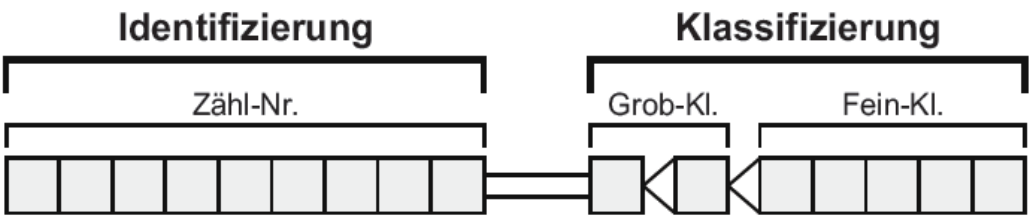


Abbildung 28: Parallelnummer [5]

Parallelnummer. Im Fall der Firma Benninghoven stellt hierbei die Identifizierungsnummer die Artikelnummer dar, und der zweite Teil den Klassifizierungsschlüssel. Die Identifizierungsnummer ist somit eindeutig, wobei der Klassifizierungsschlüssel mehrmalig vorkommen kann. Dieses System ist im fortgeschrittenen Stadium auf alle Artikel anwendbar, da jedes Objekt eine identifizierende Nummer haben muss und einen Klassifizierungsschlüssel haben kann. In weiterer Folge können vom Rohmaterial bis zu den Hilfsstoffen und Betriebsmittel Parallelnummern zugewiesen werden. Der identifizierende Teil versteht

sich als Artikelnummer und ist dadurch nicht weiter zu beschreiben. Der Klassifizierungsschlüssel ist hingegen etwas genauer zu behandeln [5].

3.4.2 Klassifizierungsschlüssel

Der Klassifizierungsschlüssel besteht aus einer Grob – und Feinklassifizierung. Hier muss nun der direkte Zusammenhang zu den Sachmerkmalleisten hergestellt werden, da diese beiden Klassifizierungselemente die direkte Verbindung dazu herstellen. Die Grobklassifizierung gibt beispielsweise die Sachgruppe an, wohingegen sich die Feinklassifizierung aus einer definierten Anzahl von Sachmerkmalsattributen zusammensetzt. Dadurch wird in der Benennung schon eine direkte Aussage über den Artikel getroffen [5].

3.4.2.1 **Aufbau des Klassifizierungsschlüssels**

Der Aufbau eines Klassifizierungsschlüssels kann auf zwei unterschiedliche Arten stattfinden. Man unterscheidet zwischen dem hierarchischen und dem unabhängigen Aufbau. Der hierarchische Aufbau gleicht einer Baumstruktur. Somit hat jedes Element in der Baumstruktur eine Bezeichnung wie aus Abbildung 29 klar ersichtlich wird. Folgend setzt sich beispielsweise der Klassifizierungsschlüssel der Sachgruppe SG1 wie folgt zusammen. Als MUSG1 würde hier für die Grobklassifizierung stehen und M1M2M3 würde als die Feinklassifizierung betrachtet. Das heißt die gesamte Bezeichnung, würde

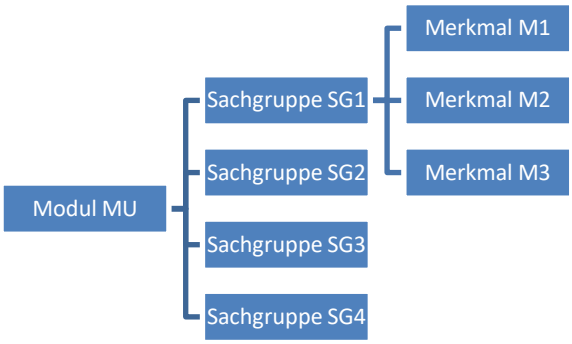


Abbildung 29: Baumstruktur Modul MU

ARTIKELNUMMER – MUSG1 M1M2M3

lauten. Anders verhält sich der unabhängige Aufbau. Hierbei hat jedes Element eine eindeutige Bezeichnung und es wird nur die Sachgruppe mit den bezeichnenden Merkmalen angegeben. Eine unabhängige Bezeichnung hat diese Form aufzuweisen

ARTIKELNUMMER – SG1 M1M2M3

Es wird also nicht mehr die ganze Baumstruktur aufgezeichnet. Hinterlegt man beide Arten mit Nummern anstatt mit Buchstabenkürzel, muss beim hierarchischen Aufbau

jedes Element in der Baumstruktur eine eigene Nummer aufweisen. Da der unabhängige Aufbau eher als Listenform anzusehen ist, tritt in diesem Fall dieses Problem nicht auf [5].

Weiters ist es noch möglich eine statische oder dynamische Benennung hinter die Bezeichnung hinzuzufügen.

3.4.3 Benennungsvorschlag Firma Benninghoven

Natürlich besteht der Benennungsvorschlag durch die komplexe Produktmaterie der Firma Benninghoven aus einer Eigenkreation die sich an die zuvor erwähnten Lösungen anlehnt. Grundsätzlich wird nach einem Parallelschlüsselsystem vorgegangen.

Die internen Sachgruppen können aufgrund der geringen Strukturtiefen einen Klassifizierungsschlüssel nach einem hierarchischen Aufbau verwenden. Somit ist aufgrund des Artikelnamens für einen eingearbeiteten Mitarbeiter die Struktur relativ einfach ersichtlich. Im Beispiel der Filterentstaubung aus Abbildung 30 würde sich die Bezeichnung für einen Staubsammeltrog automatisch folgendermaßen zusammensetzten.

ARTIKELNUMMER – FILST STAUBSAMMELTROG nein 2200 mittig

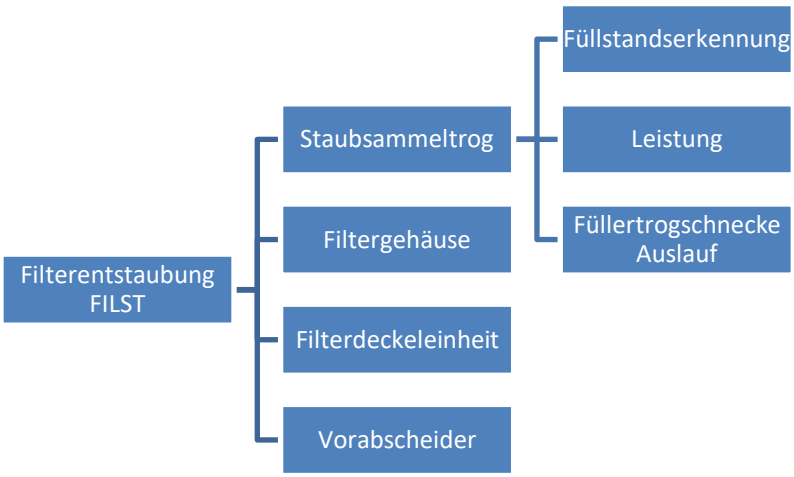


Abbildung 30: Modul Filterentstaubung

Aufgrund der Artikelsuche ist ab der Sachgruppenebene die gesamte Bezeichnung vollständig auszuschreiben. Bei den letzten drei Bezeichnungen handelt es sich um die ausgewählten Attribute der ersten drei Sachmerkmale. Somit ist für einen Mitarbeiter der mit dem Artikelstamm vertraut ist, sofort ersichtlich, um welchen Teil es sich handelt. Wie viele Attribute in der Benennung vorkommen, wird sich durch Einarbeitung in das System zeigen und muss später aufgrund von Erfahrungswerten eventuell angepasst werden.

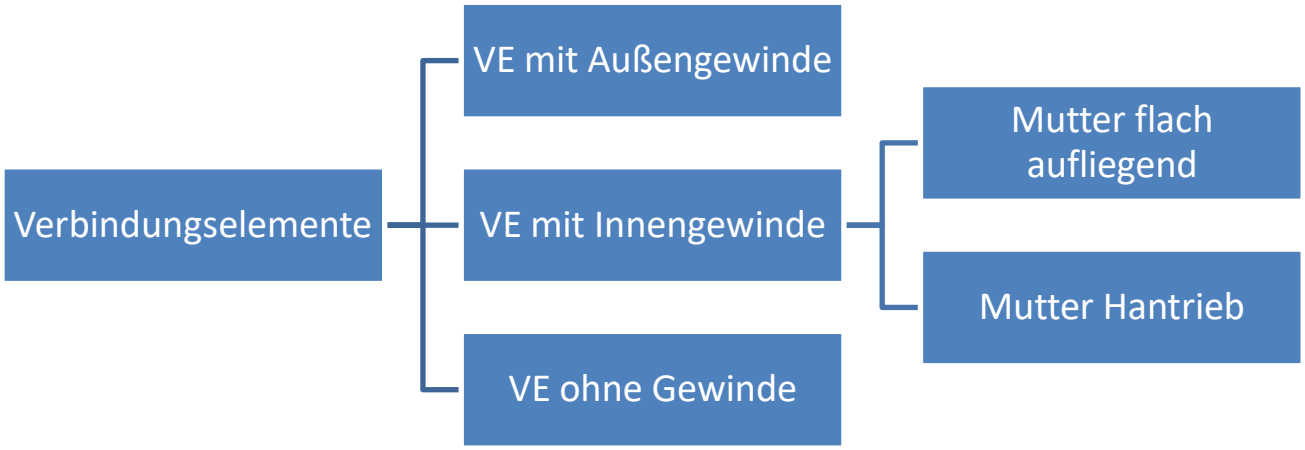


Abbildung 31: Modul Verbindungselemente

Anders muss bei den allgemeinen Sachgruppen vorgegangen werden. Aufgrund der feineren Struktur würde ein Klassifizierungsschlüssel mit hierarchischem Aufbau eine viel zu lange Bezeichnung erzeugen. Darum soll hier der unabhängige Aufbau verwendet werden. In Abbildung 31 sieht man einen Ausschnitt der Verbindungselemente. Mittels der unabhängigen Bezeichnung würde sich die Benennung für eine Flügelmutter folgendermaßen zusammensetzen.

ARTIKELNUMMER MUTTER HANTRIEB M 12 10 „Flügelmutter“

Das M 12 10 bezeichnet wieder die Attribute der ersten drei Sachmerkmale. Vom vorigen Beispiel noch unbekannt ist nun die zusätzliche Bezeichnung „Flügelmutter“. Diese Zusatzbezeichnung soll beim Anlegen des Artikels selbst definierbar sein um dem Artikel Zusatzinformationen mit in die Bezeichnung geben zu können. Der Eintrag dieser Bezeichnung kann, muss aber nicht gemacht werden. Im letzten Beispiel wäre diese Zusatzbenennung völlig irrelevant, doch trotzdem besteht die Möglichkeit die Option eines Eintrages zu verwenden. Hier stellt sich die Frage, ob man diese Zusatzbezeichnung völlig frei wählbar macht, oder ob beispielsweise ein Bezeichnungskatalog in jede Sachmerkmalleiste eingebunden ist, gleichzeitig nach Eingabe im ERP System eine Direktprüfung durchführt wird und eine Fehlermeldung ausgibt, wenn der Eintrag keine Übereinstimmung bringt. Diese Zusatzbezeichnung soll nur wirklich relevante Informationen enthalten wie in diesem Beispiel, um gleich

anhand der Bezeichnung festzustellen, dass es sich um eine Sonderform der Mutter handelt. Wenn diese Option ermöglicht wird, dann muss diese für alle Sachgruppen möglich sein. Um ein Bezeichnungschaos zu verhindern, muss eine manuelle oder automatische Prüfung durchgeführt werden.

Abschließend ist zu sagen, dass es sich bei diesem Benennungssystem um einen Vorschlag handelt, der in dieser Form in der Praxis noch nicht getestet wurde. Da nach der Produktstandardisierung einige Sachgruppen, Attribute sowie deren Strukturen und Benennungen angepasst werden müssen, muss das Benennungssystem auch eventuell geändert oder überarbeitet werden. Darum ist dieser Vorschlag auf die ausgearbeiteten Sachmerkmalleisten, sowie auf den derzeitigen Produktstandard der Firma Benninghoven ausgerichtet und muss auch nach diesen Maßstäben beurteilt werden.

3.5 Implementierung der Sachmerkmalleisten in das ERP System

Bei der Implementierung der Sachmerkmalleisten in das ERP System muss auf einige Besonderheiten der Software achtgegeben werden. Das liegt auf keinen Fall an der Software, die bei der Firma Benninghoven verwendet wird, sondern an dem Umstand, dass Sachmerkmalleisten für Sondermaschinenbauer eigens behandelt werden müssen. Daher muss der Aufbau der Sachmerkmalleisten soweit wie möglich an das System angepasst werden. Ist dies nicht mehr möglich, muss eine Anpassung von Seiten der Software angedacht werden. Im Zuge dieser Arbeit sind beide Fälle nötig um eine praxisgerechte Implementierung zu gewährleisten. Aber zuerst wird kurz auf die bestehende Funktion der Sachmerkmalleisten eingegangen.

3.5.1 Sachmerkmalleisten im bestehenden ERP System

Im von der Firma Benninghoven verwendeten ERP System Applus sind Sachmerkmalleisten ein Bestandteil der Stammdaten. Es besteht die Möglichkeit, Artikel nach deren Anlage, Sachmerkleisten und deren Sachmerkmale zuzuweisen und sie somit zu klassifizieren. Bei der Artikelsuche kann diese vorhergehende Klassifizierung dann für die Suchfunktion verwendet werden. Hierzu ist noch anzumerken, dass die Vorgehensweise der Klassifizierung und Zuteilung der Sachmerkmale sowie die Suche nach diesen Kriterien identisch ablaufen. Diese Vorgehensweise erfolgt immer in vier Schritten. Auf Abbildung 33 sind diese vier Schritte klar zu erkennen. In der Suchfunktion sowie bei der Artikelanlage gelangt man durch klicken auf das Symbol zur Klassifizierung auf die Maske im Schritt eins von vier. Hier kann die Sachgruppe ausgewählt werden. Diese sind in einem Dropdown Menü aufgelistet, oder man kann über eine Baumstruktur mit mehreren Ebenen zu der

gewünschten Sachgruppe gelangen. Im zweiten Schritt werden die Sachmerkmale angezeigt die zu der zuvor ausgewählten Sachgruppe gehören. Hierbei besteht die Möglichkeit, über ein Dropdown Menü wie im unteren Teil der Abbildung ersichtlich ist, die einzelnen Attribute auszuwählen. Bei der Anlage der Sachgruppen kann definiert werden, welche Felder als Pflichtfeld zu führen sind und in welcher Reihenfolge die Sachmerkmale angeordent werden sollen. Nach Auswahl der passenden Attribute ist bei der Artikelklassifizierung der Vorgang abgeschlossen. Bei der Artikelsuche, wie es

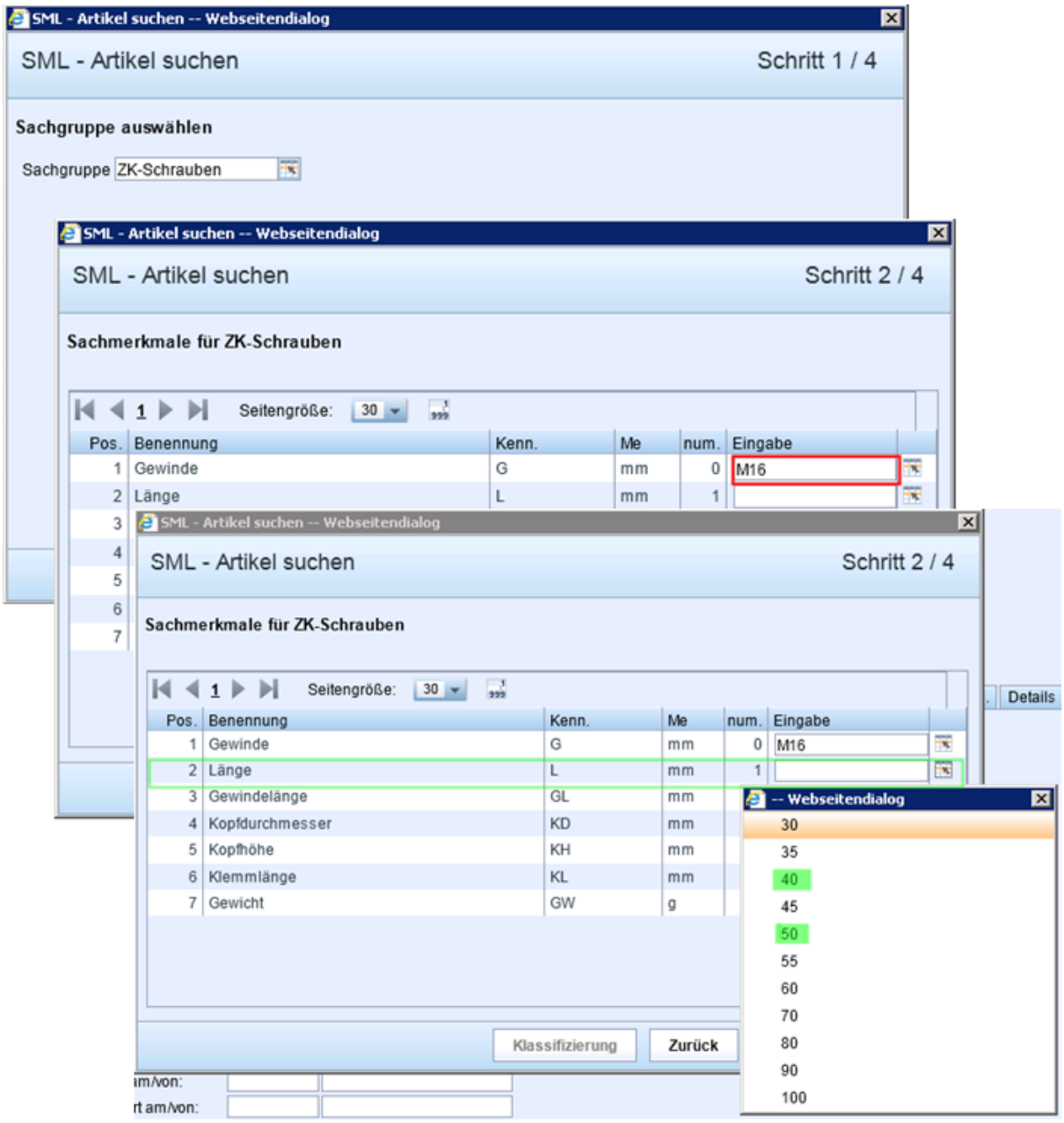


Abbildung 32: Aufbau Sachmerkmalleisten

auf Abbildung 32 zu sehen ist, müssen zwei weitere Schritte durchgeführt werden. Im dritten Schritte werden alle Artikel angezeigt, die auf die Auswahl der Attribute passen. Im vierten und letzten Schritt der Artikelsuche anhand von Sachmerkmalleisten folgt

lediglich die Anzeige des ausgewählten Artikels. Die Funktion der Sachmerkmalleiste im ERP System der Firma Benninghoven setzt an einigen Stellen sehr gut an, weist jedoch für die Bedürfnisse eines Sondermaschinenbauers einige Mängel auf, die eine Anwendung in der Praxis erschweren beziehungsweise nicht ermöglichen.

3.5.2 Benötigte Anpassung der Sachmerkmalleisten

Es handelt sich hierbei um eine Anpassung, ohne der das ganze System der internen Sachgruppen nicht funktionieren würde. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass Sachmerkmalleisten prinzipiell immer in derselben Ebene abgebildet werden. Nach diesem Aspekt sind auch viele ERP Systeme ausgelegt, sowie auch das der Firma Benninghoven. Da hier jedoch mit der Situation der internen Sachmerkmalleisten ein etwas außergewöhnlicher Klassifizierungsfall vorliegt, muss es möglich sein, auf mehreren Ebenen Merkmalleisten implementieren zu können. Eine Klassifizierung ist nur dann möglich, wenn dieser Aspekt bereits in der Produktkonfiguration beachtet wird. Daher wurde jedes Modul nachfolgendem Schema aus Abbildung 32, am Beispiel der Bitumenversorgung in seiner Struktur verändert. Man sieht in dieser Abbildung, dass die Bitumenversorgung mit den Baukastenmodulen Thermalölerhitzer, Bitumenfilter und Füllkasten drei relevante Elemente besitzt. Da nun mit einem einstufigen System gearbeitet wird, ist es möglich, allen drei gerade eben genannten Modulen in der zweiten Ebene Sachmerkmalleisten zuzuweisen, oder mit Hilfe der zugewiesenen Merkmale einen Artikel zu suchen. Will man nun jedoch nach einer vollständigen Bitumenversorgung suchen bzw. diesem Artikel Sachmermale zuweisen, ist dies nicht möglich, weil es in einer höheren Ebene geschieht. Deshalb musste eine Möglichkeit geschaffen werden, um dieses Modul auswählbar zu machen. Darum wird immer der Baukasten „MODULBENENNUG Modul“ in diesem Beispiel „Bitumenversorgung Modul“ eine Ebene unter dem jeweiligen Modul, hier „Bitumenversorgung“ gesezt. Dabei handelt es sich inhaltlich um exakt den selben Baukasten. Somit kann jedem Modul in der Baumstruktur eine Sachmerkmalleiste zugewiesen werden und die Übersichtlichkeit bleibt trotzdem erhalten. Mit diesem System wird die einstufige Anordnung von Sachmerkmalleisten gekonnt umgangen und es sind mehrstufige Systeme möglich. Dies wird natürlich nur für die internen Module benötigt, da die Baumstruktur bei den allgemeinen Modulgruppen nur zur Orientierung dient und alle Module denen Sachmerkmalleisten zugeteilt werden, in der letzten Ebene liegen.

Ein zweiter Punkt ist die direkte Implementierung der Sachmermalleisten in das ERP System. Die Struktur der Merkmale wurde in eine Excel Tabelle ausgelesen. Da diese relativ unübersichtlich ist, wurden die Sachmerkmalleisten wie in den schon zuvor

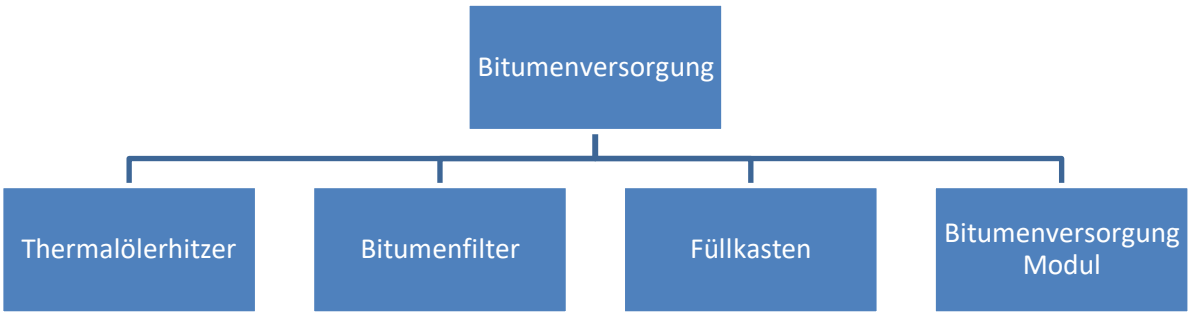


Abbildung 33: Baumstruktur Bitumenversorgung

beschriebenen Grafiken abgebildet. Die Tabellen aus den Grafiken sind übersichtlichter, aussagekräftiger und finden in dieser Form auch Anwendung in anderen Teilbereichen wie den Modulkatalogen und der Benennung sowie der Pflege der Sachmerkmalleisten. Letzteres wird in den weiteren Kapiteln noch beschrieben. Zur schlussendlichen Implementierung müssen einfach nur die Sachgruppen, Merkmale und Attribute in die ausgelesene Tabelle eingetragen werden. Danach ist unter Beachtung kleiner formattechnischer Anforderungen eine direkte Übertragung in das ERP System ohne Probleme möglich.

3.5.3 Benötigte Anpassungen im ERP System

Grundsätzlich ist zu sagen, dass Anpassungen von Seiten der Firma Benninghoven eher nicht erwünscht sind und versucht wird mit dem Standard zu arbeiten. Nachdem das Klassifizierungssystem soweit wie möglich an die Software angepasst wurde, müssen weitere notwendige Änderungen durch den Softwarehersteller durchgeführt werden. Im Fall der Firma Benninghoven handelt es sich um Änderungen, ohne die eine normgerechte Darstellung der Sachmerkmalleisten unmöglich wäre. Die zweite Änderung ist eine Anpassung zur übersichtlichen Arbeitsweise. Ohne diese Änderung würde das System schon ab einer geringen Anzahl von Sachmerkmalleisten sehr unübersichtlich arbeiten, so dass es keine Hilfe mehr bietet. Zusammenfassend handelt es sich um folgende zwei Punkte die durch den Softwarehersteller angepasst werden müssen.

- Implementierung von Bilddateien in Sachmerkmalleisten
- Dynamische Anpassung der Sachmerkmale bereits während des Auswahlvorganges

Nachdem diese Änderungen nicht nur für die Firma Benninghoven von großem Vorteil wären, sondern auch für andere User dieser Software, wurde direkt Kontakt mit dem Hersteller aufgenommen. Weiters wurde dem Hersteller angeboten, dass die Programmierung der Anpassung in der Firma Benninghoven durchgeführt werden könnte, wenn Sie danach in den Standard der Software aufgenommen wird. Die Beschreibung und Sinnhaftigkeit der Anpassung wurde zusammengefasst und an den

Softwarehersteller weitergeleitet. Diese Zusammenfassung, die eine komplette Beschreibung und Erklärung der Anpassungen enthält, liegt im Anhang der Arbeit bei. Darum wird auch hier in diesem Kapitel nicht mehr näher darauf eingegangen.

3.5.4 Pflege und korrekte Anwendung der Sachmerkmalleisten

Der Pflegeaufwand von Sachmerkmalleisten kann bei schlechter Integration oder falscher Anwendung enorm ausfallen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass Änderungen nur durch eine Stelle ausgeführt werden sollen. Ist dies nicht der Fall, sind die Sachmerkmalleisten nach geraumer Zeit nicht mehr zu verwenden, da die Struktur zerstört und sie völlig überladen werden. Die Tabellenform von Abbildung 21 im Kapitel 3.3.1 aus den Modulkatalogen kann gleichzeitig als Änderungsschein benutzt werden. Soll nun eine Sachmerkmalleiste, ein Merkmal oder ein Attribut hinzugefügt, geändert oder gelöscht werden, kann man dies in der Tabelle vermerken. Die Zeilen Einheit, Reihung, Verwendung und Pflicht werden beibehalten und sollen auch verwendet werden. Durch diese Informationen kann die Änderung richtig ins ERP System eingepflegt werden. Sollten hierbei nicht alle Informationen angegeben werden, besteht die Gefahr, dass sich die Benennung nicht nach Wunsch zusammensetzt oder falsche Merkmale als Pflicht angegeben werden. Wird jedoch der Änderungsschein vollständig ausgefüllt und an die zuständige Stelle weitergegeben, kann die Änderung bestätigt und implementiert werden. Die Freigabe der Änderung sollte durch eine neutrale Person, ein Gremium oder durch die Geschäftsleitung entschieden werden. Somit können keine Änderungen vorgenommen werden, die nur einer Stelle einen Vorteil und dafür Anderen einen Nachteil verschaffen. Dies muss genauestens abgewogen werden, da sonst das Klassifizierungssystem überladen und unübersichtlich wird.

Wie ganz am Anfang der Arbeit erwähnt, ist es nahezu unmöglich jeden Artikel im Artikelstamm mit Sachmerkmalen zu klassifizieren. Gerade nach der Einführung sollte

	ATRIBUTE		
SACHMERKMAL BENENNUNG	**Bauteilart**		**Montagezeichnung**
	Thermalölerhitzer	a	ja
	Außenverrohrung	b	nein
	Heizspirale	c	
	Kessel	d	
	Boden	e	
	Deckel	f	
	Kasten unter Kaminstutzen	g	
	zusätzliche Komponenten	h	
	Isolierplan		
	Verlegeplan		

man sehr vorsichtig sein, da sonst das gesamte System zusammenbricht. Daher sollte man ganz im Gegenteil vielleicht erst auf einige Sachgruppen verzichten, und nur die für das Unternehmen Wichtigsten als „Testlauf“ implementieren oder freigeben. Sollte die Klassifizierungsrate auf ein relativ hohes Maß angestiegen sein, werden bei einem Sondermaschinenbauer immer Teile vorkommen, die nahezu nicht einzuteilen sind. Um in der Firma Benninghoven die Möglichkeit der Klassifizierung solcher Teile zu gewährleisten, wurde folgende Idee entwickelt. In Abbildung 32 sieht man die interne Sachmerkmalleiste eines Thermalölerhitzers. Im Thermalölerhitzer gibt es einige Komponenten bei denen es zum jetzigen Stand nicht möglich ist, Sie durch einige Merkmale zu klassifizieren um Ihre Varianten abzudecken. Diese Artikel werden unter Bauteil Art in „zusätzliche Komponenten“ eingeteilt. Somit bekommt der Artikel zumindest die Zugehörigkeit zu dieser Sachgruppe und ist in mindestens einem Punkt klassifiziert. Nachdem diese Art von Artikeln selten vorkommt, sind sie durch dieses System relativ gut wiederzufinden. Sollte sich der Artikel durch ein zweites oder mehrere Sachmerkmale identifizieren, sind diese natürlich zuzuteilen. Es werden dieser Art von Bauteilen auf keinen Fall Pflichtmerkmale auferlegt. Als klassisches Beispiel für solche Komponenten, sind die in 3.2.4.3 beschriebenen „Einzelteile MODULGRUPPE“ anzugeben. Ob und in wie weit diese Methode umgesetzt wird, liegt im Ermessen der Firma Benninghoven.

Alle Personen die berechtigt sind, Artikeln Sachmerkmalleisten zuzuteilen, und befugt sind, Sachmerkmale zuzuweisen, müssen dies auf eine korrekte Art und Weise durchführen, da keine Prüfung auf Richtigkeit dafür vorgesehen ist. Um diese Vorgehensweise zu erleichtern kann jedoch ein Sichten Management eingeführt werden.

3.5.4.1 **Sichten Management**

Unter Sichten Management versteht man eine Eingrenzung der Arbeitsumgebungen für gewisse Personengruppen. Im Fall der Aufgabenstellung der Firma Benninghoven heißt Sichten Management, dass nicht alle Abteilungen auf die gesamten Sachmerkmalleisten Zugriff haben. Darunter versteht man, dass beispielsweise die Vertriebssicht nur Zugriff auf die aus Kundensicht benötigten Sachmerkmalleisten hat. Das heißt, die allgemeinen Sachmerkmalleisten sind in diesem Fall völlig uninteressant. Wiederum die Sicht einer Konstruktionsabteilung enthält alle benötigten internen Sachgruppen sowie auch die notwendigen Allgemeinen. Die Ersatzteilabteilung muss beispielsweise nahezu auf alle Sachmerkmalleisten, bis auf wenige Spezifische, Zugriff haben um zielbringend arbeiten zu können. Dies waren nur einige Beispiele zur Erklärung. Im ERP System wird dies mit der Implementierung von Masken möglich. Die Einführung eines Sichten Managements soll der Übersicht dienen, und vor Fehlern während des Arbeitsflusses schützen. Die Einführung stellt einen größeren Arbeitsaufwand dar, und wird erst nach einer Einarbeitungsphase und

Nachjustierungen richtig funktionieren. Ist dies jedoch geschafft, stellt es eine enorme Zeitersparnis und Arbeitserleichterung dar.

Hier ist noch anzumerken, dass ein erster Schritt zum Sichten Management bereits getan wurde. Die Berater der Firma Schuh & Co haben gemeinsam mit dem Produktstrukturteam, die Sachmerkmale der ersten Modulebene (Vordosierung, Trockentrommel, Bitumenversorgung etc.) ausgearbeitet. Die ausgearbeiteten Sachmerkmale wurden in die Modulkataloge eingetragen, die den einzelnen Abteilungen zur Bearbeitung übergeben wurden. In manchen Abteilungen wurden diese Sachmerkmale auf deren Bedürfnisse überarbeitet. Dies kann auch zum Sichten Management gezählt werden, da manche Merkmale auch nicht für alle Abteilungen gleich relevant oder brauchbar sind. Da die Ausarbeitung im Produktstrukturteam eher vertriebsseitig durchgeführt wurde, kann man die beiden Ausführungen der Sachmerkmalleisten als eine Art Vertriebssicht und Sicht des technischen Büros ansehen. Natürlich ist hierbei eine Überarbeitung erforderlich, bzw. wenn kein Sichten Management erwünscht ist, ist eine Zusammenfassung der Sachmerkmalleisten in Betracht zu ziehen.

4 Ergebnisse / Auswertung

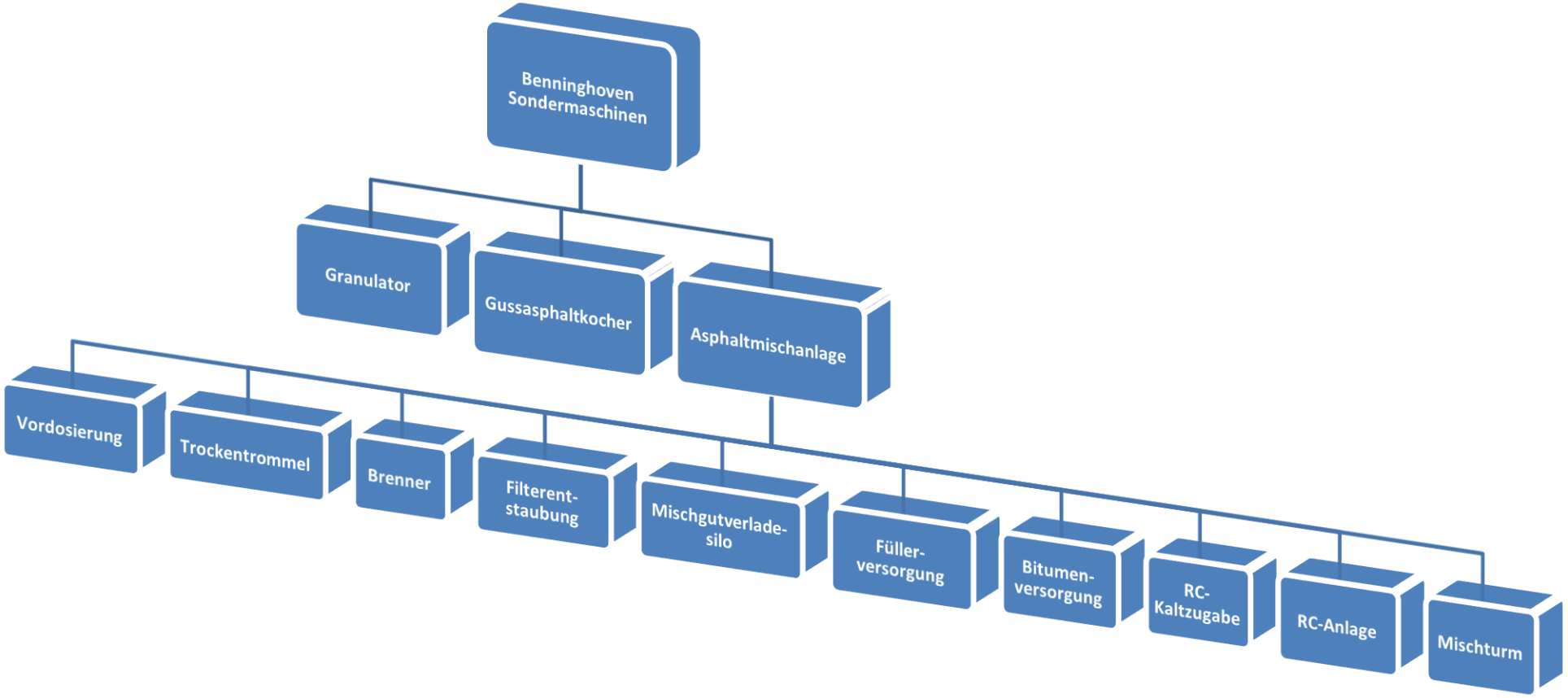
Das Ergebnis der Lösung der Problemstellung der Firma Benninghoven ist durchaus positiv anzusehen. Wenn man bedenkt, dass es sich hier um einen Sondermaschinenbauer handelt, der im Grunde genommen aus der Prototypenfertigung entstanden ist, ist die Implementierung der Sachmerkmalleisten durchaus gelungen. Die Aufteilung in interne und allgemeine Sachgruppen lässt einen gewissen Spielraum und Erweiterungen ohne größere Probleme zu. Mittels der Anpassungen im ERP System können die Sachmerkmalleisten normgerecht, jedoch nicht umständlich, praxisbezogen angewendet werden. Durch die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit, sowie die Zeit- und Ressourcen intensiven Meetings wurde ein Klassifizierungssystem entwickelt, das direkt aus der Firma heraus entstanden ist. Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass bei der Einführung kein Überrollen der Mitarbeiter stattfinden wird, da diese sich schon im Vorhinein damit beschäftigt, und aktiv mitgearbeitet haben. Dadurch sollte auch die Einarbeitungsphase und Pflege des Systems ohne größere Probleme erfolgen Da keine Klassifizierung vorhanden war, kann die Strukturtiefe bis zu der vorgegangen wurde, als ausreichend angesehen werden. Die Einarbeitungsphase wird einiges an zusätzlicher Zeit in Anspruch nehmen, dies wird jedoch durch die im gesamten Unternehmen durchaus motivierten Mitarbeiter relativ rasch möglich sein. Bei den allgemeinen Sachgruppen besteht teilweise sicherlich Überarbeitungsbedarf, da die Sachmerkmale aus der DIN 4000 für die Bedürfnisse der Firma Benninghoven zu überladen sind. Doch um diese Sachgruppen praxistauglich zu machen, muss die Produktstandardisierung abgewartet und im normalen Arbeitsprozess eingesetzt werden. Manche Attribute müssen mit der Zeit wachsen und können erst richtig eingetragen werden, wenn das System mit neuen Projekten aus der Produktstandardisierung gefüllt wird. Dahingehend muss eine Methodik erarbeitet werden, wie diese Attribute am besten erhoben werden. Abschließend ist jedoch zu sagen, dass eine gute Arbeit gelungen ist und ein sehr guter Ansatz der Klassifizierung erarbeitet wurde, auf dem sicherlich sehrt gut aufgebaut werden kann. Das ganze Konzept der Arbeit von der Produktstrukturierung bis zur Klassifizierung durch Sachmerkmalleisten kann sicherlich Großteils auf andere Unternehmen, die im Sondermaschinenbau tätig sind, umgewälzt werden.

5 Schlussfolgerungen / Resümee / Ausblick

Da die benötigte Zeit der Fertigung durch Druck vom Kunden heutzutage eher vom Abnehmer, als vom Erzeuger bestimmt wird, wurde bei der Firma Benninghoven exakt an der richtigen Stelle angesetzt. Wo andere Unternehmen mittels Mitarbeiterabbau versuchen, die Geschäftszahlen zu beeinflussen, wurde bei der Firma Benninghoven auf Optimierung gesetzt. Produktstandardisierung, Prozessoptimierung und die Einführung eines Klassifizierungssystems sind alles optimale Mittel um ein Unternehmen nach dem neuesten wirtschaftlichen Stand auszurichten, und um den Produkt LifeCycle zu optimieren. Die Einführung dieser Änderungen wird einen groben Einschnitt in die Unternehmensstruktur der Firma Benninghoven bringen und muss in kleinen Dosen geschehen, um einen Kollaps zu vermeiden. Durch das Kennenlernen der Firmenstruktur und die Arbeitsweise der Abteilungen ist klar ersichtlich geworden, dass große Motivationsarbeit geleistet werden muss um alle Abteilungen und Mitarbeiter davon zu überzeugen, dass dieses Konzept die einzig vernünftige Lösung darstellt. Denn nur wenn alle an einem Strang ziehen, ist die Durchführung eines solchen Projektes umsetzbar. Während der Ausarbeitung der Arbeit wurde klar ersichtlich, dass manche Abteilungen einen höheren Stellenwert als Andere genießen. Dadurch entstehen gezwungener Maßen Spannungen, die wiederum zu Fehlern im Gesamtprozess führen. Wird dieser Umstand bereinigt, wird die Umsetzung der geplanten Veränderungen um ein Vielfaches einfacher und um einiges schneller durchgeführt werden. Man hat bei der Aufgabenstellung dieser Arbeit gesehen, wieviel Arbeit dahintersteckt. Dies wurde sicherlich von beiden Seiten unterschätzt und durch gemeinsame Zusammenarbeit ist ein mehr als brauchbares Ergebnis entstanden. Das Optimierungspotential der Firma Benninghoven ist enorm, es muss nur angepackt und entfaltet werden.

6 Anhang

6.1 Struktur 1.Modulebene



6.2 Modulkatalog Bitumen

Hauptmodul:		Bitumenversorgung	
Modulsachgruppe:		Bitumenversorgung Modul	
Interne Sachgruppen:		Thermalölerhitzer	
		Bitumenfilter	
		Füllkasten	

Bitumenversorgung Modul	ATRIBUTE							
SACHMERKMAL BENENNUNG	Baukasten	Montagezeichnung	Montagematerial	Ausführung Tank	Anzahl Kammern	Beheizung	Medium	Volumen
	ja	ja	ja	stehend	1	Elektro	Bitumen	10
	nein	nein	nein	liegend	2	Thermalöl	Bitumenemulsion	15
				mobil		(ohne)	Schweröl	20
							Additivöl	25
							Wasser	30
								40
								50
								60
								70
								80
								100
								110
Einheit							[mm]	[m³]
Pflicht	x			x		x	x	x
Verwendung								
Reihung	1	2	3	4	5	6	7	8

Rohlingsdurchmesser	Isolierstärke	Verkleidungsblech	Umwälzung im Tank	Begehung	Entlüftung	Werkstoff
1600	50	Trapezblech	ohne Rührwerk	Rundbühne mit Steigleiter	Einzelentlüftung	VA
2000	100	Glattblech	Senkrechtes Rührwerk	Rundbühne	Gaspendelleitung	Stahl
2500	150		Waagrechtes Rührwerk	ohne	Entlüftung und Überlaufleitung	
2900	200		seitliches Rührwerk			
	300		Mischdüse			
	(ohne)					
	m^3					
9	10	11	12	13	14	15

Thermalölerhitzer	ATRIBUTE								
SACHMERKMAL BENENNUNG	**Bauteilart**		**Montagezeichnung**	**SBG**	**Thermalölerhitzer**	**Erhitzergröße**	**Richtung**	**Außenverrohung**	**Brenner**
	Thermalölerhitzer	a	ja	ja	Heizspirale	TR25	links	Standart	Gas
	Außenverrohrung	b	nein	nein	Kessel	TR35	rechts	Container	Öl
	Heizspirale	c			Außenverrohrung	TR50		russisch Container	Gas/Öl
	Kessel	d				TR20		russisch Standart	Gas/Öl beidseitig modulierend
	Boden	e				TR100		mobile Ausführung	Gas/Öl gasseitig modulierend
	Deckel	f						russisch monbil	
	Kasten unter Kaminstutzen	g							
	zusätzliche Komponenten	h							
	Isolierplan								
	Verlegeplan								
Einheit									
Pflicht									
Verwendung					a,b,c,d	a,b	a,b,	c	
Reihung					1	2	3	4	5

Bitumenfilter	ATRIBUTE				
SACHMERKMAL BENENNUNG	Nennweite	Beheizung	Maschenweite	Ausführung Deckel	Entleerungsarmatur
	DN 65	Elektro	0,9	Flansch	Kugelhahn
	DN 80	Thermalöl	2	Klappdeckel	Absperrklappe DN 80
	DN 100	(ohne)	5		
	DN 125		10		
	DN 150				
	DN 200				
Einheit			[mm]		
Pflicht	x	x	x		
Verwendung					
Reihung	1	2	3	4	5

Füllkasten	ATRIBUTE								
SACHMERKMAL BENENNUNG	Anzahl der Kammern	Beheizung	Anzahl der Füllkupplungen	Anzahl der Saugstutzen	Ausführung der Füllkupplung	Anschlußflansch	Pumpenkonsole	Bohrbild	Konsolenhöhe
	100	elktro 230 V	1	1	Standart	Rückseite			
	200	elektro 400 V	2	2	französisch	rechts			
	2x100	Thermalöl				links			
	3x100					am Deckel			
Einheit	[Liter]								
Pflicht	x	x	x						
Verwendung									
Reihung	1	2	3	4	5	6	7	8	9

6.3 Änderungsschreiben an den Softwarehersteller

6.3.1 Begründungsschreiben

Implementierung von Bilddateien in Sachmerkmalleisten

Um eine praktisch sinnvolle Arbeitsweise zu gewährleisten, ist es notwendig, einen hohen Anteil an Sachmerkmalleisten mit Prinzip Skizzen in Form von Bildern zu ergänzen. Einerseits schränkt dies den Umfang der Sachmerkmale sowie der Sachmerkmalleisten auf eine Anzahl ein die erst eine praktische Arbeitsweise zulässt und somit eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität mit sich bringt. Nach DIN 4000 lassen sich Sachmerkmalleisten in deren Gesamtheit ohne Bilder nicht realisieren.

Implementierung von Bildern in Sachmerkmalleisten nach DIN 4000

Wenn es erforderlich ist, ist ein Bild einer Sachmerkmalleiste zuzuordnen bzw. das aus der Norm schon zugeordnete Bild zu verwenden wie der folgende Auszug der Norm klar beschreibt.

7 Darstellung von Gegenstandsgruppen durch Bilder

7.1 Allgemeines

Wenn erforderlich, ist die Zuordnung der Merkmale zu den Gegenstandgruppen oder zu Teilen von Gegenstandsgruppen durch vereinfachte bildliche Darstellungen (im Folgenden kurz Bild genannt) zu unterstützen. In den Normen der Reihe DIN 4000 werden in den Bildern die betreffenden Merkmal-Kennungen oder die Bevorzugten Symbole der Merkmale in der Gebrauchslage des Normblattes eingetragen.

Ob die Merkmal-Kennung oder das Bevorzugte Symbol zu verwenden ist, hängt davon ab, ob das Merkmal nur für dieses eine Bild für eine Norm der Reihe DIN 4000 verwendet wird oder ob die Verwendung des Bildes in mehreren Normen der Reihe DIN 4000 angestrebt werden soll. Prinzipiell sollte bei Neuerstellung eines Bildes dem Bevorzugten Symbol des anzuzeigenden Merkmals der Vorzug gegeben werden.

Bei bereits bestehenden Normen der Reihe DIN 4000 ist die Anzeige der Merkmal-Kennung beizubehalten, wenn dies dem technischen Fortschritt nicht entgegenwirkt.

Abbildung 35 - Auszug DIN 4000-1, S21

Nach Din 4000 sind 3 verschiedene Arten von Bildimplementierungen möglich. Hierbei handelt es sich um

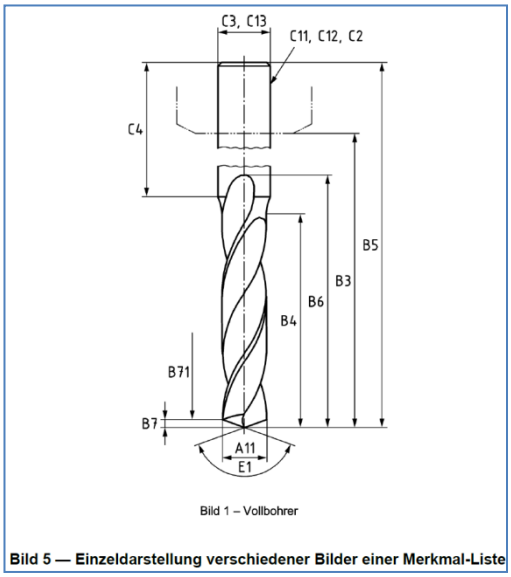
- Einzeldarstellung
- Kombinierte Darstellung
- Matrixdarstellung

Nach Din 4000 werden diese anzuwendeten Arten wie folgt beschrieben

7.2.2.1 Einzeldarstellung

Überwiegend werden die zu einer Merkmal-Liste gehörenden Bilder einzeln und in sich schlüssig dargestellt. Jedes Bild erhält einen prägenden Bild-Titel und die zugehörige Bildkennung, siehe Bild 5.

Abbildung 36 - Auszug DIN 4000-1 S21

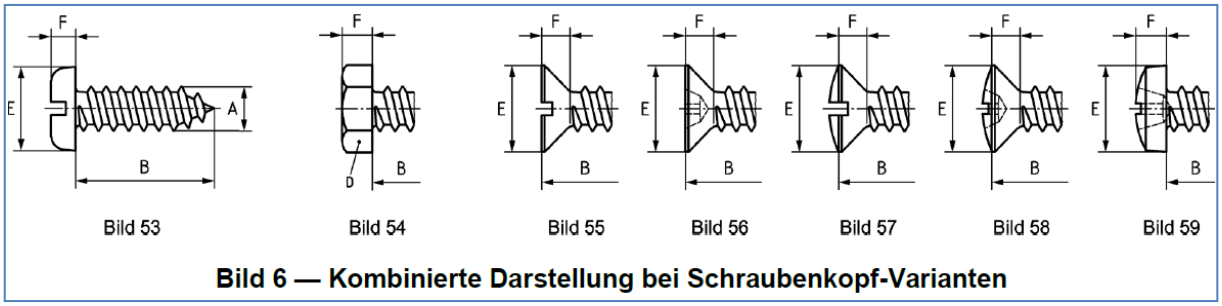


Auszug DIN 4000-1

7.2.2.2 Kombinierte Darstellung

Unterscheiden sich die Bilder lediglich in Teilbereichen ihrer Geometrie, dürfen die gleichen Teilbereiche vereinfacht dargestellt oder weggelassen werden, siehe Bild 6 (für Neuentwicklung von Normen der Reihe DIN 4000 nicht mehr anzuwenden).

Abbildung 37 - DIN 4000-1, S23



7.2.2.3 Matrixdarstellung

Lässt sich eine Gegenstandsgruppe aus der Kombination oder einer Auswahl unterschiedlicher Teilgeometrien ableiten, kann zur Darstellung und Bezeichnung der möglichen Varianten die Matrixdarstellung eingesetzt werden, siehe Bild 7. Die Felder der Matrix enthalten die Bildkennungen. Die Bildkennungen sind so zu wählen, dass eine Ergänzung um weitere Varianten aus dieser Gegenstandsgruppe möglich ist.

Bilder und Bild-Kennungen

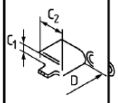
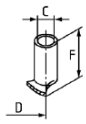
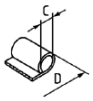
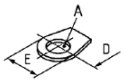
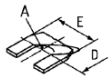
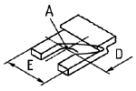
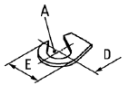
Anschlussseite Kabel / Anschluss-seite Gerät								
	1	2	3	4	5	6	7	8
	21	22	23	24	25	26	27	
	41	42	43	44	45	46	47	
	61	62	63	64	65	66		

Bild 7 — Matrixdarstellung möglicher Varianten einer Gegenstandsgruppe (zweidimensional)

Auszug DIN 4000-1

Dynamische Anpassung der Sachmerkmale bereits während des Auswahlvorganges

Diese Systemanpassung soll bewirken, dass bei der Auswahl eines Sachwertes, in weiterer Folge nur mehr die noch möglichen Sachwerte und Sachgruppen angezeigt werden. Anhand eines Beispiels wird diese Situation plausibler.

	ATRIBUTE		
SACHMERKMAL BENENNUNG	Dimension	Länge	Holzschraube
	M4	5	Ja
	M5	10	nein
	M6	15	
	M7	20	
	M8	25	
	M9	30	
	M10	40	

AUSWAHL M10

Abbildung 38 - Beispiel Schraube M10

In der oben angeführten Darstellung sieht man eine Sachmerkmalleiste für eine beliebige Schraubenart mit 3 Sachmerkmalen. Wir gehen von der Annahme aus, dass die folgenden Schrauben der Dimensionierung M10 im System vorhanden sind und Sachmerkmale zugewiesen wurden.

- M10x23
- M10x30
- M10x40

Es soll nun eine M10 Schraube über die Sachmerkmale gefunden werden. Eine dynamische Auswahl bewirkt hierbei, dass nach der Auswahl der Dimension „M10“ lediglich das Sachmerkmal „Länge“ mit den Sachwerten 25, 30 und 40 zur Auswahl steht. Die restlichen Sachwerte des Sachmerkmals „Länge“ sowie die Sachgruppe „Holzschraube“ ist nach der Auswahl von der Dimension „M10“ nicht mehr verfügbar oder ausgegraut wie man in Abbildung 5 sieht.

	ATRIBUTE		
SACHMERKMAL BENENNUNG	Dimension	Länge	
	M10	25	
		30	
		40	

AUSWAHL M10

Abbildung 39 - Beispiel Schraube nach Auswahl der Dimension

Ohne diese Logik ist das System der Sachmerkmalleisten ab einem gewissen Umfang für praktische Anwendungen nicht mehr realisierbar. Um eine abteilungsübergreifende Anwendung der Sachmerkmalleisten zu gewährleisten ist diese Dynamik unumgänglich, da ansonsten nur mit Expertenwissen über den Artikelstamm der jeweiligen Sachgruppen die Anwendung von Sachmerkmalleisten eine Erhöhung der Produktivität zufolge hat.

Bei einer Bohrungsanpassung, um bei dem Beispiel von oben zu bleiben, wird oft auf schon verwendete Bauteile zurückgegriffen. Das heißt, man weiß, dass eine M10 Bohrung benötigt wird, da aber die Tiefe der Bohrung für die Problemstellung nicht ernsthaft relevant ist, wählt man die Tiefe anhand schon verwendeter Artikel (Schrauben) aus. In diesem Fall würde man im Sachmerkmal „Dimension“ den Sachwert „M10“ eingeben und anhand der im System schon vorhandenen Artikel die Tiefe für die Bohrungsanpassung auswählen. Dies ist zwar ein sehr triviales Beispiel, geht man jedoch von komplexeren Sachgruppen aus, ist es sehr sinnvoll mit dieser Methode zu arbeiten. Da von bestehenden Artikeln oder Komponenten Konstruktion, Arbeitsplanung, Bestellzyklen und Preise bekannt sind und somit ein enormer Arbeitsaufwand durch diese Vorgehensweise eingespart werden kann. Diese Möglichkeit wird in gängiger Fachliteratur und in der Norm als großer Vorteil und als eines der Herzstücke von Sachmerkmalleisten gehandelt. Ohne die dynamische Anpassung ist dieser Vorteil von Sachmerkmalleisten im jetzigen System nicht gegeben.

Dynamische Anpassung der Sachmerkmale bereits während des Auswahlvorganges nach DIN 4000

Nach DIN 4000 ist eine dynamische Anpassung für einige Anwendungen beim Arbeiten mit Sachmerkmalleisten unumgänglich. Neben dem schon oben beschriebenen Beispiel beruht die Auflösung bestehender Mehrfachbelegung auf einer dynamischen Arbeitsweise.

Ein klassisches Beispiel ist die Beschreibung eines Gewindes durch Sachmerkmale. Da ein Gewinde immer als ein Sachmerkmal und niemals eine Sachgruppe dargestellt werden kann, braucht man mehrere Stufen in die Tiefe der Sachmerkmalleiste. In Bild 10 der DIN 4000-1 ist deutlich zu erkennen, dass die Gewinde beschreibenden Merkmale eine Stufe unter allen anderen Merkmalen, beispielsweise einer Gewindestange, liegen.

Merkmal-Kennung	Merkmal-Benennung	Einheit	Format	Merkmal-Definition
A	Gewinde	–	CHAR 20	

Merkmal-Kennung	Merkmal-Benennung	Einheit	Format	Merkmal-Definition
A1	Gewindeart	–	CHAR 5	
A2	Gewindenenndurchmesser	mm	REAL 7.3	
A3	Gewindesteigung	mm	REAL 7.3	
A4	Gewindetoleranz	–	CHAR 2	
A5	Gewinderichtung	–	CHAR 2	

Bild 10 — Merkmal „Gewinde“ mit der Merkmal-Kennung „A“

Das heißt, wenn in den Sachmerkmalen ausgewählt wird, dass ein Gewinde existiert, müssen die Sachmerkmale der nächsten Ebene, die Gewinde beschreibenden Sachmerkmale, verfügbar sein.

Dasselbe gilt für Toleranzsachmerkmale. Hierbei wird laut DIN 4000 nach derselben Vorgehensweise gearbeitet wie im oberen Beispiel. Genauer ersichtlich wird das in Bild 14 der DIN 4000-1.

9.2.4 Merkmale für Toleranzangaben

Werden für bereits festgelegte Merkmale weitere Merkmale benötigt, die z. B. Toleranzen festlegen sollen, so werden diese „Toleranz-Merkmale“ strukturiert unterhalb der Beschreibungsebene des ursprünglichen Merkmals angelegt, siehe Bild 14 und Bild 15.

BEISPIEL 1 Merkmale für die Toleranzangaben eines Ursprungsmerkmals mit Merkmal-Kennung „C3“.

Merkmal-Kennung	Merkmal-Benennung	Einheit	Format	Merkmal-Definition
C3	Aufnahmenenndurchmesser	mm	REAL 7.3	

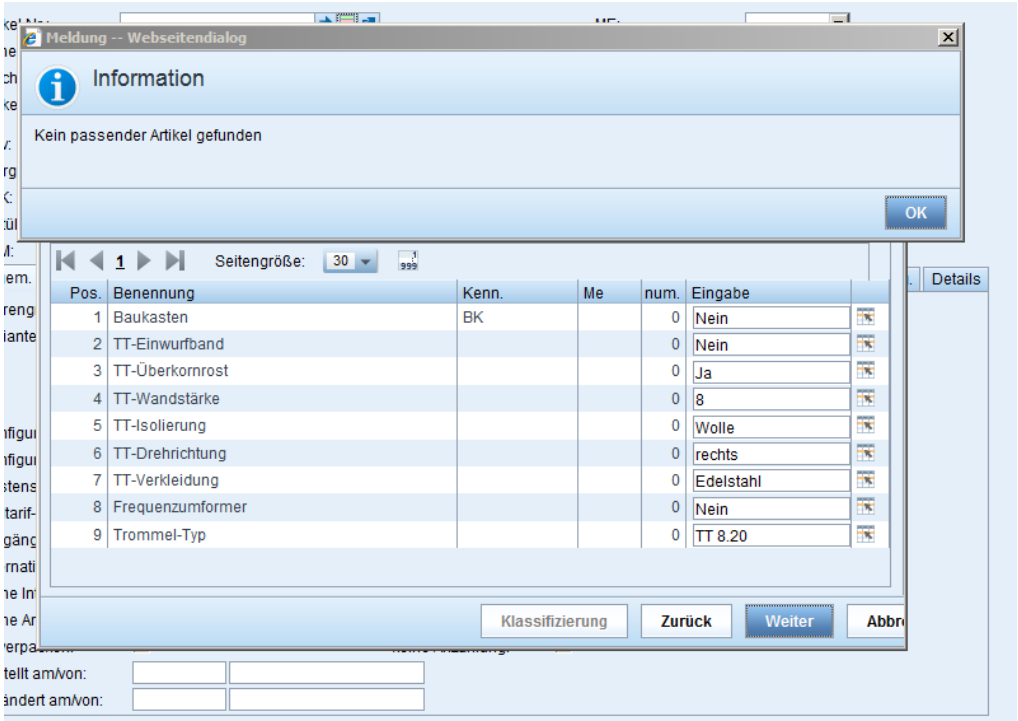
Merkmal-Kennung	Merkmal-Benennung	Einheit	Format	Merkmal-Definition
C31	ISO-Toleranzklasse, Aufnahmenenndurchmesser	–	CHAR 5	
C32	Aufnahmenenndurchmesser, oberes Abmaß	mm	REAL 7.3	
C33	Aufnahmenenndurchmesser, unteres Abmaß	mm	REAL 7.3	

Bild 14 — Merkmale für die Toleranzangaben eines Ursprungsmerkmals mit Merkmal-Kennung „C3“

Auszug DIN 4000-1

Dynamische Anpassung der Sachmerkmale bereits während des Auswahlvorganges als Hilfestellung für abteilungsübergreifende User

In der jetzigen Form, geben die Sachmerkmalleisten keine Hilfestellung für User, die kein Expertenwissen über den Artikelstamm haben. Wenn also eine Konfiguration der Sachwerte auf



keinen Artikel zutrifft, erhält man lediglich eine Fehlermeldung. Welcher Sachwert oder welche Sachwerte betroffen sind, dass kein Treffer erzielt wurde, wird in keiner Information bereitgestellt. Einem User ohne spezielle Kenntnisse der ausgewählten Sachgruppe ist es nur durch stupides durchprobieren der einzelnen Sachwerte möglich, auf einen Treffer in der Datenbank zu stoßen. Dies führt zur Neuanlage von Artikeln und somit teilweise zu Sonderbauformen, die größtenteils absolut keiner Notwendigkeit entsprechen. Mittels der dynamischen Anpassung ist für jeden User sofort nach der Auswahl ersichtlich, welche Konfigurationen möglich sind. So ergibt sich die Möglichkeit, dass Suchkriterien an die vorhandenen Artikel angepasst werden können und somit Einsparungen produktiver Arbeitszeit in allen Bereichen mit sich bringen.

6.3.2 Vorschlagsschreiben zur möglichen Anpassung

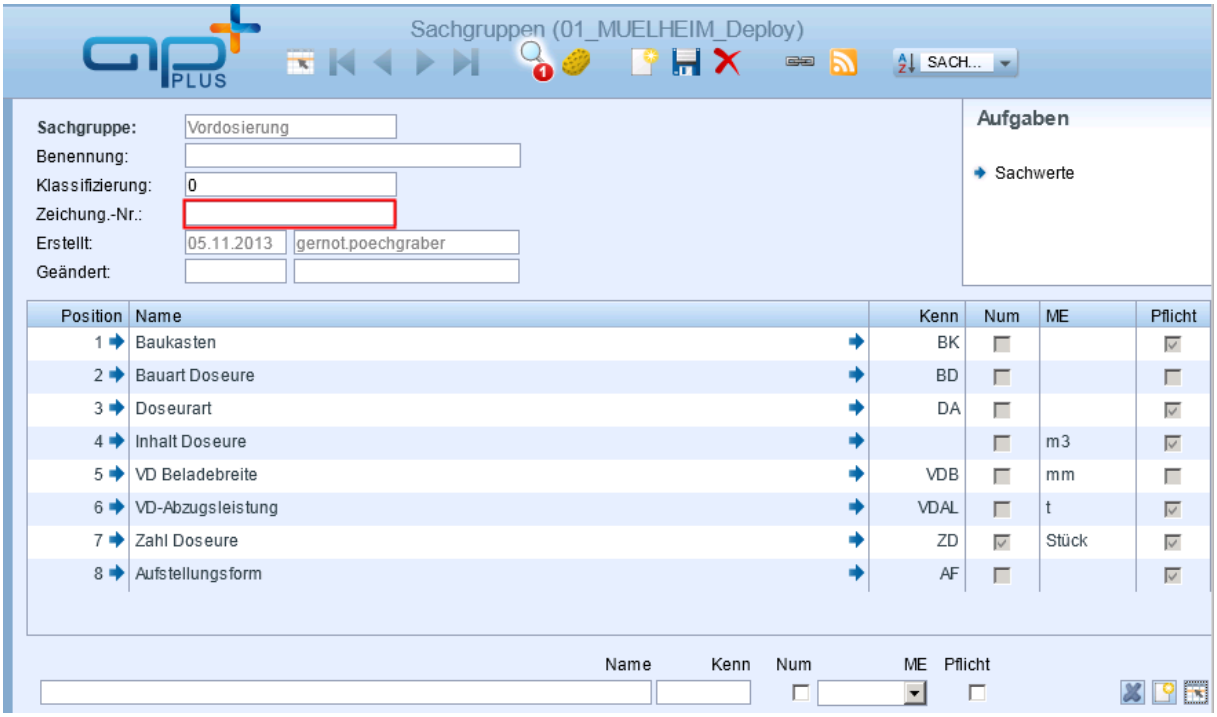
Sachgruppe - Bild Hinterlegung

Hinterlegung der Bildinformationen

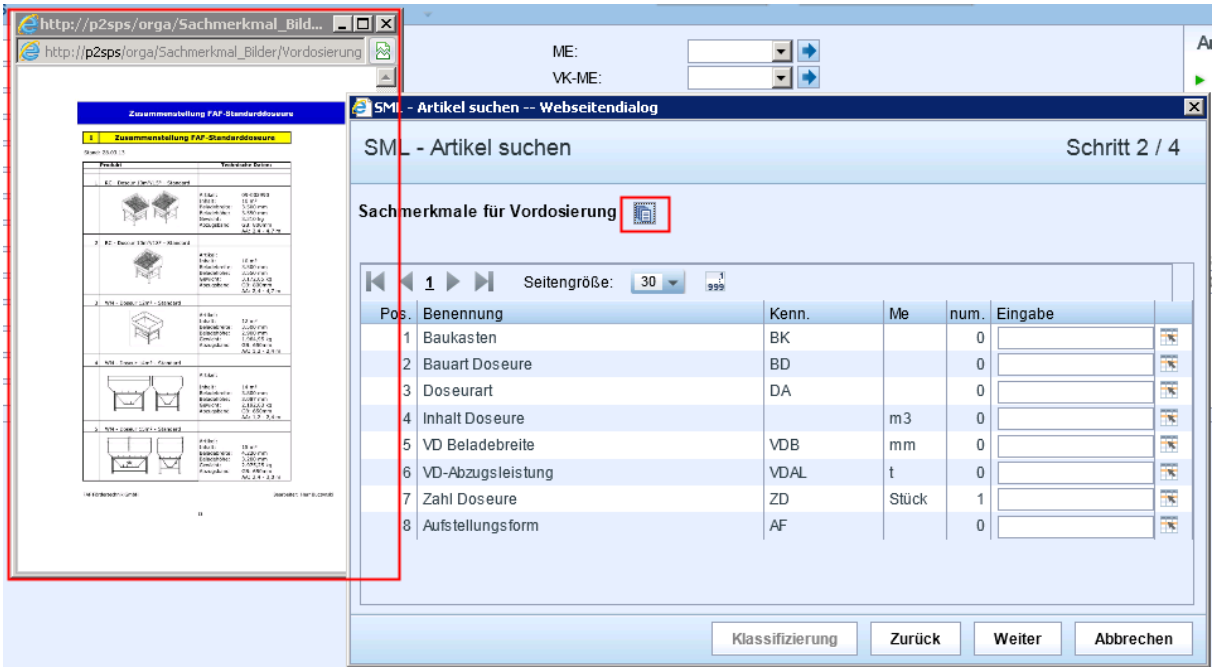
Dazu könnte das bestehende Feld "Zeichnung.-Nr." verwendet werden. Dieses Feld ist zurzeit ohne Funktion (unserer Einschätzung nach). In der Tabelle SACHGRUPPE ist das Feld ZEICHNUNG nicht vorhanden.

Mögliche Funktion für dieses Feld:

- Hyperlink zu Zeichnung im SharePoint
- Pfad zu Zeichnung im Dateisystem



Bei unserer Lösung wird die Zeichnung im Sharepoint abgelegt und hat den gleichen Namen wie die Sachgruppe. Sachgruppe *Vordosierung* korrespondiert mit Bild *Vordosierung.jpg.* Das Bild wird über einen Button neben der Überschrift ‚Sachmerkmale für xxxxxxx' aufgerufen. Es wird ein Fenster mit der Zeichnung geöffnet und der Fokus kann zwischen der Eingabemaske und dem Zeichnungsbild gewechselt werden.



Beteiligte Dateien

Webserver

`MasterData/SmlAuswahlDlg.aspx`

`Style/MenuIcons/showPicture.gif`

Sharepoint Dokumentebibliothek

`http://p2sps/orga/Sachmerkmal_Bilder`

Programmierung

In SmlAuswahlDlg.aspx einen Button eingefügt mit Ereignis-Handler *SachgruppePictureShow.onclick().* In diesem Handler wird aus SharePoint ein Bild zu der ausgewählten Sachgruppe angezeigt. Dabei wird davon ausgegangen, dass in der Bibliothek ein Bild mit dem Namen gleich der Sachgruppe existiert.

Beispiel: Ist Sachgruppe „Vordosierung“ ausgewählt wird bei Betätigung des Icons die Datei Vordosierung.jpg angezeigt. Ist diese Datei nicht vorhanden, wird eine Meldung ausgegeben.

Filterung der Sachgruppen – Picklisten

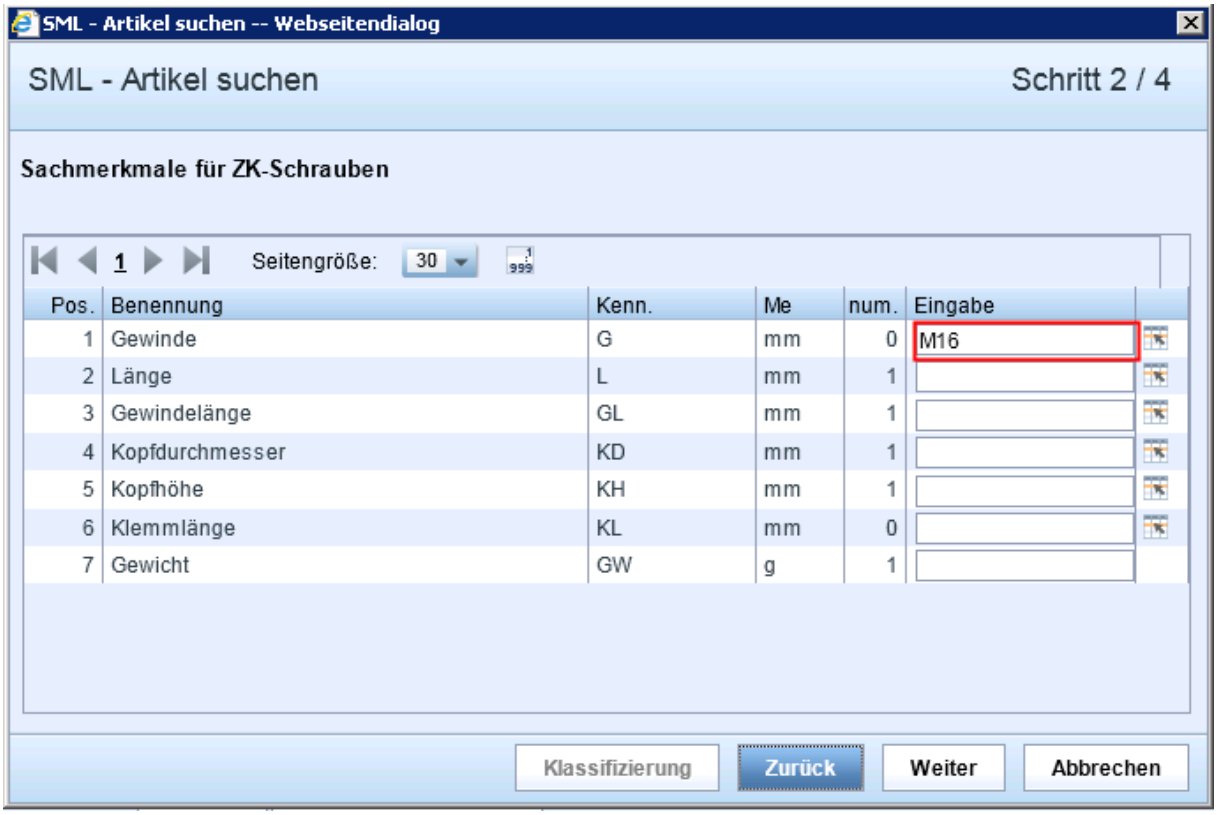
Die nachfolgende Funktionalität soll über einen **Parameter im APplus-Manager** gesteuert (an-/abschalten) werden.
Nach Auswahl eines Sachmerkmals soll im Hintergrund abgeprüft werden, welche Kombinationen noch in **vorhandenen Artikeln, die dieser Sachgruppe angehören** möglich sind. Darauf aufbauend werden dann die Picklisten, bei welchen die Auswahlfelder noch leer sind aktualisiert.

Sollte eine Merkmals-Position keine Auswahlwerte mehr enthalten, so ist diese zu markieren – **wenn möglich das Feld *Eingabe* ausgrauen**

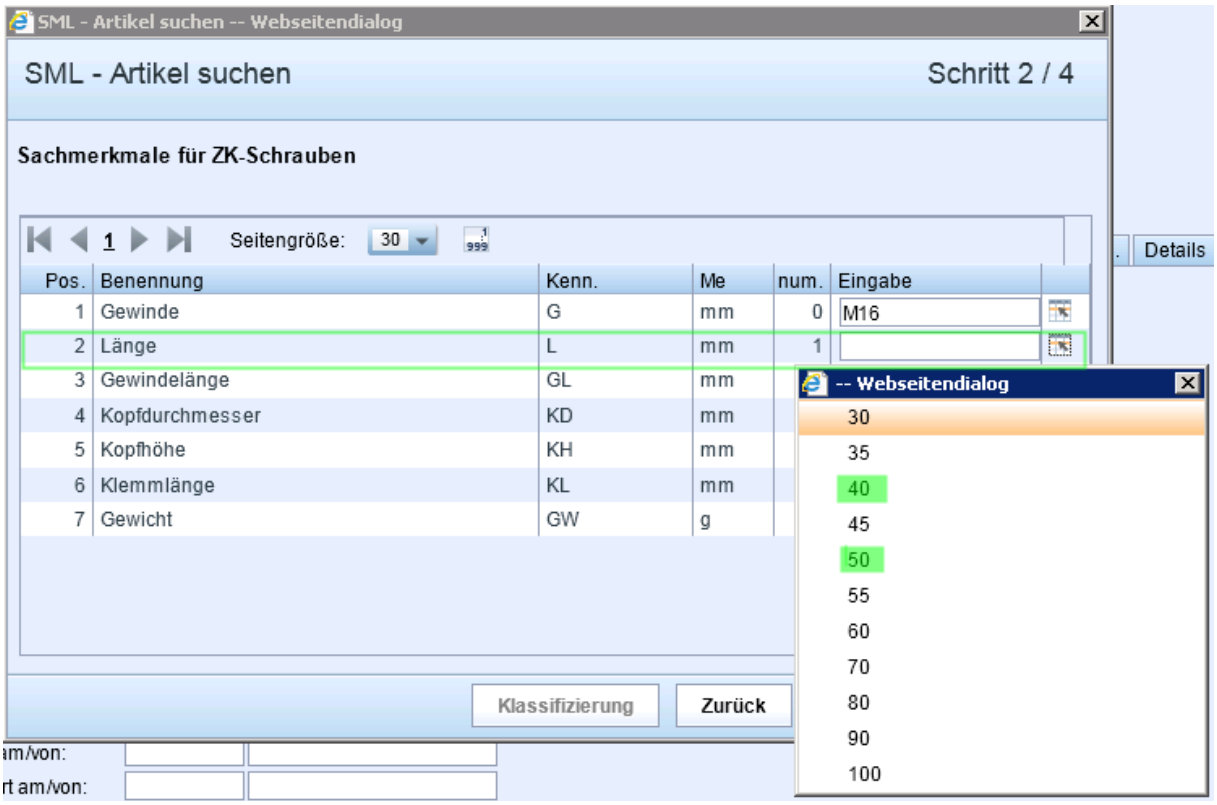
Beispiel Ref-Umgebung:

Sachgruppe auswählen

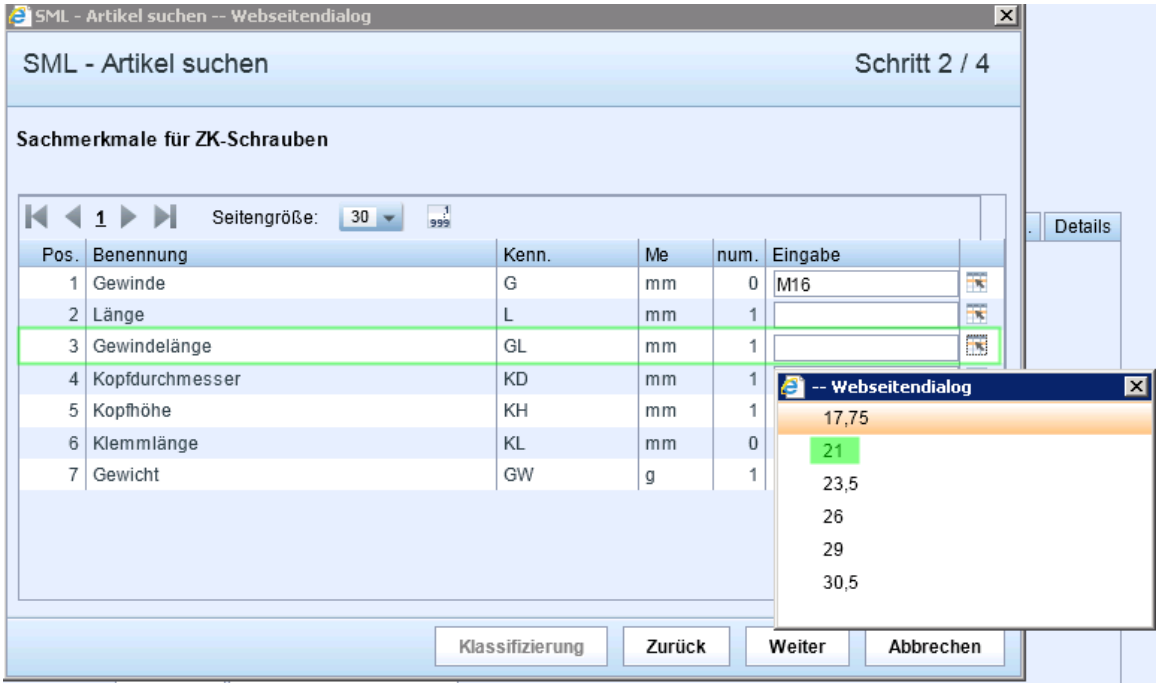
Auf Merkmal Gewinde **M16** auswählen



Nach der bestehenden Logik werden 11 Ausprägungen für das Merkmal *Länge* angeboten. Es gibt 3 Artikel die Gewinde *M16* als Ausprägung haben und diese gibt es in Kombination mit den Längen 40 bzw. 50. Für die weitere Auswahl sollen hier nur diese beiden Werte angeboten werden.



Genauso soll im Merkmal *Gewindelänge* nur der Wert *21* angeboten werden. Standardmäßig würden hier 6 Werte angeboten von denen 5 in Kombination mit Gewinde *M16* nicht in Tabelle *SACHWERT* vorkommen.



Genauso soll bei den weiteren Merkmalen vorgegangen werden, wobei es egal ist, in welcher Reihenfolge die Merkmale ausgewählt werden.

Idealerweise würden bereits beim Einstieg in die Auswahlmaske nur die Merkmale angeboten, die es für diese Sachgruppe gibt

Mit den folgenden Abfragen können die tatsächlichen Merkmale eine *Sachgruppe* aus der Tabelle SACHWERT in der Auswahlmaske ermittelt werden:

Beim Einstieg:

```
--*******************************
--Ref6-Datenbank
SELECT t1.SACHGRUPPE,t2.POSITION,
STUFF((SELECT DISTINCT ';' + '"' + t3.[ZEICHEN] + '"' FROM [SACHWERT] t3
        WHERE t3.[SACHGRUPPE] = t1.[SACHGRUPPE] AND t3.POSITION = t2.[POSITION]
        AND ( t3.MANDANT = N'ZA' OR t3.MANDANT IS NULL  )
        FOR XML PATH('')), 1, 1, '') AS Zeichen
FROM SACHGRUPPE t1
LEFT OUTER JOIN SACHGRUPPEPOS t2
        ON t1.SACHGRUPPE=t2.SACHGRUPPE AND (t2.MANDANT = N'ZA' OR t2.MANDANT IS NULL)
WHERE t1.SACHGRUPPE='ZK-Schrauben' AND (t1.MANDANT = N'ZA' OR t1.MANDANT IS NULL)
```

SACHGRUPPE	POSITION	Zeichen
ZK-Schrauben	1	'M10';'M12';'M16';'M20';'M24';'M30'
ZK-Schrauben	2	'25';'30';'40';'45';'50';'60';'80'
ZK-Schrauben	3	'17.75';'21';'23.5';'26';'29';'30.5'
ZK-Schrauben	4	'20';'26';'32';'39';'45';'50'
ZK-Schrauben	5	'10';'13';'15';'17';'19';'8'
ZK-Schrauben	6	'11-15';'13-17';'14-18';'1-5';'16-20';'18-22';'19-23';'21-25';'47-51';'5-9';'8-12'
ZK-Schrauben	7	'12.7';'13.5';'14.3';'25.2';'26.4';'3.8';'39.5';'4';'5';'5.8';'65';'68.3'

Als Reaktion auf Merkmalsauswahl Position 1 – Gewinde *M16*:

```
--*****************************
--Ref6-Datenbank
--Abfrage Sachgruppe als Reaktion auf Merkmalseingabe
SELECT t1.SACHGRUPPE,t2.POSITION,
STUFF((SELECT DISTINCT ';' + '''' + t3.[ZEICHEN] + '''' FROM [SACHWERT] t3
        WHERE t3.[SACHGRUPPE] = t1.[SACHGRUPPE] AND t3.POSITION = t2.[POSITION]
        AND t3.ARTIKEL IN
                (SELECT t1.artikel
                FROM sachwert t1
                INNER JOIN sachwert t2 ON
                        ( t1.artikel = t2.artikel AND t1.sachgruppe = t2.sachgruppe )
                        AND ( t2.MANDANT = N'ZA' OR t2.MANDANT IS NULL)
                        WHERE t1.sachgruppe = N'ZK-Schrauben'
                        AND t1.position = 1 AND t1.zeichen LIKE N'M16'
                )
        FOR XML PATH('')), 1, 1, '') AS Zeichen
FROM SACHGRUPPE t1
LEFT OUTER JOIN SACHGRUPPEPOS t2
        ON t1.SACHGRUPPE=t2.SACHGRUPPE AND (t2.MANDANT = N'ZA' OR t2.MANDANT IS NULL)
WHERE t1.SACHGRUPPE='ZK-Schrauben' AND (t1.MANDANT = N'ZA' OR t1.MANDANT IS NULL)
```

SACHGRUPPE	POSITION	Zeichen
ZK-Schrauben	1	'M16'
ZK-Schrauben	2	'40';'50'
ZK-Schrauben	3	'21'
ZK-Schrauben	4	'26'
ZK-Schrauben	5	'10'
ZK-Schrauben	6	'11-15';'16-20';'21-25'
ZK-Schrauben	7	'12.7';'13.5';'14.3'

Die angebotenen Möglichkeiten in den Merkmalen sollen nach jeder Eingabe eines Merkmals weiter eingegrenzt werden. Die einzelnen Merkmale werden dann mit AND verknüpft.

Als Reaktion auf Merkmalsauswahl

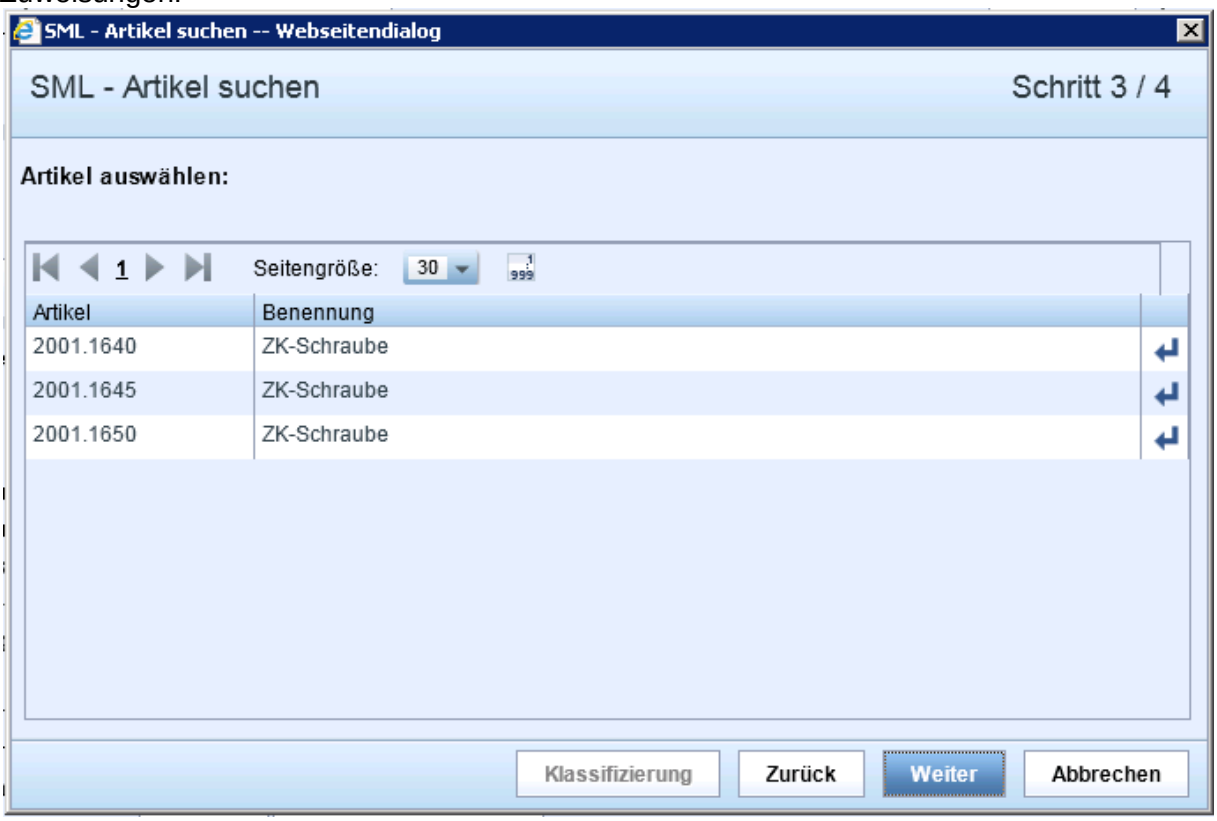
- **Position 1 – Gewinde *M16 ist bereits ausgewählt***
- **Position 2 – Länge *40* wird ausgewählt:**

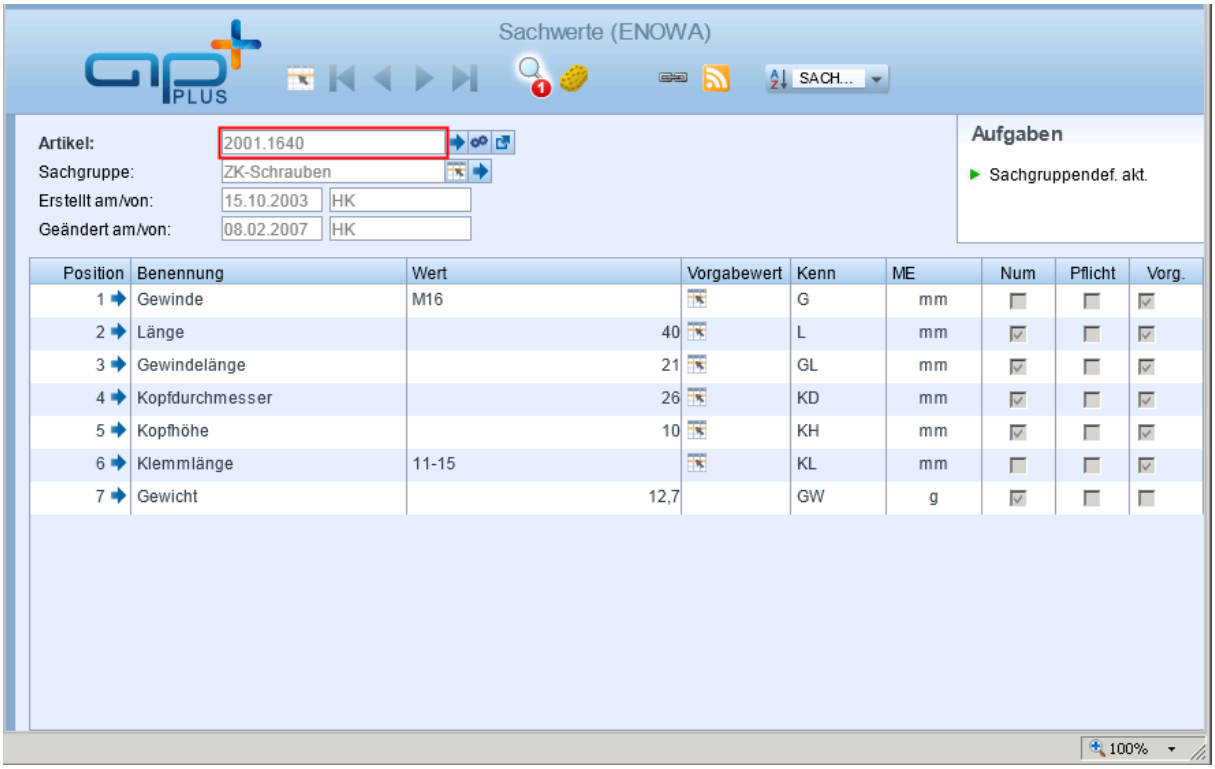
```
--*******************************
--Ref6-Datenbank
--Abfrage Sachgruppe als Reaktion auf Merkmalseingabe
--Position 1 – Gewinde M16 ist bereits ausgewählt
--Position 2 – Länge 40 wird ausgewählt
SELECT t1.SACHGRUPPE,t2.POSITION,
STUFF((SELECT DISTINCT ';' + '''' + t3.[ZEICHEN] + '''' FROM [SACHWERT] t3
        WHERE t3.[SACHGRUPPE] = t1.[SACHGRUPPE] AND t3.POSITION = t2.[POSITION]
        AND t3.ARTIKEL IN
                (SELECT t1.artikel
                FROM sachwert t1
                INNER JOIN sachwert t2 ON
                        ( t1.artikel = t2.artikel AND t1.sachgruppe = t2.sachgruppe )
                        AND ( t2.MANDANT = N'ZA' OR t2.MANDANT IS NULL)
                        WHERE t1.sachgruppe = N'ZK-Schrauben'
                        AND t1.position = 1 AND t1.zeichen LIKE N'M16'
                        AND t2.position = 2 AND t2.zahl BETWEEN 40 AND 40
                )
        FOR XML PATH('')), 1, 1, '') AS Zeichen
FROM SACHGRUPPE t1
LEFT OUTER JOIN SACHGRUPPEPOS t2
        ON t1.SACHGRUPPE=t2.SACHGRUPPE AND (t2.MANDANT = N'ZA' OR t2.MANDANT IS NULL)
```

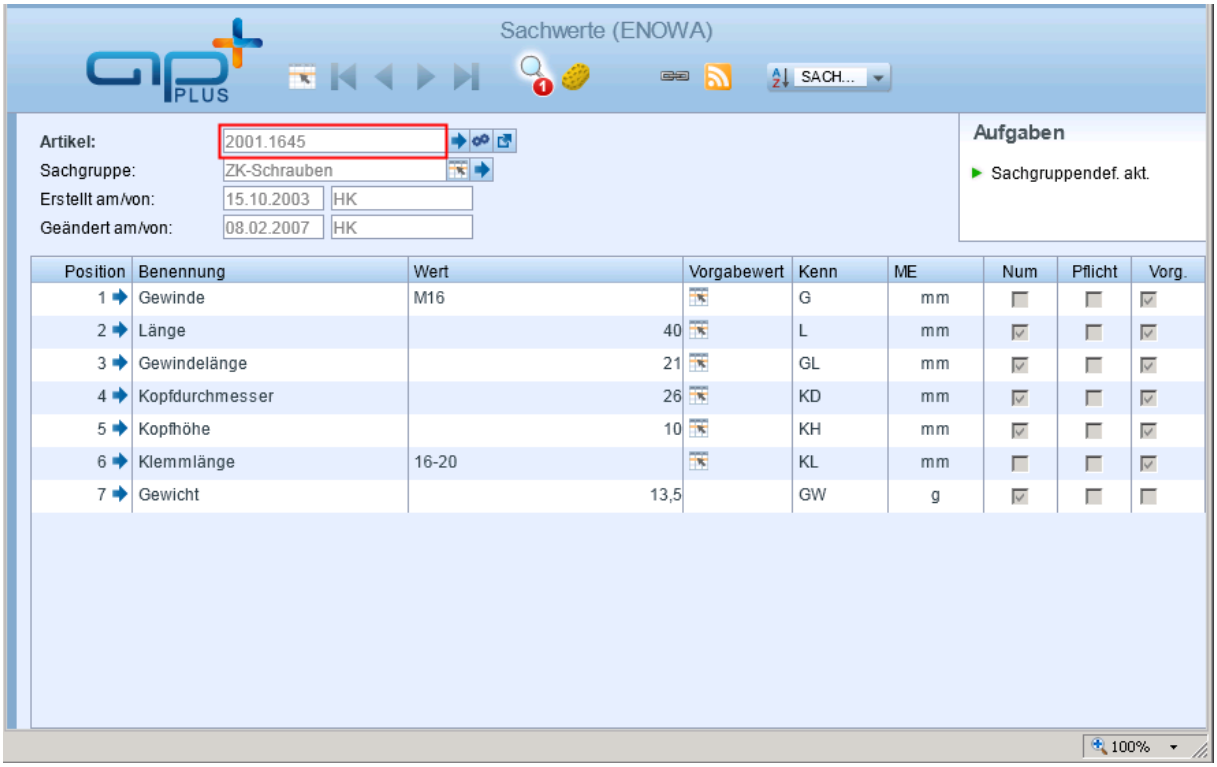
```
WHERE t1.SACHGRUPPE='ZK-Schrauben' AND (t1.MANDANT = N'ZA' OR t1.MANDANT IS NULL)
```

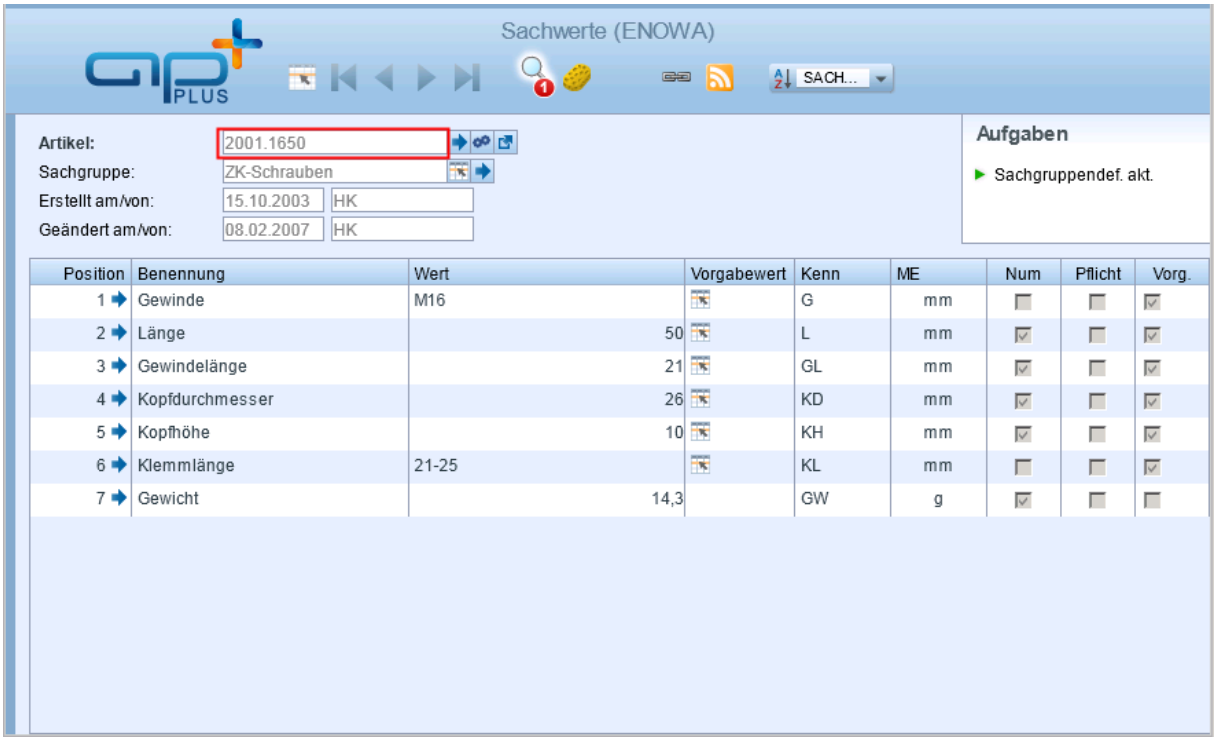
SACHGRUPPE	POSITION	Zeichen
ZK-Schrauben	1	'M16'
ZK-Schrauben	2	'40'
ZK-Schrauben	3	'21'
ZK-Schrauben	4	'26'
ZK-Schrauben	5	'10'
ZK-Schrauben	6	'11-15';'16-20'
ZK-Schrauben	7	'12.7';'13.5'

Hardcopies der gefunden Artikel mit Merkmal Gewinde *M16* und ihre Sachwert-Zuweisungen.





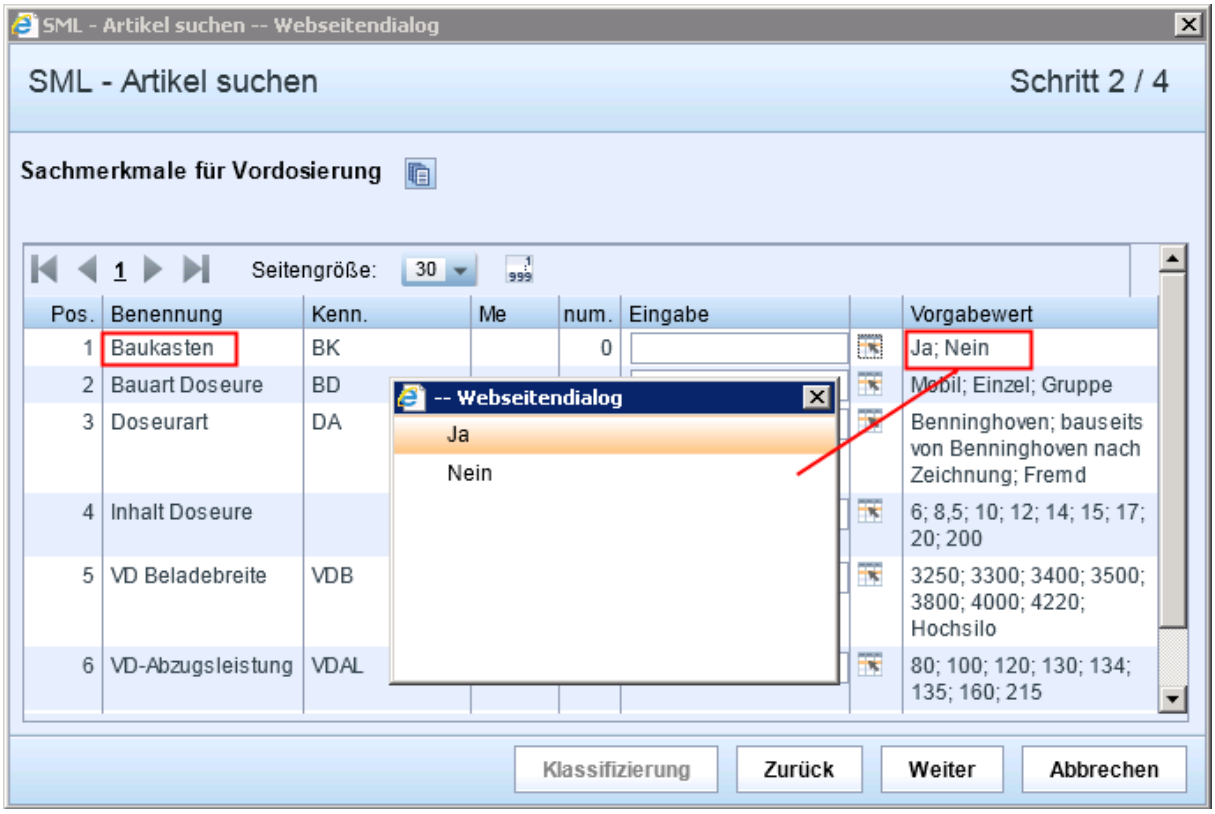




Umsetzung in APplus

Das Ausfüllen der einzelnen Merkmale findet in *SmlTab.aspx* statt. Diese Datei wird als IFRAME in *SmlAuswahlDlg.aspx* eingebunden und bekommt als Parameter die *Sachgruppe* übergeben.
Der View *Default* wird aufgerufen und die Tabelle mit den Sachmerkmalen für die übergebene Sachgruppe wird aufgebaut. Die möglichen Vorgabewerte für die

Sachmerkmale werden in der Tabelle jeweils im Feld *Vorgabe* abgelegt. Aus diesen Werten wird beim Click auf den Button neben dem Eingabefeld die Auswahlliste aufgebaut.



Beteiligte Dateien

Webserver

```
MasterData/SmlAuswahlDlg.aspx
MasterData/SmlTab.aspx
```

Programmierung

Bei der Umsetzung in der aspx-Seite brauchten wir Unterstützung. Um eine bessere Abgrenzung zu gewährleisten wäre die Einführung einer neuen *SmlTabxxxx.aspx*-Seite die in Abhängigkeit vom Parameter im APplus-Manager in SmlAuswahlDlg.aspx eingebunden wird. Die jetzige *SmlTab.aspx*-Seite würde so nicht von Änderungen betroffen sein.

7 Literaturverzeichnis

[1] Benninghoven GmbH & CoKg , „www.benninghoven.com," [Online]. Available: http://www.benninghoven.com/index.php. [Zugriff am 16 Juni 2014].

[2] D. 199, „Technische Produktdokumentation - CAD-Modelle, Zeichnungen und Stücklisten," Deutschland, 2002.

[3] E. Z. P. innov@tion, „Produktstrukturierung und Konfiguration," Zürich, 2008.

[4] Pahl und G. u. W.Beitz, Konstruktionslehre: Methoden und Anwendungen, Berlin: Springer, 1997.

[5] Eigner und Stelzer, Product Lifecycle Management, 2.Auflage Hrsg., Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.

[6] Heina, Variantenmanagement - Kosten-Nutzen-Bewertung zur Optimierung der Variantenvielfalt, Deutscher Universitätsverlag, 1999.

[7] „eCl@ss," [Online]. Available: http://www.eclass.de/eclasscontent/standard/overview.html.de. [Zugriff am 9 Juli 2014].

[8] D. 28011, Gewölbte Böden- Klöpperform, Deutsche Norm, Juni 2012.

[9] D. 4000-8, Sachmerkmalleisten für Flansche, Deutsche Norm, Januar 1986.

[10] D. 4000-16, Scahmerkmalleisten für Hebel, Deutsche Norm, Juli 1981.

7.1 Weiterführende Literatur

Meinl, Sachmerkmale – Schlüssel zur technischen Gestaltung, Beschreibung und Information, Ehningen bei Böblingen Expert Verlag, 1990

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Typ BA [1] 6
Abbildung 2: Typ ECO [1] 6
Abbildung 3: Typ ECO-Smart/ ECO-Smart C [1] 7
Abbildung 4: Typ TBA [1] 7
Abbildung 5: Typ MBA [1] 7
Abbildung 6: Typ Batch Mobil [1] 7
Abbildung 7: mobiler Gussasphaltkocher [1] 8
Abbildung 8: Asphalt-Recycling-Granulator [1] 8
Abbildung 9: Ebenen der Produktstrukturierung [3] 11
Abbildung 10: Vor- und Nachteile der Modularisierung [3] 12
Abbildung 11: Beispiel eines Thesaurus [5] 15
Abbildung 12: Gerüst eines Nummernsystems 16
Abbildung 13: Beispiel von Ordnungssystemen [5] 16
Abbildung 14: Aufbau Sachmerkmalleiste nach DIN 4000 [5] 17
Abbildung 15: Berechnungsblatt 22
Abbildung 16: 2.Berechnungsschritt Projektkern 23
Abbildung 17: weitere Komponenten 25
Abbildung 18: Allgemeine Modulgruppen 30
Abbildung 19: Interne Modulgruppen 31
Abbildung 20: Überführung in Analyse Tool 32
Abbildung 21: Beispielkatalog Bitumenversorgung 35
Abbildung 22: Modulkatalog Bitumenversorgung 37
Abbildung 23: Sachmerkmalleiste Thermalölerhitzer 38
Abbildung 24: Sachmerkmalleiste DIN 4000-8 [7] 40
Abbildung 25: Sachmerkmalleiste für Hebel DIN 4000-26-1 [8] 41
Abbildung 26: Sachmerkmalleiste Gewölbte Böden - Klöpperform [8] 42
Abbildung 27: Sachmerkmalleiste Schurren 43
Abbildung 28: Parallelnummer [5] 44
Abbildung 29: Baumstruktur Modul MU 45
Abbildung 30: Modul Filterentstaubung 46
Abbildung 31: Modul Verbindungselemente 47
Abbildung 32: Aufbau Sachmerkmalleisten 49
Abbildung 33: Baumstruktur Bitumenversorgung 51
Abbildung 34: zusätzliche Komponenten 52

9 Formelverzeichnis

(1) 23
(2) 24
(3) 24
(4) 25
(5) 25

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktkern 21
Tabelle 2: Übersicht Software - Tool 21
Tabelle 3: Anaylse Tool 29
Tabelle 4: Interne Modulgruppe Filterentstaubung 33

11 Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
etc.	et cetera