

Abschlussbericht

Überarbeitete Fassung zur Veröffentlichung

Angebots-Nr.: A03-01-003

**„Aufbau und Installation eines nachhaltigen Prozesscontrollings bei der
Wieland GmbH, Mannheim“**



Auftraggeber

Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Hertzstraße 173
76178 Karlsruhe

Leitende Projektteilnehmer	Leitende Projektteilnehmer GWU
Herr Stelzig	Herr B. Stürznickel

Erstellt durch	Erstelldatum	Referenz
Michael Urban	27. November. 2003	BE_Hauptdokument_Abschlussbericht_Wieland_MU.doc

Versionsverwaltung				
Version Nr.	Datum	Bearbeiter	bearb. Kapitel	Beschreibung der Änderungen/Ergänzungen
1	11.2003	M. Urban	1 - 6	
2_LfU	04.2004	M. Urban	1 - 6	Überarbeitung zur Veröffentlichung, Elimination von Firmen-Know-How
3_LfU	07.2004	M. Urban	1 – 6	Korrektur und Anpassung gemäß Anmerkung der LfU

Copyright

© September 04 GWU mbH

Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokuments oder von Teilen daraus sind, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche Genehmigung durch die GWU mbH sowie die Wieland GmbH nicht gestattet.

Inhalt	Seite
1 Zusammenfassung	5
2 Ergebnisse	6
3 Rahmenbedingungen	9
3.1 Zielsetzung des Förderprojektes	9
3.1.1 Ziele der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)	9
3.1.2 Ziele der Wieland GmbH	9
3.2 Firmenprofile	10
3.2.1 Wieland GmbH	10
3.2.2 GWU mbH	11
3.2.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung	11
3.2.4 Demonstrationscharakter und Übertragbarkeit	14
4 Aufbau eines Stoff- und Energiestrommanagements	15
4.1 Analyse ausgewählter Prozesse	15
4.2 Aufnahme der betrieblichen Datenstrukturen	16
4.3 Aufnahme der notwendigen Material-, Chemikalien- und Energieströme	18
4.3.1 Chemikalienmengen	19
4.3.2 Wasser und Abwasser	20
4.3.3 Energieverbrauch	20
4.3.4 Abfallmengen	21
4.3.5 Gesamtbilanz	22
4.4 Ermittlung technischer und organisatorischer Optimierungspotenziale	24
4.4.1 Weitgehend ausgenutzte Potenziale	24
4.4.2 Trommelgestaltung	24
4.4.3 Prozessbadgestaltung, Konzentrationsverlauf	25
4.4.4 Vortauchspüle	29
4.5 Aufbau von Grundlagen für ein nachhaltiges Controlling	30
4.5.1 Bezugsgröße → Oberfläche m ²	30
5 Prozessorientierte Kostenrechnung	33
5.1 Aufbau der Analysestruktur zur Bewertung von Prozessketten	35
5.1.1 Mittlerer Standardstundensatz	36
5.1.2 Prozessabhängiger Flächen-Auftragsstundensatz	39
5.2 Ermittlung von Verlusten an Material und Wertschöpfung durch Qualitätsausschuss	44
5.2.1 Verschleppung	44
5.2.2 „Kalben“ des Zn/Ni-Bades	45

5.2.3	Qualitätsausschuss	46
5.2.4	„Überbeschichtung“ zur Sicherung des Korrosionsschutzes	47
5.3	Ermittlung und Bewertung von Potenzialen innerhalb der Prozessketten	47
5.3.1	Maßnahmen	48
5.3.2	Kostensenkungspotenziale	50
5.4	Analyse der Auswirkungen auf die Prozesssteuerung, -technik und -organisation	51
5.5	Integration in die Entscheidungsprozesse	52
6	Prozesskennzahlen	53
6.1	Ermittlung der notwendigen Indikatoren für operative Prozesse	57
6.1.1	Technische Kennzahlen	57
6.1.2	Betriebswirtschaftliche Kennzahlen	58
6.1.3	Übergreifende Kennzahlen	58
6.2	Aufbau einer Indikatorenhierarchie	59
7	Anhang	62
7.1	Stoff- und Energiestromanalyse	62
7.1.1	Li_Erfassungsbögen_Wieland.pdf	62
7.2	Prozessorientierte Kostenrechnung POK	62
7.2.1	Li_Stundensatzkalkulationsbeispiel_Wieland_Stundensatz.pdf	62
7.2.2	Li_Stundensatzkalkulationsbeispiel_Wieland_Kennzahl.pdf	62

1 Zusammenfassung

Steigende Kundenanforderungen sowie zunehmende Konkurrenz am Markt erfordern mehr denn je die weitgehende Ausnutzung verborgener Einsparpotenziale in den Unternehmen. Um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten bzw. zu steigern hat sich die Firma Wieland dazu entschlossen, im Rahmen eines Förderprojektes der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), eine prozessübergreifende Analyse der Zink-Nickel-Trommelbeschichtungsanlage durchzuführen und ein nachhaltiges Prozesscontrolling zu installieren. Eine Übertragung auf die anderen Anlagen ist nach Bewährung des Systems vorgesehen.

Basierend auf einer Stoffstromanalyse sowie der Idee der prozessorientierten Kostenrechnung (POK) wurde ein Kennzahlensystem entwickelt, das der Firma Wieland zukünftig als Controllinginstrument dienen wird, um eine möglichst effektive Anlagenauslastung sicherzustellen und frühzeitig Schwachstellen im Prozess lokalisieren zu können. Auf dieser Basis können zeitnah Maßnahmen zur Behebung von unerwünschten Abweichungen entwickelt werden. Die entscheidenden Ansatzpunkte kann das Prozesskennzahlensystem mit realisierter Ampelfunktion liefern. Grundlegend für die Funktion des Controllingsystems ist die Erfassung bzw. Einpflege der erforderlichen Basisdaten.

Im einzelnen wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Optimierung der Datenstruktur als Übergangslösung bis zur Einführung eines neuen Betriebsführungssystems. Die sich aus dem LfU-Projekt ergebenden Anforderungen können somit frühzeitig bei Einführung des neuen Betriebsführungssystems berücksichtigt werden.
2. Schließung der Massenbilanz durch rechnerische Überprüfung der Materialeinsatzmengen mittels des Faradayschen Gesetzes sowie Durchführung von Mengenummessungen zur Verifizierung der berechneten Ergebnisse.
3. Ermittlung von Maßnahmen zur Reduzierung der Verschleppung
4. Einführung eines prozessabhängigen Flächen-Auftrags-Stundensatzes, zur Steigerung der Kalkulationsgenauigkeit und -sicherheit bei veränderlichem Fertigungsspektrum sowie der Flexibilität
5. Bewertung von Maßnahmen zur Erhöhung der Anlagenkapazität durch Vermeidung von Verlusten
6. Entwicklung eines Kennzahlensystems mit Warnanzeige („Ampelfunktion“) zur Bewertung, Überwachung und Steuerung des Fertigungsprozesses.

2 Ergebnisse

In einem ersten Schritt wurde die Datenstruktur optimiert. Mittelfristig besteht das Ziel ein neues Betriebsführungssystem einzuführen. Um bis dahin das entwickelte Controllingsystem einsetzen zu können, sind einige Datenerfassungsdateien von Word auf Excel umgestellt worden. Außerdem wurde die Anforderung definiert, einige Daten (Energieverbrauch, Abfallaufkommen, Abwasseraufkommen) **anlagenbezogen** und nicht standortbezogen zu erfassen bzw. zuzuordnen.

Im Rahmen der Materialbilanzierung wurde die Notwendigkeit einer organisatorischen Maßnahme augenscheinlich. Beim Vergleich der gemäß Kontierungsliste eingesetzten Materialmengen mit berechneten Werten wies Abweichungen auf. Durch Messungen konnten die rechnerischen Ergebnisse bestätigt und die Massenbilanz geschlossen werden.

Aus diesem Sachverhalt lässt sich die Notwendigkeit der Pflege von **anlagenbezogenen Materialentnahmescheinen** durch die materialentnehmenden Personen ableiten. Häufige Inventuren und anschließende Zuordnung der Materialmengen zu den Anlagen, in denen das Material eingesetzt wurde, führen leicht zu oben beschriebenen Fehlern bzw. Ungenauigkeiten. Ein Verzicht auf mehrere wöchentliche Inventuren zu Gunsten der zuverlässigen Dokumentation der Materialentnahme führt zu erhöhter Bewertungssicherheit und zu reduziertem Erfassungsaufwand.

Kapazitätserhöhende Maßnahmen:

Als wirksamste Maßnahmen erweisen sich diejenigen, die mit einer unmittelbaren **Kapazitätserhöhung** verknüpft sind. Drei Möglichkeiten zur deutlichen Steigerung der Fertigungsausbringung bei nur geringfügig steigenden Kosten sind die Erhöhung der Stromausbeute durch Verwendung des neuen Trommeltyps und/oder Ausfrierung von Carbonat mittels Kühlkristallisation sowie eine Reduzierung von Überbeschichtung.

Die **Erhöhung der Stromausbeute** durch **Ausfrieren von Carbonat mittels Kühlkristallisation** unter einen vom Chemikalienlieferanten angegebenen Wert bzw. die **Erhöhung des Durchsatzes durch Verwendung eines neuen Trommeltyp** würden **jeweils** im Vergleich zum aktuellen Stand zu einer **Reduzierung der flächenbezogenen Herstellkosten** führen.

Auch die **Vermeidung von Beschichtung über das notwendige Maß hinaus** birgt deutliches Potenzial. Eine Überbeschichtung führt zu einer deutlichen Erhöhung der Fertigungskosten, da während der Zeit in der die Überbeschichtung erfolgt, Gutware hergestellt werden könnte, die

gewinnbringend zu verkaufen wäre. Die Kapazitätsminderung kann nur durch Überstunden ausgeglichen werden.

Eine **Schichtdickenreduzierung** würde zu einer **Reduzierung der flächenbezogenen Herstellkosten** führen. Jeder μm vermeidbare Überbeschichtung kostet ca. 2,5 mal so viel wie 1 μm der notwendige Beschichtung.

Die Nutzung dieser Potenziale hängt natürlich davon ab, ob die Vor- und Nachbehandlung die Erhöhung des Durchsatzes auch erlauben oder ob sich in diesen Bereichen ein Engpass entwickelt. Die **Kombination** dieser drei Maßnahmen ist unbedingt zu empfehlen.

Wenn es möglich ist, durch eine der drei oben genannten Maßnahmen oder durch Kombination oben genannter Maßnahmen den Anlagendurchsatz um 10 % zu erhöhen, so führt dies zu einer Absenkung der Herstellkosten um 7 bis 8 %.

Reduzierung von Material- und Wertschöpfungsverlusten:

Die **Reduzierung der Ausschleppung**, indem die Prozessbäder in der Nähe der technisch notwendigen Konzentrationen betrieben werden, birgt Einsparpotenzial in relevanter Größenordnung. Üblicherweise werden für die Prozessbäder Konzentrationsbereiche angegeben, wobei die Bandbreite häufig zwischen 80 % und 120 % des Sollwertes liegt. Wird nun das Prozessbad nahe an der oberen Grenzkonzentration betrieben, bedeutet dies, dass bis zu 20 % der verschleppten Chemikalienmenge zu vermeiden sind. Wenn sogar ein Betrieb bei der unteren technischen Grenze problemlos möglich ist, liegt das Vermeidungspotenzial entsprechend höher. Je nach Wert der Chemikalien und Überschreitung der notwendigen Badkonzentration kann das Einsparpotenzial 0 bis 3 % der Herstellkosten betragen.

Durch **Verhinderung des „Kalbens“** der Prozesslösung können der Materialwert und die Entsorgungskosten gespart werden, wenn der Lieferant der Badchemikalien entweder eine höherkonzentrierte Chemikalienzubereitung liefert oder eine **Teilzufuhr als Feststoff** zulässt. Eine Verbesserung in diesem Bereich konnte im Jahr 2003 bereits erzielt werden, indem der Hersteller eine höherkonzentrierte Lösung der Nickelchemikalie bereitstellte. Einer weiteren Konzentrationserhöhung widerspricht die Überschreitung des Löslichkeitsproduktes. Dieses Problem ließe sich somit nur lösen, wenn das trockene Nickelsalz direkt am Standort der Firma Wieland in die Lösestation eingebracht würde.

Eine **Reduktion des relativen Energiebedarfs** wäre durch **Erhöhung der Stromausbeute** möglich. Dies kann durch Verwendung einer **neuen Trommelform** bzw. durch **Reduktion des Carbonatgehaltes** im Zink-Nickel-Bad mittels **Kühlkristallisation** erzielt werden.

Die Einsparpotenziale durch Reduzierung von Material- und Wertschöpfungsverlusten sind in Tabelle 2.1 zusammengefasst. Insgesamt sind hier Einsparungen zwischen 0 und 10% bezogen auf die Herstellkosten möglich. Es fehlen allerdings die Kostensenkungspotenziale durch die drei Maßnahmen zur Kapazitätserhöhung der Anlage, da diese nicht genau als Absolutbeträge zu beziffern sind.

Tabelle 2.1: Zusammenfassung jährliche Umweltkosten und Vermeidungspotenziale

Zusammenfassung Umweltkosten / Vermeidungspotentiale in €/a								
Umweltkosten-kategorien	Produktion / Wertschöpfung	Abfall	Energie	Luft/Lärm	Wasser	sonst.	Gesamt	Vermeidungspotenziale
1 Verwertungs- und Entsorgungskosten								
2 Materialwerte der Kuppel- / Nebenprodukte								
Σ Kosten	Summe Kosten							
Vermeidungs- / Kostensenkungspotenziale	insgesamt 0-10% möglich							

Die Einbindung der ermittelten Größen bzw. Kennzahlen in ein hierarchisches Prozesskennzahlensystem und Verdichtung dieser auf wenige Spitzenkennzahlen, die einen Vergleich mit eigenen Plandaten bzw. auch mit Branchendaten erlauben und damit die Möglichkeit bieten, die eigene Situation einzuordnen.

Durch Realisierung einer „Ampelfunktion“ werden unterschiedlich hohe Abweichungen der Ist-Werte von Vergleichswerten unmittelbar hervorgehoben und weisen damit direkt auf zu analysierende Stellen im System hin.

Eine Detaillierung des Controllingsystems im Hinblick auf Teilprozesse ist durch eine hinreichend detaillierte Erfassung der Basisdaten – bezogen auf den jeweiligen Teilprozess – möglich. Auch die Ausweitung auf weitere Anlagen und Zusammenführung in ein gemeinsames Kennzahlensystem ist möglich. Dazu muss die entsprechend detaillierte Datenerfassung auf die übrigen Anlagen ausgeweitet und ein analoges Kennzahlenschema mit den Daten versorgt werden. Eine Zusammenführung der anlagenbezogenen Kennzahlensysteme zu einem Gesamtsystem ist beispielsweise über die Definition weiterer übergeordneter Kennzahlen möglich. Die Strukturen dafür sind im Rahmen dieses Projektes bereitgestellt.

3 Rahmenbedingungen

3.1 Zielsetzung des Förderprojektes

3.1.1 Ziele der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)

Unter dem Schlagwort „Mit uns hat Umwelt Zukunft“ hat sich die LfU seit 1975 von einem behördlichen „Messbetrieb“, der landesweite Umweltbeobachtungen durchführt, hin zu einem modernen Umweltdienstleistungsbetrieb entwickelt.

Mittels der Publikation von Arbeits- und Forschungsergebnisse aus praxisnahen Förderprojekten der Bereiche Boden, Wasser, Luft sowie zentraler Themen einer zukunftsorientierten Ökologie wird der Wissenstransfer zum Nutzen der Umwelt sichergestellt.

Da sich die Umweltpolitik immer mehr von der nachsorgenden zu einem vorsorgenden, integrierten Handeln hin entwickelt, ist ein optimaler Umweltschutz nur zu erreichen, wenn die verschiedenen Aspekte des Umweltschutzes ganzheitlich betrachtet werden. Ein Schwerpunkt der Aufgaben der LfU liegt in der Analyse und Bewertung von innerbetrieblichen Stoffströmen mit dem Ziel der Vermeidung bzw. Verminderung von Luftschadstoffen, Abwasser und Abfällen sowie der Optimierung des Energieeinsatzes.

Zur Erreichung der oben genannten Zielsetzungen vermittelt die LfU Kontakte zwischen kleinen und mittelständigen Unternehmen des produzierenden Gewerbes, die innovative Methoden zur Steigerung der ökologischen und ökonomischen Effizienz Ihres Unternehmens einsetzen wollen, und Beratungsunternehmen, die bei der Einführung unterstützen können. Des weiteren fördert und begleitet die LfU diese Projekte.

3.1.2 Ziele der Wieland GmbH

Steigende Anforderungen durch Kunden sowie zunehmender Wettbewerbsdruck erfordern moderne Wege, damit sich Unternehmen am Markt behaupten. Dadurch ist es wichtiger denn je, Optimierungspotenziale im Unternehmen zu erkennen und weitestgehend auszuschöpfen. Zur Ermittlung und Bewertung von Optimierungspotenzialen bedarf es einer prozessübergreifenden Analyse im Unternehmen.

Die folgenden wesentlichen Zielsetzungen lassen sich aus Sicht der Firma Wieland formulieren:

- ⇒ Prozessübergreifende Analyse eines Produktionsprozesses
- ⇒ Steigerung der Transparenz der Produktionsprozesse
- ⇒ Ermittlung von Optimierungspotenzialen, um die Durchsatzleistung der bestehenden Anlage zu erhöhen.

- ⇒ Vermeidung von Material- und Wertschöpfungsverlusten
- ⇒ Steigerung der Prozesssicherheit durch geeignetes Controlling

Um diese Ziele zu verwirklichen hat die Unternehmensleitung der Wieland GmbH den Entschluss gefasst, für die prozessbasierte Optimierung ihrer Oberflächenbeschichtung ein umfassendes und umweltbezogenes Prozesscontrolling, basierend auf einer betrieblichen Energie- und Stoffstromanalyse sowie der Idee der prozessorientierten Kostenrechnung, einzurichten.

3.2 Firmenprofile

3.2.1 Wieland GmbH

Die Firma Wieland GmbH verfügt über ein breites Spektrum der Oberflächenbeschichtung von Metallteilen. Es werden mehrere Gestell- und Trommelanlagen zur galvanischen Beschichtung von Metallteilen betrieben sowie seit Ende 2001 eine Tauchlackanlage, in der Zinkstaubhaltige Lacke verarbeitet werden.

Die Produktionsschwerpunkte liegen in den Bereichen Verzinken, Zink/Nickel-Beschichtung und Phosphatieren, wobei zu beobachten ist, dass die Zink/Nickel-Beschichtung gegenüber dem reinen Verzinken an Bedeutung gewinnt.

Tabelle 3.1: Produktionsverfahren der Firma Wieland

Gestellverzinken (große und/oder kleine Teile z.B. Rohre, Elektro) bis 7800 x 1190 x 500 mm, max 600 Kg/Rack Chromatierungen: blau, gelb Nachbehandlung: temp. Lagerchutz	Trommelverzinken (Klein- bzw. Massenteile z.B. Schrauben, Nägel) Zink (Zn) Chromatierungen: blau, gelb, oliv, schwarz Cr-VI frei: Dickschichtpassivierung
Zink/Nickel (Fe/ZnNi) Trommel Chromatierungen: schwarz, gelb, transparent Passivierungen Cr-VI frei: schwarz, transparent	Nachbehandlungen: Versiegelungen: Aquares 3 DB Aquares 11, Finigard 105, Gleichbeschichtungen: Gleitmo 605 Torque N Tension, OKS 1700 auf Anfrage
Phosphatieren (Gestell & Trommel) Zinkphosphat (Dick- / Dünnschichtphosphat) Manganphosphat Nachbehandlung: ölen, temp. Lagerchutz	Delta MKS System (Schüttgut) absolut Cr frei, keine Wasserstoffversprödung Delta Tone, Delta Seal (schwarz, silber Gleitzusatz) Delta Protekt KL100, Delta Protekt VH300.S01 Delta Coll (farblos, schwarz, Gleitzusatz), Delta Protekt VH 351
Wärmebehandlung bis 250°C nach DIN 50969	Verzinnen** Gestellware 2150 x 1150 und Trommelware
Versilbern** Gestellware 1900 x 650 mm und Trommelware	Bandverzinnen** von 0,1 bis 1 mm x 250 mm
Handanlage für Sonderteile** verzinken, versilbern, verkupfern, verzinnen, vernickeln	Aluminium galvanisieren** verzinken, schwarz chromatieren, versilbern, verkupfern, verzinnen
Qualitätssicherung Schichtdickenmessung mit X-Ray, Permascope MMS Salznebeltest nach DIN 50021 Kesternichtest (alt) nach DIN 50018 Kesternichtest (neu) nach EN ISO 6988	Transport eigener Fuhrpark
Technikumsanlage für Tests neuer Verfahren	Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000 Mitglied der Gütegemeinschaft Galvanotechnik

** Teile werden bei Wieland Metalloberflächentechnik bearbeitet

3.2.2 GWU mbH

Die GWU mbH wurde 1992 gegründet und beschäftigt mittlerweile vierzig Mitarbeiter sowie mehrere freie Berater. Sie betreut eine breit gefächerte Kundenstruktur von klein- und mittelständischen Unternehmen bis hin zu internationalen Konzernen. Die fünf wichtigsten Arbeitsfelder sind:

- Beratung für Managementsysteme in den Bereichen Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Qualitätssicherung,
- Prozessberatung in den Bereichen Umweltschutz und Arbeitssicherheit im SAP-Umfeld „SAP-EH&S“ - Environment Health and Safety,
- Prozessberatung in den Bereichen Prozesscontrolling, Stoffstrommanagement und damit verbundene betriebswirtschaftliche Analysen („Mittelstand“),
- Beratung und Softwareentwicklung im Bereiche betrieblicher Umweltinformationssysteme,
- Beratung und Outsourcingleistungen im Bereich Gefahrstoffmanagement.

3.2.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Umweltschutzstrategie der Unternehmen hat in den vergangenen Jahren einen deutlichen Wandel erfahren. Die Entwicklung hat sich deutlich von der Anwendung reinen end-of-pipe-Technologien hin zu produktionsintegrierten Maßnahmen entwickelt.

Steigende Anforderungen an das Umweltbewusstsein sowie steigender Preisdruck zwingen die Unternehmen dazu mehr und mehr verborgene Einsparpotenziale aufzuspüren und auszuschöpfen, und zwar übergreifend durch die verknüpfte Ausnutzung der technischen und betriebswirtschaftlichen Daten im Unternehmen.

Die technischen Informationssysteme vermitteln die verfahrenstechnische Sichtweise auf ein Unternehmen. Abbildungsziel dieser Systeme ist die Steuerung und Kontrolle der für die Erstellung eines definierten Endprodukts notwendigen Prozesse. Projekte, die auf dieser Informationsbasis aufbauen, fokussieren damit inhaltlich ausschließlich auf rein technische Zusammenhänge.

Die betriebswirtschaftlichen Informationssysteme vermitteln die organisatorische Sichtweise auf ein Unternehmen. Abbildungsziel dieser Systeme ist die Steuerung der administrativen Unternehmensprozesse und die Zurechnung der im Unternehmen entstehenden Kosten über diese Prozesse.

Durch die unterschiedlichen Abbildungsschwerpunkte beider Systeme werden nur wenige, in beiden Systemen notwendigen Daten miteinander ausgetauscht bzw. zwischen den Systemen übertragen. Bedingt durch die Trennung der beiden Datensysteme werden Entscheidungen innerhalb der Technik oder der kaufmännischen Führung nicht in ihren Konsequenzen auf die jeweils andere Unternehmenssicht abgebildet.

Ziel des Projektes bei der Wieland GmbH ist es, ein System des nachhaltigen Prozesscontrollings zu installieren, das es der Unternehmensleitung ermöglicht, Maßnahmen zur Steigerung der Prozesseffizienz z.B. in Bezug auf die Ausbringung von Endprodukten (Vermeidung von Ausschussteilen) bzw. zur Senkung der Prozessintensität in Bezug auf den Einsatz von Chemikalien, Energie usw. umfassend zu analysieren und in ihrer Vorteilhaftigkeit technisch, organisatorisch und betriebswirtschaftlich für das Unternehmen zu beurteilen.

Innerhalb des Prozesscontrollings (PC) wird eine neue Perspektive auf die Unternehmensprozesse geschaffen, die beide Sichtweisen auf das Unternehmen miteinander verbindet und so die Konsequenzen von Entscheidungen verdeutlicht.

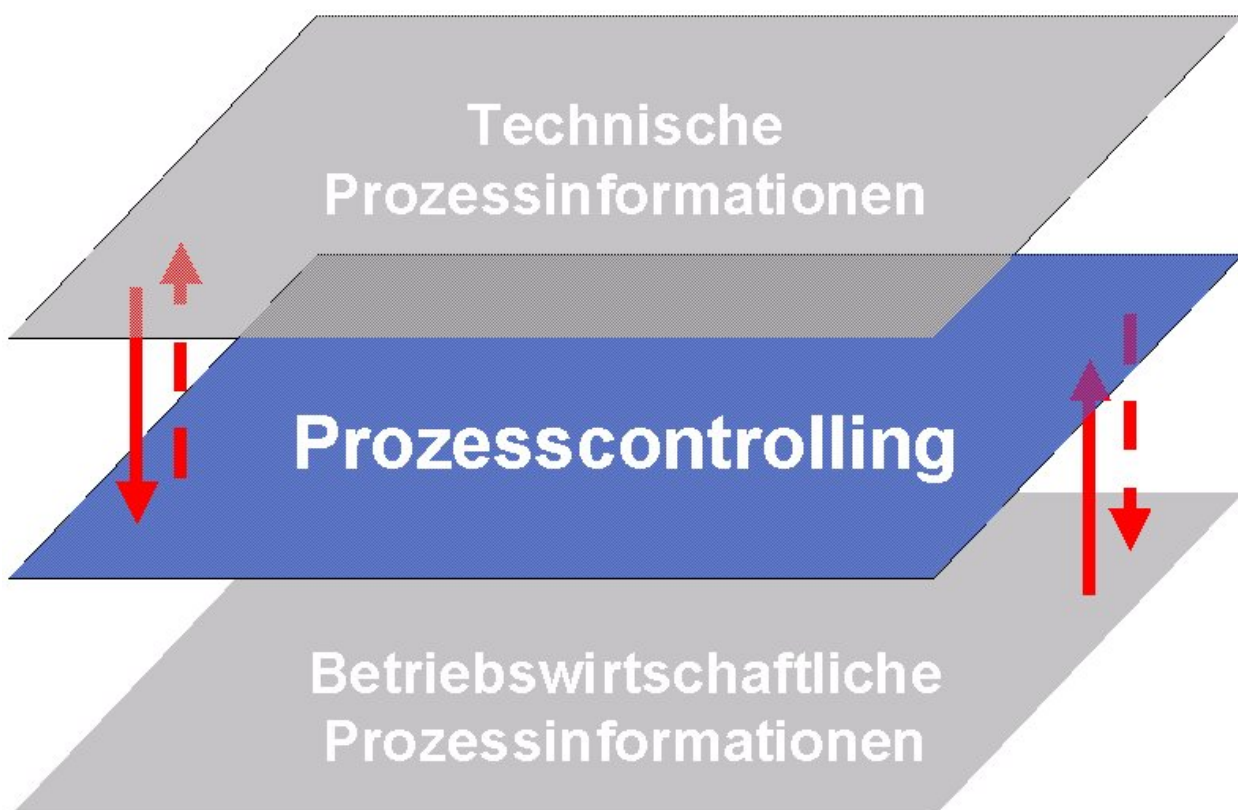


Abbildung 3.1: Nachhaltiges PC basierend auf der Verknüpfung der Unternehmenssichtweisen

Die Entwicklung des nachhaltigen Prozesscontrollings erfolgt in drei aufeinander aufbauenden Stufen:

Stoff- und Energiestrommanagement

Die Erfassung, Verfolgung und Bewertung der im Unternehmen fließenden Stoff- und Energieströme unter Berücksichtigung der verwendeten technischen Verfahren schafft höhere Transparenz über die Leistungsprozesse im Unternehmen und unterstützt bei der Identifizierung von Kostensenkungspotenzialen sowie der Entwicklung von integrierten Lösungsansätzen.

Prozessorientierte Kostenrechnung

Die Integration von Prozessdaten und betriebswirtschaftlichen Daten gelingt mittels der prozessorientierten Kostenrechnung. Die prozessorientierte Kostenrechnung verfolgt die Kosten entlang der Fertigung. Sie weist für jede Kostenstelle aus, wie die Einsatzfaktoren in Output umgewandelt wurden. Jedem Prozess bzw. Prozessschritt werden sämtliche Inputmaterialien, Einzelkosten und Gemeinkosten zugeordnet. Auf dieser Basis kann die Wertschöpfung entlang des gesamten Produktionsprozesses für sämtliche Materialien (Produkte, Nebenprodukte, Abfälle, Rückführmaterialien etc.) erfasst und bewertet werden. Wertschöpfungsverluste werden für jede Produktionsstufe ausgewiesen und zeigen somit Optimierungspotenziale an, die der klassischen Kostenrechnung verborgen bleiben.

Prozesskennzahlensysteme

Unter Verwendung eines hierarchisch gegliederten Kennzahlensystems können die mit den beiden oben genannten Methoden, Stoff- und Energiestrommanagement und prozessorientierten Kostenrechnung, erzielten Daten für die verschiedenen Unternehmensebenen (Meister, Betriebsleitung, Geschäftsführung) oder über verschiedene Unternehmensbereiche (Prozessschritt, Anlage, Werkshalle, ...) auf wenige aussagekräftige Kennzahlen verdichtet werden. Durch Fortschreibung der Daten und Zeitreihenanalysen dieser Kennzahlen können mögliche Veränderungen frühzeitig erkannt werden. Über den Vergleich mit Sollwerten kann somit ein Frühwarnsystem geschaffen werden.

Durch das Zusammenwirken dieser drei Instrumente steht der Wieland GmbH damit ein umfassendes Prozesscontrollingsystem zur Verfügung, das nicht einer einmaligen Prozessanalyse und -optimierung, sondern der kontinuierlichen Prozessverbesserung dient. Auf der Grundlage der so geschaffenen Informationen können dann geeignete Maßnahmen definiert werden, die sowohl dem integrierten Umweltschutz dienen (z.B. Senkung der

Prozessintensität im Bereich Material / Energie) als auch zur Kostenentlastung in dem Unternehmen beitragen.

3.2.4 Demonstrationscharakter und Übertragbarkeit

Die Firma Wieland ist als typischer Vertreter der galvanischen Industrie zu betrachten. Sowohl das Gestell- als auch das Trommelgalvanisieren stellen Standardverfahren dar. Während das Trommelgalvanisieren insbesondere für die Behandlung von kleinen Teilen großer Stückzahl geeignet ist, wird das Gestellverfahren für größere Teile eingesetzt, die nicht in der Trommel bearbeitet werden können.

Für die Übertragbarkeit ist dies allerdings nur von sekundärer Bedeutung. Nicht die bei den Unternehmen eingesetzten Technologien bzw. Produktionsverfahren stellen das entscheidende Kriterium für die Übertragbarkeit der Projektergebnisse dar, sondern vielmehr die dargelegte Methodik. Die Erfassung und Verfolgung der im Unternehmen fließenden Stoff- und Energieströme (Stoff- und Energiestrommanagement) erhöht die Transparenz der Leistungsprozesse und stellt die Basis für die Identifizierung von technischen und organisatorischen Verbesserungsmaßnahmen dar. Die prozessorientierte Kostenrechnung schafft die Integration von Prozessdaten und betriebswirtschaftlichen Daten und liefert die monetäre Bewertung des gesamten Wertschöpfungsprozesses. Insbesondere die Bewertung von Verlusten zeigt Optimierungspotenziale an und erlaubt deren Priorisierung.

Aufbauend auf die ersten beiden Schritte wird ein hierarchisch gegliedertes Kennzahlensystem mit dem Ziel erzeugt, die wesentlichen Informationen für die Steuerung eines Unternehmens auf wenige Kennzahlen zu verdichten.

Dieses dreistufige Vorgehen mit dem Resultat eines umfassenden, fortschreibbaren und damit nachhaltigen Prozesscontrollingsystems ist unabhängig von der im Unternehmen eingesetzten Technologie übertragbar.

Mit der Verwendung des in den drei beschriebenen Stufen entwickelten Controllinginstrumentes bei der Firma Wieland und mit der Absicht die Methodik auf andere Anlagen der Wieland GmbH zu übertragen, ist die Eignung der angewandten Methodik belegt. Auch die Übertragbarkeit auf andere Unternehmen der Branche ist gewährleistet, da die Firma Wieland verschiedene typische galvanische Prozesse betreibt, an denen das Controllinginstrument erprobt wird.

Neben der oben beschriebenen Methodik können natürlich auch einzelne organisatorische und technische Maßnahmen (Spültechnik, z.B. Verwendung einer Vortauchspüle, Trommelgestaltung, Prozessbadgestaltung, z.B. reduzierte Viskosität oder Oberflächenspannung etc.) auf ähnliche Betriebe übertragen werden.

4 Aufbau eines Stoff- und Energiestrommanagements

4.1 Analyse ausgewählter Prozesse

Auf Grund der steigenden Bedeutung der galvanischen Oberflächenbeschichtung mit einer Legierung aus Zink-Nickel wird die Prozessanalyse am Zink-Nickel-Trommelautomat der Firma Wieland durchgeführt.

Der Zink-Nickel-Trommelautomat deckt ein wesentliches Hauptproduktionsverfahren der Firma Wieland ab. Wegen steigender Nachfrage ist eine Erhöhung der Produktionsmenge notwendig. Da kein Platz zur Ausweitung der Produktion zur Verfügung steht, müssen sämtliche Optimierungsmaßnahmen ausgeschöpft werden, um die Nachfrage weitestgehend zu befriedigen. Auch wachsender Preisdruck erfordert den optimalen Betrieb der Anlage, um nicht hinter der Konkurrenz zurückzustehen.

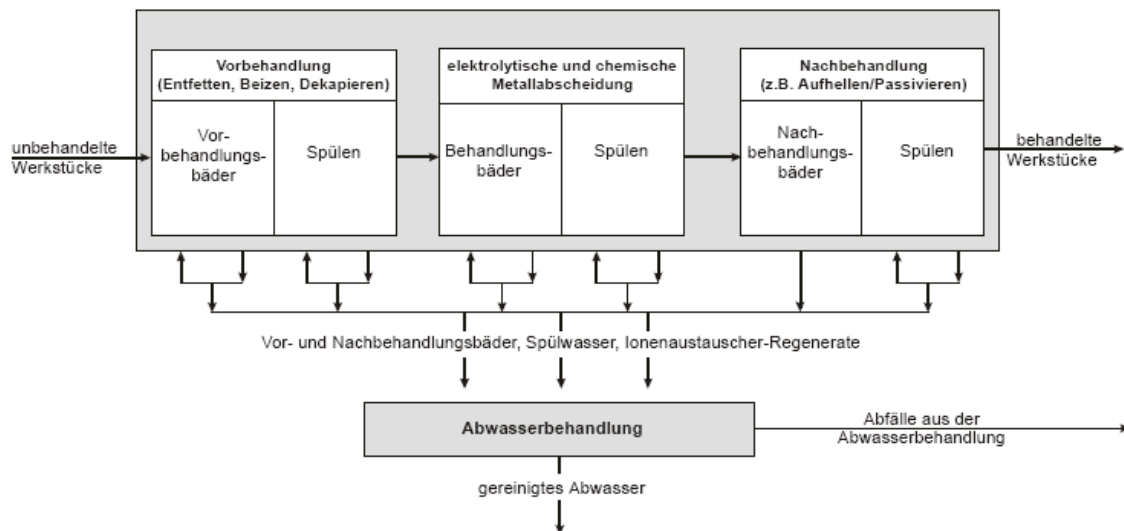


Abbildung 4.1: Schritte der Oberflächenbehandlung in wässrigen Medien

Abbildung 4.1 zeigt schematisch die Behandlungsschritte bei der Oberflächenbehandlung in wässrigen Lösungen. Bei Wieland besteht der Prozess aus den Prozessschritten:

Vorbehandlung:

- Abkochenfettung,
- Beizen,
- Elektrolytische Entfettung,
- Dekapieren,
- Spülen

Behandlung:

Galvanische Beschichtung in Zn/Ni-Bädern

Nachbehandlung:

Transparentchromatierung,

Gelbchromatierung

Schwarzchromatierung

Cr(VI)-freie Schwarz-Passivierung

Spülen

Die galvanische Beschichtung unter Einsatz des Trommelautomaten stellt ein typisches Verfahren dar, so dass die Übertragbarkeit der erzielten Ergebnissen gewährleistet ist.

4.2 Aufnahme der betrieblichen Datenstrukturen

Die prozesstechnischen und betriebswirtschaftlichen Daten werden bei Wieland in unterschiedlichen Systemen zum Teil redundant gehalten. Im Wesentlichen werden die Daten in Excel und Word gepflegt.

Für die Kostenrechnung wird die Software TQM eingesetzt. Die bei der Firma Wieland eingesetzte Software TQM stellt eine geschlossene Datenbank mit geringer Kapazität dar.

Die Bestellmengen für Rohstoffe und auch die Kontierungsliste, über die die Zuordnung der verwendeten Materialien zu den jeweiligen Anlagen erfolgt, werden in Excel gepflegt. Eine korrekte Zuordnung der Materialien zu den Anlagen, in denen sie eingesetzt wurden, kann im bestehenden System nicht sichergestellt werden, da die Zuordnung zeitversetzt zur Entnahme erfolgt.

Das Warenwirtschaftssystem beschränkt sich auf die Lagerverwaltung, die über Inventuren häufig aktualisiert wird. Zukünftig wird eine kontinuierliche Aufschreibung der Entnahmemengen durch den entnehmenden Mitarbeiter angestrebt, um eine sichere verursachungsgerechte Zuordnung der Entnahmemengen zu gewährleisten.

Energieverbräuche und Abfallmengen werden zur Zeit standortbezogen erfasst. Aus den Rechnungsdaten der Ver- und Entsorger werden die Mengen entnommen und in eine Exceldatei eingepflegt. Eine direkte Zuordnung zu den einzelnen Anlagen wurde bislang als nicht notwendig erachtet. Der Energieverbrauch lässt sich aber über die Anschlusswerte und die Betriebszeit der Anlage berechnen.

Die zu entsorgende (durch „Kalben“ des Bades anfallende) Menge an Zn/Ni-Lösung ist bekannt. Die übrigen Abfallmengen lassen sich zumindest hinreichend genau abschätzen.

Die Messwerte der chemischen Analysen der Prozessbäder werden in Excel tabellarisch erfasst. Eine Aufbereitung der Daten, um die Überschreitung definierter Grenzwerte zu visualisieren, ist möglich, wird aber zur Zeit nicht durchgeführt. Ein Vorschlag hierzu wurde im Rahmen dieses Projektes unterbreitet.

Durch Chemikalienverbrauch und -verschleppung ist die regelmäßige Verstärkung der Bäder notwendig, um die Wirksamkeit sicherzustellen. Die Anweisungen zur Verstärkung werden mittels Word-Dokumenten an die jeweiligen Mitarbeiter weitergegeben. Eine Auswertung der Verstärkungsmengen ist auf der Basis der Word-Dokumente nicht möglich. Um die Daten in ein auswertbares Format zu überführen, wurde eine Umstellung auf Excel vorgenommen.

Durch Summierung der Verstärkungsmengen und Vergleich mit den aufsummierten Entnahmemengen können Abweichungen schnell gefunden und behoben werden. Stimmen die Verstärkungsmengen über einen bestimmten Zeitraum nicht mit den Entnahmemengen aus dem Lager überein, so ist eine Überprüfung der Daten erforderlich. Über eine Inventur kann hier eine mögliche Lücke geschlossen werden.

Insgesamt gestaltet sich die Datenhaltung als recht heterogen (Datenpflege in mehreren Systemen). Ein eindeutig datenführendes System ist nicht zu identifizieren. Da die Daten und Dateien nicht direkt miteinander verknüpft bzw. verknüpfbar sind, werden Daten redundant in den Systemen gepflegt.

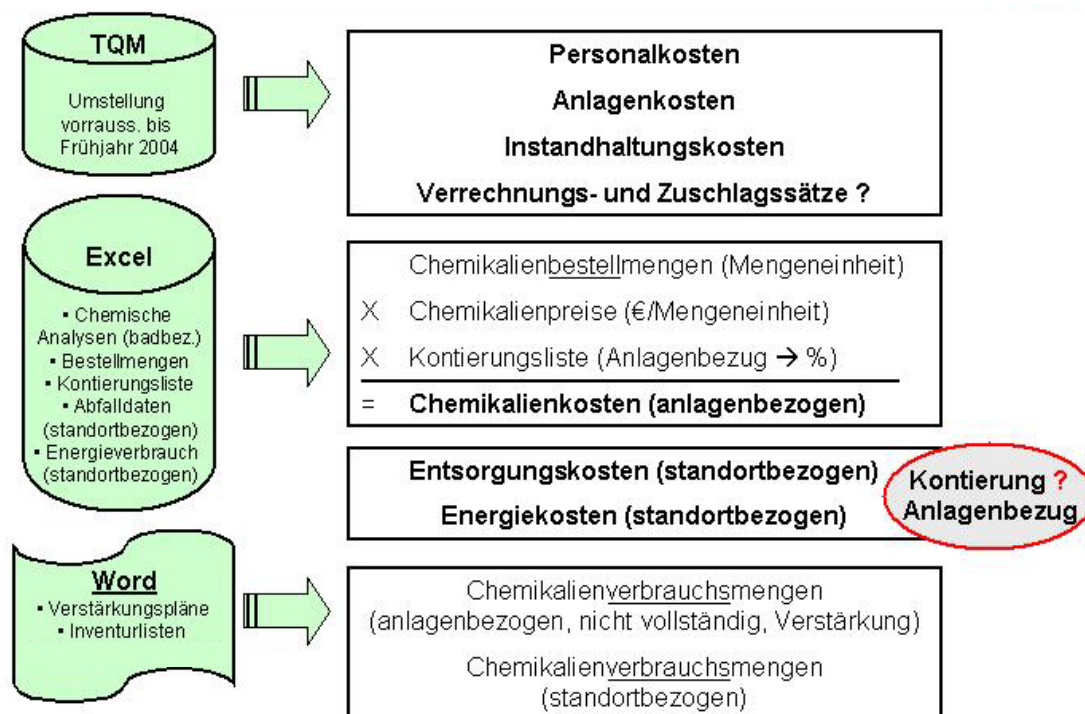


Abbildung 4.2: Datengrundlage im Hause Wieland (Frühjahr 2003)

Die Situation wird sich voraussichtlich im Jahr 2004 verbessern. Die Firma Wieland plant in 2004 die Einführung eines neuen Betriebsführungssystems. Je nach Ausbaustufe des zukünftigen Systems, besteht die Möglichkeit zahlreiche zur Zeit auf unterschiedlichen Wegen realisierte Aufgaben zentral zu erledigen. Die Festlegung eines datenführenden Systems und die Realisierung bzw. Anbindung von Auswertungen an dieses datenführende System ist unbedingt anzustreben.

4.3 Aufnahme der notwendigen Material-, Chemikalien- und Energieströme

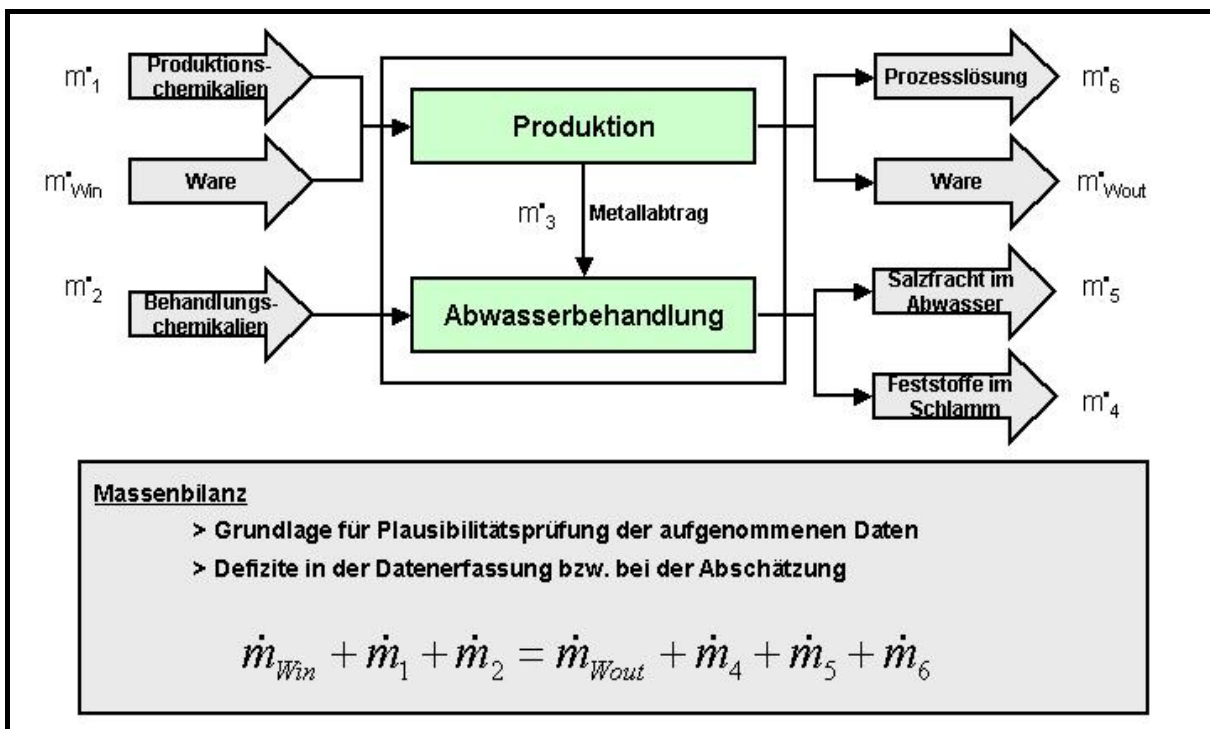


Abbildung 4.3: unspezifizierte Stoffstrombilanz

Für die Stoffstrombilanz sind die folgenden Daten zu berücksichtigen:

Prozesslösungsbedarf an Prozesschemikalien

- ⇒ Verwurfsvolumina der Prozesslösung
- ⇒ Verdunstungsverluste
- ⇒ Zusammensetzung

Konzentrationsänderungen

- ⇒ Massenströme Fremdstoffanreicherung
- ⇒ Elektrolytverschleppung
- ⇒ Zusammensetzung Stadtwasser / Brunnenwasser

Spülwasser

- ⇒ Verdunstungsverluste
- ⇒ Verwurfsvolumina der Standspülen
- ⇒ Spülwasservolumina in Spülkaskaden
- ⇒ Zusammensetzung des Spülwassers

relevante Stoffströme

- ⇒ Volumenströme rückgeführter Spüllösungen
- ⇒ Zulaufvolumenströme von z.B. Ionenaustauscherkreislaufanlagen
- ⇒ Zusammensetzung der Stoffströme

Für die Wasserbilanz sind die unten aufgezählten Daten zu ermitteln:

- ⇒ Spülwasserbedarf
- ⇒ Verwurf von Prozess- und Spüllösungen
- ⇒ Verdunstungsverluste
- ⇒ Wasserbedarf zum Ausgleich der Verdunstungsverluste
- ⇒ Einsatz flüssiger bzw. gelöster Chemikalien

4.3.1 Chemikalienmengen

Als Grundlage für die Ermittlung der benötigten Chemikalienmengen dienen die Bestellmengen für das Jahr 2002 sowie die Kontierungsliste, über die die Verteilung der Chemikalien über die verschiedenen Anlagen der Firma Wieland erfolgt ist.

Die Berechnung der Legierungsabscheidung mittels des Faradayschen Gesetzes zeigt einen deutlich höheren Zinkbedarf (siehe Berechnung im Anhang), als gemäß der Bestellmengen und Kontierungsliste für die Anlage eingesetzt worden sein sollen. Zur Analyse dieser Abweichung wurde eine dreiwöchige Messung des tatsächlichen Zinkbedarfs und auch des tatsächlichen Ätznatronbedarfs durchgeführt. Während dieser Zeit wurde ein repräsentatives (durchschnittliches) Teilespektrum beschichtet. Auf dieser Basis war die Hochrechnung auf die Jahresbedarfsmenge möglich. Durch die Messung konnte der mittels des Faradayschen Gesetzes berechnete Zinkbedarf bestätigt werden.

Dies zeigt die *entscheidende Schwäche* des derzeitigen Vorgehens. Wenn die Daten nicht unmittelbar verursachungsbezogen erfasst werden z.B. über die Pflege von anlagenbezogenen Entnahmescheinen, und zwar durch die Person, die das Material benötigt, ist die korrekte Zuordnung im nachhinein – evtl. durch eine andere Person – nur schwer möglich. Durch die konsequente *Pflege von Materialentnahmescheinen* kann außerdem die Anzahl der Inventuren deutlich reduziert werden.

Basierend auf den Messwerten konnten die Bedarfsmengen korrigiert werden.

In der Massenbilanz wurden die Bestellmengen von 2002 und für Zink und Ätznatron die auf den Jahresbedarf extrapolierten Messwerte berücksichtigt.

4.3.2 Wasser und Abwasser

Aus dem stündlichen Wasserbedarf für die Anlage und den jährlichen Betriebsstunden lässt sich die Wassereinsatzmenge ermitteln. Zusätzlich wird mit den gelösten Chemikalien sowie über den Heizdampf (siehe auch Energieverbrauch) Wasser in die Anlage eingetragen.

Das eingesetzte Wasser verlässt weitestgehend als Abwasser die Anlage. Die Verdunstung ist im Vergleich zum Wassereinsatz gering.

Da für die Abwassermenge der untersuchten Anlage keine Messwerte vorliegen, wurde diese rechnerisch aus der Massenbilanz ermittelt und auf Plausibilität geprüft.

4.3.3 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch wird standortbezogen ermittelt. Der Energiebedarf der untersuchten Anlage wurde über die Anschlusswerte berechnet.

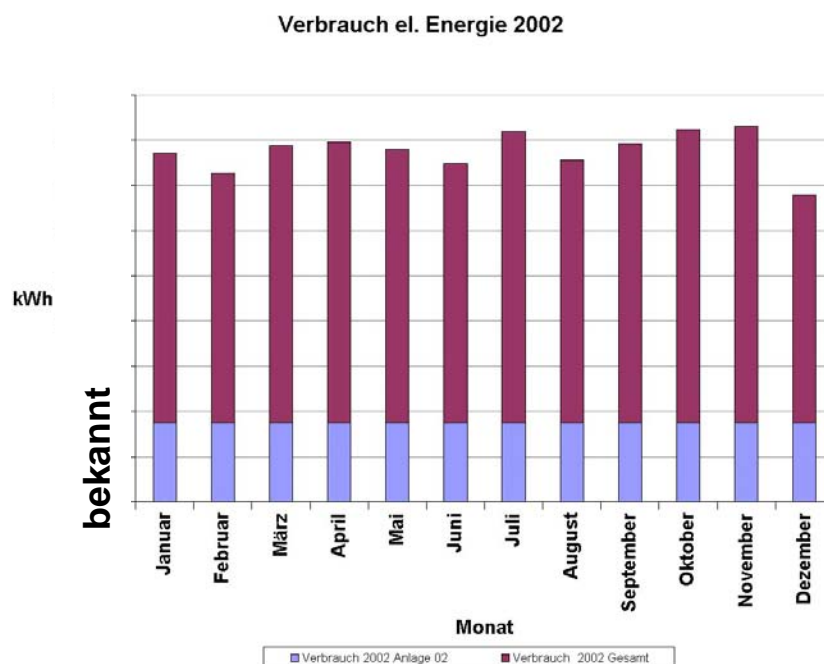


Abbildung 4.4: Verbrauch elektrischer Energie (Anlage – Gesamtstandort)

Abbildung 4.4 zeigt den Verlauf des monatlichen Gesamtverbrauches an elektrischer Energie für das Jahr 2002 und dem gegenüber gestellt den mittleren Bedarf an elektrischer Energie der

Anlage. Der Bedarf an elektrischer Energie für die Anlage belief sich im Jahr 2002 auf ca. 22,6% des Gesamtbedarfs der Firma Wieland.

8-10% des gesamten Dampfverbrauchs der Firma Wieland wird für den Betrieb und die Beheizung der Anlage eingesetzt.

4.3.4 Abfallmengen

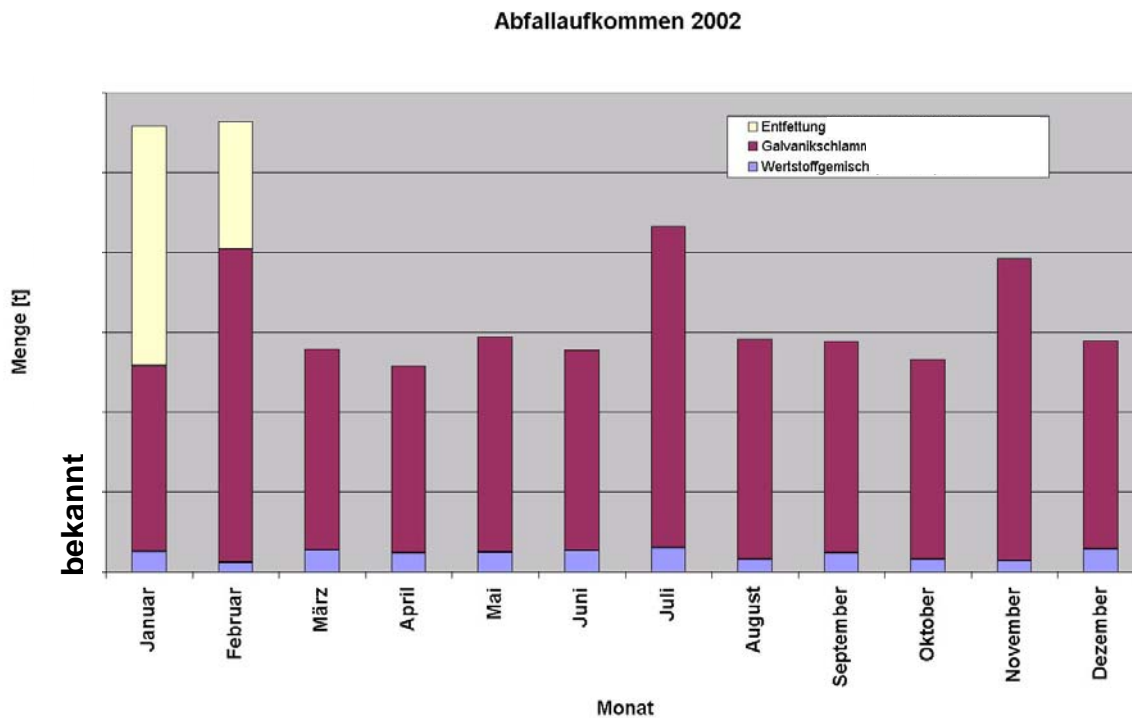


Abbildung 4.5: Gesamtabfallaufkommen der Wieland GmbH

Abbildung 4.5 zeigt das Abfallaufkommen der Firma Wieland im Jahr 2002. Die Menge der Entfettungslösung wurde nur in den Monaten Januar und Februar für eine spezielle Untersuchung gesondert erfasst und entsorgt. Danach wurde die Entfettungslösung zusammen mit dem anfallenden Abwasser in die betriebseigene Abwasserbehandlungsanlage geleitet. Diese Menge wird somit bei der Abwasserbetrachtung mit berücksichtigt. Bei den Wertstoffen handelt es sich um Verpackungsmaterialien und nicht um Produktionsrückstände. Diese werden in der Massenbilanz nicht berücksichtigt. Zu beachten ist in der Abfallbilanz der Anteil an Galvanikschlamm, der durch die Anlage verursacht wurde.

Das Schlammaufkommen durch die untersuchte Anlage wurde durch die Firma Wieland mit ca. 30% des Gesamtschlammaufkommens angegeben.

4.3.5 Gesamtbilanz

Die gesamte Mengenbilanz ist in Abbildung 4.6 dargestellt. Unter Berücksichtigung der in den vorhergehenden Kapiteln 4.3.1 bis 4.3.4 dargestellten Mengen konnte die **Massenbilanz geschlossen** werden.

4.3.6 Gesamtbilanz

Die gesamte Mengenbilanz ist in Abbildung 4.6 dargestellt. Unter Berücksichtigung der in den vorhergehenden Kapiteln 4.3.1 bis 4.3.4 dargestellten Mengen konnte die **Massenbilanz geschlossen** werden

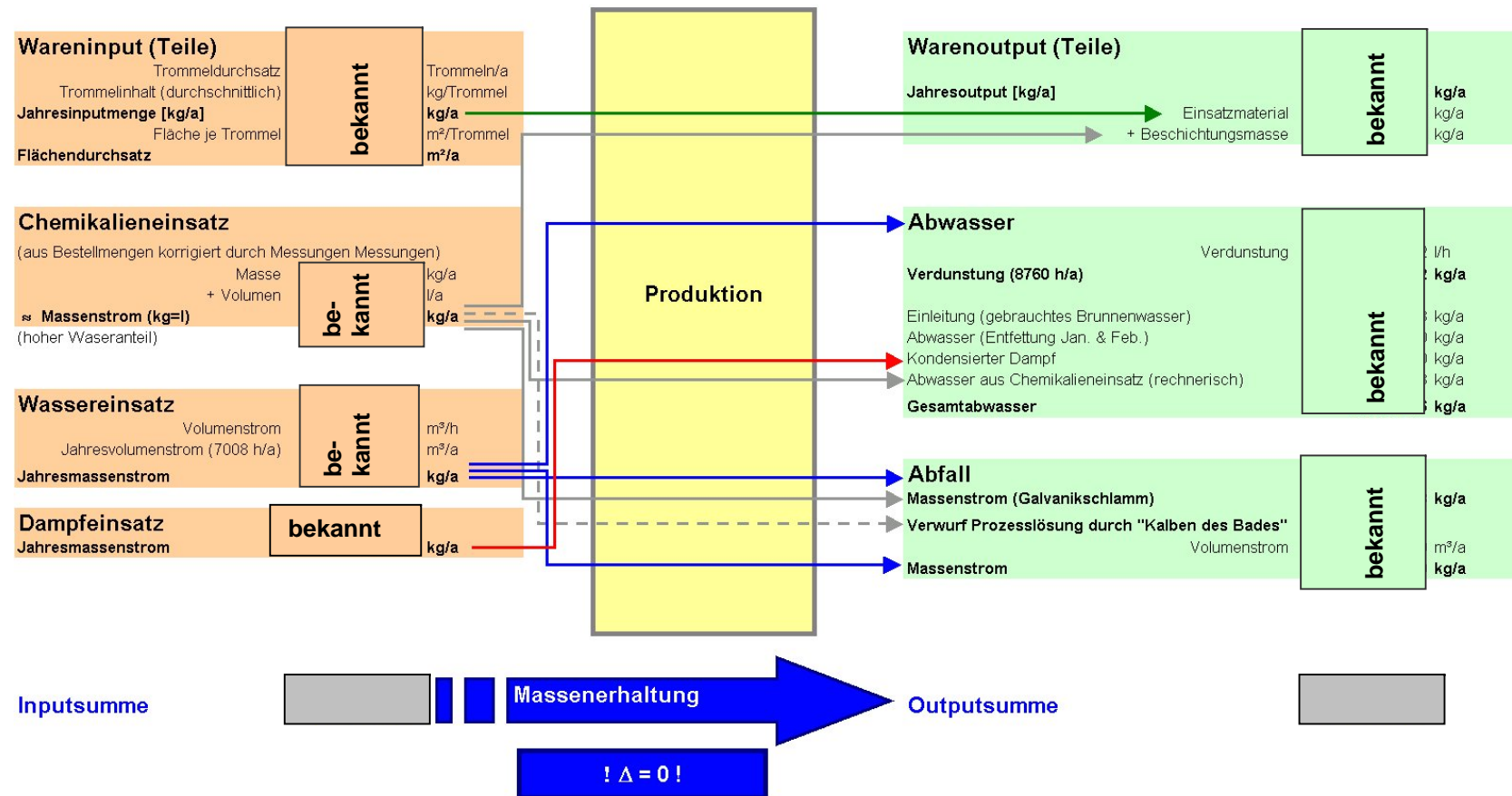


Abbildung 4.6: Massenbilanz

4.4 Ermittlung technischer und organisatorischer Optimierungspotenziale

Durch aufeinander folgendes Tauchen der Trommeln in die verschiedenen Bäder (bzw. Spülen) wird Elektrolyt mitgeschleppt und geht damit verloren. Dieser Verlust (und auch die durch den Fertigungsprozess verbrauchte Chemikalienmenge) muss durch Verstärken der Bäder ausgeglichen werden. Die Elektrolytausschleppung kann im allgemeinen durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- ⇒ Verlängerung der Abtropfzeiten
- ⇒ Verringerung der Aushebegeschwindigkeit
- ⇒ Abblasen, absaugen, abquetschen, abschleudern, abstreifen, abspritzen
- ⇒ Gezielte Trommelbewegung (z.B. Rütteln)
- ⇒ Werkstückgestaltung, Trommelgestaltung
- ⇒ Prozessbadgestaltung (Verringerung der Viskosität bzw. Oberflächenspannung z. B. durch Tensidzusatz, Optimierung des Konzentrationsverlaufes in der Prozesslösung etc.)
- ⇒ Verwendung von Vortauchspülen (Standspüle)

4.4.1 Weitgehend ausgenutzte Potenziale

Die Abtropfzeiten und Aushebegeschwindigkeit sind weitgehend im Rahmen der Prozessführung optimiert. Die Techniken Abblasen, Absaugen, Abquetschen, Abschleudern, Abstreifen, Abspritzen sind eher bei Gestellprozessen einsetzbar. Die gezielte Trommelbewegung ist nicht uneingeschränkt anwendbar, da die beschichteten Teile nicht beschädigt werden dürfen. Die Werkstückgestaltung ist durch Wieland nicht zu beeinflussen, da die Beschichtung im Kundenauftrag erfolgt.

4.4.2 Trommelgestaltung

Im Bereich der Trommelgestaltung besteht die Möglichkeit auf einen anderen neuen Trommeltyp umzustellen. Die Standardtrommel ist sechseckig und besteht aus dem Material RCH 500 bzw. RCH 1000. Sie besteht aus Platten, in die Löcher gebohrt oder Schlitze gesägt werden, um die notwendige Perforation zu erzielen. Um die Stabilität der Trommeln zu gewährleisten, ist eine freie Oberfläche von maximal 20 – 22 % nicht zu überschreiten.

Ein neuer Trommeltyp verspricht eine deutliche Verbesserung. Die Vorteile liegen in einer deutlich vergrößerten freien Oberfläche (mindestens 30%) bei hinreichender Stabilität (ähnliche Festigkeit wie RCH 500 bzw. RCH 1000). Damit wird die Verschleppung deutlich reduziert.

Außerdem stellt sich bei gleicher Tauchzeit eine geringere Leistungsaufnahme ein. Die Langzeiteignung (Haltbarkeit) der Trommel muss sich allerdings noch erweisen.

4.4.3 Prozessbadgestaltung, Konzentrationsverlauf

Als Optimierungsmaßnahme aus dem Bereich der Prozessbadgestaltung bietet sich die gezielte Annäherung der Badkonzentration möglichst nahe an die erforderliche Mindestkonzentration an.

Für das Beizbad ist ein optimaler Arbeitsbereich der Beizkonzentration durch die obere und untere technische Grenze definiert, die maximale Konzentration wird jedoch während des untersuchten Zeitraumes nahezu immer überschritten (siehe Abbildung 4.7). Eine Reduktion der Beizkonzentration auf die untere technische Grenze würde einer durchschnittlichen Einsparung von 30 % entsprechen. Bei gegebener Ausschleppung ergibt sich daraus das Stoffeinsparpotenzial des Beizmittels.

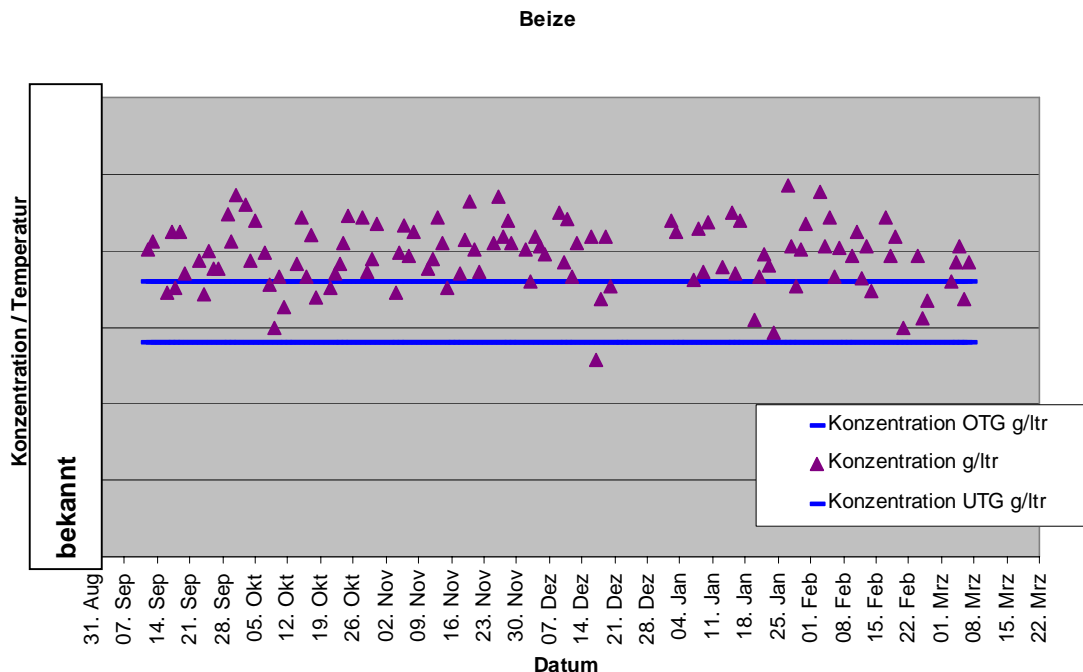


Abbildung 4.7: Konzentrationsverlauf, Beize (Sept. 2002 bis Mrz 2003)

Aus technischen Gründen ist es nicht möglich das Beizbad mit der unteren technischen Grenzkonzentration zu betreiben. Die unterschiedliche Qualität der zu beschichtenden Teile ist die Ursache dafür. Sehr saubere Stahlteile wechseln sich mit sehr rostigen Teilen, die einer aggressiveren Behandlung bedürfen ab. Mit zu geringer Beizkonzentration lassen sich die rostigen Teile nicht hinreichend schnell vom Rost befreien. Durch eine geeignete Steuerung der

zu bearbeitenden Aufträge könnte das Beizbad mit einem in Abbildung 4.8 schematisch dargestellten Konzentrationsverlauf betrieben werden. Beginnend mit hoher Beizkonzentration werden die rostigen Teile behandelt. Mit der Zeit nimmt die Beizkonzentration ab. Wenn die Konzentration nicht mehr ausreicht, um die rostigen Teile hinreichend schnell zu säubern, wird die Produktion auf die rostarmen Teile umgestellt. Mit Erreichen der unteren technischen Grenzkonzentration wird wieder Beizmittel zugegeben und die Produktion wieder auf die rostigen Teile umgestellt.

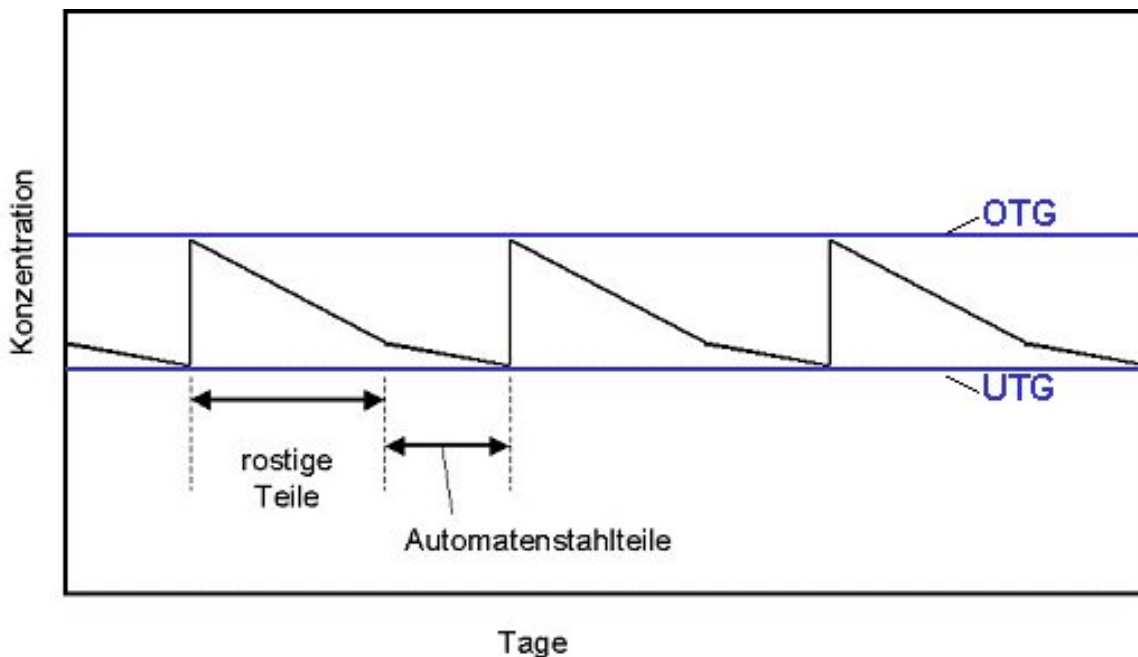


Abbildung 4.8: Schematischer Konzentrationsverlauf bei optimierter Auftragsbearbeitung

Durch diese Vorgehensweise könnte zumindest ein Teil der Verschleppung vermieden werden. Bei dem in Abbildung 4.8 skizzierten Konzentrationsverlauf der Beize würde sich eine durchschnittliche Konzentration, die dem Mittelwert aus oberer und unterer Grenzkonzentration entspricht, ergeben.

Der Konzentrationsverlauf der Chemikalien bei der Gelbchromatierung zeigt einen ansteigenden Verlauf. Zu Beginn des Untersuchungszeitraumes lag die Konzentration nahe der unteren technischen Grenze. Innerhalb von 6 Monaten wurde die Konzentration immer weiter erhöht, bis an die obere technische Grenzkonzentration heran (Abbildung 4.9). Durchschnittlich wurde die Gelbchromatierung mit einer zu hohen Konzentration betrieben. Auch hieraus ergibt sich ein Einsparpotenzial für die Produkte, die mittels Gelbchromatierung nachbehandelt werden.

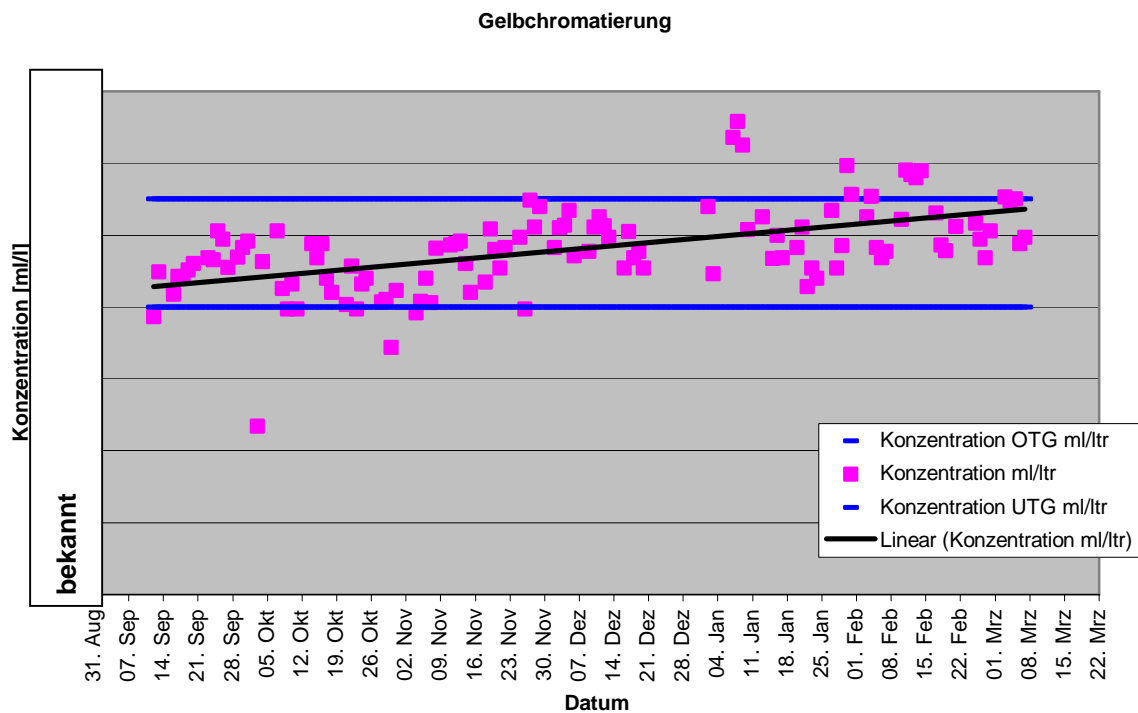


Abbildung 4.9: Konzentrationsverlauf, Gelbchromatierung (Sept. 2002 bis Mrz. 2003)

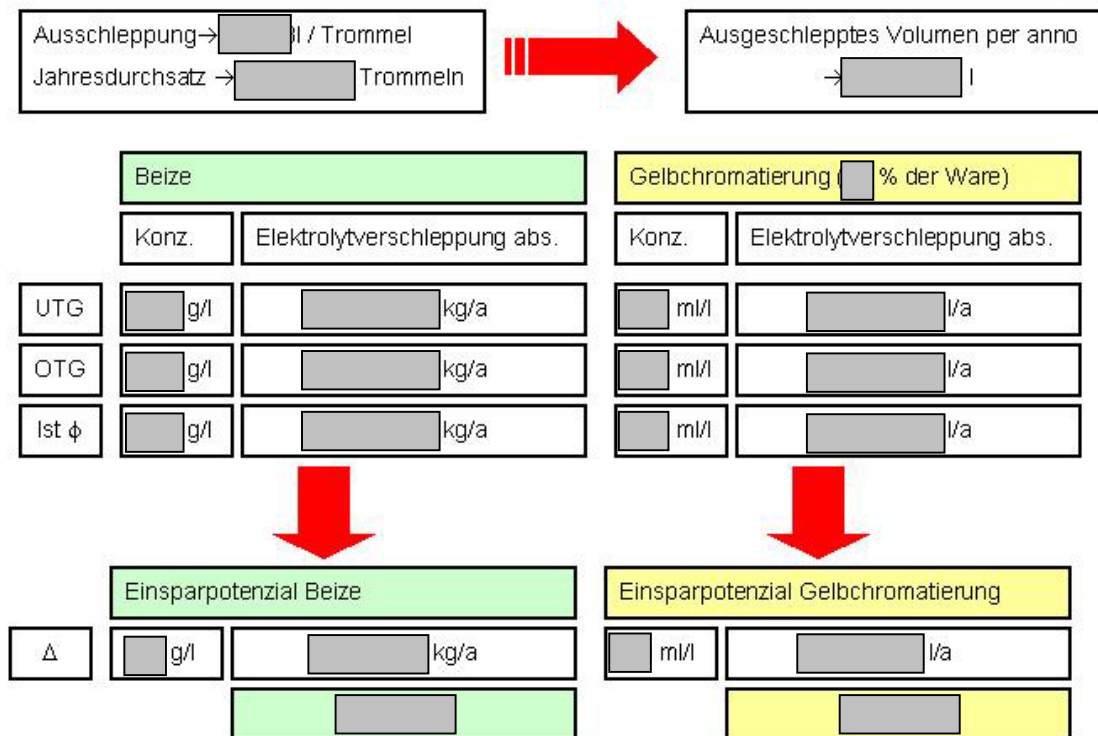


Abbildung 4.10: Optimierung durch möglichst niedrige Elektrolytkonzentrationen (berechnete Werte beziehen sich auf den Reinstoff, nicht auf die Zubereitung)

Abbildung 4.10 stellt noch einmal die beiden Beispiele mit den zugehörigen Chemikalienverbräuchen und Einsparpotenzialen durch Reduzierung der verschleppten Chemikalienmenge nebeneinander. Diese beiden Beispiele zeigen deutlich, dass ein Betrieb des Prozesses mit möglichst niedrigen Chemikalienkonzentrationen Vorteile bringt. In den anderen Bädern der Anlage sind die Abweichungen vom idealen Betrieb nahe der technischen Grenzkonzentrationen nicht so gravierend, doch muss durch eine geeignete Überwachung die Einhaltung der optimalen Konzentrationen zum einen aus technischen Gründen (Qualität der Produkte) und auch aus Kostengründen dauerhaft sichergestellt werden.

Eine Zusammenfassung der Einsparpotenziale durch Reduzierung der Verschleppung ist im Anhang in den Erfassungsbögen dargestellt.

4.4.4 Vortauchspüle

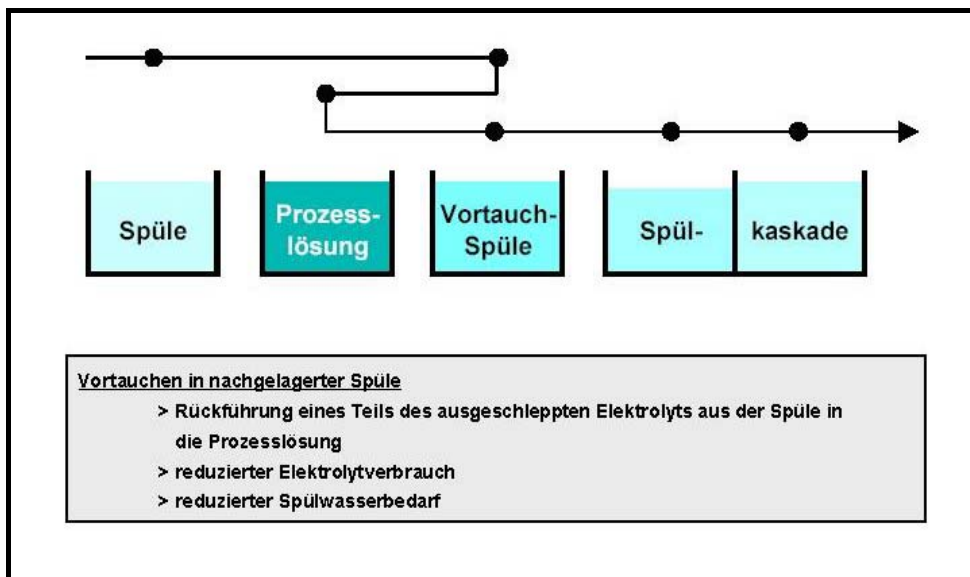


Abbildung 4.11: Reduktion der Elektrolytverschleppung durch Vortauchen

Eine andere Möglichkeit die Verschleppung zu reduzieren stellt der Einsatz einer Vortauchspüle dar. Beim Vortauchen wird nach der letzten Spülstufe des vorhergehenden Prozesses zunächst die erste Spülstufe des nachfolgenden Prozesses angefahren und erst dann die Prozesslösung. Ein Teil der ausgeschleppten Inhaltsstoffe wird dadurch aus der Spüle in die Prozessstufe zurückgeführt. Im stationären Betrieb werden bis zu 50 % der ausgeschleppten Chemikalien durch Vortauchen in einer Standspüle in das Prozessbad zurückgeführt.

Vorteile:

- ⇒ Rückschleppung von bis zu 50 % der ausgeschleppten Chemikalien durch Vortauchen in einer Standspüle
- ⇒ Reduzierung der Ausschleppung
- ⇒ Reduzierung des Spülwasserbedarfs

Nachteil:

- ⇒ Rückschleppung von Schadstoffen

Außerdem wird durch diese Betriebsweise auch weniger Elektrolyt in die nachfolgende Spülkaskade geschleppt und demzufolge ein geringerer Spülwasservolumenstrom benötigt.

Der Nachteil der Rückschleppung von Schadstoffen hat dazu geführt, dass eine Vortauchspüle bei Wieland bislang nicht eingerichtet wurde.

Der Einsatz einer Vortauchspüle entspricht dem Stand der Technik. Anforderungen des Chemikalienherstellers bzgl. der Reinheit des Badansatzes (Gewährleistung wird nicht übernommen, wenn z.B. Chemikalien mit wiederaufbereitetem Wasser angesetzt werden)

sowie Platzmangel für weitere Tauchstationen führen aber bei Wieland dazu, dass bislang keine Vortauchspülen eingerichtet wurden.

4.5 Aufbau von Grundlagen für ein nachhaltiges Controlling

4.5.1 Bezugsgröße → Oberfläche m²

Als geeignete Bezugsgröße für die Bildung von Kennzahlen dient die Oberfläche der durchgesetzten Ware im Bezugszeitraum. Die Vielfalt an Teilen und ein ständig wechselndes Teilespektrum erlaubt die direkte Oberflächenermittlung wegen des hohen Aufwandes nicht. Indirekt lässt sich die beschichtete Oberfläche gemäß Gleichung 4-1 über die Bilanzierung des Chemikalieneinsatzes, -verbrauches und -verlustes ermitteln.

$$\dot{F} = \frac{\dot{V}_{Me}}{d_{Me}} = \frac{\dot{m}_{Me}}{d_{Me} \cdot \rho_{Me}} = \frac{\dot{m}_{Einsatz}^{Me} - \dot{m}_{EA}^{Me}}{d_{Me} \cdot \rho_{Me}} = \frac{\dot{m}_{Einsatz}^{Me} - c_0^{Me} \cdot \dot{V}_{EA}}{d_{Me} \cdot \rho_{Me}} \quad \text{Gleichung 4-1}$$

\dot{F} = Flächendurchsatz

d_{Me} = mittlere Dicke des abgeschiedenen Metalls

ρ_{Me} = Dichte des abgeschiedenen Metalls

\dot{m}_{Me} = Massenstrom des abgeschiedenen Metalls

Mit:

$\dot{m}_{Einsatz}^{Me}$ = Massenstrom Chemikalieneinsatz

\dot{m}_{EA}^{Me} = Massenstrom Elektolytasschleppung

c_0^{Me} = Elektrolytkonzentration

\dot{V}_{EA} = Volumenstrom Elektrolytausschleppung

Berechnung der theoretischen Schichtdicke Zink:

$$m_{Me} = d_{Me} \cdot A \cdot \rho_{Me} \quad \text{Gleichung 4-2}$$

$$m_{Le} = m_{Zn} + m_{Ni} \quad \text{Gleichung 4-3}$$

Index: Le: Legierung, Zn: Zink, Ni: Nickel

Unter Verwendung obiger Gleichungen ergibt sich:

$$d_{Le} \cdot A \cdot \rho_{Le} = d_{Zn} \cdot A \cdot \rho_{Zn} + d_{Ni} \cdot A \cdot \rho_{Ni} \quad \text{Gleichung 4-4}$$

Da die Massenanteile χ bzw. $1-\chi$ der Einzelmetalle in der Legierung bekannt sind, kann z.B. der Nickelanteil ersetzt werden durch:

$$m_{Ni} = \chi \cdot d_{Le} \cdot A \cdot \rho_{Le}$$

Insgesamt ergibt sich somit für die Zinkschichtdicke:

$$d_{Zn} = \frac{d_{Le} \cdot \rho_{Le} - \chi \cdot d_{Le} \cdot \rho_{Le}}{\rho_{Zn}} = \frac{(1 - \chi) \cdot d_{Le} \cdot \rho_{Le}}{\rho_{Zn}}$$

Mit einer Legierungsschichtdicke d_{Le} von μm , einer mittleren Legierungsdichte ρ_{Le} von kg/m^3 einem Nickelanteil χ_{Ni} von % sowie einer Zinkdichte ρ_{Zn} von 7.100 kg/m^3 berechnet sich die theoretische Zinkschichtdicke d_{Le} von μm .

Der durchschnittliche jährliche Flächendurchsatz berechnet sich dann mit:

Einsatzzinkmassenstrom $\dot{m}_{Einsatz}^{Zn} = \text{ kg/a}$ (extrapolierter Messwert)

Elektrolytverschleppung $c_0^{Zn} \cdot \dot{V}_{EA} = \text{ g/l} \cdot \text{ m}^3/\text{a} = \text{ kg/a}$

zu: $\dot{F} = \frac{\dot{m}_{Einsatz}^{Zn} - c_0^{Zn} \cdot \dot{V}_{EA}}{d_{Zn} \cdot \rho_{Zn}} = \text{ m}^2/\text{a}$

Alternativ kann die Oberfläche auch über das Faradaysche Gesetz abgeschätzt werden. Eine exakte Berechnung ist hier kaum möglich, da die Stromausbeute von verschiedenen Parametern des Bades abhängt und somit nicht genau zu ermitteln ist.

Das Faradaysche Gesetz lautet unter Berücksichtigung der Stromausbeute:

$$n = \frac{\eta \cdot I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{m(Zn / Ni)}{M_m(Zn / Ni)}$$

Die abgeschiedene Legierungsmasse berechnet sich somit zu:

$$m(Zn / Ni) = \frac{\eta \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \cdot M_m(Zn / Ni)$$

Mit einer Stromausbeute von $\eta = \text{ \%}$, einer Ladungsmenge It je Trommel von Ah/Trommel , einer Ladungszahl z von 2, einem Wert von 96.487 C/mol für die Faradaykonstante F und einer mittleren Molmasse $M_m(Zn/Ni)$ für die Legierung von g/mol ergibt sich je Trommel eine abgeschiedene Masse $m(Zn/Ni)$ von g/Trommel .

Die Beschichtungsfläche berechnet sich dann nach:

$$A = \frac{m(\text{Zn} / \text{Ni})}{d \cdot \rho(\text{Zn} / \text{Ni})}$$

Daraus ergibt sich eine beschichtete Fläche je Trommel von ca. m²/Trommel. Bei Trommel im Jahr berechnet sich die jährliche Beschichtungsfläche zu von m²/a.

Im Hinblick auf die Ungenauigkeit insbesondere bezüglich der Stromausbeute und evtl. auch in der Nickeleinbaurrate kann hier bei Verwendung beider Methoden von einer Übereinstimmung ausgegangen werden. Die Abweichung liegt hier lediglich bei 2,8 %. Beide Methoden können also für die Ermittlung der Beschichtungsfläche eingesetzt werden. Die bessere Methode stellt aber die Bilanzierung über den Chemikalieneinsatz als Summe aus Chemikalienverbrauch sowie -verlust dar, da hier die erforderlichen Werte gut zu ermitteln sind.

Die Abschätzung über das Faradaysche Gesetz gelingt nur, wenn die Stromausbeute bekannt ist. Umgekehrt kann mittels des Faradayschen Gesetzes die **Stromausbeute** ermittelt werden, wenn die Beschichtungsfläche über die Bilanzierung als gegeben in die Berechnung einbezogen werden kann.

Für komplexe zu beschichtende Bauteile, deren Oberfläche nicht direkt zu messen ist, kann auf diesem Wege die beschichtete Fläche ermittelt werden. Dazu müssen lediglich der Einsatzmassenstrom an Metall, die Ausschleppung, die Auftragschichtdicke sowie die Dichte des aufgetragenen Metalls bekannt sein. Alle notwendigen Größen können über Messwerte bestimmt werden.

Über die flächenbezogenen Kenngrößen (z.B. Energiebedarf je beschichtete Fläche) können die verschiedenen Produkte direkt miteinander verglichen werden. Je Werkstück sind diese Kennwerte natürlich unterschiedlich. Doch bezogen auf die Fläche bei gegebener Schichtdicke müssen diese Werte konstant sein.

5 Prozessorientierte Kostenrechnung

Die prozessorientierte Kostenrechnung stellt die Entwicklung eines neuen und eigenständigen Umweltkostenrechnungssystems dar. Die Idee der prozessorientierten Kostenrechnung schafft für kleine und mittelständische Unternehmen die Möglichkeit, direkte und indirekte Umweltbezüge der betrieblichen Leistungserstellung nicht nur über Managementsysteme zu erfassen, sondern über die Kostenrechnung in den betrieblichen Entscheidungsprozess einzubeziehen.

Die prozessorientierte Kostenrechnung rückt den betrieblichen Leistungsprozess in den Mittelpunkt und verfolgt die Kosten entlang der gesamten Fertigung – stoffstrom- und prozessschrittbezogen. Aufbauend auf dem vorhandenen Betriebsabrechnungsbogen (BAB) werden alle eingesetzten Ressourcen (Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, Personal- und Maschinenstunden), Ausgangsstoffe (Fertigwaren, Halbfertigwaren), Ausschuss und Verluste erfasst und bewertet. So werden Wertschöpfungs-, Material- und Energieverluste in den einzelnen Produktionsabschnitten beziffert und Optimierungspotenziale ausgewiesen.

Die prozessorientierte Kostenrechnung ordnet alle entstehenden Kosten ihren Verursachern zu und schlüsselt sie nach Verfahrensschritten, Maschinen- und Personaleinsatz sowie Einsatz von Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffen und Energie auf. Somit wird die prozessorientierte Kostenrechnung zu einem wirkungsvollen Planungs-, Kontroll- und Steuerungsinstrument, das nicht nur die kaufmännische, sondern auch die technische Seite des Unternehmens mit einbezieht. Es entsteht eine umfassende Grundlage für den gezielten Einsatz von Maßnahmen, die nicht nur die Umwelt entlasten, sondern auch die Kostenstruktur eines Unternehmens entscheidend verbessern.

Klassischerweise bauen bestehende Kostenrechnungssysteme auf der Kostenarten- und Kostenstellenrechnung auf. Die Kostenartenrechnung erlaubt eine systematische Gruppierung aller in einer Abrechnungsperiode anfallenden Kosten. Nach der Kostenerfassung im Rahmen der Kostenartenrechnung werden die Kosten mit Hilfe der Kostenstellenrechnung auf die einzelnen Betriebsbereiche (die Kostenstellen) verteilt. Die Umlage der Gemeinkosten wird über die Kostenstellen im Betriebsabrechnungsbogen (BAB) durchgeführt. Dabei wird die Beanspruchung zwischen den jeweiligen Leistungsprozesskostenstellen (Hauptkostenstellen) und den unterstützenden Kostenstellen (Hilfs- oder Nebenkostenstellen) über Verteilungsschlüssel beschrieben.

In einem letzten Schritt werden die Kosten auf die einzelnen Kostenträger (Produkte, Aufträge usw.) verrechnet.

Diese Art der Kostenrechnung orientiert sich stark an der Organisationsstruktur des jeweiligen Unternehmens. Verfahrenstechnische Produktionsprozesse sind hier in der Regel nicht

unmittelbar abgebildet. Nur über spezielle, manuell zu erstellende Abweichungsanalysen können die technischen Prozesse gezielt betriebswirtschaftlich bewertet werden.

Die Idee der prozessorientierten Kostenrechnung besteht in der Integration der technischen sowie der betriebswirtschaftlichen Sichtweisen der Unternehmen, und zwar durch die Kombination von Mengen- und Wertinformationen.

Innerhalb der klassischen Kostenrechnung werden die Einzelkosten direkt dem Kostenträger zugerechnet (siehe Abbildung 5.1). Dadurch entziehen sie sich der Kostenzurechnung in den Kostenstellen.

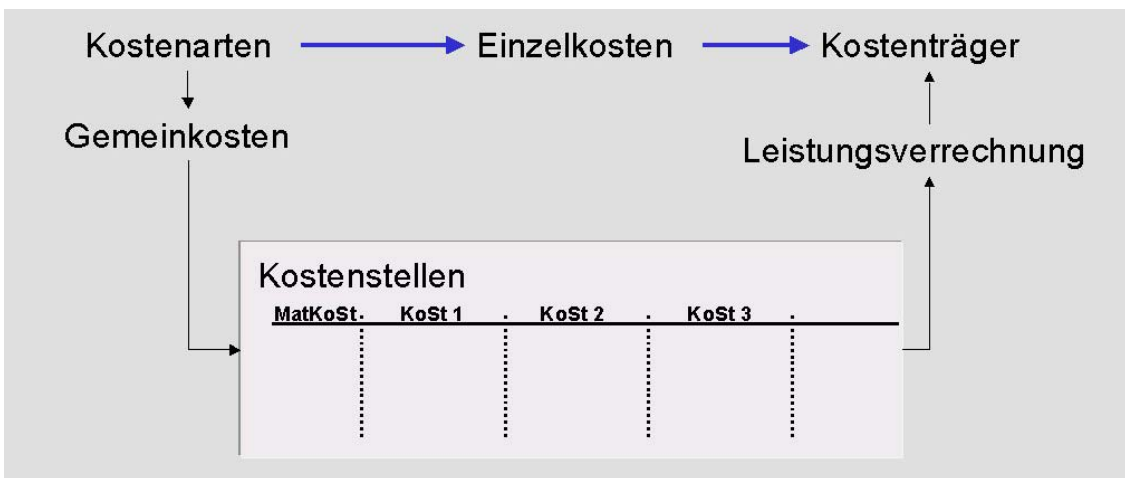


Abbildung 5.1: „klassische“ Kostenrechnung

Die Umsetzung der Inputfaktoren des Prozesses in Outputfaktoren findet hier keine Berücksichtigung. Die Verarbeitung von Materialien zu Zwischenprodukten bzw. Produkten bleibt bei der klassischen Kostenrechnung unberücksichtigt, da die Einzelkosten nicht über die Kostenstellen geführt werden. Verluste lassen sich nur durch gezielte Nebenrechnungen, aber nicht automatisch ermitteln.

Im Rahmen der prozessorientierten Kostenrechnung werden die Fertigungsprozessschritte mit in die Kostenrechnung integriert (siehe Abbildung 5.2). Dazu werden die Massen- und Energieströme, die in die Kostenstelle ein- und ausgehen, aufgenommen. Innerhalb der Kostenstelle wird der verfahrenstechnische Prozess zur Produkterstellung über Verrechnungsvorschriften (Stücklisten, Rezepturen) abgebildet. Über die Zusammenführung der aufgenommenen Stoff- und Energieverbräuche und der Prozessvorschriften liegt ein Mengengerüst vor, welches die Prozessumsetzung von Eingangsmaterialien und -energien in Produkte oder Zwischenerzeugnisse sowie Verluste (Nebenprodukte, Abfall, Abwasser ...) wiedergibt. Die Verknüpfung dieses abgeleiteten Mengengerüsts mit den betriebswirtschaftlichen Kostenfaktoren erlaubt die kostenrechnerische Bewertung der Prozessschritte.

Basierend auf dieser Bewertung lassen sich Aussagen bezüglich der Effizienz der eingesetzten Materialien und Energien sowie die Effektivität der gewählten Prozesstechnologie treffen.

Als ausgestaltete Kostenträgerrechnung kann die prozessorientierte Kostenrechnung Unterstützung bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Produktion eines bestimmten Produktes liefern oder Hinweise auf besondere Problembereiche geben.

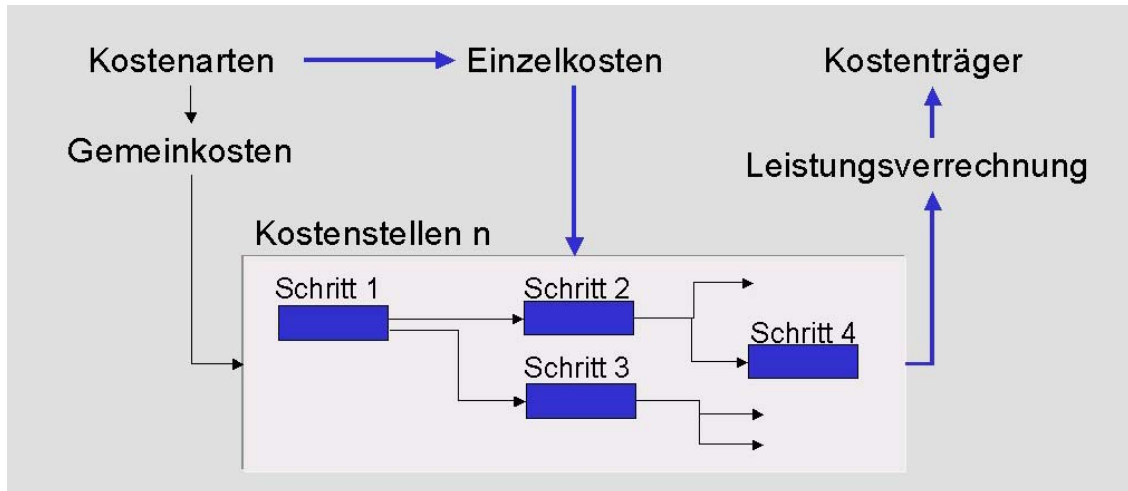


Abbildung 5.2: Prozessorientierte Kostenrechnung und Prozessschrittzuoordnung

5.1 Aufbau der Analysestruktur zur Bewertung von Prozessketten

Zur Einführung der Software zur prozessorientierten Kostenrechnung müssten zahlreiche Daten auftrags- bzw. kostenträgerbezogen erfasst werden. Eine vollständige tabellarische Darstellung des Datenbedarfs liegt der Firma Wieland vor.

Auf Grund der nicht integrierten Datenstruktur bei Wieland wäre eine vollständige Einführung der POK-Software zu aufwendig. Die notwendigen Daten sind zwar weitgehend vorhanden, lassen sich aber nur mit erheblichem Aufwand zusammenführen, um die POK-Schnittstelle zu speisen. Zur Zeit ist es der Firma nicht möglich, die Daten automatisch zusammengefasst zu erzeugen.

Die Situation wird sich wahrscheinlich ändern, wenn die geplante Einführung eines neuen Betriebsführungssystems durchgeführt wird. Dann sollte die Befüllung einer Schnittstellendatei problemlos möglich sein. Einem Einsatz der POK-Software steht dann nichts mehr im Wege.

Die Idee der prozessorientierten Kostenrechnung lässt sich aber sehr wohl in die Entscheidungsprozesse der Firma Wieland integrieren. Die Entwicklung des prozessabhängigen Flächen-Auftrags-Stundensatzes mit seinen prozessbezogenen Kostenanteilen wird dieser Idee im ersten Schritt gerecht. Durch Verwendung dieses Flächen-Auftrags-Stundensatzes erfolgt ein Sichtwechsel im Controlling.

Aktuell arbeitet die Firma Wieland bei der Bewertung der Aufträge mit einem mittleren Vorjahresstundensatz, also einem historischen Wert. Eine mögliche Falschbewertung wird erst am Jahresende deutlich, wenn der neue Stundensatz für das kommende Jahr berechnet wird.

Die Einführung des Flächen-Auftrags-Stundensatzes liefert für jeden Auftragstyp (jede Produktgruppe) den genauen Stundensatz. Damit kann eine genauere Bewertung der einzelnen Produktgruppen vorgenommen werden und Potenziale werden sofort ersichtlich. Diese Potenziale ergeben sich aus der Differenz zwischen dem mittleren Stundensatz und dem prozessabhängigen tatsächlichen Flächen-Auftrags-Stundensatz (siehe auch Kapitel 5.1.1. und 5.1.2)

Damit wird ein erster Schritt unternommen, um eine praktikable Lösung sowie einen Informationsgewinn aus der POK in das Unternehmen zu tragen.

5.1.1 Mittlerer Standardstundensatz

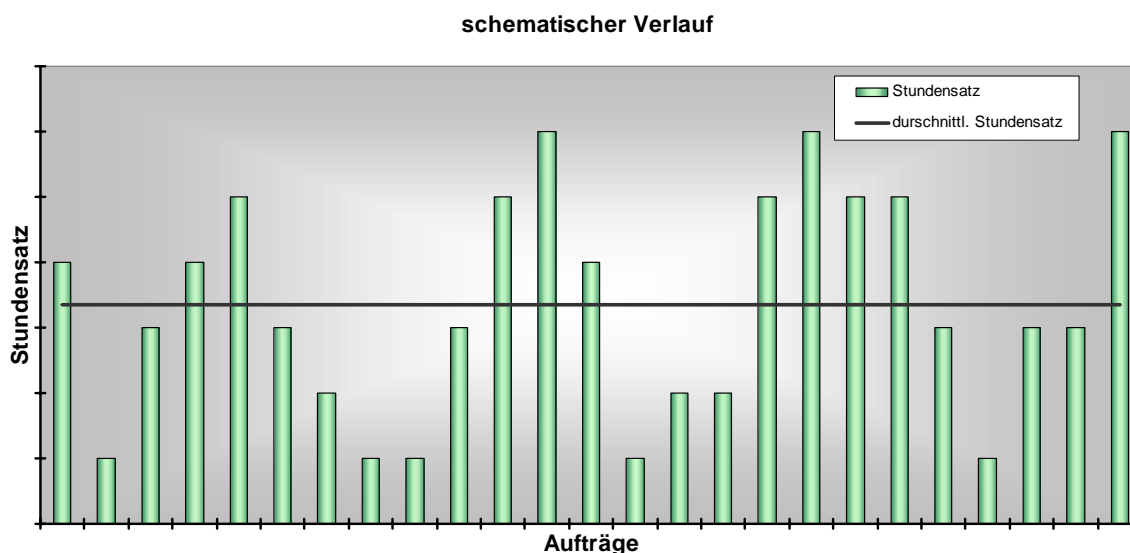


Abbildung 5.3: Realer Stundensatz je Auftrag -- durchschnittlicher Stundensatz

Die Firma Wieland arbeitet zur Zeit mit drei mittleren Standardstundensätzen für die Produktion mit der Anlage. Die Stundensätze werden unterschieden bezüglich der drei Nachbehandlungsschritte (Gelb-, Schwarz- und Transparentchromatierung). Der mittlere Stundensatz ergibt sich auch aus den über das Jahr ermittelten Kosten und entsprechende Zurechnung zu den drei Produktgruppen. Die einzelnen Stundensätze der Aufträge werden nicht kalkuliert.

Im Grunde werden die aktuellen Aufträge mit einem veralteten Wert, dem mittleren Vorjahresstundensatz, bewertet. Abbildung 5.3 zeigt schematisch den Verlauf der Stundensätze je Auftrag und dem sich daraus ergebenden durchschnittlichen Stundensatzes.

Diese relativ grobe Art der Kalkulation funktioniert recht gut, solange sich das Produktspektrum bzw. die eingesetzte Technik nicht verändert. Wenn die Auftragssituation sich praktisch immer wiederholt, ist das Gesamtergebnis für die Abrechnungsperiode identisch, obwohl der Stundensatz praktisch jedes einzelnen Auftrags vom Mittelwert abweicht. Durch die Mittelwertbildung werden nur wenige Aufträge richtig bewertet, nämlich genau die, bei denen sich der Stundensatz genau in Höhe des Mittelwertes ergibt. Aufträge, die tatsächlich mit einem niedrigeren Stundensatz gefertigt werden, werden durch Verwendung des mittleren Stundensatzes überbewertet, Aufträge mit einem real höheren Stundensatz werden entsprechend unterbewertet.

Solange sich der Marktpreis damit halten lässt, kann so vorgegangen werden. Trotzdem ist dieses Vorgehen nicht zu empfehlen. Als Konsequenz der groben *Mittelwertbildung* werden möglicherweise *lukrative Marktchancen verpasst*, da sie nicht ersichtlich sind.

Problematisch wird die Situation jedoch dann, wenn sich das Produktspektrum beispielsweise durch neue Kunden verändert. Bei verändertem Produktspektrum kann die Kalkulation mit einem mittleren Vorjahresstundensatz zu erheblichen Fehlern führen. Abbildung 5.4 veranschaulicht zum Beispiel, dass die Bearbeitung neuer Teile einen erhöhten Aufwand im Vergleich zur Bearbeitung des bisherigen Teilespektrums bedeutet.

Durch die Bearbeitung neuer Teile außerhalb des bisher bekannten Spektrums sind die Kosten für die Fertigung höher als für die bisher bearbeiteten Teile und damit auch die auftragsbezogenen Stundensätze. Der sich daraus ergebende mittlere Stundensatz ist durch die obere (rote) Linie gekennzeichnet. Der durchschnittliche Vorjahresstundensatz ist durch die untere (schwarze) Linie gekennzeichnet. Eine Kalkulation mit dem Vorjahresstundensatz führt im gezeigten Beispiel zu einer erheblichen Unterbewertung der Aufträge und damit zu Mindereinnahmen.

schematischer Verlauf

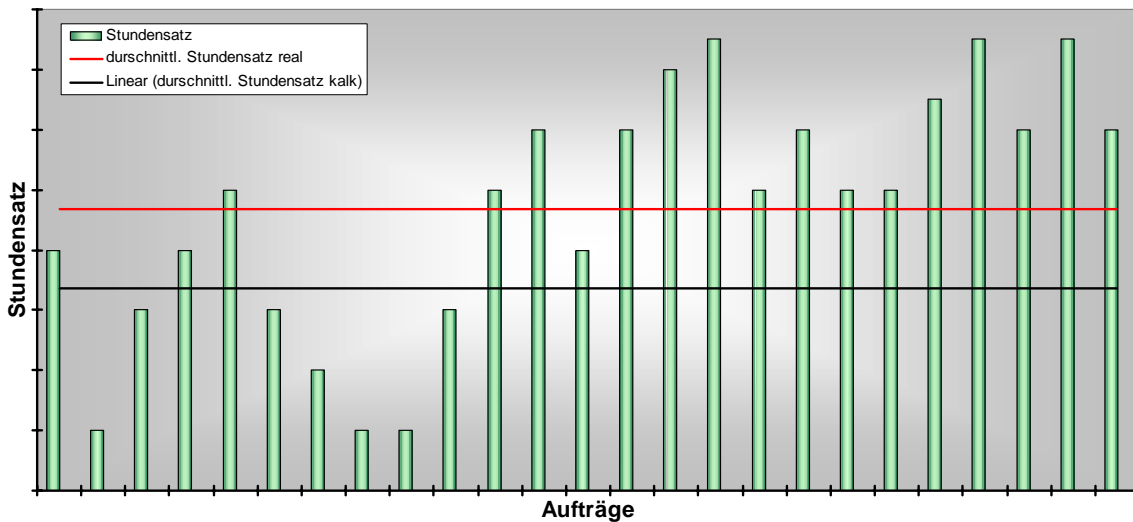


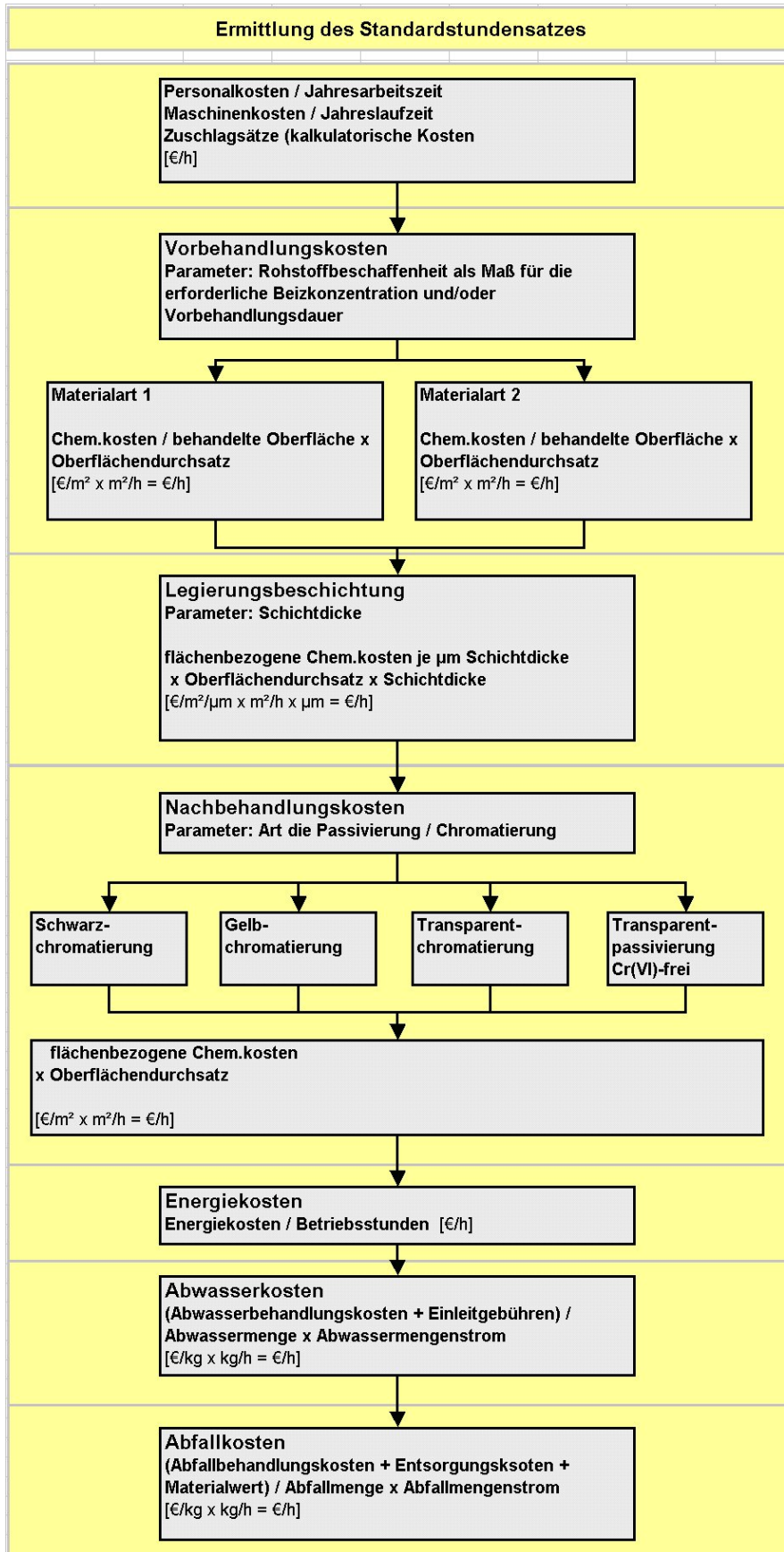
Abbildung 5.4: Entwicklung des Stundensatzes mit veränderter Auftragslage

Sehr viel flexibler und sicherer ist die Kalkulation eines prozessabhängigen Flächen-Auftrags-Stundensatzes.

Der prozessabhängige Flächen-Auftrags-Stundensatz vollzieht den exakten Verlauf des auftragsbezogenen Stundensatzes nach. Damit wird unmittelbar ersichtlich, wenn die Kosten sich verändern. Die Kalkulation des Verkaufspreises kann damit schnell aktualisiert und an den Kunden weitergegeben werden.

Außerdem ermöglicht die Kenntnis der genauen Kosten in Abhängigkeit der Produktgruppe bereits beim Auftragseingang dessen Bewertung. Ist ein Auftrag nicht lukrativ, kann er eventuell zu Gunsten eines Auftrages mit höheren Erlösen abgelehnt werden. Selbst wenn ein Auftrag aus Kundenbindungsgründen nicht abgelehnt werden kann, so ist zumindest bekannt, dass ein solcher Auftrag nicht gewinnbringend ist. Diese Kenntnis kann als Argumentationshilfe für weitere Vertragsverhandlungen mit dem Kunden genutzt werden.

5.1.2 Prozessabhängiger Flächen-Auftragsstundensatz



Die Herstellkosten setzen sich bei Wieland für die Zn/Ni-Galvanisierung zusammen aus den Personalkosten, den Maschinenkosten, den Vorbehandlungskosten, den flächen- und schichtdickenabhängigen Beschichtungskosten den Nachbehandlungskosten sowie den Infrastrukturkosten:

- ⇒ Personal- & Maschinenkosten
- ⇒ Vorbehandlungskosten (Kategorisierung)
 - Materialart 1
 - Materialart 2
- ⇒ Beschichtungskosten (flächenbezogene Chemikalienkosten je μm Schichtdicke)
- ⇒ Nachbehandlungskosten
 - Schwarzchromatierung
 - Gelbchromatierung
 - Transparentchromatierung
 - Transparentpassivierung Cr(IV)-frei
- ⇒ Infrastrukturkosten
 - Energiekosten (anlagenbezogen)
 - Abwasserkosten (anlagenbezogen)
 - Abfallkosten (anlagenbezogen)

Alle diese Kostenarten dienen als Grundlage für die Kalkulation des Standardstundensatzes.

Der reine Personalstundensatz wird auf Grundlage der Fertigungs-, Hilfs- und Zusatzlöhne, der zuzuordnenden Gehälter, der Lohn- und Gehaltsnebenkosten, der gesetzlichen und freiwilligen Sozialkosten sowie der sonstigen Personalkosten bezogen auf die Personalkapazität in h/a ermittelt.

Der Maschinenstundensatz berechnet sich aus den Maschinenkosten bezogen auf die Maschinenkapazität in h/a. Die Maschinenkosten setzen sich aus den Abschreibungen für Abnutzung (AfA), den kalkulatorischen Zinsen, Reparatur- und Instandhaltungskosten, Werkzeugkosten und Raumkosten zusammen. Häufig werden die Energiekosten für den Betrieb der Maschine in den Maschinenstundensatz eingerechnet. Im gezeigten Schema werden die Energiekosten gesondert betrachtet.

Bei den Kosten für Laboruntersuchungen handelt es sich um Fertigungsgemeinkosten, die zusätzlich zu berücksichtigen sind. Um diese im Flächen-Auftrags-Stundensatz zu berücksichtigen, können diese in den oben beschriebenen Maschinenstundensatz als zusätzlicher Summand in der Liste der Kostenarten eingerechnet werden, da die Anzahl der Analysen von den Leistungsstunden (der Maschinenlaufzeit) bestimmt wird.

In Abhängigkeit der Beschaffenheit des zu beschichtenden Rohmaterials empfiehlt sich bei der Firma Wieland die Ermittlung zweier Vorbehandlungskostensätze, die den unterschiedlichen Behandlungsaufwand repräsentieren, und zwar für praktisch rostfreie Stahlteile und zum Teil erheblich mit Rost bedeckte Teile. Eine Unterscheidung nach einzelnen Vorbehandlungsschritten ist möglich, aber nicht notwendig, da nur der Aufwand eines Schrittes der Vorbehandlung (Chemikalienbedarf) in Abhängigkeit des zu beschichtenden Rohmaterials variiert. Basis für die stündlichen Vorbehandlungskosten sind die Kosten für die Chemikalien. Die zeitbezogenen Vorbehandlungskosten ergeben sich aus den spezifischen Chemikalienkosten [€/m^2] sowie dem Flächendurchsatz des zu beschichtenden Rohmaterials [m^2/h].

Die zeitbezogenen Kosten für die Beschichtung ergeben sich aus den spezifischen Chemikalienkosten für Beschichtung [$\text{€/m}^2/\mu\text{m}$], dem Flächendurchsatz des zu beschichtenden Rohmaterials [m^2/h] und der Schichtdicke [μm].

Die flächenbezogenen Nachbehandlungskosten sind für die vier Arten der Nachbehandlung (Schwarz-, Gelb-, Transparentchromatierung und Transparentpassivierung Cr(VI)-frei) zu unterscheiden. Die zeitbezogenen Kosten berechnen sich aus den flächenbezogenen Chemikalienkosten [€/m^2] der jeweiligen Nachbehandlungsart und dem zugehörigen Flächendurchsatz [m^2/h] des zu behandelnden Materials.

Zusätzlich sind noch die Infrastrukturkosten zu berücksichtigen. Der Energiebedarf sowie das Abwasser- und das Abfallaufkommen werden für die Anlage bestimmt.

Die Energiekosten teilen sich auf in die Kosten für elektrische Energie sowie in die Kosten für Dampf. Bezogen auf die Leistungsstunden lassen sich die stündlichen Energiekosten berechnen.

Die stündlichen Abwasserkosten ergeben sich aus den Abwasserbehandlungskosten und den Einleitkosten bezogen auf die Leistungsstunden. Die stündlichen Abfallkosten entsprechend aus den Abfallbehandlungskosten, den Entsorgungskosten sowie dem im Abfall gebundenen Materialwert bezogen auf die Leistungsstunden der Anlage.

Das mit Beispielzahlen gefüllte Kalkulationsschema für den prozessabhängigen Flächen-Auftragsstundensatz wird im Anhang dargestellt. Die Schwankungen im Stundensatz können beträchtlich vom Mittelwert abweichen, je nach Art der Vor- und Nachbehandlung.

Um das Kalkulationsschema mit Daten füllen zu können ist eine Anpassung der Datenstruktur erforderlich. Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6 zeigen die Veränderung der Datenstruktur, durch die das Kalkulationsschema mit Daten versorgt werden kann.

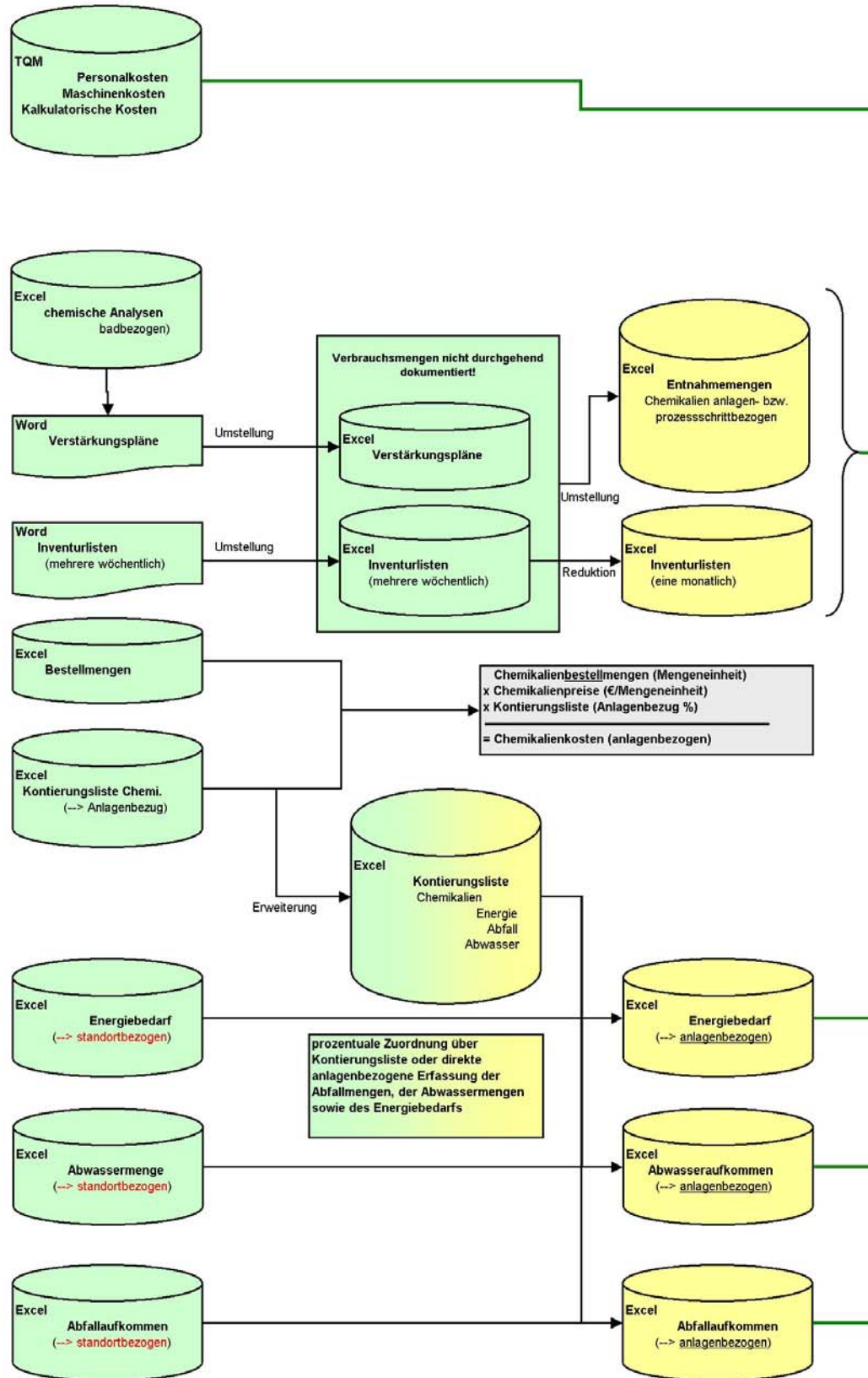


Abbildung 5.5: Anpassung der Datenstruktur: Grundlage für die Stundensatzkalkulation 1

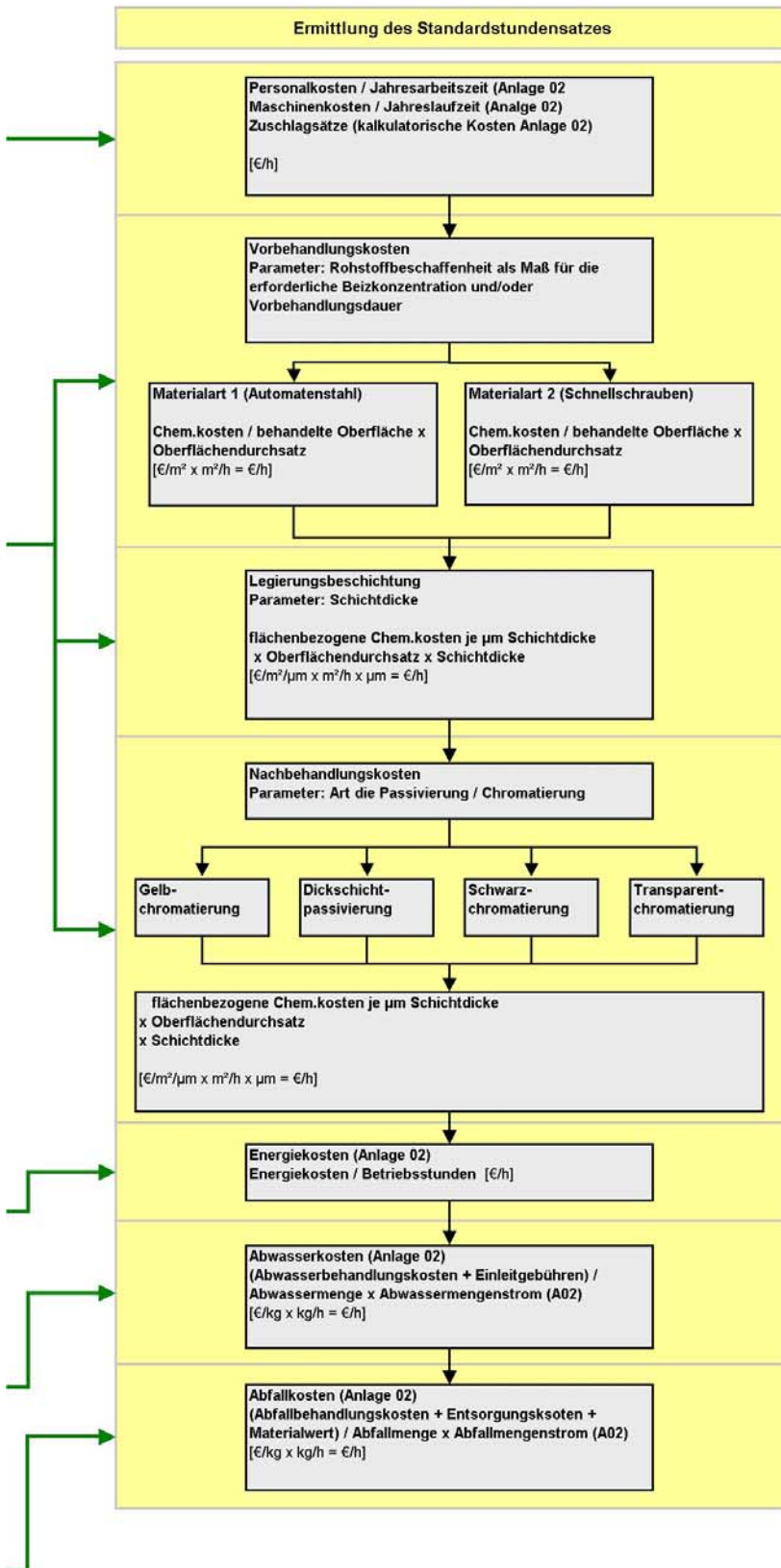


Abbildung 5.6: Anpassung der Datenstruktur: Grundlage für die Stundensatzkalkulation 2

In erster Linie war die Umstellung der in Word geführten Daten (Verstärkungspläne und Inventurlisten) auf das Excel-Format notwendig, um die Daten für weitere Berechnungen zugänglich zu machen. Außerdem ist die Umstellung der standortbezogenen Größen wie Energiebedarf, Abwassermenge und Abfallaufkommen auf anlagenbezogene Größen notwendig, um eine verursachungsgerechte Zuordnung vorzunehmen. In einem ersten Schritt reicht eine Abschätzung, um die entsprechenden Bedarfe zuzuordnen. Eine direkte Erfassung bzw. Zuordnung ist für die Zukunft jedoch vorzuziehen.

Liegen diese Daten in Excel vor, können sie direkt dem Stundensatzkalkulationsschema zugewiesen werden.

Bei der Kalkulation des Stundensatzes wurden die Herstellkosten berücksichtigt. Um letztendlich die Selbstkosten zu berechnen, ist es notwendig, den aus dem Stundensatz und den geleisteten Stunden ermittelten Herstellkosten zusätzlich die Vertriebs- und Verwaltungskosten zuzurechnen.

5.2 Ermittlung von Verlusten an Material und Wertschöpfung durch Qualitätsausschuss

5.2.1 Verschleppung

Die Verschleppung von Chemikalien birgt Einsparpotenzial, wie die Beispiele in Kapitel 4.4.3 zeigen.

Zu realisieren sind diese Einsparungen, indem die Bäder nahe der unteren technischen Konzentrationsgrenze betrieben werden. Eine Zusammenstellung der einzelnen Einsparmöglichkeiten bei den Bädern befindet sich im Anhang (siehe Erfassungsbögen)

Bei vollständigem Betrieb der Bäder an der unteren technischen Grenze ergeben sich die in Tabelle 5.1 dargestellten **jährlichen Einsparpotenziale**.

Tabelle 5.1: Einsparpotenzial durch Reduzierung der Verschleppung

Prozessschritt	Einsparpotenzial	
Vorbehandlung	ca.	Reduzierung der verschleppten Chemikalienmenge um 0-20% durch Betrieb der Prozessbäder nahe des Sollwertes. Damit sind Einsparungen in der Größenordnung von 0-3% der Herstellkosten möglich.
Beschichtung	ca.	
Nachbehandlung	ca.	
	ca.	
	ca.	
	ca.	
	ca.	
	ca.	
	ca.	
Summe (jährlich)	ca.	

Gemäß einer Abschätzung durch die Firma Wieland wird für den gesamten Standort eine relevante Einsparung an Chemikalienkosten erwartet, wenn die Installation automatischer Dosierstationen sowie einer zentralen Versorgung der Dosiereinrichtungen an den einzelnen Stationen vorgenommen wird. Die Umsetzung ist geplant. Die Skizze eines Förderantrages wurde durch die Firma Wieland eingereicht.

Bei Einsatz des neuen Trommeltyps ist eine weitere Reduktion der Verschleppung zu erwarten, da die freie Oberfläche bei diesem Trommeltyp wesentlich größer ist als bei der klassischen Trommel und somit die Badlösung besser abfließen kann. Genau beziffern lässt sich das damit verbundene Einsparpotenzial zur Zeit nicht.

5.2.2 „Kalben“ des Zn/Ni-Bades

Zum einwandfreien Betrieb der galvanischen Zn/Ni-Beschichtung ist der Zusatz von gelösten Chemikalien erforderlich. Da diese Lösungsmenge über der verdunsteten Flüssigkeitsmenge liegt, nimmt die Prozesslösung im Laufe der Zeit zu. Somit muss eine gewisse Menge der Lösung aus dem Prozessbad entnommen und verworfen werden. Diese Lösung wird gesammelt und gesondert entsorgt. Die Entsorgungsmenge und auch die damit verbundenen Kosten sind bekannt.

Die zu entsorgende Lösung enthält alle für den Betrieb der Galvanik erforderlichen Chemikalien gemäß der Rezeptur. Der in der Lösung gebundene Materialwert ist beträchtlich höher, als die reinen Entsorgungskosten.

Der Wert der Lösung kann mittels der Jahreschemikalienkosten für das Zink-Nickelbad bezogen auf das Gesamtvolumen hergestellter Lösung abzüglich der verdunsteten Menge berechnet werden. Damit ergibt sich der Materialwert der mit der „gekalbten“ Lösung entsorgt wird. Der Materialwert ist höher als die Entsorgungskosten.

5.2.3 Qualitätsausschuss

Die Menge an Qualitätsausschuss liegt bei der Firma Wieland relativ niedrig. Bezogen auf die gesamte Ausbringungsmenge ergibt sich eine **Qualitätsausschussquote von 0,8 %**.

Der damit verbundene betriebswirtschaftliche Verlust ist jedoch nicht zu vernachlässigen. Die im Qualitätsausschuss gebundenen Wertschöpfungskosten sind beträchtlich.

Die fehlbeschichtete Rohware lässt sich zurückgewinnen, indem der Qualitätsausschuss ein zweites Mal vorbehandelt, beschichtet und nachbehandelt wird. Während des zweiten Durchlaufs hätte, wenn der Ausschuss nicht aufgetreten wäre Gutware hergestellt und inklusive eines Gewinnzuschlages verkauft werden können. Diese gebundene Anlagenkapazität kann zusätzliche Überstunden und Zuschlagszahlungen verursachen.

Bei gegebenem Standardstundensatz können die Kosten für die Produktion des Ausschusses inklusive der eingesetzten Materialien berechnet werden. Durch den doppelten Fertigungsdurchlauf, entgangene Gewinne und Zusatzkosten belaufen sich die Kosten für den Qualitätsausschuss auf mindestens den **2,5-fachen** Wert der Produktion von fehlerfreier Gutware.

Schwächen bei den Korrosionsschutzeigenschaften können durch eine größere Beschichtungsstärke verbessert werden. Eine Erhöhung der Schichtdicke über das notwendige Maß hinaus hat aber auch kapazitätsmindernde Wirkung. Die Ausschussmenge ließe sich zwar verringern, aber gleichzeitig würde die Anlagenkapazität reduziert. Es ist somit abzuwägen, ob Sicherheitszuschläge (im Rahmen der Kundenspezifikation) erhöht werden oder eine gewisse Menge an Ausschuss als akzeptabel anzusehen ist.

Eine vollständige Vermeidung von Ausschuss durch Erhöhung der Beschichtungsstärke ist nicht abzusehen, da neben nicht ausreichender Korrosionsschutzeigenschaft auch beispielsweise die Oberflächenbeschaffenheit oder -färbung ein Ausschusskriterium darstellen können.

Eine etwas höhere Ausschussquote wäre auch noch tolerabel, da durch etwas geringere Schichtdicke der Anlagendurchsatz merklich erhöht werden kann.

5.2.4 „Überbeschichtung“ zur Sicherung des Korrosionsschutzes

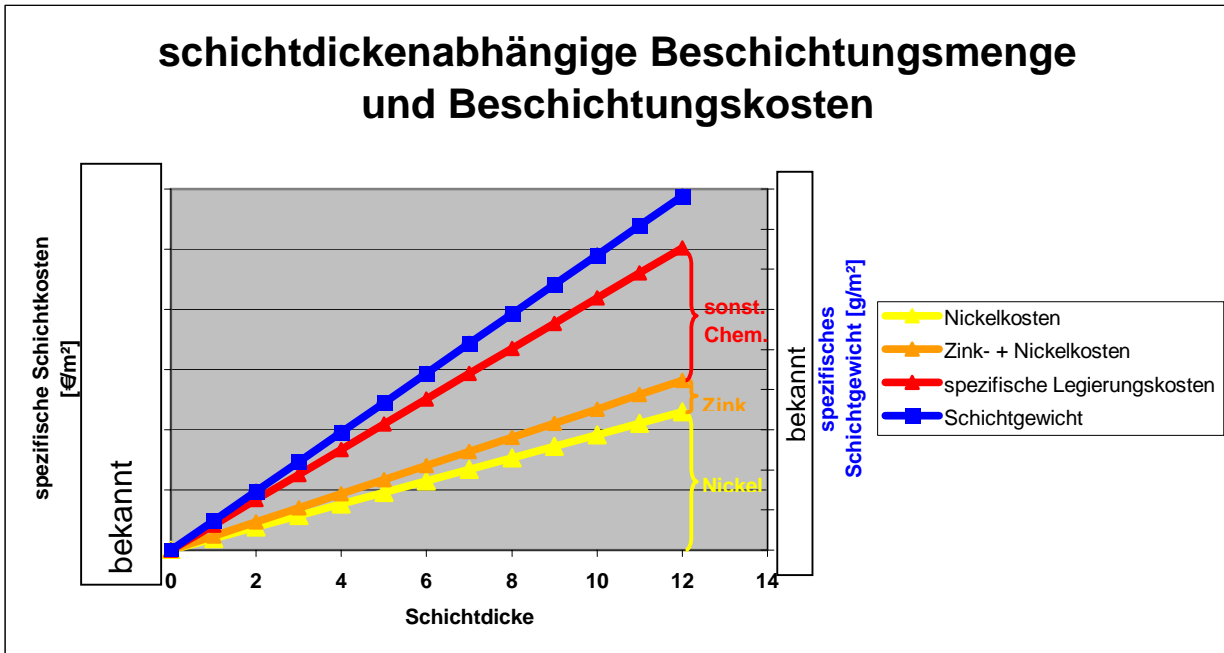


Abbildung 5.7: Schichtdickenabhängige Beschichtungsmenge und -kosten

Die **Materialkosten jedes μm** , der über das notwendige Maß hinaus aufgetragen wird, lassen sich berechnen. Bei bekannter Jahresbeschichtungsfläche können auch die abgedehnte Metallmenge sowie die damit verknüpften Materialkosten ermittelt werden.

Bei bekannter Abscheiderate lässt sich auch der Kapazitätsbedarf (Fertigungszeit) für 1 μm Schichtdicke ermitteln und basierend darauf, unter Berücksichtigung des Stundensatzes, auch die Wertschöpfung.

Wie beim Qualitätsausschuss ist hier wegen der kapazitätsmindernden Wirkung der Überbeschichtung mit einem Faktor von mindestens 2,5 auf die Material- und Wertschöpfungskosten zu rechnen.

Obige Bewertung zeigt, dass unnötige Überbeschichtung unbedingt vermieden werden sollte.

5.3 Ermittlung und Bewertung von Potenzialen innerhalb der Prozessketten

Jede Maßnahme, die nicht nur zu einer Verlustreduzierung, sondern insbesondere zu einer Erhöhung der Ausbringung bei nur geringfügiger Erhöhung der variablen Kosten führt, ist äußerst lohnend.

Drei Maßnahmen sind hier besonders hervorzuheben (siehe auch Tabelle 5.2: Kostensenkungspotenziale durch Kapazitätserhöhung der Anlage):

- ⇒ Erhöhung des Durchsatzes durch Erhöhung der Stromausbeute kann zu einer Absenkung der flächenbezogenen Kosten führen.
- ⇒ Erhöhung des Durchsatzes durch Einsatz des neuartigen Trommeltyps kann ebenfalls zu einer Absenkung der flächenbezogenen Kosten führen.
- ⇒ Erhöhung des Durchsatzes durch Reduzierung der Schichtdicke (wenn möglich).

Die vorgeschlagenen Maßnahmen lassen sich natürlich auch kombinieren, um einen möglichst großen positiven Effekt zu erzielen.

5.3.1 Maßnahmen

Zur Nutzung der oben aufgezählten Potenziale sind die folgenden Maßnahmen umzusetzen.

Eine gezielte Schichtdickenreduzierung ist ohne Investitionen zu erzielen. Diese Maßnahme ist somit am schnellsten zu realisieren. Dazu bedarf es lediglich einer exakten Überwachung der Prozessführung.

Der Ersatz der klassischen Trommeln durch den neuartigen Bautyp könnte problemlos erfolgen. Auch die klassischen Trommeln besitzen eine begrenzte Lebenszeit und müssen regelmäßig ausgetauscht werden. Zu diesem Zeitpunkt könnte ein Ersatz durch den neuen Trommeltyp erfolgen, der allerdings etwa doppelt so teuer ist wie die klassische Bauform. Auf Grund der damit zu erzielenden Kapazitätserhöhung würden die Kosten aber mehr als ausgeglichen. Da mit der neuen Trommelform noch keine ausreichend langen Standzeiten realisiert werden können, ist die Umstellung noch nicht erfolgt.

Die Erhöhung der Stromdichte ist gemäß Angaben des Chemikalienlieferanten durch Erniedrigung der Carbonatgehaltes im Zn/Ni-Bad auf unter 60 g/l möglich. Dies ist durch Ausfrieren von Carbonat in einem externen gekühlten Behälter zu erreichen, wie in Abbildung 5.8 beispielhaft dargestellt.

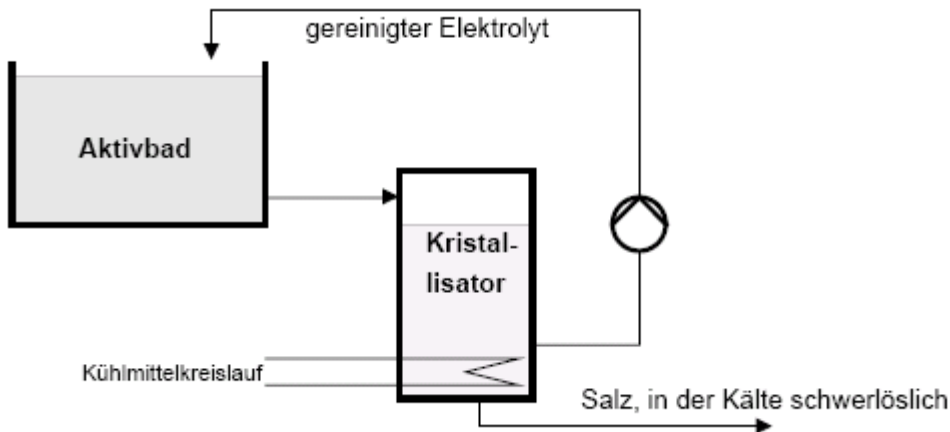


Abbildung 5.8: Kristallisator zur Ausfrierung von Carbonat

In der Literatur^{1,2} ist der Einsatz dieses Verfahrens sowohl im kontinuierlichen als auch im diskontinuierlichen Betrieb beschrieben. In vielen Fällen wird der Vorgang des Ausfrierens in Stillstandszeiten der Anlage im Winter verlegt. Dann kann die natürliche Auskühlung des Bades auf Grund niedriger Außentemperatur genutzt werden.

Im „Handbuch Abfall 1 – Untersuchung von Galvanisieranlagen – Branchengutachten“³ existiert eine Abschätzung der Investitionskosten für die Installation eines Kristallisators zur Standzeitverlängerung von Wirkbädern, allerdings ohne Angabe der Dimensionierung. Die mit dem Preisindex für chemische Reaktoren (Preissteigerung seit 1997 ca. 3,6 %) hochgerechneten Investitionskosten belaufen sich damit auf ca. 16.000,- bis 21.000,- €. Die genauen Kosten müssen im Einzelfall anwendungsbezogen ermittelt werden.

¹ Draft Reference Document on best available techniques „Surface Treatment of metals and plastic materials using electrolytic or chemical process (volume of treatment vats > 30 m³; May 2002; Comité Européen des Traitements de Surfaces (CETS)

² Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics: August 2003; European EPPC Bureau

³ Handbuch Abfall 1 – Untersuchung von Galvanisieranlagen – Branchengutachten; Herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1997

5.3.2 Kostensenkungspotenziale

Tabelle 5.2: Kostensenkungspotenziale durch Kapazitätserhöhung der Anlage⁴

		Materialart 1 (Schwarz- chromatierung)	erhöhte Stromausbeute	erhöhte Stromausbeute	erhöhter Durchsatz durch neue Trommelform	Schichtdicken- reduzierung
		Ist				
Personalkosten	€/h					
Maschinenkosten	€/h					
Vorbehandlung	€/h					
Beschichtung	€/h					
Schichtdicke	µm					
spez. Leg.kosten (8µm)	€/(m ² ×µm)					
Nachbehandlung						
Schwarzchromatierung	€/h					
weitere Chemikalienkosten	€/h					
Energiekosten (elektrisch)	€/h					
Energiekosten (Dampf)	€/h					
Abwasserkosten	€/h					
Abfallkosten	€/h					
Stundensatz	€/h					
Flächendurchsatz	m ² /h					
Kosten pro m ²	€/m ²					
Durchsatz (Beispiel)	Stück/h					
Kosten pro Stück	€/Stück					
Durchsatz (Beispiel)	kg/h					
Kosten pro kg	€/kg					
spezifische Kostensenkung	%					

Wenn durch eine der drei oben genannten Maßnahmen oder durch Kombination der oben genannten Maßnahmen den Anlagen-durchsatz um 10 % erhöht werden kann, so führt dies zu einer Absenkung der Herstellkosten um 7 % bis 8 %.

Tabelle 5.2 zeigt die Entwicklung der Teilbeträge, die zusammen den Standardstundensatz ergeben. Die Spalte Materialart 1 (Schwarzchromatierung) zeigt den Standardstundensatz und die Komponenten, aus denen er berechnet wird, unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Anlagenbetriebsweise und den daraus resultierenden Kosten.

Die Spalte „erhöhte Stromausbeute“ zeigt die Veränderung der **Kosten, wenn die Stromausbeute um 10 % gesteigert** werden kann. Da sich die abgeschiedene Menge und damit auch die beschichtete Fläche direkt proportional zur eingebrachten Ladung verhalten, erhöht sich in diesem Fall auch die Beschichtungskapazität um 10 %. Bei steigendem Durchsatz erhöhen sich natürlich auch die Kosten für die Vorbehandlung und die Nachbehandlung durch erhöhten Chemikalienbedarf. Auch die Dampf-, Abwasser und Abfallkosten steigen mit der Erhöhung der Ausbringung. Unverändert bleiben die Personal- und Maschinenkosten. Ebenso unverändert bleiben die Kosten für elektrische Energie, da die Stromausbeute steigt. Das bedeutet, dass der gleiche Energieeintrag in das Bad erfolgt, wobei

⁴ Die Farben gelb und orange kennzeichnen die Erhöhung der zeitbezogenen Werte durch Umsetzung der Maßnahmen. Hell und dunkelgrün kennzeichnen die Absenkung. Grau hinterlegte Werte bleiben im Vergleich zum gegenwärtigen Wert unverändert.

die Verluste reduziert werden. Insgesamt führt die Kapazitätssteigerung zu einer geringfügigen Erhöhung des Stundensatzes (Mehrbedarf an Chemikalien). Die **spezifischen Kosten** für die Fertigung **senken** aber gleichzeitig.

Die Spalte „erhöhter Durchsatz durch **neue Trommelform**“ zeigt den Effekt durch Einsatz einer neuen Trommelform (siehe auch Kapitel 4.4.2). Die neue Trommelform erlaubt eine höhere Befüllung bei gleichzeitig besserer Stromaufnahme. Insgesamt ist eine deutliche **Kapazitäts-erhöhung** zu erwarten. Die damit zu realisierenden Einsparungen berechnen sich analog zur Kapazitätserhöhung durch Steigerung der Stromausbeute.

Die Spalte „**Schichtdickenreduzierung**“ zeigt die mögliche Einsparung durch **Vermeidung unnötiger Überbeschichtung**. Höhere Beschichtung steigert den Korrosionsschutz, wird aber vom Kunden nicht bezahlt. Gleichzeitig bindet die Überbeschichtung Anlagenkapazität, die für Gutwarenproduktion nicht zur Verfügung steht. Eine **Senkung** der Schichtdicke um **10 %** führt zu einer Steigerung des Flächendurchsatzes entsprechend der Reduzierung der Beschichtungsdicke. Entsprechend steigen die stündlichen Vor- und Nachbehandlungskosten proportional zur Durchsatzsteigerung um 10 %. Unverändert bleiben in diesem Fall die stündlichen Personal- und Maschinenkosten, sowie die Beschichtungskosten (Beschichtungskemikalienmenge), die Kosten für elektrische Energie und die Abfallkosten. Insgesamt führt dies zu einer geringfügigen Erhöhung des Standardstundensatzes. Durch Erhöhung der Anlagenkapazität **senken** aber auch hier die **spezifischen Kosten**.

5.4 Analyse der Auswirkungen auf die Prozesssteuerung, -technik und -organisation

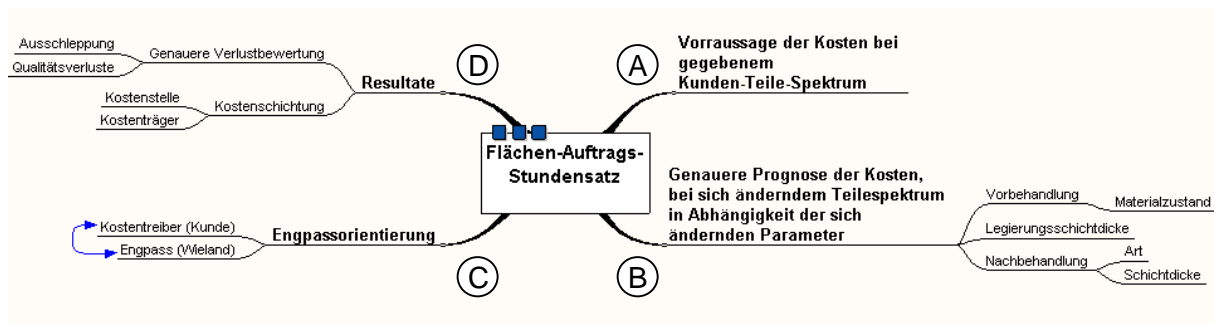


Abbildung 5.9: Vorteile prozessabhängiger Flächen-Auftragsstundensatzes

Abbildung 5.9 zeigt zusammengefasst den Nutzen bzw. die Vorteile, die der prozessabhängige Flächen-Auftragsstundensatz bietet. Da mit dem realen aktuellen Stundensatz und nicht mit dem Vorjahreswert gerechnet wird, ist eine präzise Voraussage der Kosten in Abhängigkeit vom Teilespektrum möglich.

Ändert sich das Teilespektrum (Qualität des zu beschichtenden Materials, Legierungsschichtdicke, Nachbehandlungsanforderungen ...) so ist auf der Basis des prozessabhängigen Flächen-Auftragsstundensatzes eine genaue Prognose bezüglich der Fertigungskosten möglich, da hier für jeden Produktionsschritt Anpassungen möglich sind.

Bei detaillierterer Betrachtung der einzelnen Prozessschritte (Zeitbedarf für die einzelnen Behandlungsschritte) lassen sich die Engpässe in der Anlage ermitteln, die zu bewirtschaften sind.

Als Ergebnis dieser Betrachtungsweise ergibt sich die Möglichkeit, einerseits die Verluste (Ausschleppung aus den Bädern und Qualitätsverluste) zu bewerten. Andererseits erlaubt die damit erzeugte Kostenschichtung innerhalb der Kostenstelle, aber auch bezogen auf den Kostenträger, einfache Analysen der Detailkosten. Die Transparenz der Kostenstruktur wird maßgeblich verbessert.

5.5 Integration in die Entscheidungsprozesse

Die Notwendigkeit des Einsatzes des prozessabhängiger Flächen-Auftragsstundensatzes, um zeitnah flexibel auf Veränderungen z.B. des Produktspektrums reagieren zu können, wurde in den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.2 verdeutlicht. Die Nutzung des prozessabhängigen Flächen-Auftragsstundensatzes erlaubt die genauere Kalkulation und Prognose der Entwicklung der Herstellkosten bei sich änderndem Teilespektrum.

Des weiteren gelingt die Integration in die Entscheidungsprozesse nur über die Verdichtung der mittels Stoffstromanalyse und prozessorientierter Kostenrechnung gewonnenen Ergebnisse zu einem unternehmensspezifischen Kennzahlensystem, das Frühwarnindikatoren enthalten sollte.

Als Grundlage für Entscheidungen im Unternehmen zählen nicht einzelne Detaildaten, sondern Ergebnisse, die einen Gesamtzusammenhang darstellen. Die detaillierten Informationen aus der Stoffstromanalyse und der prozessorientierten Kostenrechnung müssen so verdichtet werden, dass ein Controlling des Unternehmens idealerweise auf der Basis von ca. 5 Indikatoren möglich ist. Ein Blick auf diese wenigen Indikatoren muss genügen, um zu erkennen, ob Schwachstellen vorliegen oder nicht.

Wird eine Schwachstelle identifiziert, kann in die nächst tiefere Ebene, die als Grundlage für die Ermittlung der Spitzenkennzahl diente, eingestiegen werden, um die Schwachstelle genauer zu lokalisieren. Ausgehend von der hochverdichteten Information kann somit durch Verfolgung in Richtung immer detaillierterer Kennzahlen die Schwachstelle identifiziert werden.

Maßnahmen zur Behebung dieser Schwachstellen sind gesondert abzuleiten.

6 Prozesskennzahlen

Kennzahlen stellen hochverdichtete Maßgrößen dar, die als absolute oder relative Werte über quantitativ erfassbare Sachverhalte Auskunft geben, die das gesamte Unternehmen oder auch Teilbereiche betreffen können. Ziel ist es, komplizierte betriebliche Informationen möglichst einfach und nachvollziehbar über einen kleinen Satz von Kennzahlen abzubilden. Kennzahlen sollen bei der Überwachung und Steuerung der Betriebsprozesse im Hinblick auf das Erreichen der Unternehmensziele helfen.

Die Einführung oder Veränderung eines Controllingystems hat in aller Regel auch Konsequenzen für die Organisationsstruktur eines Unternehmens. Es ist wenig sinnvoll, einer bestehenden Organisation ein Controllingssystem „überzustülpen“. Die Veränderung des Controlling sollte vielmehr parallel zur Analyse und Optimierung der betrieblichen Abläufe erfolgen.

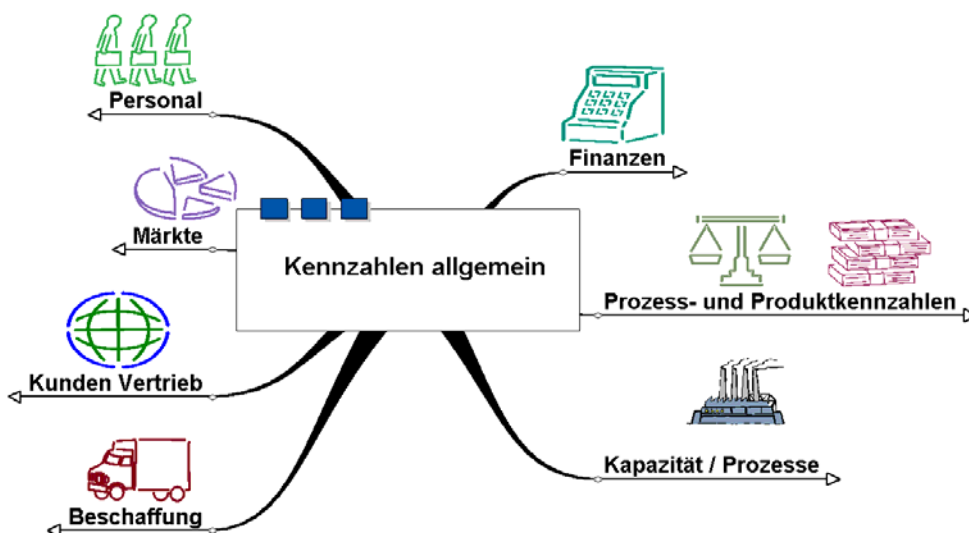


Abbildung 6.1: Kennzahlen

Kennzahlen lassen sich für die unterschiedlichen Bereiche und Anforderungen eines Unternehmens definieren (Abbildung 6.1). Typische Kennzahlen aus dem Bereich der Finanzen sind z. B. die Rentabilität gemessen als Verhältnis aus dem Reingewinn und dem Umsatz oder auch als Verhältnis aus dem Reingewinn und dem eingesetzten Kapital. Weitere Kenngrößen für den wirtschaftlichen Gesamterfolg stellen die Rendite I als Verhältnis des Jahresüberschusses zum Gesamtkapital bzw. die Rendite II als Verhältnis aus Jahresüberschuss und dem Eigenkapital dar.

Beispielkennzahlen aus den Bereichen Finanzen, Beschaffung, Kunden, Vertrieb, Märkte und Personal sind in Tabelle 6.1 aufgezählt.

Tabelle 6.1: Beispiele für Kennzahlen

Bereich	Kennzahl	Definition	Bewertung
Finanzen	Rentabilität	A) Reingewinn / Umsatz B) Reingewinn / eingesetztes Kapital	Faktor für den wirtschaftlichen Gesamterfolg
	Rendite I	Jahresüberschuss / Gesamtkapital	Faktor für den wirtschaftlichen Gesamterfolg
	Rendite II	Jahresüberschuss / Eigenkapital	Faktor für den wirtschaftlichen Gesamterfolg
Beschaffung	Reklamationsquote (gesamt und lieferantenbezogen)	Falschlieferungen / Gesamtlieferungen	Lieferantenqualität
	Durchschnittliche Lieferzeiten	Durchschnittliche Zeit von Bestellung bis Lieferung	Lieferantenqualität
Kunden, Vertrieb	Angebotserfolgsquote	Erhaltene Aufträge / abgegebene Angebote	Attraktivität der Angebote, Konkurrenzsituation
	Preisindex Produkte	Neuer Preis / alter Preis	Preisentwicklung, Branchentrend
	Mengenindex Produkt	Menge aktuelles Jahr / Menge Vorjahr	Veränderungen in der Nachfrage bezüglich einzelner Produkte, Produktportfolio
Märkte	Marktanteil	Marktanteil / Marktvolumen	Marktposition
	Entwicklung des Marktvolumens	Marktvolumen(t) / Marktvolumen(t-1)	Marktattraktivität
	Auftragseingang	Auftragseingang / Umsatz	Konjunktur
Personal	Durchschnittlicher Krankenstand, Fehlzeiten	Versäumte Arbeitstage / Soll-Arbeitstage	Arbeitsbedingungen und -sicherheit, Betriebsklima
	Überstundenquote	Summe Überstunden / Normalarbeitsstunden	Aussage über den Auslastungsgrad, Belastung der MA

Der Schwerpunkt dieses Projektes liegt im Controlling der Produktionsprozesse im Hinblick auf die Ermittlung von Einsparpotenzialen. Dazu sollen die für diesen Bereich relevanten Kennzahlen herangezogen werden.

Der Produktionsbereich eines Unternehmens ist durch eine Vielzahl vernetzter Einzelaktivitäten gekennzeichnet. Die Anforderungen an die Kennzahlen bestehen in der komprimierten Darstellung dieser komplexen Zusammenhänge.

Einen Standardsatz von Kennzahlen, der für jedes Unternehmen einzusetzen ist, gibt es nicht. Jedes Unternehmen muss sich sein individuelles Indikatorentableau selbst zusammenstellen, welches die notwendigen Kennzahlen zur Steuerung des Unternehmens bzw. eines Unternehmensbereiches enthält.

Die alleinige Betrachtung von Kennzahlen lässt jedoch kaum Schlüsse zu. Erst der betriebsinterne Vergleich mit den Kennzahlen vergangener Perioden bzw. mit Planwerten oder auch empirischen Größen, wie z.B. Branchendurchschnittswerten, liefert verlässliche Aussagen über die Entwicklung eines Unternehmens, im Vergleich zur Vergangenheit oder auch im Verhältnis zu Wettbewerbern.

Abbildung 6.2 zeigt wesentliche Prozess- und Produktkennzahlen, die für die Steuerung eines Betriebes bzw. eines Betriebsbereiches sinnvoll eingesetzt werden können.

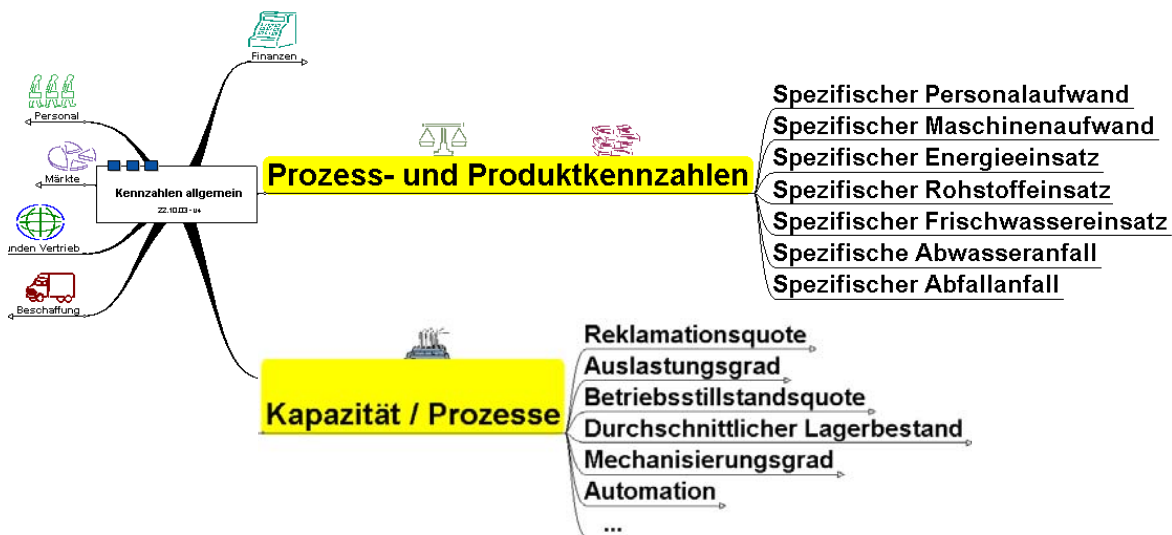


Abbildung 6.2: prozessbezogene Kennzahlen

Die Definition dieser Kennzahlen wird in Tabelle 6.2 zusammengefasst:

Tabelle 6.2: Beispiele für Prozess-, Produkt- und Kapazitäts-Kennzahlen

Bereich	Kennzahl	Definition	Bewertung
Prozess- und Produktkennz.	Spezifischer Personalaufwand	z.B. Personalkosten / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifischer Maschinenaufwand	z.B. Maschinenkosten / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifischer Energieeinsatz	z.B. Energiekosten / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifischer Rohstoffeinsatz / Materialeinsatz	z.B. Menge Rohstoffkomponente / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifischer Frischwassereinsatz	z.B. Frischwassermenge / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifische Abwasseranfall	z.B. Abwassermenge / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
	Spezifischer Abfallanfall	z.B. Abfallmenge / Fertigwarenmenge oder Beschichtungsfläche	Siehe Kennzahl
Kapazität, Prozesse	Reklamationsquote	Anzahl Reklamationen / Anzahl Aufträge	Kundenzufriedenheit
	Auslastungsgrad	Tatsächlicher Output/max. mögl. Output	Güte der Produktionsorganisation, Auftragsituation, Nutzung
	Betriebsstillstandsquote	Anlagenstillstandzeiten/maximale Laufzeit	Ursachen: Wartungsstand, Überalterung der Anlagen, Personalsituation, Liefermängel ...
	Durchschnittlicher Lagerbestand	(Anfangsbestand + Endbestand) / 2	Lagerkosten, Just-in-time-Lieferung
	Mechanisierungsgrad	Anlagekosten/Personalkosten der Fertigung	Siehe Kennzahl
	Automation	Anlagekosten / Gesamtkosten Fertigung	Siehe Kennzahl

6.1 Ermittlung der notwendigen Indikatoren für operative Prozesse

6.1.1 Technische Kennzahlen

Aus dem technischen Bereich sind flächenbezogene Kennzahlen sinnvoll, die eine Quantität auf die hergestellte Fläche beziehen.

spezifischer Chemikalienverbrauch
$$N^{Ch.} = \frac{\dot{m}_{Ch(P)} + \dot{m}_{Ch(AW)}}{\sum \dot{F}}$$
 Gleichung 6-1

spezifischer Chemikalienverlust
$$N^{Ch.v.} = \frac{\sum \dot{m}_{Ch.Verlust}}{\sum \dot{F}}$$
 Gleichung 6-2

spezifischer Wasserbedarf
$$N^{W.} = \frac{\dot{V}_{AW} + \dot{V}_{VD}}{\sum \dot{F}}$$
 Gleichung 6-3

spezifisches Abwasservolumen
$$N^{AW.} = \frac{\dot{V}_{AW}}{\sum \dot{F}}$$
 Gleichung 6-4

spezifischer Energieverbrauch
$$N^{E.} = \frac{\dot{E}}{\sum \dot{F}}$$
 Gleichung 6-5

mit: N : spezifische Kennzahl,

\dot{E} : Energiestrom

\dot{m} : Massenstrom,

\dot{V} : Volumenstrom und

$\sum \dot{F}$: Flächendurchsatz

und als Indices: Ch : Chemikalien,

$Ch.v.$: Chemikalienverlust,

$Ch(P)$: Chemikalienverbrauch Produktion,

$Ch(AW)$: Chemikalienverbrauch Abwasserbehandlung/-aufbereitung,

AW : Abwasser,

VD : Verdunstung,

W : Wasser,

E : Energie

Eine Umrechnung der Kennzahlen auf andere Bezugsgrößen wie Stück bzw. kg Fertigware ist bei Bedarf möglich, wenn die Oberfläche eines Fertigteils bzw. eines kg Fertigware bekannt sind.

6.1.2 Betriebswirtschaftliche Kennzahlen

Als Prozessrelevante betriebswirtschaftliche Kennzahlen sind im wesentlichen der spezifische Personalaufwand und der spezifische Maschinenaufwand von Interesse. Diese beiden Kenngrößen lassen sich aus den Personal- und Maschinenkosten sowie dem Flächendurchsatz berechnen.

Spezifischer Personalaufwand [€/m²]	$spPA = \frac{PK/a}{\sum \dot{F}}$	Gleichung 6-6
---	------------------------------------	----------------------

Spezifischer Maschinenaufwand [€/m²]	$spMA = \frac{MK/a}{\sum \dot{F}}$	Gleichung 6-7
--	------------------------------------	----------------------

6.1.3 Übergreifende Kennzahlen

Übergreifende bzw. kombinierte Kennzahlen verknüpfen die technischen mit den betriebswirtschaftlichen Größen. Diese können analog zu den technischen Kennzahlen definiert werden, mit dem Unterschied, dass nicht die Quantitäten, sondern die monetären Werte im Zähler der Kennzahl eingesetzt und auf den Durchsatz bezogen werden.

So wird beispielsweise der spezifische Materialaufwand aus dem Materialwert in € und der beschichteten Fläche in m² ermittelt. Die anderen Kennzahlen werden analog berechnet.

6.2 Aufbau einer Indikatorenhierarchie

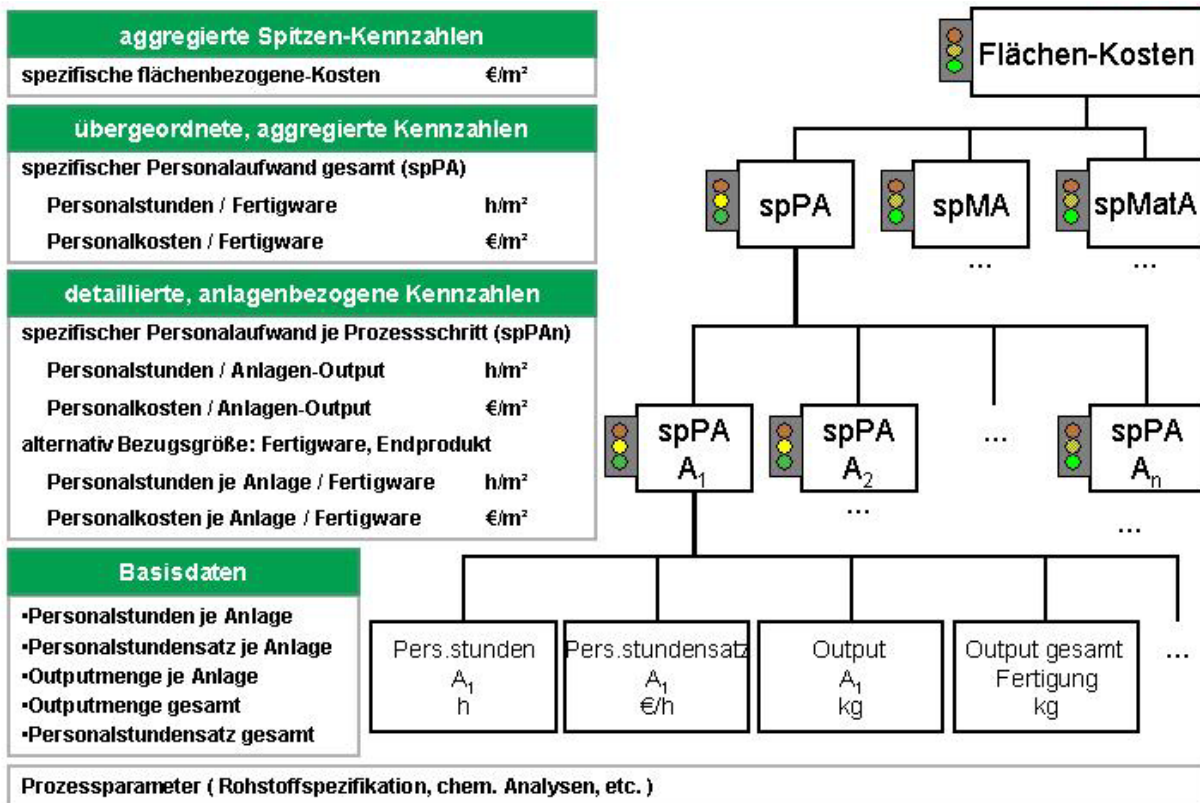


Abbildung 6.3: Indikatorenhierarchie (schematisch)

Im allgemeinen sollte ein Kennzahlensystem hierarchisch aufgebaut sein. Ausgehend von den Basisdaten werden die Informationen bis hin zur Spitzenkennzahl bzw. zum Spitzenkennzahlensatz (ca. 5 Kennzahlen) immer mehr zusammengefasst. Dabei können die Kennzahlen der höheren Ebenen einerseits rechnerisch aus den darunter liegenden Ebenen bestimmt werden, aber auch durch qualitative Zusammenhänge hergeleitet werden.

Wenn zwischen den Kennzahlen der verschiedenen Ebenen arithmetische Beziehungen bestehen, ist die Analyse der Werte ausgehend von der Spitzenkennzahl hinunter zu den Kenngrößen tieferer Ebenen auf Grund der eindeutigen Beziehungen erleichtert. Bei Verwendung qualitativer Zusammenhänge müssen diese für die Interpretation der Ergebnisse grundsätzlich einbezogen werden. Bei Verwendung mathematischer Beziehungen sind die Zusammenhänge direkt in das Kennzahlensystem integriert und nachvollziehbar.

Über eine **Ampelfunktion** können Abweichungen, die über einen vorher definierten Schwellwert hinaus gehen, automatisch hervorgehoben werden. Damit wird der Handlungsbedarf sofort an der Stelle angezeigt, an der ein Eingriff erforderlich ist.

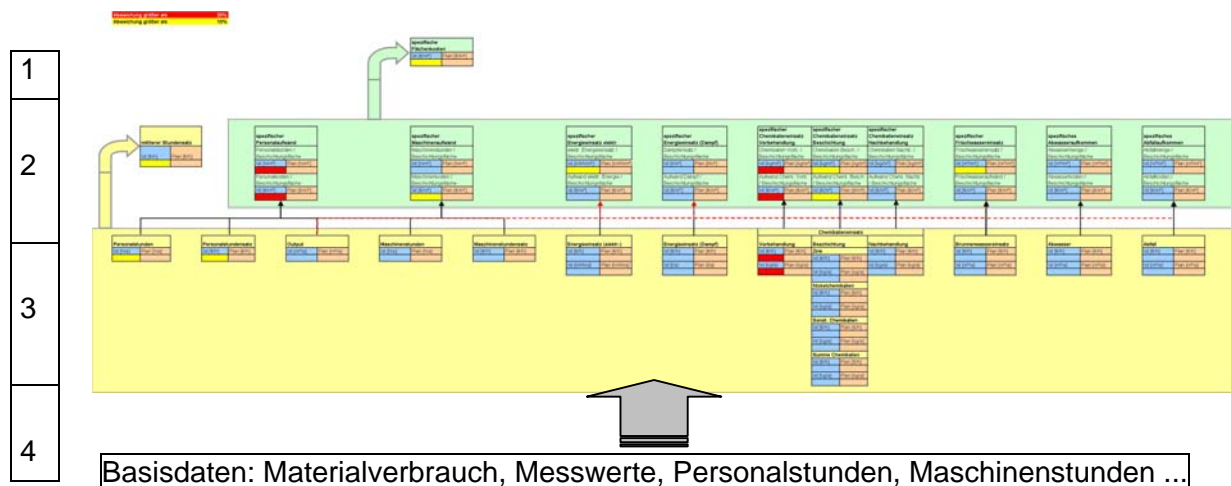


Abbildung 6.4: Kennzahlenhierarchie (siehe größere Darstellung Kapitel 7.2.2)

Als Spitzenkennzahl (1. Ebene) wurden die spezifischen Flächenkosten ausgewählt. Diese Kennzahl beschreibt die aggregierten Kosten (Personal-, Maschinen- und Materialkosten inklusive Vor- und Nachbehandlung) für die Beschichtung einer Fläche von 1 m².

Die spezifischen Flächenkosten lassen sich aus den Kennzahlen der darunter liegenden 2. Ebene berechnen, und zwar aus den spezifischen Aufwänden für die einzelnen Bearbeitungsschritte (Chemikalieneinsatz für Vorbehandlung, Beschichtung und Nachbehandlung, Brunnenwassereinsatz, Energieeinsatz Strom und Dampf, Abfall und Abwasser) sowie dem Personal- und dem Maschinenstundensatz, bezogen auf den Flächendurchsatz.

In dieser 2. Ebene befinden sich neben den flächenbezogenen Aufwänden [€/m²] auch die auf die Flächen bezogenen Mengeneinsätze [h/m², kg/m², kWh/m² und m³/m²]. Auch der mittlere Standardstundensatz befindet sich in der 2. Ebene, da er sich aus den Basisdaten berechnet.

Die 3. Ebene enthält im wesentlichen spezifische (zeitbezogenen) Grunddaten, aus denen Kennzahlen der darüber liegenden Ebenen berechnet werden. Diese stellen bereits Kennzahlen dar, da sie sich aus den Basisdaten der 4. Ebene (Messwerte, erfasste Mengen, erfasste Zeiten etc.) berechnen lassen.

Über eine Ampelfunktion lassen sich Kennzahlen hervorheben, die von einem Vergleichswert abweichen. In Abbildung 6.4⁵ sind die aktuellen Ist-Werte den Planzahlen gegenübergestellt. Weicht der aktuelle Ist-Wert mit mehr als ±20 % vom Planwert ab, so wird die Kennzahl des Ist-

⁵ Die Zahlenwerte wurden ausgeblendet, da Sie Firmen-Know-How bzw. wettbewerbsrelevante Informationen beinhalten. Die farbige Kennzeichnung veranschaulicht aber noch die Ampelfunktion, die Abweichungen hervorhebt.

Wertes mit weißer Schrift auf rotem Grund dargestellt. Liegt die Abweichung über $\pm 10\%$ erfolgt die Darstellung der Ist-Kennzahl mit schwarzer Schrift auf gelbem Grund.

Die Grenzwerte, ab denen die farbliche Hervorhebung der Kennzahlen erfolgen soll, können im Tabellenblatt „Kennzahlen“ zentral auf beliebige Werte angepasst werden.

Die farblich hervorgehobenen Kennzahlen dienen als Indikatoren für die Stellen, an denen eine genauere Analyse vorzunehmen ist. Weicht eine Kennzahl zu stark nach oben ab, ist nach Optimierungspotenzial in diesem Bereich zu suchen. Weicht eine Kennzahl nach unten ab, bedeutet das für die eingesetzten Kennzahlen, dass der Aufwand im Vergleich zum Plan deutlich reduziert ist. Auch hier lohnt sich eine tiefere Analyse, da die Maßnahmen bzw. Vorgehensweisen, die zur Einsparung führten, evtl. auf andere Unternehmensbereiche übertragbar sind.

Im aktuellen Beispiel ist das Kennzahlenschema bezogen auf die gesamte Jahresproduktion angewendet. Das Ergebnis liefert somit eine durchschnittliche Aussage für das untersuchte Jahr gemittelt über alle Produkte der untersuchten Anlage.

Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, das Kennzahlenschema für einzelne Produkte, Produktgruppen oder auch Aufträge einzusetzen. In diesen Fällen müssen dann die produkt-, produktgruppen- bzw. auftragsbezogenen Basisdaten erfasst und eingepflegt werden. Die Kennzahlenauswertung liefert dann frühzeitig spezifische Warnmeldungen, wenn Abweichungen auftreten, und nicht erst zum Monats- oder Jahresende „versteckt“ in gemittelten Ergebnissen.

Das dargestellte Kennzahlenschema bezieht sich ausschließlich auf die untersuchte Anlage. In ähnlicher Weise kann ein solches Kennzahlenschema auch für die übrigen Anlagen aufgebaut und neben das in Abbildung 6.4 gezeigte Schema gestellt werden.

Über diese Teilsysteme kann eine neue Spitzenkennzahl gebildet werden, die eine durchschnittliche Bewertung über alle Anlagen der Firma Wieland vornimmt.

7 Anhang

7.1 Stoff- und Energiestromanalyse

7.1.1 Li_Erfassungsbögen_Wieland.pdf

7.2 Prozessorientierte Kostenrechnung POK

7.2.1 Li_Stundensatzkalkulationsbeispiel_Wieland_Stundensatz.pdf

7.2.2 Li_Stundensatzkalkulationsbeispiel_Wieland_Kennzahl.pdf