

Forschungsvorhaben 01 VQ 9506
des Bundesministers für Bildung,
Wissenschaft, Forschung und Technologie

Aufbereitung von Schleifschlämmen und
Wiedernutzbarmachung ihrer Bestandteile

Teilvorhaben 2

Konzeption eines Datenbank- und Simulationssystems zur
anforderungsgerechten Anlagenprojektierung

- Abschlußbericht -

Prof. Dr.-Ing. Christoph Maier

Dr.-Ing. Ingo Pfersdorf

Dipl.-Ing. Michael Debuschewitz

Laufzeit des Forschungsvorhabens:

Okt. 1995 - Juni 1997

Projektteam am ifp:

Prof. Dr.-Ing. Christoph Maier

Dr.-Ing. Ingo Pfersdorf

Dipl.-Ing. Michael Debuschewitz

Dipl.-Ing. Gerhard Nowak

Dipl.-Ing. Ulrich Willnecker

Petra Roßrucker

Eva Rehbein

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	5
1.1. AUSGANGSSITUATION UND PROBLEMSTELLUNG	5
1.2. EINORDNUNG DES TEILVORHABENS INNERHALB DES VERBUNDPROJEKTES - ZIELSETZUNG.....	6
1.3. VORGEHENSWEISE IM TEILVORHABEN	6
2. ANFORDERUNGEN.....	8
2.1 FORDERUNGEN AN DAS DATENBANK- UND SIMULATIONSSYSTEM	8
2.1.1 Eingangsdaten	8
2.1.2 Aufbau der Hard und Software.....	8
2.1.3 Erfahrungen und Qualifikation der Benutzer	9
2.2 WEITERE ANFORDERUNGEN	9
3. ANLAGENPROJEKTIERUNG	10
3.1 SYSTEMATISCHES PROJEKTIEREN UND KONSTRUIEREN.....	10
3.1.1 Definitionen	10
3.1.2 Ziele	12
3.2 TEILSCHRITTE DER PROJEKTIERUNG.....	12
3.2.1 Festlegung logischer Wirkzusammenhänge.....	12
3.2.2 Festlegung physikalischer Wirkzusammenhänge.....	14
3.3 FAZIT	15
4. WISSENSMANAGEMENTSYSTEME / STAND DER TECHNIK	16
4.1. ENTWICKLUNG VON DATENVERARBEITUNGSSYSTEMEN	16
4.2 INFORMATIONSSYSTEME.....	17
4.2.1. Prinzipieller Aufbau eines Informationssystems.....	18
4.2.2. Ziele eines Informationssystems	19
4.2.3. Von der Datei zur Datenbank	19
4.2.4. Datenbankmanagementsystem (DBMS)	20
4.2.5. Datenbankmodelle	21
4.3. EXPERTENSYSTEME	23
4.3.1 Merkmale eines Expertensystems	23
4.3.2 Ziele eines Expertensystems.....	23
4.3.3 Arten des Wissens	24
4.3.4 Vergleich von konventionellen Programmen und Expertensystemen	24
4.3.5. Aufbau eines Expertensystems	26
4.3.6. Wissensrepräsentation.....	28
4.3.7. Entwicklungsschritte beim Aufbau und Einsatz eines Expertensystems.....	29
4.3.8. Kriterien für den Einsatz von Expertensystemen	30
4.4. WISSENSBASIERTE PLANUNG	30
4.5. DATENBANKENTWURF.....	31

4.6 FAZIT	32
5. ANALYSE PROZEBBEZOGENER DATEN.....	34
5.1. FESTLEGUNG SINNVOLLER VERFAHRENSKETTEN	34
5.2. TEILPROZESSE INNERHALB DER VERFAHRENSKETTEN.....	35
5.2.1. <i>Prozeßrelevante Parameter</i>	36
5.2.2. <i>Beeinflussung und Abhängigkeiten</i>	37
5.3. DATENBANKORIENTIERTE KLASSIFIZIERUNG DER DATEN	38
5.4 FAZIT	39
6. DATENBANK- UND SIMULATIONSSYSTEM.....	40
6.1. ERMITTLUNG DER GEEIGNETEN DATENBANKPLATTFORM	40
6.1.1. <i>Überblick Datenbanktypen</i>	40
6.1.2. <i>Bewertung und Auswahl</i>	41
6.1.3. <i>Beschaffungs- und Betriebskosten</i>	42
6.2. KONZEPTION DES DATENBANK- UND SIMULATIONSSYSTEMS	43
6.2.1. <i>Modulares Grobkonzept</i>	43
6.2.2. <i>Feinkonzept</i>	45
6.2.2.1. <i>Modulare Grundstruktur</i>	46
6.2.2.2. <i>Eingabemodul</i>	47
6.2.2.3. <i>Auswahl- und Simulationsmodul</i>	48
6.2.2.4. <i>Ausgabemodul</i>	48
6.3. SIMULATIONSVARIANTEN.....	49
6.3.1 <i>Einordnung des Simulationsbegriffs und Bewertung im Hinblick auf das Datenbank- und Simulationssystem</i>	49
6.3.2. <i>Simulation mit Vorgabe der Schleifschlammzusammensetzung</i>	50
6.3.3. <i>Simulation mit Verfahrenseingabe</i>	52
6.4. PROTOTYPENHAFTE UMSETZUNG DES KONZEPTS.....	53
6.4.1. <i>Datenstruktur / Zugriffsfunktionen</i>	53
6.4.2. <i>Benutzerschnittstelle</i>	54
6.4.2.1 <i>Datenbankmodul</i>	56
6.4.2.2 <i>Simulationsmodul</i>	67
7. ZUSAMMENFASSUNG	71
7.1. ERGEBNISSE DES TEILVORHABENS „DATENBANK- UND SIMULATIONSSYSTEM“	71
7.2. NUTZEN FÜR DAS VERBUNDVORHABEN.....	73
7.2.1. <i>Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms</i>	73
7.2.2. <i>Wissenschaftlicher und technischer Erfolg</i>	73
7.2.3. <i>Nebenergebnisse und weitere Erfahrungen</i>	73
7.2.4. <i>Verwertung der Ergebnisse</i>	74
8. AUSBLICK.....	75
8.1. WISSENSCHAFTLICHE UND WIRTSCHAFTLICHE ANSCHLUßFÄHIGKEIT FÜR EINE MÖGLICHE NÄCHSTE PHASE	75
8.2. WIRTSCHAFTLICHE ERFOLGSAUSSICHTEN NACH PROJEKTENDE.....	75
9. LITERATUR.....	77

1. Einleitung

1.1. Ausgangssituation und Problemstellung

Als Abfallprodukt des Schleifens metallischer Bauteile entsteht in Verbindung mit den für die Bearbeitung notwendigen Kühlschmierstoffen sog. "Schleifschlamm". Wesentliche Bestandteile solcher Schlämme sind Metalle, keramische Stoffe, Öle, Öl-Wasser-Gemenge und/oder Öl-Petroleum-Gemische (Feststoffanteil zwischen 60% und 80%). Darüber hinaus enthalten die meisten Schleifschlämme giftige Additive (Schwefel-/Phosphor-Verbindungen).

Einer Studie des Arbeitskreises für Industrieforschung, AFI, Bonn ist zu entnehmen, daß sich die in Deutschland zu entsorgende Menge Schleifschlämme auf etwa 250000 Tonnen je Jahr beläuft.

Nach dem heutigen Stand der Technik können Schleifschlämme entweder auf Sondermülldeponien endgelagert oder in Sondermüllverbrennungsanlagen thermisch behandelt werden (*IMAC 1995*).

Eine Deponierung der Schleifschlämme ist in großem Maße umweltgefährdend. Dabei können beispielsweise

- flüssige Bestandteile der Schlämme die Reinheit des Grundwassers erheblich beeinträchtigen und
- leichtflüchtige, schädlich Bestandteile aus dem Schlämmen entweichen und die Luft belasten.

Außerdem ist eine weitere Minderung der bereits jetzt schon geringen Deponiekapazitäten mit den verhältnismäßig großen Mengen Schleifschlämmen aus umwelttechnischer und wirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar.

Eine thermische Behandlung der metallischen Schleifschlämme kann heute nur in Sondermüll-Verbrennungsanlagen durchgeführt werden. Dabei werden die tropfnassen Schleifschlämme dem Verbrennungsprozeß zugeführt. Bei dieser thermischen Behandlung wird das Öl/Petroleumgemisch verbrannt und es entstehen CO/CO₂-haltige Gase sowie Dämpfe und teerartige Verbrennungsrückstände. Die metallischen Bestandteile des Schleifschlamm-gemisches oxidieren größtenteils zu Metalloxiden, die keramischen Bestandteile (z.B. Aluminium- oder Siliciumoxid) bleiben in ihrer oxidischen Form weitgehend erhalten. Zum Zwecke der Minderung der Dioxinbelastung muß der thermischen Behandlung ein zusätzlicher Verbrennungsvorgang mit Temperaturen größer als 1000°C bis 1200°C nachgeschaltet werden (zusätzlicher Energieaufwand).

Bei der thermischen Behandlung von Schleifschlämmen werden nur ihre ölhaltigen Bestandteile in Energie umgewandelt, während die übrigen Bestandteile entweder als Schlacke deponiert werden müssen oder als Zuschlagstoffe in der Bauindustrie Verwendung finden. Eine

hinreichende Deponiekapazität ist jedoch auch für diese stofflichen Bestandteile nicht verfügbar.

Sowohl die Deponierung als auch die thermische Behandlung mit anschließender Deponierung der Schlacke ist weder aus umwelttechnischer noch aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Deshalb wurden in dem Verbundvorhaben Verfahren zur Aufbereitung von Schleifschlämmen und Wiedernutzbarmachung ihrer Bestandteile entwickelt und sollen in einem weiteren Schritt in einer Pilotanlage realisiert werden.

1.2. Einordnung des Teilvorhabens innerhalb des Verbundprojektes - Zielsetzung

Dieses Teilvorhaben wurde vom Institut für Produktionstechnik, ifp, innerhalb des Verbundprojektes „Aufbereitung von Schleifschlämmen und Wiedernutzbarmachung ihrer Bestandteile“ in Zusammenarbeit mit dem Betriebsforschungsinstitut, BFI, und dem Lehrstuhl Informatik im Maschinenbau, IMA, bearbeitet.

Ziel des Verbundprojektes ist die Untersuchung der Möglichkeiten zur Aufbereitung der Schleifschlämme und der damit verbundenen Nutzbarmachung ihrer Bestandteile. Ein geeignetes Anlagenkonzept beinhaltet die Entwicklung verschiedener geeigneter Teilverfahren, die in Kombination wieder- und weiterverwendbare Produkte erzeugen.

Die beteiligten Projektpartner verfolgen hierbei folgende Ziele:

- BFI: Koordination und Schmelzaufbereitung
- IMA: Konzepte für Produktionsanlagen
- ifp: Datenbank- und Simulationssystem

Vor diesem Hintergrund wurde in diesem Teilvorhaben die Zielsetzung verfolgt, ein Datenbank- und Simulationssystem für eine anforderungsgerechte Anlagenprojektierung zu konzipieren und im zweiten Schritt prototypenhaft zu realisieren.

1.3. Vorgehensweise im Teilvorhaben

Bei der Konzeption des Datenbank- und Simulationssystems zur anforderungsgerechten Projektierung von Anlagen zur Schleifschlammaufbereitung und Wiedernutzbarmachung ihrer Bestandteile wird in folgenden Schritten vorgegangen.

Zunächst erfolgt die Klärung der Anforderungen, in Bezug auf die Eingangsdaten, den Aufbau der Hard- und Software und den Erfahrungen und Qualifikationen der Benutzer (Kap. 2).

Eine methodische Analyse zum Thema Anlagenprojektierung bildet eine praxisorientierte Grundlage für die Konzipierung des Datenbank- und Simulationssystems (Kap. 3).

Der nächste Schritt ist die eingehende Betrachtung existierender Konzepte zu Wissensmanagementsystemen. Die verschiedenen Grundrichtungen und deren Vor- und Nachteile werden dargestellt und der Bezug zu dem zu konzipierenden Datenbank- und Simulationssystem hergestellt. Hierbei wird insbesondere auf Informationssysteme und Expertensysteme eingegangen, und Verfahren zur wissensbasierten Planung werden dargestellt (Kap. 4).

Im Kapitel 5 erfolgt die Analyse der prozeßbezogenen Daten zur Festlegung sinnvoller Verfahrensketten. Diese Analyse gibt Aufschluß über verwendete Teilprozesse, prozeßrelevante Parameter und deren Beeinflussung und Abhängigkeit. Außerdem werden in diesem Teilschritt die zu Verfügung stehenden Daten bereits datenbankorientiert klassifiziert, und in eine EDV-verwertbare Form gebracht.

Im Kapitel 6 schließlich erfolgt die Konzipierung des Datenbank- und Simulationssystems. Nach der Ermittlung einer geeigneten Datenbankplattform werden die relevanten Daten und die erarbeiteten Erkenntnisse zunächst in einem Grob- und schließlich in einem Feinkonzept zu einem Datenbanksystem geführt. Nach der Festlegung geeigneter Simulationsvarianten wird dieses Feinkonzept prototypenhaft in Form einer Datenbankanwendung umgesetzt.

Zusammenfassend seien hier noch einmal die Hauptschritte im Teilprojekt „Datenbank- und Simulationssystem“ dargestellt:

- Klärung der Anforderungen
- Anlagenprojektierung
- Wissensmanagementsysteme - Stand der Technik
- Analyse prozeßbezogener Daten
- Konzipierung des Datenbank- und Simulationssystems
- Prototypenhafte Umsetzung des Konzepts