

Anwendung der Fehlerbaumanalyse zur Optimierung von verfahrenstechnischen Anlagen

Hartmann, D.

Die Optimierung und Weiterentwicklung von Maschinen und Anlagen stellt einen überwiegenden Teil der konstruktiven Überlegungen bei der Projektierung verfahrenstechnischer Anlagen dar. Dabei werden Grundlagen und Konzepte verwendet, die teilweise schon mehrere Jahrzehnte alt sind, die dann auf neue, veränderte Aufgabenstellungen angewendet werden. Die Anwendung der vorhandenen, gewachsenen Erfahrungen auf die jeweilige Aufgabenstellung ist ein besonderes Problem. Im folgenden Artikel wird eine Methodik vorgestellt, die zur Erfassung und Darstellung von konstruktiven Überlegungen dient. Sie wurde im Rahmen einer Optimierung von vorhandenen Anlagen entwickelt und erfolgreich angewendet.

1 Einleitung

Ziel dieser Arbeit war eine Erhöhung von Verfügbarkeit und Lebensdauer einer Anlage zur Rauchgasreinigung unter Berücksichtigung der firmenspezifischen Gegebenheiten. Beim Funktionsprinzip der Anlage handelt es sich um ein in anderen Bereichen seit langem bekanntes Verfahren, dessen Anwendung auf die Rauchgaswäsche ausgedehnt wurde. Hier wird es ebenfalls schon seit mehreren Jahren angewendet. Da es durch erhöhte Anforderungen und Betriebsbedingungen bei einigen Anlagen zu Ausfällen kam, die die Betreiber nicht akzeptieren, sollte die Anlagen konstruktiv überarbeitet werden.

Dazu sollte durch eine systematische Analyse der

verfahrens- und maschinentechnischen Parameter, der Ausfallursachen und der Erfahrungen über vorhandene Anlagen eine Basis für die gezielte Optimierung der Anlage gelegt werden. Diese Informationen wurden übersichtlich dargestellt, um die weiteren Arbeitsschritte der Optimierung transparent und nachvollziehbar zu gestalten. Auf Grundlage dieser Informationen wurden dann detailliert Verbesserungen vorgeschlagen. Als Ergebnis entstand neben optimierten Konstruktionen auch eine Systematik zur Erfassung der Informationen über diese Anlage. Verkürzt heißt dies:

- es sollten Ursachen und Einflußgrößen für an diesen Anlagen auftretende Störungen festgestellt und übersichtlich dargestellt werden,
- es wurden Vorschläge für konstruktive Änderungen erarbeitet,
- der Übergang von Problemen zur Lösung sollte transparent dargestellt werden.

Die Betrachtung bezog sich dabei auf "prinzipiell funktionierende" Anlagen. Es fand keine Verfah-

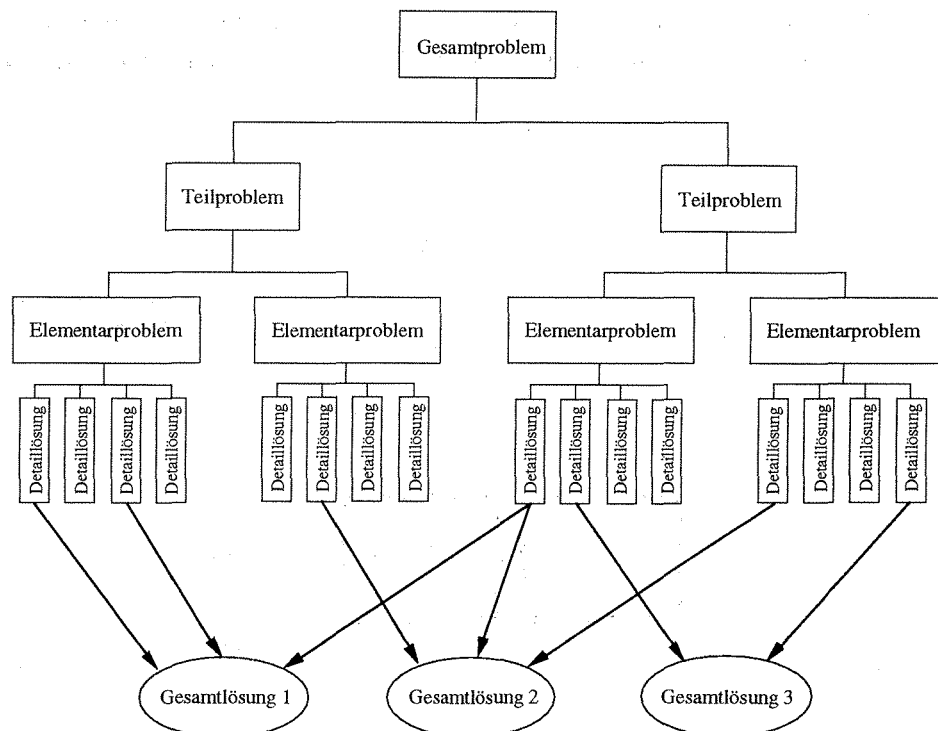


Bild 2.1 Problembaum als Hilfsmittel zur Lösungsfindung

rensentwicklung statt. Die Untersuchungen konnten durch Inaugenscheinnahme vor Ort und durch Befragen des Betriebspersonals unterstützt werden.

2 Vorgehensweise und verwendete Methode

Wesentlicher Arbeitsschritt vor der Entwicklung von Lösungskonzepten und deren Gestaltung war eine umfassende Analyse der vorhandenen Anlagen hinsichtlich Einsatzbedingungen und Ursache-Folge-Zusammenhängen bei Betriebsstörungen. Gerade im Bereich der verfahrenstechnischen Anlagen existieren eine Reihe von Methoden zur systematischen Betrachtung, die im wesentlichen zur Lösung von sicherheitstechnischen Fragestellungen genutzt werden /1, 2, 3/. Neuerdings erfolgt eine weitere Verwendung dieser Methoden unter Qualitätsgesichtspunkten /4/. Den verschiedenen Methoden gemein ist die hierarchische Dekomposition von komplexen Problem in Elementarprobleme, für die dann Detaillösungen gesucht werden können. Durch die Kombination der Detaillösungen ergeben sich dann die Gesamtlösungen. Dieses der Systemtechnik /5/ angelehnte Vorgehen zeigt **Bild 2.1**.

2.1 Analyse und Problembeschreibung

Die Analyse ging zunächst von einer Betrachtung des verfahrenstechnischen Hintergrundes der

Rauchgaswäsche im allgemeinen und der dabei auftretenden Prozesse aus. Aufbauend auf diesem Grundlagenwissen wurde das Wissen und die Überlegungen, die in den vorhandenen Anlagen Eingang gefunden hatten, extrahiert. Dazu wurden die Unterlagen des Herstellers untersucht und in verschiedenen Gesprächen die konstruktiven Überlegungen erfaßt.

Wesentlicher Schwerpunkt der weiteren Analyse war die Betrachtung von konkreten Problemen: Erkennen der verschiedenen Ursachen, die zum Ausfall der Anlage führen. Dazu wurden Anlagen ausgewählt, deren zu betrachtende Komponenten typische Probleme aufwiesen. Zur Erfassung der Einsatzbedingungen, der Fehler und Störgrößen wurde ein Fragebogen erarbeitet, der mit den Betreibern zusammen ausgefüllt wurde. Ergänzt wurde diese Fragebogenaktion durch Gespräche mit den Betreibern und Besichtigungen der Anlagen. Dabei konnten auch Besonderheiten wie Zusammensetzung der Absorbentien, sowie Handhabungs- und Wartungsprobleme ermittelt werden. Die Ergebnisse der Problemanalyse werden in einem Problembaum dargestellt, wie ihn **Bild 2.2** schematisch zeigt. Eine solche Grafik dient zur Problemdarstellung, -analyse und Lösungsvorbereitung. Das Vorgehen ist dem der Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalyse /1,2/ vergleichbar. Das Gesamtproblem, der Ausfall der Anlage, soll in

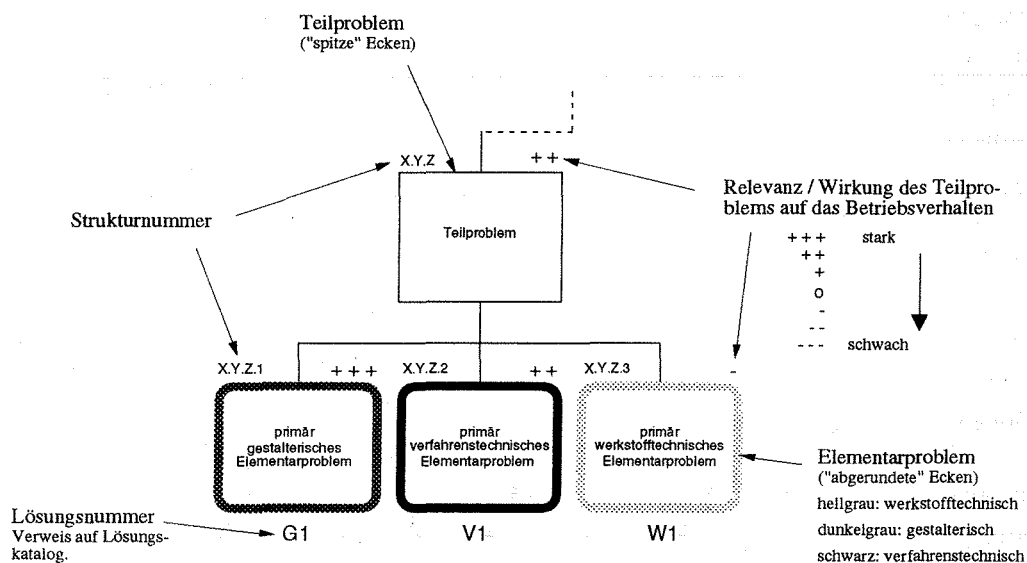


Bild 2.2 Beschreibung als Problembaum

Strukturnummer Verweis auf Problembaum.	1.2.1.2.1	Bildung ausreichend großer Inkrustierungsmassen	Relevanz: +++	Relevanz / Wirkung des Problems auf das Betriebsverhalten
laufende Nummer im Problemkatalog	56			Benennung des Problems
Beschreibung des Problems Bei Teilproblemen und Elementarproblemen.	Beschreibung: Die Menge der zur Inkrustierungsbildung erforderlichen Reaktanden ist prinzipiell unbegrenzt. Darum ist die gebildete Inkrustierungsmenge beispielsweise durch entsprechende Beschränkung des Reaktionsortes (bzw. dessen Volumen oder der Reaktionsflächen) zu begrenzen.			
Betroffene Anlagen Anlagenarten oder Standorte, die von diesem Problem betroffen sind.	Betroffene Anlagen: Vor allem jene Anlagen, in denen das Zusatzwasser aus vorgeschalteten Wäschereystemen stammt.			
Betroffene Scheiben Typen von Zerstäuberscheiben und Flüssigkeitsverteiler, die von diesem Problem betroffen sind.	Betroffene Scheiben: Alle. Alle Flüssigkeitsverteiler.			
	Detailierung	Teilproblem	Detaillösung	Detailierung: Verweis auf Detaillösung bei Elementarproblemen (wie hier!). Verweis auf untergeordnete Teilprobleme (sonst).
			G18	

Bild 2.3: Formular für Problembeschreibung

eine Anzahl Teilprobleme aufgegliedert werden, welche ihrerseits ebenfalls in Teilprobleme aufgeteilt werden können. Dies geschieht so oft, bis ein weiteres Unterteilen unmöglich wird bzw. nicht mehr sinnvoll erscheint. Der Aufbau erfolgt dabei von recht abstrakten Teilproblemen auf einer hohen Ebene bis hinunter zu konkreteren weiter unten. Auf allen Abstraktionsebenen soll jedes Teilproblem beschrieben und hinsichtlich seiner Relevanz bewertet werden. Zur Problembeschreibung werden zwei Darstellungsformen verwendet: Eine graphische orientiert, die die Problemstruktur als Baum beschreibt (vgl. Bild 2.2) und ein Problemerkfassung in Katalogform mit Hilfe eines entsprechenden Formulars, das in **Bild 2.3** dargestellt ist. Beide Darstellungsformen haben Vor- und Nachteile und ergänzen sich. Die Darstellung als Baumstruktur wie in Bild 2.2 erleichtert den Überblick über die Gesamtproblematik, da alle auftretenden Probleme und die Zusammenhänge übersichtlich dargestellt sind. Bereits im Baum erfolgt eine Grobwertung der Problem hinsichtlich ihrer Relevanz und Bedeutung, um so Schwerpunkte für die Bearbeitung einzelner Äste festlegen zu können. Bei

den Wurzeln des Baumes kann zwischen drei Problemlarten unterschieden werden:

- werkstofftechnische,
- gestalterische und
- verfahrenstechnische Probleme.

Zu diesen Elementarproblemen erfolgt dann ein Verweis auf die Lösungsmöglichkeiten, die in einem Lösungskatalog (**Bild 2.4**) zusammengefaßt sind. Mittels der Strukturnummer, wird ebenfalls auf die detaillierte Problembeschreibung im Katalog verwiesen (Bild 2.3). Hier erscheint die Problembeschreibung, die ergänzt wird um Angaben über die betroffenen Anlagen und über die in dieser Anlage verwendeten Komponenten, die im Zusammenhang mit dieser Untersuchung von besonderer Bedeutung waren.

Auf diese Weise kann das Wissen über die Anlage strukturiert dokumentiert werden und ist auch bei späteren Anpassungen und Verbesserungen verfügbar.

2.2 Lösungsbeschreibung

Die Beschreibung der Lösungsvorschläge erfolgt in einem Katalog (Bild 2.4), der den Charakter der

(primärer) Charakter dieser Detaillösungen laufende Nummer im Lö- sungskatalog Referenzen Verweis auf die tangierten Elemen- tarprobleme im Problembaum / -ka- talog. Lösung Beschreibungen der hier zusammen- gefaßten Detaillösungen.	Gestalterische Lösungen G18	Bildung ausreichend großer Inkrustierungsmessen am Flüssigkeitsverteiler unterbinden	Benennung dieser Detaillösung (Oberbegriff gemäß Ziel)
	Referenzen: 1.2.1.2.1	Wirkung: +++	Relevanz / Wirkung des wichtig- sten Elementarproblems (s. links) auf das Betriebsverhalten
	Lösung: Als "Reaktionsorte" erkannte Bereiche, wie hier der freie Raum unterhalb des Flüssigkeitsvertellers, sollten verdichtet oder vielleicht ganz vermieden werden. Abhilfe: Neugestaltung von Zerstäuberscheibe "und" Flüssigkeits- verteiler unter den genannten Gesichtspunkten. Bei der Neugestaltung von Zerstäuberscheibe und Flüssigkeitsverteiler soll- ten feststehende Filchen abgedeckt werden. So ist beispielsweise die Flüs- sigkeitsverteilerunterseite als "Reaktionsort" einzuzuordnen! Inkrustierungen abtragen. Beim Entwurf von Abtrage- (Bürsten, Schaber, etc.) oder Spüleinrichtungen (Düsen) sind die beengten Platzverhältnisse zu berücksichtigen! Dies gilt zumindest für die derzeit gebauten "geschlos- sene" Scheiben. Die Anordnungsmöglichkeiten im Absorber sind äußerst begrenzt.	Realisierung: +++ +++ ...	Realisierung Bewertung der jeweiligen Detaillösung hinsichtlich seiner Umsetzbarkeit.

Bild 2.4: Formular für Lösungskatalog

Lösung erfaßt, die Relevanz des Problems wiederholt und eine Grobbewertung hinsichtlich der Realisierung beschreibt.

3. Zusammenfassung

Für die langfristige Dokumentation von Überlegungen und Erfahrungen bei der Konstruktion und beim Betrieb von komplexen Anlagen ist es notwendig, auftretende Probleme, ihre Lösungsansätze übersichtlich zu strukturieren. Bei der konstruktiven Optimierung einer Anlage zur Rauchgasreinigung, wurde eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, die Probleme in einer Baumdarstellung und in einem detaillierten Katalog zu erfassen. Die Verbindung der Detailproblem zu Lösungsvorschlägen wird transparent gemacht und stellt ein wesentliches Hilfsmittel bei der Diskussion von Problem und Lösungen dar.

Literatur

- /1/ DIN 25 424: Fehlerbaumanalyse, Methode und Bildzeichen, Beuth Verlag 1981
- /2/ DIN 25 419: Ereignisablaufanalyse, Verfahren, graphische Symbole und Auswertung, Beuth Verlag 1985
- /3/ Pilz, V.: Sicherheitsanalysen zur systematischen Überprüfung von Verfahren und Anlagen - Methoden, Nutzen und Grenzen; Chem.-Ing.-Tech. 57 (1985) Nr. 4, S. 289-307
- /4/ Eisenächer, K.; u.a.: Qualitätssicherung im Anlagenbau; Chem.-Ing.-Tech. 65 (1993) Nr. 7, S. 797-801
- /5/ Blaß, E.: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, Salle + Sauerländer, Frankfurt am Main 1989