

Abbildung 1.2: Komplexität der Einflüsse auf die Sicherheit von Pipelinesystemen

Des weiteren ist zu beachten, daß die für Fernleitungsanlagen charakteristischen Merkmale die sicherheitstechnischen Problemstellungen erheblich erweitern:

- teilweise enorme lineare Anlagenausdehnung,
- Notwendigkeit der Querung öffentlich zugänglicher Gebiete, Verkehrswege, Gewässer,
- differenziertes Schutzbedürfnis der Umgebung (Umweltsensibilität, Mensch) verbunden mit einem teilweise sehr hohem von der Anlage ausgehenden Schädigungspotential,
- trassenwegabhängiges Auftreten und differenzierte Wirkung sicherheitsbeeinflussender Faktoren,
- eingeschränkte Kontrollierbarkeit und Zugriffsmöglichkeiten durch das Betriebspersonal und damit hohe Anforderungen an das Überwachungs- und Sicherheitssystem und
- in der Regel hohes stoffliches Gefährdungspotential bei nur begrenzter Möglichkeit der zusätzlichen Containmentsicherung.

Die Bewertung der Sicherheitsrisiken durch Fernleitungsanlagen zum Transport gefährlicher Stoffe kann folglich nur auf der Grundlage einer umfassenden methodischen Betrachtung und unter Einbeziehung der signifikanten anlagen- und umgebungsbezogenen Einflüsse erfolgen. Im Gegensatz zu verfahrenstechnischen Anlagen mit einem vergleichsweise hohen stofflichen Gefährdungspotential (Anlagen, die der Störfallverordnung /177/ unterliegen) wird bei Pipelineanlagen jedoch aus rechtlicher Sicht derzeit keine systematische Vorgehensweise zur sicherheitstechnischen Bewertung und Untersuchung gefordert. Der Grund dafür ist, daß zur Zeit noch Regelwerke vordergründig auf der Basis des Gewerberechtes für den Bau und den Betrieb von Pipelineanlagen verbindlich sind. In der Genehmigungsphase wird lediglich die

Einhaltung der darin gestellten unspezifischen Forderungen an die Auslegung, Ausrüstung und Betriebsweise nachgewiesen.

Weiterhin erfordert die Gewährleistung des sicheren Betriebes einer Pipelineanlage eine angepasste Systematik bei der Anwendung sicherheitstechnischer Maßnahmen, wobei es aus ökonomischer Sicht nicht vertretbar ist, ein konstant hohes Maß an technischer Sicherheit für alle Abschnitte einer Pipelineanlage zu installieren. Die Schwierigkeit besteht darin, die Art der Maßnahmen und das notwendige sicherheitstechnische Niveau in Abhängigkeit der variierenden territorialen Bedingungen zu bestimmen.

Zur Lösung dieser Problemstellungen ist eine methodische Bewertung der potentiellen Einflüsse und Bedingungen, die zu einem Schaden führen können sowie des spezifischen Schutzbedürfnisses der Umgebung vorzunehmen.

Einige der für verfahrenstechnische Anlagen entwickelten sicherheitstechnischen Bewertungs- und Analysemethoden sind geeignet, um z.B. einzelne menschliche, verfahrens- oder anlagentechnische Ursachen für einen Leitungsschaden zu ermitteln bzw. zu bewerten. Viele Methoden haben jedoch abweichende Zielstellungen oder beziehen sich auf spezifische Anlagentypen. Keines der Verfahren ermöglicht aber die erforderliche kombinierte Bewertung der auftretenden Ursachen für Schäden an Fernleitungen und den daraus resultierenden Wirkungen auf die Umgebung.

Bisher durchgeführte Untersuchungen zur Pipelinesicherheit beziehen sich in der Regel auf einzelne sicherheitsrelevante Faktoren, ohne jedoch ihre Wirkung bzw. den Einfluß auf die Sicherheit des gesamten Pipelinesystems ausreichend zu berücksichtigen. Es besteht also die Notwendigkeit, eine methodische Vorgehensweise zur trassenwegbezogenen Bewertung von Pipelineanlagen zu entwickeln. Die Ergebnisse der Untersuchungen bilden die Basis für die Festlegung notwendiger Maßnahmen zur Beherrschung der vielfältigen sicherheitsrelevanten Einflüsse. Die Ansatzpunkte dafür liegen im

- anlagentechnischen (Erhöhung der statischen/leitungsinhärenten Sicherheit),
- sicherheitssystembezogenen (Erhöhung der Zuverlässigkeit dynamischer Sicherheitssysteme) sowie
- schutztechnischen (Verbesserung der Auswirkungsbegrenzung) Bereich.

Die zeitliche und räumliche Koordinierung der differenziert erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen bedingt ein angepasst strukturiertes Sicherheitssystem. Die Aufgabe dieses Sicherheitssystems ist es, sowohl ein Versagen der Pipeline zu vermeiden (Sicherheitsaspekt) als auch Auswirkungen von dennoch auftretenden Störungen mit Stoffaustritten zu minimieren (Schutzaspekt). Daraus resultiert der Begriff des "pipelinespezifischen Sicherheits-Schutz-Konzeptes". Es stellt sich die Frage, inwieweit sich bisher angewandte sicherheitstechnische Lösungen in diese Sicherheits-Schutz-Konzeption einordnen lassen.

Neben der statischen Sicherheit (Werkstoffe, Dimensionierung der Rohre) sind auch die dynamischen Sicherheitssysteme in die Untersuchungen einzubeziehen. Hierbei spielt die Zuverlässigkeit der sicherheitsrelevanten Ausrüstungen eine bedeutende Rolle. Die Notwendigkeit dieser Untersuchungen ergibt sich insbesondere auch aus normativen Anforderungen in Bezug auf die Zuverlässigkeit von Sicherheitsausrüstungen /200/. Für Projektanten und Betreiber von Fernleitungsanlagen ist der Zuverlässigkeitsaspekt neben den sicherheitstechnischen auch aus ökonomischen Gründen wesentlich, da auf Grund der Anlagenstruktur eine schnelle Beseitigung von Schäden oder Funktionsstörungen des Sicherheitssystems in der Regel nicht möglich ist und damit hohe Anforderungen an dessen

funktionale Sicherheit gestellt werden müssen. Insbesondere sind in die Untersuchungen auch Aspekte der wiederkehrenden Inspektionen einzubeziehen.

Schließlich bedingt die Forderung nach ständiger Anpassung an den Stand der Technik eine Konzeption zur Ermittlung und Bereitstellung der erforderlichen Daten und Informationen.

1.2 Ziel und Vorgehensweise

Abgeleitet aus den Problemstellungen ist es das Ziel dieser Arbeit, eine **methodische Vorgehensweise zur Ermittlung des trassenwegdifferenzierten Risikos** unter Einbeziehung der relevanten Einflußfaktoren und des differenzierten Schutzbedürfnisses der Umgebung sowie eine **Konzeption für ein Sicherheits-Schutz-System** für Pipelineanlagen zu erarbeiten. Grundlage dafür bildet ein aufeinander abgestimmter Analyse- und Systematisierungsprozeß, der den objektiven Erfordernissen, resultierend aus der Anlagenspezifik, anzupassen ist.

Im weiteren ist eine Methode zu erarbeiten, auf deren Basis die Untersuchung der Zuverlässigkeit dynamischer Sicherheitssysteme ermöglicht wird.

Im Ergebnis der Untersuchungen werden Grundlagen geschaffen, um Betreibern und Projektanten von Pipelineanlagen ein geeignetes Instrumentarium zur Lösung der komplexen Problemstellungen sowie sicherheitstechnische Regeln für die Gestaltung und den Betrieb von Pipelineanlagen zur Verfügung stellen zu können.

Für die durchzuführenden Untersuchungen ergeben sich die folgenden inhaltlichen Schwerpunkte:

- Untersuchungen zum Gefährdungsbildungsprozeß,
- Ermittlung relevanter sicherheitsbeeinflussender Faktoren,
- Systematisierung und Bewertung der Ursachen für Schadensfälle,
- Erarbeitung eines Konzeptes zur trassenwegspezifischen Risikobewertung für die Ableitung anforderungsgerechter Sicherheits- und Schutzlösungen,
- Erarbeitung einer Struktur des Sicherheits-Schutz-Systems unter Berücksichtigung hierarchisch gestaffelter Wirkungsebenen sowie die Einordnung und Bewertung spezifischer Sicherheitsmaßnahmen,
- Anwendung und Erweiterung von Modellen zur Zuverlässigkeitsbewertung dynamischer Sicherheitseinrichtungen,
- Erarbeitung einer Konzeption zur Erfassung und Auswertung relevanter Daten zur Lösung der sicherheitstechnischen Probleme.

Ausgangspunkt der systematischen Vorgehensweise ist die Ermittlung der sicherheitsrelevanten Einflußfaktoren, die sowohl aus den stofflichen, betrieblichen als auch umgebungsbezogenen Besonderheiten resultieren. Sie werden auf Grundlage von Modellvorstellungen zur Gefährdungsbildung mit geeigneten Analysemethoden und unter

Einbeziehung statistischer Auswertungen von Schadensereignissen bestimmt und im weiteren einer sicherheitstechnischen Bewertung unterzogen. Da das Gefährdungspotential einer Fernleitung vor allem durch den zu transportierenden Stoffen bestimmt wird, ist eine Untersuchung bzw. Bewertung des Stoffsystems vorzunehmen.

Die Erkenntnisse aus diesen Analyseprozessen bilden die Basis für die Erarbeitung eines Konzeptes zur Risikobetrachtung. Es wird untersucht, wie wahrscheinlich es ist, daß die für einen Pipelineabschnitt ermittelten Gefährdungen wirksam werden und welche Schäden zu erwarten wären. Dabei erfolgt eine umfassende Einbeziehung und Wichtung der ermittelten Einflußfaktoren unter Berücksichtigung der variierenden Trassenbedingungen, des stofflichen Gefährdungspotentials und des Zustandes der Anlage. Zu lösen ist dabei das Problem, ob eine Entscheidung über ein akzeptables Risiko mittels quantitativer Risikowerte möglich bzw. sinnvoll ist. Das Ziel dieser Methode ist, für jeden Pipelineabschnitt einen Risikobereich zu ermitteln und einen Vergleich mit anderen Abschnitten oder dem Stand der Technik zu ermöglichen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bilden die Voraussetzung für die Festlegung differenzierter Maßnahmen zur Reduzierung des vorhandenen Risikos. Dafür wird die Struktur für ein spezifisches Sicherheits-Schutz-Konzept erarbeitet, wobei einzelne Maßnahmen in diese Systemstruktur einzuordnen sind. Durch eine Analyse des derzeitigen Wissensstandes ergibt sich die Notwendigkeit, bestehende sicherheitskonzeptionelle "Lücken" zu erkennen und durch eigene Untersuchungen zu ergänzen. Es wird geprüft, inwieweit bekannte Vorgehensweisen die spezifischen Problemstellungen berücksichtigen und zu welchen Schwerpunkten Modifikationen bzw. neue Ansätze erforderlich sind.

Das so erarbeitete Instrumentarium ermöglicht es, durch gezielte Maßnahmen ein weitgehend konstantes Risikoniveau über den gesamten Trassenverlauf zu gewährleisten. Darüber hinaus werden im Rahmen dieser Arbeit vorhandene Untersuchungsergebnisse zu differenzierten Problemstellungen systematisiert und kritisch bewertet.

Die erforderlichen zuverlässigkeitsanalytischen Betrachtungen der sicherheitsrelevanten Ausrüstungen werden nach grundlegenden Untersuchungen unter Anwendung angepasster Zuverlässigkeitsmodelle durchgeführt. Vertiefende Untersuchungen beziehen sich speziell auf Sicherheitssysteme zur Vermeidung unzulässiger Druckstöße. Dabei wird auch auf die Frage der Notwendigkeit quantitativer Zuverlässigkeitswerte eingegangen.

Die folgende Abbildung faßt die Arbeitsschwerpunkte zusammen:

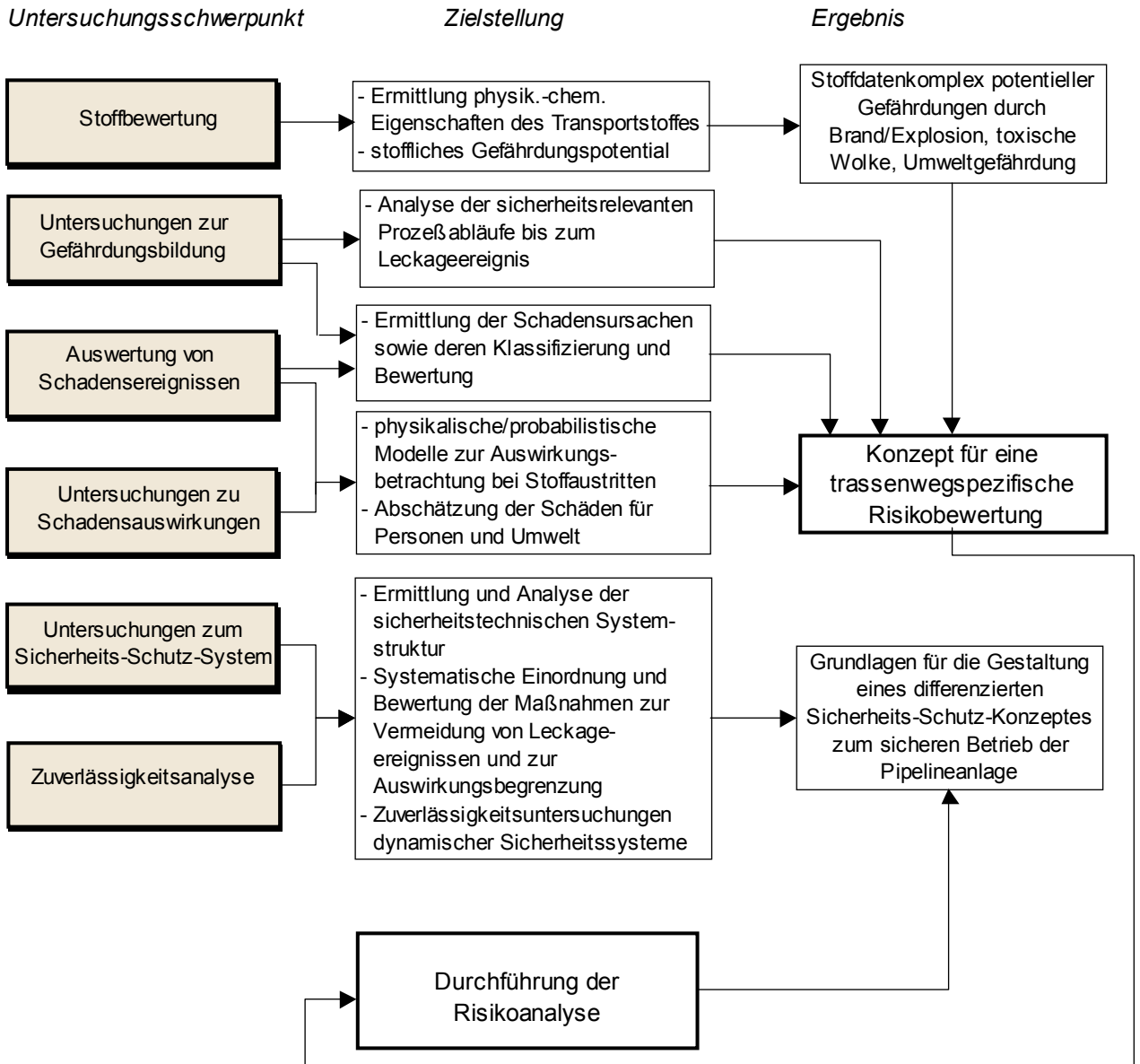
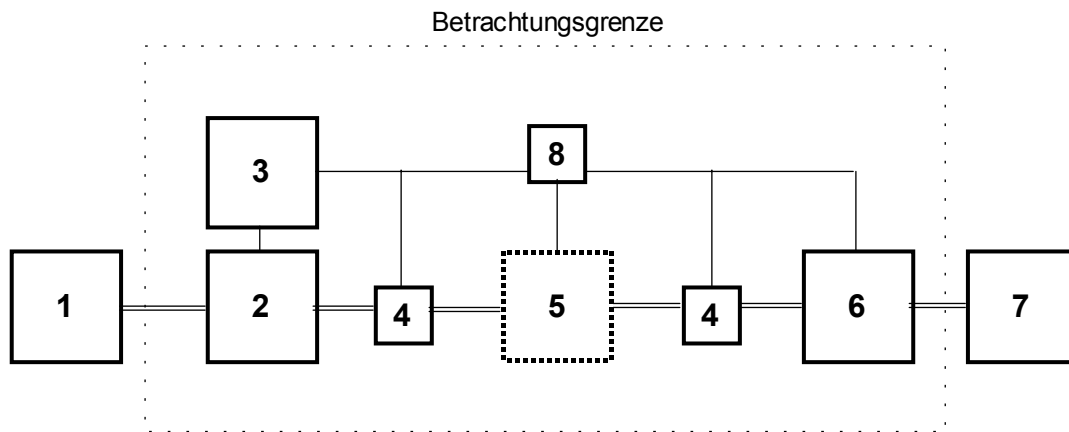


Abbildung 1.3: Zusammenfassende Darstellung der Arbeitsschwerpunkte

1.3 Abgrenzung des Untersuchungsrahmens

Die durchgeführten sicherheitsbezogenen Betrachtungen schließen den Rohrkörper als das eigentliche Funktions- und Kapselement sowie die sicherheitstechnische Ausrüstung der Leitung und Stationen ein. Die dem Einspeisepunkt vorgeschalteten und dem Auspeisepunkt nachgeschalteten Komponenten gehören (in Übereinstimmung mit dem geltenden Technischen Regelwerk) nicht zum Anlagenbestand der Rohrfernleitung und werden nicht betrachtet, da sicherheitsbedeutsame Einflüsse von diesen Anlagenteilen auf die Pipeline mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können /171-176/.

In Abbildung 1.4 ist der prinzipielle Aufbau einer Pipelineanlage schematisch dargestellt, wobei die Komponenten, die in die sicherheitstechnischen Untersuchungen einzubeziehen sind, verdeutlicht werden.



- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Tanklager mit Boosterpumpen | 5. Zwischenpumpstation |
| 2. Einspeisepunkt | 6. Auspeisepunkt |
| 3. Betriebszentrale | 7. Tanklager |
| 4. Absperrstationen | 8. Fernwirk- und Übertragungstechnik |

Abbildung 1.4: Pipelinekomponenten und Rahmen der durchgeführten sicherheitstechnischen Untersuchungen