

Aus der Professur für Wasserwirtschaft
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

**Risikoanalyse von Trinkwasserversorgungssystemen in kleinen
bis mittleren Wasserversorgungsunternehmen und Ableitung von
Maßnahmen der Risikominimierung**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
Dipl.-Ing. (FH) Felix Heumer aus Löbau

Verteidigung am 21. Februar 2025

Die leitungsgebundene Trinkwasserversorgung ist einer Reihe von Gefährdungen ausgesetzt. Die Gefährdungen resultieren aus Naturgefahren, technischen Störungen, menschlichem Fehlverhalten und Anschlägen, Sabotage oder kriegerischen Handlungen. Veränderte Gefährdungslagen ergeben sich u.a. durch den Klimawandel, die Digitalisierung und die sich ändernden Bedingungen in der Stromversorgung. Durch ein an die Bedrohungslage angepasstes Risiko- und Krisenmanagement kann die Resilienz der leitungsgebundenen Trinkwasserversorgung erhöht werden. Die zentrale Forschungsfrage der Dissertation lautet: Wie kann eine belastbare Risikoanalyse der Trinkwasserversorgung auf Unternehmensebene durchgeführt und daraus geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz abgeleitet werden?

Analog zur Systematik des Risikomanagements wurden in der Dissertation die vier Themenschwerpunkte: Rechtliche Grundlagen, Gefahrenanalyse, Risikobewertung und Risikobeherrschung analysiert und bearbeitet und alle Ergebnisse am Fallbeispiel eines Wasserversorgungsunternehmens in Sachsen (Deutschland) erprobt.

In der Analyse der rechtlichen Grundlagen werden die Rechtsvorschriften zur Sicherheit der Wasserversorgung von der europäischen über die Bundes- bis zur Landesebene analysiert und vergleichend zusammengestellt. Die Ergebnisse zeigen eine große Vielfalt im Vergleich der Rechtsvorschriften und damit Beispiele für konsistente Regelungen, aber auch Regelungslücken in Bezug auf die Umsetzung des Risikomanagements.

Die Gefährdungsanalyse beinhaltet einen halbquantitativen Ansatz zur Priorisierung der Gefährdungen. Im Rahmen der Bearbeitung wurden 57 Einzelgefahren der netzgebundenen Wasserversorgung analysiert und priorisiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird ein Mindestumfang der zu analysierenden Gefährdungen der leitungsgebundenen Wasserversorgung vorgeschlagen und auf fehlende Datengrundlagen hingewiesen.

Im Rahmen der Risikoabschätzung wurden Vulnerabilitätsmittlungen mit Hilfe von Bilanzstrukturmodellen (BSM) durchgeführt. Die Methodik umfasst eine graphenbasierte semidynamische Bilanzierung und zeichnet sich im Vergleich zu bekannten Methodiken wie z.B. hydrodynamischen Simulationen, SD-Modellen durch eine vereinfachte Systemstruktur aus. Die Ergebnisse zeigen, dass BSM insbesondere im Risikomanagement eine sinnvolle Ergänzung darstellen und den Arbeitsaufwand reduzieren können. Aufgrund der bestehenden Unsicherheiten bei der Eingangsparametrisierung der BSM erscheint auch der vereinfachte Modellaufbau mit einer begrenzten Genauigkeit bei der Bemessung des Ersatz- und Notwasserbedarfs als ausreichend. Forschungs- oder zumindest Abstimmungsbedarf besteht

bei der konkreten Festlegung von Schutzziele bei der Bemessung des Ersatz- und Notwasserbedarfs.

Im Themenschwerpunkt der Risikobeherrschung wurden die Anwendung von BSM und Planungsgrundlagen analysiert, erprobt und bewertet. Im Fallbeispiel konnte gezeigt werden, dass mit relativ geringen finanziellen Mitteln eine deutliche Steigerung der Resilienz erreicht werden kann. Dies wurde vor allem durch die Betrachtung von erweiterten Bilanzräumen, Verbundleitungen, Kapazitätserweiterungen bestehender Anlagen und Notstromversorgungen erreicht. Als Ergebnis werden Ergänzungen des technischen Regelwerkes vorgeschlagen und Formeln zur Ermittlung des Dieselbedarfs in Bezug auf die Hydromechanik bereitgestellt.

Zusammenfassend zeigt die Arbeit Verbesserungspotentiale in den einzelnen Arbeitsschritten des Risikomanagements für Trinkwasserversorgungsunternehmen auf, so sollten die regulatorischen Grundlagen des Risikomanagements stärker diskutiert werden - wie dies in der aktuellen Diskussion zur Umsetzung des KRITIS-Gesetzes erfolgt, die Gefährdungsanalyse sollte für Trinkwasserversorgungsunternehmen vereinfacht werden - dieser Forderung ist beispielsweise das Sächsische Staatsministerium nachgekommen, für die Vulnerabilitätsmittlung genügen vereinfachte Modellansätze - wie die verwendeten Bilanzmodelle und zur Steigerung der Resilienz sollten auf Basis der Risikoanalysen Maßnahmen zur Härtung der Systeme umgesetzt werden – hierbei zeigten sich die effektivsten Maßnahmen in der Erweiterung vorhandener siedlungswasserwirtschaftlicher Anlagen.

Perspektivisch sind weitere Untersuchungen zur Verifizierung der Ergebnisse notwendig, die durch weitere anonymisierte Veröffentlichungen oder durch Datenaustausch auf Unternehmensebene erfolgen können. Bei Umsetzung der Anforderungen ist ein höherer Umsetzungsgrad des Risikomanagements der Trinkwasserversorgungsunternehmen zu erwarten.

Piped drinking water supplies are exposed to a number of hazards. The hazards result from natural hazards, technical faults, human misbehaviour and attacks, sabotage or acts of war. Changing threat situations result from climate change, digitalisation and changing conditions in the power supply, among other things. The resilience of piped drinking water supplies can be increased by adapting risk and crisis management to the threat situation. The central research question of the dissertation is: How can a reliable risk analysis of the drinking water supply be carried out at company level and suitable measures for increasing resilience be derived from this?

Analogous to the systematics of risk management, the dissertation focussed on four main topics: Legal foundations, hazard analysis, risk assessment and risk control were analysed and processed and all results were tested using the case study of a water supply company in Saxony (Germany).

In the analysis of the legal basis, the legal regulations on water supply safety are analysed and compared from the European to the federal and state level. The results show a great variety in the comparison of the legal provisions and thus examples of consistent regulations, but also regulatory gaps with regard to the implementation of risk management.

The hazard analysis includes a semi-quantitative approach to prioritising hazards. As part of the process, 57 individual hazards in the network-based water supply were analysed and prioritised. Based on the findings, a minimum scope of the hazards to be analysed in the grid-bound water supply was proposed and reference was made to missing data bases.

As part of the risk assessment, vulnerability assessments were carried out using balance sheet modelling (BSM). The methodology comprises a graph-based semi-dynamic balancing and is characterised by a simplified system structure compared to known methodologies such as hydrodynamic simulations and SD models. The results show that BSMs are a useful addition, particularly in risk management, and can reduce the workload. Due to the existing uncertainties in the input parameterisation of the BSM, the simplified model structure with limited accuracy also appears to be sufficient for the assessment of replacement and emergency water requirements. There is a need for research or at least coordination with regard to the concrete definition of protection goals in the assessment of replacement and emergency water requirements.

The application of BSM and planning principles were analysed, tested and evaluated in the main topic of risk control. The case study showed that a significant increase in resilience can be achieved with relatively low financial resources. This was primarily achieved by analysing

extended balance areas, interconnected lines, capacity expansions of existing systems and emergency power supplies. As a result, additions to the technical regulations are proposed and formulas for determining the diesel requirement in relation to hydromechanics are provided.

In summary, the work shows potential for improvement in the individual work steps of risk management for drinking water supply companies, for example, the regulatory basis of risk management should be discussed more - as is the case in the current discussion on the implementation of the KRITIS Act, the risk analysis should be simplified for drinking water supply companies - this demand has been met by the Saxon State Ministry, for example, Simplified modelling approaches - such as the balance sheet models used - are sufficient for determining vulnerability, and measures to harden the systems should be implemented on the basis of the risk analyses in order to increase resilience - the most effective measures were found to be the expansion of existing residential water management facilities.

In the future, further investigations are necessary to verify the results, which can be carried out through further anonymised publications or through data exchange at company level. If the requirements are implemented, a higher degree of implementation of risk management by drinking water supply companies can be expected.