

Kurzbericht 2004 zum Projekt:

Entwicklung von Alarmkriterien und Störfallerfassung in Messstationen im Elbeeinzugsgebiet für die internationale Gefahrenabwehrplanung (EASE)

FKZ 200 48 314/02 - Teilvorhaben 2

Im Auftrag des Umweltbundesamts



bearbeitet vom
Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg

Hamburg, den 01.06.2004



Institut für Hygiene und Umwelt

Hamburger Landesinstitut für Lebensmittelsicherheit,
Gesundheitsschutz und Umweltuntersuchungen

1 Einführung in die Thematik

Einträge gefährlicher Stoffe in Fließgewässer durch Unfälle oder illegale Einleitungen können zu erheblichen Gefahren und Schäden für Mensch und Umwelt führen. Im staatenreichen Europa haben diese Ereignisse häufig grenzüberschreitende Dimensionen. Deshalb bestehen eine Reihe von Regelungen und Übereinkommen zum Schutz von Mensch und Umwelt vor Industrieunfällen auf nationaler, Flussgebiets-, EU- und europäischer UN-Ebene. Sie beinhalten die technischen Anforderungen an Betriebe und Haftungsfragen ebenso wie die Aufstellung von Warn- und Alarmplänen und die gegenseitige Hilfeleistung. Damit Gefahrenabwehr und Schadensbegrenzung erfolgreich sein können, ist immer rechtzeitiges und schnelles Handeln erforderlich. Der erste Schritt dazu ist die Registrierung des Störfalls, die Feststellung des Ausmaßes sowie die anschließende Alarmierung der zuständigen Stellen.

Die Warn- und Alarmpläne der Kommissionen der großen Flussgebiete Europas basieren maßgeblich auf einem Meldesystem, das dem Verursacher (Schadstoffemittenten) auferlegt, einen Störfall unverzüglich nach Eintreten mit allen relevanten Daten den zuständigen Stellen anzuzeigen. Die Warn- und Alarmpläne sind in dieser Form „*emissionsorientiert*“. Unterbleibt die Meldung - absichtlich oder aus Unwissenheit -, besteht die Gefahr großer irreparabler Schäden für Mensch und Umwelt. Diese Gefahr ließe sich wesentlich verringern durch ein vernetztes automatisches System zur Identifizierung von Störfällen im Gewässerlauf und zur Alarmierung in den Meldeweg eines Warn- und Alarmplans.

Diese Aufgabe könnten sinnvoll am Gewässer verteilte Messstationen leisten, wenn sie mit einer Technologie ausgerüstet sind, die durch geeignete automatische Messungen im Wasser - also „*immissionsorientiert*“ - „Auffälligkeiten“ zunächst erkennt, sie im weiteren als „natürlich“ oder „störfallbedingt“ identifiziert und schließlich nach einer Bewertung der „Relevanz“ eine Alarmentscheidung trifft. Das System sollte in die vorhandenen emissionsorientierten Warn- und Alarmpläne einzubinden sein und darüber hinaus Anhaltspunkte liefern können für die Aufklärung der Belastungsursache. Letzteres hat auch Bedeutung im Hinblick auf die vermutete hohe Dunkelziffer nicht gemeldeter (illegaler) Einleitungen. Um den verschiedenen Zielsetzungen mit zum Teil sehr speziellen Anforderungen an die Ausrüstung, dem unterschiedlichen Ausbaustand der Gewässerüberwachung und den unterschiedlichen technischen und finanziellen Ressourcen in den Regionen Europas Rechnung zu tragen, ist ein gestaffelter modularer Aufbau des Systems entsprechend der erforderlichen Technologie erstrebenswert.

Das Umweltbundesamt hat zum Komplex „Störfall-Erfassung und Entwicklung von Alarmkriterien für die internationale Gefahrenabwehrplanung“ zwei Teilprojekte beauftragt. Während

das erste Teilprojekt eine Bestandsaufnahme und Bewertung *klassischer physikalisch-chemischer Gewässerparameter und deren Eignung für eine immissionsorientierte Alarmierung* vorlegte, befasst sich das hier dokumentierte zweite Teilprojekt „EASE“ mit der technischen Umsetzung eines automatischen immissionsorientierten Alarmsystems und dessen Einbindung in etablierte Warn- und Alarmpläne.

2 Projektbeschreibung „EASE“

„EASE“ ist ein Projekt zur „Entwicklung von Alarmkriterien und Störfallerfassung in Messstationen im Elbeeinzugsgebiet für die internationale Gefahrenabwehrplanung“. Es wird durchgeführt vom Institut für Hygiene und Umwelt (HU) der Behörde für Wissenschaft und Gesundheit (BWG) der Freien und Hansestadt Hamburg (ehem. Behörde für Umwelt und Gesundheit/BUG) im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA). Formal schließt es als 2. Teilprojekt an die Ergebnisse des tschechischen Abschlussberichts „Störfall-Erfassung im Elbeeinzugsgebiet und Entwicklung von Alarmkriterien für die internationale Gefahrenabwehrplanung, Abschlußbericht 2000 - 2001“ an und entwickelt diese weiter.

Aufbauend auf den Erfahrungen des Auftragnehmers mit der Entwicklung, dem Aufbau und dem Betrieb von Gewässergütemessnetzen waren im 2. Teil des Projekts,

- allgemeingültige Methoden und Technologien zu entwickeln und zu testen, die dynamische Veränderungen in Gewässern sicher identifizieren („dynamische Detektoren“),
- Methoden aufzuzeigen und zu testen, die so gewonnenen Informationen automatisch im Hinblick auf eine Alarmentscheidung zu bewerten („immissionsorientierter Bewertungsrahmen und Alarmindex“),
- Verfahren aufzuzeigen zur Adaptierung dieser Methoden und Technologien an andere Messstationen und Messnetze sowie an andere Gewässer; dabei soll ein nach Aufwand gestaffeltes modulares Konzept verfolgt werden, um den spezifischen Zielsetzungen und Möglichkeiten in den unterschiedlichen Regionen gerecht zu werden,
- Verfahren aufzuzeigen, wie immissionsorientierte, d.h. auf Gewässerkonzentrationsdaten basierende „Alarmschwellenwerte“ für gefährliche Stoffe abgeleitet werden können,
- Strategien zur Implementierung des immissionsorientierten Systems in bestehende oder noch zu entwickelnde Warn- und Alarmpläne aufzuzeigen,
- Konzentrationsverläufe bei Störfällen rechnerisch zu veranschaulichen (mittels der Software ALAMO) und die Bedeutung der Simulationsergebnisse für die Ablei-

tung emissions- und immissionsorientierter Alarmschwellen für gefährliche Stoffe aufzuzeigen,

- Strategien zu entwickeln, die Ursache erkannter Veränderungen aufzuklären.

Die Projektberichterstattung soll darüber hinaus eine Einführung in die Grundthematik liefern. So sind die Möglichkeiten und Grenzen moderner vernetzter automatischer Messstationen darzustellen, auch im Vergleich zu den klassischen Monitoringverfahren durch regelmäßige Stichprobenahme mit anschließender Laboruntersuchung. Das zu entwickelnde Konzept zur technischen Ausrüstung der Stationen sollte die Option beinhalten, ausgehend von einem einfach (kostengünstig) konfigurierten, grundsätzlich funktionsfähigen Stationsnetz modular ein System aufzubauen, das hinsichtlich der Anforderungen an spezifische Leistungen (u.a. Empfindlichkeit und Alarmierungssicherheit) optimierbar ist. Das ermöglicht eine individuelle und fortschreibungsfähige Anpassung an den z.Z. noch sehr unterschiedlichen Ausrüstungsstand in verschiedenen Regionen Europas. Die mit dem jeweiligen Ausbaustand erreichbaren Ziele und die dabei erforderlichen Kosten sollen dargestellt werden.

Im weiteren werden die Rechtsgrundlagen erörtert, die den Einsatz automatischer Gewässermessnetze nahe legen. Hier stehen im Vordergrund die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der sog. „Seveso II“-Richtlinie sowie die Verpflichtungen aus den internationalen UN/ECE-Übereinkommen zu grenzüberschreitenden Unfällen und Gewässerverschmutzungen, „ECE Unfall“ und „ECE Gewässer“.

Fachlich unterstützt wird der Auftragnehmer von der AG „*Unfallbedingte Gewässerbelastungen*“ (H) der *Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe* (IKSE) und der *Accident Prevention and Control Expert Group* (APC/EG) der *Internationalen Kommission zum Schutz der Donau* (IKSD). Das Projekt wird finanziell vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Der Auftraggeber betreut das Projekt durch das Umweltbundesamt, Referat Anlagensicherheit und Störfallvorsorge.

Die Projektergebnisse sollen in deutsch- und englischsprachigen Berichten dokumentiert werden. Um die Informationen betroffenen internationalen Kreisen bekannt und zugänglich zu machen, soll bereits während der Projektlaufzeit eine mehrsprachige Präsentation im Internet sowie über Flyer und Publikationen erfolgen (z.B. in *Danube Watch*), ergänzt durch Vorstellungen bei verschiedenen mit dem Thema befassten Expertengremien (u.a. *Accidental Prevention and Control Expert Group* (APC / EG) der IKSD, IKSE-AG *Unfallbedingte Gewässerbelastungen* (AG H), IKSE-UAG *Betrieb von Messsystemen* (UAG MB), Experten

gruppe *Warn- und Alarmplan Rhein* (Sapa), 10. Magdeburger Gewässerschutzseminar an der Elbequelle in Spindler Mühle / Tschechien).

Besonderes Anliegen des Projektes ist es, die Ergebnisse anderen Flussgebietsgemeinschaften in Europa zugänglich zu machen.

3 Zusammenfassung

Besonderheiten der immissionsorientierten Alarmierung

Effektiver Schutz von Mensch und Umwelt vor den Folgen von Unfällen und illegalen Einleitungen, aber auch internationale Verpflichtungen machen eine immissionsorientierte Gewässerstörfallüberwachung erforderlich. Da es aufgrund der Stoffvielfalt derzeit und mit vertretbarem Aufwand auch in absehbarer Zukunft unmöglich sein wird, Störfälle im Gewässerlauf simultan durch analytische Identifikation der eingeleiteten Kontaminanten zu entdecken, wird ein immissionsorientiertes Warn- und Alarmsystem sich in erster Linie auf die kontinuierliche Messung von solchen Parametern beschränken müssen, die sich pauschal als *Folge* des eingetretenen Störfalles verändern. Zu nennen sind hier die „einfachen“, allein allerdings oft wenig aussagekräftigen klassischen physikalisch-chemischen Gewässerparameter, wie Trübung, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, UV-Absorption usw., ergänzt durch aufwändigere Verfahren, wie z.B. sogenannte Biomonitoring, die die Wirkung des Gewässers auf das Verhalten von Lebewesen kontinuierlich beobachten und bewerten. Bei der ersten Parametergruppe lässt sich die *Abweichung vom Normalzustand* durch *Werteswellen* definieren, bei einigen Biotestverfahren ist das komplexer und individueller.

Sofern nicht direkt gefährliche Stoffe bestimmt werden, wird die Empfindlichkeit der Störfalldetektion bei klassischer Messergebnisbewertung über fest definierte (statische) Alarmierungsschwellen dadurch stark beschränkt, dass die typischen Monitoringparameter meist auch erheblichen natürlichen Schwankungen unterliegen, die in ihrem Ausmaß die durch Störfälle erzeugten Veränderungen übertreffen können. Diese Schwankungen können jahreszeitlicher, tageszeitlicher oder z.B. spontan witterungsmäßiger Natur sein. Es wird belegt, dass selbst ein an die bekannten periodischen Veränderungen (Sommer/Winter, Tag/Nacht usw.) pauschal angepasstes Alarmschwellensystem viele Störfälle nicht erkennen könnte.

Das Projekt untersucht Auswege aus diesem Dilemma, bewertet sie und stellt ein technisch und organisatorisch funktionierendes Konzept vor, das in der Praxis erprobt und validiert wurde. Es macht Vorschläge, wie das Verfahren in den bestehenden Internationalen Warn- und Alarmplan Elbe (IWAE) ergänzend integriert werden kann, und zeigt die Möglichkeiten

für die Einbindung auch in die Warn- und Alarmsysteme anderer Flussgebietsgemeinschaften auf:

Dynamische Auffälligkeitserkennung

Die Lösung des Problems statischer Grenzwerte liegt in Methoden, Auffälligkeiten aus der „Dynamik“ des Messkurvenverlaufs zu interpretieren. Das sind statistisch-mathematische Verfahren - hier auch „Detektoren“ genannt -, die den aktuellen Messwert unter Auswertung des Messdatenverlaufs in einem unmittelbar vorausgegangenem Zeitintervall daraufhin bewerten, ob er die Kriterien einer „Auffälligkeit“ erfüllt („dynamische Auffälligkeitserkennung“). Diese Verfahren lassen sich auch bei komplexen Systemen, wie den Biomonitoring, einsetzen. Intensive Tests liefen hier u.a. beim „Daphnientoximeter“. Näher erprobt wurden drei Detektoren: die „Steigungsoperatoren-Methode“, der „Doppelsigmatest“ und der „Hinkley-Detektor“. Sehr hilfreich ist hierbei das neu entwickelte Programm „AI-Viewer“, mit dem sich offline u.a. verschiedene dynamische Auffälligkeitserkennungsverfahren auf eingelesene reale Messreihen anwenden lassen.

Die „Steigungsoperatoren-Methode“ legt durch eine festzulegende Anzahl zurückliegender Messwerte eine Regressionsgerade. Ein „Steigungsalarm“ wird dann ausgelöst, wenn die Steigung der Regressionsgeraden eine zuvor definierte „Grenzsteigung“ übersteigt. Für die Auswertung verschieden langer Messintervalle lassen sich unterschiedliche Steigungsgrenzen definieren, wobei die Überschreitung einer der Grenzen jeweils zum Alarm führt.

Beim „Doppelsigmatest“ wird der aktuelle Messwert mit der Standardabweichung des Mittelwerts der Messwerte in einem definierten unmittelbar zurückliegenden Zeitintervall verglichen. Eine Auffälligkeit liegt dann vor, wenn bei *zwei aufeinanderfolgenden* Messwerten („*doppelsigma*“) die Differenzen zum Mittelwert ein festzulegendes Vielfaches der Standardabweichung überschreiten.

Der nach seinem Entwickler benannte „Hinkley-Detektor“ (1971) ist ein mathematisches Verfahren, Messwert-Zeitreihen auf Sprünge zu untersuchen. Der „klassische“ Hinkley-Detektor mit definiertem „Absprungniveau“ und definierter „Sprunghöhe“ muss hinsichtlich der geforderten „Dynamik“ in zwei Punkten erweitert werden: Die Datensätze müssen driftbereinigt werden und es muss eine dynamische Anpassung (Adaption) an die jeweiligen „Messwert-Rauschverhältnisse“ erfolgen. Dies geschieht automatisch durch spezifische Auswertung der dem aktuellen Messwert vorangegangenen Messkurve. Mit diesem „Adaptiven Hinkley-Detektor mit Driftabzug“ lässt sich prinzipiell eine etwas sicherere Auffälligkeitserkennung erreichen als mit dem Doppelsigmaverfahren; die Anpassung an die individuellen Messbe-

dingungen erfordert jedoch eine relativ aufwendige Programmierung und vom Anwender viel Erfahrung bei der Optimierung und Validierung der benutzerbeeinflussbaren Variablen im erweiterten Hinkley-Algorithmus.

Nach mehrjährigem Testbetrieb mit verschiedenen dynamischen Auffälligkeitserkennungsverfahren in Hamburg hat man sich zunächst für den Doppelsigma-Detektor entschieden, weil er einfacher zu realisieren ist als der Hinkley-Detektor. Im Vergleichsbetrieb wurde in nahezu allen Fällen, die zu einem „Hinkley-Alarm“ führten, auch ein „Doppelsigma-Alarm“ ausgelöst. Die Steigungsoperatorenmethode wird in Kombination mit anderen Detektoren als vielversprechende Ergänzung bei der Optimierung der Auffälligkeitserkennung betrachtet. Ein gesondertes Kapitel widmet sich der statistischen Überprüfung der Auffälligkeitserkennungsverfahren.

Alarmindex

Eine mittels dynamischer Auffälligkeitserkennungsverfahren registrierte Auffälligkeit muss nicht zwingend auf einen Störfall alarmierungspflichtigen Ausmaßes gemäß IWAE hindeuten. Z.B. kann ein plötzlicher Abfall der Sauerstoffkonzentration sowohl störfallbedingt als auch natürlichen Ursprungs sein - zumal wenn das Ausmaß sich in jahresüblichen Größenordnungen bewegt. Selbst die Anzeige eines dramatischen Abfalls könnte tatsächlich die Folge eines Gerätesdefekts sein. Erfahrungen zeigen jedoch, dass bei „echten“ Störfällen zeitnahe Veränderungen gleich mehrerer Messgrößen auftreten. Die Alarmierungssicherheit ließe sich also erhöhen, wenn die Ergebnisse der Auffälligkeitserkennung mehrerer Messgrößen kontinuierlich automatisch miteinander verglichen und bewertet würden. EASE hat zu diesem Zweck den Alarmindex (AI) eingeführt. Der Alarmindex wird aus allen registrierten Auffälligkeiten mit unterschiedlichen Gewichtungen vom Messstationsrechner ständig ermittelt. Jede Auffälligkeit erhöht den Wert des AI um einen für die jeweilige Messgröße festgelegten Betrag. Beim Überschreiten zweier definierbarer Schwellen erfolgt bei der ersten eine - messstationsinterne - Warnung („Ereignis“, „gelber“ Stationsalarm), bei der nächsten Schwelle ist die „Meldestufe“ („roter“ Stationsalarm) erreicht. Damit zeitlich weit auseinanderliegende Einzelauffälligkeiten kein langfristiges Anwachsen des AI provozieren, sind die Beiträge der Auffälligkeiten zum AI mit einer „Verfallszeit“ versehen, so dass sich bei Ausbleiben weiterer Auffälligkeiten der AI selbstständig wieder abbaut (**Anhang 2**).

Für die Optimierung und Validierung der benutzerdefinierbaren Parametereinstellungen wurde die Software „AI-Viewer“ erstellt, mit der offline die Auswirkungen realer Messdatenreihen auf den Alarmindex überprüft werden können.

Immissionsorientierte Alarmschwellen und ALAMO

Liegen konkrete Gewässermessdaten (Immissionsdaten) zu gefährlichen Stoffen vor - z.B. aufgrund von Laboruntersuchungen nach automatisch veranlasster Probenahme bei Stationsalarm oder aufgrund einer in speziellen Fällen durchgeführten kontinuierlichen Überwachung einzelner flussgebietsspezifischer Problemstoffe - stellt sich die Frage, bei welchen Werten ein Alarm in den Meldeweg der Flussgebiets-Warn- und Alarmpläne auszulösen ist. Die Warn- und Alarmpläne der großen Flussgebietsgemeinschaften Europas sehen solche "immissionsorientierten Alarmschwellen" für gefährliche Stoffe bisher nicht vor. Verantwortlich für die Alarmauslösung ist hier allein der Störfallverursacher („Schadstoffemittent“) auf der Basis eines nach Stoffgefährlichkeit (Wassergefährdungsklassen) und Einleitmengen gestaffelten - „emissionsorientierten“ - Alarmschwellensystems. EASE macht Vorschläge, wie sich ergänzend auf der Basis etablierter Gewässerqualitätszielwerte immissionsorientierte Alarmschwellen ableiten lassen. Mit der Software ALAMO zur Berechnung der Konzentrationsverläufe von Stoffeinleitungen in die Elbe erfolgt eine Praktikabilitätsuntersuchung sowohl der emissions- als auch der immissionsorientierten Alarmschwellen anhand modellierter Störfallszenarien. Eine kritische Prüfung der IWAE-Alarmschwellen wird empfohlen.

Messnetzinternes Alarmmanagement

EASE liefert - im Wassergütemessnetz Hamburg praxiserprobte - Vorschläge des messstations- und messnetzinternen Alarmmanagements. Es wird die technische Realisation der Kommunikationswege und der Maßnahmen beschrieben, die nach „AI-Alarmen“ innerhalb der Messstationen und in der Messnetzzentrale automatisch oder nach „Expertenprüfung“ ausgelöst werden (automatische Probenahme und Probenmanagement, Beweissicherung zur Ursachenaufklärung, Alarmierung des Betriebspersonals, Handlungsanweisungen usw.).

Einbindung des immissionsorientierten Ansatzes in etablierte Warn- und Alarmpläne

Es wird aufgezeigt, wie der etablierte „*emissionsorientierte*“ Internationale Warn- und Alarmplan Elbe erweiterbar ist um einen „*immissionsorientierten*“ Ansatz aus einerseits automatischen Messnetzen und aus andererseits stoffbezogener Laboranalytik unter Anwendung der zuvor beschriebenen immissionsorientierten Alarmschwellen („**Dreisäulenmodell**“ – **Anhang 1**). Die Laboranalytik kann anlassbezogen veranlasst werden aufgrund von Verursachermeldungen entsprechend dem etablierten IWAE-Meldeweg oder aufgrund von Alarmen in Messstationen; sie kann aber auch ein kontinuierliches Monitoring einzelner flussgebietsspezifischer Problemstoffe sein oder Teil nicht unmittelbar mit der Störfallerkennung zusammenhängender Messprogramme. Prinzipiell lassen sich die beiden hinzugekommenen immissionsorientierten „Säulen“ gleichermaßen in die Systematik der Warn- und Alarmpläne der anderen Flussgebietsgemeinschaften integrieren. Für die Warnung der „Unterlieger“ soll-

ten Softwareprogramme vom Typ des ALAMO angewendet (und in Ihren Möglichkeiten verbessert) werden, wobei die Einbindung der Berechnungsergebnisse in die Meldewege der Warn- und Alarmpläne vorgesehen werden sollte.

Stufenkonzept zur Ausstattung von Messstationen

Das Projekt beschreibt die derzeit verfügbaren für Messstationen geeigneten Messverfahren und messtechnischen Ausstattungen mit ihren Möglichkeiten und Kosten. Ein abgestuftes modulares Ausstattungskonzept für Messstationen wird vorgestellt - ausgehend von einer geeigneten Kombination „klassischer“ chemisch-physikalischer Parameter, mit der sich unter Anwendung von dynamischer Auffälligkeitserkennung und Alarmindex wesentlich größere Alarmierungssicherheit als bisher erzielen lässt, über sinnvolle Erweiterungen bis hin zu komplexen und technisch anspruchsvollen Lösungen mit sehr spezifischen Aussagefähigkeiten (**Anhang 3**). Damit wird die Möglichkeit eröffnet, z.B. in Teileinzugsgebieten neu zu installierende Messnetze zunächst kostengünstig aber dennoch kompatibel zum Warn- und Alarmsystem der Gesamtflussgebietsgemeinschaft zu konzipieren.

Messnetzkonfiguration

Die Konzeption und der Aufbau von Messstationen und Messnetzen wird beschrieben. Dabei wird eine Vielzahl von Aspekten berücksichtigt, von der Standortwahl über die geeigneten Bautypen, die Kommunikationstechnik, Energieversorgung usw.. Ausführlich eingegangen wird auf die Implementierung und Validierung der im Projekt erarbeiteten Innovationen, wie dynamische Auffälligkeitserkennung und Alarmindex.

Ursachenaufklärung

Zeigen Detektoren in Messstationen „Auffälligkeiten“ an, ist es - zumindest wenn kein konkreter Störfall bekannt ist - in den meisten Fällen schwierig, die unmittelbare Ursache dafür festzustellen. Für die Risikoabschätzung zur Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen ist eine möglichst genaue Kenntnis der alarmanalysierenden Stoffe und deren Wirkpotential allerdings sehr wichtig. Der Bericht gibt Hinweise und beschreibt Strategien, wie bei der Ursachenaufklärung sinnvollerweise vorzugehen ist und welche externen (Labor-)Untersuchungen an den automatisch gesicherten Alarmproben bei welchen Stationsbefunden bevorzugt durchzuführen sind. Die Warn- und Alarmpläne der Flussgebietsgemeinschaften sollten grundsätzlich darauf eingerichtet sein, auch solche Ergebnisse in ihren Meldewege verarbeiten zu können.

Sonstiges

Aktuelle Informationen liefert auch die Projekt-Homepage www.ease.hamburg.de.

Alarmindex

Die Ergebnisse der Auffälligkeitsberechnungen verschiedener Messgrößen, wie z.B. UV-Absorption, elektrische Leitfähigkeit und Trübung, werden in den Stationen miteinander gekoppelt und zu einem „Alarmindex“ zusammengefasst. Der Alarmindex wird im Messstationenbetrieb laufend automatisch neu berechnet und erlaubt somit die schnelle und sichere Erkennung von Ereignissen bzw. Störfällen. Weitere Vorteile des Alarmindexes sind:

- die zuverlässige Vermeidung von Fehlalarmen durch die Verknüpfung von Daten verschiedener unabhängiger Geräte
- Gerätestörungen/Verschmutzungen einzelner Geräte beeinflussen die Alarmgebung weniger stark sowie
- sichere und aussagekräftige Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für den schematischen Ablauf einer Störfallerfassung mittels Alarmindex.

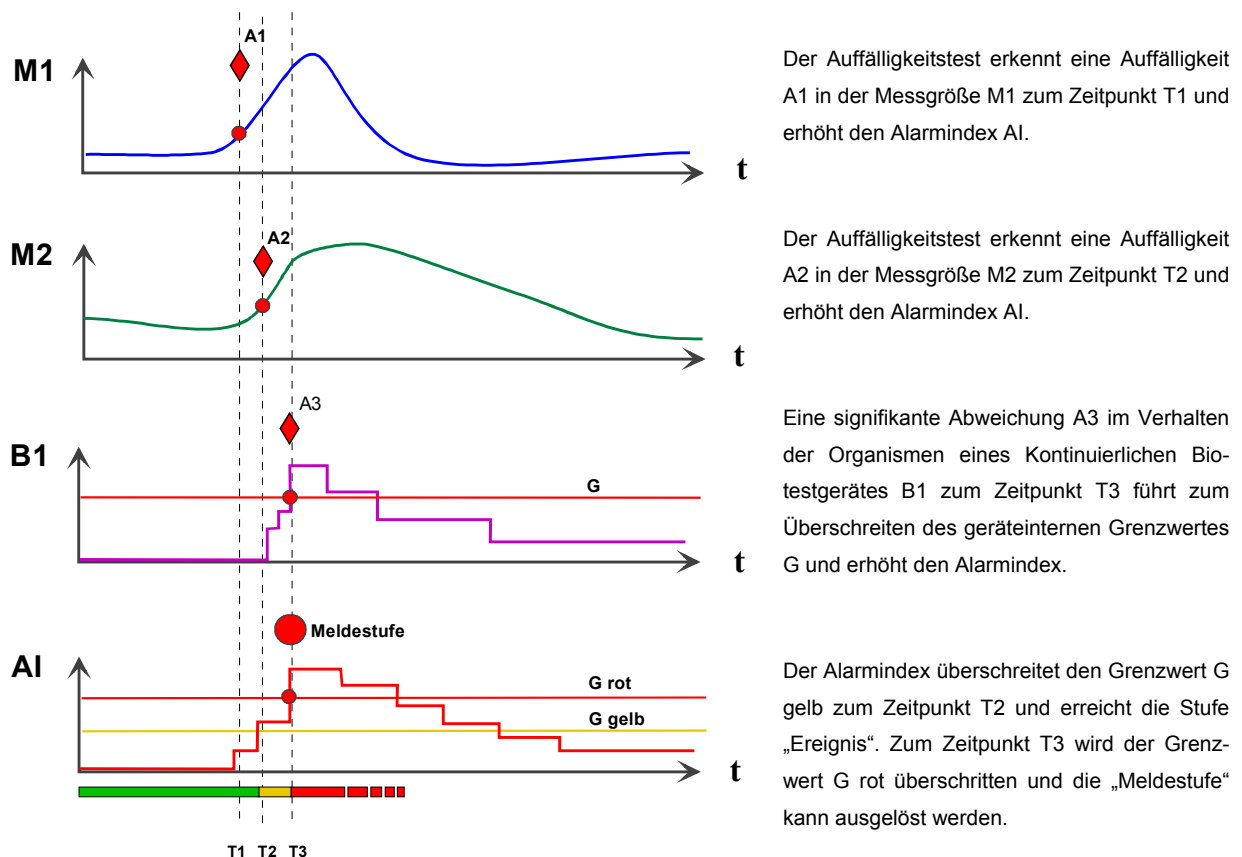


Abbildung 1 Schematischer Ablauf einer Störfallerfassung mittels Alarmindex

In dem gewählten Beispiel sind im Gewässer deutliche Veränderungen der Messwerte zu erkennen. Der Stationsrechner analysiert die Messdaten mittels Doppelsigmatest und erfasst sowohl für die Messgröße 1 (M1) als auch für Messgröße 2 (M2) einen signifikanten Anstieg der Werte (A1 und A2). Weiterhin ist in einem Biotestgerät (B1) eine deutliche Verhaltensänderung bzw. Schädigung der Organismen zu registrieren. Der geräteinterne Toxizitätsindex steigt über den internen Alarmschwellenwert (G) und erzeugt einen Gerätealarm (A3).

Der Alarmindex (AI) wird aus allen registrierten Auffälligkeiten mit unterschiedlichen Gewichungen vom Stationsrechner berechnet. Nach jeder erkannten Auffälligkeit steigt der Wert des Alarmindexes um einen für jede Messgröße definierten Betrag. Bei Überschreitung des „gelben“ Grenzwertes (G gelb) erfolgt im voraus eine erste Warnung, die als Stufe „Ereignis“ definiert wird. Übersteigt der Alarmindex den „roten“ Grenzwert (G rot), wird vom Stationsrechner die Meldestufe (MS) erreicht.

Um zu verhindern, dass einzelne, zeitlich weit auseinanderliegende Auffälligkeiten zu einer Aufsummierung von „Alarmindex-Punkten“ führen, ist jeder Beitrag einer Auffälligkeit zum Alarmindex mit einer Verfallszeit versehen, d.h. die Punkte einer einzelnen Auffälligkeit (hier A1 – 3) werden schrittweise wieder auf 0 zurückgeführt.

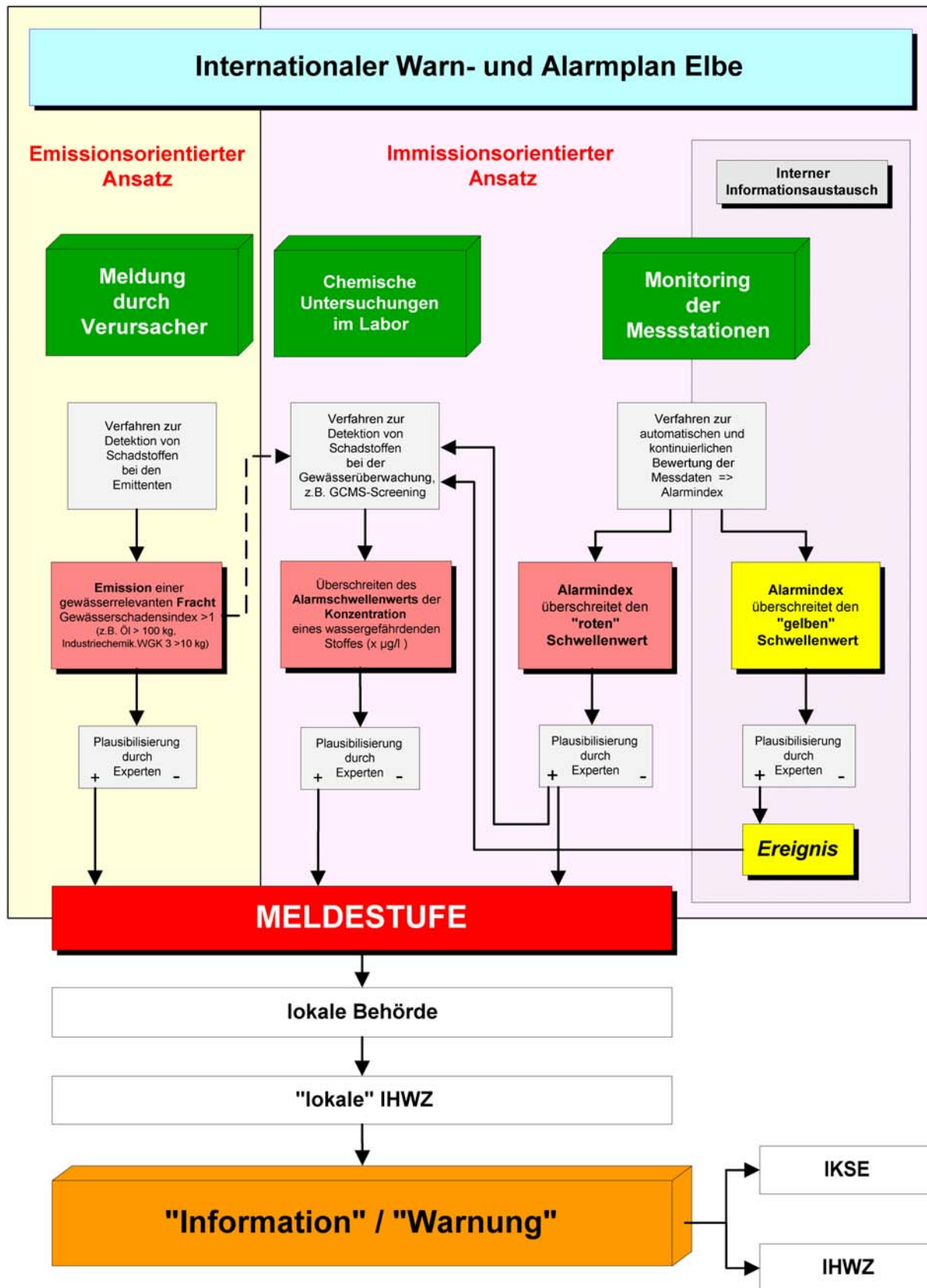



Abbildung 2

Modifizierter Internationaler Warn- und Alarmplan Elbe (IWAE), „Dreisäulenmodell“

		Bezeichnung der Systeme	Bemerkungen
Grund-	1	Multiparamettermesssystem Wassertemperatur Sauerstoffkonzentration pH-Wert Leitfähigkeit Trübung	Leitparameter für plötzliche Veränderungen im Gewässer. Neben der Detektion von schädlichen Einleitungen sprechen diese Messsysteme auch auf natürliche Gewässerveränderungen (z.B. starke Regenfälle) und unbedenkliche Gewässerveränderungen (z.B. Schleusentätigkeiten) an. Durch die Verwendung allein dieser Gerätekombination der Stufe 1 ist es in der Regel nicht möglich, eindeutig auf eine schädliche Gewässereinleitung zu schließen. Auffällige Befunde können lediglich dazu dienen, weitere Untersuchungen zu veranlassen.
	2	Datenerfassung durch Stationsrechner	Die Anbindung der Messgeräte an einen Stationsrechner erleichtert die Verwaltung und Auswertung der Daten erheblich.
Erweitertes Grundmessprogramm	3	Auffälligkeitserkennung und Alarmindex (Implementierung der Software)  Im Projekt EASE werden Auffälligkeitstest und Alarmindex entwickelt. Dies ist einer der Hauptbestandteile des Projekts.	Durch Auffälligkeitstest und Alarmindex kann eine automatische und zeitnahe Erkennung von Ereignissen realisiert werden.
	4	Ereignisgesteuerte Probenahme mit anschließender Laboruntersuchung automatische Probenahme durch selbstentleerende Probenehmer (Bei bemannten Messstationen wäre evtl. auch eine manuelle Probenahme möglich.) Ursachenermittlung und Bewertung durch Untersuchungen im Labor	Automatische Probenehmer ermöglichen die Sicherstellung von auffälligen Wasserproben für die anschließende Ursachenermittlung bzw. Bewertung im Labor. Aus der Art der Veränderungen der Messgrößen in der Messstation können Hinweise für die Analysen gegeben werden.
	5	UV-Absorptionsmessung (SAK 254 nm)	Leitparameter für gelöste organische Stoffe. Organische Schadstoffbelastungen können registriert werden. Die Geräte sind eine kostengünstige und wartungsarme Alternative zu DOC-, BSB-Geräten etc.. Natürliche Ereignisse können ebenfalls zu erhöhten SAK-Werten führen, z.B. eingetragene Huminstoffe (Gelbstoffe) durch starke Regenfälle.
Erweitertes Messprogramm	6	Kontinuierliche Biotestverfahren Daphnientoximeter Algtoximeter Muscheltoximeter Bakterientoximeter Fischtoximeter	Kontinuierliche Ermittlung der Giftwirkung von Wasserinhaltsstoffen auf verschiedene Wasserorganismen. Es können direkt Aussagen über das Gefährdungspotential einer Gewässerbelastung getroffen werden. Bei der Auswahl der Geräte müssen die z.T. erheblichen Unterschiede in der Sensitivität berücksichtigt werden.
	7	Standortangepasste Messsysteme Radioaktivitätsmessungen GC/MS HPLC/MS oder HPLC/DAD Öl-Detektoren Fluoreszenz-Messung (Tracer wie Rhodamin oder Uracil und Öl in Wasser)	Speziell an den Standort angepasste Messsysteme können bestimmte Belastungen gezielt registrieren. Mit einigen Geräten können direkt Aussagen über die Art und das Gefährdungspotential der Gewässerbelastung getroffen werden.
	8	Weitere Messverfahren kontinuierliche fotometrische Bestimmung von Gelbstoffen (Huminsäuren) Nährstoff Analysatoren (Ammonium/Nitrat) CKW Monitore TOC Monitore Pegelstand (Abfluss)	Verschiedene Messverfahren zur Ermittlung von Summenparametern können die Analysen in den Messstationen ergänzen (z.B. Gelbstoffe: Plausibilisierung von Ergebnissen der UV-Absorptionsmessung aus Stufe 5).
	9	Probensammler Mischprobenehmer Zentrifugen Sedimentationsbecken Muschelbecken Künstliche Membranen zur Bioakkumulation	Es können bestimmte Probearten über einen längeren Zeitraum gesammelt werden. Schadstoffbelastungen verschiedenen Materials (Wasser, Schwebstoffe) können im nachhinein näher im Labor untersucht werden.

Legende

Erläuterung der Farben wie in Spalte „Stufen“ verwendet

- | | |
|---|--|
| 1 | - keine automatische |
| 2 | Bewertung der Daten durch die Station, kein Alarmindex, - manuelle Bewertung durch Experten notwendig, - keine automatische Probenahme - maximal Level „Ereignis“ |
| 3 | - automatische Auslösung des Alarmindex Stufe Gelb, - keine automatische Probenahme - manuelle Plausibilisierung durch Experten führt zum Level „Ereignis“ |
| 4 | - automatische Auslösung des Alarmindex Stufe Gelb, - automatische Probenahme - manuelle Plausibilisierung durch Experten führt zum Level „Ereignis“ - positive Ergebnisse der Laboruntersuchung (Überschreitung von Schwellenwerten) führen zur Erhöhung zum Level „Meldestufe“ |
| 5 | - automatische Auslösung des Alarmindex Stufe Rot |
| 6 | - Plausibilisierung durch Experten führt zum Level „Meldestufe“ |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | - kein direkter Einfluss auf die Alarmgebung - Gewinnung zusätzlicher Informationen zur nachträglichen Bewertung von Schadensfällen |