

Abteilung I

Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen

(für gewerbliche und Freizeitschifffahrt)

zu Thema 2:

Thema des dritten deutschen Berichts

Datennetzwerk für den Hamburger Sturmflutwarndienst

Berichtersteller:

Kapitän Jan Fock, Wirtschaftsbehörde Hamburg, Amt Strom- und Hafenaufbau

Zusammenfassung

Das Amt "Strom- und Hafenaufbau" vertritt in der Wirtschaftsbehörde des Stadtstaates "Freie und Hansestadt Hamburg" den bautechnischen Bereich der Hafenverwaltung. Dazu gehören auch die Überwachung des Tidegeschehens im Hafengebiet durch den Pegeldienst und die Sturmflutvorhersage auf der Grundlage hydrologischer und meteorologischer Daten aus der Nordsee und entlang der Elbe. Für diese Zwecke wurde ein Datennetzwerk eingerichtet, das im April 1992 in Betrieb genommen wurde. Dieses Informationssystem sichert eine zweite Linie der Datenübertragung ab, die im Telefonnetz mit Meßwertansagegeräten aufgebaut worden war. Das neue EDV-Netzwerk ist Teil eines internationalen Daten-Kommunikationssystems geworden, in dem hydrologische, meteorologische und ökologische Daten von der Ostküste des Englischen Kanals bis hinauf nach Norwegen übertragen werden können, das Flüsse und Binnengewässer innerhalb der Niederlande und das Elbegebiet einschließt. Innerhalb der internationalen Verbindungen ist der niederländische Rijkswaterstaat der hauptsächliche Betreiber.

Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Rückblick und Problemstellung
- 3 Lösungsweg Meßwertansage
- 4 Einführung der EDV-Technik
- 5 Aufbau eines Netzwerkes
- 6 Ausblick

1 Einführung

Der Hamburger Hafen liegt am Ende des Gezeitenstromes der Elbe. In den 800 Jahren seiner Geschichte ist der Hafen immer für die Tide offen geblieben, konnten Schiffe immer ohne Schleusen die Hafenbecken direkt erreichen. Stadt und Hafen sind im Niederungsgebiet der Elbe aber auch immer von Sturmfluten heimgesucht worden. Die Kenntnis der Wasserstände und der Tiden hat daher schon lange eine große Bedeutung. Seit Ende des 18. Jahrhunderts werden Pegel regelmäßig abgelesen und die Wasserstände aufgezeichnet.

Auch heute hat die genaue Kenntnis der Wasserstände einen besonderen Stellenwert und gewinnt insbesondere an einem Tidefluß zunehmend an Bedeutung. Für Seeschifffahrt und Hafengewirtschaft ist sie ebenso unverzicht-

bare Handlungsgrundlage wie für den Sturmflutschutz.

Schiffe mit großem Tiefgang nutzen die Tidewelle, um den Hafen zu erreichen. Die Einflüsse der Natur auf den Wechsel der Gezeit müssen für Schiffsverkehr und Liegeplätze berücksichtigt werden. Der Wasserstand beeinflusst die Hafenindustrie, die am Wasser oder mit Wasser wirtschaftet genauso, wie die Arbeiten an den Ufer-einfassungen, Strombauwerken und Fahrrinnen. Das Pegelwesen stellt die notwendigen Informationen von 6 Hafenpegeln zur Verfügung.

Bei sehr schweren Sturmfluten sind auch Überströmungen von Hochwasserschutzanlagen, und damit große Gefahren, nicht auszuschließen. Für eine rechtzeitige Warnung müssen nicht nur die Wasserstände aus dem Hafen und von der Elbe bekannt sein. Daher verfolgt

der Hamburger Sturmflutwarndienst die Entwicklung des Sturmes und der Wasserhöhe entlang der Nordseeküste und in der Elbmündung. Mit den Meßwerten von niederländischen und deutschen Meßstationen und Pegeln werden Warnungen vor gefährlichem Hochwasser für Hamburg erarbeitet. (Abb. 1)

Seit dem April 1992 ist für den Hamburger Hafen und seinen Sturmflutwarndienst ein Automatisches Pegel Daten System APDS in Betrieb, in dem mit elektronischer Datenverarbeitung in einem automatisierten Meßnetz Wasserstände und Winddaten von Meßstellen im Hafen, an der Elbe und an der Nordsee erfaßt, übertragen und verwaltet werden. Das neue Netz kann im Verbund mit einer niederländischen Datenzentrale arbeiten, in der in großem Umfang hydrologische und meteorologische aber auch ökologische Daten aus der Nordsee, von der Küste der südwestlichen Nordsee sowie aus den niederländischen Flußsystemen und Binnengewässern enthalten sind. (Abb. 2)

Für den Hamburger Hafen soll das Automatische Pegel-datensystem vor allem die Arbeitsgrundlage für das Pegelwesen und den Sturmflutwarndienst verbessern. Da für die Sturmflutwarnung eine zuverlässige Verfügbarkeit von Daten Voraussetzung ist und der Umfang der benötigten Daten zugenommen hat, gibt die Einführung der EDV in diesem Bereich Anlaß aufzuzeigen, daß dabei neben der Einführung neuer Techniken die Re-

dundanz der Datentübertragung mit unterschiedlichen Systemen Zielsetzung sein mußte.

2 Rückblick und Problemdarstellung

Im Februar 1962 wurde Hamburg von einer Sturmflutkatastrophe heimgesucht. Bei einem Wasserstand von 3,70 m über dem mittleren Hochwasser (entsprechend 5,70 m über Normal Null) gab es viele Deichbrüche. Es starben 330 Menschen und ein sechstel des Stadtgebietes wurde überflutet. Die Sturmflut von Januar 1976 hat mit einem Scheitelwasserstand von 4,45 m über dem mittleren Hochwasser (entsprechend 6,45 m über Normal Null) gezeigt, daß noch höhere Wasserstände als bei der Katastrophenflut auftreten können. Die gerade erst fertiggestellte Deichlinie wurde erneut gefährdet und der größte Teil des damals ungeschützten Hafengebietes so überflutet, daß sehr hohe Sachschäden die Folge waren. Auf diese weitere Herausforderung für den Sturmflutschutz in Hamburg gab es zwei Antworten: Bau eines wirksamen Hochwasserschutzes für den Hafen und die Verbesserung und Intensivierung der Sturmflutwarnung in Hamburg. Sie ist seither Voraussetzung für den wirksamen Einsatz des danach geschaffenen privaten Hochwasserschutzes im Hafen mit fast 120 km Schutzlänge und nahezu 1 000 Durchlässen. Sturmflutwasserstände von 3,81 m im November 1981 sowie 3,75 m im Februar 1990 und Januar 1992 (entsprechend

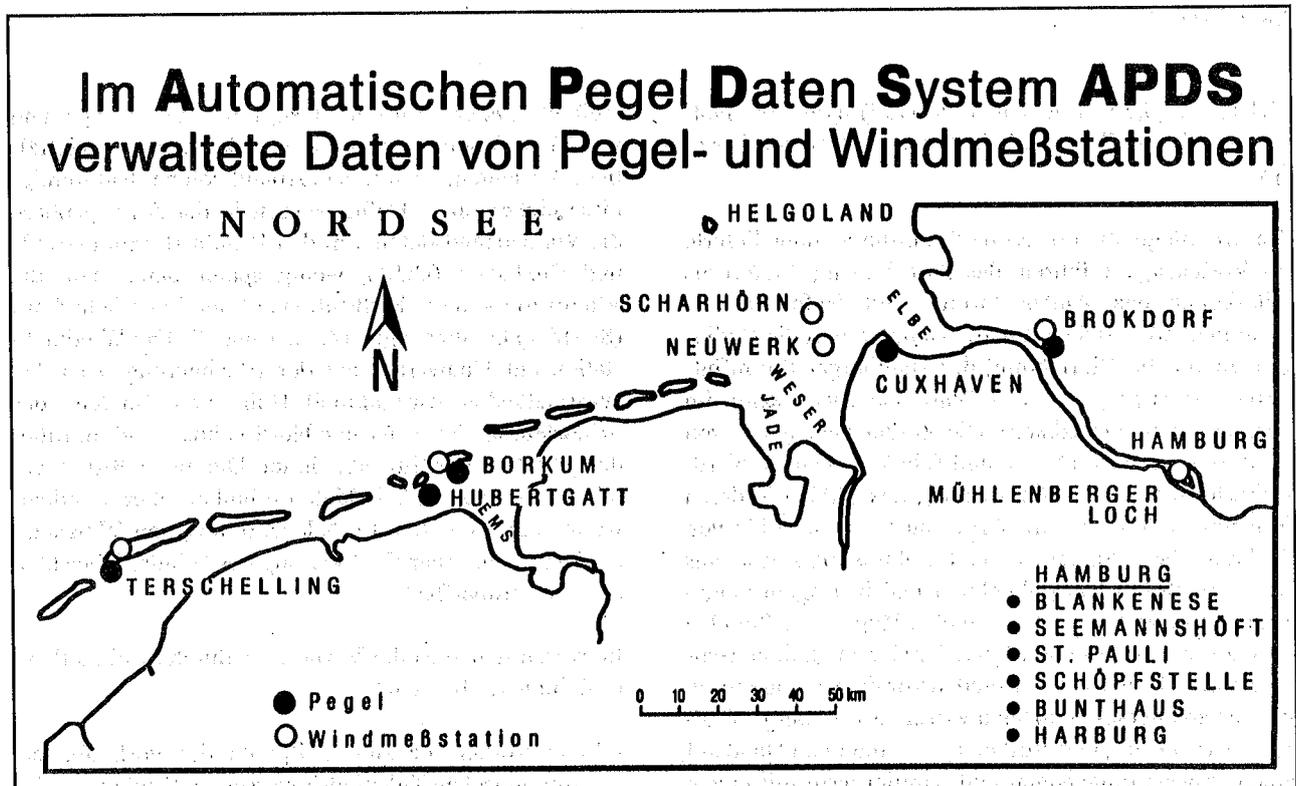


Abbildung 1

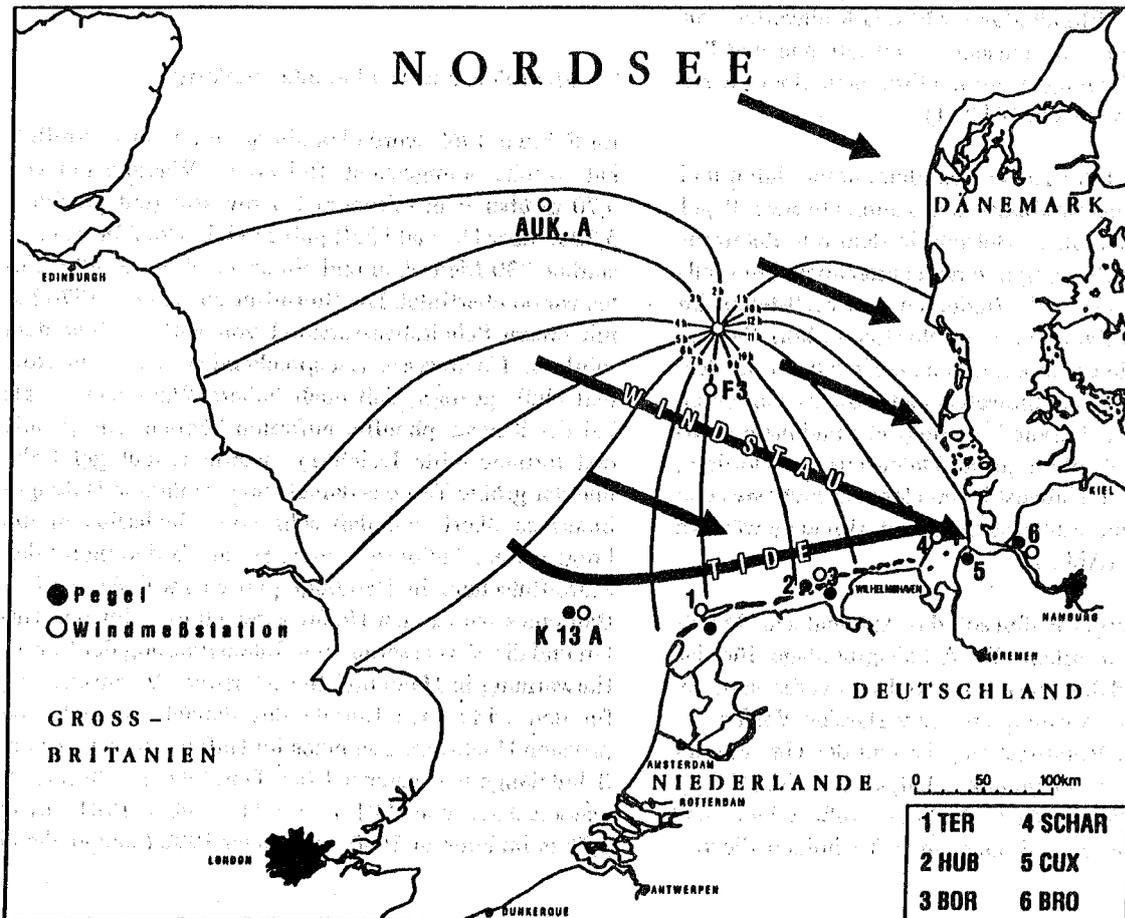


Abbildung 2

5,81 m und 5,75 m über Normal Null) haben die Notwendigkeit und Wirksamkeit dieser Maßnahmen bestätigt.

Die Grundlage für verbesserte Sturmflutwarnung lieferte ein Vorhersageverfahren, das Prof. Dr.-Ing. Siefert als Mitarbeiter des Amtes Strom- und Hafenbau anwendungsreif entwickelt hatte. Damit waren die Bedingungen für die Einrichtung des Hamburger Sturmflutwarndienstes gegeben. Der Warndienst war schon im Oktober 1976 einsatzbereit. Die Vorhersagen gehen von gemessenen Wasserstands- und Winddaten an der Nordseeküste und in der Elbmündung aus (Abb. 2), deren Abhängigkeiten im Fortschritt einer Sturmfluttide von Borkum über Cuxhaven bis Hamburg empirisch aus etwa 150 Sturmfluten abgeleitet und in Regeln umgesetzt wurde. Mit ihnen können über längstens 9 Stunden Prognosen von zufriedenstellender Genauigkeit erarbeitet werden (Frühestens 6 Stunden vor dem astronomisch vorausgerechneten Tidehochwasser in Hamburg +/- 20 cm). Auswertung und Vorhersage werden von Hand auf einem Auswertungsbogen und parallel dazu mit einem dafür entwickelten Vorhersageprogramm ausgeführt. Die

laufende Datenermittlung festigt die Vorhersage und schafft die Voraussetzung für eine Erfassung der vielfältigen Varianten, die mit dem Ablauf solcher Naturereignisse einhergehen. Dafür wurden in der Anfangsphase die Wasserstandsdaten von den Pegeln Borkum (BOR) und Cuxhaven (CUX), wenig später dann auch die Windwerte von der Meßstation auf der Düne Scharhorn (SCHAR) herangezogen (Abb. 1 und 2). Die Windmeßstation auf Neuwerk dient der Absicherung. Aus den Wasserständen wird aktuell Höhe und Tendenz des Windstaus an der deutschen Nordseeküste und im Mündungstrichter der Elbe abgeleitet. Die als Halbstundenmittel registrierten Winddaten erlauben über Windbeiwerte eine schnellere Berücksichtigung von Windstautendenzen aus einer Veränderung des Windstriches über der Wasseroberfläche.

Im wesentlichen ist die Vorhersage durch zwei markante Zeitpunkte begrenzt:

- Erste Vorhersage zum Zeitpunkt des vorlaufenden, astronomischen Tideniedrigwassers in Cuxhaven, also etwa 9 Stunden vor der astronomisch vorausberech-

neten Eintrittszeit der erwarteten Sturmflutide in Hamburg. Zu dieser Zeit ist mit ungefähr halber Tide der Flutast in Borkum deutlich ausgeprägt. Die Tideaufzeit beträgt von Borkum bis Cuxhaven im Mittel 2 Stunden 45 Minuten.

- Letzte Vorhersage mit Eintritt des Scheitelwasserstandes in Cuxhaven.

Fortschritte in der Sturmflutforschung unter Professor Siefert haben diesen Bereich um wichtige Schritte erweitert:

Kontrolle nach dem Eintritt des Tidehochwassers in Cuxhaven

Mit Einbeziehung der Wasserstandsdaten vom Pegel Brokdorf kann die Vorhersage noch überprüft und korrigiert werden.

Frühprognose Terschelling

Unter Verwendung von Wasserstands- und Winddaten von der niederländischen Insel Terschelling sind zwei Frühprognosen durchführbar.

- Aus der Windstauentwicklung am Pegel Terschelling und einer Korrelation der Windentwicklung zwischen den Stationen Terschelling und Scharhörn über die jeweils letzten 4 Stunden kann frühestens 11 Stunden vor der astronomischen Eintrittszeit in Hamburg erkannt werden, ob die Gefahr einer sehr schweren Sturmflut besteht und Wasserstände von 4,50 m über dem Mittleren Hochwasser (entsprechend 6,50 m über geographisch Null) erreicht oder überschritten werden könnten.
- Mit den gleichen Daten kann weit unterhalb dieser Gefahrenschwelle erkannt werden, ob es notwendig ist, die Einsatzzentrale zu besetzen.

Für die praktische Verwendung dieser Vorhersageschritte müssen die Daten von den Meßstationen Terschelling (TER-Pegel und -Wind) sowie Brokdorf (BRO-Pegel) ebenfalls ständig verfügbar sein (Abb. 1 und 2). Darüber hinaus ist zur Weiterführung der Sturmflutforschung, vor allem zur besseren Erfassung später Sturmflutentwicklungen, eine weitergehende Analyse der Windentwicklung in der Deutschen Bucht und in der Elbe im Verlauf einer Sturmflut erforderlich. Windmeßstationen auf Borkum, in Brokdorf und am Mühlenberger Loch sollen dazu beitragen.

Die Fernübertragung von Pegeldaten erfolgte zunächst mit drahtgebundenen Sende- und Empfangsanlagen, ihre Darstellung auf mechanischen Planschreibern. (Abb. 3) Außerhalb des Hamburger Hafens hält die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes ein umfassendes System dieser Bauart in Betrieb, das teilweise Strom- und Hafenbau zur Verfügung steht. Die Technik ist zwar "in die Jahre gekommen", wird aber noch genutzt. Ausfälle

und Fehlanzeigen erschweren allerdings die Verwendung. Von Scharhörn wurden die Winddaten mit einem Meßwertansagegerät abrufbar gemacht. Diese Technik hatte sich als Wasserstandsansage am Pegel St. Pauli bewährt.

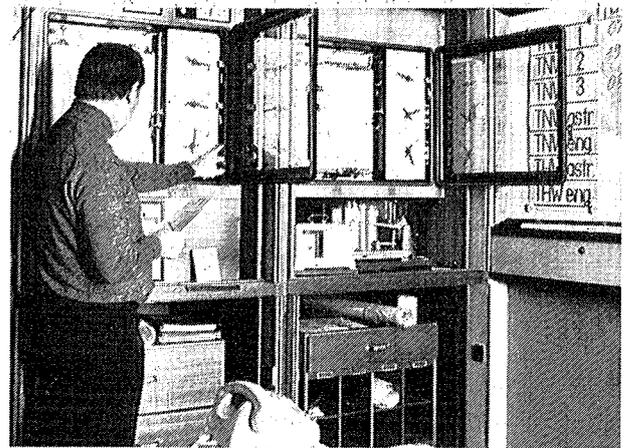


Abbildung 3

Mitte der achtziger Jahre wurde es notwendig, dieses System der Datenerfassung und -übertragung zu verbessern und auszubauen.

- Die Erweiterung der Vorhersage machte die Einbeziehung weiterer Stationen erforderlich.
- Eine Absicherung der Verfügbarkeit mit unabhängigen Systemen und die Plausibilitätskontrolle wurden dringend.
- Ein ortsunabhängiger Datenabruf wurde zur Erleichterung des Personaleinsatzes unverzichtbar.
- Mit neuen Systemen war die Übertragung der Vorhersagedaten für die Zukunft sicherzustellen.

3 Lösungsweg Meßwertansage

Zunächst wurden an den Pegeln Borkum und Cuxhaven Meßwertansagegeräte installiert. Es wurden Geräte verwendet, die vollelektronisch bzw. teilmechanisch eingerichtet sind. Die Geräte speichern die Daten in Halbstundenschritten über zweieinhalb Stunden, so daß in einer Lage mit Sturmflutgefahr jederzeit eine Entwicklung verfolgt werden kann. Die Geräte sind mit einem Telefonanschluß mit Mehrfachzugang ausgestattet, so daß zeitgleich 5 Abfragen bedient werden können. Neben der Redundanz zu den Planschreibern bietet dieses System die Möglichkeit der ortsunabhängigen Abfrage. Diese wird so genutzt, daß dem verantwortlichen Einsatzleiter ein leistungsfähiger, tragbarer Kleinrechner mit Prüf- und Vorhersageprogrammen zur Verfügung steht, die im Hause Strom- und Hafenbau entwickelt wurden. Die Dateneingabe macht eine rasche Lagebeurteilung ohne Zeichenaufwand möglich. Da die nebenamtlichen Mitarbeiter des Warndienstes diese Aufgabe

zusätzlich zu ihren dienstlichen Verpflichtungen wahrnehmen, war diese technische Verbesserung für sie von großer Bedeutung.

An den Windmeßstationen wurde die Absicherung der Datenübertragung durch eine zweigleisige Ausstattung mit Ansagegeräten erreicht. Besondere Bedeutung haben die Werte von der Düne Scharhörn. Da sie unmittelbar am Wasser ohne Reibungseinflüsse des Landes praktisch unverfälscht den Einfluß des Windes auf die Wasseroberfläche wiedergeben, sind sie für die Erfassung der Windbeiwerte von zentraler Bedeutung. Neben dem inzwischen erneuerten Telefonkabel wurde daher eine Richtfunkstrecke nach Neuwerk eingerichtet. Das System wurde kürzlich durch ein Ansagegerät am Pegel Brokdorf ergänzt, das auch die Daten von einer Windmeßanlage aufnimmt, die dafür auf dem Pegelturm installiert wurde. Der Pegel von Terschelling kann im übrigen in holländischer Sprache aus einem entsprechenden Gerät abgefragt werden, das die niederländische Wasserbauverwaltung (Rijkswaterstaat) dort eingerichtet hat (Abb. 2).

4 Einführung der EDV-Technik

Schwierig und zunächst unbefriedigend gestaltete sich die Einbeziehung von Windwerten aus Terschelling. Vom Deutschen Wetterdienst wurde eine stündliche Übermittlung im automatisierten Telexdienst angeboten und mit Anschluß eines Fernschreibers realisiert. Diese Verbindung ist unflexibel und erwies sich trotz bester Unterstützung durch das Seewetteramt als anfällig und nicht zuverlässig genug. Es wurden daher Kontakte zu den Niederlanden gesucht. Sie entstanden zuerst mit der Wasserbauverwaltung des niederländischen Verkehrsministeriums, dem "Rijkswaterstaat".

In den Niederlanden sind wasserbezogene Daten wesentliche Lebensgrundlage. Wasserregulierung im Inland, Wasserstandskontrolle an Tideflüssen, an der Nordsee und nicht zuletzt die Sturmflutvorhersage beeinflussen dort das Leben in nahezu allen Landesbereichen. Bei "Rijkswaterstaat" hat man über lange Zeit Erfahrungen mit der Entwicklung, dem Betrieb und der überregionalen Verknüpfung von automatisierten Meßnetzen gesammelt, in denen mit der elektronischen Datenverarbeitung Erfassung, Registrierung, Übertragung, Darstellung und Sicherung der Daten abgewickelt werden. Im Monitoring System Wasser, kurz MSW, wurde ein erstes, landesweites Netz für die Überwachung und Verwaltung von mehr als 100 Pegeln aufgebaut. Die Verknüpfung mit der Zentrale in Den Haag erfolgt über Standleitungen, wobei regionale Knotenpunkte gebildet werden. Der gemessene Wasserstand an Pegelstationen wird als Tidekurve in einem Personalcomputer dargestellt. Bis zu 4 benachbarte Pegel werden in das Bild

aufgenommen. An der Zeitleiste sind die Meßwerte digital in Zehnminutenschritten aufzurufen. Die numerische Darstellung erfolgt in Tabellenform für 24 Stunden. (Abb. 4 - Bild mit freundlicher Genehmigung des Rijkswaterstaat)

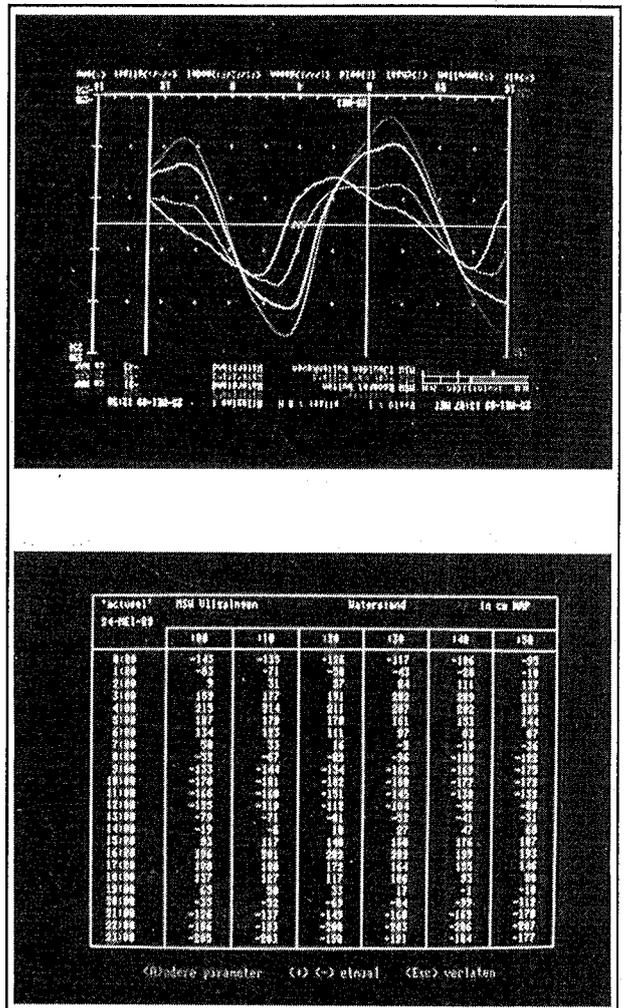


Abbildung 4

Mit dem Meßnetz Nordsee und dem Meßnetz Aqua-Alarm sind inzwischen weitere Verknüpfungen hinzugekommen, so daß jetzt hydrologische, meteorologische und ökologische Daten in einem System verwaltet und auf einfache Weise verwendet werden können. Für den Hamburger Sturmflutwarndienst wurde mit Abruf über Modem eine telefonische Verbindung zu diesen Netzen aufgebaut und die Verwendung von Wasserstandsdaten vom Pegel Terschelling und anderen ergänzenden Standorten wie Hubertgat für den eigenen Bedarf erfolgreich erprobt. (Abb. 1 und 2)

Winddaten von Produktionsplattformen in der Nordsee wurden einbezogen, zum Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut KNMI wurden ebenfalls Kontakte mit dem Ziel geknüpft, Winddaten von Terschelling in diese Übertragung einzubinden.

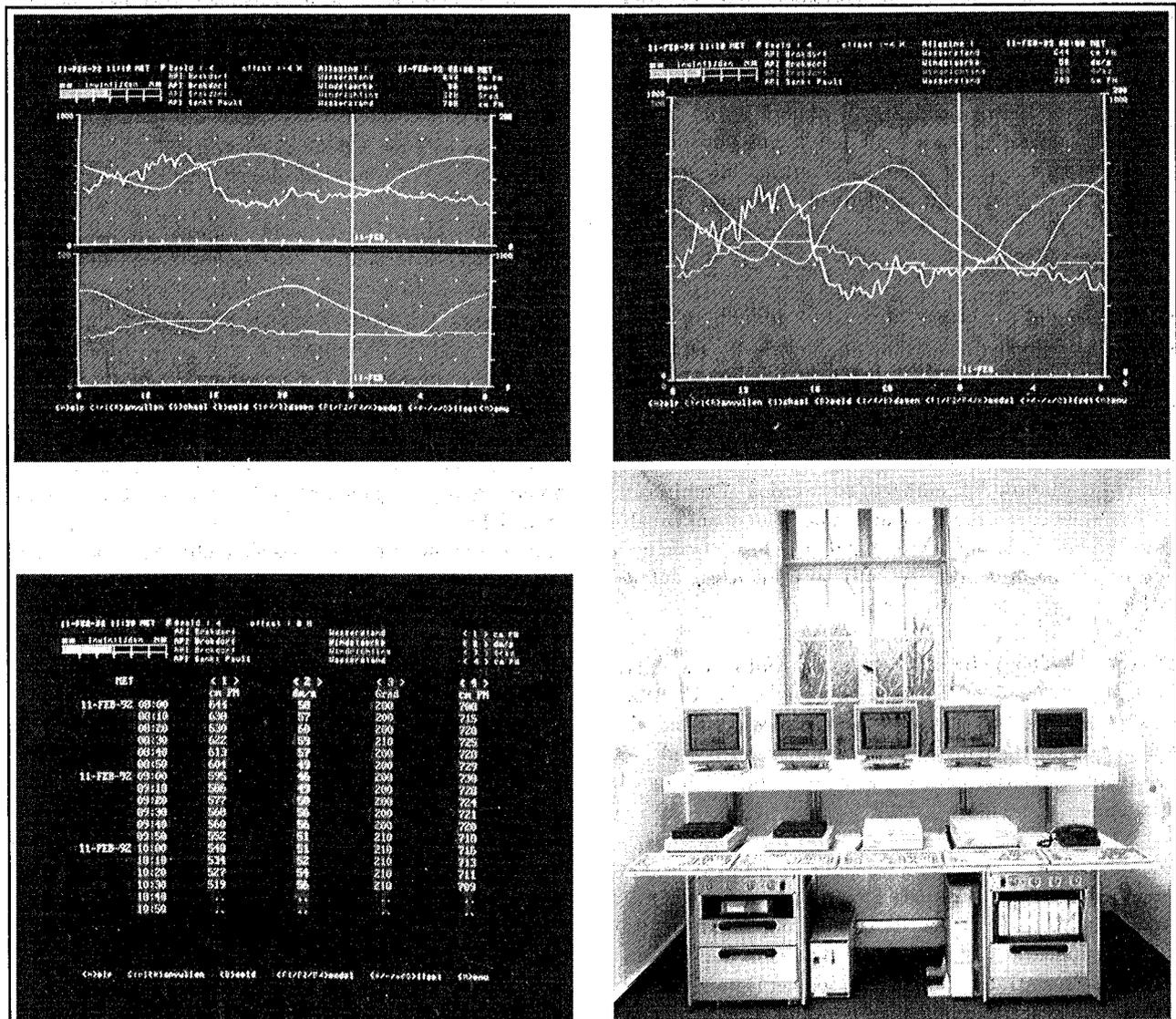


Abbildung 5

5 Aufbau eines Netzwerkes

Bei der Auswahl für ein Automatisches Pegel Daten System APDS lag es daher nahe, Bewährtes ins Auge zu fassen. Der "Rijkswaterstaat" hat sein Knowhow mit Datennetzen in ein privatisiertes Tochterunternehmen eingebracht, das in einjähriger Arbeit das Meßnetz APDS erstellt hat. Es wurde im April 1992 vollständig in Betrieb genommen.

Eine Besonderheit des Systems ist sein modularer Aufbau aus einfachen und robusten PC-Einheiten, die mit dem Betriebssystem MS-DOS arbeiten und gesteuert werden. An jeder Meßstelle ist wetterfest ein PC installiert, der alle 10 Minuten 6 verschiedene Werte registriert und über 8 Wochen speichert. Mit einer Modem-Steuerung werden die Daten über das Telefonnetz in

vorzugebenden Intervallen in eine Zentrale übertragen. Vorhandene Standleitungen können genutzt werden, sind jedoch nicht erforderlich. Die Zentrale besteht aus mehreren Personalcomputern, die in einem Verbund unterschiedliche Aufgaben übernehmen. (Abb. 5) Sie speichert die Daten über 8 Tage, dann müssen sie in einen Langzeitspeicher übernommen werden. Bei Störungen kann der Anwender die Meßstellen auch direkt ansprechen und so die Daten erfassen. Der Abruf durch die Anwender erfolgt ebenfalls mit einem PC über Modembetrieb in einem Normprotokoll mit handelsüblichen Geräten. Die Abrufsteuerung, Darstellung und Bearbeitung der Daten bewirkt die Darstellungssoftware MFPS (Multi Functional Presentation Software). Das Programm ist universell verwendbar, bietet verschiedene Darstellungen in klaren Bildern (Abb. 5) und ist durch gute Menüsteuerung einfach und ohne Vorkenntnisse zu bedienen. Das Netzwerk APDS ist für 18 Meßstellen

ausgelegt, von denen 12 eingerichtet sind. Für den Sturmflutwarndienst sind die Wetterstation auf Terschelling, Pegel und Windmeßstation Borkum, die Windmeßanlagen auf Scharhörn und Neuwerk, der Pegel Cuxhaven, Pegel und Windmeßanlage Brokdorf und die Windmeßanlage Mühlenberger Loch bei der Deutschen Airbus einbezogen. (Abb. 9) Für das Pegelwesen sind Stationen an den Hafengegeln Blankenese, Seemannshöft, St Pauli, Schöpfstelle, Bunthaus und Harburg eingerichtet. (Abb. 1 und 2)

Für den Sturmflutwarndienst werden aus den niederländischen Netzen außerdem von den Meßstellen Terschelling (TER), Engelsmanplaat (ENG) und Hubertgat (HU) die Wasserstände abgerufen und Winddaten von Plattformen in der Nordsee (AUK. A und K. 13 A) sowie von Terschelling verwendet. Nach Fertigstellung soll auch die Station F3 einbezogen werden. Damit ruft APDS stets aus drei verschiedenen Datenbanken ab. Anwendungseinheiten wurden in den Diensträumen und der Einsatzzentrale des Sturmflutwarndienstes aufgestellt.

In einem weiteren Schritt wurde die Multi Functional Presentation Software in den Notebooks der Einsatzleiter eingerichtet, die mit einem Akustikkoppler die Daten aus der Datenbank APDS übernehmen und zur Kontrolle einer Entwicklung oder für eine Vorhersage verwenden können.

Die on-line Verknüpfung zwischen der Datenbank und den Vorhersageprogrammen bleibt noch einer weiteren Entwicklung vorbehalten. Es ist aber der Schritt in ein neues redundantes System getan, mit dem die Versorgung des Sturmflutwarndienstes mit einer Datengrundlage und deren ortsunabhängigen Anwendungen gesichert ist.

6 Ausblick

APDS ist Bestandteil einer europäischen Verknüpfung von Meßnetzen geworden. Wasserstände können von der englischen Küste bis zur Elbe ausgetauscht werden. Wetterdaten sind aus der Mittleren Nordsee und entlang ihrer Südostküste von den friesischen Inseln bis hin zur Elbe verfügbar. (Abb. 3) Informationen über Seegang und Strömung können abgerufen werden. In den Niederlanden sind Flüsse und Binnengewässer ebenfalls erfaßt. Dort werden auch Daten der Wasserqualität einbezogen. In Norwegen und in den Niederlanden werden die Daten für den kontinuierlichen Betrieb von Nordseemodellen eingesetzt. Mit Wasserstands- und Winddaten wird daher von APDS ein überregionaler Beitrag geleistet, der über das Ziel hinausgeht, für den Hafen von Hamburg und seinen Sturmflutwarndienst eine elektronische Erfassung und Verwaltung dafür einzurichten.

Einen weißen Fleck stellt in diesem Verbund noch der Ostteil zwischen dem Skagerrak und der Deutschen Bucht entlang der dänischen Westküste dar. Hier stehen Wasserstands- und Winddaten nicht zur Verfügung. Das kann bei Sturmflutentwicklungen, die von Norden her einsetzen, zu einer späten Erfassung und zu Schwierigkeiten bei der Vorhersage führen. (Abb. 1)

Es könnten aber über die Anwendungen hinaus, ebenso wie in den Niederlanden, ganz andere Daten aus Hydrologie, Meteorologie oder Ökologie aufgenommen, verwaltet und bearbeitet werden. Durch den modularen Aufbau ist die Erweiterung einfach. Wenn die Sensoren Meßwerte in Stromstärken zwischen 0 und 20 Milliampere liefern, werden sie direkt aufgenommen und umgesetzt. Die Möglichkeiten der Software zur analytischen Auswertung von Daten und einer unmittelbaren Verwendung der Ergebnisse sind vielfältig. Dazu einige Beispiele:

Aus den aktuellen und vorausgerechneten Wasserständen kann der Windstau ermittelt und direkt in die Kalkulation von Vorhersagen übernommen werden.

Aus den Messungen des Seeganges werden die Kenndaten der Wellen direkt berechnet und dargestellt (Höhe, Spektrum, Energie).

Wenn der Gang der Gezeit für ein Gebiet ermittelt und eingegeben wurde, können die Wasserstände zwischen den Pegeln für beliebige Orte jederzeit interpoliert werden.

Die Eingabe der Kenndaten von Brücken, Schleusen oder Durchfahrten erlaubt in Verbindung mit den Wasserständen jederzeit die Kontrolle einer sicheren Passage anhand von Schiffsdaten. Die Eingabe der gepeilten Wassertiefen erweitert diese Möglichkeit so, daß sich daraus ein Informations- und Steuerungssystem für den Verkehr auf Wasserstraßen aufbauen läßt.

Bei längeren Revierfahrten, wie sie in den Ästuaren an der südlichen Nordsee vorkommen, kann aus der Verknüpfung der aktuellen Wasserstandsdaten mit den vorhandenen Wassertiefen und den Schiffstiefgängen die Beratung tideabhängiger Schiffe so unmittelbar erfolgen, daß eine bessere Ausnutzung der Wassertiefen möglich ist und die Passage sicherer wird.

Die Ermittlung von Wasserstandsabweichungen an den Mündungen erlaubt mit hinreichender Genauigkeit für die Zeit des Tidefortschrittes nach oberstrom dort ihre vorsorgliche Berücksichtigung im Rahmen eines solchen Beratungs-, Informations- und Steuerungssystems.

Vor diesem Hintergrund kann die Datenbank APDS in zehnfacher Weise Grundlagen für eine ständige Wasserstandsvorhersage liefern, für die gegenwärtig bei Strom- und Hafenbau ein Vorhersageverfahren mit dem Ziel entwickelt wird, einen permanenten Tideservice (PERTIS) zu schaffen. Die Vorhersage soll in einem mathematisch-numerischen Modell den gesamten Tideverlauf entlang eines Reviers etwa 12 Stunden in voraus be-

rechnen und für den Benutzer abrufbar vorhalten. Dafür könnte APDS mit Pegel- und Wassertiefen-Grunddaten verfügbar machen und darüber hinaus mit den Windwerten die Eingangsdaten für das ständige Updating des Modells liefern, aus dem die voraussicht-

liche Wasserstandsentwicklung in die Verkehrslenkung für die Schifffahrt einfließen kann. Da APDS modular aufgebaut ist, sind die Erweiterungen für solche zusätzlichen Aufgaben innerhalb der großen Bandbreite und mit den Möglichkeiten der Software einfach vollziehbar.