
HIS^{3D} - Verortung hydrografischer Daten

Ronald RUZICKA

Zusammenfassung

Im Zuge des Baues des Wasserkraftwerkes Freudenau/Wien wurde ein hydrografisches Informationssystem zur Erfüllung der Auflagen im Umweltbereich („Beweissicherung“) erstellt. Mit der Zeit stiegen die Anforderungen, insbesondere die Verortung von Daten betreffend. Zu diesem Zweck wurde – jetzt als generelles Umweltdatenmanagementsystem - HIS^{3D} entwickelt, das zu jedem Messwert auch Koordinaten speichert. Dies bietet natürlich weitreichend neue Möglichkeiten an Auswertungen: Darstellung im Flussprofil (etwa auch Konzentrationen als Falschfarbenflächen), Ausgaben auf Karten durch direkte Anbindung an ArcInfo und ArcView, Abfrage der Datenbank nach Messwerten und Stammdaten direkt aus ArcView und nicht zuletzt die Berechnung von Schichtenlinien und deren Projektion auf Karten. Innovativ sind in diesem Zusammenhang die Möglichkeiten der Angabe von Fixlinien - Linien im Raum mit festen Konzentrationen – neben den Messpunkten und von Isolatoren – Bereiche von nicht vorhandenen Konzentrationen, etwa für Dichtwände an Flüssen -, die nicht nur rein grafisch sondern exakt rechnerisch implementiert wurden.

Contents

During the building of the hydro power plant near Freudenau/Vienna a hydrographical information system has been developed to fulfill the duties in the field of environmental protection. Then the needs have grown, especially in the direction of positioning of data. For this reason the general purpose environmental data management system HIS^{3D} has been developed, which stores coordinates with each measurement value. This features offers a lot of new possibilities for evaluations: presentation of data in river profiles (e.g. value density as colored plots), output on maps by directly sending data to ArcInfo and ArcView, database requests for measurement and station information directly out of ArcView and last not least the computation of isolines and their projection on maps. The new possibilities to add so-called fixedlines – lines with fixed densities of a parameter – besides the measurement points and isolators – areas of non existing densities, e.g. for sealing walls at river sides -, which are not used purely graphically, but in a computational manner.

1 Einleitung

Im Jahre 1999 wurde der Bau des Donaukraftwerkes Freudenau bei Wien abgeschlossen. Das Kraftwerk liegt etwa 12 km vom Stadtzentrum von Wien entfernt und ist deshalb von seiner Lage her in seinen Einflüssen sehr „umweltrelevant“ für Wien. Das heißt, dass man

bei der Errichtung wesentliches Augenmerk auf die möglichste Vermeidung von schädlichen Umwelteinflüssen legen musste (SCHMALFUSS, SENGSCHEIT, GUTKNECHT 1999):

Beispielhaft zwei Punkte hierzu:

- Einerseits sollte es natürlich durch Wasserspiegelschwankungen im Bereich der Donau und dem angrenzenden Grundwasser nicht zu Überschwemmungen von bewohnten Gebieten kommen, andererseits durften auch Trinkwasserbrunnen nicht davon betroffen sein.
- Trotz veränderter Grundwasserströme war auch zu vermeiden, dass alte Deponien eventuell „ausgewaschen“ würden, und so eine Schadstoffbelastung von Brunnen auftrat.



Bild 1: Donaukraftwerk Freudenu/Wien im Bauzustand.

Um jegliche negativen Einwirkungen auszuschließen, mussten bauliche Maßnahmen durchgeführt werden (siehe Bild 1). Andererseits wurde ein automatisches, ferngesteuertes Pumpensystem errichtet (DKE 1996), um bestimmten Wasserspiegelschwankungen entgegenwirken zu können. Die Auflagen der Behörden zielten schließlich auch darauf ab, nicht nur die Maßnahmen durchführen zu lassen, sondern deren Wirksamkeit überprüfbar zu machen.

Die daraus entstehende „Beweissicherung“ hatte die Aufgabe, vor und nach dem Bau Messungen in Wasserquantität und -qualität durchzuführen und die Daten entsprechend vergleichend auszuwerten.

2 Die hydrografische Datenbank

Zu diesem Zweck wurde 1995 mit der Entwicklung einer hydrografischen Datenbank begonnen, an der Firma Simutech, Wien, federführend beteiligt war. Zum Teil mussten bereits erhobene Altdaten übernommen werden (etwa Messwerte von anderen Kraftwerksbauten entlang der Donau), andererseits mussten flexible Möglichkeiten geschaffen werden, um für die Zukunft sowohl in Richtung Diversifikation (neue Parameter), als auch Datenmenge und Auswertemethoden offen zu sein (siehe Bild 2).

Das System war als Datenbanksystem mit Multi-User Zugriffsmöglichkeiten auszulegen und sollte auf Client-Seite voll in die Windowsumgebung eingebettet sein: Schnittstellen zu MS-Excel und MS-Word, Drag-and-Drop, Online-Hilfe.

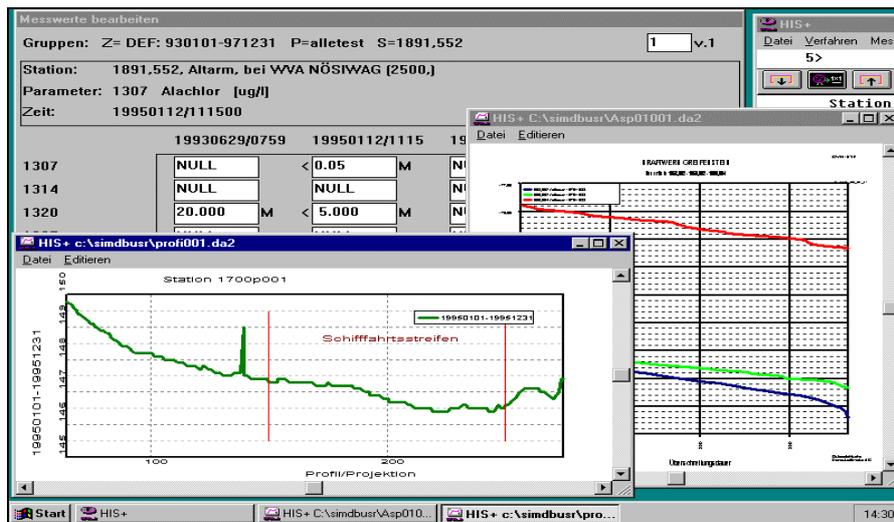


Bild 2: Typische HIS^{3D} Sitzung mit tabellarischer und grafischer Darstellung von Messwerten, sowie einem Profil.

1996 wurde das System  - **H**ydrografisches **I**nformations **S**ystem – (SIMUTECH 1998) in Betrieb genommen - und die angestrebte und implementierte Offenheit stellte sich gleichermaßen als sehr weitblickend wie notwendig heraus:

Derzeit werden

- neben Wasserstand und Durchfluss über 300 weitere Parameter (*chemische*: etwa gelöster Sauerstoff, Metalle, Benzole; *physikalische*: z.B. Leitfähigkeit; *biologische*: z.B. Auftreten von bestimmten Bakterien) erhoben,
- Werte von ca. 4000 Messstationen erfasst,

- Taktungsraten von 1 Wert pro Quartal bis zu 1 Wert pro Minute verwendet,
- 700 Werte Online alle 15 Minuten in die Datenbank eingebracht,
- in Summe ca. 140 Millionen Messwerte samt Zusatzinformationen, wie etwa Wertaufnehmer, Beeinflussung, Bestimmungsgrenze, bei qualitativen Daten auch Probevorbehandlung und –konservierung, verwaltet.

Dies sind für eine technische Datenbank ganz beträchtliche Umfänge, die natürlich auch entsprechende informatische Umsetzungen erforderten. Verwendet wurde hierzu die Basissoftware SIMUL_R+ von Simutech und einige Oracle Tools (Programmer 2000).

3 Lageinformationen zu hydrografischen Daten

In der ersten Phase der Verwendung der Datenbank wurden nur die Lageinformationen der Messstationen in Gauss-Krüger-Koordinaten gespeichert, die aber nicht weiter ausgewertet wurden.

Im Laufe der Zeit wurde jedoch die Nachfrage nach genaueren Lageinformationen immer größer:

- für Messungen in Deponien ist eine exakte Lage pro Messwert sehr wichtig – und zwar in Lage und Höhe
- Temperaturmessungen in verschiedenen Wassertiefen erfordern Höhenkoordinaten pro Messwert
- Durchfluss(„Flügel“)messungen im Flussquerschnitt zur Erforschung von Strömungsverhältnissen benötigen die exakten Lagekoordinaten
- Die Weitergabe von hydrografischen Daten an GIS-Modelle bedingt erneut Koordinaten.

Aus diesem Grund wurde das ursprüngliche Datenbanksystem  von Simutech zum neuen System **HIS^{3D}** weiterentwickelt, welches auch bereits für die gesamte Beweissicherung entlang der Donau in Verwendung ist (SIMUTECH 1999).

In **HIS^{3D}** werden sämtliche hydrografischen Informationen zusätzlich mit Koordinaten versehen. Die folgenden Attribute stehen hier pro Messwert zur Verfügung:

- (Gauss-Krüger-)Rechts- und Hochwert
- Höhe in Metern über Adria
- Messgenauigkeit Lage (in Metern)
- Messgenauigkeit Höhe (in Metern)
- Aufnahmeverfahren Lage (z.B. GPS, polare Ortung)
- Aufnahmeverfahren Höhe (z.B. Echolot mit bestimmter Frequenz, Lotkugel)
- Pdop (bei GPS-Messung)

Der Sachbearbeiter kann sich also sofort beim Betrachten von Messdaten auch über deren Lage („Verortung“) informieren.

4 Auswertungen von verorteten hydrografischen Daten

Interessant sind im weiteren natürlich spezielle ortsbezogene Auswertungen. Als Beispiele seien hier angeführt:

1. Darstellungen im Flussprofil
2. Präsentation der hydrografischen Werte auf Karten (mit ArcInfo und ArcView)
3. Auswahl von Stationen auf einer Karte
4. Berechnung von Isolinien über beliebigen Parametern, zum Beispiel Wasserstand oder spezielle chemische Parameter

4.1 Profildarstellungen

HIS^{3D} beinhaltet ein vollständiges Modul zur Verwaltung und Darstellung von Profilen. Profile werden als Quer- (im Flussquerschnitt) oder Längsprofile (beliebige andere Richtungen, auch mit Ecken in den Aufspannungsebenen) dargestellt.

Besonders interessant sind hier natürlich einerseits reine Lageänderungsvergleiche („Epochenvergleich“) und andererseits Intensitätsdarstellungen: zum Beispiel wird hier die Fließgeschwindigkeit in verschiedenen Tiefen durch verschiedene Falschfarben dargestellt (siehe Bild 3).

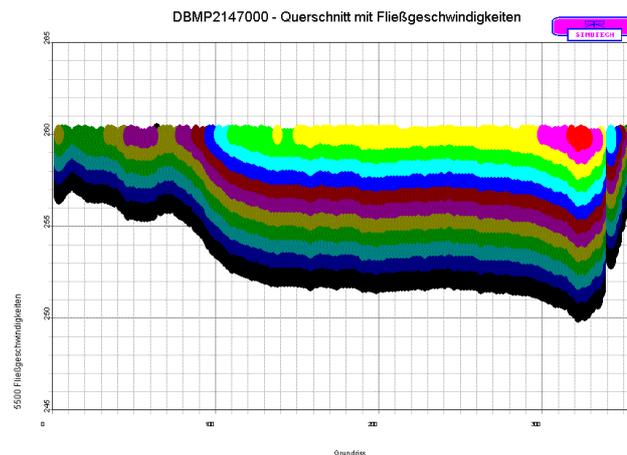


Bild 3: Fließgeschwindigkeiten im Flussprofil mit Falschfarbendarstellung.

Andere typische Anwendungen sind Darstellungen von chemischen Verunreinigungen oder der Wassertemperatur.

4.2 Präsentation von Werten auf Karten

Die Konnex zwischen hydrografischen Daten und Karten ist in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung:

Einerseits erlaubt die Darstellung auf Karten auch dem Nichtfachmann rasch eine Zuordnung von reinen Zahlenwerten zur Realität, andererseits hilft sie auch dem Sachbearbeiter einen raschen Überblick über ganze Untersuchungsgebiete zu erhalten und Zusammenhänge rein optisch zu erfassen.

Auf der Karte werden hier in Form von Bargraphen oder Tortendiagrammen die Messstationen und Werte dargestellt: entweder Werte ein und desselben Parameters in mehreren Zeitabschnitten oder mehrere verschiedene Parameter zu einem Zeitpunkt oder gemischt.

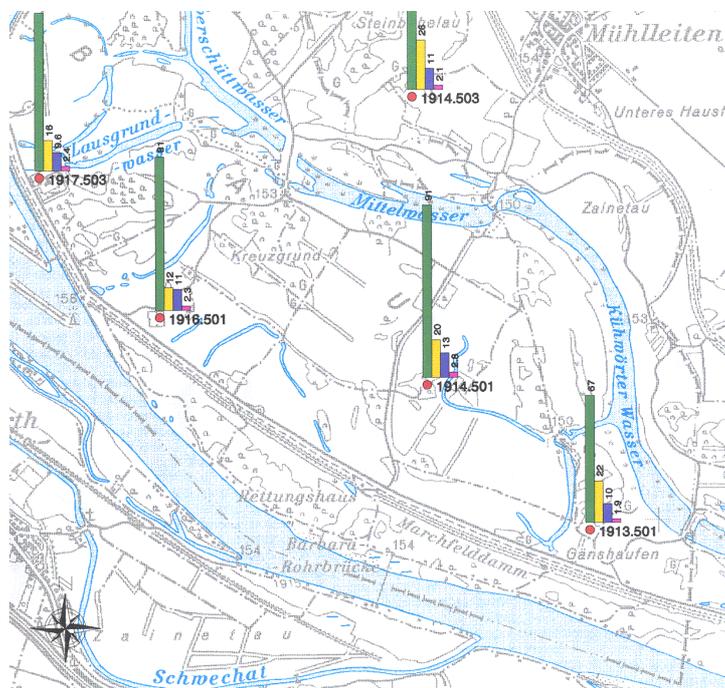


Bild 4: Darstellung hydrografischer Daten auf einer Karte unter ArcInfo.

Wichtig aus Benutzersicht ist, dass er sich nicht um die Funktionsweise des Zielsystems kümmern muss. Er bedient nur HIS^{3D} in einer einfachen Dialogbox. Alle Informationen und Operationen werden dann für den Benutzer transparent an das Grafiksystem gesendet: bei ArcInfo werden die Daten via Datenbank übermittelt und durch AMLs dargestellt, bei ArcView erfolgt die Kommunikation via DDE unter Verwendung der Sprache Avenue. Ein Beispiel mehrerer verschiedener chemischer Parameter unter Arcinfo zeigt Bild 4.

Betont sei hier noch einmal, dass es darauf ankam, auch dem in GIS-Systemen unerfahrenen Benutzer die Erstellung von Karten zu ermöglichen, – und diese Integration ist unserer Meinung nach sehr gut gelungen. In der Praxis stellte sich dann heraus, dass die Benützung von ArcView einige Vorteile bietet: unter einer typischen Windowsoberfläche arbeitend kann der Benutzer schrittweise auch sehr einfach lernen, noch nachträglich Adaptionen am automatisch erstellten Bild vorzunehmen.

4.3 Stationsauswahl auf einer Karte

Natürlich bietet sich die Beschreibung der umgekehrten Richtung ebenfalls an: der Benutzer wählt unter ArcInfo Messstationen aus, deren Werte (Mess- und Stammdaten) er dann im HIS^{3D} angezeigt bekommt. Siehe Bild 5.

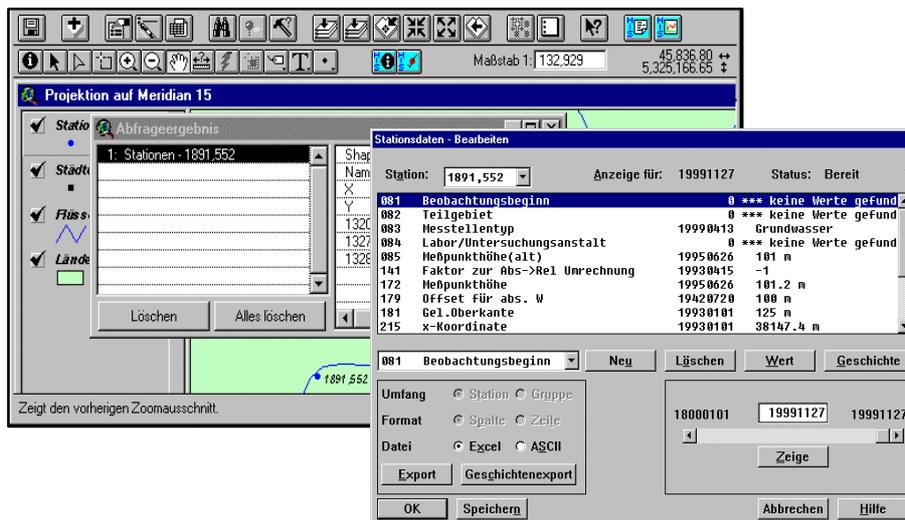


Bild 5: Typische Abfrage aus ArcView gegen die Datenbank (Stammdaten).

Diese Integration wurde schließlich soweit fortgesetzt, dass ein Daten-abfragender Benutzer alleine unter ArcView arbeiten kann und nach Betätigen entsprechender dem ArcView

System hinzugefügter Buttons oder Menüs direkt auf **HIS^{3D}**. Informationen zugreifen kann: bis hin zur textuellen und kurvenmäßigen Darstellung von Umweltdaten und zur Abfrage von Stammdateninformationen (etwa Bescheiden, Bildern, Plänen), die in der **HIS^{3D}** Datenbank abgespeichert sind. Dieser Zugriff über eine „Einstiegskarte“ senkt die Hemmschwelle beim Zugriff auf hydrografische Daten natürlich sehr ab.

4.4 Isolinien beliebiger Parameter

Der Modul HISoline des **HIS^{3D}** erstellt unter Verwendung der Lagekoordinaten der Messwerte über beliebigen Parametern Schichtenlinienpläne. Wiederum erfolgt die Ansteuerung direkt aus **HIS^{3D}** in der in Bild 6 gezeigten Dialogbox:

Bild 6: Schichtenlinienmodul HISoline des **HIS^{3D}**.

Hierin kann ausgewählt werden, ob Isolinien, Oberfläche („3D“-Darstellung) und/oder das dazugehörige Variogramm dargestellt werden. Die Rasterung der Netzberechnung kann ebenso gewählt werden wie die Parameter des Berechnungsalgorithmus (ein erweitertes Krigeage Verfahren, DVWK 1990): Gewichtungsfunktion, maximaler Abstand, Glättung.

Die Ausgabe erfolgt hier in einem reinen Schichtenlinienplot, als ASCII-Datei oder in ArcView (siehe Bild 7).

In Rücksichtnahme auf das Anwendungsgebiet Umweltdaten wurden hier sehr innovative Erweiterungen eingefügt:

Fixlinien

sind auch in der Datenbank als Messprofile abgelegte Streckenzüge im Raum, deren Werte bei der Berechnung genau eingehalten werden: sind etwa aus theoretischen Modellrechnungen bestimmte Werte als fest bekannt (etwa Wasserstände in Brunnen), so können diese als Fixlinien formuliert werden und werden somit bei der Isolinienberechnung als exakt angesehen – unabhängig von benachbarten Messwerten. Im linken unteren weißen Bereich von Bild 7 ist so eine Fixlinie mit mittleren Konzentrationen in Verwendung.

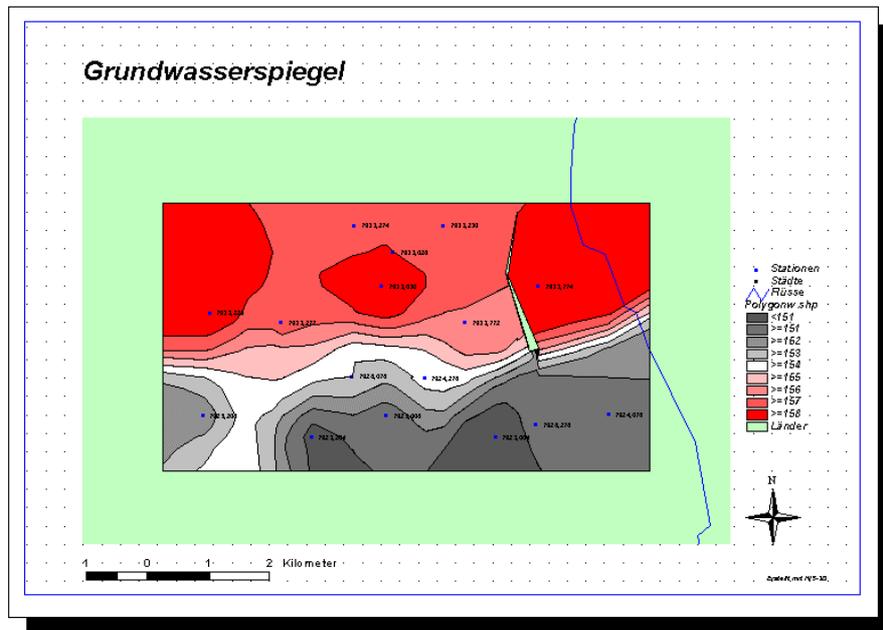


Bild 7: Schichtenlinien mit Fixlinien und Isolator dargestellt in ArcView.

Isolatoren

sind geschlossene Gebiete, in denen keine Werte (und auch keine Konzentrationen) vorliegen. Das heißt nicht, dass hier die Konzentrationen besondere hoch oder niedrig sind, sondern einfach nicht vorhanden – ähnlich einem Isolator in der Elektrotechnik.

Das besondere an der Implementierung der Isolatoren ist im HIS^{3D}, dass hier nicht einfach nachträglich in der Grafik nur ein Bereich ausgeschlossen, sondern dieser bereits exakt zur Berechnungszeit berücksichtigt wird. Es wird also aus allen Richtungen exakt bis

zum Isolator „hingerechnet“ und nicht etwa darüber hinweg. Konzentrationen auf gegenüberliegenden Seiten des Isolators haben also rechnerisch nichts miteinander zu tun!

Isolatoren werden auch wieder als Profile in der Datenbank abgelegt. In Bild 7 ist der schmale grüne Zwickel im Wertebereich ein solcher Isolator.

In der Praxis werden solche Isolatoren nicht nur für Simulationen herangezogen, sondern auch verwendet, um Dichtwände entlang von Flüssen zu modellieren.

5 Schlussbemerkungen

Das ursprünglich aus einer praktischen Anwendung heraus, dem Kraftwerksbau Freudenau/Wien, entwickelte hydrografische Informationssystem **HIS^{3D}** hat in seiner aktuellen Version den Brückenschlag vom rein hydrografischen Informationssystem, über ein generelles Umweltdatenmanagementsystem zu GIS-Systemen geschafft. Es stellt somit einen wichtigen Beitrag zur Integration der Gebiete Umweltschutz und Geodäsie dar, wie er etwa auch im Bereich Geohydrografie zu finden ist.

6 Literatur

- DKE (Donaukraft Engineering und Consulting Ges.m.b.H.) 1996: *Grundwassermanagement*, Umweltschutz 9/96, Bohmann, Wien
- DVWK 1990: *Methodensammlung zur Auswertung und Darstellung von Grundwasserbeschaffungsdaten*, DVWK Schriften 89, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- R. Schmalfluss, D. Sengschmitt, D. Gutknecht (1999): *Die Entwicklung des Wasserhaushaltes der neuen Donau seit der Stauerrichtung des Donaukraftwerkes Freudenau*, Perspektiven Heft 2-3/99, N.J.Schmitt Verlagsges.m.b.H., Wien
- Simutech (1998): *HIS – Einsatz von Oracle DB beim Kraftwerksbau Freudenau*, Oracle News 03/1998, Oracle, Wien
- Simutech (1999): *His3D – Umweltdaten mit Koordinatenbezug*, w.e.l.b. Umwelttechnik 4/99, Lisey, Wien