

## **ProNet und seine Verwandten – Eine Programmfamilie für vielfältige Anwendungsfälle**

Prof. h.c. Dr.-Ing. Rainer Hünefeld, RWTH Aachen, Institut für Bergwerks- und Hüttenmaschinenkunde

Dr.-Ing. Tilman Küpper, XGraphic Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen

Dipl.-Ing. Heribert Bramsiepe, Deutsche Steinkohle AG, Abteilung BK I 2 IT-Infrastruktur

### **1. Einleitung**

In einem Bergwerksbetrieb fallen tagtäglich tausende von Daten unterschiedlichen Ursprungs an. Betriebswirtschaftliche und technische, von der Planung über die Erfassung von Ist-Zuständen bis zur Prozessüberwachung und vieles mehr. Bei der Vielzahl der Daten ist es eine zunehmende Herausforderung, die Übersicht zu wahren.

Betriebsrelevante Daten und Informationen nicht nur an speziellen Bildschirmarbeitsplätzen, sondern unternehmensweit direkt und aktuell zugänglich zu machen, anschaulich darzustellen, Zusammenhänge zu verdeutlichen und Abläufe verfolgen zu können, ist ein wesentlicher Aspekt modernen, effizienten Informations- und Kommunikationsmanagements. Ein System, das dies leistet, ist ein wichtiges Instrument für eine ortsunabhängige Überwachung und optimierte Gestaltung von Betriebsabläufen. Dabei stehen insbesondere drei Aspekte im Vordergrund:

1. Der Zugang via Intra-/Internet zu Daten und Informationen, die aus verschiedenartigen Programmen und Quellen stammen, mittels einer einheitlichen intuitiv zu bedienenden Oberfläche.
2. Die Verknüpfung von Daten unterschiedlicher Herkunft, um Zusammenhänge transparent zu machen und systematische Zuordnungen vorzunehmen (Objektorientierte Organisation von Daten und Informationen).
3. Die Visualisierung der Daten in anschaulicher, leicht verständlicher Form anhand eines 3D-Modells des Betriebes.

Ein Programmsystem, das den intuitiven Zugang und die anschauliche Visualisierung von Daten verschiedenster Art am Grubengebäudemodell ermöglicht, befindet sich mit ProNet und seinen

verwandten Applikationen bereits seit geraumer Zeit mit nahezu 2000 Installationen mit großem Erfolg bei der DSK im Einsatz.

Im Mai 2002 wurde an dieser Stelle bereits über ProNet und den damaligen Entwicklungsstand berichtet. Im Folgenden werden nun die Neuerungen von ProNet erläutert und ein Überblick über die auf ProNet-Technologie basierenden Spezialanwendungen gegeben.

## 2. Das ProNet-Konzept

ProNet basiert auf Inter-/Intranettechnologie und ist daher leicht in eine firmeninterne Intranetstruktur integrierbar. Die Visualisierungs-Clients laufen in Browsern, wie z.B. dem Microsoft Internet Explorer, ab und sind somit weitestgehend systemunabhängig. Das ProNet-System wird über einen Webserver bereitgestellt. So ist gewährleistet, dass alle vernetzten PC-Arbeitsplätze auf das Informationsangebot zugreifen können. Die Abbildung zeigt schematisch die Anbindung des ProNet-Systems an die übrigen Bereiche eines bergwerksinternen EDV-Systems.

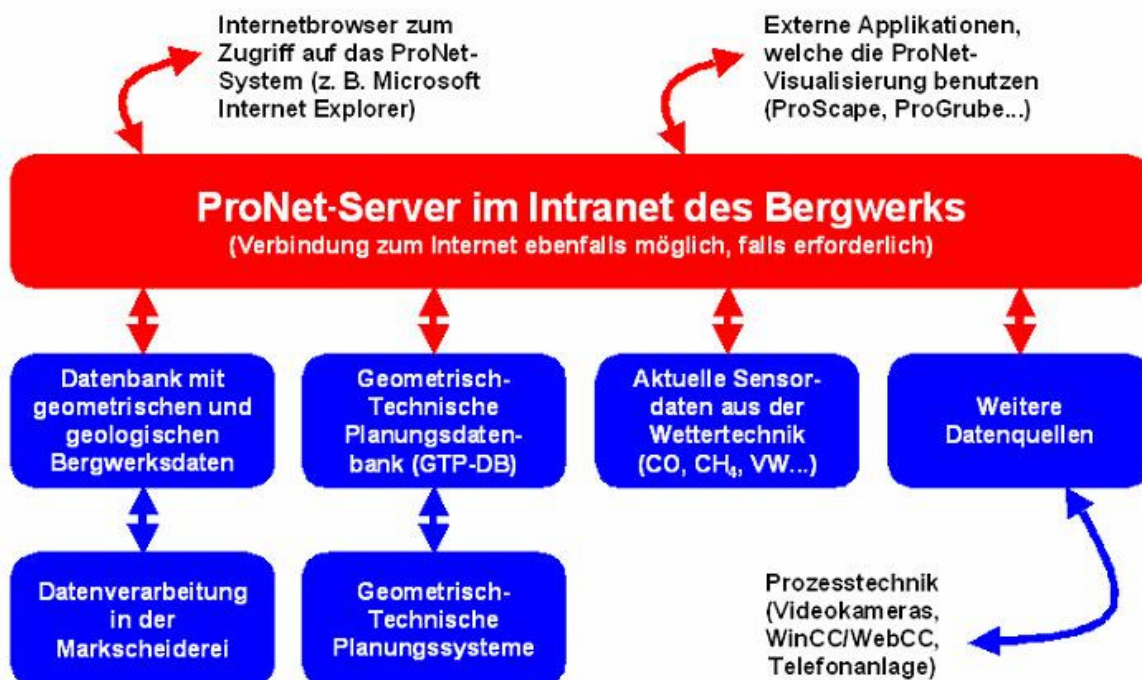


Abb. 1 - ProNet-Struktur

Zentrales Element des ProNet-Systems ist die dreidimensionale Darstellung des aktuellen Grubengebäudes. Über das 3D-Modell des Grubengebäudes ist der einfache Zugriff und die anschauliche Darstellung von Daten unterschiedlichen Ursprungs organisiert. Es dient damit als "geometrischer Datennavigator". Mit dem Grubengebäudemodell sind Informationselemente verknüpft, welche Daten- und Informationsquellen repräsentieren bzw. anzeigen oder zugänglich machen. Das Anklicken mit der Maus ermöglicht das gezielte Abfragen oder Bearbeiten derartiger Elemente. Das Grubengebäudemodell sowie alle Daten, die mit der Positionierung von Informationselementen am Grubengebäude zu tun haben, stammen aus einer zentralen "Geometrisch-Technischen Planungsdatenbank".

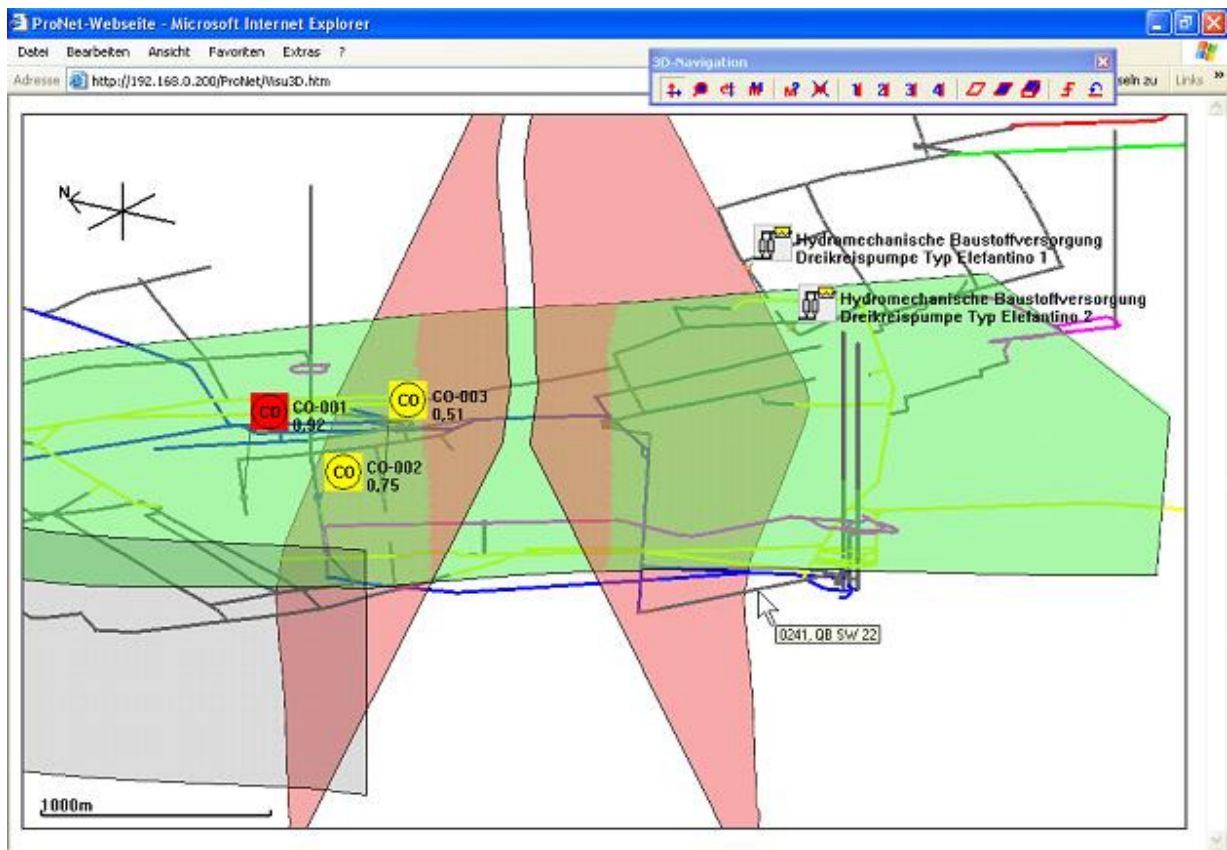


Abb. 2 - ProNet im Webbrowser

### 3. ProNet Neuerungen

Begleitend zum Betrieb des ProNet-Systems wurden wichtige Erkenntnisse gewonnen. Sie führten zu schrittweisen Erweiterungen des Systems mit dem Ziel, es den Bedürfnissen seiner Anwender optimal anzupassen:

Die Navigation in der 3D-Ansicht konnte immer weiter vereinfacht werden. Die ersten Versionen der ProNet-Visualisierung gestatteten die Rotation, Verschiebung oder Vergrößerung/Verkleinerung der Ansicht nur nach vorheriger Auswahl der gewünschten Aktion über das Steuermenü. Eine deutliche Erleichterung stellte bereits die Implementierung der 3D-Navigationsleiste dar.

In der aktuellen Version des Visualisierungscients ist für erfahrene Anwender zusätzlich eine Funktionsauswahl per Tastatur und Mousrad möglich; damit entfällt zur Veränderung der 3D-Ansicht jegliche Menüauswahl und auch die 3D-Navigationsleiste kommt seltener zum Einsatz.

Das Setzen von Merkerpositionen zur Informationsabfrage erwies sich in vielen Fällen als umständlich. Die aktuelle Version der ProNet-Visualisierung gestattet daher zusätzlich verschiedene Schnellabfragen über sog. Tooltips. Auf diesem Weg können Beschreibungen zu Betriebspunkten oder Besitzer von Planungsobjekten ermittelt werden.

Die Qualität der Geometriedaten ist nicht immer optimal. Dies betrifft insbesondere die Verknüpfungsinformationen aufeinander folgender Hohlraumelemente. Fehlen derartige Verknüpfungen innerhalb einer Hohlraumelementsequenz, so ist es nicht möglich, Verbindungswege zu ermitteln. Oder aber es werden fehlerhafte Wege ermittelt. Da die korrekte Berechnung von Verbindungen zwischen zwei oder mehreren Merkerpositionen die Grundlage weiterer Funktionen darstellt (Platzierung linienförmiger Planungsobjekte, Planung von Fluchtwegen usw.), wurden spezielle Funktionalitäten in die ProNet-Visualisierung integriert.

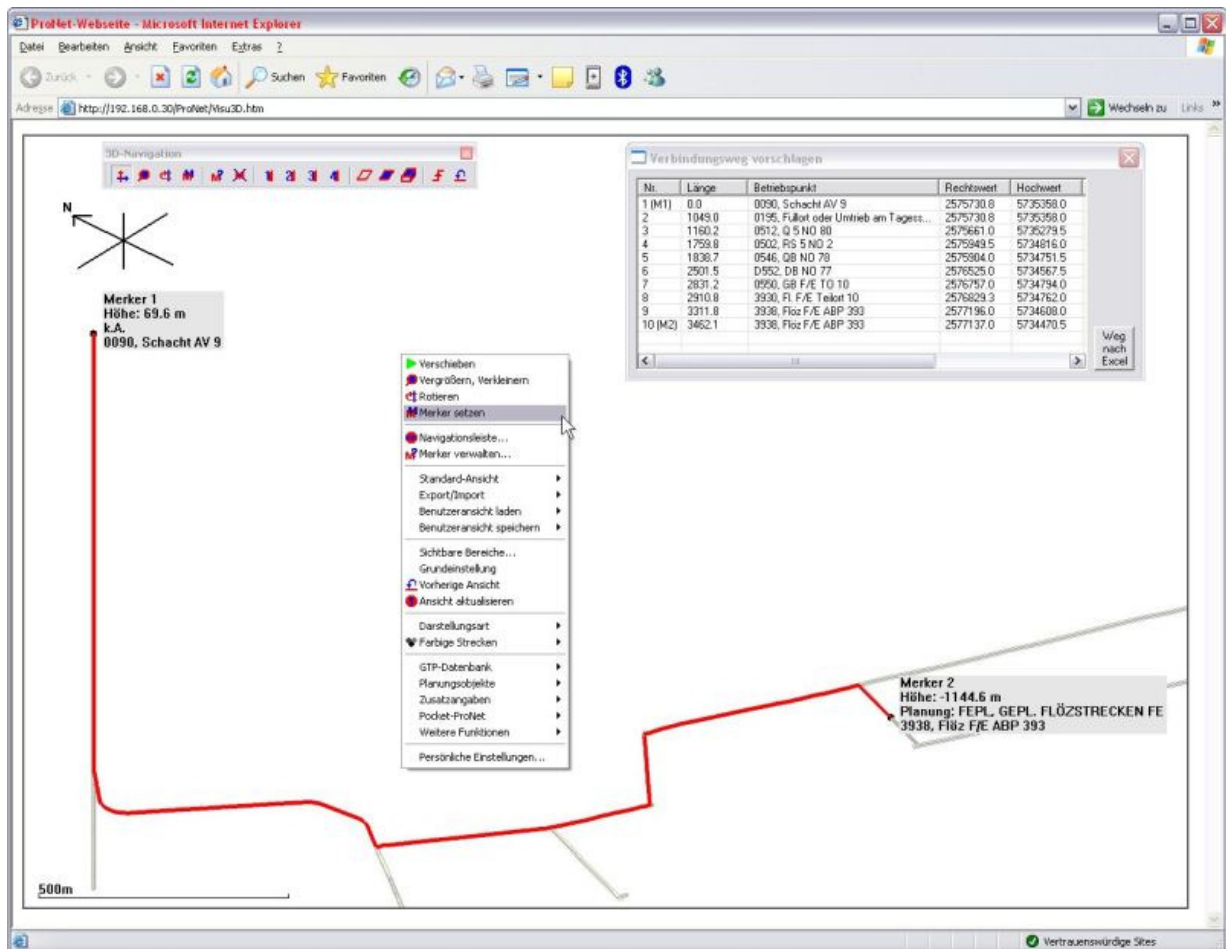


Abb. 3 – Merker und Verbindungswege

Der Anwender hat nun die Möglichkeit, Problemstellen im Grubengebäudemodell durch zusätzliche Merkerpositionen zu markieren. Dies führt dazu, dass die betreffenden Problemstellen bei der Berechnung von Verbindungswegen explizit übersprungen werden, obwohl eine logische Verbindung nicht vorhanden ist. (Nachteil: Es ist ein manueller Eingriff des Anwenders erforderlich.) Falls zwischen zwei Merkerpositionen gar kein Übergang existiert, können die entsprechenden Positionen alternativ durch einen geraden Streckenzug verbunden werden. (Nachteil: Die Länge der geraden Verbindung entspricht nicht der tatsächlichen Verbindungslänge zwischen den Merkerpositionen.) Die korrekte Lösung des Problems besteht in einer Korrektur der Verbindungsdaten direkt in DUDE. Um die ProNet-Anwender bei der dazu erforderlichen Abstimmung mit den Mitarbeitern der Markscheiderei zu unterstützen, wurden die an den Merkerpositionen angezeigten Daten erweitert. Es ist nun möglich, die Datenbank-ID jedes einzelnen Hohlraumelements abzufragen; dies gestattet eine exakte Angabe der Problemstelle und ermöglicht deren schnelle Korrektur.

Die Zahl der in der 3D-Ansicht anzuzeigenden Daten stieg mit wachsender Akzeptanz des ProNet-Systems stetig an. In frühen Versionen des ProNet-Systems wurden neue Informationsquellen in der Regel durch eigens erstellte Softwaremodule verwaltet. Dieses Vorgehen erwies sich zunehmend als unflexibel. Stattdessen wurde die ProNet-Visualisierung in die Lage versetzt, beliebige grafische Elemente mit der Ansicht des Grubengebäudemodells gemeinsam zu verwalten und darzustellen. Eine eigens definierte Programmierschnittstelle ermöglicht die Nutzung solcher grafischer Elemente sowohl durch das ProNet-Visualisierungsmodul selbst als auch durch externe Applikationen, welche die ProNet-Visualisierung als Bestandteil ihrer Benutzeroberfläche einsetzen. Die parallele Visualisierung weit entfernter Bergwerke im Rahmen der externen Applikation PROGRUBE stellte sich als problematisch heraus. Grund ist die Beschreibung der Grubengebäudegeometrie in Gauß-Krüger-Koordinaten, wobei zum Beispiel das Grubengebäudemodell eines Bergwerks bezogen auf den 6°-Meridian und des eines anderen Bergwerks bezogen auf den 9°-Meridian angegeben werden kann. Um dennoch die Darstellung derartiger Strukturen innerhalb einer gemeinsamen Ansicht zu ermöglichen, wurde ein Mechanismus zur Koordinatentransformation vollständiger Bergwerksmodelle in das Download-Programm des ProNet-Servers integriert.

Linienförmige Planungsobjekte wurden von den ersten Versionen des ProNet-Systems noch nicht unterstützt; die Beschränkung auf punktförmige Objekte erwies sich allerdings bald als zu restriktiv. ProNet-Server und -Visualisierung mussten daher in die Lage versetzt werden, Objekte mit Linienbezug verarbeiten zu können. In einem weiteren Schritt wurde zudem die Unterstützung von Objektsequenzen (Reihen von Objekten in regelmäßigem Abstand) hinzugefügt.

Die Übernahme von Informationsobjekten aus externen Applikationen war oft mit Schwierigkeiten verbunden. Diese Systeme legen ihre Objektdaten und -positionen nicht direkt in der GTP-Datenbank ab, sondern stellen sie üblicherweise in Form von ASCII-Textdateien zur Verfügung. Ein eigens erstelltes Importprogramm ermöglicht das Einlesen derartiger Textdateien und deren anschließende Übernahme in die GTP-Datenbank. Eine wichtige Aufgabe des Transferprogramms ist die Anpassung der in der Textdatei angegebenen Objektpositionen an das tatsächlich existierende Grubengebäudemodell.

Die Darstellung von Bauhöhen wurde verbessert. Neben der Folge einzelner Strebstände werden nun auch Umringspolygone zur Visualisierung genutzt. Dies führt zu einer wesentlich genaueren Darstellung des Flächenverlaufs, speziell entlang der Abbaubegleitstrecken.

Analog zur Bauhöhendarstellung wurden weitere 3D-Flächen in die ProNet-Ansicht eingebracht. Beispiele hierfür sind Flözliegend- und Störungsflächen. Auch Sonderflächen, wie zur Markierung von Schutzbereichen, können dargestellt werden (siehe Abb. 2).

Die Benutzerverwaltung der GTP-Datenbank war ursprünglich für wenige Anwender aus dem Bereich der technischen Planung ausgelegt. Durch das ProNet-Informationssystem wuchs die Zahl der Datenbankanwender allerdings stark an. Heute ist es daher möglich, neben einzelnen Datenbankanwendern auch Benutzergruppen zu verwalten. Die Datenbankadministratoren haben die Möglichkeit, neue Benutzergruppen zu definieren und ihnen die Verantwortung für bestimmte Planungsobjekttypen zu übertragen.

Viele Anwendergruppen hatten sehr spezielle Anforderungen an das Informationssystem. Auch wenn manche dieser Anforderungen schwer realisierbar oder zu fachspezifisch erschienen, konnten oft universelle Lösungen mit einem Mehrwert für alle Anwender gefunden werden.

### **3. ProNet-verwandte Anwendungen**

Das ProNet-Informationssystem ist modular aufgebaut. Ein wichtiger Bestandteil ist das Modul zur 3D-Visualisierung "Visu3D", welches durch eine komfortable Programmierschnittstelle für den Einsatz in externen Applikationen außerhalb des Webbrowsers prädestiniert ist.

So wurden verschiedene ProNet-verwandte Anwendungen zur Bearbeitung spezieller Aufgabengebiete implementiert, in deren Benutzeroberflächen Visu3D zur Interaktion mit dem Grubengebäudemodell und damit verknüpften Informationsträgern dient.

## ProGrube - alle Bergwerke im Überblick

Die Applikation ProGrube nutzt eine Funktion des Visualisierungsmoduls, die beim Einsatz im Webbrowser nicht zur Anwendung kommt: Es ist möglich, ganze Bergwerke zu einer bestehenden Ansicht hinzuzuladen um sie anschließend gemeinsam darzustellen.

Diese Funktion kann innerhalb des Intranetinformationssystems nicht genutzt werden, weil hier nur der Zugriff auf eine einzelne GTP-Datenbank (die ja das Grubengebäudemodell beinhaltet) möglich ist. Bestimmte Arbeitsplätze in zentralen Verwaltungsabteilungen unterliegen dieser Einschränkung allerdings nicht. Dort ist es möglich, mit dem Download-Programm alle Bergwerksdatenbanken auszulesen und entsprechende Geometriedateien zu erstellen.

ProGrube kann diese Geometriedateien von der lokalen Festplatte oder einem CD-ROM einlesen und innerhalb einer in der Programmiersprache Delphi erstellten, grafischen Benutzeroberfläche anzeigen. Der Zugang zu einer Datenbank oder einem Webserver im Netzwerk ist nicht erforderlich.

Der Einsatz von ProGrube bietet sich zum Beispiel auf Notebooks an, die regelmäßig außerhalb eines Intranets betrieben werden. Und immer dann, wenn Fragestellungen behandelt werden, die den Übergangsbereich zwischen zwei oder mehreren Grubengebäuden betreffen.

## ProScape - interaktive Planung von Fluchtwegen

Das Programmsystem ProScape bietet die Möglichkeit, Planungen von Fluchtwegen direkt am Grubengebäudemodell des Bergwerks durchzuführen. Dabei werden die offiziellen Richtlinien automatisch berücksichtigt.

Nach Definition des Fluchtansatz- und Endpunkts am Grubengebäudemodell erfolgt die Bestimmung der Fluchtwegverlaufs basierend auf der Funktion zur Verbindungswegberechnung, welche innerhalb von Visu3D implementiert ist. Dies ermöglicht die einfache Ermittlung von Fluchtwegen in allen offenen und geplanten Bereichen des Grubengebäudemodells.

Nach erfolgter Bearbeitung liegt ein vollständiger Planungsdatensatz vor, der über einen Reportgenerator ausgedruckt oder als Datei auf der Festplatte gesichert werden kann.



## ProKlima - ProNet in der Wettertechnik

ProKlima ist eine spezielle Applikation zur Visualisierung von verschiedenen Klimastufen direkt am Grubengebäudemodell und zur Erstellung anschaulicher Klimapläne. Es stehen Funktionen zur Darstellung einzelner Klimastufen im Grubengebäude, zur Eingabe von Beschreibungen bis hin zum Ausdruck eines vollständigen Klimaplanes zur Verfügung.

## ProTrans - Simulation von Stückguttransporten

ProTrans dient zur Simulation untertägiger Stückguttransporte mittels Lokomotivtransport oder Einschienenhängebahn (EHB). Die Applikation erlaubt eine grafisch-interaktive Definition von Transportnetzen am Grubengebäudemodell inklusive aller notwendigen Angaben hinsichtlich Transportmittel und anderer Randbedingungen.

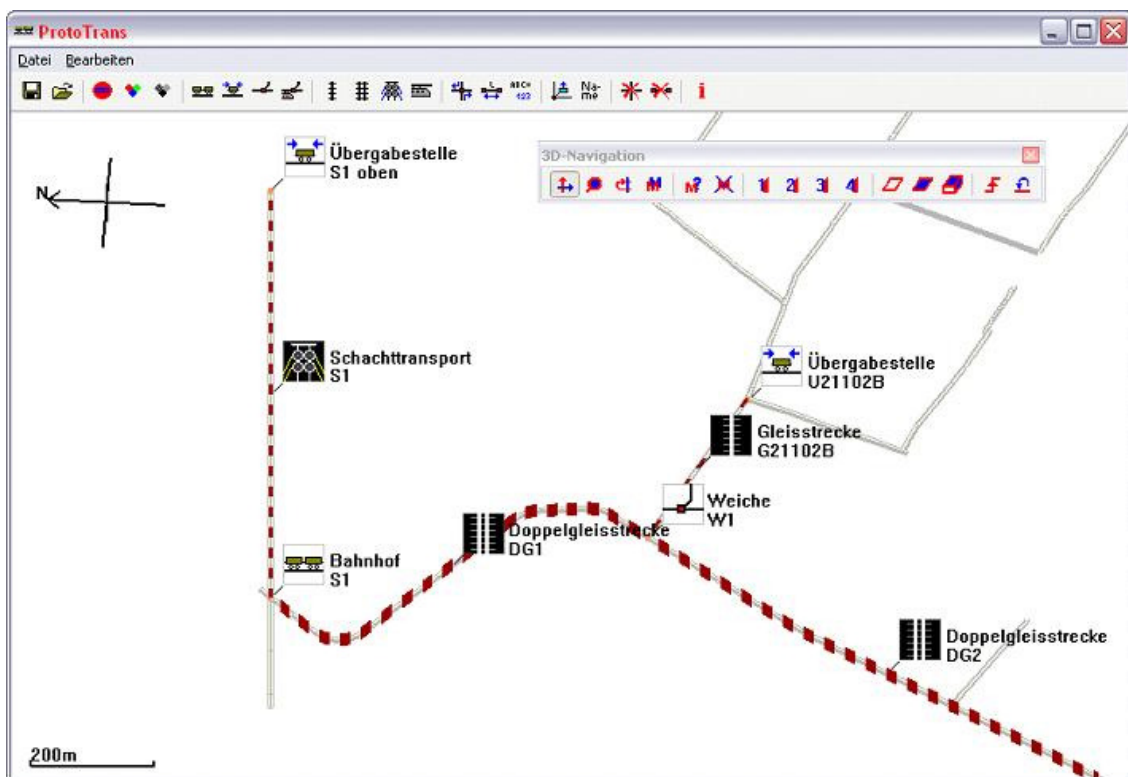


Abb. 4 – Screenshot ProTrans

Zwischenergebnis ist zunächst eine Eingabedatei für das Simulationsprogramm DOSIMIS, eine Entwicklung des Instituts für Materialfluss und Logistik der Fraunhofer-Gesellschaft in Dortmund. Nach erfolgter Simulation können die Simulationsergebnisse oder ausgewählte Teile davon direkt in der 3D-Ansicht dargestellt werden. Hierzu zählen die Auslastungen von Strecken, Bahnhöfen oder Transporteinheiten, die Dauer von Transporten usw.

In ProTrans werden Transportnetze als Verknüpfungen von Netzelementen abgebildet. Dabei ist zwischen Knotenelementen (Weichen, Übergabepunkte, Bahnhöfe) und Zweigelementen (Eingleis-, Doppelgleis-, EHB-Strecken) zu unterscheiden. Bei der Definition von Transportnetzen durch den Anwender sind zunächst die Positionen der Knotenelemente und anschließend deren Verbindungen durch die Zweigelemente festzulegen.

Die Ermittlung des genauen Zweigverlaufs sowie der Zweiglänge wird von der in die Benutzeroberfläche integrierte ProNet-Visualisierungskomponente übernommen. Neben der Definition der Netztopologie sind verschiedene Randbedingungen zu berücksichtigen wie Fahrpläne, verfügbare Transporteinheiten und Startzustände, die den einzelnen Netzelementen zugeordnet sind. Diese Zuordnungen führen zu einer hierarchischen Datenstruktur, die zwischen der ProTrans-Benutzeroberfläche und dem Simulationskern im XML-Format übermittelt wird. Dies gewährleistet eine flexible Anbindung des Simulationskerns wie auch eine leichte Erweiterbarkeit der ProTrans-Oberfläche.

Insgesamt bietet ProTrans eine einfache Möglichkeit zur Definition von Transportnetzen direkt am Grubengebäude des Bergwerks und ermöglicht so die Nutzung einer spezialisierten Simulationssoftware über eine intuitiv anzuwendende Benutzeroberfläche.

#### ProEHB - ProNet-Technik in der Automatisierung

Im Rahmen des DSK-Forschungsprojekts "Mannlose EHB" wurde unter Nutzung von ProNet-Technologie ein Softwaresystem zur "Visualisierung von Einschienenhängebahnen" entwickelt. Damit ist es möglich, die aktuellen Positionen und Statusmeldungen der automatisch betriebenen Züge am Grubengebäudemodell des Bergwerks darzustellen sowie Fahraufträge zu generieren und an die Maschinensteuerung zu übermitteln.

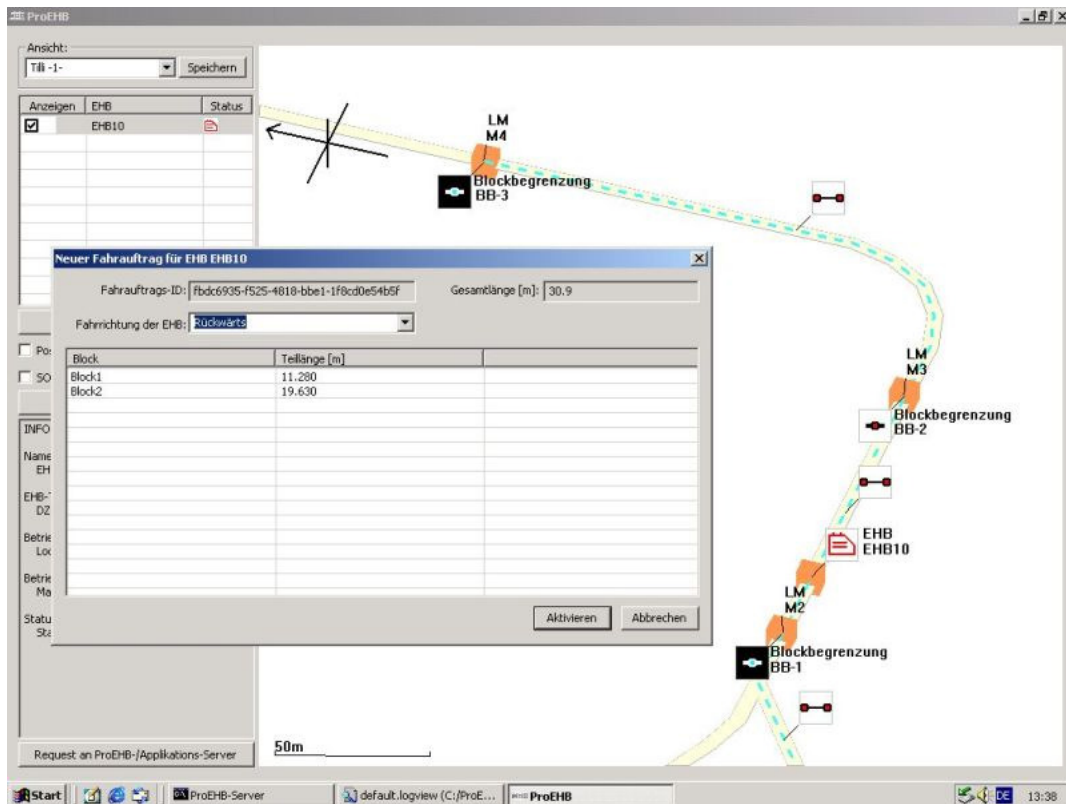


Abb. 5 - Screenshot ProEHB

Die Kommunikation zwischen der neu erstellten Software und der zentralen Maschinensteuerung geschieht auf Basis von IREDES online ("International Rock Excavation Data Exchange Standard"). Dieser im internationalen Bergbau etablierte Standard nutzt Technologien wie XML (Extensible Markup Language), SOAP (Simple Object Access Protocol) und HTTP (Hypertext Transfer Protocol) zur Realisierung eines plattformunabhängigen Datenaustauschs im Internet bzw. Intranet.

Das Gesamtsystem ist zur Zeit auf dem Bergwerk Ost als Prototyp realisiert und befindet sich in der Erprobungsphase. Die Weiterentwicklung zur Serienreife hat bereits begonnen; die Fertigstellung ist für dieses Jahr geplant.

## ProEnergie – Überwachung von Rohrleitungsnetzen

ProEnergie ist eine Entwicklung, die in Zusammenarbeit mit dem Bergwerk Prosper Haniel durchgeführt wird. Diese hat zum Inhalt, durch eine optimierte Überwachung und den geregelten Betrieb von Rohrleitungsnetzen, Energieeinsparungen zu erzielen.

Das Projekt ist in drei Phasen gegliedert. Die erste Phase umfasst eine anwenderfreundliche, aufgabengerechte Visualisierung von Druckluft- und Frischwassernetzen in der Warte. Die Darstellung beinhaltet die Geometrien der verschiedenen Rohrleitungsnetze auf Grundlage des 3D-Grubengebäudemodells des Bergwerks sowie Symbole für aktuelle Messwerte aus dem Überwachungsprozeß. Weiterhin soll sie bereits erste Reports und Auswertungen liefern, die dem Energiebeauftragten des Bergwerkes ein hohes Maß an Transparenz verschaffen. Bereits dadurch erschließen sich erste Möglichkeiten zur Energieeinsparung. Die Visualisierung ist darüber hinaus Basis für die Umsetzung einer automatisierten Leckageerkennung (Phase II) und Netzregelung (Phase III).

Inzwischen wurde die Entwicklungsziele der Phase I erreicht. Die 1. Ausbaustufe von ProEnergie wurde auf dem Bergwerk installiert und erste Schulungsmaßnahmen durchgeführt. Neben einer übersichtlichen Darstellung der Rohrleitungsnetze mit Statusangaben für die Messgeräte und Anzeigen der aktuellen Messwerte am Grubengebäudemodell, besteht nun auch die Möglichkeit, durch Anklicken der Messgerätesymbole direkt weitere Informationen, z.B. Trendkurve und Diagramme aus dem Programm FVIS, aufzurufen.

Zusätzlich steht eine Administratorkomponente zur Verfügung, die ein interaktives grafikorientiertes Einpflegen des zu überwachenden Netzes mit allen notwendigen Verknüpfungen zu Messwerten und sonstigen Informationen unterstützt.

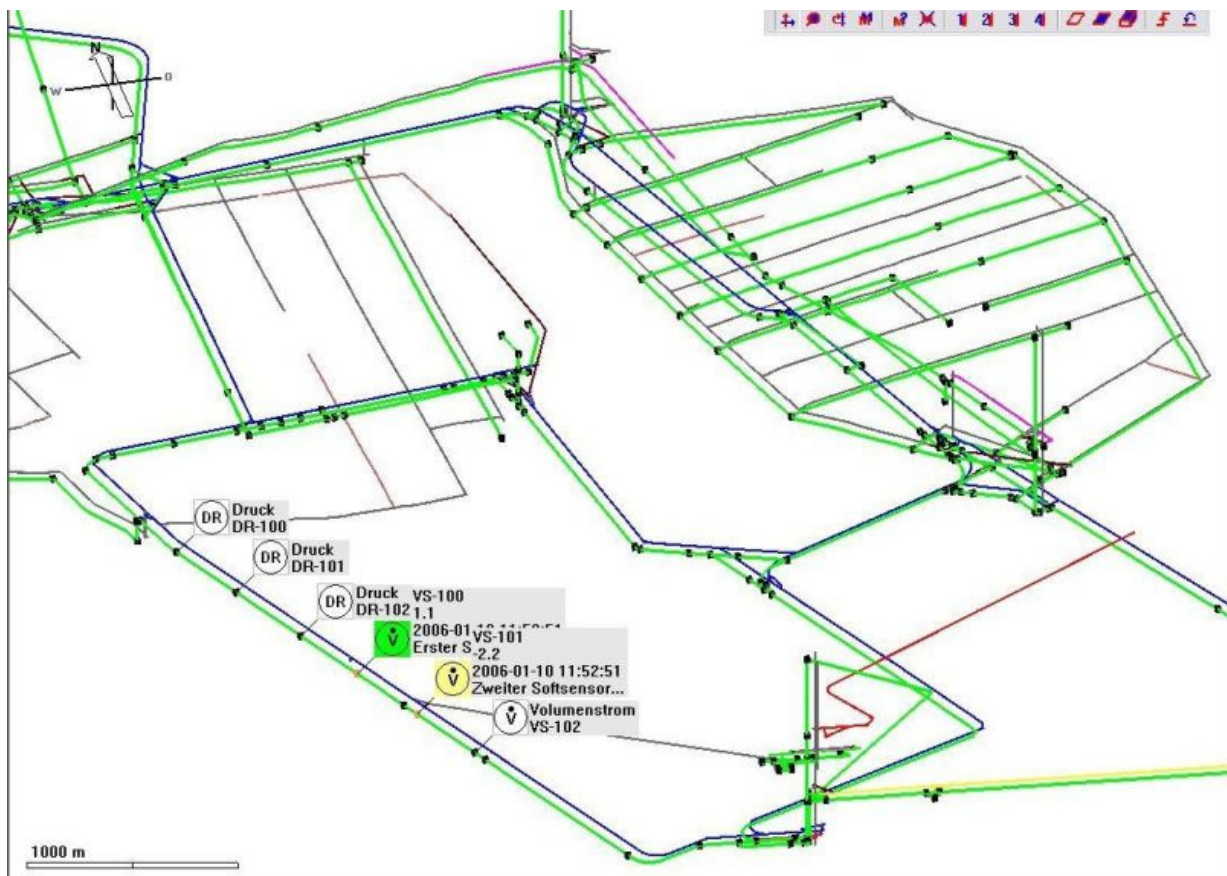


Abb. 6 – Screenshot ProEnergie

Mit den Entwicklungsarbeiten für Phase II wurde bereits begonnen. Hier ist vorgesehen, neben der messtechnischen Überwachung des Netzes parallel eine Netzsimulation laufen zu lassen, in die ausgesuchte aktuelle Messwerte einfließen. Durch den Vergleich von Soll-Werten aus der Simulation mit Ist-Werten aus der Überwachung sollen Rückschlüsse auf Störungen und Leckagen ermöglicht werden. Zu diesem Zweck ist natürlich eine hohe Übereinstimmung zwischen Modell und dem realen Netzgegebenheiten Voraussetzung. Erste Untersuchungen führten bereits zu zufrieden stellenden Ergebnissen.

#### ProMobil - mit dem PDA unter Tage

Daten und Informationen im ProNet-Umfeld auch mobil abfragen und übermitteln zu können ist die Intention von ProMobil. Neben einer Anwendung zur Aufnahme markscheiderischen Daten ist ProMobil-W ein weiteres Beispiel hinsichtlich des Einsatzes mobiler Rechnertechnologie im Bereich der Wettertechnik. Diese Applikation erlaubt, mittels eines Pocket-PC unter Tage

wettertechnische Messdaten zu sammeln, welche anschließend zur weiteren Verarbeitung und Speicherung in ein zentrales System über Tage transferiert werden können.



Abb. 7 – Untertage-PDA

ProMobil-W besteht aus einer Desktop- und einer Pocket-PC-Applikation. Die auf der ProNet-Visualisierung aufbauende Desktopapplikation ermöglicht es, Messtouren zentral zu planen. Am Grubengebäudemodell werden die einzelnen Messpunkte einer Messtour definiert und die erforderlichen Messaufgaben jedes Messpunkts spezifiziert. Die Messtouren lassen sich nun auf einen Pocket-PC übertragen, wo sie ebenfalls als 3D-Modell zur räumlichen Orientierung zur Verfügung stehen. Die Erfassung der Messdaten wird durch speziell auf die verschiedenen Messaufgaben angepasste Eingabemasken vereinfacht.

Die gesammelten Daten lassen sich zur weiteren Verarbeitung und zur Erstellung gedruckter Auswertungen wieder auf den Desktop-PC laden. Zur Speicherung der Messdaten nutzt die Desktopapplikation ein relationales Datenbanksystem.

#### **4. Ausblick**

Jede der in ProNet zusammengeführten Einzeltechnologien

- intranetbasiertes Informationsmanagement im Webbrowser,
- 3D-Visualisierung zur Datennavigation und -manipulation,
- Prozessdatenvisualisierung und -verarbeitung,

steht für etablierte Marktbereiche oder ist Gegenstand intensiver Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Es ist die Zusammenführung dieser drei Einzeltechnologien, die einen wichtigen Schritt hin zu benutzerfreundlichen Systemen mit hoher Akzeptanz ermöglicht, dies lässt sich nicht zuletzt am ProNet-Informationssystem und den im ProNet-Umfeld entstandenen Applikationen erkennen.

Der Einsatz der ProNet-Technologie ist nicht nur auf den untertägigen Bergbau beschränkt. Tagebaubetriebe, aber auch Bereiche außerhalb des Bergbaus, wo Daten Raumbezug haben und eine 3D-Modellierung möglich ist, sind als Einsatzfelder bestens geeignet. Um allgemeingültigeren Anforderungen gerecht zu werden, hat die Firma XGraphic auf Grundlage der während der ProNet-Entwicklung gesammelten Erfahrungen einen modularen „Software-Baukasten“ entwickelt (SDK 3D, Software Development Kit), der eine Zeit und Kosten sparende Erstellung von webbasierten Applikationen zur interaktiven Visualisierung beliebiger dynamischer Datenbestände ermöglicht. Dieser „Baukasten“ enthält eine Sammlung verschiedenartiger, voneinander unabhängigen Komponenten, welche sowohl einzeln eingesetzt, als auch beliebig zu komplexeren Systemen kombiniert werden können.

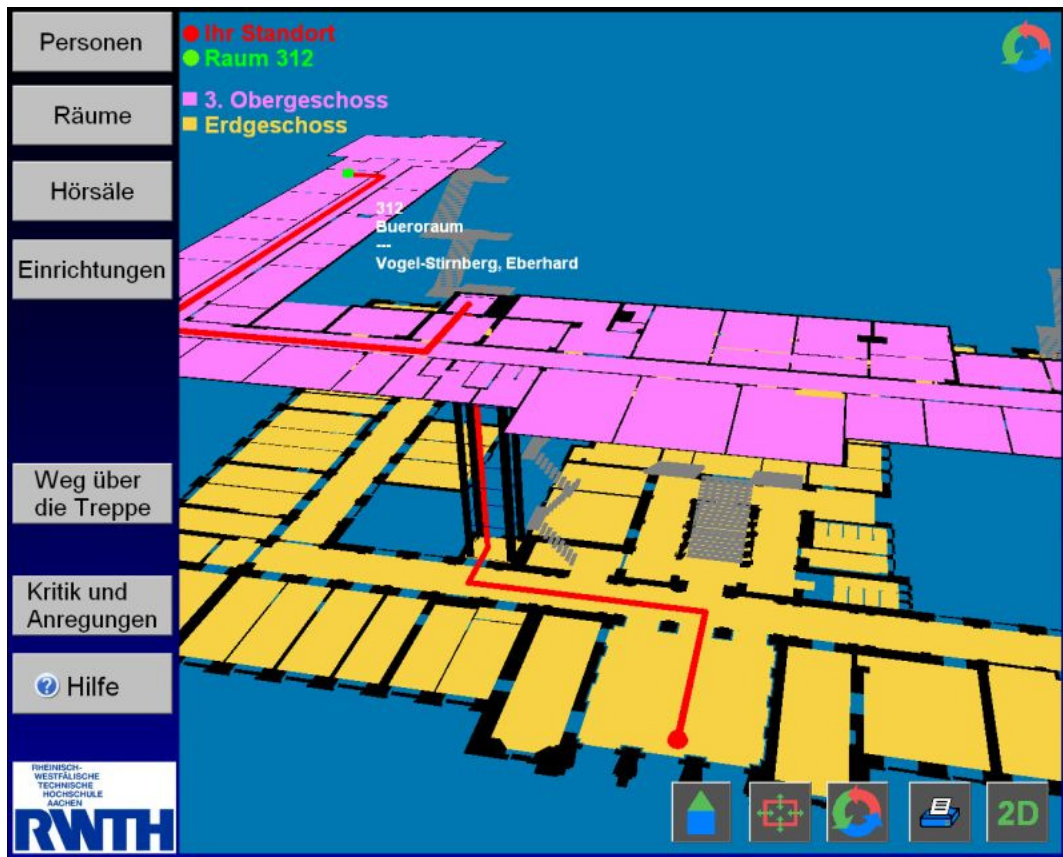


Abb. 8 – Wegeleitsystem

Ein erstes Beispiel für eine auf Grundlage des SDK 3D entwickelte Applikation ist in Abbildung 8 dargestellt. Dabei handelt es sich um ein 3D-orientiertes Wegeleitsystem für das Hauptgebäude der Technischen Hochschule in Aachen. Weitere Applikationen sowohl für den Bergbau als auch für andere Bereiche sind in Vorbereitung.