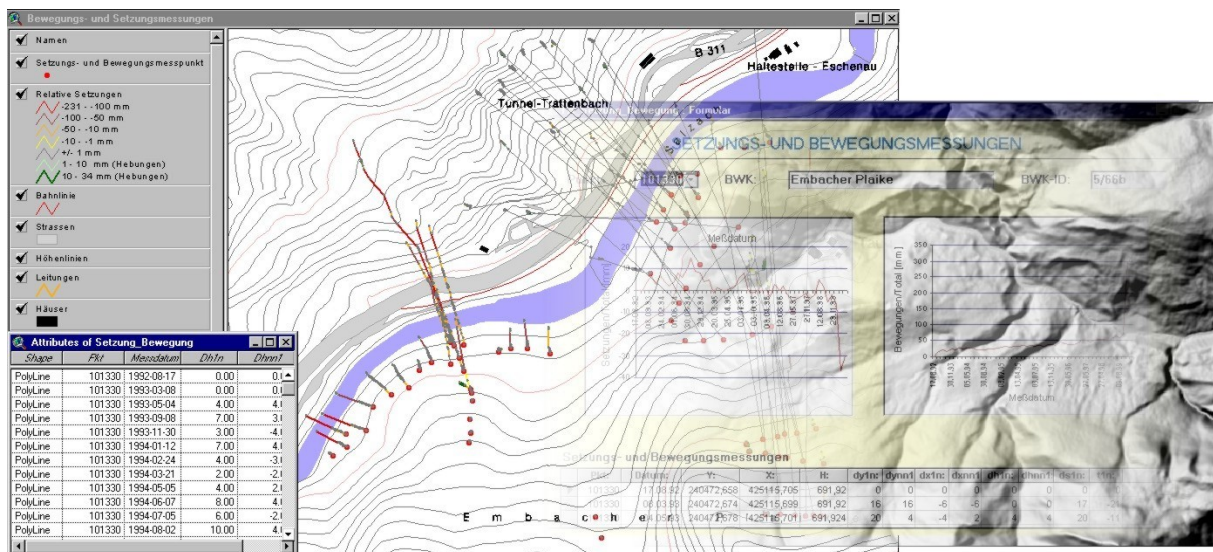


## WLS – REPORT 61

# ERSTELLUNG EINER GIS-UNTERSTÜTZTEN DATENBANK ALS INSTRUMENT DER RISIKOANALYSE IM BEREICH DER TAUERNNORDRANDSTÖRUNG ZWISCHEN TAXENBACH UND LEND



Projektleiter: HÜBL Hannes  
Projektmitarbeiter: GANAHL Egon  
Projektmitarbeiterin: RODER Ingrid

Wien, im Jänner 2002

# INHALTSVERZEICHNIS

1	Problem .....	2
2	Ziel .....	2
3	Methode.....	3
4	Projektgebiet.....	3
5	Monitoring – Messungen.....	4
5.1	Embacher Plaike .....	4
5.2	Taubenlehenplaike .....	6
5.3	Bahnhof Eschenau .....	6
5.4	Talzus Schub Auwirt-Terrasse.....	7
5.5	Eschenauer Straße.....	7
5.6	Felsrutschung Unterstein.....	8
6	Monitoring - Datenbank - GIS .....	8
6.1	Datengrundlagen .....	8
6.1.1	SAGIS-Daten.....	9
6.1.2	Digitale Orthophotos.....	9
6.1.3	Grundkarte M:1:5.000 .....	9
6.1.4	Geologische Gutachten.....	10
6.2	ArcView-Project - Erstellung.....	11
6.2.1	Höhenmodell .....	11
6.2.2	Einsatz .....	12
6.3	Datenbank - Datenmanagement .....	13
6.3.1	Datengrundlagen.....	13
6.3.2	Datenaufbereitung.....	14
6.3.3	Access – Datenbank - Erstellung .....	16
6.3.4	Datenbank - Abfrage .....	18
6.4	Datenbank-GIS-Verknüpfung .....	19
6.4.1	GIS-Applikation GEOMOVE .....	20
7	Ausblick .....	21
8	Literatur.....	23

## **1 PROBLEM**

Die Talflanken der Taxenbacher Enge – insbesondere jene am orographisch rechten Salzachufer - werden in weiten Bereichen von Massenbewegungen erfasst. In der Schluchtstrecke der Salzach zwischen Taxenbach und Lend treten sowohl tiefgreifende als auch seichtgründige Massenbewegungen auf.

Die L 273 Eschenauer Landesstraße, B 311 Pinzgauer Straße sowie L 266 Embacher Landesstraße und L 270 Lender Landesstraße sind vielfältigen Bewegungen ausgesetzt, die immer wieder auch Schäden verursachen.

Massenbewegungen konnten die Salzach beim Hochwasserereignis 1986 so stark abdrängen, dass die Bahntrasse im Bereich des Bahnhofs Eschenau unterspült wurde. Das Ufer der Salzach wurde gesichert, die Sohle stabilisiert. Im Bereich der Embacher Plaike wurden bis Ende der 70er Jahren umfangreiche Drainagen angelegt und durch die Bewegungen teilweise wieder beschädigt. Der Salaterbach und der Embacher Kirchbach wurden verbaut, um die Versickerung und damit die Durchfeuchtung im Bereich der Embacher Plaike zu verhindern.

Das Amt der Salzburger Landesregierung beobachtet und dokumentiert die Massenbewegungen in Bereich der Taxenbacher Enge und führte zahlreiche geodätische Messungen und Kernbohrungen durch. Die Messdaten konnten weder untereinander noch mit anderen Informationen, wie sie im GIS bereits vorhanden sind, in einen direkten Zusammenhang gebracht werden, womit die Aussagekraft der Messdaten nicht optimal ausgeschöpft wurde.

## **2 ZIEL**

Die Experten sollen bei der Überwachung und Kontrolle der Massenbewegungen durch die zentrale Verwaltung der Messdaten und deren Verknüpfung mit dem GIS optimal zusammengeführte Datengrundlagen erhalten. Die Entscheidungsgrundlagen werden dadurch auch für den interessierten Bürger transparent und nachvollziehbar. Damit kann ein Beitrag zum Verständnis und zur Bewusstseinsbildung für die Beurteilung von Gefahren geleistet werden.

Die genaue Lage der Messpunkte und die Ergebnisse der Messungen in Form von Verschiebungs- und Setzungskurven sollen in ein digitales Höhenmodell integriert werden. Ort, Richtung, Ausmaß und Intensität von Bewegungen und/oder Setzungen sollen klar und verständlich erfasst werden.

Geologische Profilschnitte und Hinweise auf Gutachten sollen die kompakte Information ergänzen. Das Informationssystem soll selbstverständlich auch Infrastruktureinrichtungen wie z.B. Bahn- und Straßenverbindungen enthalten, damit die Experten und Verantwortungsträger mögliche Auswirkungen auf diese Einrichtungen rechtzeitig erkennen und rasch reagieren können.

Die Datenbank zur Verwaltung der Messdaten soll darüber hinaus auch zeigen, wie die Messdaten der einzelnen Bauwerkkataster (BWK) für das gesamte Bundesland Salzburg in einer Datenbank aufgenommen werden könnten.

### 3 METHODE

Die vorhandenen Daten werden digital aufbereitet bzw. im GIS zusammengeführt. Im Mittelpunkt der Datenbearbeitung stehen die geodätischen Messungen des Amtes der Salzburger Landesregierung (ASLR) zur Erfassung der Bewegungen. Die vorhandenen Vermessungspunkte sowie die Bohranschlagpunkte werden koordinativ erfasst.

Die Generierung einer Datenbank mit den vorhandenen Daten sowie die Verknüpfung der Messdaten mit ArcView sollen die Übernahme der Daten in SAGIS ermöglichen. Die Verschiebungs- und Setzungskurven der Vermessungen werden in das Höhenmodell eingepasst sowie die lotrechten und schrägen Kernbohrungen samt den vorhandenen geologischen Schnitten in ArcView eingearbeitet.

Die geologische Karte EXNER (1979) stand für die Bearbeitung nicht zur Verfügung und konnte daher nicht georeferenziert bzw. in die GIS-Plattform übernommen werden.

Das Höhenmodell wurde von den Höhenschichtlinien der Grundkarte 1:5000 erstellt, um das Gelände im Bereich der Messpunkte optimal repräsentieren zu können.

### 4 PROJEKTGEBIET

Die Massenbewegungen in der Taxenbacher Enge wurden in der Diplomarbeit von Ingrid Roder ausführlich beschrieben und werden hier nur kurz zusammengefasst. Die Talflanken der Taxenbacher Enge – insbesondere jene am orographisch rechten Salzachufer – werden in weiten Bereichen von Massenbewegungen erfasst, die seit der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts aufgezeichnet wurden. Die Embacher Plaike und die Taubenlehenplaike sind von allen Bewegungen in der Taxenbacher Enge am besten dokumentiert.

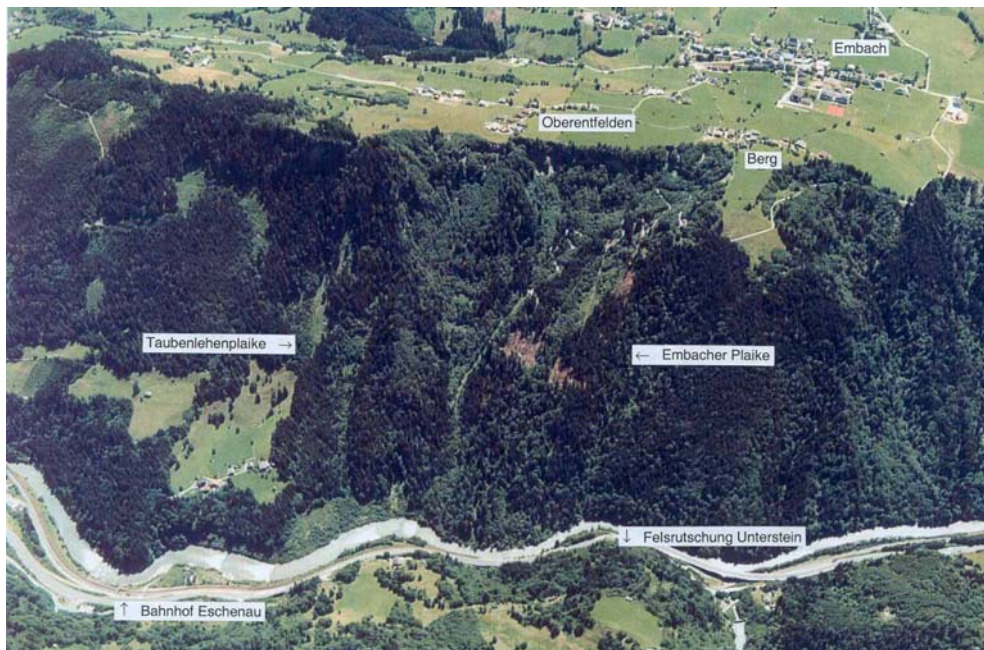
Die **Embacher Plaike** nimmt den weitaus bedeutendsten Rang unter den Bewegungen in der Taxenbacher Enge ein. Von ihr ging historisch gesehen nicht nur das katastrophalste Ereignis des Gebietes aus, sondern sie ist auch heute noch die Massenbewegung mit den flächen- und bewegungsmäßig größten Ausmaßen. Dem entsprechend wurden und werden die Aktivitäten der Embacher Plaike auch am besten untersucht und dokumentiert.

Die **Taubenlehenplaike** war, vor allem in Mitte der 80er Jahre, aber auch noch einmal Anfang der 90er Jahre in Bewegung. Zu größeren Bewegungen kam es 1986 weiter flussabwärts, als die Salzach infolge eines Hochwassers die Bahntrasse beim Bahnhof Eschenau nordöstlich der Taubenlehenplaike unterspülte. Die dort errichtete Stützmauer wird seither überwacht.

Der **Talzus Schub bei der Auwirt-Terrasse** führte zu gravierenden Auswirkungen auf die Brückenbauwerke, sodass diese teilweise erneuert werden mussten.

Am linken Salzachufer sind an der **Eschenauer Straße** immer wieder Sanierungsmaßnahmen nötig, da die Straße in einer Teilstrecke genau im Abrissbereich einer Rutschung angelegt und daher wiederholt beschädigt wurde.

Vom historischen Standpunkt aus nimmt darüber hinaus die **Felsrutschung am Unterstein** eine wichtige Position ein, da diese im letzten Jahrhundert zum Einsturz eines Eisenbahntunnels geführt hat.



**Abbildung 1:** Taxenbacher Enge bei Embach

## 5 MONITORING – MESSUNGEN

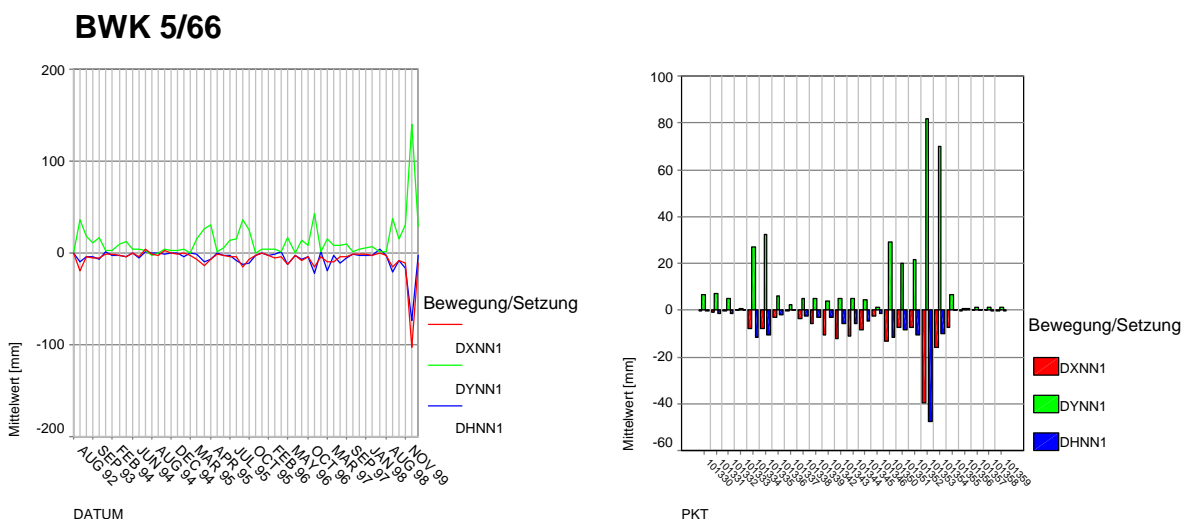
Aufgrund der Schadensereignisse und des hohen Gefahrenpotentials der Massenbewegungen in der Taxenbacher Enge entwickelte das Amt der Salzburger Landesregierung, Vermessungsdienst der Landesbaudirektion - Geologischer Dienst - ein Messsystem mit zahlreichen Beobachtungspunkten an der Geländeoberfläche für die geodätischen Bewegungs- und Setzungsmessungen. Darüber hinaus wurden Kernbohrungen durchgeführt, um die Bewegungen im Untergrund mit Neigungsmessungen aufzuzeichnen bzw. den Grundwasserspiegel zu messen.

### 5.1 Embacher Plaike

Zunächst wurde nur der Fußbereich der Embacher Plaike überwacht (BWK 5/66, "Embacher Plaike"), 1994 bis 1998 wurden zusätzlich Messungen im

Mittelteil (BWK 5/164, "Embacher Plaike Obere Schneise") durchgeführt. Seit 1995 wird auch ober- und unterhalb der Abrisskante bei Oberentfelden (BWK 5/165, "Senke Embach") gemessen. Die Abstände zwischen den einzelnen Messungen variieren zwischen zwei Wochen und einem halben Jahr.

Die Diagramme in Abbildung 2 zeigen deutlich, wie aktiv der Fußbereich der Embacher Plaike in den 90er Jahren war.



**Abbildung 2:** Relative Bewegungen (DXNN1 und DYNN1) und Setzungen (DHNN1) im Fußbereich der Embacher Plaike zwischen 1992 und 2000

Die Messpunkte im mittleren Fußbereich waren im gesamten Vermessungszeitraum (1992-2000) in Bewegung. Ein Messpunkt wurde insgesamt sogar fast 3 m in eine Richtung versetzt. Zwischen Herbst 1999 und Frühjahr 2000 waren im gesamten Fußbereich stärkere Bewegungen zu verzeichnen.

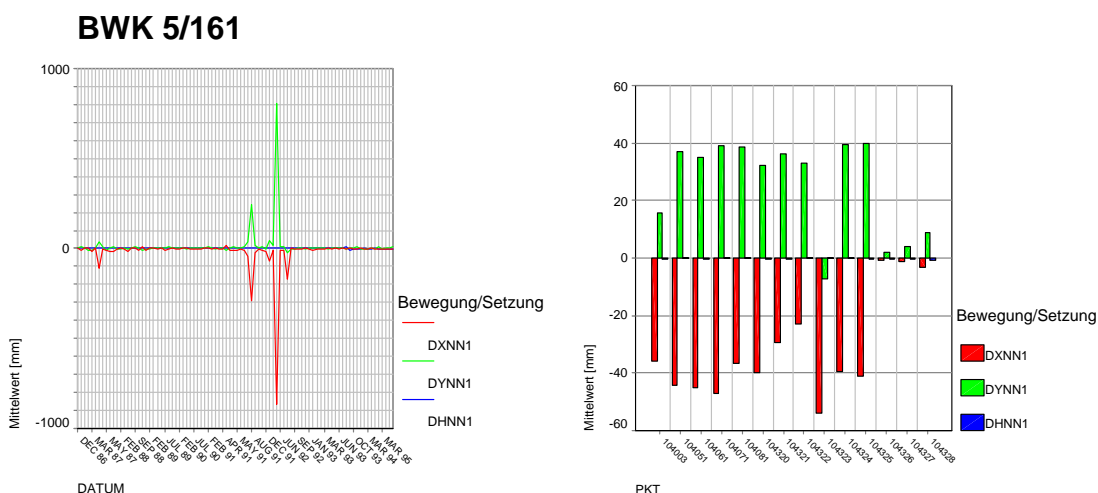
Das Messnetz im Fußbereich der Embacher Plaike BWK 5/66 besteht aus 25 Messpunkten und ist damit deutlich dichter als die anderen Messnetze der Embacher Plaike. Die Messreihen im Fußbereich reichen zwei bis drei Jahre weiter zurück als die anderen Messreihen der Embacher Plaike. Sie wurden auch wesentlich öfters gemessen als z.B. die Messpunkte der Embacher Plaike Obere Schneise BWK 5/164.

Im Zuge der Erstellung eines geologisch-hydrogeologischen Gutachtens wurden 1995 drei Kernbohrungen durchgeführt. In der Folge wurden im Fußbereich und im Mittelteil der Embacher Plaike zwei Neigungsmesser installiert (KLEBERGER, 1996). Der Neigungsmesser B1/95 liegt in einem vermutlich anstehenden Felsrücken in der Mitte der Plaike; dort wurden in den ersten Vermessungsperioden keine Bewegungen verzeichnet. Der Neigungsmesser B2/95 hingegen liegt direkt in der besonders aktiven zentralen Zone des Fußbereiches. Allein zwischen März und Mai 1996 wurden dort in 2,5 m Tiefe

Deformationen von 3,7 cm gemessen. Die dritte Kernbohrung, die nur wenige Meter vom Salzachufer entfernt liegt, wurde als Grundwasserbeobachtungspegel (im Prinzip nur in Form eines Rohres) ausgebaut; dieses Rohr ist inzwischen in 8,5 m Tiefe abgerissen (mündliche Auskunft WINKLER; ASLR 2001).

## 5.2 Taubenlehenplaike

Nach den Ereignissen Mitte der 80er Jahre wurde die Taubenlehenplaike erstmals genauer beobachtet und vermessen. Nach einfachen Pflöckvermessungen auf der Höhe der ehemaligen Reichsstraße (heute ein Weg) bei 720 m NN, die zwischen Mai und August 1986 einen Versatz von 25 cm zeigten, wurden Ende 1986 bzw. Anfang 1987 im unteren Bereich der Plaike Vermessungssignale gesetzt (BWK 5/161, "Taubenlehenplaike Fuß"). Nach den Bewegungen Anfang der 90er Jahre wurde verstärkt gemessen, 1997 wurden die Vermessungen aufgrund des starken Bewuchses eingestellt (mündliche Auskunft WINKLER, ASLR 2001).



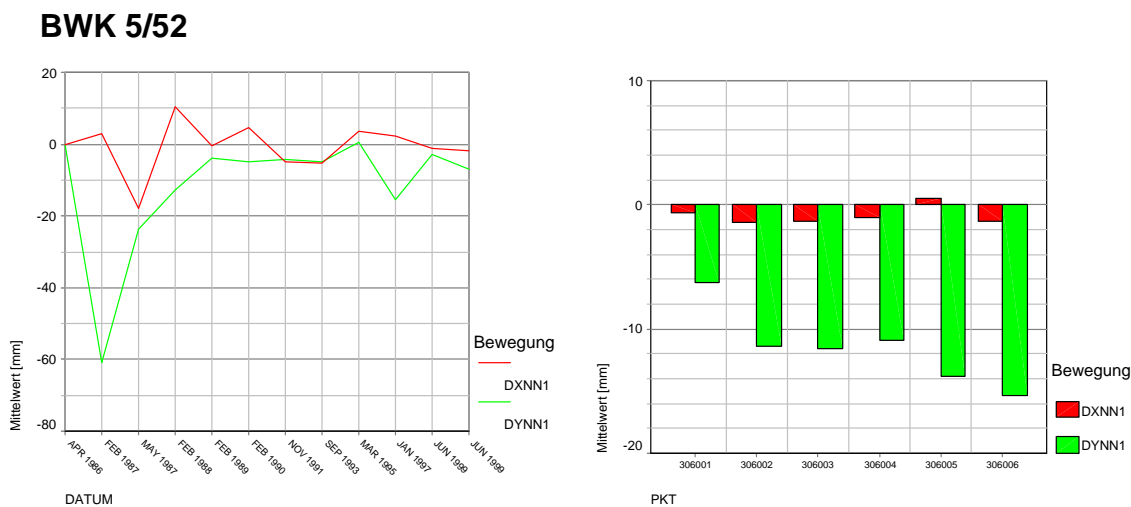
**Abbildung 3:** Relative Bewegungen und Setzungen im Fußbereich der Taubenlehenplaike zwischen 1986 und 1996

Nach der Durchführung von 6 Bohrungen 1986/87 (KLEBERGER, 1987) wurden zwischen 1987 und 1993 auch Grundwasserpegelmessungen durchgeführt, wobei der Zusammenhang der Durchfeuchtung der Hangmasse und verstärkter Aktivität deutlich wurde (FASCHING, 1994).

## 5.3 Bahnhof Eschenau

Beim Hochwasser 1986 kam es zur Unterspülung der Bahngleise. Die in diesem Bereich errichtete Mauer wird seither beobachtet (BWK 5/52 "W2 Bahnhof Eschenau").

Nach 1987 waren, wie aus der Abbildung 4 zu ersehen ist, keine größeren Bewegungen zu verzeichnen.



**Abbildung 4:** Bewegungsmessungen im Bereich Bahnhof Eschenau zwischen 1986 und 1999

## 5.4 Talzuschub Auwirt-Terrasse

Laut Auskunft von Herrn DI KEIDEL vom Amt der Salzburger Landesregierung hat die Bewegungsrate dort in den letzten 20 Jahren rund 20 cm betragen, wodurch es zur Beschädigung an Brückenbauwerken kam, die schon zwischen den beiden Talflanken „eingespannt“ waren.

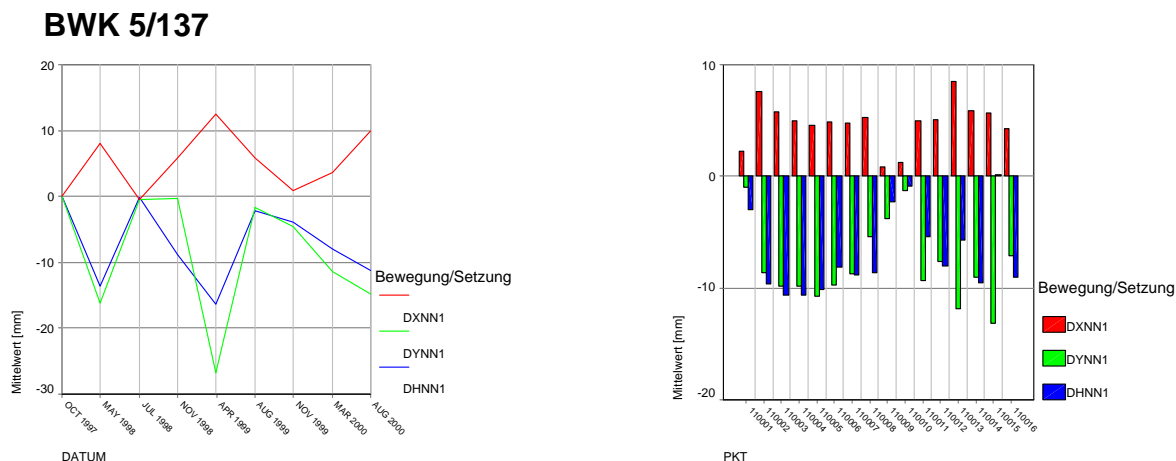
## 5.5 Eschenauer Straße

Ein Straßenabschnitt, der Ende der 70er Jahre neu errichtet wurde, liegt genau im Abrissbereich einer Rutschung, wodurch die Straße immer wieder beschädigt wird.

Im Jahr 1979 wurden zwei Bohrungen durchgeführt und in einem der Bohrlöcher ein Neigungsmesser installiert.

Zwischen November 1979 und Jänner 1980 wurden dort in einer Tiefe zwischen 6 und 7 m mit 90 mm die größten Verschiebungen gemessen. Hier wurde der Neigungsmesser in der Folge abgeschert, sodass keine tieferen Bewegungen mehr erfasst werden konnten. Im noch vermessbaren Bereich des Inclinometers traten zwischen 1980 und 1990 Kopfverschiebungen um weitere 140 mm auf (BRAUNSTINGL, 1994).

Die Vermessungen (BWK 5/137, "Eschenauer Straße") zeigen zunehmende Bewegungen und Setzungen. An einigen der Messpunkte unterhalb der Kehre mussten die Messungen eingestellt werden, da die Signalstangen bei Mäharbeiten beschädigt wurden.



**Abbildung 5:** Bewegungen und Setzungen im Bereich der Eschenauer Straße zwischen 1997 und 2000

## 5.6 Felsrutschung Unterstein

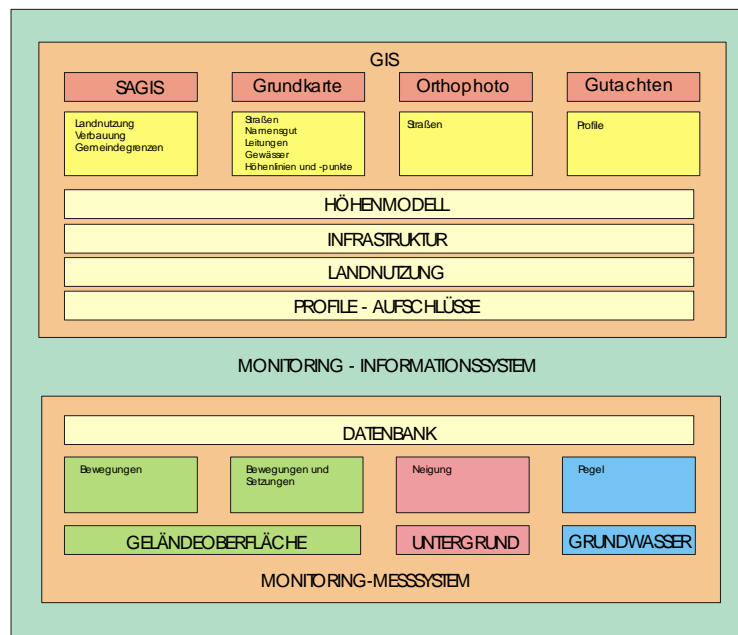
Im Zuge des Bundesstraßenbaues wurden umfangreiche Vermessungen durchgeführt und Gutachten erstellt; heute wird der Bereich aber vom ASLR nicht mehr vermessungstechnisch beobachtet.

## 6 MONITORING - DATENBANK - GIS

Die Analyse der Massenbewegungen stützt sich auf die Messdaten, die in einer ACCESS-Datenbank zentral zur Verfügung stehen. Die Verknüpfung der Messdaten mit dem GIS ermöglicht die Schaffung eines umfassenden Informationssystems. Die Darstellung der Messergebnisse zeigt die Verschiebungen und Setzungen in ihrer zeitlichen Entwicklung seit Beginn der Vermessungen. Mögliche Auswirkungen der Massenbewegungen auf diverse Straßenbrücken oder Schutzbauten können mit dem Informationssystem rasch und umfassend erkannt werden.

### 6.1 Datengrundlagen

An Datengrundlagen für das GIS standen hauptsächlich zwei Quellen zur Verfügung: einerseits das SAGIS, das Salzburger Geographische Informationssystem, und andererseits die Salzburger Grundkarte 1 : 5.000. Digitale Orthophotos und Profilschnitte aus diversen Gutachten runden den Datenbestand ab. Die Daten aus dem SAGIS standen bereits digital als ArcView-shapefiles zur Verfügung, die Grundkarte in Form von gescannten Bildern (je sechs Bilder für Namensgut, Höhenlinien und -punkte, und andere linienhafte Elemente), die erst vektorisiert werden mussten.



**Abbildung 6:** Datenübersicht

### 6.1.1 SAGIS-Daten

Die SAGIS-Datenlayer Verbauung, Landnutzung und Gemeindegrenzen stimmten sehr gut mit der Kartenvorlage überein, die als Digitalisierungsgrundlage für das Höhenmodell herangezogen worden war. Diese konnten daher übernommen werden.

### 6.1.2 Digitale Orthophotos

Zum Einarbeiten der digitalen Orthophotos musste die Bildauflösung von 0,5 m auf 2,5 m herabgesetzt werden, da ihre Größe (4 Bilder von je 100MB) deren Verwendung sonst unmöglich gemacht hätte. Die niedrigere Auflösung erleichterte die Anwendung und wird im Verhältnis zu allen anderen Datenlayern als ausreichend angesehen. Zur Erfassung der neuen, in der Grundkarte noch nicht eingezeichneten Pinzgauer Bundesstraße (B311) wurden auch Orthophotos herangezogen.

### 6.1.3 Grundkarte M:1:5.000

Da die Informationen nur für jene Bereiche benötigt werden, in denen die Vermessungen liegen, wurden nur für diese Gebiete weitere Daten adaptiert bzw. digitalisiert. Die Bereiche der Messfelder wurden als Kartenausschnitte definiert, um darin sämtliche noch verfügbare Informationen digital zu bearbeiten. Auf diese Weise wurden die Datenlayer Verkehrsnetz und Leitungen aus der gescannten Grundkarte eingearbeitet.

Der genaue Verlauf der Straßen im Bereich Salzachtalsole konnte teils schwer erfasst werden, da die Verkehrslinien eng beieinander liegen. Zur Erfassung der Pinzgauer Bundesstraße (B311) wurden auch Orthophotos herangezogen.

Der Verlauf von Straßen in Waldstücken, konnte selbst mit Hilfe von Orthophotos nicht immer exakt erkannt werden.

Die Gewässerlinien wurden im Zuge der Berechnung des Höhenmodells für das gesamte Gebiet erfasst.

#### 6.1.4 Geologische Gutachten

Die Profilschnitte von Gutachten unterschiedlicher Institutionen, Firmen und Experten lagen in sehr uneinheitlicher Qualität vor. Eine exakte Aufnahme der Profillinien wäre deswegen sehr schwierig und aufwendig gewesen. Die Profillinien wurden daher so gut wie möglich mit Hilfe der bereits digital vorhandenen Datenlayer v.a. anhand der Höhenlinien digitalisiert. Da viele der Gutachter als Grundlage für ihre Pläne auch die Grundkarte 1 : 5.000 verwendet hatten, funktionierte das sehr gut. Nur in einem Fall (Salzachsanie rung Embach) konnten die Profilschnitte nicht aufgenommen werden, da ihre genaue Lage nicht ermittelt werden konnte.

Insgesamt wurden so Profilschnitte aus drei Untersuchungen aufgenommen, die die Eschenauer Straße, die Embacher Plaike und die Taubenlehenplaike betreffen. Die Verweise auf das entsprechende Gutachten können über das Feld „Gutachten“ für jede Profillinie abgefragt werden.

Gebiet	Gutachten	Profilname (in Gutachten)	id in digitaler Karte (\$id)	Bemerkung
Eschenauer Straße	ASLR 1994 (Braunstingl): Bauvorhaben "Eschenauer Straße": Baugeologischer Bericht	geologischer Schnitt	1000	
Embacher Plaike	Geoconsult 1996 (Kleberger): Embacher Plaike, Endbericht Sommer 1996	geol. Querprofile Q1-Q4	2001-2004	
		geol. Längsprofile L1, L2	2011, 2012	
		refraktionsseism. Profile A-I	2101-2109	
		geoelekt. Tiefen- sondierungen GS A-L	2201-2211	
Embacher Plaike (Salzachsanie rung Embach)	Geoconsult 1996 (Kleberger): Salzachsanie rung Embach, geologisch-geotechnische Begutachtung	Profil 1-4		konnte nicht digitalisiert werden, da Vorlage zu kleinmaßstäbig (Lage in Maßstab 1 : 5.000 nicht erfaßbar)
Taubenlehen- plaike	Geoconsult 1987 (Kleberger): Geologischer Abschlußbericht Taubenlehenplaike	Querprofile Q1-Q5	3001-3005	
		Längsprofile L1-L6	3011-3016	
		Profile A, B	3021-3022	

**Tabelle 1:** Infos zu Geologischen Profilen

## 6.2 ArcView-Project - Erstellung

Die Datenlayer wurden in einem ArcView-Project zusammengefasst und in mehreren views, die jeweils unterschiedliche Informationslayer enthalten, dargestellt. So können alle vorhandenen Daten zusammen eingesehen und mit den Vermessungsdaten verknüpft werden. Die einzelnen Informationslayer wurden also in die views "Infrastruktur", "Höhenmodell", "Landnutzung", "Profile und Aufschlüsse", "Übersicht-Messpunkte", "Bauwerkskataster", "Bewegungsmessungen" sowie "Bewegungs- und Setzungsmessungen" eingearbeitet.

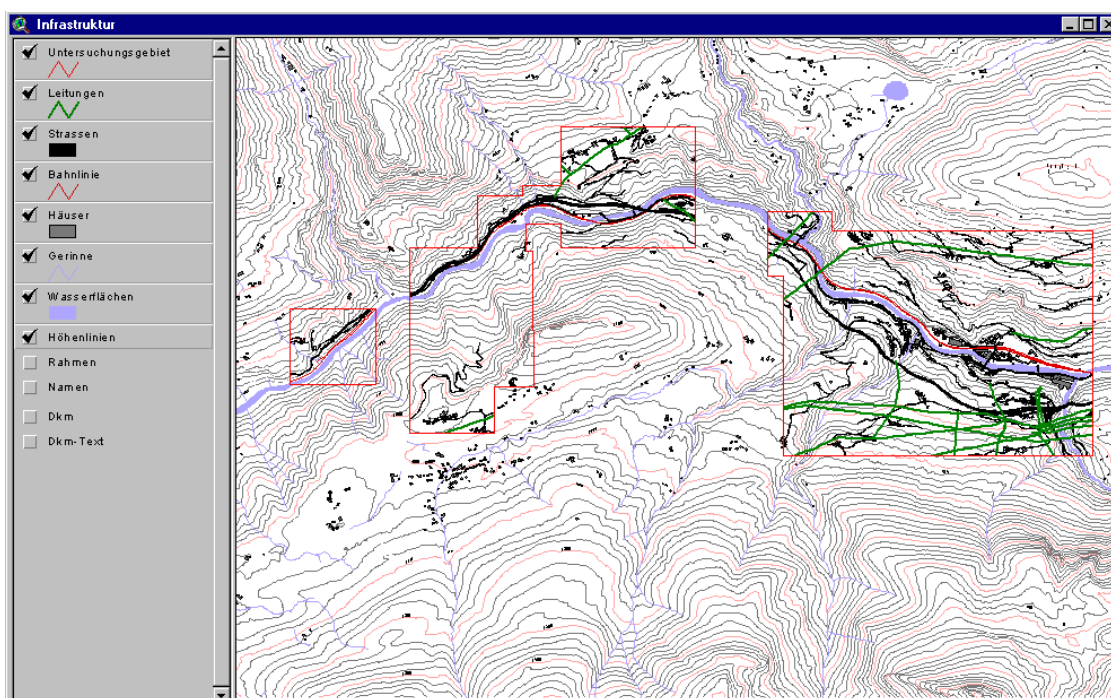


Abbildung 7: GIS-Projekt-Thema Infrastruktur

### 6.2.1 Höhenmodell

Das digitale Höhenmodell (DHM) wird nach BURROUGH (1986) als Darstellung des Reliefs definiert. Da die Messergebnisse in großem Maßstab dargestellt werden, ist ein möglichst genaues DHM erforderlich, insbesondere in den Hangrutschungsbereichen. Das digitale Höhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen mit einer Auflösung von 50 m (in Teilbereichen 25 m) und das 25 m-Höhenmodell von SAGIS konnten daher nicht optimal eingesetzt werden. Für die Erstellung eines genaueren Höhenmodells (10 m-Auflösung) mussten deswegen die Höhenlinien und -koten der Salzburger Grundkarte M 1:5000 digitalisiert werden.

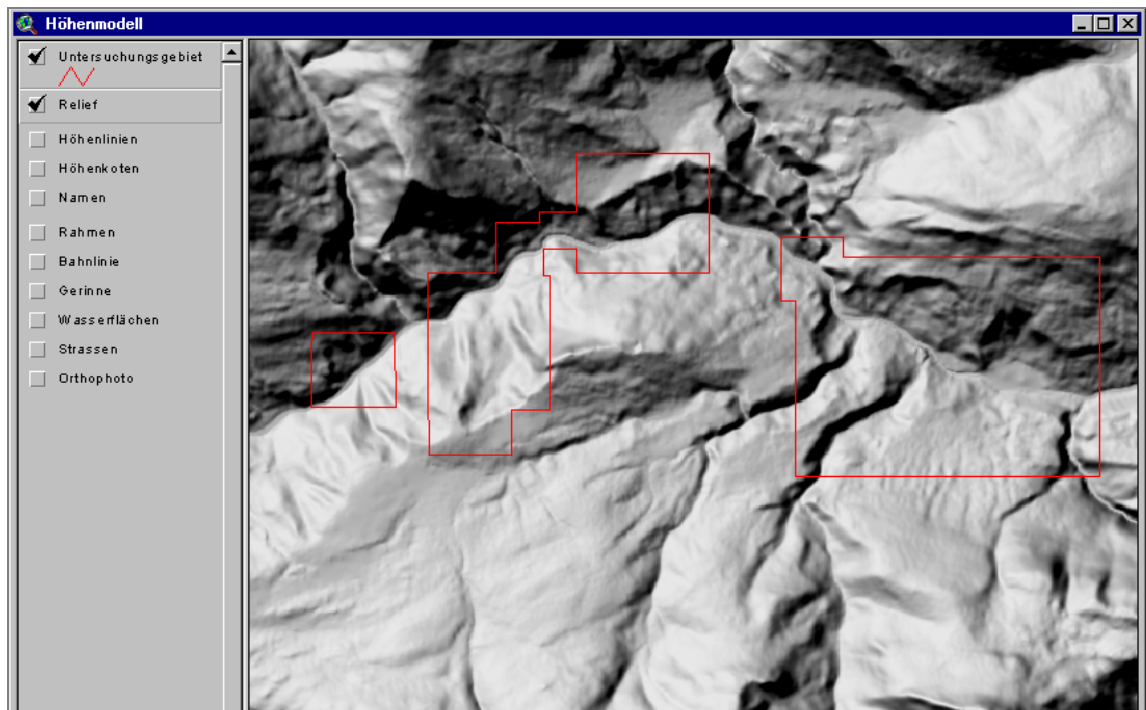
#### 6.2.1.1 Modellbildung

Als Datengrundlage für die Berechnung des Höhenmodells standen sechs (als einzelne Datenlayer aus der Digitalen Grundkarte gescannte und bereits geocodierte) tif-Bilder zur Verfügung, welche die Höhenlinien des

Untersuchungsgebietes in 10 m Äquidistanz mit 5 m-Hilfslinien sowie zahlreiche Höhenkoten enthielten.

Angeichts der vorliegenden Ausgangsdaten wurde die Methode des halbautomatischen Digitalisierens gewählt, da im Gegensatz zum automatischen Digitalisieren aufwendige Vor- und Nachbearbeitungsschritte entfallen.

Das Höhenmodell wurde mit den Höhenlinien und –punkten über ein TIN vektororientiert berechnet bzw. überprüft, bevor es rasterorientiert unter Berücksichtigung der Gewässerlinien ermittelt wurde. Bei der ersten vektororientierten Berechnung des Höhenmodells wurden die Gewässerlinien nicht einbezogen. Da sich besonders im Bereich der Talsohle aber große Ungenauigkeiten zeigten, erfolgte die Einbeziehung der Gewässerlinien, die dafür zusätzlich flächendeckend digitalisiert wurden.



**Abbildung 8:** Höhenmodell für den Bereich der Taxenbacher Enge

### 6.2.2 Einsatz

Das Höhenmodell ist ein unverzichtbarer Bestandteil bei der räumlichen Betrachtung der Messergebnisse. Massenbewegungen stehen in einem Wirkungszusammenhang mit der Geländeoberfläche. Die Morphologie der Sekundär-Rutschungen am Fuß der Embacher Plaike kann auch mit dem Höhenmodell studiert werden. Das Höhenmodell kann daher in Zukunft zur Untersuchung von Veränderungen und möglichen Zusammenhängen zwischen den Massenbewegungen und der Geländeoberfläche eingesetzt werden, indem Expositions-, Neigungs- und Wölbungs-Verhältnisse analysiert werden.

## 6.3 Datenbank - Datenmanagement

Datenbanken garantieren die optimale Datenverwaltung von größeren Datenbeständen. Die Vorteile der zentralen Datenarchivierung bestehen im kompakten, übersichtlichen Aufbau der Daten, die so leicht miteinander verglichen bzw. statistisch ausgewertet werden können. Die Kontrollmöglichkeit bei der Dateneingabe durch die Anzeige der bestehenden Messwerte im Dateneingabe-Formular kann bei der Eingabe Fehler verhindern.

Die Form der graphischen Darstellung der Messergebnisse in der Datenbank wurde analog der ursprünglichen Excel-Dateien gewählt, um die zeitlichen Veränderungen der Messwerte, also Entwicklungen und Trends der Massenbewegungen, verdeutlichen zu können. Die Verknüpfung der Messdaten mit dem GIS ermöglicht die optische Verbindung mit den räumlichen und thematischen Informationen. Ausgewählte Datensätze könnten so letztlich dem interessierten Bürger in Web-Applikationen aktuell zur Verfügung gestellt werden.

### 6.3.1 Datengrundlagen

Die Datengrundlagen waren Vermessungsdaten, die in Excel-Tabellen vorlagen und nur wenig nachbearbeitet werden mussten. Einzelne Punkte (z.B. Bohrungen) wurden den Karten der diversen Gutachten entnommen.

BWK	Anz. Meßpunkte	Zeitraum Messungen	Anzahl Messungen	Bewegung	Setzung	Sonstiges	Bemerkung
5/66	25	1992-2000	47	ja	ja	Bohrungen (Pegel, Neigungsmesser)	
5/164	12	1994-1998	4	ja	ja		
5/165	13	1995-2000	10	ja	ja		
5/161	21	1986-1997	20 bis 50	ja	ab 1993	Bohrungen (Pegel)	für 3 Punkte nur Nullmessung 1997
5/161_ Prof	30	1991-1997	5 bis 12	ja	ab 1994		
5/137	16	1997-2000	8 bis 9	ja	ja	Bohrungen (Neigungsmesser)	
5/160	6	1993-1996	6	ja	ja		
5/52	6	1986-1999	7 bis 10	ja			
5/87	6	1987-1994/99	4 bis 10	ja			
5/141	9	1991-1996	5	ja			
5/141	8	1996	1	ja			nur Nullmessung
5/151	18	1996	1	ja	ja		nur Nullmessung
5/154	14	1996	1	ja			nur Nullmessung
5/159	9	1997	1	ja	ja		nur Nullmessung

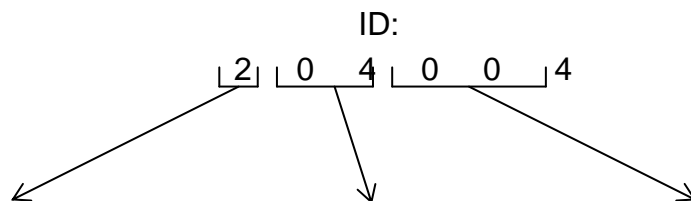
**Tabelle 2:** Messfelder von Setzungs- und Bewegungsmessungen - Übersicht

BWK	Name
5/66	Embacher Plaike
5/164	Embacher Plaike Obere Schneise
5/165	Senke Embach
5/161, 5/161 Prof	Taubenlehenplaike Fuß
5/137	Eschenauer Straße
7/160	Ankermauer AM 4
5/52	Mauer W 2 – Bahnhof Eschenau
5/87	Mauer W 3 – ÖBB-Überführung
5/141	Mauer und Durchlaß Trattenbach
5/151	Ankerwand AM 1
5/154	Bogensberger Palfen
5/159	Lender Berg

**Tabelle 3:** Bauwerkskataster – Übersicht

### 6.3.2 Datenaufbereitung

Bevor die Daten in die Datenbank eingelesen werden konnten, mussten sie in MS Excel aufbereitet werden. Um sämtliche Messwerte aller Punkte der einzelnen BWKs in die Datenbank einfügen zu können, mussten diese zusammengeführt werden. Jedem Messpunkt wurde eine eindeutige Identifikationsnummer so zugewiesen, dass der User sofort erkennt, wo der Punkt liegt (welcher BWK) und um welche Art von Messung (z.B. ob Setzungs- oder Bewegungsmessungen) es sich handelt. Diese Kriterien konnten anhand eine sechsstelligen ID erfüllt werden. Die von links gesehen erste Stelle (siehe Codierung der Tabelle 4) gibt dabei an, um welche Art von Messung es sich handelt. Die zweite und dritte Stelle lassen Rückschlüsse auf den Bauwerkskataster zu, in welchem der Punkt liegt. Die drei letzten Stellen geben schließlich die Messpunktnummer wieder. Die Nummernvergabe erfolgte analog der Datenbank für das Projekt Wagrain Achse (HÜBL & GANAHL, 2000), weshalb einige Ziffern hier nicht vorkommen. Dies betrifft vor allem die Punktart: die Ziffer 2 an erster Stelle wurde im Wagrain-Projekt beispielsweise für reine Setzungsmessungen vergeben, die in der Taxenbacher Enge nicht existieren.



**Punktart**

Ziffer	Punktart
1	Bewegung & Setzung
3	Bewegung
4	Pegel, Bohrung
5	Aufschluß, Neigungsmesser
8	Fixpunkt

**BWK-ID**

Ziffer(n)	BWK
1	5/66 (Embacher Plaike)
2	5/164 (Embacher Plaike Obere Schneise)
3	5/165 (Senke Embach)
4	5/161 (Taubenlehenplaike Fuß)
5	5/161_Prof (Taubenlehenplaike Profile)
6	5/52 (W 2 Bhf. Eschenau)
7	5/87 (W 3 ÖBB-Überf.)
8	5/141 (Mauer & Durchlaß Trattenbach)
9	5/160 (Bahnhof Eschenau)
10	5/137 (Eschenauer Straße)
11	5/151 (Ankerwand AM 1)
12	5/154 (Bogensberger Palfen)
13	5/159 (Lender Berg)

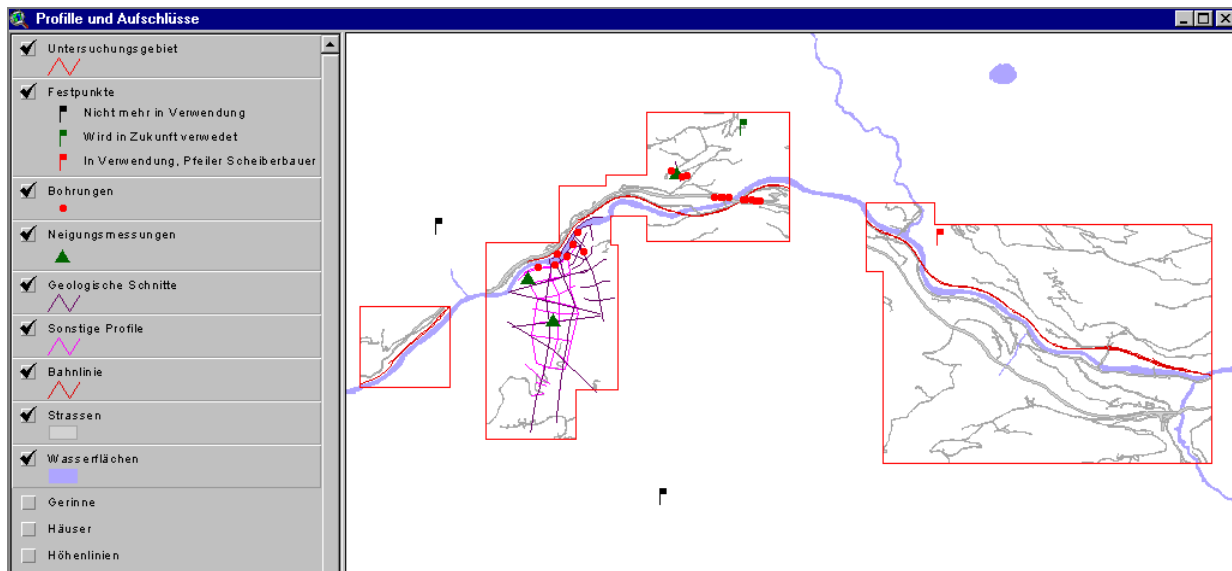
**Punktnummer**

Nummern der einzelnen  
Signalstangen,  
Bohrungen

**Tabelle 4:** Codierung der Messpunkte-ID's

Die Vergabe der ID's für die Bohrlöcher, in welche teilweise Neigungsmesser oder Grundwasserpegel eingebaut wurden, erfolgte analog zu oben beschriebenem Schema.

Die Koordinatenangaben der einzelnen Punkte waren übrigens nicht überall gleich; teilweise waren diese im Bundesmeldenetz (BMN), teilweise in Gauß-Krüger-Koordinaten angegeben. Für die Datenbank wurden alle Koordinatenangaben in BMN-Koordinaten (in Millimetergenauigkeit) umgerechnet.



**Abbildung 9:** Profile und Aufschlüsse

### 6.3.3 Access – Datenbank - Erstellung

Die so in Excel-Dateien aufbereiteten Messdaten wurden als Tabellen in die Access-Datenbank eingelesen. Die wichtigsten und umfangreichsten Tabellen sind TA\_Punkte, welche die Koordinaten sämtlicher Nullmessungen (plus Bohrungen und Fixpunkte) enthält, TA\_Bewegung mit allen Bewegungsmessungen und TA\_Setzung\_Bewegung mit sämtlichen Setzungs-/Bewegungsmessungen. Die diversen Tabellen und Abfragen sind, wie die Abbildung 10, zeigt miteinander verknüpft.

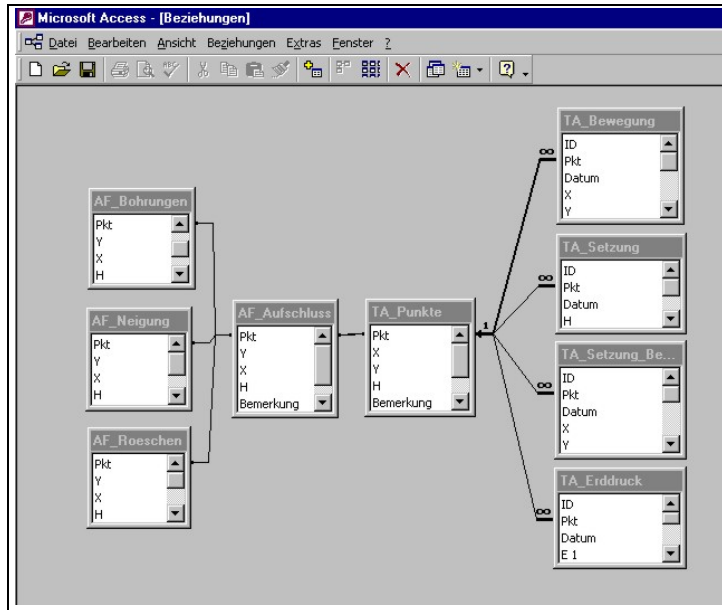


Abbildung 10: Datenbank-Beziehungen

Um das Handling der Daten für den User so einfach wie möglich zu gestalten, wurde eine Reihe von Formularen (Menüs) erzeugt, um die Anschaulichkeit und Übersichtlichkeit bei der Datenbearbeitung zu erhöhen. Es wird damit nicht nur die Dateneingabe wesentlich erleichtert, sondern auch die Datenausgabe anschaulich gestaltet. Zentraler Punkt ist das Formular F\_Menü, von dem aus alle weiteren Formulare aufgerufen werden können, welche wiederum in Formulare zur Dateneingabe und solche zur Datenausgabe gegliedert sind.

The screenshot shows the 'F\_Menü: Formular' window for 'Land Salzburg - Vermessungsdienst'. It is divided into two main sections: 'DATENEINGABE' (Data Input) on the left and 'DATENABFRAGE' (Data Query) on the right. Under 'DATENEINGABE', there are four buttons: 'Setzungs- und Bewegungsmessungen', 'Setzungsmessungen', 'Bewegungsmessungen', and 'Pegelmessungen'. Under 'DATENABFRAGE', there are five buttons: 'Setzungs- und Bewegungsmessungen', 'Setzungsmessungen', 'Bewegungsmessungen', 'Pegelmessungen', and 'Neigungsmessungen'. Below these buttons, there are input fields for 'BWK:' (a dropdown menu showing 'Taubenlehenplake Fuß'), 'BWK-ID:' (a text box with '5/161b'), and 'Punkt-Anzahl:' (a text box with '27'). At the bottom, there is a 'Schließen' (Close) button. The status bar at the bottom indicates 'Datensatz: 8 von 14'.

Tabelle 5: Datenbank-Formular (F\_Menü)

Gibt der Anwender in eines der Dateneingabeformulare z.B. neu vermessene Koordinaten ein, werden daraus sofort die entsprechenden Werte (absolute und relative Bewegung etc.,...) berechnet und die Grafiken aktualisiert. Die Berechnungen erfolgen über Datenbank-Module, die der User im Dateneingabefenster mit dem

Button "Berechnen" aktiviert. Berechnet werden die absolute und relative Differenz der Koordinaten und Höhenangaben, der absolute Bewegungsvektor und der absolute Richtungswinkel (vgl. Tabelle 6). Die übrigen Buttons in den Formularen dienen zum Aufrufen/Schließen eines weiteren Formulars.

Pkt:	Datum:	Y:	X:	H:
104003	10.03.92	240569,749	425235,745	686,146
104003	05.05.92	240570,19	425234,729	686,146
104003	09.09.93	240570,195	425234,709	686,146
104003	29.11.93	240570,2	425234,703	686,146
104003	22.03.94	240570,196	425234,709	686,142
104003	06.03.95	240570,197	425234,704	686,132
104003	25.01.96	240570,196	425234,695	686,131
* 104003				

Abbildung 11: Datenbank-Formular für die Dateneingabe

mathematische Bezeichnung in den Formularen	Einheit	Bedeutung
dy1n, dx1n	mm	absolute Bewegung in x/y-Richtung (d.h. Differenz der Koordinaten zur Nullmessung)
dynn1, dxnn1	mm	relative Bewegung in x/y-Richtung (d.h. Differenz der Koordinaten zur letzten Messung)
dh1n	mm	absolute Setzung
dhnn1	mm	relative Setzung
ds1n	mm	absoluter Bewegungsvektor
t1n	°	absoluter Richtungswinkel

Tabelle 6: Definitionen für die Berechnungen

### 6.3.4 Datenbank -Abfrage

Die graphische Darstellung ermöglicht die optische Erfassung der zeitlichen Verteilung der Messwerte. Die Ergebnisse liefern einen schnellen Einblick in die Entwicklungen und Trends der Bewegungen bzw. Setzungen. Die Ergebnisse können darüber hinaus auch leicht auf Plausibilität überprüft werden.

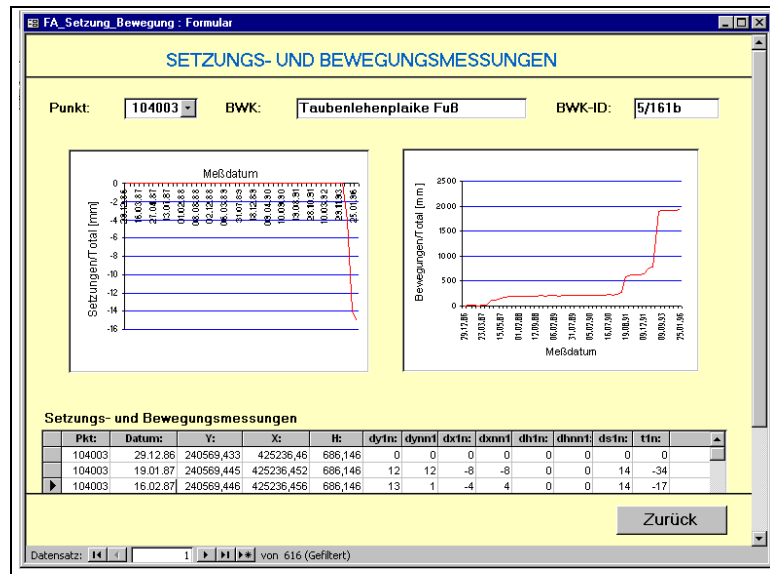


Abbildung 12: Datenbank-Abfrage

Da die Datenbank-Architektur vom Projekt Wagrain Achse (HÜBL & GANAHL, 2000) übernommen wurde, sind bei der Auswahl durch den BWK nicht alle Formulare belegt (d.h. ohne Dateninhalt). Einige Buttons (z.B. Erd- und Porenwasserdruckmessungen) sind z.B. bei keinem BWK belegt. Im Sinne einer Standardisierung und in Anbetracht der möglichen Ausweitung der Datenbestände wird dies in Kauf genommen. Auf diese Weise können zusätzliche Beobachtungen ohne weiteren Umbau in die bestehende Datenbank eingegeben werden.

## 6.4 Datenbank-GIS-Verknüpfung

Die Verbindung zwischen Datenbank und GIS wurde einerseits über das Tool SQL-Connect in ArcView hergestellt, andererseits wurde die Applikation "Geomove" dazu herangezogen. Mit SQL-Connect können einzelne Access-Tabellen direkt in ArcView ausgewählt und geladen werden. In einem nächsten Schritt wird aus den Tabellen ein Theme generiert (Funktion Add Event Theme), um u.a. die Items der Tabelle z.B. in Form von Punkten darzustellen. Die Lage von Bohrungen bzw. Neigungsmessungen und Fixpunkten wurde auf diese Weise in das GIS integriert. Auch die Nullmessungen der Setzungs- und Bewegungsmessungen wurden so als Punkte in einer View dargestellt.



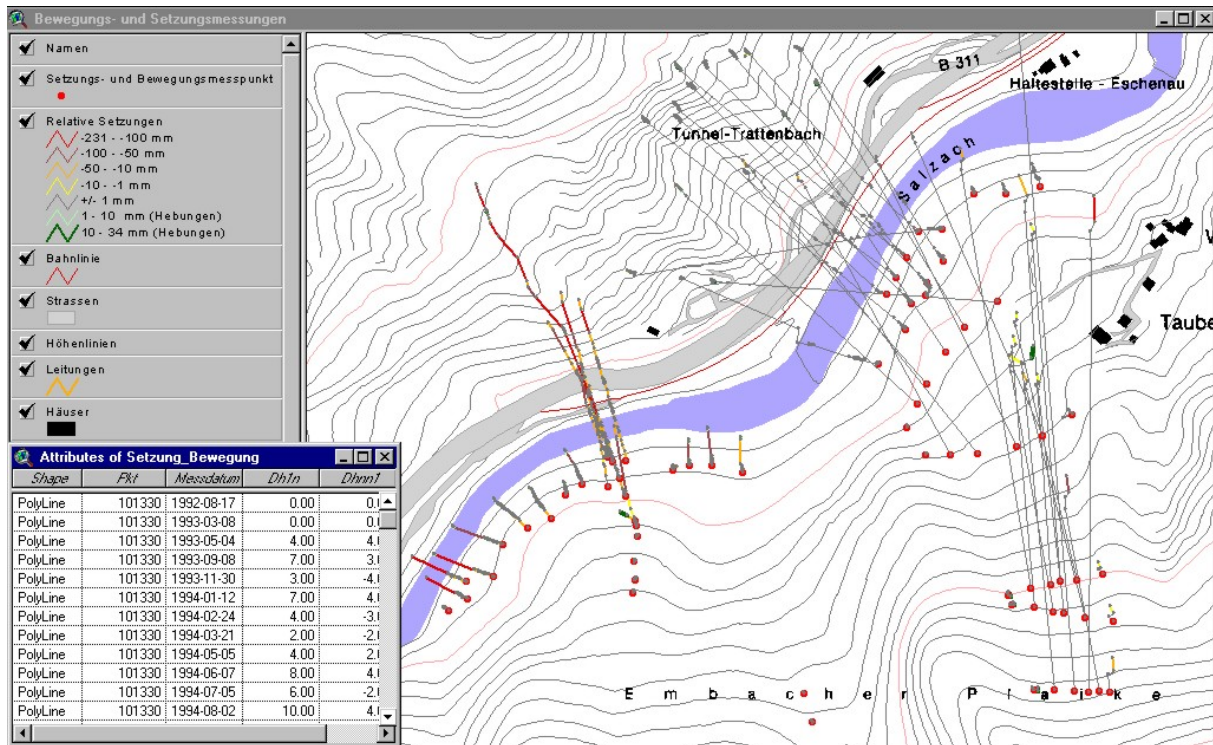


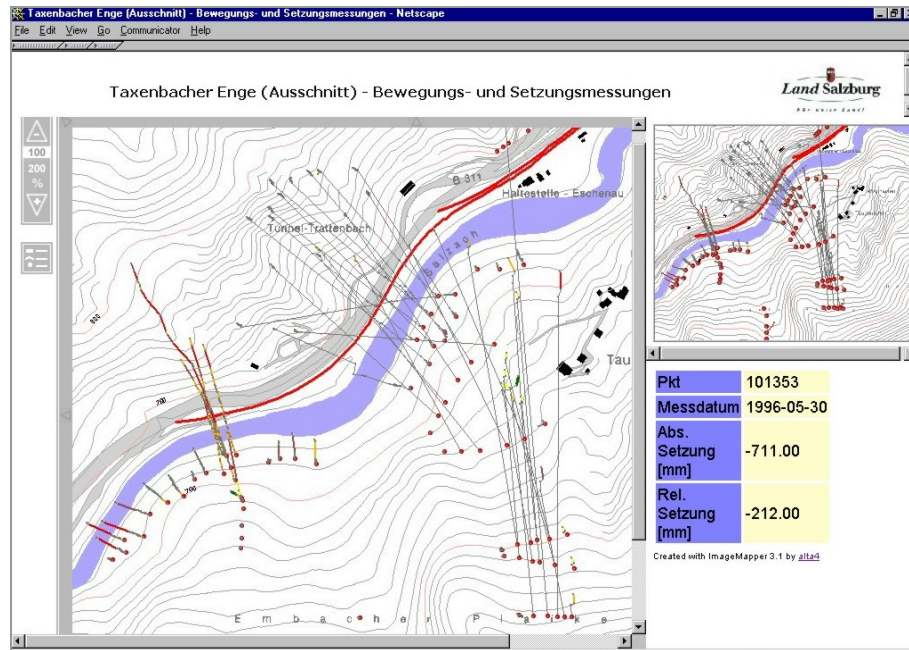
Abbildung 14: Setzungs- und Bewegungsmessungen

## 7 AUSBLICK

Geologische Kartierungen und Gutachten bilden die Grundlage für die Entwicklung geologischer Modellvorstellungen zur Beurteilung von Massenbewegungen. Die Datenbasis sollte daher für das Monitoring z.B. mit geologischen Kartierungen und Profilschnitten erweitert werden. Maßnahmen wie die Drainagen können sich je nach Lage, Dimensionierung und Zustand unterschiedlich auf die Massenbewegungen auswirken. Daher sollten auch diese Daten so weit wie möglich in das Informationssystem eingebaut werden. Das gilt auch für die Schutzmassnahmen wie Stützmauern, Ufer- und Sohlsicherungen. Neben den Bewegungsmessungen sollten jedoch auch die aufgetretenen Schäden und die getroffenen Sanierungsmaßnahmen entsprechend dokumentiert werden.

Die Veränderungen an der Geländeoberfläche werden geodätisch durch zahlreiche Punktmessungen erfasst. Die Mess-Intervalle sind sehr unterschiedlich und könnten verdichtet werden, um Anhaltspunkte für mögliche Zusammenhänge zwischen den meteorologischen Einflüssen wie z.B. Niederschlag und der Dynamik der Massenbewegungen zu finden.

Die aktuellen Messergebnisse könnten letztlich per Internet den zuständigen Stellen vor Ort zur Verfügung gestellt werden, aber auch interessierte Bürger mit interaktiven Kartenausschnitten informieren.



**Abbildung 15:** Interaktive Darstellung der Messergebnisse im Internet (Beispiel)

Eine Überlegung wäre auch, inwieweit die beschädigten bzw. zerstörten Messeinrichtungen wie Neigungsmesser und Signalstangen ersetzt werden sollten, um die Kontinuität des Messsystems zu erhalten.

Die Messergebnisse könnten statistisch untersucht und damit die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Messpunkten und den Messnetzen gezeigt werden.

## 8 LITERATUR

- BRAUNSTINGL, R. (1994): Baugeologischer Bericht Gemeinde Taxenbach, Bauvorhaben Eschenauer Straße, Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der Salzburger Landesregierung.
- BURROUGH, P.A. (1986): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford: Clarendon Press.
- FASCHING, A. (1994): Geologisch-geotechnischer Bericht über den Bewegungszustand der Taubenlehenplaike Juli 1992 – September 1994, Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der Salzburger Landesregierung.
- HÜBL, H., GANAHL, E. (2000): Talzuschübe im Wagrain Tal, Maßnahmen zur Konsolidierung und deren Monitoring, WLS Report 53, Boku-Wien.
- KLEBERGER, J. (1987): Geologischer Abschlußbericht Taubenlehenplaike, Salzach Bruck – Paß Lueg km 146,0, Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der Salzburger Landesregierung.
- KLEBERGER, J. (1996): Embacher Plaike, Endbericht Sommer 1996, Unveröffentlichtes Gutachten, Amt der Salzburger Landesregierung.
- RODER, I. (2001): Massenbewegungen in der Taxenbacher Enge: Erstellung einer GIS-unterstützten Datenbank als Instrument der Risikoanalyse von Massenbewegungen im Salzachtal zwischen Taxenbach und Lend (Salzburg), Diplomarbeit, Uni Wien.
- SCHNEIDER, A. (1996): Strenge Analyse von periodischen Bewegungsmessungen an der Rutschung ‚Embacher Plaike‘ im Salzachtal, Diplomarbeit, Wien.