

Schlüsselwörter

Hydrogeologie
Reichraminger Hintergebirge
Integrated Monitoring
Nördliche Kalkalpen
Quellkartierung

Geologische und hydrogeologische Aufnahmen als Basis für Stoffbilanzen eines Kleinökosystems in den Nördlichen Kalkalpen

(Untersuchungen im Rahmen des Integrated Monitoring der UN-ECE durch das Umweltbundesamt)

M. MIRTŁ*) UND W. LEITHNER**)

5 Abbildungen

Inhalt

1. Zusammenfassung	51
2. Abstract	52
3. Einleitung	52
4. Inhalte des Integrated Monitoring (*)	52
4.1 Allgemeines	52
4.2 Arbeiten im Integrated Monitoring	53
5. Lage, Geomorphologie (**)	55
6. Geologische Aufnahme (**)	56
6.1 Geologische Übersicht	56
6.2 Geologische Verhältnisse im Monitoringgebiet	56
7. Hydrogeologische Arbeiten (**)	56
7.1 Aufgabenstellung, Methodik	56
7.2 Hydrogeologische Charakteristik der Gesteine	57
7.2.1 Hauptdolomit	57
7.2.2 Plattenkalk, Jurakalke	57
7.2.3 Intensiv zerlegte Bereiche	57
7.3 Abgrenzung der Einzugsgebiete	57
7.3.1 Einzugsgebiet Großer Weißenbach	57
7.3.2 Einzugsgebiet Großer Bach	57
7.3.3 Einzugsgebiet Wilder Graben	57
7.4 Quellaufnahme	58
7.4.1 Quellgruppe Südwestrand	58
7.4.2 Quellgruppe Talboden	59
7.4.3 Quellen im Bereich Zöbelgraben	59
7.4.4 Sonstige Quellen	59
7.4.5 Abflußverhältnisse	59
8. Karstphänomene (**)	59
9. Schlußfolgerungen, weitere geplante Arbeiten (**)	60
10. Literatur	60

1. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt den österreichischen Beitrag zu länderübergreifenden Aktivitäten zum Thema der Wirkung von Luftschadstoffen vor, der im Rahmen des „International Cooperative Programme on Integrated Monitoring on Air Pollution Effects on Ecosystems“ (Kurzbezeichnung Integrated Monitoring) durch das Umweltbundesamt durchgeführt wird. Für die in Österreich eingerichtete Monitoringfläche im Reichraminger Hintergebirge (OÖ.) werden die vorgesehenen Untersuchungen im Rahmen dieses Umweltkontrollprojektes sowie die bisher durchgeführten geologischen und hydrogeologischen Arbeiten dargestellt.

Im Gegensatz zu den sonstigen Monitoringgebieten in Europa, die in Kristallingebieten liegen, wurde der Standort auf karbonatischem Untergrund eingerichtet. Grund für diese Auswahl war unter anderem die prekäre Waldschadenssituation im Nordstau der Alpen und die Wichtigkeit der Kalkgebiete für die Trinkwasserversorgung in Österreich.

Das Monitoringgebiet ist Teil der hochbajuvarischen Reichraminger Decke. Tektonisches Hauptelement ist nach TOLLMANN (1976, 1985) die SSW-NNE streichende, nordvergent überkippte Kreuzeckantiklinale, nördlich davon liegt die Anzenbachmulde. Diese konnte jedoch kartierungsmäßig nicht nachgewiesen werden. Die geologische Aufnahme zeigt ein Überwiegen des Hauptdolomits, untergeordnet sind kleine Gebiete mit auflagerndem Plattenkalk abgrenzbar.

Die Quellkartierung läßt bereits auf Grund der Feldaufnahme und der dabei gemessenen Parameter (Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt) eine Abgrenzung der Einzugsgebiete zu. Diese wird durch chemische Laboranalysen gefestigt. Alle beprobten Wässer sind

dabei als Dolomitwässer einzustufen, eine Unterscheidung kann durch Konzentrationsunterschiede getroffen werden. Abschließend werden die derzeit laufenden und geplanten hydrogeologischen Arbeiten vorgestellt.

Geological and hydrogeological investigations as necessary for mass balances of a small alpine catchment within the Northern Calcareous Alps

2. Abstract

This paper describes the Austrian investigations (specially geological and hydrogeological contributions) in the frame of the "International Cooperative Programme on Integrated Monitoring on Air Pollution Effects on Ecosystems" (UN-ECE / WGE) carried out by the Austrian Federal Environmental Agency. A short overview will be given of the environmental control activities and investigations including those already realized and those to be implemented in the future. This will show the scientific context of the geological and hydrogeological investigations on the first Austrian Integrated Monitoring site "Zöbelboden" (Reichraminger Hintergebirge, Upper Austria, Northern Calcareous Alps).

In contrast to all other European Integrated Monitoring sites, this site is located on carbonate bedrock. The most important reasons for this choice were the immission-situation (mountain barrier situation at northern approach flow to the Alps), the poor forest condition and the importance of the Calcareous Alps as a drinking water source. Tectonically, the Northern Calcareous Alps form part of the east alpine orogeny. The project area belongs to the Reichraming nappe (Hochbajuvaricum). Tectonic elements in the area are the northvergent overturned Kreuz-eckanticline, and to the north of it, the Anzenbachsyncline. The main type of rock is Norian dolomite (Hauptdolomit) with a thickness of up to 500 meters. In some small areas the dolomite is overlain by limestone (Plattenkalk). Planations on the plateau of the Zöbelboden probably refer to filled karst relicts, for instance dolines.

The results of the hydrogeological mapping, in combination with the recorded physical parameters (temperature, specific conductivity, pH-value and oxygen-content), permit the delimitation of different catchment areas. Hydrochemical analysis strengthens the distinctions. All the analysed waters are classified as dolomitic water; internal differentiation is possible based on concentration differences within the Ca/Mg-value.

3. Einleitung

Im Februar 1992 wurde das Umweltbundesamt (UBA) zum „National Focal Center“ für das „International Cooperative Programme on Integrated Monitoring on Air Pollution Effects on Ecosystems“ (Kurzbezeichnung Integrated Monitoring) bestimmt. Die in diesem Rahmen durchgeführten Arbeiten zur Erfassung von weiträumig verfrachteten, grenzüberschreitenden Luftschadstoffen werden durch entsprechende Zusammenarbeit von bisher 38 Unterzeichnerländern auf Grund einer Konvention (Genfer Luftreinhaltekonvention) im Rahmen der UN-ECE (United Nations – Economic Commission for Europe) durchgeführt. Ziel dieser „Convention on Long Range Transboundary Air Pollution“ (CLRTAP, 1993) ist es, die aktuelle Belastung durch Luftschadstoffe zu dokumentieren und die Wirkungen dieser Luftschadstoffe festzustellen. Darauf basierend sind Schadstoffgrenzwerte festzulegen, technologische Möglichkeiten zur Verminderung der Belastung evident zu halten und entsprechende politische Werkzeuge zu einer grenzüberschreitenden Schadstoffreduktion bereitzustellen.

Die geologischen und hydrogeologischen Untersuchungen sind die Basis für bodenkundliche und standortspezifische Arbeiten.

4. Inhalte des Integrated Monitoring (*)

4.1 Allgemeines

Integrated Monitoring ist eines der Programme jener Gruppe innerhalb der Genfer Luftreinhaltekonvention, die sich mit den Wirkungen luftbürtiger Schadstoffe beschäftigt („Working Group on Effects“). Dabei wird mit Hilfe standardisierter Methoden langfristig die Wirkung von Luftschadstoffen an Ökosystemen in ihrer Gesamtheit untersucht. Die national an jeweils repräsentativen Naturräumen erfaßten Daten werden in einem internationalen Kontrollzentrum gesammelt und für die Belange der Konvention aufbereitet und ausgewertet.

Basierend auf den Kriterien: Lage in einem wichtigen Naturraum, repräsentativer und naturnaher Bestand, catchment

(orographisches Einzugsgebiet eines Fließgewässers), Infrastruktur und Erreichbarkeit, ausreichender Abstand von lokalen Emittenten („Hintergrundstandort“) und Relevanz für sonstige nationale Interessen und Problemstellungen wurden vom Umweltbundesamt potentielle Waldstandorte untersucht. Auf Grund der Ergebnisse der Voruntersuchungen wurde der Zöbelboden und Zöbelgraben im Reichraminger Hintergebirge (Abb. 1) für den ersten Monitoringstandort in Österreich ausgewählt.

Der Zöbelboden ist ein Dolomithochplateau mit steil nordost- bis nordwest einfallenden Abhängen in den Zöbelgraben. Das ausgewählte Gebiet entspricht den Anforderungen eines „Hintergrundstandortes“, und liegt im voralpinen Bereich der Nördlichen Kalkalpen. Die Nördlichen Kalkalpen weisen insgesamt einen vergleichsweise schlechten Waldzustand auf, sind aber ein Ursprungsgebiet eines hohen Anteils der Trinkwasservorkommen in Österreich. Im Projektsgebiet liegen sowohl Bereiche mit Wirtschaftswald (Fichte), als auch solche mit Schutzwald (montaner Buchenmischwald). Die Betreuung der Fläche vor Ort ist gewährleistet, mit dem Grundeigentümer (Österreichische Bundesforste) konnte ein Verwaltungsabkommen über die Durchführung des Projektes abgeschlossen werden.

Ein wesentliches zusätzliches Motiv zur Auswahl des Zöbelbodens war die Verteilung der bis dahin gewählten Monitoringstandorte in Europa. Auf Grund der gängigen Modellrechnungen und der Annahme, daß vor allem die versauernden Einträge für die Destabilisierung von Waldsystemen verantwortlich sind, wurden bisher Karbonatstandorte als sensitiv für (versauernde) luftbürtige Schadstoffe angesehen. Angesichts der prekären Waldschadenssituation im Nordstau der Alpen und damit auch in den Nördlichen Kalkalpen besteht aber besonders in Österreich großes Interesse an der Verifizierbarkeit dieser Annahmen. Außerdem stellt die Klärung dieser Frage eine wesentliche Argumentationsgrundlage für die Verhandlungen bei weiteren Protokollen und eine Möglichkeit zur eventuell notwendigen Korrektur der Prämissen für momentan gültige Szenarien und Modellerstellungen dar.

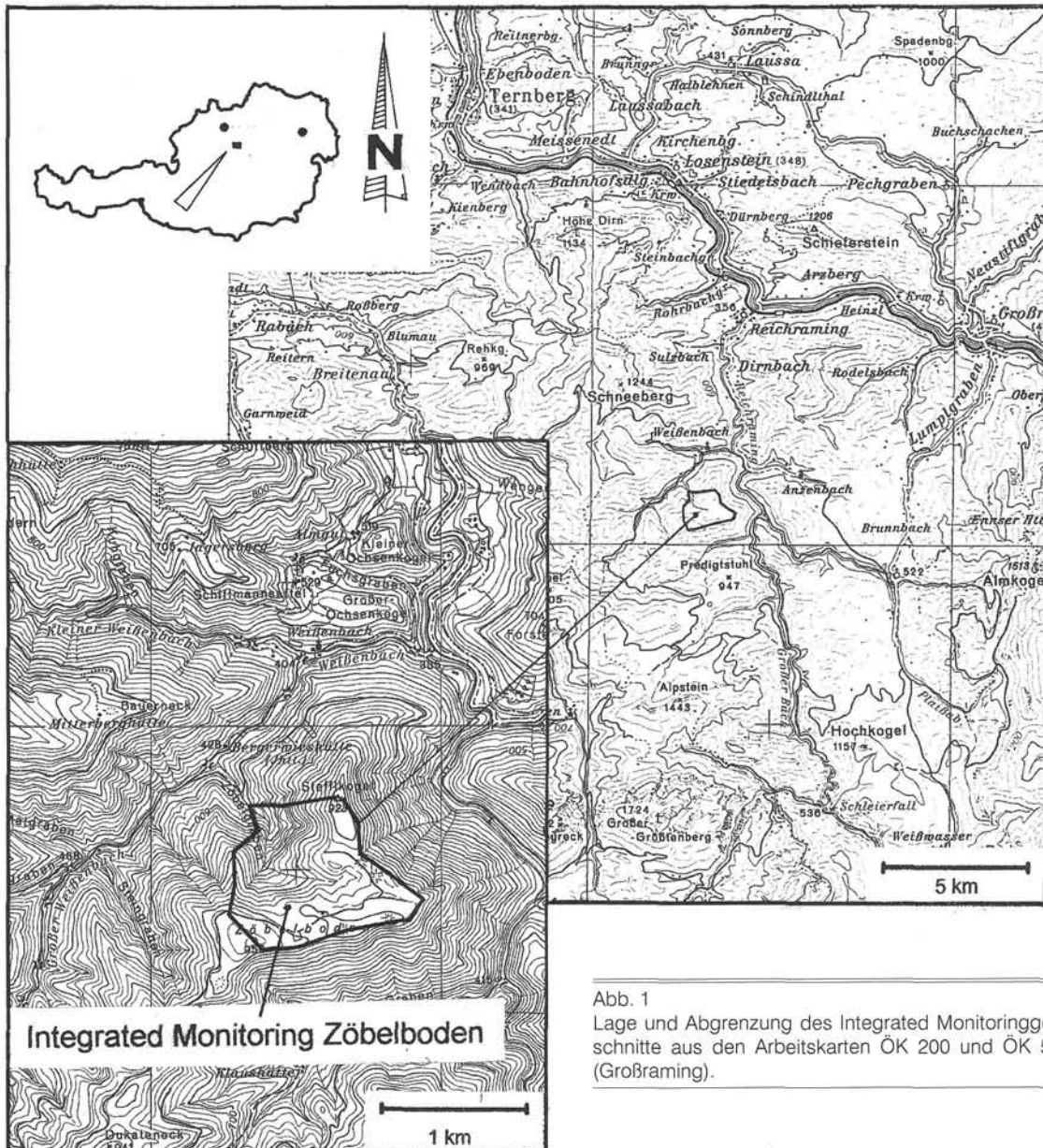


Abb. 1

Lage und Abgrenzung des Integrated Monitoringgebiets. Ausschnitte aus den Arbeitskarten ÖK 200 und ÖK 50, Blatt 69 (Großraming).

4.2 Arbeiten im Integrated Monitoring

Grundlage für die internationale Vergleichbarkeit im Integrated Monitoring ist das Methodenhandbuch der „Task Force“, des Gremiums der für die inhaltliche und koordinative Steuerung Verantwortlichen der Teilnehmerstaaten. Entsprechend den nationalen Gegebenheiten und Möglichkeiten werden Erweiterungen und Änderungen durchgeführt.

Im österreichischen Monitoringgebiet am Zöbelboden werden neben meteorologischen Parametern möglichst alle Ein- und Austräge in das Ökosystem erfasst. Darunter fallen nasse, okkulte und trockene Disposition, Bodenwasserchemismus und Oberflächenabfluß.

Die Zustandserhebung des Systems umfaßt Geologie, Hydrogeologie, Geomorphologie, Boden (-chemie), Ektohumus, Moose, Flechten, Bodenvegetation, Waldzustand (terrestrisch und Fernerkundung), Forstpathologie, Bodenfauna, Kleinsäuger, Vögel, Wildsituation (Verbißdruck/Verjüngung), Makrozoobenthos, Amphibien und Fische. Außerdem werden Bo-

denfeuchte, Bodentemperatur, Chemismus von Stammablauf und Streufall kontinuierlich erfasst (Abb. 2). Für die flächendeckenden Erhebungen wurde im etwa 1 km² großen Monitoringgebiet ein geodätisch eingemessenes Grundraster mit etwa 70 m Maschenweite gelegt. Zur Abklärung der kleinräumigen Variabilität wurden zusätzlich zwei Intensivuntersuchungsflächen eingerichtet.

Die Standorteinrichtung und die Erfassung der ersten Grundinventuren wurde 1994 abgeschlossen, ab 1995 kann bereits mit vollen Datensätzen gerechnet werden. Das Integrated Monitoring ist als Meßpunkt in das Waldschadensbeobachtungssystem, ICP-Forest, ICP-Materials, Luftgütemeßnetz, Isotopenmeßnetz, Ozonmeßnetz, den österreichischen Wassergüterkataster und die Erhebung persistenter organischer Schadstoffe in Waldökosystemen eingebunden. Geplant ist weiters die Einbindung an die Erhebungen des Nationalparks Kalkalpen und das Bioindikationsnetz in Oberösterreich.

FACHBEREICHE

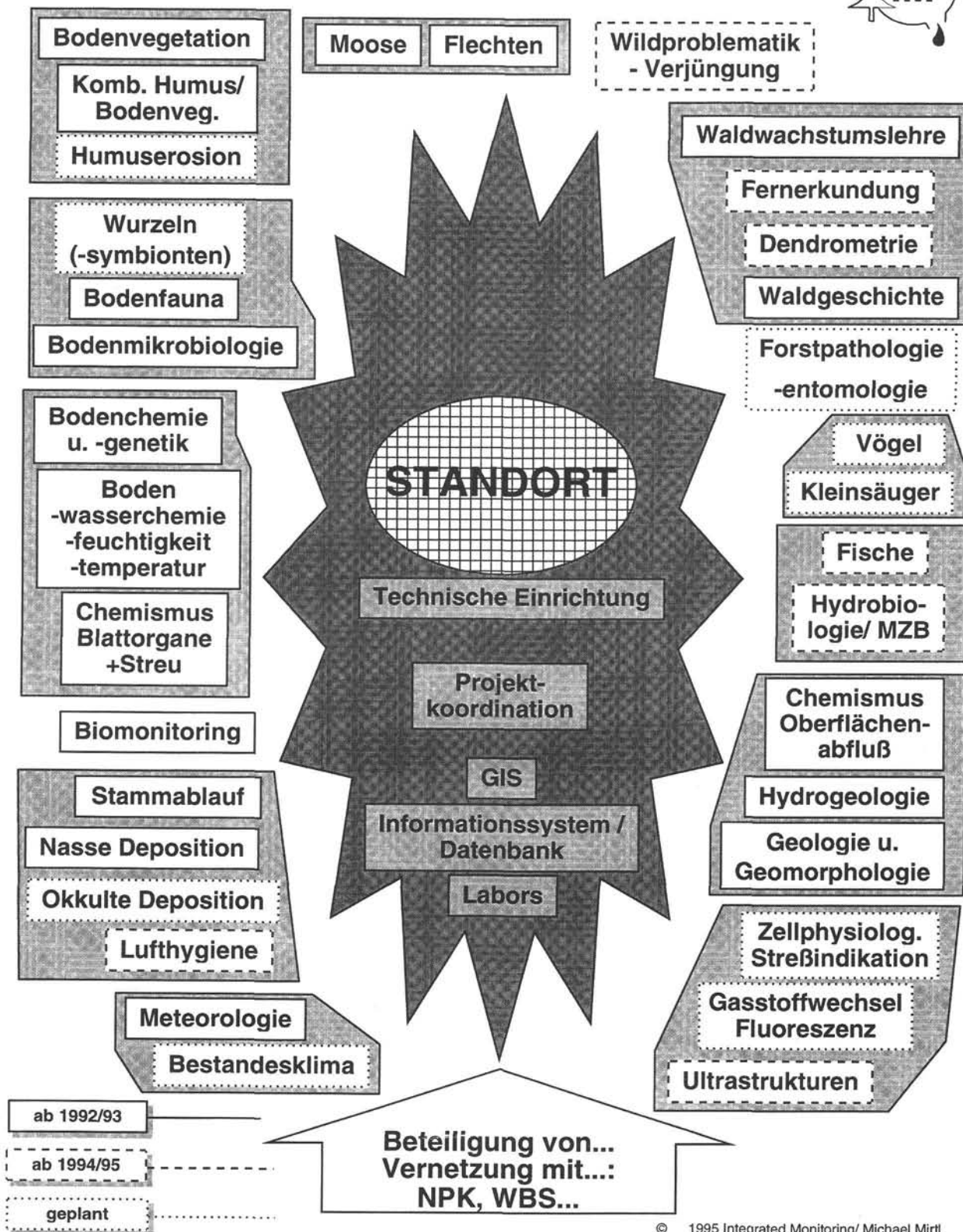


Abb. 2

Beteiligte Fachwissenschaften am Integrated Monitoring in Österreich. Die ausgewiesenen Signaturen zeigen die zeitlich gegliederte Einbindung der einzelnen Fachbereiche (GIS: Geographisches Informationssystem; MZB: Makrozoobenthos; NPK: Nationalpark Kalkalpen; WBS: Waldschadensbeobachtungssystem der Forstlichen Bundesversuchsanstalt).

5. Lage, Geomorphologie (**)

Das Arbeitsgebiet des Projektes „Integrated Monitoring/Zöbelboden“ liegt im Reichraminger Hintergebirge, einem Teil der oberösterreichischen Kalkvoralpen (Abb. 1). Die durchgeführte Quellkartierung umfaßt außer dem direkten Projektgebiet einen etwa 10 km² umfassenden, SW-NE streichenden Höhenzug, der im Norden, Osten und Süden durch den Großen Weissenbach, den Großen Bach und den Wilden Graben abgegrenzt ist (Abb. 3). Diese drei Gerinne sind außerdem die Vorfluter zur Entwässerung dieses Bereiches, der im Folgenden als Zöbelstock bezeichnet wird. Im Westen bzw. Südwesten wird das Bearbeitungsgebiet durch die Linie Fliegengraben – Aueralmhütte – Wilder Graben (Abb. 3) begrenzt.

Der Bereich des nördlichen Hintergebirges lag während der letzten Eiszeit (Würm) im periglazialen Gletschervorfeld. Lokale Vereisungen liegen im Bereich Mieseck – Sinnreiterboden vor (van HUSEN, 1987). Der Zöbelstock lag also frei, es kann eine durchgehende fluviatil bedingte Erosion und Einschnitt der Vorfluter angenommen werden. Die Eintiefung der Vorflu-

ter gegenüber der Hochfläche des Zöbelbodens beträgt bis zu 570 m (Mündung Großer Weißenbach). Die Oberflächenentwässerung des Zöbelstockes erfolgt an der Nordseite durch Gabeltäler mit trichter- bis birnenförmigem Einzugsgebiet (z. B. Zöbelgraben, Gamsgraben) bzw. durch einfache Gräben in den dazwischen liegenden Restflächen. An der Süd- und Ostseite sind derartige morphologische Unterscheidungsmerkmale nicht so deutlich ausgeprägt. Die Gräben und Täler sind bedingt durch die vorliegenden geologischen Verhältnisse zum Teil parallel zu den überwiegend steil bis saiger stehenden Schichtflächen angelegt.

Es kommt auf Grund des dolomitischen Hauptgesteins zu typischen Erosionserscheinungen, bei denen teilweise flache Rinnen, teilweise steile und schluchtartige Gräben ausgebildet sind. In Bereichen mit stärkerer tektonisch bedingter Zerlegung des Hauptdolomits sind die Gräben breiter, und zeigen einen deutlichen seitlichen Abtrag im Bereich der Grabenflanken. Grabenabwärts gelegene Strecken sind oftmals verklaust, und weisen lokal mächtigere Schuttfüllungen auf. Diese Verfüllungen verursachen ein Versitzen der Wässer in

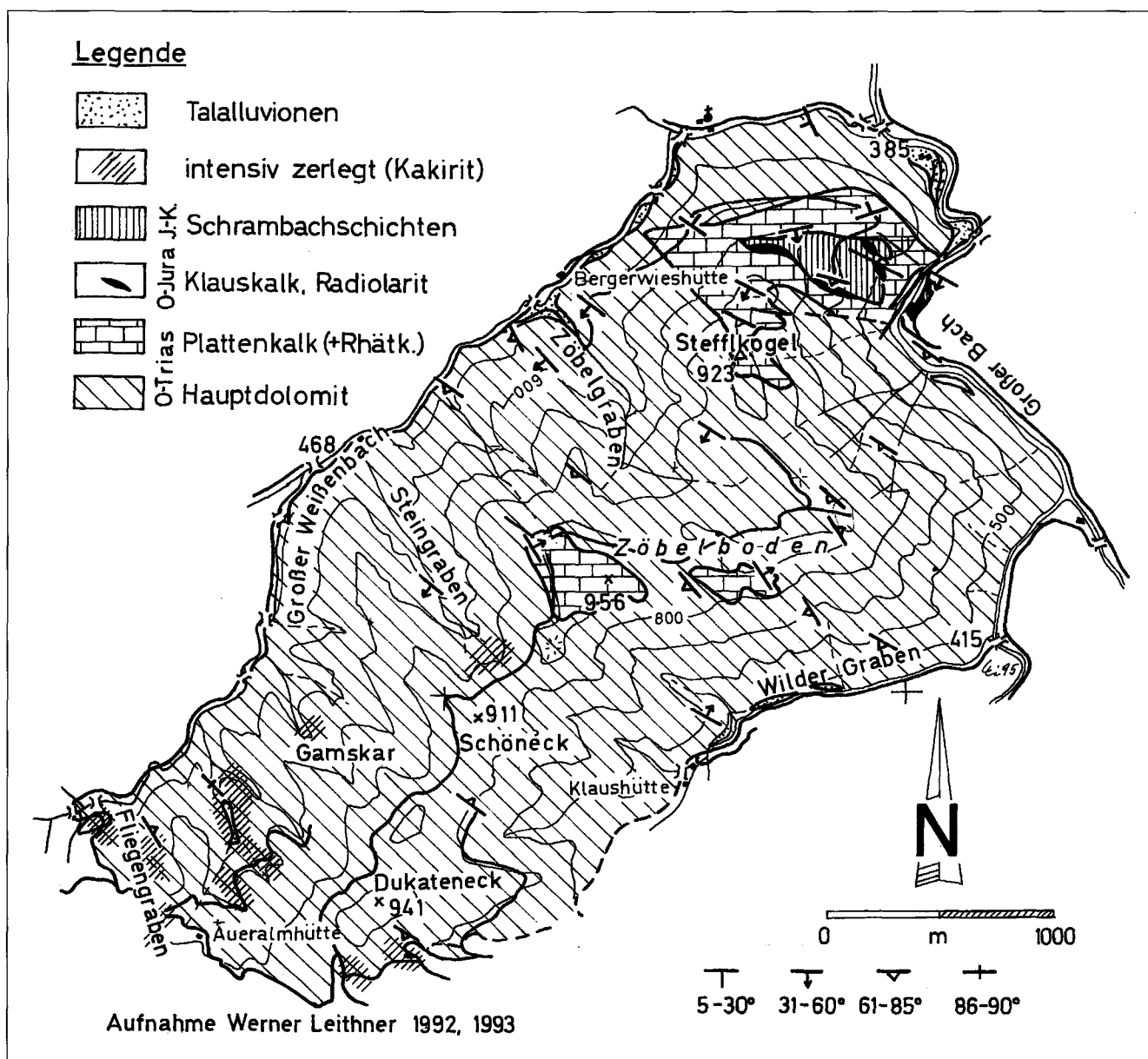


Abb. 3

Vereinfachte geologische Übersichtskarte für die hydrogeologischen Aufnahmen und des Arbeitsgebietes.

den Schuttmassen. Neuerliche Wasseraustritte sind weiter talab beim Hervortreten des Anstehendem und bei geringerer Schuttfüllung zu beobachten.

Besonders im Großen Weißenbach und im Wilden Graben sind vom Oberlauf her in der Höhe von 460 bis 420 m bzw. 500 bis 460 m Reste von altersmäßig nicht eingestufteten Talfüllungen an den Hängen erfaßbar. Die geomorphologischen Verhältnisse wurden im Zuge des Projektes in einer Aufnahme im Maßstab 1:10.000 dokumentiert (LEITHNER, 1994b).

6. Geologische Aufnahme (**)

6.1 Geologische Übersicht

Das Projektsgelände liegt in der hochbajuvarischen Reichraminger Decke, einer Teildecke der Nördlichen Kalkalpen (TOLLMANN, 1976, 1985). In tektonischer Sicht liegt das Projektsgelände im Bereich der SSW-NNE streichenden, nordvergent überkippten Kreuzekantiklinale. Nördlich des Projektgebietes schließt die Anzenbachmulde in Klauskalkfazies (STEINER, 1965, TOLLMANN, 1966, 1976) an. Diese ist durch eine Sedimentationsunterbrechung im tieferen Jura und darauffolgender diskordanter Transgression charakterisiert.

6.2 Geologische Verhältnisse im Monitoringgebiet

Im Monitoringgebiet wurde eine Aufschlußkartierung 1:5.000 durchgeführt (LEITHNER, 1992). Zur Gesamtübersicht für die hydrogeologische Kartierung wurde eine ergänzende geologische Karte 1:25.000 neu aufgenommen (Abb. 3). Basis dazu bildete die geologische Karte für den Nationalpark Kalkalpen (LUEGER, 1992).

Das dominierende Gestein im Projektsgelände ist bankiger bis dickbankiger Hauptdolomit mit einer Gesamtmächtigkeit von 400 bis 500 m (abgeleitet aus regionalen Vergleichen). Im hangenden Bereich sind dunkelgraue bituminöse und dunkelgrüne Keuperlagen bis etwa 10 cm Dicke eingeschaltet. Der hellgrau verwitternde Dolomit weist eine oberflächennahe intensive Auflockerung des Gesteinsverbandes auf. Aufschlüsse sind zumeist auf einzelne Bänke oder durch örtliche Störungen hervorgerufene Abrisse und Schrofenbildungen beschränkt. Im Projektsgelände kommen auch deutlich ausgebildete Wandstufen und Abbrüche vor, die bei Neigungen bis zu 60° teilweise als rasige Hänge ausgebildet sind.

Im Bereich des Zöbelbodens konnte erstmals auflagernder Plattenkalk erfaßt werden. Der makroskopisch durch die Wechsellagerung von Dolomit- und Kalkbänken charakterisiert ist. Die kartierungsmäßig erfaßte Grenzziehung zum Hauptdolomit wurde mit beginnender Einschaltung einzelner Kalkbänke durchgeführt. Der Plattenkalk ist zumeist bankig und hell graubraun, vereinzelt mit etwas rauherer Oberfläche. Laminite, die sich aus Algenmatten ableiten lassen, intraspartische Biogenschuttkalke und dichte, feinkörnige Partien bilden die Variationen im Anstehenden aus. Die Mächtigkeit im Monitoringgebiet liegt bei etwa 15 bis 20 m.

Nördlich des Monitoringgebietes lagert dem Plattenkalk im Bereich der Anzenbachmulde gering mächtiger Klauskalk diskordant auf, darüber folgen Hornsteinkalke, Radiolarite und teilweise sandig-tonig-mergelige Schrambachschichten im Muldenkern.

Auf Grund der begrenzten Aufnahmezeit und der intensiven tektonischen Zerlegung sowie der schlechten Aufschlußverhältnisse wurde diese Schichtfolge nicht im Detail auskartiert.

An der Ostseite zum Großen Bach ist eine Abscherung im Faltenscheitel sowie überkippte bis liegende Lagerung der

Mulde zu beobachten, im Bereich Großer Bach ist eine steilstehende, SW-NE streichende Störung mit etwa 40 m Vertikalversetzung erfaßbar.

7. Hydrogeologische Arbeiten (**)

7.1 Aufgabenstellung, Methodik

Bei der 1992 durchgeführten geologischen Kartierung im Projektsgelände „Integrated Monitoring/Zöbelboden“ wurden wasserführende Austritte in unterschiedlicher Höhe erfaßt. Literaturvergleiche mit den hydrogeologischen Verhältnissen in ähnlichen voralpinen Bereichen (PAVUZA, 1983, TRAINDL, 1983) führten zu der vorläufigen hydrogeologischen Modellvorstellung, daß im Arbeitsgebiet möglicherweise mehrere Bergwasserstockwerke vorliegen könnten. Für die hydrogeologischen Aufnahmen wurde der Aufnahmebereich auf Grund der vorliegenden Abgrenzung der Einzugsgebiete über das Projektsgelände des Integrated Monitoring/Zöbelboden hinausgehend erweitert (vgl. Kap. 5).

Die Abgrenzung des Arbeitsgebietes im Südwesten an der Linie Fliegengraben-Aueralmhütte-Wilder Graben liegt an einer lokal bedeutsamen, steilstehenden, etwa NW-SE streichenden geologischen Störungslinie. Die darin enthaltenen kataklastisch-kakiritisch zerlegten Dolomite weisen im Vergleich mit dem Umgebungsgestein geringere Durchlässigkeit auf (vgl. Kap. 7.2.3). An dieser Störungszone ist der Zöbelstock gegenüber dem im Südwesten gelegenen Höhenzug Mieseck-Lahnerkögel-Schreindlmauer um etwa 300 m abgesenkt. Dieser Höhenzug bildet den Nordschenkel der nicht zum Arbeitsgebiet gehörenden Ebenforstmulde.

Ziel der Arbeit war die Erfassung des hydrogeologischen Einzugsgebietes, die Überprüfung und eventuell notwendige Abänderung der hydrogeologischen Modellvorstellung des Zöbelstockes sowie die Erstellung von Vorschlägen für die weitere Vorgangsweise zur Bearbeitung. Die Aufnahme der vorliegenden Arbeit wurde im Maßstab 1:10.000 durchgeführt. Für die Geländearbeit und Angabe der Koordinaten der Austrittsstellen im Bundesmeldenetz wurde eine weitgehend verzerrungsfreie Ausschnittsvergrößerung der Arbeitskarte ÖK 25V, Blatt 69 (Großraming) verwendet.

Zur Erstellung eines Abflußmodells ist neben der kartenmäßigen Aufnahme der vorliegenden Quellen die Erfassung hydrogeologischer Kennwerte (Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Schüttung) notwendig. Probenahmen und Analyse der Quellwässer sollen in weiterer Folge gemeinsam mit Niederschlagsdaten die Aufstellung eines hydrologischen Modells für das Arbeitsgebiet ermöglichen.

Die vorliegenden Quellen und Hangwasseraustritte wurden bei Niedrig- bzw. Mittelwasserstand aufgenommen, für die weitere Beobachtung vorgesehene Meßstellen wurden zusätzlich auf Meßstellenstammdatenblättern des österreichischen Wassergütekatasters erfaßt (LEITHNER, 1994b). Weiters wurde die Abgrenzung der oberirdischen Einzugsgebiete sowie die Kartierung morphologischer Strukturen und Karsterscheinungen durchgeführt.

Die Erfassung der Schüttungsmengen erfolgte mit Meßgefäßen und Stoppuhr, in Gerinnen wurde die Durchflußmenge mit Hilfe von Schwimmermessungen geschätzt.

Bei der Aufnahme und nachfolgenden Begehungen einiger Austritte zeigte sich die Notwendigkeit einer Beobachtung der Quellaustritte in gleichmäßigen Abständen. Zusätzlich ist die Miteinbeziehung von Einzelereignissen wie z. B. Starkregen oder längeren Trockenperioden in die Meßreihen erforderlich, um ein möglichst umfassendes Bild der Abflußverhältnisse zu

erhalten. Die Aufnahmekampagnen wurden zwischen November 1993 und April 1995 im Abstand von zwei Monaten durchgeführt.

7.2 Hydrogeologische Charakteristik der Gesteine

7.2.1 Hauptdolomit

Der Hauptdolomit ist das älteste Schichtglied im Arbeitsbereich und weist nach Literaturangaben in diesem Abschnitt der Kalkalpen eine Mächtigkeit bis zu 500 m auf. Tiefere Schichtglieder, die als stauender Horizont wirken könnten, sind im Arbeitsbereich an der Oberfläche nicht aufgeschlossen.

Der Hauptdolomit weist im wesentlichen eine intensive Zerlegung in Dezimeter- bis Zentimeter- große rhombische Kluftkörper auf, die abschnittsweise bis zu sandigen Grus zerlegt sind. Teilweise erneute Verfestigung des Gefüges durch Kalzit kommt ebenfalls vor (vgl. Kap. 7.2.3). Diese oberflächennahe, intensive Zerlegung reicht unterschiedlich tief in den Gesteinskörper. Auf Grund der geringen Kluftlängen, allgemein fehlenden deutlich ausgeprägten Großklüften, und damit einhergehend der rasch verbrauchten Lösungskapazität des eindringenden Wassers, tritt im Gegensatz zu Kalken nur geringe Verkarstung in Form von Lösungserscheinungen und Hohlraumbildung auf (PAVUZA & TRAIIDL, 1983).

Im Bereich der Hochfläche des Plateaus der Zöbelstockes liegen einzelne Geländeformen vor, die in ihrer Ausbildung auf mögliche Einsturzbereiche hinweisen. Einzelne tonige Lagen im hangenden Bereich des Hauptdolomits (Keuperlagen) können lokal stauende Wirkung haben. Kartierungsmäßig sind sie punktuell erfassbar, sind bei der Kartierung aber nicht durchgehend zu verfolgen.

7.2.2 Plattenkalk, Jurakalke

Der Plattenkalk ist als verkarstungsfähiges, gut durchlässiges Gestein zu bezeichnen. Deutlich ausgeprägte Verkarstungsmerkmale an der Gesteinsoberfläche in Form von Karren und Rinnen treten auf. Die Zerlegung erfolgt im wesentlichen in großblockige Kluftkörper mit offenen Trennflächen und damit zu erwartender bevorzugter Karbonatlösung, Verkarstung und Hohlraumbildung. Die Verkarstungserscheinungen an der Oberfläche sind an kalkige Abschnitte gebunden. Bedingt durch die im Verhältnis gering mächtige Auflage des Plattenkalkes auf dem liegenden Hauptdolomit ist für den gesamten Gebirgsstock im Arbeitsbereich keine Veränderung der Charakteristik des hydrogeologischen Verhaltens zu erwarten. Quellaustritte im Plattenkalk konnten nicht beobachtet werden.

In der Anzenbachmulde sind die oberjurassischen tonig-mergeligen Flaserkalke (Tithonflaserkalk) und sandig-tonige Schrambachschichten als lokal auftretende, gering bis nicht durchlässige Gesteine zu bezeichnen. Deren Verbreitung ist auf einen flächenmäßig kleinen Bereich außerhalb des Monitoringgebietes beschränkt (vgl. Abb. 3).

7.2.3 Intensiv zerlegte Bereiche

Störungszonen mit intensiver, tektonisch bedingter Zerlegung des Ausgangsgesteins und teilweise erfolgter Wiederverheilung und Verfüllung mit Kalzit in den offenen Bereichen sind besonders im Hauptdolomit zu beobachten. Auf Grund der intensiven, zumeist bruchhaften Zerlegung im spröden Bereichen sind diese Abschnitte als Kataklasite, bzw. Kakirite zu bezeichnen. Bei intensiver, feinkörniger Zerlegung sind sie gegenüber dem Umgebungsgestein geringer durchlässig

und bilden lokal ausgebildete Stauhorizonte. Einzelne besser erhaltenen Bereiche darin bilden einzelstehende Felstürme.

Derartige Zonen sind an der Abgrenzung des Kartierungsbereiches im Westen und Südwesten im Bereich Fliegengraben – Zöbelboden – Wilder Graben besonders deutlich ausgebildet. Die Raumstellung dieses Bereiches ist auf Grund der vorliegenden Aufnahmeergebnisse als \pm senkrecht (saiger) einfallend und etwa Nordwest-Südost streichend aufzufassen. Diese Zone ist auch die Abgrenzung gegenüber dem südwestlich etwa 300 m höher gelegenen Bereich der Ebenforstmulde. Infolge der starken Zerlegung des Ausgangsgesteins zeigen sich teilweise stärker erodierte weichere Oberflächenformen. Quellen (vgl. Kap. 7.4) sind in diesem Bereich häufiger und weisen durchwegs höhere Schüttmengen auf (548, 583, 584, 585 in Abb. 4), vereinzelt sind temporäre Austritte (?Siphoneffekt) zu beobachten (535, 539, 545 in Abb. 4).

7.3 Abgrenzung der Einzugsgebiete

7.3.1 Einzugsgebiet Großer Weißenbach

Das Tal des Großen Weißenbaches entwässert im wesentlichen den Bergzug Mosereck-Schreindlmauer-Lahnerkögel-Fliegenluckenmauer nach Nordosten. Rechtsufrig wird über die gesamte Bachstrecke der Zöbelstock, linksufrig über Kreuzeck- und Maigraben sowie Kleiner Weißenbach der Bereich Hirscheck-Kreuzeck-Hollerkogel-Schneeberg nach Osten entwässert. Das Gebiet wird überwiegend aus Hauptdolomit der Reichraminger Decke aufgebaut. Im Zug Hollerkogel-Mitterberg-Bauerneck-Stefflkogel liegt die nach Norden überkippte Anzenbachmulde mit Plattenkalk und Juraschichtgliedern, im Bereich nördlich des Stefflkogels liegen im Muldenkern Schrambachschichten (sandig-tonig-mergelige Kreidekalke) vor. Der Zug Lahnerkögel-Fliegenluckenmauer bildet den Nordschenkel der Ebenforstmulde mit Obertrias- und Juragesteinen.

Im oberen Bereich bis zum Maigraben ist der Weißenbach tief eingeschnitten, teilweise annähernd klammartig (Aufweitung durch die Forststraße). Hängende Nebengerinne weisen auf eine intensive, aktive Erosionstätigkeit hin. Bei der Mündung in den Großen Bach ist die Sohle des Großen Weißenbaches ungefähr 2 m gegenüber dem Großen Bach überhöht.

7.3.2 Einzugsgebiet Großer Bach

Der Große Bach entwässert die Ostseite des Kartierungsgebietes. Er wird im Norden von der Anzenbachmulde mit jurassischen, teilweise stauenden Gesteinen durchzogen. Die morphologische Abgrenzung der Teileinzugsgebiete am Zöbelstock zeigt im wesentlichen parallele Streifen. Die Entwässerung erfolgt im Bereich des südlich der Mulde liegenden Abschnittes in Form einzelner Quellen. Diese weisen im Vergleich zum sonstigen Kartierungsgebiet hohe Schüttmengen auf (594, Höhe 510 m, 0,5 bis 1 l/s; 589, Höhe 670 m, 1,5 bis 3 l/s; siehe auch Abb. 4). Diese Tatsache kann möglicherweise auf das Vorliegen einzelner stark zerlegter Bereiche (589) bzw. auf die Ausbildung von Kluftquellen (594) zurückgeführt werden. Im Bereich der Anzenbachmulde und nördlich davon (im Liegenden der Mulde) sind keine nennenswerten Wasseraustritte zu verzeichnen.

7.3.3 Einzugsgebiet Wilder Graben

Der Wilde Graben entwässert die östliche Fortsetzung der Fliegenluckenmauer nach Nordosten, den Zöbelstock nach Südosten und Süden sowie den Zug Mieseck – Schallhirtenboden nach Nordwesten. Die meisten Wasseraustritte liegen

des Großen Weißenbaches (534, 583, 584, 585 in Abb. 4) und des Wilden Grabens (539).

Hydrochemisch sind diese Quellen von den anderen Wasseraustritten durch höhere Ca/Mg-Verhältnisse (2,10 bis 2,36 gegenüber sonst durchwegs < 2) unterscheidbar (Abb. 5).

Die in den Wilden Graben entwässernde Quelle 539 tritt nicht kontinuierlich auf, die Abhängigkeit des Schüttungsrhythmus in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen konnte bisher nicht erfaßt werden.

7.4.2 Quellgruppe Talboden

Die unter diesem Begriff zusammengefaßte Quellgruppe liegt in einer Höhe zwischen 470 m und 510 m. Die Austritte dieser Quellgruppe entwässern in die Einzugsgebiete Großer Weißenbach (501, 505, 569, 592), Großer Bach (594) und Wilder Graben (525, 526, 527).

Die Austritte liegen überwiegend als Kluftquellen, teilweise mit Schutt überdeckt vor. Die Schüttmenge bei der Erstaufnahme lag zwischen 0,2 und 1,5 l/s. Einzelne kleinere Austritte sind nicht perennierend (525, 526, 527). Die Temperaturänderungen (0,1 bis 0,3°C), Schüttmengen- und Leitfähigkeitsschwankungen ($\pm 10\%$) liegen in einem engen Bereich und kennzeichnen die Quellgruppe als Austritte eines dauernd vom Wasser erfüllten Niveaus.

Die Quellgruppe kann als tiefliegender Austrittsbereich, der vermutlich im Verschnitt Hang/(ehemaliger) Talboden liegt, angesprochen werden. Dabei ist in diesen Bereichen durch die freie Oberfläche zum Vorfluter entlang des Trennflächensystems eine hydrographische Wegsamkeit gegeben. Bedingt durch die tiefe Lage und der damit zusammenhängenden vermutlich großen Verweildauer sind die Schwankungen der Temperatur und der Schüttmengen gering. Aus tektonischer Sicht liegen alle diese Austritte hangend des Mittelschenkels der Anzenbachmulde im Hauptdolomit.

7.4.3 Quellen im Bereich Zöbelgraben

Im Bereich des Monitoringgebietes im Zöbelgraben liegen Quellaustritte mit einer maximalen Schüttmenge von $\sim 0,2$ l/s vor (512, 551, 600, 1604, 1605 in Abb. 4). Zusätzlich sind mehrere Sickerwasseraustritte zu beobachten, die auf Grund der geringen Schüttmengen durch Messungen nicht erfaßbar sind.

Bedingt durch die vorliegenden morphologischen Verhältnisse sind die Austritte teilweise erschwert bzw. kaum erreichbar. Graben- bzw. Rinnenneigungen bis 60° in den Nebengräben liegen vor. Aus diesem Grund sind in diesen Bereichen bisher Messungen, aber teilweise keine Probenahmen durchgeführt worden (der notwendige Zeit- und Sicherheitsaufwand für die Beprobung ist unverhältnismäßig hoch). Verhältnismäßig gut erreichbare Meßpunkte sind 551 (Meßwehr), 600, 1604 und 1605. 600 und 1604 sind temporäre Austritte (Schuttüberdeckung), 551, 1604 und 1605 liegen direkt im Zöbelgraben.

Die Abflußverhältnisse im Zöbelgraben sind, bedingt durch die vorliegende Stellung der Schichtflächen im Hauptdolomit (steiles bis saigeres Einfallen, \pm normal zur Grabenrichtung streichend), von abwechselnden Abschnitten mit Schuttverfüllung und herausragenden Felsrippen bis Felsstufen geprägt. Im Bereich des anstehenden Gesteins sind mehrfach bis zu 15 m hohe Wandstufen ausgebildet. Grabenabwärts von 551 (Höhe 585 m) tritt vermehrt Hangschutt- bis Blockwerkverfüllung (besonders von der orographisch rechten Seite her) auf. Im Bereich der schuttverfüllten Strecken ist das Gerinne bei Niedrigwasser bis Mittelwasser oftmals versitzend, neuerliches Hervortreten des Wassers ist im Nahbereich der Felsrip-

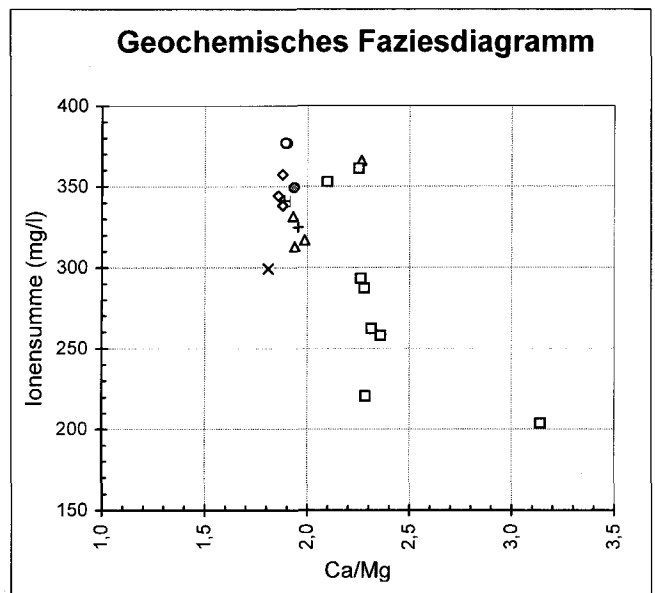


Abb. 5

Hydrochemisches Faziesdiagramm. Im Zusammenhang mit der Geländeaufnahme kann auf mit Hilfe der gering unterschiedlichen Ca/Mg-Verhältnisse die Zuordnung zu verschiedenen Einzugsgebieten gefestigt werden. Signaturen wie Abbildung 4.

pen zu beobachten. Unterhalb Höhe 570 m und grabenabwärts der Forststraße zum Zöbelboden (bereits außerhalb des Monitoringgebietes) liegt Füllung mit unsortiertem Schutt (rasch wechselnde, im Kartierungsmaßstab nicht untergliederbare Lagerung) vor.

7.4.4 Sonstige Quellen

Im gesamten Arbeitsbereich sind vielfach kleinere Wasseraustritte, meist mit einer Schüttmenge $\leq 0,02$ bis 0,05 l/s zu beobachten. Dabei liegt ein Zusammenhang benachbarter Austritte in Bezug auf die Austrittshöhe und lokale Störungszonen bzw. intensiver zerlegten Gesteinsbereichen im Hauptdolomit vor. Auf Grund dieser lokalen, gegenüber der Umgebung als relative Stauer aufzufassenden Bereiche kommt es zu diesen Wasseraustritten, die oftmals über Wandstufen in den Gräben auftreten. Das Vorliegen durchgehender Bergwasserhorizonte konnte nicht nachgewiesen werden.

7.4.5 Abflußverhältnisse

Das Arbeitsgebiet wird vom Großen Weißenbach, dem Großen Bach und dem Wilden Graben entwässert. Die Schüttung der aufgenommenen 64 Quellen liegt meist unter 0,2 l/s. Quellen mit größeren Schüttmengen sind im Bereich des intensiv zerlegten Südwestrandes des Arbeitsgebietes (Quellgruppe Südwestrand) und im Anschnittsbereich des Bergwasserkörpers (Quellgruppe Talboden) zu beobachten. Die meisten anderen Wasseraustritte weisen geringe Schüttmengen auf, große Teile des Aufnahmegebietes im Hauptdolomit sind als wasserarm zu bezeichnen. Das oberirdische Entwässerungsnetz ist gut ausgebildet, die Gräben und Tälchen weisen jedoch nur geringe Wasserführung auf.

8. Karstphänomene (**)

Im Bearbeitungsbereich sind Karstphänomene nur in geringem Ausmaß zu beobachten. Auf der Hochfläche des Zöbelbodens liegen einzelne flache Mulden vor, die als Andeutun-

gen bzw. Relikte von Dolinen interpretiert werden können. Das im gleichen Bereich beobachtete Vorkommen von Braunlehmen ist in Verbindung mit der geologischen Kartierung (der Zöbelboden liegt im hangenden Bereich des Hauptdolomits, der bunte, tonig-mergelige Keupereinschaltungen aufweist) auf die Lage dieses Bereiches in der Schichtfolge beziehbar. Die tonig-mergeligen Bestandteile des Schichtverbandes gingen nicht in Lösung und lagerten sich bei der erosiven Abtragung und Lösung der Gesteine in ebenen Bereichen und Hohlformen auf der Hochfläche ab. Von bodenkundlicher Seite wird als Bildungsalter der Braunlehme im Monitoringgebiet tertiäre bzw. interstadiale Entstehung diskutiert. Texturanalysen und Röntgendiffraktometeranalysen könnten zu einer Klärung des Fragenkomplexes Alter und Entstehung der Braunlehme beitragen (GRATZER, 1992).

Die Ausbildung von oberflächigen Karstformen – Karren und Runsen – ist auf die kalkigen Bereiche in der Schichtfolge begrenzt. Dabei ist beim Übergang Hauptdolomit – Plattenkalk bei Überwiegen der kalkigen Partien die Ausbildung von Kluft- und Rillenkarren besonders auf Schichtflächen zu beobachten. Beispiele dafür sind südlich der Kote 956 am Zöbelboden sowie am Grat zum Steffkogel in der kalkigen Umrahmung der Anzenbachmulde zu finden. Beobachtungen über unterirdische Verkarstungserscheinungen wie Höhlen liegen im Arbeitsgebiet nicht vor.

9. Schlußfolgerungen, weitere geplante Arbeiten (**)

Die Quellaufnahme und die bisher vorliegenden Analyseergebnisse ermöglichen es, mehrere Quellgruppen zu unterscheiden (vgl. Kap. 7.4, Abb.4). Die geologischen Aufnahmen zeigen, daß durchgehende stauende Horizonte, die eine Entwässerung des Zöbelstockes bewirken, obertägig nicht vorliegen. Die aus der hydrogeologischen Kartierung gewonnenen Erkenntnisse (Quellentypisierung über Abflußverhältnisse und physikalische Feldparameter) über das im Monitoringgebiet vorliegende Entwässerungssystem werden durch die hydrochemischen Analysen weiter verfeinert.

Für die hydrogeologische Bearbeitung im Integrated Monitoring ist die Durchführung weiterer Probenahmezyklen, Analyse der Quellwässer, die geochemische Beprobung der Gesteine und die Erstellung eines hydrologischen Modells für das Arbeitsgebiet geplant. Zusätzlich sollen die hydrochemischen Arbeiten durch isopenhydrologische Untersuchungen, die weiteren Aufschluß über die Verweilzeiten der Wässer und das Speichervermögen des Karstaquifers bringen sollen ergänzt werden. In weiterer Folge ist im karsthydrogeologischen Untersuchungskonzept die Durchführung von Markierungsversuchen zur Überprüfung der angenommenen Modellvorstellungen geplant. Abschließend soll auf der Basis dieser Arbeiten das Abflußmodell verfeinert werden.

10. Literatur

- GRATZER, G., 1992: Bodenerhebung 1992 – Am Standort Zöbelboden des Integrated Monitoring. – UN-ECE-International Cooperative Programm „Integrated Monitoring“ in Österreich. – 11 S., 2 Beil., Wien.
- van HUSEN, D., 1987: Die Ostalpen in den Eiszeiten. – Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt, 24 S., 1 Kartenbeil., Wien.
- LEITHNER, W., 1992: Integrated Monitoring Zöbelboden – Geologische Aufnahme. – Unveröff. Arbeitsbericht Umweltbundesamt, 15 S., 4 Abb., Fotobeilage, 1 Karte, Wien.
- LEITHNER, W., 1993: Bericht über die Wasserprobenahme vom 09.-11. 11. 1993 im Projektsgebiet. – Arbeitsbericht, 2 S., 1 Tab., Wien.
- LEITHNER, W., 1994a: Beurteilung der Analysen der Wasserprobenahme vom 09.-11. 11. 1993 im Projektsgebiet. – Arbeitsbericht, 2 S., 1 Kt., 1 Tab., 3 Diagr., Wien.
- LEITHNER, W., 1994b: Integrated Monitoring Zöbelboden – Hydrogeologische Kartierung. – Unveröff. Arbeitsbericht Umweltbundesamt, 19 S., 7 Beil., Wien.
- LUEGER, J. P., 1992: Kompilierung der vorhandenen geologischen Informationen über das Nationalparkgebiet, Verordnungsabschnitt 1 für das NP-GIS „Geologischer Führer“. – Bericht im Auftrag des Vereins Nationalpark Kalkalpen, 25 S., Karten, Molln.
- PAVUZA, R. J., 1983: Karsthydrogeologische Untersuchungen in den Kalkvoralpen S Waidhofen/Ybbs (Niederösterreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 29, 133 – 160, 13 Abb., Wien.
- PAVUZA, R. & TRAIIDL, H., 1983: Über Dolomitkarst in Österreich. – Die Höhle 34/1, 15-25, 7 Abb., Wien.
- STEINER, P., 1965: Die Eingliederung der Weyerer Bögen und der Gr. Reiflinger Scholle in den Faltenbau des Lunzer-Reichraminger Deckensystems. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 14-15, 267-298, 1 Abb., 1 Taf., Wien.
- TOLLMANN, A., 1966: Die alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. – Geotekton. Forsch. 21, 1-156, 20 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- TOLLMANN, A., 1976: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen Bd. 3, X, 449 + 7 S., 130 Abb., 7 Taf., Wien.
- TOLLMANN, A., 1985: Geologie von Österreich, Band 2 Außerzentralalpiner Anteil. – XV + 710 S., 286 Abb., 27 Tab., Wien.
- TRAIIDL, H., 1983: Hydrogeologie der Kalkvoralpen im Raum Waidhofen/Ybbs – Weyer (NÖ, OÖ). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 29, 161-190, 21 Abb., Wien.
- UN ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION (CLRTAP), 1993: Manual for Integrated Monitoring, Programme Phase 1993-1996, Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki. 114 + 2 S.
- Nach Fertigstellung der Arbeit eingelangte Literatur: LEITHNER, W., 1997: Geologische und hydrogeologische Aufnahmen als Basis für Stoffbilanzen eines Kleinökosystems in den Nördlichen Kalkalpen (Integrated Monitoring des Umweltbundesamtes im Reichraminger Hintergebirge, OÖ). – Diplomarbeit Aufbaustudium Technischer Umweltschutz, Technische Universität Wien, III+68 S., 26 Abb., 9 Tab., 6 Beil., Wien.

Manuskript eingegangen am: 15. 02. 1995 ●

Revidierte Fassung eingegangen am: 17. 03. 1997 ●

Manuskript akzeptiert am: 15. 05. 1997 ●