

Endbericht über das Projekt

KARTIERUNG VON BENTONITEN IM TERTIÄR DER OST-, WEST- UND
OBERSTEIERMARK UND UNTERSUCHUNG DER ANFALLENDEN PROBEN (III).

PROJEKTL EITER

UNIV. DOZ. DR. WALTER GRÄP

SACHBEARBEITER

UNIV. DOZ. DR. FRITZ EBNER, Geologie

DR. GERHARD A. BERTOLDI, Materialtechnik/
Mineralogie

UNIV. DOZ. DR. H. KOLMER, Geochemie/Mineralogie



Graz - November 1980

INHALT

	Seite
Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
2. Alphabetisches Verzeichnis der in den "Bentonit-Berichten I-III" untersuchten bzw. erwähnten Vorkommen	7
3. Das Tertiär des Weststeirischen Beckens und der Mittelsteirischen Schwelle und seine Bentonit/Tuff-Vorkommen	10
3.1. Geologischer Überblick	10
3.2. Die Bentonit/Tuff-Fundgebiete bzw. Fundpunkte	14
3.2.1. In den karpatischen Bibiswalder-Schichten	14
3.2.1.1. Bibiswald	14
3.2.1.2. Steyregg	18
3.2.2. Vulkanite im Raum Ratsnai-Mureck-Gamlitz/S	20
3.2.2.1. Urkogel	22
3.2.2.2. Ratsnai	22
3.2.3. Tuffe innerhalb der Leithakalkentwicklung	23
3.2.3.1. Autobahnbohrung Wagendorf	23
3.2.3.2. Afram, St.Margarethen, Weihenegg	25
3.2.4. Bentonite/Tuffe aus der Saualschwelle und in deren Nahbereich	27
3.2.4.1. Grössing	30
3.2.4.2. Hengsberg	31
3.2.4.3. Kollitsch	31
3.2.4.4. Hochbrudersegg	32
3.2.5. Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Florianer Bucht im Raum Pöls	33
3.2.5.1. Quellgraben Pöls	36
3.2.5.2. Höllpsull	39
3.2.5.3. Gantschenberg/W	39
3.2.5.4. Gantschenberg (= Weinslipp)	39
3.2.5.5. Weitendorf	40
3.2.6. Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Florianer Bucht im Raum Deutschlandsberg-Groß St. Florian	41
3.2.6.1. Kapelle bei Pkt. 386 an der Straße Deutschlandsberg - Schwanberg (Hollenegg)	42
3.2.6.2. Zirknitzbachtal	43
3.2.6.3. SE Tanzeidorf	44
3.2.6.4. Kassach	44
3.2.6.5. Topberg	44
3.2.6.6. Hohlbach	45
3.2.6.7. Holzbauregg	45
3.2.6.8. Otternitz	46
3.2.6.9. Lichtenegg	47
3.2.6.10. Groß St. Florian, Hastreith	47

3.2.7. Die Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Umgebung von Köflach/Voitsberg	48
3.2.7.1. Treglitzsattel (Lobmingberg, Bürgerwald)	48
3.2.7.2. Bentonite/Tuffe in den Kohlengruben des Köflacher/Voitsberger Reviers	62
3.2.7.3. Franziskanerkogel	64
3.2.7.4. Raßberg/W. St. Bartholomä	64
3.2.7.5. St. Bartholomä	65
4. Bentonit/Tuff-Vorkommen im Tertiarbecken von Passail	66
4.1. Passail/Raabufer	66
4.2. Passail/W	68
5. Bentonit/Tuff-Vorkommen in geschlossenen Kohlenbergbauen, stark verbauten Gebieten und Bohrungen, die nicht mehr überprüfbar sind	73
5.1. Bentonit/Tuff-Vorkommen im Bereich der Norischen Linie zwischen Leoben und Parschlug	74
5.1.1. Leoben/Seegraben	74
5.1.2. Tröfalach/Tertiarbecken	75
5.1.3. Bruck/Kapfenberg, Parschlug	75
5.2. Tuffvorkommen in aufgelassenen Kohlenbergbauen der NE-Steiermark	76
5.2.1. Ratten, St. Kathrein	76
5.3. Bentonit/Tuff-Vorkommen in Bohrungen ohne zugängliches Probenmaterial	77
5.3.1. Bohrung Mooskirchen	77
5.3.2. Bohrung GKB 2 Söding	78
5.3.3. Bohrung Pirka	78
5.4. Bentonit/Tuff-Vorkommen, die nicht mehr überprüfbar sind und in der Literatur nur stichwortartig angeführt sind	80
6. Das Bentonit- und Tuff-Vorkommen Stögerabach	80
7. Das Bentonit-Vorkommen Gossendorf	90
8. Mineralogische bzw. materialtechnische Untersuchungen der aufgesammelten Proben	91
8.1. Mineralogische Zusammensetzung, Spurenelemente, Vollanalysen	91
8.2. Materialtechnik (G. Bertoldi)	122
8.2.1. Einleitung	122
8.2.2. Definitionen zum Bereich Bentonite und Puzzolane	

8.2.2.1. Bentonite	121
8.2.2.2. Produktionen, Verwendung und Vorkommen von Bentoniten	123
8.2.2.3. Prüfung von Bentoniten	125
8.2.2.4. Puzzolane	126
8.2.3. Methodik	129
8.2.4. Die Beurteilung der Proben und Probenreihen	132
8.2.4.1. Stögersbach	132
8.2.4.2. Weiserdekreuz	132
8.2.4.3. Passail	133
8.2.4.4. Holzbaueregg	133
8.2.4.5. Föls	134
8.2.4.6. Bürgerwald	134
9. Die Anwendungsmöglichkeit von Geophysik für Bentonit- bzw. Glastuffprospektion	135
10. Literatur- und Quellenachweis	136

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem vorliegenden Bericht wird im Anschluß an die Arbeiten von EBNER & GRÄF 1977 und 1979 die Dokumentation der steirischen Tuff-Bentonit-Vorkommen abgeschlossen.

Bei diesen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß in sämtlichen Faziesbereichen des steirischen Karpats und unteren Badenians - eine feinkörnige Sedimentation vorausgesetzt - Glastuffe und Bentonite auftreten können. Der Großteil der beschriebenen Vorkommen besitzt jedoch nur eine regional-geologisch/stratigraphische Bedeutung. An größeren, eventuell abbauwürdigen Vorkommen sind zu erwähnen:

Bürgerwald (Tregistsattel) (Glastuff)
Holzbaueregg (Bentonit)
Passail (Glastuff)
Pöls (Bentonit, Glastuff)
Rutzendorf (Bentonit)
Steinz-Ettendorf-Zirknitzbachtal (Glastuff)
Stögersbach (Glastuff/Bentonit)

Für eine endgültige Beurteilung dieser genannten Vorkommen wären allerdings künstliche Aufschlüsse bzw. geeignete geophysikalische Maßnahmen erforderlich.

Qualitativ zeigen die Tuffe nach Materialuntersuchungen von G. BERTOLDI sämtliche Übergänge von hochprozentigen Montmorillonit-tonen (Bentoniten) bis zu wenig vertonten Glastuffen. Größere Materialmächtigkeiten (bis zu 5 m im Vorkommen Tregistsattel) liegen allerdings nur bei Glastuffen vor. Weiters haben die materialtechnischen Untersuchungen gezeigt, daß nicht nur die vertonten Tuffe als "Bentonite" vorzüglich verwertbar sind, sondern auch die bisher nur wenig beachteten Glastuffe ausgezeichnet zur Puzzolanherstellung verwendbar sind.

I. EINLEITUNG

Im Anschluß an die Kartierung der Bentonit/Tuff-Vorkommen der Nordoststeiermark (EBNER & GRAF 1977) und der Vorkommen im Fohnsdorf/Knittelfelder/Seckauer Tertiärbecken, dem Becken von Rein - Eisbach - Stiwoll und der Umgebung von Stainz (EBNER & GRAF 1978 a) wird nun über die Geländeaufnahme bzw. Literatur- und Quellensrecherchen der restlichen Tuff/Bentonit-Vorkommen der Steiermark berichtet. Wie bei den vorangegangenen Arbeiten wurde

- Literatur- und Quellenstudium betrieben,
- ein Lokalaugenschein mit Probennahme und Profilaufnahme durchgeführt,
- sämtliche Fundpunkte auf der OK 1:50.000 lokalisiert und
- durch Übersichtsbegehungen versucht, möglicherweise neue Vorkommen aufzufinden bzw. durch Detailaufnahmen die Ausdehnung der Vorkommen festzustellen.

Die Materialuntersuchungen bzw. zur mineralogischen Ansprache notwendigen Untersuchungen wurden an ausgewählten Proben von Dr.G. BERTOLDI (Fa.Technomineral) bzw. durch Doz.Dr.H.KOLMER (Technische Universität Graz) und durch Dr.W.POSTL (Landesmuseum Joanneum) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden durch ältere bisher nur teilweise publizierte Daten ergänzt.

Für zahlreiche Fundpunkthinweise und Aussprachen sind wir Dr.G.KOPETKY sehr zu Dank verpflichtet. Weitere Unterstützung bei Geländeaufnahmen, wie der Reinzeichnung der Karten und Tabellen erfuhren wir durch Herrn J.FLACK.

Die im vorliegenden Bericht behandelten Tuff/Bentonit-Vorkommen liegen in den karpatischen Anteilen der Eibiswälder-Schichten, in den badenischen Schichten des Weststeirischen Tertiärbeckens, der Leithakalk-Entwicklung im unmittelbaren Nahbereich der Sausal-schwelle und auf der Sausal-Schwelle, im limnisch-fluviatilen Badenian der NW-Steiermark und dem Tertiärbecken von Passail.

Ferner werden der Vollständigkeit halber diejenigen steirischen Tuff/Bentonit-Vorkommen angeführt, die bisher noch keine Berücksichtigung fanden und

- aus nun geschlossenen Kohlenbergbauen
- aus stark verbauten Gebieten
- und aus Bohrungen

bekannt wurden. Hinsichtlich ihrer Materialbeschaffenheit und Ausdehnung konnten die letztgenannten Vorkommen nicht mehr überprüft werden.

Weiters verweisen wir darauf, daß in den Berichten der Bentonit von Gosendorf bisher nicht behandelt wurde. Genetisch unterscheidet sich dieses Vorkommen klar von den übrigen. Es handelt sich dabei nicht um umgewandelte vulkanische Tuffe, sondern um postvulkanisch zersetzte Trachyandesite. Der Grund, warum Gosendorf im vorliegenden Bericht keine umfassende Darstellung erfährt, liegt darin, daß dieses Vorkommen hinsichtlich Qualität wie auch Quantität dank des bis vor einigen Jahren betriebenen Bergbaues hinlänglich bekannt ist und nur eine Aufzählung bereits publizierter Angaben wäre. Anstatt der Beschreibung dieser Lagerstätte sei nur auf die einschlägige Literatur verwiesen.

2. ALPHABETISCHES VERZEICHNIS DER IN DEN "BENTONIT-BERICHTEN I - III" ERWÄHNTEN VORKOMMEN

In der Folge werden sämtliche steirischen Tuff/Bentonit-Vorkommen angeführt, die in den "Bentonit-Berichten" I - II (EBNER & GRÄF 1977, 1979 a) und dem vorliegenden Bericht erwähnt wurden.

I = EBNER & GRÄF 1977

II = EBNER & GRÄF 1979 a

II/1 = Fohnsdorf/Knüttelfelder und Seckauer Tertiärbecken

II/2 = Meiner Becken und Becken von Eisbach/Stiwoll

II/2 = Raum Stainz

III = vorliegender Bericht

Afram III:25

Annateich II/2:17

Antoni Tagbau = Fohnsdorf Bergbau II/1:19

Apfelberg II/1:13

Balardorf II/1:23

Bruck a.d.Mur III:75

Bürgerwald = Löbmingberg, Tregitsattel III:48

Deuchendorf/Kapfenberg III:75

Deutschlandsberg/Schwanberg (Straße) = Hollenegg III:42

Ehrensachsen I:28

Eibiswald III:14

Enzenbach II/2:14

Ettendorf II/3:8

Fantsch III:42

Flatschach II/1:21

Fötschergraben II/1:28

Fohnsdorf/Bergbau II/1:16, 19

Fohnsdorf/NW II/1:19

Franziskanerkogel III:64

Friedberg I:13

Fuchsgraben II/1:30

Gaisfeld III:14

Gantschenberg/W III:39

Gantschenberg = Weinzlipp III:39

Gessendorf III:90

Grössing III:30

Groß St. Florian III:43

Haldeggendorf I:13

Hastreith III:31

Hengsberg III:47

Hetzendorf II/1:23

Hochbrudersegg III:32

Höllipauli III:39

Hörgas II/2:13

Hohlbach III:45

Hollenegg = Deutschlandsberg/Schwanberg (Straße) III:42

Holzbaueregg III:45

Hundsorf II/2:10

Kapfenberg III:75
 Kobenz II/1:31
 Köflach III:62
 Krumgraben/Dechantskirchen I:16

 Laas II/1:32
 Laintal = Trofaisch III:75
 Lannach II/3:6
 Laßnitz/Oberbergla = Tankeldorf III:44
 Lebing I:26
 Leoben/Seegraben III:74
 Lichtenegg III:47
 Ligist III:14
 Limbach I:26
 Lobmingberg = Tregistsattel, Bürgerwald III:48

 Maierhöfen I:13
 Maierhof II/2:19
 Mantcha = Waldhof III:80
 Mollitsch III:31
 Mooskirchen III:77
 Mureck siehe Retznei III:20

 Oberdorf III:63
 Ortgraben = Friedberg I:13
 Otternitz III:46

 Parachlug III:75
 Passail/Raabufer III:66
 Passail/W III:68
 Pflanzbeetgraben = Friedberg I:13
 Pichling II/3:5
 Pinggau I/13/14
 Pirka III:78
 Pöls III:36

 Rassach III:44
 Raßberg/W St.Bartholomä III:64
 Ratsch = Urkogel III:22
 Ratten III:76
 Rattenberg II/1:21 f.
 Rein div.Fundpunkte II/3:10;12
 Reitenau/Grafendorf I:27
 Retznei III:22
 Rohrbach/Lafnitz I:26
 Rutzendorf II/3:8

 Spielberg = Rattenberg II/1:21
 Söding III:78
 Sulzhof III:42
 Sulztal siehe Urkogel III:22
 Schirninggraben II/2:12
 Schlaffer = Pötschergraben II/1:28
 Schönegg II/3:10
 Stallhof II/3:5
 Stainz II/3:3
 St.Bartholomä III:65
 St.Benedikten II/1:30
 St.Lorenzen (= Pötschergraben) II/1:28
 St.Kathrein III:76
 St.Marein/Knittelfeld II/1:32
 St.Margarethen III:25
 St.Oswald III:80
 Steyeregg III:18
 Stiwoli II/2:19
 Stögersbach I:16, III:80

Tanzeldorf = Laßnitz/Oberbergla III:44
Thal III:80
Thalberg I:16
Tomberg III:44
Tragl III:42
Tregletsattel = Lobmingberg, Bürgerwald III:48
Trofaisch III:75
Truberslegg III:42

Urkkogel = Ratsch III:22

Voitsberg III:62
Voitsberg/Altstainergraben III:63
Voitsberg/Josefsschacht III:63

Wagendorf III:23
Waldhof = Mantscha III:80
Weitendorf III:40
Weinlipp = Gantschenberg III:39
Weißerdekrenz II/2:17, III:126
Weißenegg III:25
Wollschlager II/2:10

Zangtal III:63
Zirknitzbachtal III:43

3. DAS TERTIÄR DES WESTSTEIRISCHEN BECKENS UND DER MITTEL- STEIRISCHEN SCHWELLE UND SEINE BENTONIT/TUFF-VORKOMMEN

3.1. Geologischer Überblick

Über die Vorkommen im Raum Rein - Eisbach - Stiwoll und Scainz, die ebenfalls diesem Bereich angehören, wurde bereits berichtet (BENER & GRÄF 1979 a).

Die lithofazielle Ausbildung dieses Raumes sei kurz folgend charakterisiert:

Im Eibiswalder Raum beginnt das Miozän über einer Botlehmserie mit den Rädls-Wildbachschottern mit rissigen Kristallinblöcken. Darüber lagern die llimnisch/fluviatilen bis zu 2300 m mächtigen Eibiswalder Schichten, die in die Unteren-, Mittleren- und Oberen Eibiswalder Schichten (UES, MES, OES) gegliedert werden. Ihre enorme Mächtigkeit resultiert dabei aus dachziegelartig übereinander liegenden Schichtstößen, die vom Grundgebirge ausgehend nach N und NE immer jünger werden. Dies ist eine Funktion der allmählichen Absenkung des Vorlandes, die mit der Heraushebung des Küstenlandes Schritt halten konnte.

Beinhalten die UES noch Erosionsmaterial des kristallinen Küstenlandes, das fluviatil in Süßwasserseen verfrachtet wurde, so ging, bedingt durch die Hebung, die Erosion bei der Sedimentation der MES und OES bereits über die Schichtköpfe der UES hinweg.

Wirtschaftliche Bedeutung besaßen die MES, die aus einer ca. 400 m mächtigen Folge von Tonen, Sanden und Kiesen bestehen, durch die Einschaltung des Eibiswalder-Wieser-Glanzkohlenvorkommens.

Zusammenfassende Darstellung darüber finden sich bei RADIMSKY 1875, PETRASCHUCK 1922-1925 und HIESSLITNER 1926. In den liegenden

Anteilen der MES kommt das Eibiswalder - Vordersdorfer Flöz, in den hangenden Anteilen das Wieser - Steyeregger - Kalkgrüber Flöz zu liegen. Eine kohlengeologische Studie über den Raum Eibiswald aus jüngster Zeit liegt von NEBERT & GEUTERBUCK 1979 vor.

Bemerkenswert sind im Hangenden des Eibiswalder Flözes auftretende Tuffhorizonte (FLÜGEL & MAURIN 1959, HOLLER 1959, 1961), die nach KOLLMANN 1965 eine Korrelation mit den tiefsten Tufflagen der Tiefbohrung Perbersdorf 1 im Oststeirischen Tertiärbecken gestatten. Dadurch und aufgrund einer reichen, einem tropisch-subtropischen Sumpfwald-Biotop entstammenden Vertebratenfauna (MOTTL 1970) erfolgt die zeitliche Einstufung der MES und DES ins Karpat, während die spärlich fossilführenden UES noch dem Ottnangien zugeordnet werden.

Über den hangendsten Kohlenlagen des Wieser Flözes folgen die DES mit einer ca. 400 m mächtigen Folge von Sanden, Tonen und Feinkonglomeraten mit dem bekanntesten Pflanzen- (ETTINGSHAUSEN 1890/91) und Vertebratenfundpunkt (MOTTL 1970) von Schönegg.

Zwischen St. Johann im Saggau Tal, Arnfels und Leutschach werden die DES durch die 250-300 m mächtigen Arnfelsener Konglomerate, einem fluvialen Schutt- und Deltakegel, der sich unter Meeresniveau in das im E und SE ausgebreitete Meer vorbauen konnte, überlagert. Diese Konglomerate verzahnen schließlich östlich von Leutschach mit den Marinbildungen des Gamlitzer- (Steirischen) Schliers, der gegen E an Mächtigkeit stark zunehmend, rasch absinkt. In der Bohrung Perbersdorf 1 wird dieser nach KOLLMANN 1965 erst zwischen 376 und 944 m Bohrtiefe angetroffen.

Im Gamlitzer Schlier finden sich zahlreiche Lagen von Andesiten, Basiten und Tuffen (HAUSER & KAPOMER 1953, HAUSER 1953), die auch in der Bohrung Mureck 1 angetroffen wurden.

Zeitlich wird der Gamlitzer-Schlier aufgrund seiner Mikrofauna ins Karpat gestellt. Diese Einstufung entspricht auch seiner Position unter der "Steirischen Diskordanz" in der Siegel- und Wagner- oder im Bruch des Zementwerkes Retznai.

In Zusammenhang mit der Wirksamkeit der Steirischen Phase kommt es im tieferen Badenian (untere Lageniden Zone) zu einer marinen Ingression, die im Weststeirischen Becken zu voll marinen Schichtfolgen im Raum der Florianer Bucht führte. Gegen das Grundgebirge im W bzw. die limnisch/fluviatile Bucht von Stallhofen bzw. Köflach/Vottaberg schloß ein Brackwassergürtel an.

Auf eine Regression in der oberen Lageniden-Zone folgte eine neuerliche Ingression, die zu einer abermaligen marinen Überflutung der Florianer Bucht führte. Die endgültige Verlandung setzte dann in der höheren Hulimina-Bolivina-Zone (mittleres Badenian) ein.

Im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle werden die marinen sandig-tonig ausgebildeten Schichten der Florianer Bucht (Florianer Schichten) durch die mächtigeren, organogenen Riff-Karbonatbildungen der Leithakalk-Schichten partiell vertreten. Die landnahe Lagunenentwicklung der Florianer Bucht wird im Raum Pöls-Hierzenköhel aufgrund der Untersuchungen von KOPETZKY 1957 folgend gegliedert:

10-20 m	Verlandungssedimente	}	Hangendsande, Bruchschill 20 m
50-65 m	Zone der Wechsellagerung		Tuff/Bentonit 2-1 m
10 m	2. Grobsandhorizont	}	Wechsellagerung 20 m
25-30 m	Mergelzone		Glimmersande 10-15 m
20-25 m	Basisgrobsande	}	Feinsande 5-10 m
5-10 m	Übergangzone		Tuff/Bentonit 1m
			Pöls-er Mergel 1-3 m
			Glimmersande 10-15 m

Bemerkenswert ist in dieser Schichtentwicklung das Auftreten von zwei Bentonit/Tuff-Niveaus, die aufgrund der bei KOLLMANN 1965 angegebenen Verbreitung des miozänen, steirischen Vulkanismus und aufgrund von Mikrofaunen (KOPETZKY 1957) dem unteren Badenian

zugeordnet werden können. (Der zweite Tuff-Horizont wurde von KOPETSKY 1957 ursprünglich dem mittleren Badenian zugeordnet). Äquivalente dieser Tufflagen könnten die bei KOPETSKY 1957:27 beschriebenen tonig-mergeligen Sedimente mit großen idiomorphen Biotitblättchen darstellen, die als Einschaltungen in Mergellagen innerhalb der Leithakalkentwicklung auftreten.

Gegen das Grundgebirge im W verzahnen sich die Florianer Schichten mit grobklastischen Bildungen des Schwanberger Blockschutts. Nach NW erfolgt der Übergang zu limnisch/fluviatilen Schichten etwa entlang der Linie Stainz/S - Lannach - Tobelbad - Pirka.

Die bereits bei HEBNER & GRÄF 1979 a beschriebenen Tuff/Hentonit-Vorkommen der Umgebung von Stainz kommen im Übergangsbereich mariner - brackischer Schichten, die des Reiner - Eisbacher- und Stiwoller Beckens bereits im limnisch-fluviatilen Bereich zu liegen.

Die nördlich des Sulztales unter die badenischen Schichten abtauchende Karpateentwicklung tritt in der Köflacher-Voitsberger Kohlenmulde wieder zu Tage. Sie liegt hier in 100 - 300 m tiefen, schmalen, sehr steilwandigen Becken (7 Poljen), die durch Grundgebirgsschwellen in Teilbecken gegliedert sind. Die Beckenfüllung besteht aus Ton-Feinsand-Feinschotter-Mechsellagerungen mit Einschaltung von 3-4 Flözhorizonten (Piberstein-, Sebastian-, Pendl- und Langtal-Flöz), deren stratigraphische Korrelation und altersmäßige Einstufung innerhalb des Karpats aufgrund palynologischer Untersuchungen (KLAUS 1954) und der reichen Vertebratenfauna (NOTTL 1970) erfolgt.

Eine neuere Darstellung des Köflach-Voitsberger Kohlenreviers findet sich bei PORL 1976.

Überlagert wird die Kohlen-führende-Formation von Voitsberg/Röflach im Gefolge der "Steirischen Phase" durch die nun im Tagbau Oberdorf gut aufgeschlossenen Grobschottermassen, die, zumindest teilweise, ein Äquivalent der Eckwirt-Schotter der östlichen Terrährvorkommen darstellen dürften. EBNER & GRAF 1979 b könnten zeigen, daß die limnische Entwicklung der Reiner-Schichten zumindest teilweise zeitgleich der Fluvial-Entwicklung der Eckwirt-Schotter ist. In beiden Entwicklungen treten in mehreren Niveaus Bentonit/Tuff-Einschaltungen auf, die die zeitliche Einstufung dieser Schichten ins untere Badenian unterstreichen.

Gesicherte Bentonit/Tuff-Vorkommen aus karpatischen Schichten wurden aus dem Raum Voitsberg/Röflach nicht bekannt. In den GKB-Bohrungen von Krottendorf und Söding traten nach PETRASCHÉK 1955 in karpatischen Anteilen Einschaltungen von Tuffen auf.

Weitere Vorkommen dieser Tuffe wurden von PETRASCHÉK 1955 auch am Grundgebirgsrand bei Gaisfeld und um Ligist festgestellt. Eine jüngere kohlengologische Studie des Stallhofenax-Beckens liegt von NEBERT 1977 vor.

3.2. Die Bentonit/Tuff-Fundgebiete bzw. Fundpunkte

3.2.1. In den karpatischen Eibiswalder - Schichten

3.2.1.1. Eibiswald:

Tuffe aus den Mittleren Eibiswalder-Schichten sind seit FLÜGEL & MAURIN 1959 bekannt. Mineralogische Untersuchungen darüber finden sich bei HÖLLER 1959 und 1961.

Aufgeschlossen waren diese Tuffe in einem Kohlenschurf der Fa.Großschödl, Graz, im Bereich des Eibiswalder Krankenhauses.

Nach FLÜGEL & MAURIN 1959 wurde folgende Schichtfolge erkannt:

3-4 m	pleistozäne Terrassensedimente
4 m	Schiefertone
9 m	Schiefertone, Kohlschiefer, <u>Tufflagen</u>
0,5-0,8 m	Hangendflöz (Glanzkohle)
4 m	Feinsande, Kies
-	Liegendflöz
-	Feinsande, Kies (Glanzkohle)

Insgesamt wurden in den feinklastischen sandigen Schichten über dem Hangendflöz 31 Tuffhorizonte festgestellt, deren Mächtigkeit von weniger als einem cm bis zu 10 cm schwankt. Wechselhaft ist auch die Mächtigkeit des tonigen Zwischenmittels (0,5 m - kaum 1 cm). Unterschiedlich ist auch das Aussehen der Tuffe:

Im Liegenden konnten reine, grauweiße, durch schwarze Biotitblättchen leicht gesprenkelte Tuffe beobachtet werden; in den höheren Horizonten finden sich ausnahmslos rosafarbige bis graue, helle Bentonite.

HÖLLER 1959, 1961 typisiert die Tuffe makroskopisch wie folgt:

liegende Tuffe:

Die Farbe dieses Tuffes ist im Handstück weißgrau und durch Biotitblättchen dunkel gesprenkelt. Er ist porös, schwach verfestigt und löst sich im Wasser nach einiger Zeit in die einzelnen Mineralkomponenten.

hangende Tuffe:

Die Tuffe der oberen Horizonte bestehen aus einem feinkörnigen, hellgrauen Material.

Obertags erwähnen FLÜGEL & MAURIN 1959 und FLÜGEL & HERITSCH 1968 Ausbisse dieser Tuffe am rechten Saggauer-Ufer dem Elbiswalder Feuerwehrhaus gegenüberliegenden Flußufer (Abb. 1). Man gefangt zu ihnen, wenn man bei der n.Ö. noch bestehenden Bretterhütte bei der alten Saggau-Steinbrücke linker Hand zur Saggau hinuntersteigt. Im Bachniveau war dort, etwa 10 m von der Brücke entfernt, ein 3 x 1,5 m großer Anriß vorhanden, der

dünnschichtige, dunkle, graubraune, harte Schiefer-tone aufschloß, die analog zu den o.g. Grubenaufschlüssen Tuffe bzw. Bentonite führten.

Zum Zeitpunkt der Kontrollbegehung im Frühjahr 1980 war dieser Aufschluß total verwachsen. Weiters wurde in diesem Bereich Müll abgekippt, sodaß ein Auffinden und Beprobieren der Tuffhorizonte unmöglich war. Auch der Schurfstollen der Fa.Großschädl ist nicht mehr zugänglich. Er wurde bereits in den späten 50er Jahren wieder zugeschüttet.

Materialbeschreibung: Proben Eibiswald

(Die Angaben über die Materialbeschaffenheit der Proben befinden sich nach Fundpunkten geordnet auf den Seiten 91-134).

DK 1:50.000 - 206 EIBISWALD

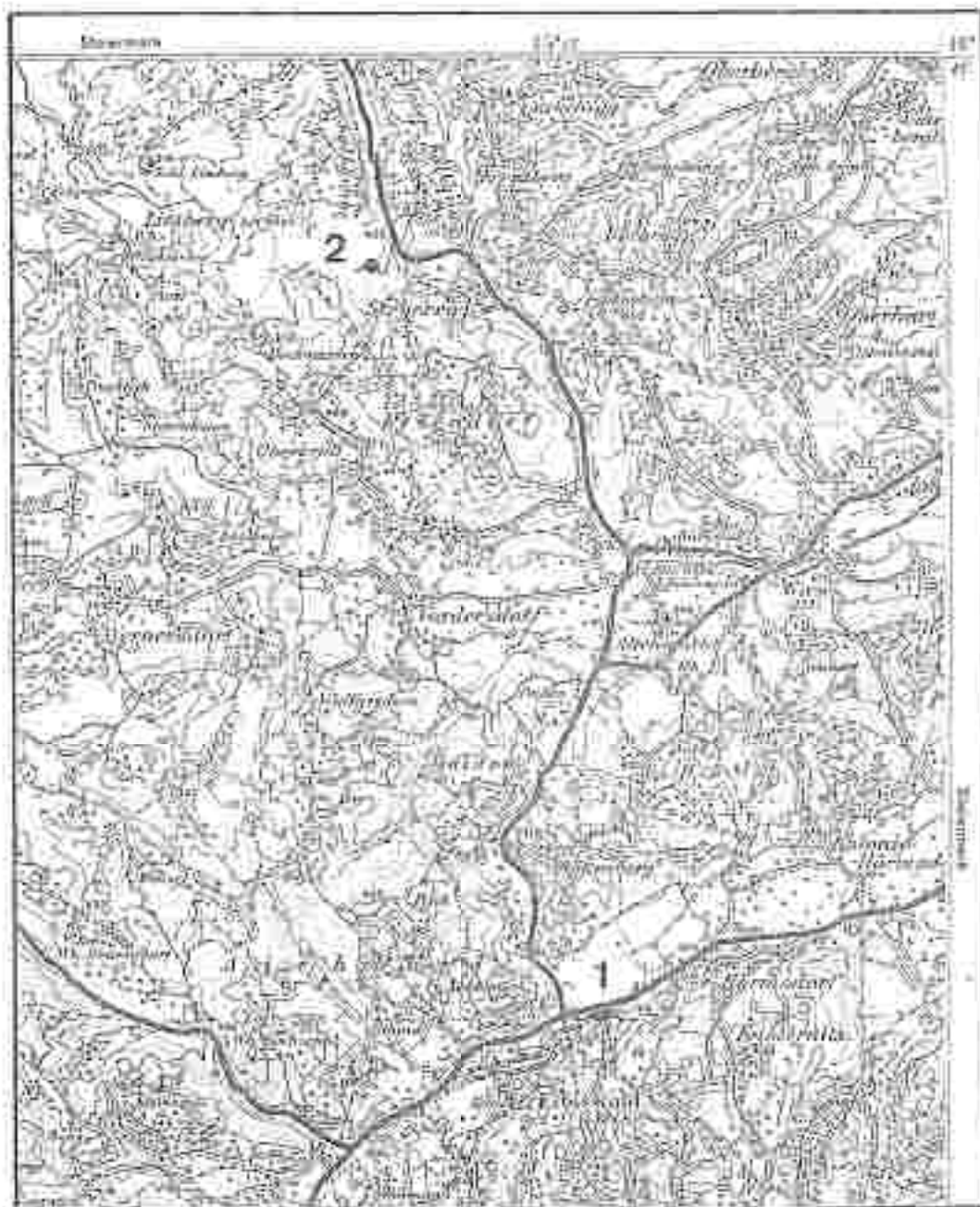


Abb. 1: Lageskizze der Tuff-Pundpunkte in den Eibiswalder Schichten.

1: Eibiswald (3.2.1.1.)

2: Steyeregg (3.2.1.2.)

3.2.1.2. Steyeregg:

Aufmerksam gemacht wurden wir auf dieses Vorkommen dankenswerter Weise durch Herrn GOLLOB, Lehrer in Schwanberg.

Der Fundpunkt befindet sich auf der DK 1:50.000 (206, Eibisweid) 6 mm SW von dem an der Straße Schwanberg-Steyeregg befindlichen Pkt. 422, direkt nach der Brücke an der westseitigen Straßenböschung der Fahrstraße zum Gasthaus Hochmesser (Abb. 1).

Die Profilabfolge ist aufgrund von Verwuchs, von Rutschungen und Störungen nur noch schwer zu rekonstruieren. Da 100 m westlich des Profils bereits das kristalline Grundgebirge ansteht, muß die beschriebene Sediment-Abfolge unmittelbar dem Kristallin auflagern.

Entlang der Straße ansteigend konnten im Bereich zwischen der Brücke und der nördlich folgenden Kurve folgende Abschnitte erkannt werden (die m-Angaben beziehen sich auf die Länge des jeweiligen Abschnittes entlang der Straße):

- A) 20 m ziegelrote, harte, splittrig, brechende Schiefer ("Brandschiefer") und rote Tone in einer Mächtigkeit von 3,5 m, die von gelbbraunen lehmigen Sanden überdeckt werden (Kontakt: diskordant, ? Aufschüttung). In den liegenden Anteilen der "Brandschiefer" und den roten Tonen treten Putzraren von max. 10 cm Ø und cm-mächtigen lagige Einschaltungen eines rein weißen Tonmaterials auf. In den Brandschiefern wurden weiters indet. Blattreste festgestellt. Außerdem treten Krusten und Knollen von violetter, thermisch gefrittetem Gestein auf.
Lagerung: O20/48
Die mineralogischen Untersuchungen (H.KOLMER) wiesen den weißen Ton als Halloysit aus.
- B) Auf 50 m folgt eine Rutschmasse, in der ohne ersichtliche Lagerungsbeziehungen folgendes lithologisches Spektrum erkannt wurde: Glanzkohle, Kohlentone, glimmerige graue Tone, ziegelrote "Brandschiefer". Weiters konnte darzwischen Grubenholz von Bergwerks-Einbauten festgestellt werden.
- C) Nach der Rutschung sind auf 4 m Länge (Lagerung 100/23; Klüftung 280/80) über 300 cm mächtigen, tonigen Schichten mit Glanzkohleneinschaltungen tonig-sandige Kristallinschotter (max. Ø 25 cm) festzustellen.
- D) Auf einer Länge von 6 m folgen 3,5 m mächtige Kristallinschotter über der Glanzkohle. Das Hangende bilden gelbbraune bis graue Tone.

E) Bis zu folgenden Kurve gelbbraune bis graue Tone.

Bemerkungen zum Profil:

Das beschriebene Straßenprofil führt direkt durch die hangenden Partien des ehemals abgehauten Glanzkohlenflözes, das hier als Grundflöz ausgebildet ist. Die roten "Brandschiefer" und die gefritteten Partien deuten auf eine thermische Beeinflussung des Sedimentmaterials (Flözbrand) hin. Inwieweit dadurch auch der Tonveränderung wurde, ist noch Gegenstand einer Spezialuntersuchung (H. KOLMER).

Die Profilabschnitte C, D und E sind voneinander durch Störungen getrennt. Der Verschiebungsbetrag der einzelnen Einheiten beträgt um 1 m.

SE der Brücke wurden in einem Aufschluß ebenfalls "Brandschiefer" festgestellt. Sie beinhalten Knollen eines harten, weißen, "keramischen" Materials. Möglicherweise handelt es sich dabei um gebranntes Tonmaterial, das den Einschaltungen im Profilabschnitt A entspricht.

Darüber liegen dann jene Sande und Kiese, in denen die von ERNER et al. 1976 beschriebenen Sandsteinkugeln von Steyeregg liegen. Hangend dazu treten im Raum Steyeregg gelbbraune, sandig tonige Schichten auf, die (leg. GOLLOS, det. GRAF) Blattreste von Erlen, Buchen, Ahorn, Feige und Lorbeer beinhalten.

Aufgrund der Profilabfolge ist das Tonvorkommen den Mittlereen Habiswalder Schichten (Karpat) zuzuordnen.

Die beschriebenen Einzelaufschlüsse erlauben folgende Profilrekonstruktion (ohne Mächtigkeitsangaben):

Hangend:

- gelbbraune, sandige Lehme mit Flora von Steyeregg
- Sande und Kiese mit Sandsteinkugeln
- gelbbraune, sandige Tone mit Halloysit (umgewandelter Tuff); teilweise thermisch zu roten "Brandschiefern" verändert
- grobe Kristallinschotter (3-4 m)
- Glanzkohlenflöz, Kohlentone
- kristallines Grundgebirge

Materialbeschreibung: Proben Steyeregg

3.2.2. Vulkanite im Raum Retznei - Mureck - Gamlitz / S

Aus diesem Raum wurden besonders durch Tiefbohrungen (HAUSER & KAPOUNER 1953) Vulkanite bekannt. Obertags wurden sie wie folgt gefunden (Abb. 2):

DK 1:50.000 - 207 ARNFELS



Abb. 2: Lageskizze karpatischer Vulkanite im Raum Retznei-Urkogel
 1: Urkogel (3.2.2.1.)
 2: Retznei (3.2.2.2.)

1. Im Steirischen Schlier (Karpät) des Urkogels (WINKLER-HERMANN 1938, HAUSER 1953, FLÜGEL & HERITSCH 1968).
2. Im S-Bereich des Steinbruches Netzei, wo Leithakalk des unteren Badenian faziell durch Mergel vertreten werden (HAUSER 1951, HAUSER & KAPOUNEK 1953, FLÜGEL & HERITSCH 1968).

Bei den Vulkaniten des genannten Raumes handelt es sich um Andesite und Daxite bzw. deren Tuffe und Tuffite. Die Tuffe sind dabei meist relativ grobkörnig und lassen im Schliffbereich (HAUSER & KAPOUNEK 1953) eine Agglomierung von Kristallkörnern (Kristalltuff) erkennen und zeigen nur zu einem geringen Prozentsatz glasig erstarrtes Material. Es fehlt somit schon von der Mineralphase her die Voraussetzung für eine allfällige hochprozentige Umsetzung zu Montmorillonit. Für mögliche Bentonitvorkommen sind diese Fundpunkte daher nicht von Interesse. Sie werden im Bericht nur kurz angeführt, um bei der Darstellung der steirischen Bentonit/Tuff-Vorkommen den regional-geologischen Rahmen abzurunden.

Innerhalb der vulkanisch beeinflussten Sedimentabfolgen des Karpät und Badenian dieses Raumes wurden nach HAUSER & KAPOUNEK 1953 folgende Schichtfolge rekonstruiert:

Hangend

- Mergel, gelegentlich durchspießt von andesitisch-dazitischen Äderchen
- Andesite und Daxite
- Leithakalk
- Mergel, Sandsteine mit andesitisch-dazitischen Lagen und den dazugehörigen Tuffen

3.2.2.1. Urkogel:

Dieser bereits von HAUSER 1953 und FLÜGEL & HERITSCH 1968 beschriebene Fundpunkt von Hornblende-Biotit-Dazit-Tuffen befindet sich direkt an der Straßengabelung, wo von der Straße Gamlitz - Wk. Mahorko S des Urkogels beim Gehöft Tisauer (ÖK 1:50.000 / 207) die Straße in den Ratscher-Bach-Graben abzweigt. Zum Zeitpunkt der Begehung (Frühjahr 1980) waren diese bräunlichen, in ihrem lithologischen Habitus Sandstein ähnelnden Tuffe in einer Mächtigkeit von ca. 1 m direkt in der Böschung einer Jauchengrube knapp S der genannten Straßenkreuzung (N des Gehöftes Eckberg Nr. 75) aufgeschlossen (Abb. 2).

Äquivalente zu diesem Tuff dürften im E davon gelegenen Suistal auch Mergellagen darstellen, die reichlich Biotit führen. Nach HAUSER 1953 handelt es sich dabei um eine Beimengung von Andesit-Tuffmaterial im Mergel (Tuffit).

Materialbeschreibung: Probe Urkogel

3.2.2.2. Retznel:

Der Biotit-Andesit Gang in den Mergeln im südlichen Bruchteil des Steinbruchs Retznel wurde bei HAUSER 1951 beschrieben und die Fundsituation wie in Abb. 3 skizziert. Der ca. 1 m mächtige Lagergang war in ca. 1 x 3 m große magmataktonische Scherkörper zerlegt. Zur Zeit ist von diesem Gang infolge der Abbautätigkeit im Steinbruch nichts mehr zu sehen.

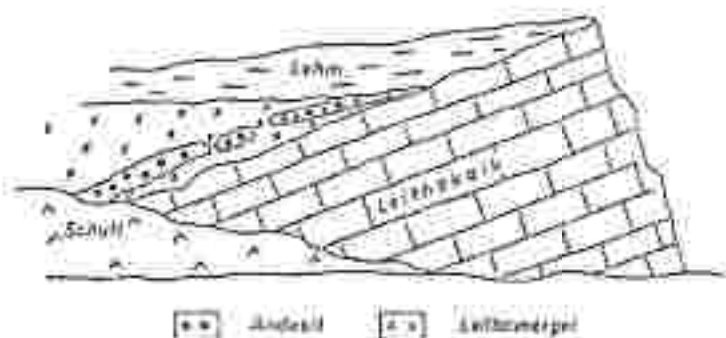


Abb. 3: Aufschlußskizze des Biotit-Andesit-Ganges im Steinbruch Retznel (aus HAUSER 1951).

Auch innerhalb der Leithakalke wird im Raum Retznei-Mureck nach HAUGER & KAPOCNEK 1953 neben Glaukonit gelegentlich auch Beimengung eines andesitisch-dazitischen Mineralbestandes festgestellt. Es besteht jedoch der Eindruck, daß es sich dabei um sedimentär im Leithakalk aufgenommenes Material eines aufgearbeiteten Ergußgesteinskörpers handelt. Diese Möglichkeit ist, wie oben dargestellt, dadurch gegeben, daß unter den Leithakalken andesitisch-dazitische Gesteine folgen.

Materialbeschreibungen: Probe Retznei

Probe Mureck/Retznei

3.2.3. Tuffe innerhalb der Leithakalkentwicklung

3.2.3.1. Autobahnbohrung Wagendorf:

1972 wurde im Zuge von Erkundungsarbeiten für die Phyrnautobahn in der Bohrung E 34 Ba ein Tuff angetroffen, der in badenischen Schichten der Leithakalk-Pakies eingelagert war.

Die Bohrung E 34 Ba besitzt die Stationierung km 32,734,5 und war 39,5 m re der Achse auf Seehöhe 264,70, das ist ca. 200 m N der Autobahnüberführung über die Landstraße 133 nach Wagendorf, situiert (Abb. 4).

OK 1:50.000 - 191 KIRCHBACH/STMK.

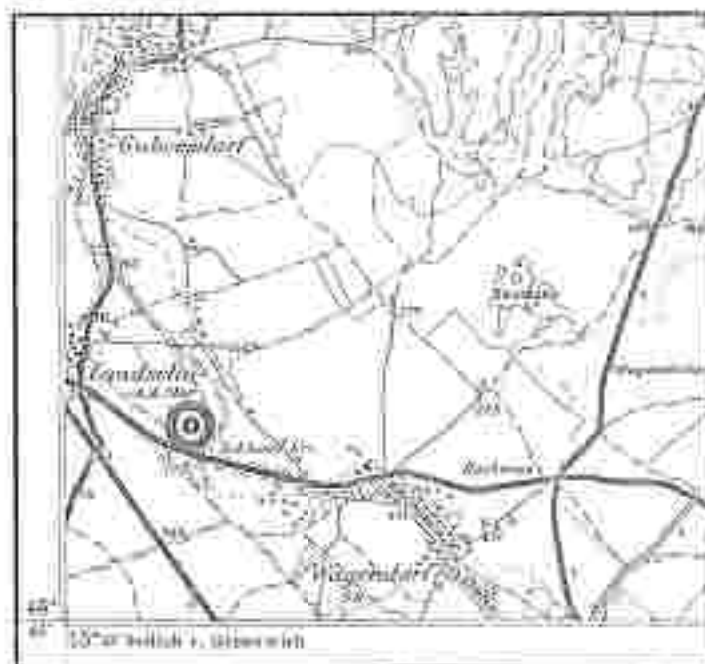


Abb. 4: Die Lage der Autobahnbohrung
Wagendorf. (153/59)

Nach dem Bohrprofil (Bearbeitung Dr. H. AUERBAUER, LBD
Bodenprüfstelle) zeigt sie folgende Schichtfolge (in m):

0,90	Humus
0,70	Humus mit Kies
1,40	fein-mittelkiesiger Sand; z.T. Grobkies
0,40	schluffiger, feinkiesiger Sand, selten Grobkies
0,30	schwach schluffiger Feinkies u. Sand, selten Mittel- und Grobkies
0,30	schwach kiesiger Lehm
0,30	grauer, toniger Schluff
2,20	grauer Schluff
0,30	fossilreicher Sandstein
0,30	feinsandiger Schluff mit Fossilresten
0,30	weißer, Biotit-führender Tuff
1,60	grau, fossilreiche (Algen) Mergelkalke

Die grobklastische Überdeckung bis ca. 4 m Tiefe ist dem Quartär zuzuordnen. Darunter liegen badenische Schichten in Leithakalk-Fazies mit der ca. 30 cm mächtigen Einschaltung eines weißen, kreidigen Tuffes, der massenhaft idiomorphe Biotitblättchen (Größe im mm-Bereich) zeigt.

Die Einstufung dieses Tuffes erfolgt aus regionalgeologischen Gründen in das untere Badenian. Dies wird auch durch eine aus dem Tuff-Horizont isolierte Foraminifären-Fauna (Bearbeitung Dr. F. RÖGL, Naturhistorisches Museum Wien) bestätigt:

bulimina pupoides D'ORB.
Cassidulina cf. *crassa* D'ORB.
C. sp. Chilostomella ovoides RÖS.
Cibicides boueianus (D'ORB.)
C. lobatulus (W. & J.)
C. pseudoungerianus OUB.
C. sp.
Globigerina prandulloides ELW.
G. regularis D'ORB.
G. tarchanensis SUB. & CHUT.
G. quadrilobatus (D'ORB.)
G. siculus SI. STIPANI
G. siculus - Po. *glomerosa* CURVE
Globigerinoides trilobus (RÖS.)
Gyroidina soldanii (D'ORB.)
Hantzasia sp.
Heterolepa dutemplei (D'ORB.)
H. praesinca (KARRER)
Lenticulina vortex (P. & M.)
Pullenia bulloides (D'ORB.)
P. quinquiloba (RÖS.)
Siphonalia reticulata (CHAMBER)
Spiroplectamina corinata (D'ORB.)
Stilostomella adolphina (D'ORB.)
St. pauperata (D'ORB.)
Textularia deltoides RÖS.
T. sp.
Uvigerina pigma D'ORB.

Weitere Vorkommen dieses Tuffes konnten in der Umgebung von Wagendorf, wo die badenischen Schichten zum Teil von pleistozänen Terrassensedimenten verdeckt sind, nicht festgestellt werden. Er entspricht zeitlich jedoch einem der Tuff-Niveaus aus dem unteren Badenian, die aus dem Raum Sausal - Florianer Bucht bzw. der Leithakalkentwicklung des Wildoner Raumes bekannt sind.

Materialbeschreibung: Probe Wagendorf

3.2.3.2. Afram, St. Margarethen, Weißenegg:

Innerhalb der Leithakalkentwicklung des Wildoner Raumes wurden an zwei Stellen von KOPETZKY 1957 Tuffite gefunden. Diese

werden mit dem tieferen Tuff-Niveau des Pölser Raumes parallelisiert; der höhere Horizont scheint jedoch zu fehlen.

Nach KOPETZKY 1957 gliedert sich die unter - mittelsbadensische Leithakalkentwicklung des Wildoner Raumes derart:

Hängend

Leithakalkplatte des Wildoner Buchkogels
 Hangendkalke und Hangendsande
 Zone der oberen Wechsellagerung, Kalkbänke-Mergelbänder
 Zweiter Grobsandhorizont
 Zone der unteren Wechsellagerung = Tuffithorizont
 Sandsteinbildungen der Basis - Feinkonglomerat

Über die Tuffiteinschaltungen, die an den unten genannten Lokalitäten bei Kontrollbegehungen nicht mehr aufgefunden wurden, schreibt KOPETZKY 1957:27:

"An zwei Punkten innerhalb des Gebietes der Leithakalkserie im Wildoner Raum werden auf Grund der Entwicklung im Bereich der klastischen Schichtfolge Tuffite vermutet. Der erste Fundpunkt ist die erwähnte Steinentnahmestelle am südlichen Ortsausgang von Afram. Hier fiel eines der tiefsten Mergelbänder innerhalb der Wechsellagerung auf, welches auffällig viel idiomorphe Biotitblättchen in einer pelitischen Matrix aufwies. Der Tongehalt ist auffällig hoch, da bei einer Schlämmanalyse nur 10 Prozent am 16.000-Maschenreiß (0,042 mm) Rückstand verblieben. Während das nächstfolgende Mergelband bereits eine reiche Mikrofauna führte, war dieses Mergelband steril. Ähnliche Verhältnisse konnten im Hohlwegaufschluß bei den Brunnenstuben, 500 m westlich der Kirche St. Margarethen, festgestellt werden. Hier führt ein schmales, 15 cm breites Band mit pelitischem Material viele idiomorphe Biotitblättchen. Auch diese Lage wird im Hängenden von einem mikrofossilreichen Mergelhorizont überlagert (Konzentrationszone). Da die lithologische, wie faunistische Entwicklung

mit den Verhältnissen in der klastischen Schichtfolge viel überzeugende Ähnlichkeiten aufweist, wird vermutet, daß diese sterilen, tonigen Lagen von Tuffen herrühren und mit dem unteren Tuffit von Pöls altersgleich sind."

Auf S. 320 konnten jedoch an der Fahrstraße, die von Auen nach Kollisch (DK 1:50.000, 190) führt (Zeil. 1), innerhalb der Leithakalkentwicklung über massigen Balken und knolligen Lithothamnienmergeln zwei Bänder von vulkrotaum Amphisteginen führenden Tonen gefunden werden. Die Mächtigkeit der Tonlagen beträgt 1,5-2 cm, ihr Abstand voneinander ca. 1,5 m. Nach Untersuchungen von H. KOLMER handelt es sich dabei um stark karbonatische Montmorillonittone.



Abb. 5: Montmorillonittonlagen in Lithothamnienmergeln an der Fahrstraße Auen - Kollisch.

3.2.4. Bentonite/Tuffe auf der Gausalechweile und deren Nahbereich

Abb. 6, die aus FLÜGEL & HERITSCH 1968 entnommen wurde, zeigt deutlich die paläogeographische Situation der Pliocänen:

Bucht und der Mittelsteirischen Schwelle zur Zeit der Lageniden Zone im unteren Badenian, als die Tuffe zur Ablagerung gelangten. Aufgrund einer marinen Ingression, die die Mittelsteirische Schwelle durchbricht, wird der bis dahin (im Karpat) W der Schwelle liegende limnisch/fluviatile Ablagerungsraum im Bereich der Florianer Bucht marin. Hier liegen die später unter 3.2.5. und 3.2.6. dargestellten Fundpunkte (Beil.2).

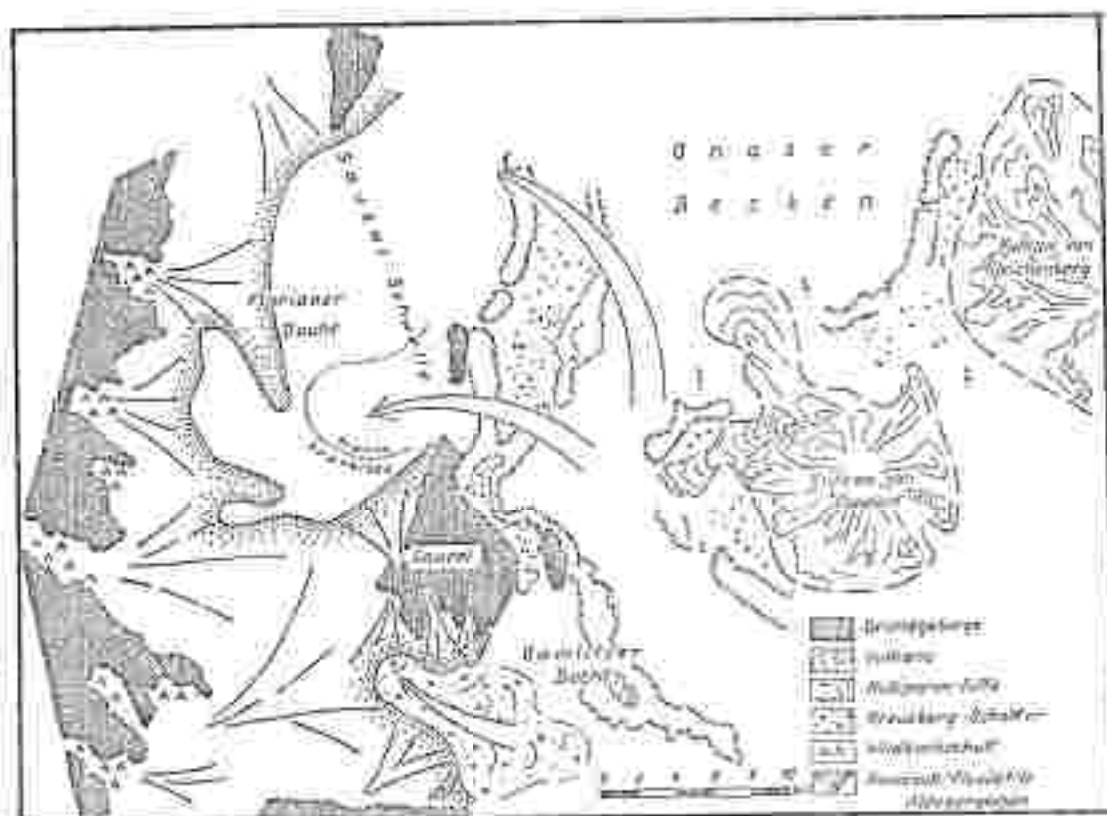


Abb. 5: Die paläogeographische Situation im unteren Badenian im Bereich der Florianer Bucht und der Sausal-Schwelle (aus FLÜGEL & HERITSCH 1963).

Die nun behandelten Fundpunkte Grössing bzw. Hengsberg kommen in jenem Marinbereich des unteren Badenian zu liegen, die die Verbindung von der Florianer Bucht zu den Leithakalk-Riffkomplexen im Bereich der paläozoischen Mittelsteirischen Schwelle darstellen.

Ein Teil dieser Schwelle ist heute frei von Tertiärsedimenten

und ragte aufgrund seiner Morphologie auch im Tertiär sicherlich über das jeweilige Niveau des Meeresspiegels, das gut durch die der Schwelle aufsitzenden Leithakalkriffkörper markiert ist, empor. Bei den zur Zeit der Vulkaneruption über allen Fariesbereichen niedergehenden Aschenfällen wurde Tuffmaterial auch in nichtaquatischen Schwellenbereichen des Sausal in unterschiedlichen Höhenlagen abgelagert.

Hier waren die Erhaltungsbedingungen für Tuffe jedoch wesentlich ungünstiger als im aquatischen Milieu. Sie konnten sich lediglich an einigen wenigen Stellen (Mollitsch, Hochbrudersegg) in Erosionshohlformen des Paläozoikums erhalten und besitzen daher nur eine äußerst beschränkte Ausdehnung. Da diese Vorkommen nicht im sedimentären Kontakt mit marinen, fossilführenden Schichten liegen, wird ihre stratigraphische Zuordnung sehr erschwert. Ihr Alter kann daher nur ? mit unterem Hadonian angegeben werden, ohne sie einem bestimmten Niveau zuordnen zu können.

In der Literatur wird aus dem Sausal vor allem das Vorkommen von Hochbrudersegg immer wieder erwähnt, z.B. PETRASCHECK 1940, RÜCHMEISTER 1959.

Bei HAUSER 1952/54 findet sich aber ohne nähere Angabe auch die Fundortbezeichnung Tilmitsch. Am ausführlichsten werden die einzelnen Fundpunkte in der Dissertation von RÜCHMEISTER 1959 behandelt. Im Frühjahr 1980 durchgeführte Begehungen zeigten, daß es sich bei den von RÜCHMEISTER angeführten Vorkommen nur um kleine, lateral nur kurz verfolgbare Vorkommen handelt. Weitere Vorkommen konnten bei Begutachtung der sich im Frühjahr 1980 bestehenden Aufschlüsse entlang der befahrbaren Straßen und Wege und der Baugruben nicht gefunden werden.

3.2.4.1. Grössing:

Auf etwa 290 m SH führt von der Straße, die von der Straße Untertillmitsch/Altenberg abzweigt und nach Grössing führt, ein in einen Hohlweg eingeschnittener Fahrweg nach N. Folgt man im Wald diesem Weg ca. 50 m bergan, so trifft man in beiden Hohlwegwänden Aufschlüsse von Bentoniten. Die ca. 20-25 cm mächtige Lage von grünlichgrauen, saifigen Bentoniten ist in eine Folge von gelbbraunen Sanden und sandigen Tiegeln mit einigen gering verfestigten Sand- und Siltsteinlagen eingeschaltet. Weiters finden sich vereinzelt Algenknollen. An marinen Fossilien wurden besonders in den Sandsteinlagen Pectiniden und Crassostreen gefunden.

Die Bentonite lassen in den schlechten Aufschlüssen keinen Schichtungscharakter erkennen. Sie liegen vielmehr als Knollen in einem sandig/tonigen Sediment vor.

Obwohl die Aufschlüsse am ostwärtigen Waldrand in der Böschung der Straße nach Grössing und im Hangabwärts davon gelegenen frisch gepflügten Acker, wo die Fortsetzung dieser Vorkommen zu erwarten gewesen wäre, als gut zu berechnen waren, konnten keine weiteren Hinweise auf Tuffe bzw. Bentonite gefunden werden.

Dieses Vorkommen ist nur mit Vorbehalt dem bei RÜCHMEISTER 1959 angeführten Vorkommen am Fahrweg nach Grössing gleichzustellen. Seiner Lagebeschreibung nach könnten beide Vorkommen ident sein. Nicht entsprechend ist jedoch die festgestellte Mächtigkeit und Ausbildung des Tuffes (bei RÜCHMEISTER handelt es sich um ca. 1 m mächtige, mittelgraue, leicht gläsig erscheinende Bentonite). Möglicherweise war damals dieser Horizont in einer etwas geringeren Umwandlung zu Bentonit und einer etwas größeren Mächtigkeit in einem anderen Aufschluss aufgeschlossen.

Der Fundpunkt Tillmitzsch bei HAUSER 1952/54 könnte diesem Vorkommen entsprechen.

Materialbeschreibung: Probe Grössing

3.2.4.2. Hengsberg:

In Literatur (z.B. HÖLLER et al. 1976) wird bisweilen der Fundpunkt Hengsberg genannt, ohne daß sich hinsichtlich Fundstände nähere Angaben finden. Nach freundlicher Auskunft von Dr. G. KOPETZKY wurde dieser Tuff vor Jahren beim Erweiterungsbau der Landesstraße freigelegt. Der Tuff kommt dabei in der nördlichen Straßenböschung ca. 60-80 m NE des Betriebsgebäudes des Hengsberger Sauerbrunnens auf ca. 295 m SH zu liegen. Die Mächtigkeit der Tuffe lag zwischen 20 und 40 cm, das Fundniveau ca. 1,5 m über dem Niveau der Straße. Das die Tuffe umgebende Material setzt sich aus gelbbraunen, tonigen Sanden und grau-blauen Tonen zusammen.

Bei den Begehungen im Frühjahr 1980 war der Tuff in der teilweise stark verrutschten und stark bewachsenen Straßenböschung nicht mehr zu beobachten. Um seine Lage genau zu fixieren, wären einige Schurigräben vorzütten. Die geringe Mächtigkeit dieses Vorkommens läßt diese Maßnahme jedoch als nicht gerechtfertigt erscheinen.

Materialbeschreibung: Probe Hengsberg

3.2.4.3. Mollitsch:

Den Fundpunkt erreicht man, wenn man dem von der Straße Grötsch/St. Nikolai I. Säusal nach Mollitsch abzweigenden Fahrweg etwa 300 m nach W folgt. Am Waldrand teilt sich der Weg. Nach NW führt er gänzlich durch paläozoische, gelbbraun-awitternde, ebenflächig brechende, teilweise siltige Schiefer. Nach SW trifft

man nach ca. 50 m auf SH 370 m in der nördlichen Wegrichtung auf das Bentonitvorkommen.

Die Ausbreitung des Tuffes dürfte nur gering sein. Allem Anschein nach handelt es sich, wie das Profil zeigt, um eine Tuffanreicherung in einer Hohlform des paläozoischen Grundgebirges, das von weiteren Tertiärsedimenten völlig isoliert ist.

Im Aufschluss zeigt sich folgendes Profil:

- Humus
 30 cm stark aufgewitterte, zuerst orangerote, dann gelblichweiße, seifig-fettige Bentonite
 15 cm rotbraune, glimmerige Lehme
 einige cm illitisch umgesetzte, weiße paläozoische Tonschiefer
 Liegend: gelbbraune paläozoische Tonschiefer.

Proben: Mollitsch 1 (illitischer Tonschiefer)

Mollitsch 2 (Rotlehm)

Mollitsch 3 (Bentonit)

Materialebeschreibung: Probe Mollitsch 3

3.2.4.4. Hochbrudersegg:

In der Dissertation von KÜCHNEISTER 1959 wurde dieser Fundpunkt als im Weingarten des Baumeisters STÄNDINGER, bei SCHWARZ 1945 im Weingarten des Gasthauses FERK oberhalb des Gehöftes BREKL und bei SCHWARZ 1935 mit Steinriegel bezeichnet. Nach Auskunft der Einheimischen handelt es sich bei sämtlichen Angaben um dasselbe Vorkommen. Erwähnt wird das Vorkommen von Hochbrudersegg auch von PETRASCHECK 1940, der das Material ("Walkerde") folgend charakterisiert:

"... Sie zeigt in einer dichten, konigen Grundmasse richtungslos verstreut, zahlreiche, im Handstück tief schwarze, unter dem Mikroskop grüne Biotiteinsprenglinge, sowie die Umrisse verwitterter Feldspäte ...". Hinsichtlich seiner Ausdehnung wird das Vorkommen als "überaus beschränkt" bezeichnet.

Das Vorkommen liegt am Fahrweg Fresing - Brudersegg auf ca. 530 m SH. Früher war dieses Vorkommen in nun total verwachsenen und durch den Straßenbau teilweise verschütteten Hohlweg besser aufgeschlossen. Im Frühjahr 1980 konnten nur in den Weingärten östlich der Straße in Maulwurfsaufen spärlich Lesestücke eines rosafarbenen Bentonites gefunden werden. Die Spuren ließen sich etwa 50 m weit bis in den Hohlweg hinein verfolgen. Auch dieses Vorkommen ist völlig von Tertiärsedimenten isoliert und liegt auf paläozoischen Schieferen und Grünschiefern. Früheren Berichten zufolge soll die Mächtigkeit zwischen 0 und 1,2 m schwanken. Der Ausbiß war im Hohlweg 15 Schritt zu verfolgen. Indizien, die eine Schätzung des Vorkommens wie bei SCHWARZ mit 300 Waggon rechtfertigen, sind nicht gegeben. Es scheint vielmehr eine mit Tuff gefüllte Erosionshohlform in paläozoischen Gesteinen vorzuliegen, in der auch tertiäre Roterden als Verwitterungsprodukt angereichert sind. Da SCHWARZ den Bentonit als Verwitterungsprodukt der Diabase interpretiert, wäre es möglich, daß von ihm auch ein Teil dieser roten tertiären Verwitterungsprodukte als Bentonit angesprochen wurde und so falsche Voraussetzungen für eine richtige Beurteilung der Substanz vorliegen.

Materialbeschreibung: Probe Hochbrudersegg

3.2.5. Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Florianer Bucht im Raum Pöls

Im Weststeirischen Tertiärbekken treten besonders in der s.g. Florianer Bucht zahlreiche Tuff- und Bentonitvorkommen auf. Lithologisch handelt es sich bei den badenischen Sedimenten der Florianer Bucht um klastische Sedimente unterschiedlicher Korngröße, die besonders im Raum Pöls ausgezeichnet gegliedert werden können (KOPETZKY 1957). Nach N und NW gehen diese marinen

Sedimente in Ablagerungen eines Brack- bzw. Süßwasserbereiches über; nach E leiten sie zu den Riffbildungen der Leithakalkentwicklung über. Faziesbrechend sind Tuffhorizonte, die im unteren Badenian zumeist in zwei Horizonten auftreten.

Über die Bentonit/Tuff-Vorkommen gar als Lagune interpretierten Florianer Bucht, die sich W der Riffkörper bzw. Inselkette der paläozoischen Saualschwelle befand, finden sich besonders bei KOPETZKY 1957 aus dem Raum Pöls und in der Dissertation von DILLER 1957 aus dem Raum Groß St. Florian-Deutschlandsberg verwertbare Angaben.

Die Vorkommen des Brackwasserbereiches im Raum Stainz wurden bereits bei EBNER & GRÄF 1979 n behandelt. Zusätzliche Informationen zu diesem Bereich werden jedoch im vorliegenden Bericht angefügt.

Nach den ausgezeichneten und detaillierten Kartierungs- und Profilaufnahmen dieses Raumes von KOPETZKY 1957 liegen hier lateral auskeilende Bentonit/Tuff-Lagen von einer maximalen Mächtigkeit von 1 m in zwei Niveaus vor. Die diese Lagen beherbergenden Florianer Schichten gliedern sich wie folgt:

10-20 m Verlandungssedimente	}	Zone der Wechsellagerung
20 m Hangendsande, Bruchschill		
- 1 m Tuff		
20 m Wechsellagerung	}	Mergel - Zone
10-15 m Glimmersande		
10 m 2. Grobsandhorizont	}	Mergel - Zone
5-10 m Feinsande		
- 1 m Tuff	}	Mergel - Zone
1- 3 m Pölsner Mergel		
10-15 m Glimmersande	}	Mergel - Zone
20-25 m Basisgrobsande		
5-10 m Übergangszone		




Zeitlich kommt dabei der Bentonit/Tuff-Horizont I in der Lageniden-Zone des unteren Badenians, der zweite Tuff-Horizont nach KOPETZKY 1957 bereits in der Sandschaler-Zone des mittleren Badenians zu liegen. Letztere Stratifizierung muß jedoch unter Bedächtnahme auf das Auftreten von Vulkaniten im Steirischen Miozän ebenfalls auf unteres Badenian korrigiert werden.






Abb. 7: Vulkanische Tuffe in der Umgebung vom Pöls (nach SOPETZKY 1957)

Legende:


Quartär

-  Alluvium
-  Helfbrunner Terrasse
-  Mittelquartäre Terrassen

Unteres Badenian

-  2. Grobsandhorizont, Zone der Wechsallagerung
-  Übergangzone, Basaltgrobsande, Mergelzone
-  1. bzw. 2. Tuffniveau

Eliarianer Schichten

-  Makrofossilien
-  Mikrofossilien
-  Pflanzenreste

Die Bentonit/Tuff-Lagen sind nur in einigen Profilen als solche deutlich kenntlich (Abb. 7). Häufig können in entsprechenden Horizonten nach KOPEZKY 1957 Sedimente, die "...zwar keine Bentonite mehr, im Sinne der oben beschriebenen sind, gefunden werden. An ihre Stelle treten Bänder mit auffallend hohem Tongehalt, die sich durch häufig auftretende, meist idiomorphe, Biotitblättchen von den Sedimenten in der Umgebung unterscheiden. Es bleibt einer späteren Untersuchung vorbehalten, inwieweit man diese tonigen Lagen, die in ihrer stratigraphischen Höhe exakt markiert sind, den anderen Tuffiten zuordnen kann...".

Diese möglicherweise vulkanogen beeinflusste Lagen wurden aufgrund bereits im Gelände feststellbarer, in hohem Maße klastischer, Verunreinigung nicht weiter untersucht. Sie könnten lediglich für stratigraphische Überlegungen wichtige Korrelationsmittel darstellen.

Die seit KOPEZKY 1957 bekannten bzw. neugefundenen Tuff/Bentonitvorkommen sind in Abbildung 7 eingezeichnet. Es sind dies:

3.2.5.1. Quellgraben Pöls:

KOPEZKY 1957 schreibt darüber:

"Der erste Fundpunkt befindet sich im ersten Quellgraben, östlich der Straße, zwischen der Pölsmühle und der Pölscher Höhe. Seine Mächtigkeit beträgt hier 1 m. Auf Grund der Untersuchungen von E. NEUNIRTH (1954) mit dem Übermikroskop wurde der Tuffit als Montmorillonitton im Sinne eines echten Bentonites erkannt. Professor R. GRIM von der Universität Urbana, Ill., USA, begutachtete mit Hilfe von Röntgenspektrogrammen den Tuffit als Carbentonit mit etwa 80 bis 85 Prozent Montmorillonit. P. PAULITSCH (1953) beschrieb die in dem Tuffit enthaltenen Relikte. Makroskopisch sind Biotitblättchen gut erkennbar."

Die 1980 erfolgte Geländebegehung zeigte, daß unter dem von KOPETZKY gefundenen Bentonithorizont, 130 cm liegend davon, durch blaugraue Fossilgrus führende Sande getrennt, eine zweite, lithologisch zweigeteilte, 38 cm mächtige Bentonitlage liegt.

	Probe
140 cm hellgraue, tonige Sandsteine mit reichlich Fossil-Steinkernen	Pöls 4
120 cm grau-grüner Bentonit	Pöls 3
130 cm blaugraue Sande mit Fossilgrus mit vereinzelt durch Karbonat verkitteten Sandsteinkugeln (Ø max. 40 cm)	
20 cm blaugraue sandige Bentonite bzw. bentonitischer Sand	Pöls 2
18 cm grau-grüner Bentonit	Pöls 1

Liegend dunkle Mergel, Sande

Die Montmorin- bzw. Glasgehalte in diesem Profil sind in Abb. 8 dargestellt.

Aufschlüsse dieses Tuffvorkommen wurden nur auf ca. weitere 100 m nach E grabenabwärts gefunden. Die weitere Ausdehnung dieses Vorkommens nach N bzw. S ist aufgrund der Vegetationsbedeckung (teils Wald, teils Wiese) und der bis in den Bereich um 10 m liegenden Überlagerung mit einfachen geologischen Feldmethoden nicht zu rekonstruieren. Bemerkenswert sind auch die noch relativ hohen Montmoriningehalte in Proben, die bereits als klastisches Sediment angesprochen wurden.

(Materialbeschreibung: Proben Pöls)

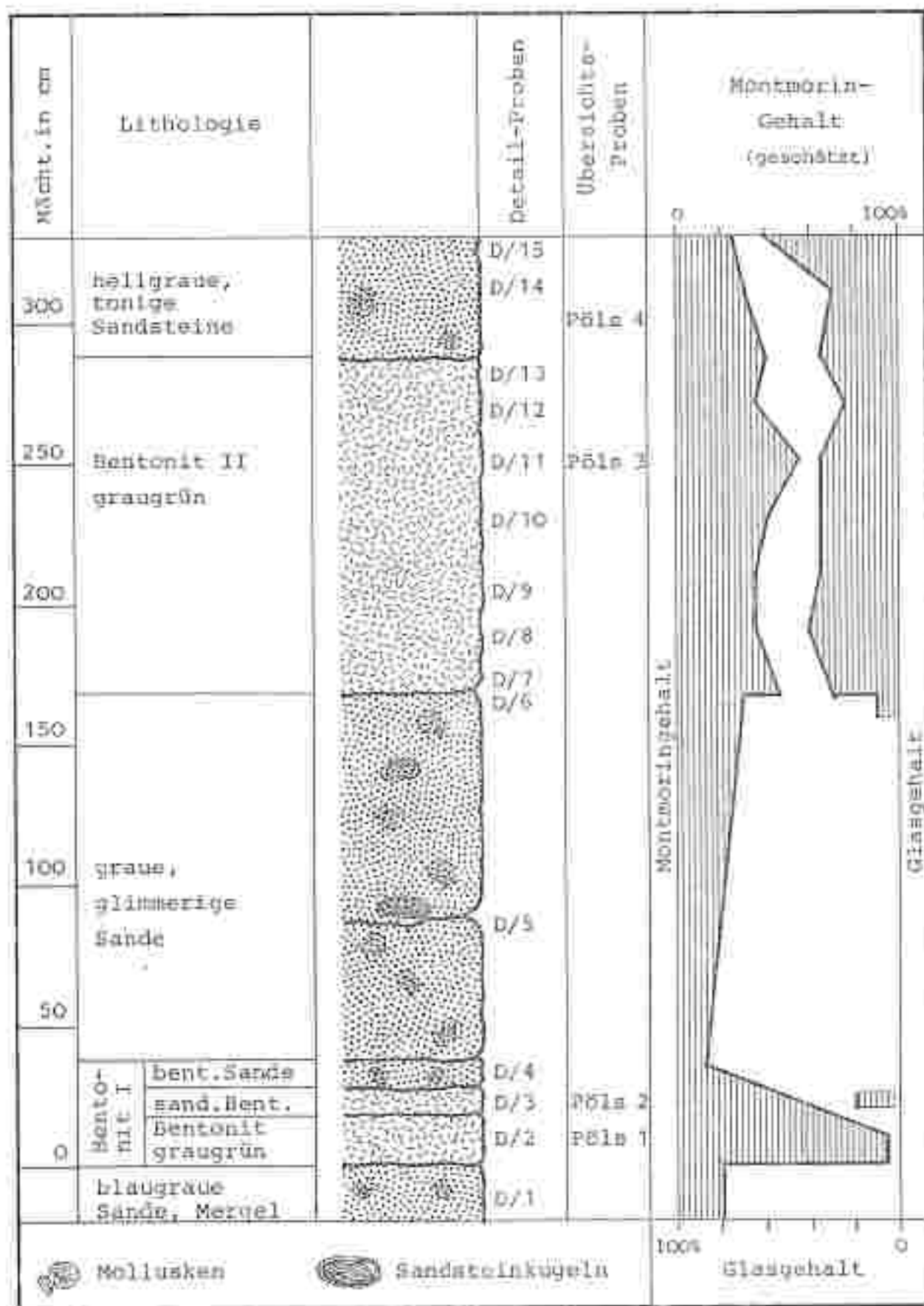


Abb. 8: Bentonitvorkommen in den Florianer-Schichten E Pöls.

3.2.5.2. HÖLLPAULI:

Dieser Fundpunkt liegt nach KOPETZKY 1957 im Mühlwasserabzugsgraben, der vom Gehöft HÖLLPAULI gegen den Bramergaben hin entwässert (500 m SSW der Kote 492 HÖLLBERG). Hier treten 1 m über den Pölsner Mergeln ebenfalls in zwei Lagen Bentonite mit einer Mächtigkeit von 30 cm auf, die durch ein 20 cm mächtiges Glimmersandband getrennt sind. In petrographischer Hinsicht ist dieser Tuffit genauso ausgebildet, wie der aus dem Quellgraben PÖLS beschriebene.

Zum Zeitpunkt der Begehung war dieses Vorkommen aufgrund des starken Bewuchses und der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht mehr aufzufinden.

3.2.5.3. Gantschenberg/W:

Im Hohlweg ca. 7 mm SSW "G" von Gantschenberg (ÖR 1:50.000, 190) wurde in einem kleinen Waldaufschluß auf ca. 300 m SH in einer Mächtigkeit von ca. 20 cm ebenfalls graugrüner Bentonit, der qualitativ etwa denen der oben genannten Fundpunkte entspricht, gefunden. Niveaumäßig könnte er ein Äquivalent des beim HÖLLPAULI vorkommenden Bentonites darstellen.

Materialbeschreibung: Gantschenberg 2

3.2.5.4. Gantschenberg (Weinzlipp):

Ein weiterer Bentonit-Fundpunkt am Gantschenberg wurde bei KOPETZKY 1957 und auch in späteren Publikationen als Vorkommen "Weinzlipp" bezeichnet. Diese Lokalitätsangabe ist jedoch aufgrund der ÖR 1:50.000 nicht zu eruieren. Dieser Fundpunkt gehört nach KOPETZKY bereits dem höheren Tuff/Bentonit-Niveau an.

KOPETZKY 1957 schreibt darüber:

"500 m NNW der Kote 382 (Weinzlipp) Pkt. 386 ÖR 190 steht unweit der Weggabel Gantschenberg - Bramergaben bzw. Gantschen-

berg - Höllberg an Stelle einer tonigen Feinsandlage ein Tuffhorizont an. Durch die enge örtliche Beziehung mit dem ersten Tuffhorizont von Fundpunkt Höllpauli konnte einwandfrei festgestellt werden, daß dieser zweite Tuffhorizont einem höheren stratigraphischen Niveau zuzuordnen ist. Auch dieser Tuffit ist ein echter Ca-Bentonit und unterscheidet sich makroskopisch vom tieferen Tuffhorizont durch das häufigere Auftreten von Biotit. Letzterer ist auffällig stark gebleicht. Während der tiefere Horizont eine blaugraue Farbe hat, ist dieser Tuffhorizont in der Wechsellagerung durch eine hellbraune bis schmutzige Färbung gekennzeichnet. Die Färbung hängt wohl mit dem hohen Gehalt an Eisenhydroxyd in den darüber- und darunterliegenden Sedimenten zusammen."

Bei den Beguhungen konnte im Bereich der ehemaligen Fundstelle (Auskunft des Besitzers) im Obertgarten kein Tuffitmaterial gefunden werden. Die nur geringe Ausdehnung dieses Vorkommens scheint die Maßnahme eines Schurfes nicht zu rechtfertigen. Nach der DK 1:50.000, 190 befindet sich das Vorkommen beim Gehöft 2 am SSW "G" von Gantschenberg auf 380 m SH.

Materialbeschreibung: Probe Gantschenberg (Weinclippl)

3.2.5/6. Weitendorf:

Im Zuge von Sichtung- und Bestimmungsarbeiten an Fossilmaterial aus Privatsammlungen von der seit FLÜGEL, HAUSER & PAPP 1952 bekannten Fossilagerstätte Weitendorf wurden einige Tonmergelproben festgestellt, in denen sich in Nestern olivgrüne tonige Partien mit reichlich mm-großen Biotitblättchen befinden.

Nach mineralogischen Untersuchungen dieses Materials durch W.POSTL (Abteilung für Mineralogie, Landesmuseum Joanneum) und H.KOLMER (Technische Universität Graz) handelt es sich dabei einwandfrei um Tuffe bzw. Tuffite.

Zeitlich ist dieser Tuff aufgrund seiner engen Verknüpfung mit den fossilführenden Tonmergeln nach EBNER & GRÄP 1977 der Lageniden-Zone zuzuordnen. Er stellt somit ein Äquivalent zu einem der bekannten unterbädonischen Tuff-Niveaus dar.

Das Vorhandensein dieses Tuffes konnte bisher nur anhand von Sammlungsmaterial festgestellt werden. Er dürfte lediglich nesterförmig in den fossilführenden Tonmergeln eingeschaltet sein.

Materialbeschreibung: Probe Weitendorf

3.2.6. Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Florianer Bucht im Raum Deutschlandsberg - Groß St. Florian

Aus diesem Raum beschrieb DILLER 1957 einige Bentonit/Tuff-Vorkommen. Die Sedimente dieses Raumes werden durch marine Bildungen unterschiedlicher Klastizität des Badeniens gebildet, die im W in Grundgebirgsnähe über Verbrackungssedimente und limnisch/Fluviatile Bildungen mit grobem Blockwerk des Schwarberger Blockschuttes versahnen (Hell.3).

DILLER 1957 ordnet die Sedimente dem unteren und mittleren Badenian zu, wobei Bentonit/Tuff-Vorkommen in dieser Schichtfolge in zwei Niveaus, knapp unter der Oberkante des unteren Badenians und im mittleren Badenian, auftreten. Aufgrund der allgemein gültigen zeitlichen Verbreitung vulkanischer Tuffe im Steirischen Tertiarbecken (KOLLMANN 1960, 1965), muß die zeitliche Einstufung dieser Tuff führenden Schichten jedoch auf das untere Badenian eingeschränkt werden.

Das tiefere Tuff-Niveau ist meist in Form dunkler, feinklastischer Sedimente mit reichlicher Biotitführung ausgebildet. Interpretiert werden diese Lagen nach DILLER 1957 und KOPETZKY (mündl. Mitteilung) als stark vulkanogen beeinflusste Sedimentlagen. Für die Tuff- bzw. Bentonitprospektion sind solche Lagen

jedoch unbedeutend. Derartige Sedimente wurden von DILLER 1957 in den Quellgräben SE Hastreith und E von Sulzhof erwähnt und sind auch im Raum Tragl und Fantsch wahrscheinlich.

Nach mündlicher Mitteilung von Dr. KOPETSKY waren solche dunklen, vulkanogen beeinflussten, klastischen Sedimente auch für die Rutschungen am Beginn des Stillanetteses der AWP-Pipeline-trasse auf das Trubersegg (ÖK 1:50.000, 189) verantwortlich.

3.2.6.1. Kapelle bei Pkt. 386 an der Straße Schwanberg (Hollenegg):

FLÜGEL & HERITSCH 1968 beschrieben diesen Fundpunkt:

"Nordöstlich von Schwanberg, wo die Straße in einem scharfen Knie bei der Kapelle Pkt. 386 nach Norden einbiegt, befindet sich in diesen Ablagerungen an der westlichen Straßenböschung unweit (= gegenüber) der Kapelle ein auffälliger Rutschstreifen. Er schließt rosafarbene Bentonitlagen in diesen tieftorbenen (= badenischen) Schichten auf." Die fluviatil bzw. stark fluviatil beeinflusste Randfazies des Badenian lagert hier tiefgründig verwittertem Kristallin und kristallinen Randschuttbildungen auf. DILLER 1957 ordnet dieses Bentonitvorkommen dem höheren Niveau zu und beschreibt aus der Straßenböschung folgendes Profil, das aufgrund der Böschungsbegrünung und Rutschungsanliederung 1980 nicht mehr zu beobachten war (bei geringfügigen Schurfarbeiten konnten lediglich einige rosafarbene Bentonitbrocken gefunden werden):

Hangend

- 150 cm braune, feinkörnige Tonmergel mit mulliger, dunkelbrauner Kohle
- 30 cm rosaroter Bentonit mit gut erkennbaren Restbiotiten
- 150 cm brauner, glimmerreicher Tonmergel mit Pflanzenhäutchen
- 30 cm graue Glimmersande
- 150 cm glimmerreicher Tonmergel mit Blattabdrücken

Proben: Hollenegg 1 (Bentonit)

Hollenegg 2 (sandig-toniges Sediment)

Materialbeschreibung: Proben Hollenegg

3.2.6.2. Zirknitzbachtal:

Die Tuff-Vorkommen aus der Umgebung von Stainz wurden bereits bei BENER & GRÄF 1979 a ausführlich behandelt. Dr. P. BECK-MANNAGETTA machte uns nun in dankenswerter Weise auf einen bisher noch unbekanntem Tuff-Fundpunkt im Zirknitzbachtal aufmerksam, der der bereits beschriebenen Fundpunktgruppe um Stainz angeschlossen werden kann (Bell. 3f).

Der Fundpunkt (SH 320 m) befindet sich ca. 100 m NB des Stöges über den der von Bildbaum bei Pkt. 365 (OK 189, Bl. Deutschlandsberg) kommende Fahrweg ca. 1 km ENE von Stallhof den Zirknitzbach übersetzt.

In einer kleinen Abrißnische sind in der E-seitigen Wegböschung in feinklastischen Sedimenten ca. 220 cm mächtige Glas-tuffe aufgeschlossen. Die liegendsten 40 cm dieser sind gelblich gefärbt, sehr feinkörnig und muschelig brechend, während die hangenden Anteile gröber, schmutzig weiß gefärbt und hackig brechend ausgebildet sind.

Der Position nach könnte dieses Tuff-Vorkommen dem Tuff-Niveau I aus der Umgebung von Stainz (vgl. BENER & GRÄF 1977 a) entsprechen von dem bereits das Vorkommen Stallhof beschrieben wurde. Möglicherweise gehören die bisher bekannten Ausbisse dieses Niveaus einem Glastuff-Großvorkommen unter dem Höhenrücken S von Kleinpichling an. Einen möglichen Zusammenhang der bekannten Fundpunkte und die genaue Abgrenzung dieses 7 Großvorkommens könnte eine von den bekannten Punkten ausgehende geophysikalische Kartierung erbringen. Das in Frage kommende Gelände ist meist nur mit Wald bestanden.

Materialbeschreibung:

Probe Zirknitzbachtal 1 (gelblicher Tuff)
 Probe Zirknitzbachtal 2 (weißer Tuff)

In ihrer Fazies- und stratigraphischen Position entsprechen die zuvor genannten Vorkommen etwa den durch EBNER & GRÄP 1979 beschriebenen Vorkommen aus dem Raum Stainz. Nach mündlichen Mitteilungen von Dr. G. KOPETZKY traten meist im Zusammenhang mit dem Straßenausbau und nun, wie Kontrollbegehungen ergaben, nicht mehr sichtbar, an einigen Stellen Bentonit/Tuffe auf:

3.2.6.3. Im Bereich von "O" Pkt. 330 SW Tanseldorf:

Hier war in der Talniederung des Vöcherbaches in einer Rutschung ein Bentonitvorkommen aufgeschlossen. Auf dieses Vorkommen weist möglicherweise auch ein Karteiblatt aus dem Ostalpen-Lagerstätten-Archiv hin. Berichtersteller war Dr. BECKMANNAGETTA, wonach bei Laßnitz/Oberbergla 4,5 km ENE von Deutschlandsberg ein Bentonit-Vorkommen war. Aufgrund der Entfernungsangabe kann es sich ohne weiteres um das Vorkommen bei Pkt. 330 handeln.

3.2.6.4. Rassach:

Nach mündlicher Mitteilung von Dr. G. KOPETZKY sollen Tuffe/Bentonite auch in Rassach im Bereich N bzw. NE der Kapelle, bei der an der Bundesstraße nach NE eine Fahrstraße in die Talniederung des Rassach-Baches abzweigt, in Baugruben bzw. Brunnengrabungen auf ca. 390 m SH aufgeschlossen gewesen sein.

3.2.6.5. Tomberg:

In der W Straßenböschung im Straßenanstieg von Stainz nach Tomberg war während des Straßenbaues nach Mitteilung von Dr. G. KOPETZKY auf ca. 365 m in einer Rutschung ebenfalls Bentonit in einer in den Bereich liegenden Mächtigkeit aufgeschlossen. Aufgrund

der Rutschungsanierung und erfolgter Begrünung war 1980 dieses Vorkommen jedoch nicht mehr zu sehen.

3.2.6.6. Hohlbach:

Auf einem Karteiblatt des Ostalpen-Lagerstätten-Archivs wird auf einen Bentonit bei Hohlbach ca. 4 km SSE Deutschlandsberg verwiesen (Berichtersteller Dr. P. BECK-MANNAGETTA). Bei Übersichtsbegehungen konnte in diesem Raum kein Bentonit gefunden werden. Auch Dr. P. BECK-MANNAGETTA kann über den Zeitpunkt des Fundes, Material und nähere Fundumstände (ebenso wie beim Fundpunkt Oberbergla/Labnitz) keine näheren Angaben mehr machen. Auffallend ist jedoch die nahe Position zum Bentonit-Fundpunkt bei der Kapelle 186 an der Straße nach Schwanberg.

3.2.6.7. Holzbaueregg:

Das bedeutendste von DILLER 1957 erwähnte Bentonit/Tuff-Vorkommen scheint jenes vom Holzbaueregg S von Groß St. Florian zu sein. Qualitativ handelt es sich dabei (Analyse HÖLLER et al. 1976) um stark montmorillonitisierte Tuffe. Aufgrund der Kartierung von DILLER 1957 ist dieses Vorkommen dem höheren Niveau zuzuzählen.

Ausblisse dieses Vorkommens liegen zum größten Teil ca. 30-50 m NE der Straße (SH ca. 380 m), die von Lichtenegg nach Holzbaueregg führt. Zur Zeit der Begehung (Frühjahr 1980) konnte dieses Vorkommen anhand von Lesestückfunden auf einer Länge von ca. 400 m weiter verfolgt werden. Die nordwestlichsten Lesestücke wurden dabei ca. 100 m NW des Bauernhofes Holzbaueregg Nr. 32 gefunden. Die Ausbisslinie quert dann die Straße ziemlich in der Mitte zwischen den beiden markanten Straßenkurven. Beim Aushub für den Bau einer Jauchegrube beim Gehöft Holzbaueregg Nr. 32 wurde der weißgraue bis hellrosafarbene Bentonit in einer

Mächtigkeit um etwa 50 cm in ca. 1-1,5-m Tiefe wiederum angetroffen. Von hier sind Lesestücke ziemlich niveaubeständig etwa 40 m NE der Straße über die Felder bis zum Neubau etwa 100 m NE des Gehöftes Holzbaueregg Nr. 33 weiter zu verfolgen.

Eingelagert findet sich der Bentonit in wechselnd tonigen, gelbbraunen Sanden, die auf ca. 150 m SH von dunkelgrauen, glimmerigen sandigen Tonen unterlagert werden.

Nach Auskunft der Einheimischen liegt unter und über dem reinen Bentonit noch je ca. 20 cm rotes, toniges Material. Auch DILLER 1957 erwähnt, daß die Mächtigkeit der "unverwitterten" Lage ca. 0,5 m beträgt. Gemeinsam mit der nach DILLER 1957 noch abbauwürdigen "Verwitterungsschicht" beträgt die Mächtigkeit der Bentonitlage jedoch ca. 1 m.

In den 50er Jahren wurde dieses Vorkommen zumindest zeitweise von der Fa. BRÄNDNER abgebaut. Die weitere Ausdehnung dieses Vorkommens ist mit einfachen feldgeologischen Methoden nicht festzustellen. Dazu müßte das gesamte durch die Lesestücke umrissene Gebiet NE der Straße mit einem Handbohrer angehört werden. Um die weitere Ausdehnung des Vorkommens nach NW abzugrenzen, wären geeignete geophysikalische Maßnahmen am zweckmäßigsten. Die Überlagerung des Vorkommens NE der Straße durch gelbbraune Sande liegt im m-Bereich. Bei einer allfälligen Ausdehnung des Vorkommens nach NW und SW würde die Überlagerung geländebedingt vermutlich bis auf etwa 10 m ansteigen.

Materialbeschreibung: Probe Holzbaueregg

3.2.6.8. Otternitz:

DILLER 1957 berichtet, daß anlässlich des Strassenneubaus unmittelbar S des Gehöftes Gimpel (OK 1:50.000, 189) sandig ausgebildete Tuffite aufgeschlossen waren. Dieses Vorkommen wurde ebenfalls dem höheren Niveau zugeordnet. Auf ca. 165 m SH

war folgendes Profil aufgeschlossen:

Hangend:

- 170 cm grauer, glimmerreicher, toniger Sand bis Grobsand
- 90 cm glimmerreiche Sande und Grobsande mit tonigen Zwischenlagen
- 160 cm gelbbraune Sande und Grobsande mit großen Glimmern und rostrote Bänderung
- 0-80 cm rötliche, sandige Biotit führende Tuffit-Linse
- 150 cm blaue, sandige, glimmerreiche Tonmergel mit Mikro-Fossilien

Aufgrund der mächtigen lehmigen Verwitterungsdecke und den total verwachsenen Straßenaufschlüssen konnte der Tuffit nicht mehr aufgefunden werden.

3.2.6.9. Lichtenegg:

Höhenmäßig etwas tiefer als das Vorkommen Holzbaueregg dürfte das Vorkommen Lichtenegg zu liegen kommen. Bei Begehungen konnte im Bereich der Straßen und Wege unterhalb von Lichtenegg kein Tuff-Material gefunden werden. DILLER 1957 bezeichnet das Vorkommen an der Straße nach Lichtenegg als tuffitisch-feinsandig und ordnet es dem tieferen Niveau zu.

Eine Analyse von dieser Lokalität, stammend aus altem Sammlungsmaterial, bringt HÖLLER et al. 1976.

Materialbeschreibung: Probe Lichtenegg

3.2.6.10. Groß St. Florian, Rastreith:

Weiters liegen in der Literatur aus dem dargestellten Fundgebiet Angaben von Fundpunkten vor, die nicht mehr verifiziert werden konnten. Möglicherweise handelt es sich bei dem bei HÖLLER et al. 1976 mit Gr. St. Florian bezeichneten Material um Tuffe, die in den Quellgrüben S von Groß St. Florian gefunden wurden. Begehungen dieser Gräben blieben allerdings ergebnislos. Bezüglich der Analysenwerte besteht recht gute Übereinstimmung mit jenen vom Fundpunkt Holzbaueregg.

Weiters ist bei HAUSER 1954:29 auch die Bezeichnung eines Tuffes mit Hastraith zu finden. Da in dieser Arbeit das bekannte Vorkommen Holzbaueregg nicht erwähnt ist, kann möglicherweise damit Material vom zweitgenannten Fundpunkt gemeint sein.

Materialbeschreibung: Proben Groß St. Florian, Hastraith

3.2.7. Die Bentonit/Tuff-Vorkommen in der Umgebung von Köflach/ Voitsberg

3.2.7.1. Tregitzsattel (Lobmingberg, Bürgerwald):

Die ersten schriftlichen Hinweise auf das Tuffitvorkommen im Bürgerwald des Lobmingberges gehen auf einen unveröffentlichten Bericht von LECHNER 1950 zurück. Er erwähnt hier ca. 3 km NNE von Voitsberg Tuffe in einer Mächtigkeit bis zu 2 m, für deren allfälligen Abbau eine 300-400 m lange Seilbahn in den Tregitzsattel geschaffen werden müßte.

Auch PETRASCHECK 1955 kennt bereits diese Tuffe zwischen Zangtal und dem Lobmingtal. Dieses Vorkommen ist eindeutig ident mit dem Tuffitvorkommen im Bürgerwald, das MAURIN 1959:A 4) erwähnte. Festzuhalten ist, daß im genannten Aufnahmebereich die Lokalisationsangaben nicht bzw. nun nicht mehr stimmen. So schreibt MAURIN von Ausbissen des Tuffits in der "Ruber-Lehmgrube nördlich von Stallhofen" und in der Nähe des "Gehöftes Triebel (Lobmingberg Nr. 24)". Zu diesen Lokalitäten sei richtiggestellt, daß sie sich nordwestlich von Stallhofen befinden und das Gehöft "Triebel" nun die Nummer Lobmingberg 56 besitzt.

Dieses an der E-Seite des Lobmingberges austretende Tuffitvorkommen ist auch am W-Abhang festzustellen. MAURIN's Vorkommen "Packer" und die bei HAUSER 1954 erwähnte Tuffitprobe "Packer" dürften von dort stammen (darauf weist ein Gehöft, das nun in der ÖF 1:50.000, 163, als "Pagger" bezeichnet wird und in dessen Nahbereich ebenfalls Tuffe gefunden wurden).

Weiters wurden die Aufnahmesangaben von MAURIN 1959 in der geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes von FLÜGEL 1961 verwertet.

Nach Auskunft der Einheimischen wurde das Vorkommen an der E-Seite des Lobmingberges in den 30er-Jahren von den VEITSCHER MAGNESIT Werken abgebaut und Material mit einer Seilbahn in den ca. 50 m höher gelegenen Tregistsattel transportiert. Im Bereich des auf der W-Seite gelegenen Ausbisses unterhalb des Gehöftes Rombold wurde nicht abgebaut, da dort das Material "zu wenig reif" war.

Die Fortsetzung des Tuffvorkommens nach W stellt die 2 m mächtige Tufflage am Rande des Oberdorfer Bergbaugebietes dar (vgl. Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes und MAURIN 1959). Bei Übersichtsbegehungen konnte dieser Tuff jedoch trotz der nun gut aufgeschlossenen badenischen Schotter über dem Oberdorfer Kohlenflöz nicht gefunden werden.

Geologisch baut sich der Höhenrücken des Lobmingberges aus groben, teilweise morsche, kristallinen Schottern auf, die über einem Relief Gosaugesteinen der Hauptbeckenfolge auflagern. Im Vollaiberg/Köflacher Kohlenrevier liegen diese Schotter mit Winkeldiskordanz (steirische Phase) über den karpatischen, Kohlenführenden Schichten. Innerhalb der großen Schotter befinden sich feinklastische Einschaltungen, in denen auch die Tuffe beobachtet werden. An Fossilien wurden in den feinklastischen Lagen im Bereich der Tuffe nach MAURIN 1959:A 41

Copax sp.
Pomatia gaili MINZ
Celzia lacunosa (REUSS)

festgestellt, die gemeinsam mit den Tuffeinschaltungen auf ein unteres Badenian-Alter der Blockschotter mit ihren feinklastischen und vulkanischen Einschaltungen deuten.

Auffallend sind in der Geröllgesellschaft der Grobschotter in einigen Profilen im Bereich der Tuffe bzw. ca. 10 m darunter paläozoische Kalkgerölle, die auf eine Herkunft aus der Bannach-Fazies des Grazer Paläozoikums hinweisen. Gemeinsam mit dem Bannach-Fazies-Aufbruch von Aichegg (nicht Schöckelkalk wie in der Karte von FLÜGEL 1961), zeigen diese Gerölle möglicherweise eine weite Verbreitung der Bannach-Fazies nach W an!

DK 1:50.000 - 163 VOITSBERG

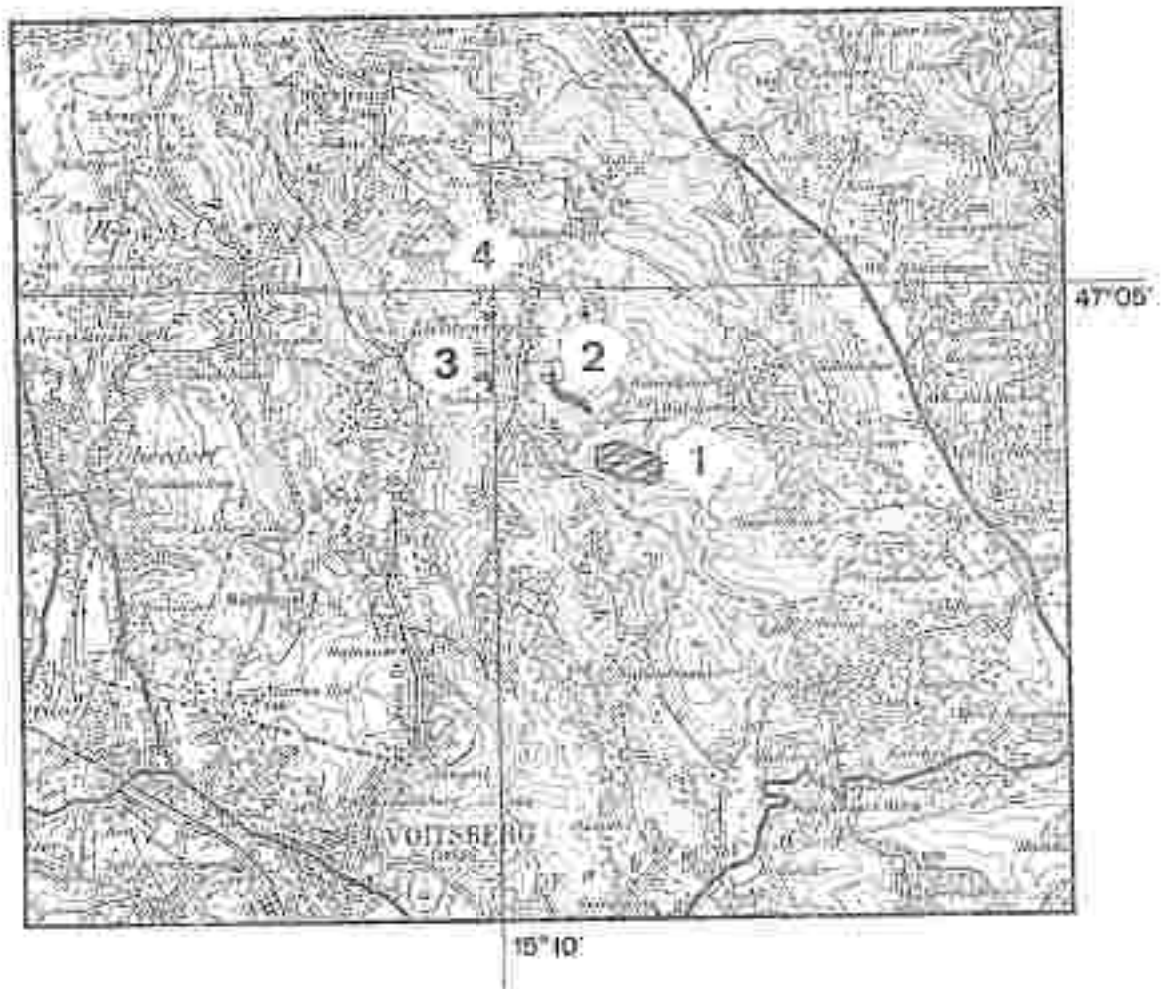
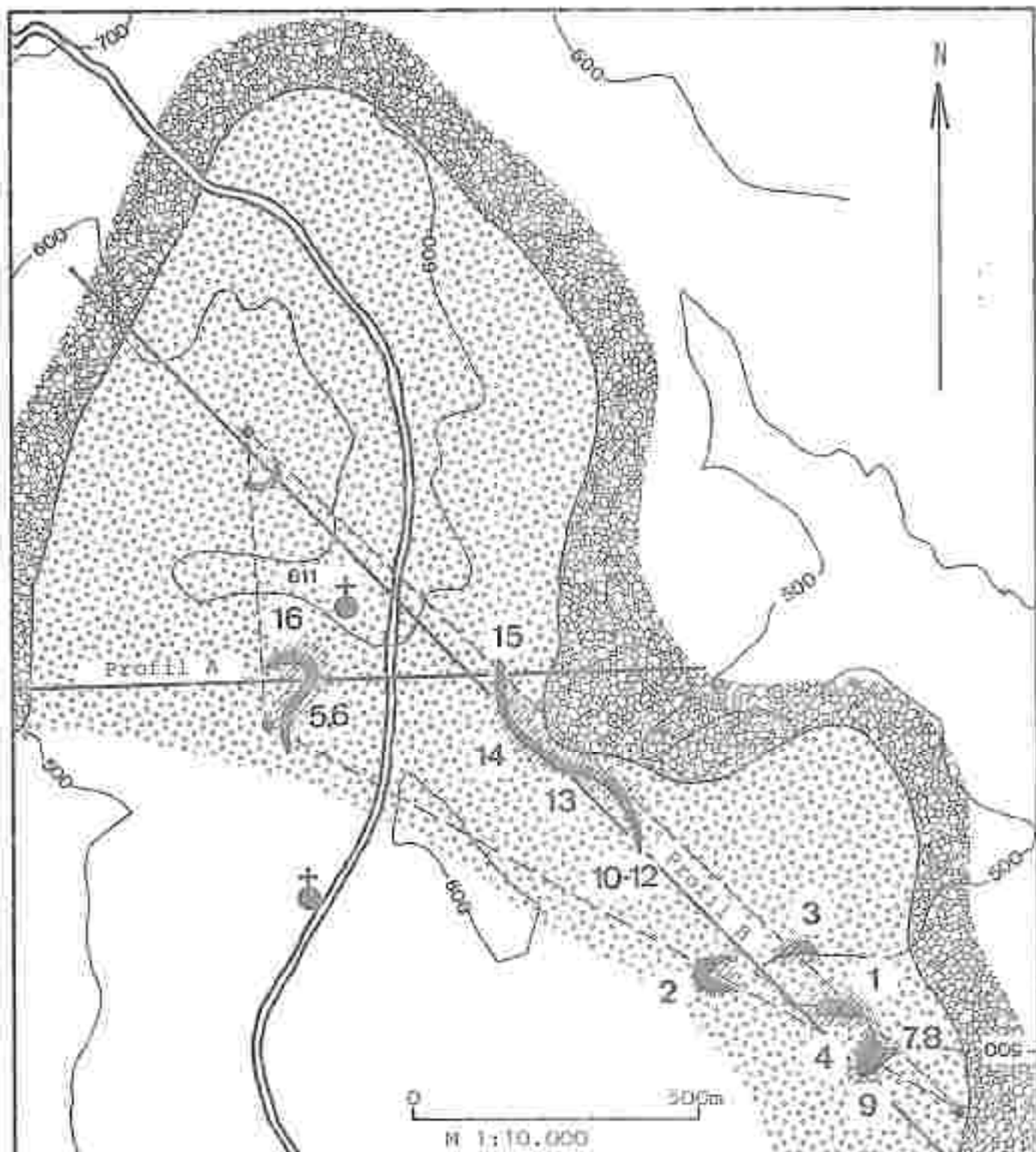


Abb. 9: Das-Tuff-Vorkommen am Tregistsattel - Bürgerwald (3.2.7.1.)

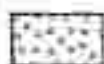
- 1: Aufschlußbereich 1
- 2: Aufschlußbereich 2
- 3: Aufschlußbereich 3
- 4: Aufschlußbereich 4

Die Tuffvorkommen liegen knapp SW und SE der Kapelle bei PKL 611 (ÖK 1:50.000, 163) beiderseits des N-S ziehenden Rücken des Lobmingberges, auf dem die Straße Hochregist - Zangtal führt (Abb. 9). Sie scheinen niveaubeständig und von lateral konstanter Ausbildung zu sein. Aufgrund der Senkhöhe der einzelnen Ausbisse ist ein Einfallen der Tuffe mit ca. 1° nach SE zu rekonstruieren. Die maximale Überlagerung durch badenische Schotter beträgt daher (im Bereich der Straße am Lobmingbergücken) bis zu ca. 50 m. Ihre geologische Position ist weiters durch ihre relative Nähe zum Rand einer aus Gosau-Sandsteinen bestehenden Grundgebirgsbucht gekennzeichnet (vgl. Abb. 10).

Bei den Begehungen konnten + zusammenhängende Aufschlussbereiche festgestellt werden, deren streichender Zusammenhang kartierungsmäßig nicht festzustellen war. Auffallend ist, dass die Tuffe innerhalb der Grobschotter in feinklastischem Material eingebettet sind. Weiters wird häufig beobachtet, dass reinere "tonigere" Typen, die als "Bentonit" anzusprechen sind, die liegendsten Partien der Tuffvorkommen bevorzugen, während die hangendsten Teile als "Glastuff" oder "Tuffit" mit unterschiedlichem Montmorillonitisierungsgrad anzusprechen sind. Die Liegendgrenze ist stets scharf, die Hangendgrenze zu den überlagernden Sedimenten oft verschwommen.



Klastika der Hauptbeckenfolge der Rainerer Gosau



Schotter des Unt. Badenian

Legende:



feinklastische Partien



Tuffe



Proben-Nr.



Profile



Für die Vorratsberechnung
angenommene Verbreitung der Tuffe

Abb. 10: Tuffit-Vorkommen Bürgerwald

Aufschlußbereich I:

Im Bereich der großen Schleife der Forstaufschließungsstraße, die von Stallhofen in den Bürgerwald führt (Bereich der "Huber-Lehmgrube"): SH ca. 480 m. In der Karte (Abb. 10) sind die Aufschlußgruppen folgend nummeriert:

1: Bereich der Alten "Huber-Lehmgrube", die stark verwachsen. Spuren alter Abbautätigkeit zeigt. Unter Schottern treten hier in der Schie der "Lehmgrube" und im vorbeiführenden Weg (teilweise angeschüttet) Tuffe auf.

Probe: Bürgerwald 1 (Tuff)

2: Westlichster Punkt der Forststraßenschleife. E der Schleife werden teilweise bis in das Straßenniveau reichend in stark verwachsenen und teilweise auch durch den Straßenbau verschütteten Graben Tuffe (Mächtigkeit im m-Bereich) angetroffen.

Probe: Bürgerwald 2 (Tuff)

3: NNW der Abzweigung des Fahrweges zum Waldpeter. In Gerinne unter der Straße wurden in stark gestörten Profilverhältnissen Tuffe gefunden.

Probe: Bürgerwald 3 (Tuff)

4: SSE der "Huber-Lehmgrube" in einem Seitengraben. Die hier angetroffenen Profile sind auf Abb. 13 dargestellt. Eine streichende Verbindung der Tuffe zur Aufschlußgruppe 1 ("Huber-Lehmgrube") und weiter zu den übrigen Aufschlußgruppen 2 und 3 konnte (? aufschluß- und vegetationsbedingt) nicht konstatiert werden. Die Profile der Aufschlußgruppe 4 zeigen Tuff-Mächtigkeiten bis zu 120 cm. Bentonite sind dabei auf die liegendsten Anteile der Tuff-Einschaltung beschränkt. Liegend zu den Tuffen

treten bis zu 6,5 m mächtige graugrüne Schluffe (teilweise mit Gastropoden-Steinkernen), hangend dazu Sande, Kiese, Schotter oder graugrüne Schluffe, auf.

Proben: Bürgerwald 4, 9 (Tuffe)

Bürgerwald 8 (Liegend-Schluff)

Aufschlußbereich II:

NE des Gehöftes Triebel zwischen 520 und 545 m SH. Die auf Abb. 13 dargestellten Profile gehören einem zusammenhängenden Niveau an. Eine Fund-belegte Verbindung zum Aufschlußbereich I über den Geländerücken beim Gehöft Waldpeter ließ sich nicht herstellen. Innerhalb dieses Aufschlußbereiches schwankt auf einer Länge von ca. 420 m die Tuffmächtigkeit zwischen 290 und 460 cm. Keine Bentonitpartien sind meist nur einige cm mächtig und vorwiegend auf die Basis der Tuffe beschränkt. Im Liegenden der Tuffe treten stets (teilweise gastropodensteinkernführende) graugrüne Schluffe mit einer gemessenen Mächtigkeit bis zu 600 cm, im Hangenden der Tuffe graugrüne Schluffe, Sande und Schotter auf. Im Bereich des Probenpunktes 14 lag der ehemalige, bereits eingangs erwähnte Bergbau. Auffallend ist der hohe Montmorillonitgehalt einer untersuchten Liegendeschluff-Probe (Probe BW 12 mit ca. 30% Montmorillonit).

Proben: Bürgerwald 11, 11, 14, 15 (Tuff)

Bürgerwald 10 (Hangend-Schluff)

Bürgerwald 12 (Liegend-Schluff)

Aufschlußbereich III:

Auf der W-Seite des Lohmberggrückens konnten Tuffe in einer lateralen Erstreckung von ca. 170 m westlich des Gehöftes Rombold auf ca. 565 m SH festgestellt werden. Die Mächtigkeit der Tuffe konnte in den Profilen zwischen 210 und 240 cm ermittelt werden. Bentonite treten wieder nur als wenige cm

mächtige Basishildungen auf. Im Liegenden der Tuffe liegen graugrüne verfestigte Sände oder Schluffe. Hängend zu den Tuffen Sände, Kiese, Schotter oder bis zu 3 m mächtige graugrüne Schluffe. Ca. 20 m unter den Tuffen treten in den Grobschottern die bereits eingangs erwähnten paläozoischen Karbonat-Gerölle aus der Rannach-Pazies auf. Ein Detailprofil des Tuff-Horizontes zeigt Abb. 11.

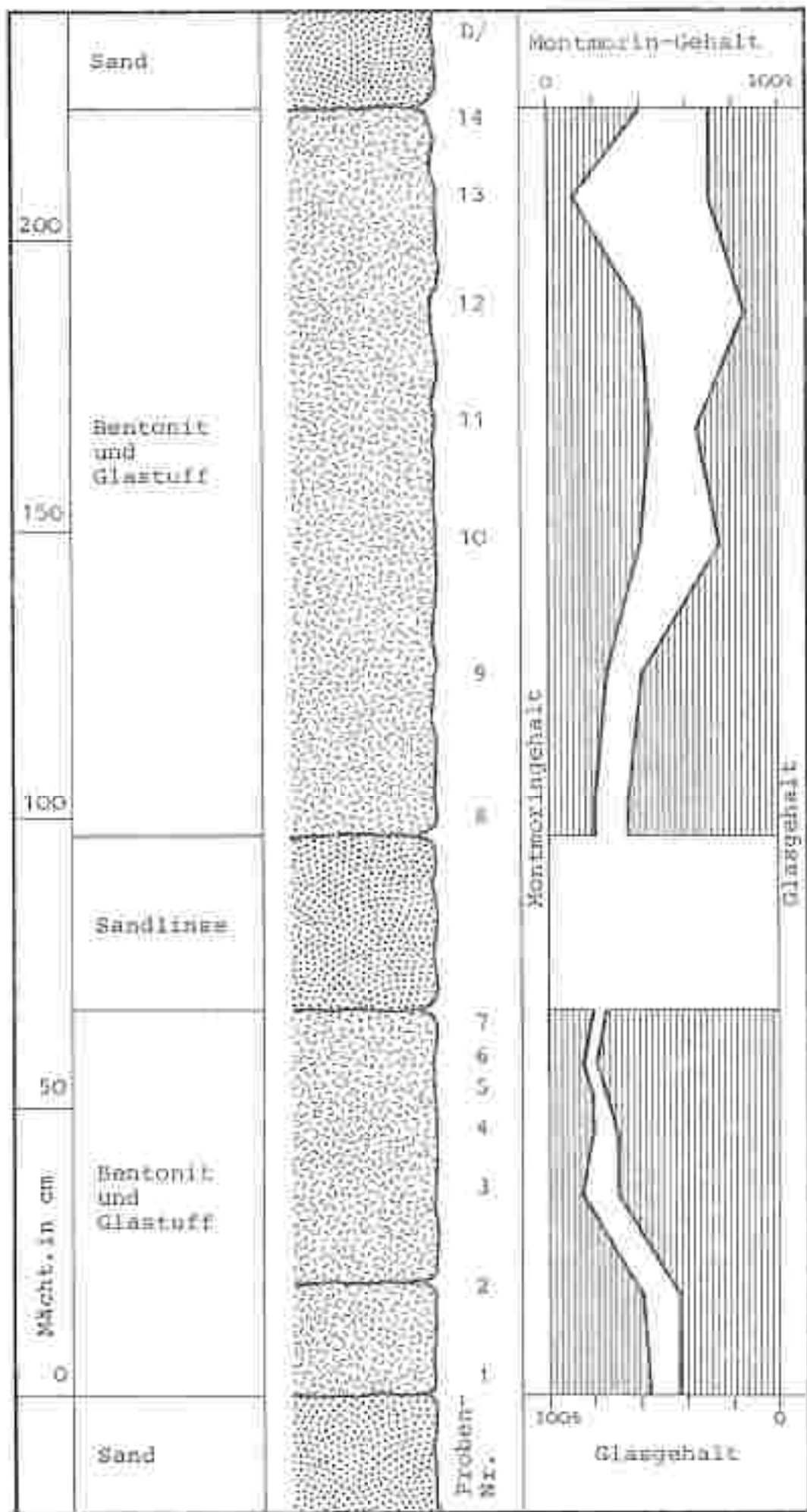


Abb. 11: Detailprofil: Tregietzsettel (Aufschloßbereich III)

Aufschlussbereich IV:

Im Graben NW der Kapelle bei Pkt. 611 konnte auf SH 560 ebenfalls ein Tuff-Ausbiss gefunden werden. Aufgrund seiner Nähe zum Gehöft Pagger (Entfernung ca. 700 m) dürfte es sich dabei um den bereits erwähnten und in der Literatur zitierten Fundpunkt "Packer" handeln.

Über 3 m graugrünen Schluffen liegen hier zuerst mit scharfer Liegendgrenze 40 cm dicke "Bentonite", die kontinuierlich in ca. 250 cm grauweiße, rasch anwitternde Tuffe übergehen. Die Überlagerung bilden Sande.

Proben: Bürgerwald 17

Bürgerwald 18

Ausdehnung des Tuffvorkommens:

Die weitere und möglicherweise zu erwartende Verbreitung der Tuffe geht deutlich aus der geologischen Karte und den Profilen hervor. Profil A und B (Abb. 12) zeigt klar die Niveaubundenheit der Einzelaufschlüsse und eine Neigung des Tuff-Niveaus mit ca. 3° gegen SE.

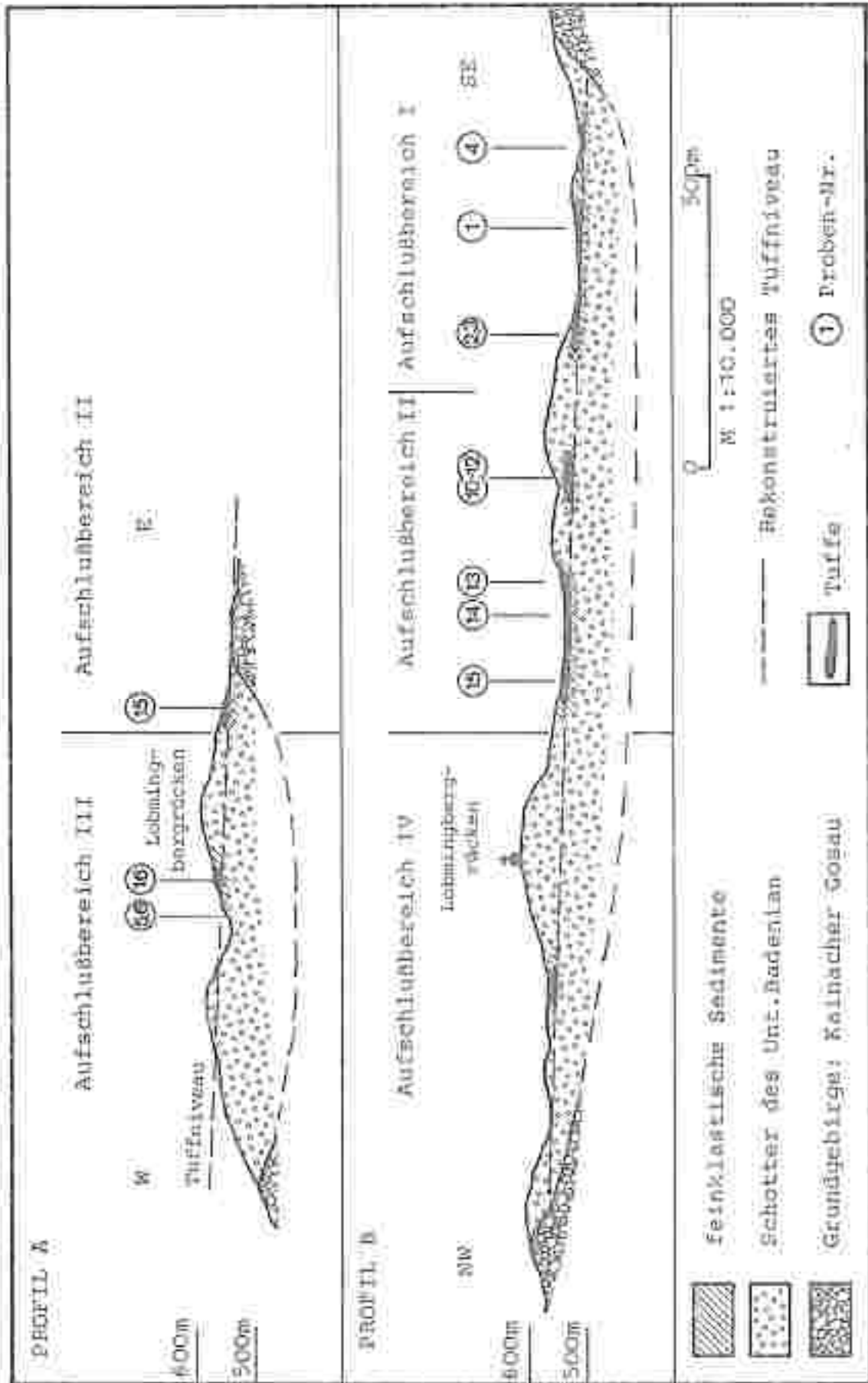


Abb. 12: Geologische Profile durch das Tuffvorkommen Lobmingberg/Bürgerwald

Profil A:

Aus diesem Profil ist abzuleiten, daß die Tuffe, feinkörnige Sedimente vorausgesetzt, noch unter dem Lohmingberg Rücken zwischen den Aufschlußgruppen II und III zu erwarten sind. Aufgrund der Gosauschichten knapp E der Aufschlußgruppe II ist eine weitere Verbreitung nach E auszuschließen. Die Überlagerung durch Schotter beträgt im Lohmingberg Rücken bis zu 40 m. Weiter im W sind im Bereich des Rückens, der von der Kapelle bei Pkt. 611 nach SW zieht, Tuffe nicht mehr zu erwarten, da hier bei Übersichtsbegehungen 1. keine Tuffe festgestellt wurden und 2. die feinklastische Entwicklung faziell durch Grobschotter vertreten wird.

Profil B:

Auch dieses Profil zeigt deutlich, daß die Tuffe der Aufschlußbereiche I, II, und IV dem mit 3° nach SE einfallenden Niveau angehören. Zwischen Aufschlußbereich I und II ist dieses Niveau im Geländerücken um Pkt. 52) in einer Mächtigkeit bis zu ca. 40 m durch Schotter überlagert. Die weitere Erstreckung nach SE endet spätestens am Gosau-Grundgebirge. Nach NW setzt sich der Tuff unter dem Lohmingberg Rücken (ca. 60 m Schotterüberdeckung) bis in den Bereich SE Pagyer (Aufschlußbereich IV) fort und endet dort ebenfalls spätestens am Gosau-Grundgebirge.

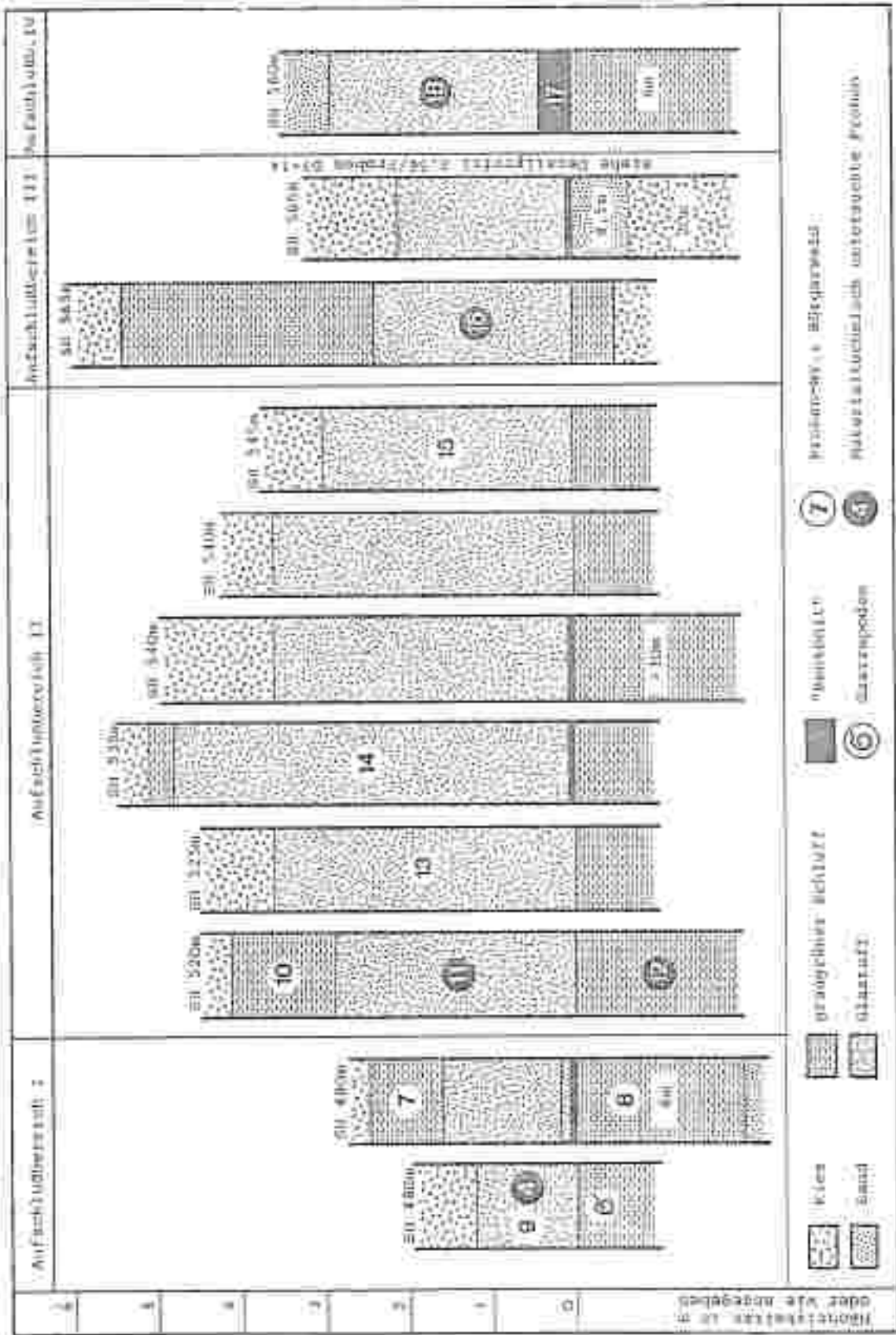


Abb. 13: Das Tuff-Vorkommen am Tregitzsattel (Bürgerwald)

Das Tuffverbreitungsgebiet kann somit folgend klassifiziert werden:

+ sicher: Im Bereich der von den Tuffaufschlüssen der Aufschlußbereiche I-IV umschlossenen Fläche. Die durchschnittliche Tuffmächtigkeit würde zwischen 2 und 3 m liegen, die maximale Schotterüberdeckung bis zu 60 m betragen.

möglich: Im Bereich der in das Gosau-Grundgebirge reichenden tertiären Schotterbacht N von Lichtenegg in einer dem Einfallen der Tufflage entsprechenden Höhenlage.

unwahrscheinlich: Eine weitere Streckung der Tuffe nach SW ist aufgrund bisher fehlender Fundmeldungen, der Übersichtsbegehungen und der "Grundgebirgs-Farne" sowie Grobkörnigkeit der Tertiär-Sedimente unwahrscheinlich.

+ sicherer Vorrat: Eine Vorratsberechnung basierend auf der von den Aufschlußbereichen I-IV umschlossenen Dreiecksfläche (siehe Abb. 10) und der Annahme einer konstanten Tuffverbreitung mit einer Tuffmächtigkeit von 2,5 m innerhalb dieser Fläche ergibt einen Tuff-Vorrat von 630.000 m^3 .

Materialbeschreibung: Proben Bürgerwald

Ob das Vorkommen über das eingezeichnete Dreieck hinaus exakt abzugrenzen, sind weitere, über feldgeologische Maßnahmen hinausreichende Untersuchungen erforderlich. Neben Bohrungen im Bereich des Lobmingbergrückens würden sich in erster Linie geeignete geophysikalische Maßnahmen (Geoelektrik!) eignen, um die flächige Ausdehnung des Vorkommens abzugrenzen.

Sämtliche Tuff-Ausbisse liegen in unverbautem Waldgelände. Lediglich der Lobmingbergrücken weist eine lockere Besiedlung auf.

3.2.7.2. Bentonite/Tuffe in den Kohlengruben des Köflach/ Voitsberger Reviers:

Aus dem unmittelbaren Grubenbereich des Köflach/Voitsberger Reviers wird in der Literatur (MOTTL 1970, FLÜGEL 1975, POHL 1976) zurückgehend auf SIEGL 1951 und PETRASCHECK 1955 immer wieder das Auftreten von Bentoniten bzw. Tuffen vermerkt. Gegenwärtig sind, wie durch eigene Begehungen und durch Aussagen des Markscheiders der GEB-Bergdirektion Dipl.-Ing. NAGELE bestätigt, keine Tuffe im Grubenbereich aufgeschlossen.

PETRASCHECK 1955:24 berichtet "Das Zangtaler Flöz bei Voitsberg hat nach oben in der Kohle beginnend Andesittuff, der schon länger bekannt ist. Darüber folgt Bentonit Diese Tuffe sind ein deutliches Kennzeichen des Zangtaler Flözes, dem benachbarten Oberdorfer Flöz fehlen sie. Dieses ist älter, wie auch Tiefbohrungen zeigten. Der Hangendtuff ist auch noch auf der Kohle des benachbarten städtischen Tagbaus südlich Voitsberg sichtbar, wie auch jenseits der Graz-Köflacher Eisenbahn in alten Tagbauen. Vergeblich aber suchte ich ihn in der Hödl-Grube und im Tagbau bei Karischacht. Das kann eine Folge der Windrichtung sein, insbesondere, wenn man die Pollenuntersuchungen von KLADÉ 1954 heranzieht, der im oberen Teil des Karischacht-Flözes den Repräsentanten des Zangtal-Flözes erblickt. In nordöstlicher Richtung hingegen haben die Tuffe weite Verbreitung. Bohrlöcher erschlossen sie zwischen Zangtal und dem Lobmingtal. Sichtbar und lang verfolgbar sind sie auf der Höhe von Lobmingberg."

POHL 1976 erwähnt diese Tuffe ebenfalls vom Tagbau Josefschacht östlich von Voitsberg. Hier liegt über 6 m mächtig an der Ostseite unmittelbar über dem Flöz jenes papierdünne bis dezimeterstark geschichtete, weiße oder hellgraue, feinkörnige

Sediment, das bei PETRASCHECK 1955 als Andesittuff bzw. Bentonit bezeichnet wurde. Nach einer Analyse (siehe Materialbeschreibung, Voitsberg/Josefsschacht) ist das Gestein als tuffitischer Süßwassermergel zu bezeichnen.

Möglicherweise gehen div. "Tuff"-Meldungen aus der Grube Langtal auf dort auftretende weiße, kreidige Diatomeeneinschlaltungen zurück, die ebenfalls im Hangenden des Plözes auftreten.

Auf das Vorkommen von Tuffen im Bereich des Bergbaues Oberdorf (MAURIN 1959:A 41) wurde bereits hingewiesen. Trotz der hier nun bestehenden guten Aufschlüsse im Bereich der händischen Schotter hinab bis zum Kohleflöz konnten diese Tuffe nicht mehr aufgefunden werden. Auch den Angehörigen des Bergbaues sind sie unbekannt.

Es wäre vermessen, nach den gegenwärtigen Aufschlußbefunden die Existenz von Tuffen bzw. Bentoniten im Köflach/Voitsberger Revier zu leugnen, zumal sie aufgrund der faziellen Bedingungen, der regionalen und stratigraphischen Position des Köflach/Voitsberger Kohlenreviers, der Materialbeschreibungen aus der Literatur und Analysendaten von altem Sammlungsmaterial theoretisch zu erwarten wären. Sie dürften vielmehr zur Zeit aufschlußbedingt oder aufgrund des Einsatzes von Großgeräten im Bergbau unbekannt sein.

Der genaue Fundpunkt des alten Probenmaterials, das mit Langtal, Köflach und ? Voitsberg Altsteiergraben bezeichnet ist, läßt sich nicht mehr eruieren.

Materialbeschreibungen: Proben Langtal, Voitsberg/Josefsschacht, Köflach, ? Voitsberg Altsteiergraben.

3.2.7.3. Franziskanerkogel:

MAURIN 1959:A 41 berichtet auch über Tuffe, die an zwei Stellen in Lateriten am Franziskanerkogel W von Köflach gefunden wurden. Nähere Angaben darüber sind unbekannt. Möglicherweise handelt es sich hier, ebenso wie bei "Tuffen" aus Roterden des Reiner/Eisbacher-Beckens (vgl. ERNER & GRÄP 1979 a) um vollplastische, rote Karbonat-Residualtone.

OK 1:50,000 - 163 VOITSBERG

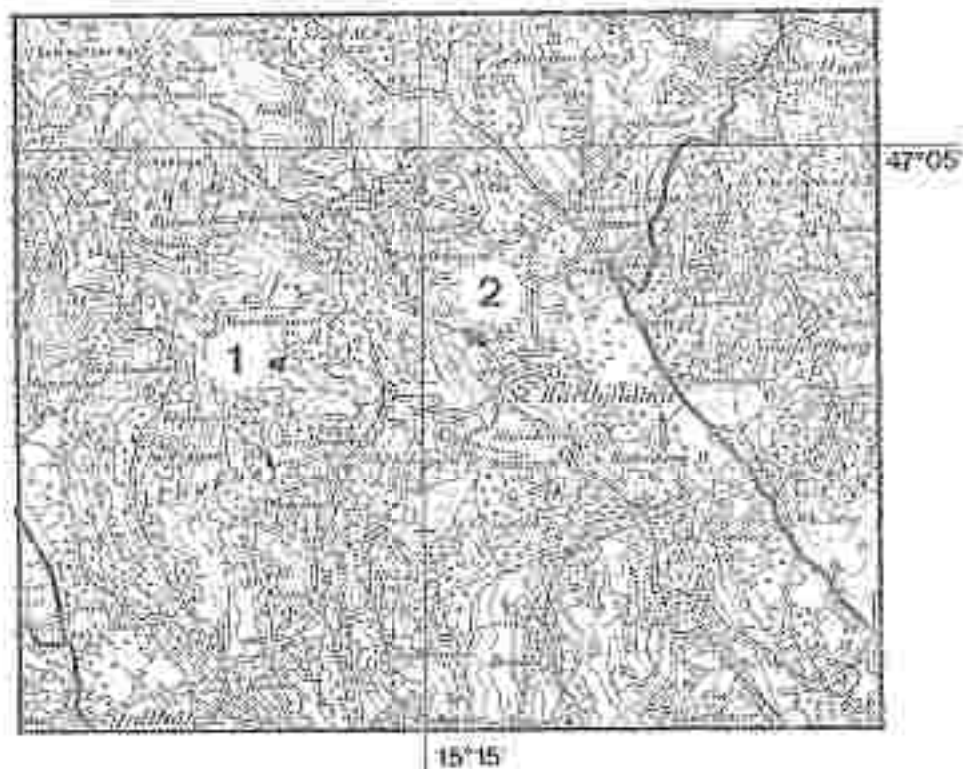


Abb. 14: Bentonit-Fundpunkte im Raum St. Bartholomä.
 1: Raaberg W St. Bartholomä (3.2.7.4.)
 2: St. Bartholomä/Friedhof (3.2.7.5.)

3.2.7.4. Raaberg (W St. Bartholomä):

Der Fundpunkt wurde mir dankenswerter Weise von F. FLADNER mitgeteilt. Er liegt in ca. 450 m SH in der nördlichen Böschung eines Güterweges, der entlang eines Gerinnes in WNW-Richtung zum Gehöft Mandlsauer (OK 1:50.000, Bl. 163, Voitsberg) führt.

Der ca. 80 cm mächtige, graue, idiomorphe Biotitblättchen führende Bentonit folgt über rotbraunen, schwach sandigen Lehmen und wird selbst von verlehntem Blockschutt überlagert.

Grabenaufwärts folgt tertiär aufgewittertes Schuttmaterial (Gossu-Sandstein und Material der Dolomit-Sandstein-Folge); dann schließen gelblichbraune tertiäre Tegel mit Kohlenstückchen an. Grabenabwärts treten wiederum tertiäre Rotschuttbildungen auf, die teilweise verlehmt sind und örtlich mit Süßwasserknollen durchsetzt sind. Der Bentonit ist auf einer Länge von ca. 30 m verfolgbar. Er keilt grabenaufwärts aus bzw. endet grabenabwärts, aufschlußbedingt nicht zu beurteilen, entweder an aufgearbeitetem Grundgebirge oder sinkt unter das Niveau des Güterweges ab. Auch nach N ist er aufschlußbedingt nicht weiter zu verfolgen. In dieser Richtung beträgt die Überlagerung zuerst 5-8 m, die dann geländebedingt weiter ansteigt.

Partiell dürfte es sich bei den Rotschuttbildungen, die den Bentonit führen, um einen unterbadensischen Schuttfächer handeln, der vom Grundgebirge in einen Süßwassersee (Süßwasserkalkknollen) eintauchte.

Probe: Raßberg/St.Bartholomä

3.2.7.5. St.Bartholomä:

N der Straße Lieboch-Tal - St.Bartholomä - Stallhof und des paläozoischen Grundgebirge befindet sich eine Tertiärbucht mit kohlenführenden Feiner-Schichten und Süßwasserkalken. Besonders entlang des Höhenrückens (SH ca. 490 m) NW St.Bartholomä und im Bereich von Lichtenegg treten häufig knollige Süßwasserkarbonate auf, die mit gelblichgrünem Ton vermischt sind. Diese weisen einen relativ hohen (bis 20%) Montmorillingehalt auf, sodass der Verdacht nahe liegt, daß es sich, vergleichbar mit dem Feiner Becken (ZEMER & GRÄF 1979 a,b), auch hier um eine vulkanogen stark beeinflusste Süßwasserkalkentwicklung handelt. Bei PETRASCHER 1955 wurde von St.Bartholomä ebenfalls Bentonit erwähnt.

Vermutlich stammte dieser jedoch aus der Raß und wurde im Zuge von Kohlenabbauarbeiten gefunden. Eventuell entspricht dieser dem Tuffniveau von Raßberg, das auf 460 m SB liegt.

Probe: St.Bartholomä/Friedhof

4. BENTONIT/TUFF-VORKOMMEN IM TERTIÄRBECKEN VON PASSAIL

Vulkanische Tuffe aus dem Passailer Tertiärbecken wurden von FLÜGEL & NEUWIRTH 1953 und FLÜGEL & MAURIN 1957 beschrieben.

Die Sedimentfüllung des nach refraktionsseltischen Untersuchungen von MAURITSCH et al. 1977 über 250 m tiefen Tertiärbeckens von Passail besteht nach PETRASCHECK 1924 und FLÜGEL 1975 aus verschiedenen Lehmen mit Einschaltung von Feinsandlagen. Besonders in den westlichen Teilen des Beckens finden sich in dieser Folge ein lignitisches Braunkohlen-Flöz mit einer Mächtigkeit bis über 3 m. SE von Passail treten bei Auen unter den kohlenführenden Lehmen bis zu 15 m mächtige Travertine mit Pflanzenresten auf. Als Hangendes der kohlenführenden Serie kommen örtlich die genannten vulkanischen Tuffe zu Tage. In den näheren Anteilen der kohlenführenden Serie schalten sich Schotterlagen ein, die zu den vorwiegend schottrig ausgebildeten Hangendschichten des Passailer Tertiärbeckens überleiten.

Das Alter der Tertiärsedimente des Passailer Beckens kann aufgrund der Tuffeinschaltungen nicht jünger als unteres Badenian sein.

Tuffe wurden bisher von folgenden angeführten Fundpunkten bekannt:

4.1. Passail/Rasbufer:

Dieser Aufschluß direkt am Rasbufer bei Passail (vgl. Karte FLÜGEL & MAURIN 1958) ist jedoch bereits seit Jahren

wegen einer Uferverbauung nicht mehr sichtbar. Der nach FLÜGEL & MAUREN 1957 weißgraue bis gelbliche Tuff war im steilen Anbruch am orographisch rechten Raabufer bei der zum Sägewerk Niederl (Passail Nr. 54) führenden Brücke angeschnitten. Er wies hier eine Mächtigkeit von ungefähr 2 m auf.

Materialbeschreibung: Proben Passail 1-4, P 5, P 7

OK 1:50.000 - 134 PASSAIL



Abb. 15: Das Tuff-Bentonit-Vorkommen von Passail.

1: Passail/Raabufer (4.1.)

2: Passail W. (4.2.)

4.2. Passail/W:

Der zweite in der Karte von FLÜGEL & MAURIN 1958 eingezeichnete Fundpunkt befindet sich knapp westlich der Ortstafel von Passail an der Straße Passail-Pladnitz.

1980 waren die Tuffe in der nördlichen Böschung des Straßeneinschnittes W der Ortstafel "Passail" durch Rutschungen auf ca. 60 m Länge ausgezeichnet aufgeschlossen (Abb. 15).

Unter schottrig durchsetztem, sandigem Material zeigt sich folgendes Profil (Abb. 16, Abb. 17):



Abb. 16: Der durch eine Rutschung W von Passail 1980 auf eine Länge von ca. 60 m freigelegte Tuff-Horizont.

Abb. 17t:

Das Tuff-Niveau W
von Passail

- 1: Rotlehm
- 2: gelblichgrauer
Bentonit
- 3: weißlich-grauer
Glastuff



- 150 cm weißlich-grauer "Tuff"
- 30 cm gelblichgrüner, seifiger "Bentonit"
- 5 cm rotbrauner Lehm
- 50 cm bläulichgraue Kohlentone mit Lignitschmitzen

Proben: Passail/W 3 "Tuff"

Passail/W 2 "Bentonit"

Passail/W 1 "Rotlehm"

Im Aufschlussbild zeigt sich ein geringes Einfallen der Tufflage nach E. Ordnet man den Tuff in der Straßenböschung und den Tuff am nun verbauteu Rambofer von Passail einem Niveau zu, so würde dies ein Einfallen der Schichten mit ca. 2° nach E voraussetzen.

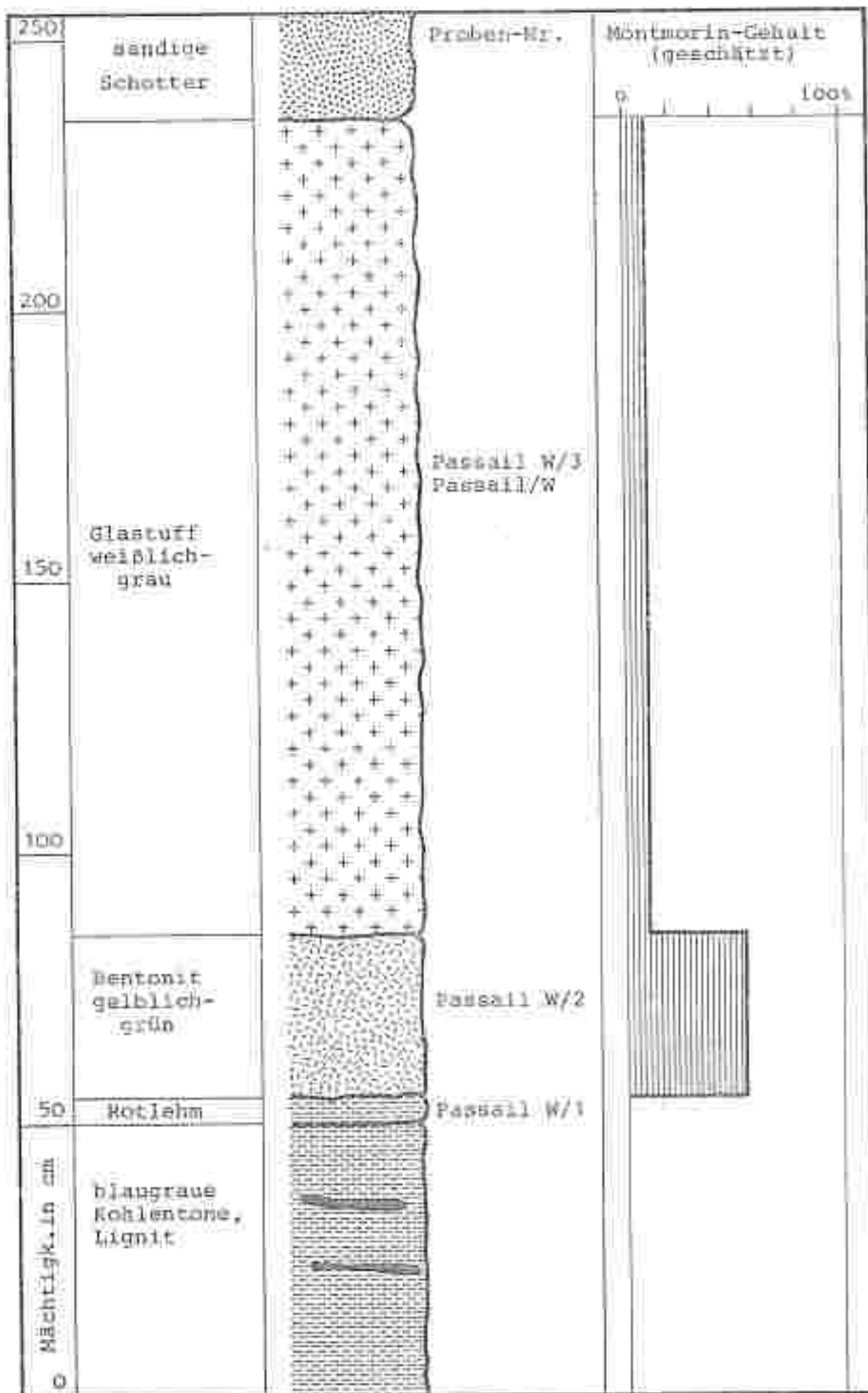


Abb. 18: Tuff/Bentonit-Vorkommen Passail/W

Die weitere Verbreitung der Tuffe im unmittelbaren Nahbereich des genannten Straßenaufschlusses konnte aufgrund einer Lesestück-Kartierung auf den Wiesen etwa folgend ermittelt werden:

Nach NE konnten etwa 50 m weit Tuff-Lesestücke bis in einen Obstgarten verfolgt werden. An diesen schließt im Bereich einer an der Straße bei der Ortstafel befindlichen Großgarage stark versumpftes und verrutschtes Gelände an. Im Rutschareal konnten hier neben Tonen auch Lignit-Lesestücke festgestellt werden.

Nach S wurden Tuff-Lesestücke ca. 150 m weit an der E-Seite der Kuppe festgestellt.

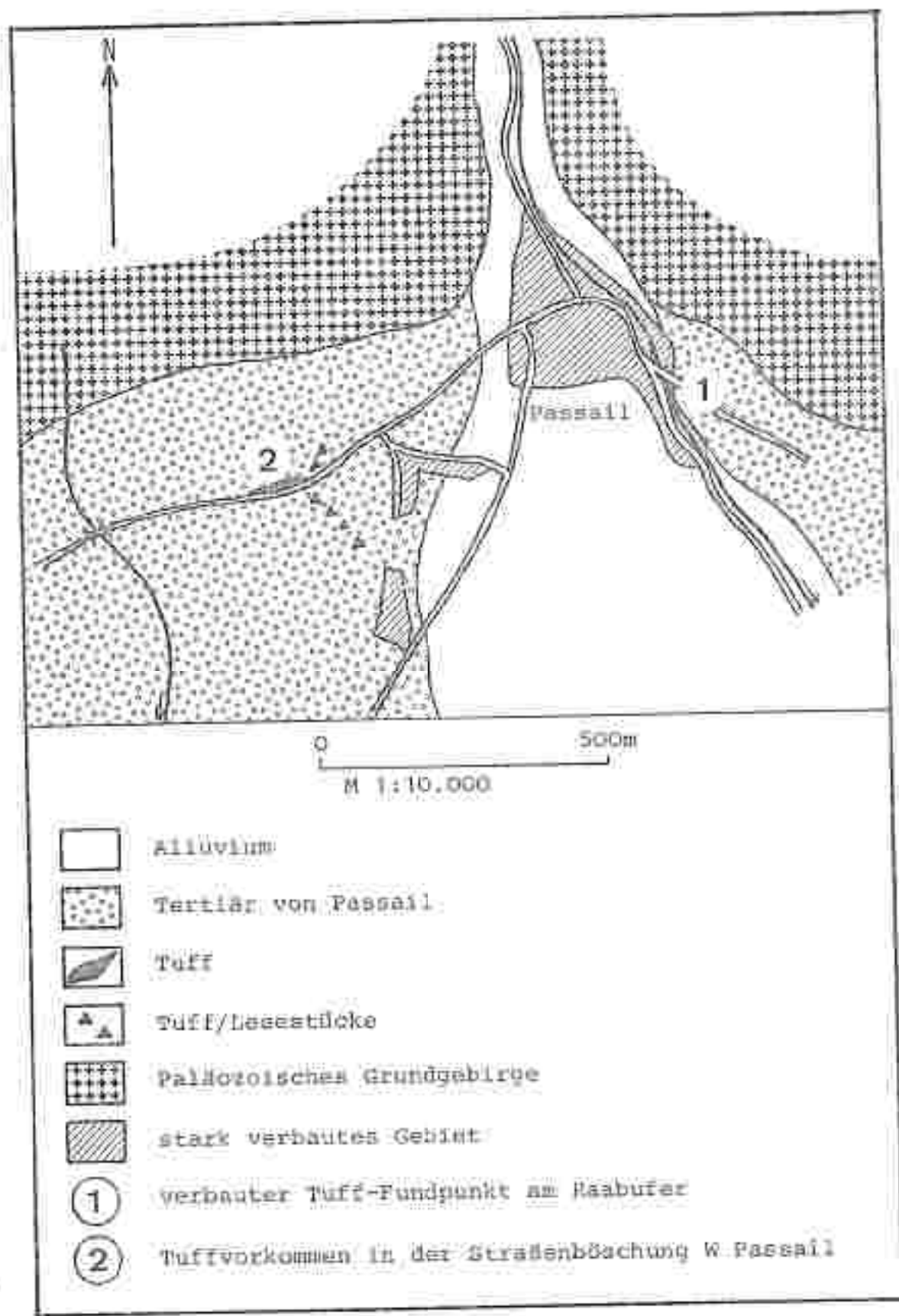


Abb. 19: Tuffvorkommen von Passail

Mögliche Verbreitung der Tuffe:

Aufgrund der geologischen und morphologischen Situation ist folgende Verbreitung der Tuffe möglich:

Nach W kann sich der Tuff maximal 250 m weit bis zum paläozoischen Grundgebirgsrand erstrecken. Nach E ist aufgrund der Schichtneigung eine Verbindung mit dem ca. 600 m weit entfernten Aufschluß am Raabufar bei Passail möglich. Nach W hebt der Tuffhorizont aufgrund seiner Raumlage nach dem Straßeneinschnitt in die Luft aus. Seine weitere Ausdehnung nach S (unter der Kuppe NW der Stachel Kpl. (SK 1:50.000, 134) ist unklar und nur 150 m weit an der E Seite der Kuppe durch Losstücke nachgewiesen. Um hier seine weitere Erstreckung exakt festzustellen, wäre der Einsatz geophysikalischer Methoden am sinnvollsten.

Der Kuppenbereich ist mit Ausnahme einiger Häuser am SE Abfall nahezu unverbaut.

Materialbeschreibung: Proben Passail/W

5. BENTONIT/TUFF-VORKOMMEN IN GESCHLOSSENEN KOHLENBERGBAUEN, STARK VERBAUTEN GEBIETEN UND BOHRUNGEN, DIE NICHT MEHR ÜBERPRÜFBAR SIND.

In der Literatur über steirische Braunkohlenvorkommen finden sich bisweilen spärliche Hinweise auf miozäne Bentonit- bzw. Tuffvorkommen. Da nun ein Großteil der steirischen Braunkohlenbergbaue geschlossen ist, können diese Vulkanitvorkommen nur der Vollständigkeit halber angeführt werden, ohne daß eine Vorratsabschätzung durchzuführen ist. Hinsichtlich einer Qualitätsbeschreibung kann bestenfalls auf alte Daten bzw. altes Sammlungsmaterial zurückgegriffen werden. Ähnlich ist es mit einer Reihe von Bentonit/Tuff-Vorkommen, die im Zuge von meist auf Kohlenprospektion ausgerichteten Bohrungen bekannt wurden.

Ein Fundpunkt (Deuchendorf) befindet sich im stark verbauten Siedlungsgebiet und kann daher nicht mehr überprüft werden.

5.1. Bentonit/Tuff-Vorkommen im Bereich der Norischen Linie zwischen Leoben und Parschlug

Der Verlauf der Norischen Linie ist entlang der Mur/Mürz-Furche durch teilweise tiefe, miozäne Braunkohlen führende Tertiärbecken markiert. Das größte dieser Becken, das Pöndorf-Knüttelfelder und das Seckauer Tertiärbecken wurden hinsichtlich ihrer Tuff-Vorkommen bereits behandelt (EBNER & GRAP 1979 a). Tuff führende Braunkohlenbecken entlang der Norischen Linie treten nach PETRASCHICK 1955 weiters auch zwischen Leoben und Parschlug auf.

5.1.1. Leoben/Seegraben:

Nach FLUGSEL 1975 beginnt die neogene Schichtfolge über tiefgründig zersetzten paläozoischen Gesteinen der Grauwackenzone meist mit einem bis zu 20 m mächtigen Flöz-Horizont, wobei im Muldentiefsten hoch konglomeratische Gesteine und tonige Schiefer mit einem bis 1 m mächtigen Liegendflöz auftreten können. Nach W und E nimmt das Grundflöz rasch an Mächtigkeit ab, wobei es durch vier in der Mächtigkeit zwischen 0,02 und 0,60 m schwankenden Tonblättern gegliedert wird.

Nach MARCHET 1933 beinhalten diese Lagen Andesit- und Basalt-Tuffe mit zonarem Plagioklas, Biotit, Quarz und Ergußgesteinsgrundmasse. Über dem Flöz folgen 2,5 m dünn-schichtige, selbstentzündende, Diatomeen führende "Brandachiefer", die zwei weitere Tuffhorizonte beinhalten. Darüber folgen 25 m feinkörnige, bituminöse Tonschiefer, die die reiche, von

ERTINGSHAUSEN 1888 und 1893 beschriebene Flora enthielten. Gegen das Hangende zu werden die Schichten grobkörniger, bis das 60 m mächtige, transgressiv auflagernde "Haupt-Konglomerat" folgt, das wiederum in ca. 40 m mächtige Sandsteine überleitet. Reiche Vertebratenreste, die ein Karpat-Alder anzeigen, wurden nach MÖTTL 1970 in der Nähe der Hauptkonglomerate gefunden.

Materialbeschreibung: Proben Seegraben

5.1.2. Trofaiacher Tertiärbecken:

PETRASCHECK 1955:237 berichtet, daß bei einer Bohrung im Laintal Andesittuff durchörtert wurde. Bei den verschiedenen Orten im Trofaiacher Becken sichtbaren Kohlenausbissen wurden bisher keine Tuffe bekannt.

5.1.3. Bruck/Kapfenberg, Parschlug:

Über die Braunkohlenvorkommen von Bruck - Kapfenberg schreibt PETRASCHECK 1955:237: "Daß Leoben und Bruck zusammenhängen ist bekannt, und so gibt es auch dort den Tuff. Ein paralleler Kohlenstreif geht von Kapfenberg ins Mürztal. Er zeigt eine Bentonit-Einschaltung neben der Kohle westlich von Kapfenberg. Parschlug produzierte eine Zeitlang Bentonit, der nur in den westlichen Teilen des Pizses sichtbar war. Auch bei Deuchendorf ist er erkennbar. Weiter oben im Mürztal weiß ich keine Fände zu nennen."

Über den Bentonit bei Deuchendorf berichtet auch NEUKIRCH 1954: Der Fundpunkt befand sich im hügeligen Wiesengebiet in Nähe der Obus-Endstation Deuchendorf und ist heute infolge von Verbauung nicht mehr festzustellen. Auch damals war er nur in einem Schurzgraben folgend aufgeschlossen:

50 cm	Humus
35 cm	splittriges Gestein
?	Bentonit (weiß, mit einigen limonitisch verfärbten Partien)
?	Schiefer Ton
?	sandiger Lehm

Die flächige Ausdehnung konnte auch damals nicht festgestellt werden.

Materialbeschreibung: Probe Deuchendorf

In den Braunkohlen führenden Schichten von Parsching wurden in einer aufgrund von Wirbeltierfunden ins Karpat gestellten Schichtfolge (MOTTL 1970) von Konglomeraten, Sandsteinen, Glanzkohlen, Tonen und Sandsteinen im Bereich des Glanzkohlenflözes ebenfalls Bentonite erwähnt (WIEDEN & HAMILTON 1949, PETRASCHECK 1955, FABICH 1955, MOTTL 1970).

1949 war nach WIEDEN & HAMILTON das Flöz auf 0,5 km erschlossen, Angaben über eine Bauwürdigkeit des Bentonites ließen sich jedoch nicht machen. Nach PETRASCHECK 1955 war der Tuff in den westlichen Teilen des Flözes zu beobachten.

Materialbeschreibung: Proben Parsching

5.2. Tuffvorkommen in aufgelassenen Kohlenbergbauen der NE-Steiermark

5.2.1. Ratten, St.Kathrein:

PETRASCHECK 1940, 1955 berichtet, daß in den Kohlenflözen von Ratten in der Waldheimat, ebenso wie in Hart bei Glogowitz und Tauchen bei Pinksfeld, zum Teil mächtige Einlagerungen von feinen, zum Teil mehlfinen, Sanden auftreten, die mitunter zu Sandstein verfestigt sind. Diese Sande bestehen fast ausschließlich aus vulkanischem Glas.

Im Bergbau St.Kathrein (Abb.17) war nach HAUSER & NEUWIRTH 1959 der Tuff max. 10 m mächtig zwischen dem Grund- und Mittel-

Flöz und bis zu 20 m zwischen dem Mittel- und Hangendflöz aufgeschlossen. Die hier weit über die übliche Mächtigkeit hinausgehende Stärke der Tuffbänke ist nach HAUSER & NEUWIRTH 1959 auf Zusammenschwemmungen zurückzuführen.

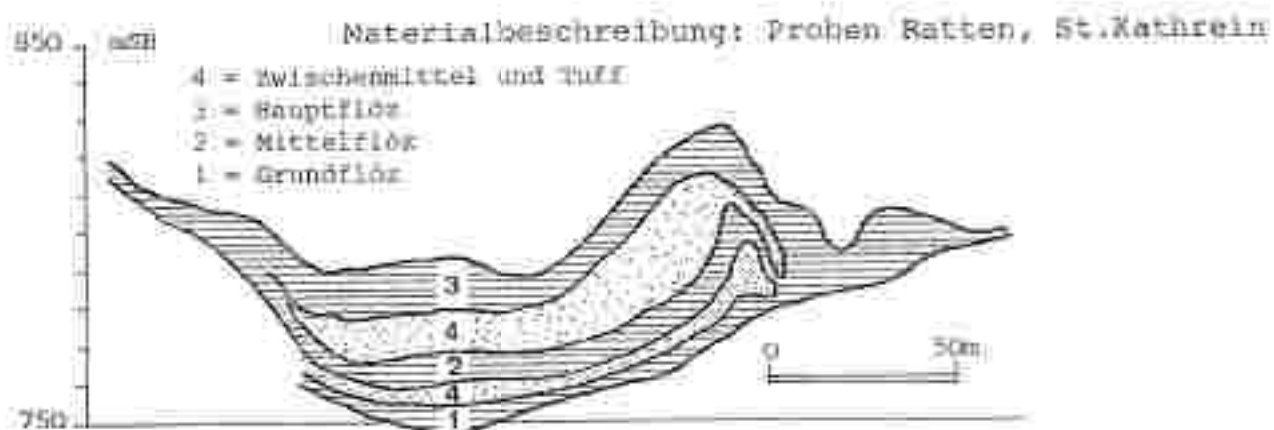


Abb. 17: Profil durch den Bergbau St.Kathrein bei Ratten (aus HAUSER & NEUWIRTH 1959).

5.3. Bentonit/Tuff-Vorkommen in Bohrungen ohne zugängliches Probenmaterial

Aus einigen Bohrungen des Weststeirischen Tertiarbeckens wurden Tuffe/Bentonite bekannt, von denen jedoch kein Untersuchungsmaterial mehr zur Verfügung steht.

5.3.1. Bohrung Mooskirchen:

Nach WAAGEN 1927 erschloß diese Bohrung bis zu einer Tiefe von 273,5 m eine Wechselfolge von Lehm, Süßwasserkalken, Sandsteinen und einzelnen Konglomeratlagen. Über den Basiskonglomeratlagen folgten dabei feinklastische Sedimente mit Einschaltung geringmächtiger Kohlenflöze und mehrere Bentonitbänder. Die Bentonite dürften nach KOLLMANN 1965 ins Karpat gehören.

5.3.2. Bohrung GKB 2 Söding:

Auch die in dieser Bohrung durchhörte Schichtfolge wird nach KOLLMANN 1964 dem Karpat zugeordnet und mit den Mittleren und Oberen Eibiswalder Schichten parallelisiert. Die bis 724,30 m durchhörte Schichtfolge zeigt einen Wechsel von Sanden, Tonen und geringmächtigen Schottereinschaltungen sowie mehrere Tufflagen.

5.3.3. Bohrung Pirka:

PAPP 1953 gibt eine erste Beschreibung des Schicht- und Fossilbestandes dieser Bohrung. Wichtig für die Korrelation dieses Profils, das nach FLÜGEL 1975 im limnisch-marinen Verzahnungsbereich des unteren Badenians liegt, mit den voll-marinen Abfolgen des Pöiser Raumes (KOPETSKY 1957), sind vor allem zwei Tuffhorizonte, die dem unteren Badenian zugeordnet werden. Materialbeschreibungen des Tuffmaterials liegen nicht vor. Lithologie, Mächtigkeiten und Korrelation dieses Profils zeigt Abb.21 die FLÜGEL 1975 b entnommen wurde.

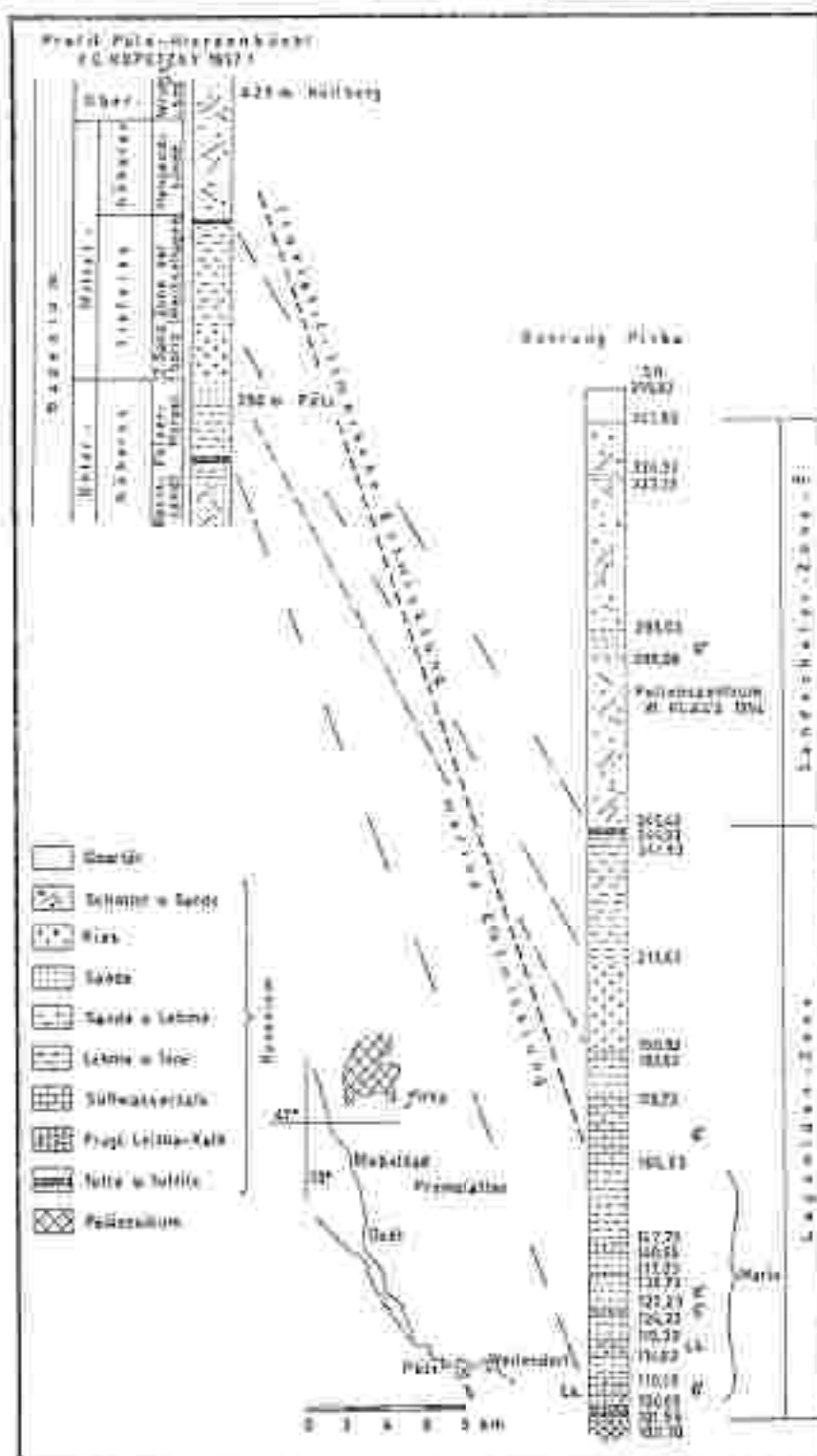


Abb. 21: Die Bohrung Prika im Vergleich mit dem Profil Pöls - Hierzenbüchl. (aus FLÜGEL 1975 b).

5.4. Bentonit/Tuff-Vorkommen, die nicht mehr überprüfbar sind und in der Literatur nur stichwortartig angeführt sind.

Bei PETRASCHECK 1955 werden Bentonitvorkommen auch bei St.Oswald erwähnt. Weitere Hinweise auf dieses Vorkommen konnten in der Literatur nicht gefunden werden. Es ist jedoch auffällig, daß an dieser Lokalität kohlenführende Reiner Schichten des unteren Badenians auftreten, in denen zeitweise Kohlen abgebaut wurden. Möglicherweise wurde der Bentonit im Zuge dieser Abbautätigkeit entdeckt. FLÜGEL 1975 S:111 erwähnt Tuffe auch aus Thal, die ebenfalls aus den dort auftretenden Kohlen führenden Reiner Schichten stammen dürften.

Als Tuff wurde auch immer wieder (z.B. PETRASCHECK 1955:234) die in den untersarmatischen Waldhofschichten auftretende Grünsande aus der Mantscha (Waldhof) bezeichnet. Dies ist aus regional-geologischen Gesichtspunkten jedoch unwahrscheinlich. Nach BLÜMEL 1951 besteht diese Farberde aus einem Karbonat-Quarz-Feldspat-(Oligoklas-, Albit-, Mikroklin-)Gemenge mit Epidot, Klinozoisit, Hornblende, Oravit, Granat, Rutil und Zirkon als Schwerminerale. Auffallend ist der hohe Glaukonit-Gehalt, der für die Färbung des Gesteins verantwortlich ist. In den feinen Fraktionen tritt Montmorillonit auf.

6. DAS BENTONIT- UND TUFF-VORKOMMEN STÖGERSBACH

Das Bentonit- und Glastuff-Vorkommen von Stögersbach wurde bereits bei EBNER & GRÄF 1977 behandelt. Allerdings wurde es damals nur hinsichtlich seiner Bentonite durchleuchtet, da erst spätere Untersuchungen die Eignung der Glastuffe für Puzzolane erbrachten.

Bentonite wurden in diesem Vorkommen zwischen 1937 und 1954 von der Donau Chemie A.G. in einer Größenordnung von ca. 50.000 t

abgebaut. Die Mächtigkeit der als "Rosaton" bezeichneten Bentonite lag dabei zwischen wenigen und 100 cm. Eingelagert waren diese Bentonite in Glastuffen, die nach Angaben von HAUSER & NEUWIETH 1959 und MOHR 1949 ca. 2 m besaßen. Im Bergbau wurden diese Glastuffe als taubes Material betrachtet und als "ver-kieselte" bezeichnet.

Außer den Befahrungsprotokollen und einem Plan auf der Berghauptmannschaft Graz existieren über dieses Vorkommen keine Bergbau-Aufzeichnungen. Besonders bedauerenswert ist auch das Fehlen von Daten über die im Plan vermerkten Bohrungen.

Abb. 20 zeigt den Verlauf der ehemaligen Stollen, der aus dem Plan rekonstruiert und mit der Morphologie der OK 1:50.000 (136, Hartberg) zur Deckung gebracht wurde.

Aus den Befahrungsprotokollen der Berghauptmannschaft Graz, die am 1.9.1943 begannen und am 26.9.1955 endeten, wurden nachstehend skizzierte Daten entnommen:

1.9.1955

Der Bergbau erfolgt in drei Stollen (I-III). Das Lager mit einer Überdeckung von 1-23 m liegt unter einem nach SE verlaufenden Höhenrücken. Stollen I ist der höchst liegende, II liegt 5 m und III 10 m darunter.

Von E aus verläuft I zuerst in SW-, dann in WSW-Richtung und tritt im W wieder zu Tage. Der Tonabbau erfolgte im W und NE auf einer größeren Fläche.

II ist nur wenig ausgebaut, III bis 240 m vorgetrieben.

Das taube Material wird sofort versetzt.

Geschätzter Tonvorrat: 200.000 t.

11./12.8.1950

Abbau z.Zt. nur in II, der bis auf 350 m vorgetrieben ist.

I ist ausgebaut; nach W tritt stark "verkieseltes" Material auf, das zum Mundloch in brauchbaren "Ton" übergeht.

Pfeilerabbau

Darzeitige Produktion (Lieferung an USIA-Betrieb in Großbierbaum für Rohölsreinigung) 250 t/Monat.

Belegschaft: 10 Mann, wird auf 15 Mann erhöht.

28.12.1950

In II Vortrieb bis an die Grenze des Vorkommens im SW.

Pfeilerabbau mit teilweise händischem Versatz. III noch im Vortrieb nach SW.

Tonvorrat: 4.000 t.

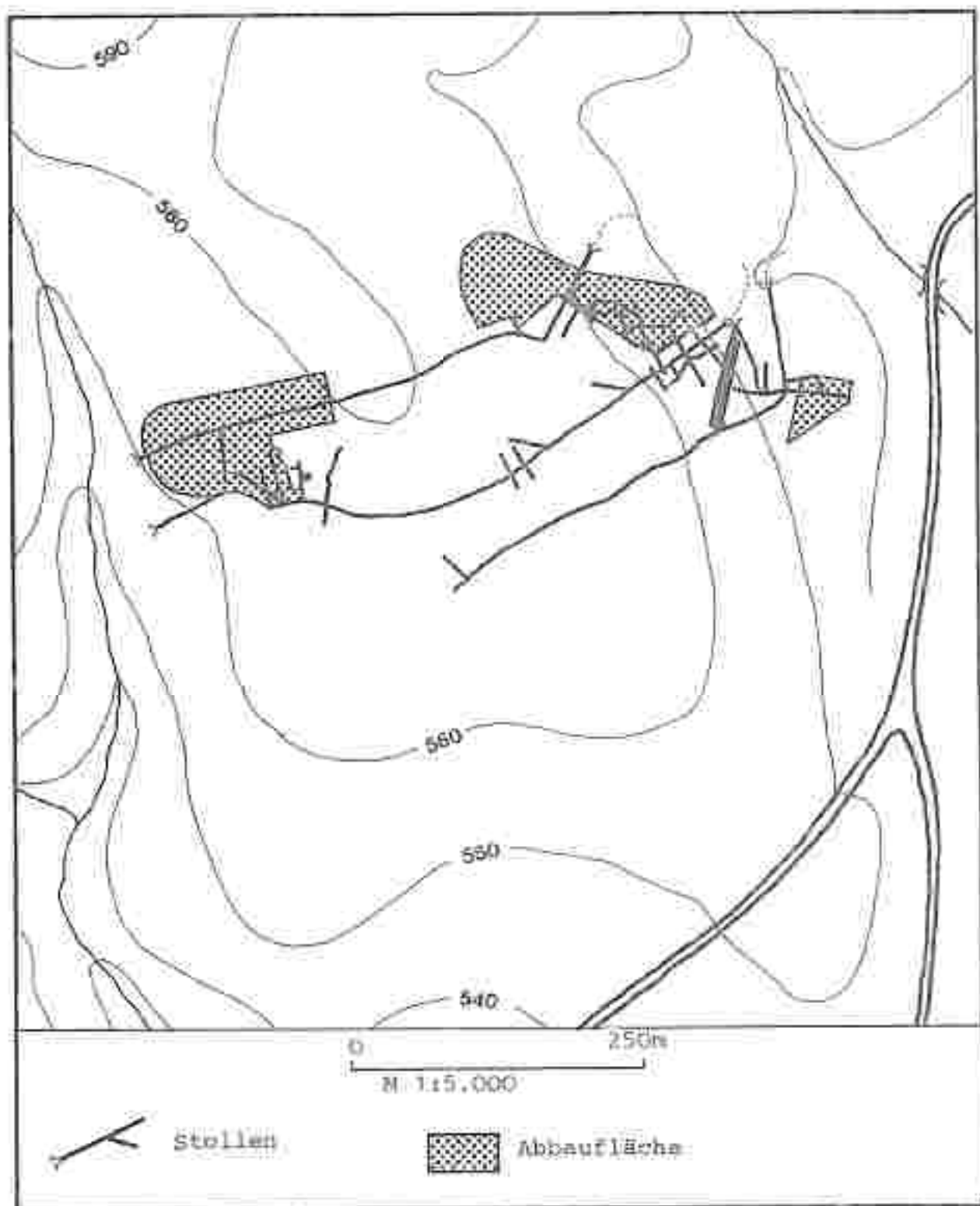


Abb. 20: Übersicht über den ehemaligen Bentonit- und Tuffabbau Stögersbach

29.12.1951

I wird aufgelassen; in II wird die Reserve auf 2000 t geschätzt. Die Mächtigkeit des bauwürdigen Tones beträgt zwischen 80 und 100 cm. III ist gänzlich stillgelegt; bei günstiger Auftragslage ist jedoch ein Vortrieb bis zur Bauwürdigkeit nach B geplant.

Belegschaft: 11 Mann

28.8.1952

In II wird Parallelstrecke ausgebaut. Mächtigkeit des Layers 1,2 m, davon 40 cm Rosaton.

Belegschaft: 4 Mann

22.1.1953

Belegschaft: 2 Mann

20.8.1953

Belegschaft: 2 Mann

16.11.1954

Da nur unwesentliche Aufträge, wird die Grube aufgelassen. Nur mehr Versatzarbeiten.

26.9.1955

II teilweise versetzt und zu Bruch geschossen.

Weitere Detailberichte über dieses Vorkommen wurden nächstehend direkt von MOHR 1949, WIEDEN & HAMILTON 1949 und HAUSER & NEUWIRTH 1959 übernommen:

MOHR 1949:

Der Bentonitbergbau Stögersbach bei Dechantskirchen steht derzeit in Förderung. Das dortige Bentonitflöz ist westlich der Ortschaft durch mehrere bis 400 m lange Stollen erschlossen. Der derzeitige Abbau geht hauptsächlich auf dem Grunde der Besitzer Glätz und Poltis vor sich.

Gegenwärtig wird auch in einem kleinen Tagebau gearbeitet, um einige stehengebliebene Pfeiler des Flözes mit geringer Überlagerung rückzugewinnen.

Der Tagbau legt folgendes Profil bloß:



- 1: quartär. Lehm (örtlich mit leicht rostigen Quarzgeschieben, auch Quarzit- und Gneisgeschieben) Mächtigkeit... 1,50 m
- 2: bröckeliger, verunreinigter Bentonit... 0,50 m
- 3: Bentonitlager, grauweiß, manchmal etwas sandig... 1,60 m
- 4: grau-grüner, bentonitischer Liegendletten... 2 m

Abb. 23: Profil im Tagbau Stögersbach (nach MOHR 1949).

Der Bentonit ist vollgesogen mit Wasser und von (Schrumpfung- /??) Klüften mit Limonitkrusten durchsetzt.

Auffällig ist das gute Stehvermögen des Bentonits, das diesen Bergbau von den richtigen "Tonstollen" grundsätzlich unterscheidet; nirgends waren Anzeichen eines Quallungsdruckes zu beobachten.

Die Flözprofile in den Stollen sind nicht wesentlich verschieden. Das Lager zeigt häufig Mächtigkeiten von 1,80 bis 2,00 m, geht aber auch darüber hinaus. Andererseits wird häufig - besonders entfernter von der Erdoberfläche - das Tonflöz durch eine ähnlich aussehende Masse, den "Stein", vertreten. Dieser Flözteil entwickelt eine große Zähigkeit, sieht wie verkieselt aus und ist derzeit unverwendbar. Auch wird der Bentonit manchmal sandig oder er enthält direkt Einschaltungen von grauem Grobsand. Dadurch wird die nutzbare Bentonitmächtigkeit oft auf weniger als 1 m herabgedrückt.

Die reinsten Bentonitmassen liegen nahe der Sohle, haben einen lichtrötlichen Farbton, brechen grob muschelrig und sind im nassen Zustande leicht durchscheinend.

Im Feldort des X-Stollens sah man folgendes Profil (Abb. 24):

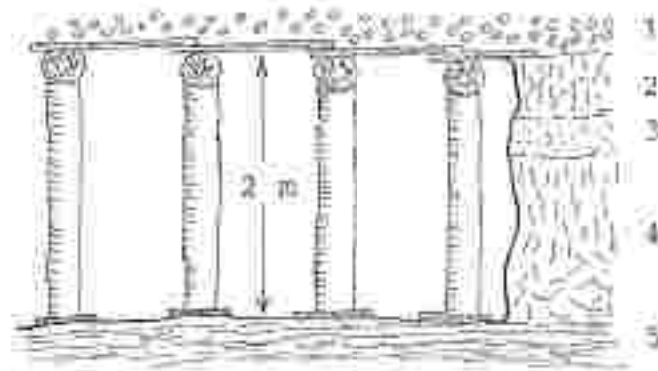


Abb. 24: Profil im Feldort des X-Stollens (nach MOHR 1949).

- 1: Hangend-Sand
- 2: Bentonitflöz, grauweiß
- 3: Einlagerung von grauem Grobsand
- 4: rötlich-weißer Bentonit
- 5: brauner, stark toniger Sandstein

WIEDEN & HAMILTON 1949:

Die Abbaue von Stögersbach und Dechantkirchen wurden gegen Ende des Krieges durch einen Stollen verbunden, so daß bei Dechantkirchen abgebautes Material durch den Berg nach Stögersbach abgefördert wurde. Aus diesem Grunde wird Stögersbach und Dechantkirchen als ein Revier zusammengefaßt. Bei dem in Stögersbach im Stollen- und Tagbau abgebauten Vorkommen handelt es sich um einen reinweißen Kalzium-Natrium-Bentonit. Der schon seit Jahren in Betrieb stehende Abbau geht unter dem Höhenrücken zwischen Weniberg und Hammerstock um und erstreckt sich dort über ein größeres Gebiet. Die Gewinnung des fast horizontal liegenden Bentonits erfolgt durch Pfeilerbau mit Versatz. Die Mächtigkeit beträgt im Mittel 30 bis 60 cm. Nur im Mittelkern, der durch den etwa 0,5 km langen Hauptstollen angefahren wird, erreicht sie bis gegen 3 m. Bis zum Jahre 1945 wurde der Abbau intensiv durchgeführt und monatlich bis maximal 700 t gefördert. Das Material wurde während des Krieges im Werk Moosbierbaum der Donau-Chemie AG hauptsächlich für die Raffination des Zisterndorfer Erdöls aufgearbeitet. Die Qualität des dabei erzielten aktivierten Materials übertrifft gewisse Sorten bayrischer Bleicherden. Im Durchschnitt liegt sie um 120%, bezogen auf die Handelsmarke Tonsil.

Derzeit wird in kleinem Umfang im Tagbau abgebaut und die in der Zwischenzeit verstürzten Einbaue neu gewältigt. Das Stögerabacher Vorkommen soll nach vorsichtigen Schätzungen beim

gegenwärtigen Aufschließungsgrad und bei einer Maximalförderung von etwa 700 t monatlich noch auf zehn Jahre reichen.

KUTTNER & HEMPL 1954:

Betrieb Stögersbach ist wegen Absatzschwierigkeiten seit einigen Monaten bereits im Stillbau. Stollen 1 nicht mehr zugänglich, Stollen 2 - früher 400 m lang - noch auf 300 m befahrbar, Stollen 3 (tiefster Horizont) zum größten Teil bereits versetzt.

Durchschnittliche Mächtigkeit des Flözes 1,5 m. Nach KUTTNER könnten im Gebiet der vorliegenden Abbauberechtigungen (Laufzeit bis 1957, Förderzins 75 g/t) noch 40-50.000 t Bentonit gewonnen werden, gesenkmäßiger Abbau von Stollen 2 gegen den Stollen 3. An verkieseltem Bentonit = wenig vertonten Tuffit, für welchen bisher noch keine Verwendungsmöglichkeit gefunden worden ist, stehen mehr als die doppelte Menge zur Verfügung.

Derzeit 4 Mann mit dem Ausbau der Geleise und Versatz beschäftigt, daneben nur geringe B.Gewinnung. Die Entscheidung, ob der Betrieb durch den angeblich in letzter Zeit sehr erhöhten Bedarf von Bleicherden in Deutschland weitergeführt werden könnte, müsste in allernächster Zeit fallen, da sonst der Stollen 2 inzwischen abgeworfen wird.

KUTTNER glaubt mit einem Preis von S 160/t die Gasterhaltungskosten decken zu können. Abfuhrkosten bis Bahnhof Dechantskirchen, ca. 1 1/2 km, betragen S 9,50/t ausschließlich Verladung.

Das Bentonitflöz fällt flach nach Osten ein. Hier noch keine Abbauberechtigungen. Im südlichen Teil der Grube soll das B.Flöz angeblich in einen hellblauen Ton übergehen. Gewinnung dieses Tones wäre teilw. im Tagbau möglich. Früher Stollen vom südlich gelegenen Parallelgraben. Bisher noch nicht näher beschürfte Flözausbisse in den Gräben zwischen Stögersbach und Friedberg, ferner im Stadwald bei Friedberg.

HAUSER & NEUWIRTH 1959:

Zum Bergbau kommt man, wenn man am Westende der Ortschaft dem nach Nordwesten führenden Fahrweg folgt, der zunächst ein kurzes Stück dem Bach entlang führt und bald danach auf die Halde stößt. Der Abbau von Bentonit wurde 1937 durch die Donau Chemie AG in Angriff genommen. Insgesamt wurde in drei mehr oder minder parallel laufenden Stollen von rund 1200 m Gesamtlänge eine Menge

von etwa 50.000 t entnommen. Das Material wurde in Moosbierbaum verarbeitet. Nach wiederholt unterbrochener Gewinnung ist der Abbau nun endgültig aufgegeben worden. Nach W. NEUBAUER, 1949, soll der Tuff bis 3 m mächtig werden, "jedoch ein verunreinigtes Material, eingeschwammte Quarzkörner, Glimmer und Amphibolitbrocken zeigen, so daß der reine abbauwürdige Bentonit oft nur einen Bruchteil der Gesamtmächtigkeit ausmacht". H. MOHR, 1951, gab an, daß der Bentonit 1,5 bis 2 m mächtig sei.

Im gegenwärtig (1955) noch begehbaren Stollen befindet sich im Hängenden ein Sand, dem nach unten eine durchschnittlich 20 cm starke Bentonitlage folgt. Sie zeigt stellenweise eine Verzahnung mit dem Sand. Dann kommt eine lichte Tuffbank mit dichter Einstreueung fluvialer Gerölle. Nach unten schließt sich eine Bank eines reinen weißen Tuffes an. Die Schichten fallen mit 5 Grad vom Grundgebirge gegen das Becken zu ein. Im Liegenden des Tuffes finden sich grünliche, sandige Lehme. Derartige grünliche Sande bis Lehme wurden im nordoststeirischen Raum auch an anderen Orten an der Basis der Tuffe festgestellt. Die Donau-Chemie A.G. hat bei der Suche nach Bentonit die grünliche, sandige oder lehmige Lage sogar als maßgeblichen Leithorizont angesehen und die Bohrungen jeweils bei Erreichen einer solchen Schichte eingestellt, da nach ihrer Erfahrung in tieferer Position kein Tuff bzw. Bentonit mehr zu erwarten sein soll. Bei dem verbreitet zu beobachtenden facielien Wechsel in der Blockschotterserie sind wir der Auffassung, daß man den Horizont doch nicht als so verlässlich ansehen kann. Nach unseren Beobachtungen ist die Verbreitung der grünen Gesteine im Liegenden des Tuffes in erster Linie nur im ungeren Raum von Friedberg in einer gewissen Regelmäßigkeit festzustellen.

Vom Tuff bzw. Bentonit liegen vorwiegend drei bereits im Handstück auseinander haltbare Formen vor, die im wesentlichen den drei angeführten Bänken entsprechen:

a) Rosa gefärbter Bentonit mit dichter Struktur. Vom Betrieb wurde diese Sorte als bestes Abbaumaterial behandelt. Ihr Anteil am Gesamtvoorkommen ist jedoch gering und beträgt nur etwa 15%. Vom Bergbau wird angegeben, daß nach den beim Abbau gemachten Erfahrungen diese Sorte in erster Linie immer nur in den randlichen Partien (in den Hängend- und Liegendabschnitten) des Tuffes angetroffen wurde. Die mineralogische Untersuchung ergab einen reichen Gehalt an Montmorillonit.

b) Feinkörniger, weißer bis grauweißer Tuff. Dieser Tuff wurde bereits von E. NEUWIRTH, 1953, beschrieben. Er konnte hierbei zeigen, daß hier alle Stadien der Umwandlung vom unversehrten vulkanischen Glas bis zum Montmorillonit beobachtet werden können. An anderen Mineralien sind noch Quarz (bis 1 mm), Biotit, Hornblende und Plagioklas (Andesin) vorhanden.

c) Mittelskörniger bis grobkörniger, weißer bis grauweißer Tuff. Im Mineralbestand dieser Sorte steht der Glasanteil an der Spitze. Vom Betrieb wurde dieses Material als "verklieselt" bezeichnet und auf die Halde geschüttet. Für diese nicht sehr glückliche Bezeichnung war wohl die einem Festgestein ähnliche Beschaffenheit im Verein mit dem hohen SiO_2 -Gehalt maßgeblich. Von diesem Tuff bestehen bei Zunahme des Anteiles an einsprenglingsartigen Korn von Quarz- und Kristallingeröllern (Gneis, Glimmerschiefer) Übergänge bis zum Sand bzw. Kies. Nicht selten stecken in diesen Partien noch kleinere Putzen von rosafarbigem Bentonit.

Von dieser Sorte liegen ebenso wie von der unter a) genannten Analysen vor (Analytiker K. FABICH, Verh. geol. B. A. Wien 1955:93):

	weiß, lichtrosa 3	weiß, verklieselt 3
Feuchtigkeit.....	11,79	10,85
Glühverlust.....	9,73	8,19
SiO_2	61,31	65,50
TiO_2	0,19	0,19
Al_2O_3	18,40	16,45
Fe_2O_3	2,14	1,81
CaO.....	2,10	1,81
MgO.....	5,65	3,69
K_2O	0,44	2,05
Na_2O	0,27	0,99

Die mannigfache Verzahnung von Bentonit mit Tuff von verschiedenstem Reinheitsgrad sowie mit Sand und Lehm hat in Verbindung mit der geringen Mächtigkeit des Bentonits den Abbau kostspielig gestaltet, so daß der Bentonit schließlich als unbauwürdig angesehen worden ist. Nicht zuletzt haben für diese Entscheidung auch die Kosten des Untertagebaues eine Rolle gespielt.

Anlässlich der Suche nach Bentonit im Raimo von Stögersbach hat die Donau Chemie A.G. die erste Bohrung beim Hofen nördlich von Stögersbach niedergebracht und dabei Tuffe angetroffen. Dieser Fundpunkt stellt die streichende Fortsetzung nach Westen zum Bergbau und nach Osten zum Vorkommen in Mayerhofen vor.

Zusammenfassend geht aus diesen Berichten hervor, daß die Glastuffe als "verkieseltes" und somit unbrauchbares Material bezeichnet wurden. Sie wurden teilweise wieder zum Versatz der Stollen verwendet. Stark schwankend sind die Vorratsangaben über die Bentonit-Reserven. Wichtig ist jedoch, daß nach Angabe von KUTTNER & HEMPEL im Juli 1954 kurz vor Schließung der Grube die Bentonit-Reserven mit 40.000 - 30.000 t und die der Glastuffe mit größer als 100.000 t angegeben wurden. Es muß daher auch heute noch mit Reserven dieser Größenordnung im ehemaligen Bergbaugebiet zu rechnen sein.

In welcher Mächtigkeit und Qualität sich das Vorkommen über das ehemalige Bergbaugebiet hinaus fortsetzt, kann aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse und nicht zuletzt auch wegen des Fehlens der Aufzeichnungen über die Bohrungen nicht mehr rekonstruiert werden. Eine exakte Vorratsangabe des Gesamtvorkommens wie auch weitere Qualitäts Hinweise können daher erst nach Durchführung eines umfangreichen Schurf- und Bohrprogrammes, verbunden mit einer geophysikalischen Kartierung, vorgelegt werden.

Da die Überlagerung des mit ca. 6° nach SE einfallenden Lagers nach Berichtsangaben nur 1-23 m beträgt und die Bentonite als Lage in den Glastuffen auftreten, ist bei einem allfälligen Abbau einerseits ein Tagbau und andererseits auch gesonderte Förderung von Bentonit und Glastuff möglich.

Ein Großteil des ehemaligen Bergbaugebietes ist nur landwirtschaftlich genutzt.

Materialbeschreibung: Proben Stögersbach

7. DAS BENTONITVORKOMMEN GOSENDORF

Auf die speziellen Verhältnisse der Bentonitlagerstätte Gossendorf wird im vorliegenden Bericht nicht eingegangen. Es sei nur darauf verwiesen, daß Ausdehnung, Qualität und Genese dieser Lagerstätte, bedingt durch den ehemaligen Abbau durch die Fa. Brandtner, hinlänglich bekannt sind.

Eine zusammenfassende Darstellung darüber erfolgte durch KOPETZKY 1961. Zusätzliche landwirtschaftlich-chemische Angaben über das Gossendorfer Material finden sich bei JAMIK 1971.

Genetisch unterscheidet sich der Gossendorfer Bentonit von den übrigen steirischen Bentoniten dadurch, daß er ein Umsetzungsprodukt des in den Gleichenberger-Kogeln anstehenden Trachyandesites infolge schwefelsaurer postvulkanischer Exhalationen darstellt und nicht vertonte Glastuffe.

Auf weitere kleinere Vorkommen solcher toniger Versetzungsprodukte (Kaolinit, Illit, Montmorillonit) am Gleichenberger Kogel weist KOPETZKY 1971 im Zusammenhang mit einer Studie über die Ursachen der Hangbewegungen in der Gleichenberger Klause hin.

8. MINERALOGISCHE BZW. MATERIALTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN DER AUFGESAMMELTEN PROBEN.

Um die Projektskosten niedrig zu halten, wurden mineralogische bzw. materialtechnische Untersuchungen an Bentoniten/Tuffen der einzelnen Fundpunkte ungleichwertig durchgeführt. Mineralbestand und Spurenelemente wurden von Doz.Dr.H.KOLMER (Technische Universität Graz) an Proben untersucht, die teils im Zuge der Bentonitprojekte I-III aufgesammelt wurden und teils von nicht mehr zugänglichen Fundpunkten aus alten Sammlungsbeständen stammen. Die materialtechnischen Untersuchungen (Dr.G.BERTOLDI, Fa.Technomineral) wurden nur an Proben durchgeführt, die von Fundpunkten mit größerer Ausdehnung stammen. Weiters wurde getrachtet, durch Übernahme von Materialdaten aus der Literatur das mineralogische bzw. materialtechnische Bild der in der Steiermark auftretenden Bentonite bzw. Tuffe abzurunden.

8.1. Mineralogische Zusammensetzung, Spurenelemente, Vollanalysen

Die Bestimmung und prozentuelle Abschätzung der in Tab.1* angegebenen Mineralphasen erfolgte durch H.KOLMER röntgendiffraktometrisch:

1. Die Mineralangaben erfolgen in Gew.-%:

(+)	vorhanden; unter 2%
{ }	nicht vorhanden
Mm	Montmorillonit
Kaol.	Kaolinit
Crist.	Cristobalit
Glas	sowohl Glas als auch röntgenamorpher Rest
Gl	Glimmer
Q	Quarz
San	Sanidin
Pig	Plagioklas
Chl	Chlorit
K	Karbonat

*Tab.1 auf S.115-118.

3. Die Spurenelementbestimmung wurde ebenfalls von H. KOLMER durchgeführt. Die Angaben erfolgen in ppm mit Ausnahme von Fe_2O_3 = Gesamteisen Gew.-%.

In der Folge werden mineralogische und materialtechnische Angaben von den im Text erwähnten Bentonit/Tuff-Vorkommen angeführt. Die Reihenfolge der einzelnen Fundpunkte entspricht dem beschreibenden Textteil. Die nach dem Fundpunkt in Klammer angeführten Zahlen verweisen auf den entsprechenden Textabschnitt mit der geologischen Beschreibung des jeweiligen Vorkommens.

Eibiswald (3.2.1.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

HÖLLER 1959 (grobkörnige Lagen):

*Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die hellen Gemengteile überwiegend Plagioklase sind. Die Plagioklaskörner haben vielfach unregelmäßige Gestalt und zeigen selten Flächenbegrenzungen. Ihre Größe schwankt zwischen 0,05 mm und 1,0 mm. Zwillingsbildungen nach dem Albitgesetz und dem Periklingesetz sind häufig zu beobachten. Die Bestimmung des Anorthitgehaltes erfolgte mit dem U-Tisch unter Verwendung des Stereogramms nach v. J. KAADEN (aus TRÖGER 1956) und ergab mit rund 40 Prozent an eine deutliche Hochtemperaturoptik. Auffallend sind Bruchstücke von zonal gebauten Plagioklaskörnern mit Rekurrenzerscheinungen. Quarz ist in geringerer Menge vertreten. Es sind bis einen halben Millimeter große, häufig gerundete Körner.

Als dunkler Gemengteil tritt zahlreich Biotit auf: oft in sechseckig ausgebildeten Kristallen bis 1,5 Millimeter groß. Der Pleochroismus ist bei n_α gelbbraun bei n_β und n_γ dunkelbraun mit grünlichem Stich. Gelegentlich sind Bruchstücke der Ergußgesteinsgrundmasse zu beobachten. Die Eruptivgesteinsnatur

des vorliegenden Tuffes ist aus dem Mineralbestand - den früheren Einsprenglingen - den Biotit-Andesiten bis Biotit-Gazitzen zuzuordnen und kann mit dem in der Nähe liegenden Vulkanismus des Drau-Save-Gebietes in Beziehung gebracht werden."

HÜLLER 1961 (feinkörnige Lagen):

"Im folgenden sollen nun die Mineralien eines sehr feinkörnigen Tuffes der oberen Horizonte der Kohlschieferserie untersucht werden. Es handelt sich um ein sehr dichtes, hellgrauen Gestein, das im Anstehenden eine Mächtigkeit von drei Zentimetern erreichte.

Im wesentlichen setzt sich dieser Tuff aus Mineralien zusammen, die kleiner als 2 μ sind.

Tabelle 1. Korngrößenverteilung eines feinkörnigen Tuffes bei Eibiswald.

Korngröße in μ	Prozentanteil
>6	5,5
2-6	12,5
<2	82,0

Die Bestimmung der Mineralien <6 μ erfolgte röntgenographisch und differentialthermoanalytisch.

Die Röntgenaufnahmen wurden an nicht orientierten Präparaten von luftgetrocknetem und glykolgesättigtem Material mit einer Philips-Debye-Scherrer-Rundkamera PW 1024, Durchmesser 114,8 mm, hergestellt. Es kam MoK- und FeK-Strahlung zur Anwendung.

Die Differentialthermoanalyse ist mit einer vollautomatischen Apparatur der Firma Netzsch/Sab durchgeführt worden. Als Bezugsmaterial diente totgebrannter Kaolin; Einwaage 0,45 g. Aufheizgeschwindigkeit 10^o/Min.

Die Auswertung der Aufnahmen ergab, daß sich diese Fraktion, und im wesentlichen dieser untersuchte sehr feinkörnige Tuffhorizont, aus dem Mineral Montmorillonit zusammensetzt (Tabelle 2, Abb. 1.)

Die Körnergrößenbestimmung erfolgte im Atterbergzylinder. Die vorhergehende Aufbereitung geschah durch dreistündiges Kochen in aqua dest.

Die Körner $>6\mu$ wurden mikroskopisch untersucht.

An Mineralien konnten festgestellt werden: Plagioklas mit rund 40% Anorthitgehalt, Biotit, Quarz und nicht genau bestimmbare hochlichtbrechende Mineralien - wahrscheinlich Apatit. Plagioklas, Biotit und Quarz werden bis 50 μ groß. Diese Mineralvergesellschaftungen ist dieselbe wie in dem grobkörnigen Tuff (H. HÖLLER, 1959).

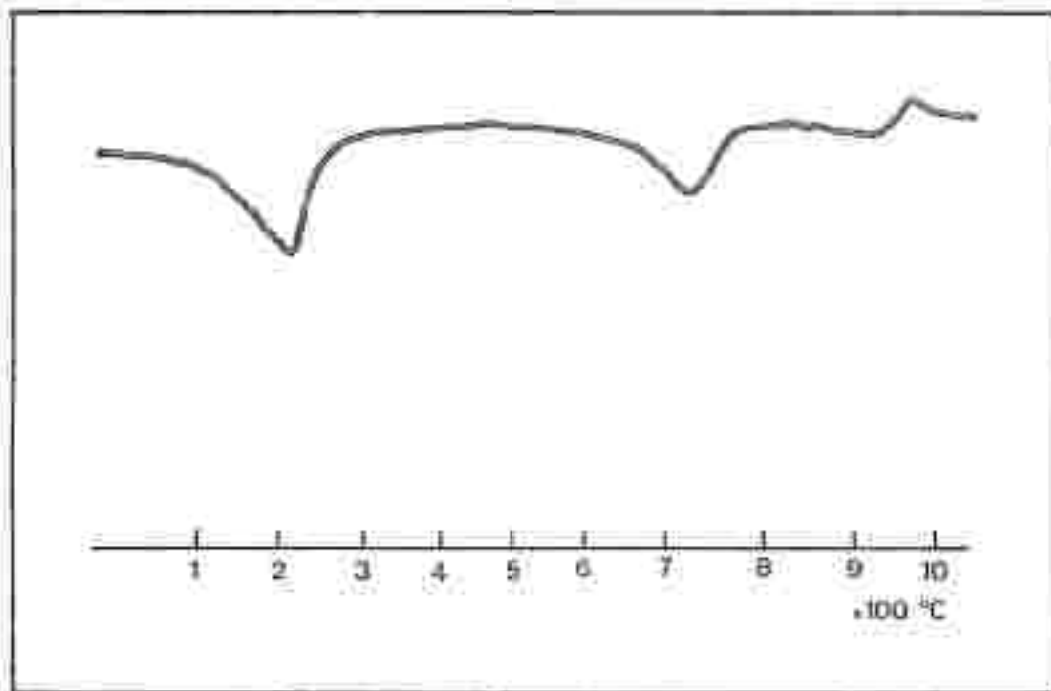


Abb. 1: DIA-Kurve des feinkörnigen Tuffes aus Hibiswald (aus HÖLLER 1961).

Tabelle 2. Röntgenaufnahme eines feinkörnigen Tuffes von
Eibiswald

Pulverpräparat lufttrocken

d Å	I
12,1	stet
4,43	st
3,11	m
2,83	st
2,55 breit	m
1,87	st
1,68	m
1,64	m
1,49	st
1,29	m
1,24	m
0,97	m

Wegen des Basisabstandes von 12,1 Å des lufttrockenen Montmorillonites, der sich nach Glykolbehandlung auf 17 Å verschob und wegen des Auftretens von nur einem endothermen Effekt zwischen 100° und 300° kann als Kationenbeladung Natrium in Frage kommen.“

Steyeregg (3.2.1.2.)

Spurenelemente, Mineralbestand Tab.1.

Material aus Bohrungen im Raum Mureck (3.2.2.)

HAUSER & KAPOUNEK 1953:

Dapittuff

“Im graugrünen Handstück sieht man mit der Lupe ein Gesteinsgewebe, das sich aus einem Gemenge von mehr oder minder gleichmäßigen Kristallaggregaten zusammensetzt. Lediglich der Biotit tritt durch die von ihm hervorgerufene dunkle Sprengung hervor. Im Dünnschliffbild liegt Agglomerierung von Kristallkörnern vor (Kristalltuff). Die Körner messen im Durchschnitt um 0,2-0,3 mm. Es fehlt ihnen die gewohnte kristallographische Umgrenzung. Weitaus überwiegend ist der

Mineralbestand vulkanischer Herkunft. Als Gemengteile sind zu nennen: Plagioklas, Quarz, Biotit, Kalkspat, Chlorit, Erz und spärlich Muskowit. Ferner scheint Glaukonit vorhanden zu sein.

Die chemische Analyse des Dazituffes ergab:

Niggliparameter				
SiO ₂	53,8 %	si	183	Es liegt kein reiner vulkanischer Mineralbestand vor. Bei der Einordnung nach Niggli tendiert das Gestein trotz der sedimentären Beimengung zur granodioritischen Magmengruppe, in der auch der Dazit von Mureck steht.
Al ₂ O ₃	20,02%	al	40	
Fe ₂ O ₃	6,48%	fm	25	
MgO	1,89%	c	16	
CaO	4,42%	alk	19	
Na ₂ O	4,48%	k	0,21	
K ₂ O	1,83%	mg	0,39	
H ₂ O+	1,47%			
H ₂ O-	0,11%			

Tuffit

Die grünlichen Gesteine sind gleichmäßig feinkörnig. Mit der Lupe erkennt man nur Serizitfitter und Biotitblättchen. Im Dünnschliffbild sind in dem feinstkörnigen Gewebe etwas größere Körnchen von Quarz und Plagioklas sowie Serizit und Biotit zu verzeichnen. Es ist sedimentärer und tuffiger Stoff vermengt."

Urkokel (3.2.2.1.)

HAUSER 1953

"Die grobkörnigen Stücke führen bis etwa 2 cm große Gerölle. Diesen wohlgerundeten Gemengteil steht der in der Hauptsache erst mit der Lupe erkennbare splitterig-kantige Bestand gegenüber. Man erkennt in letzterem klare Quarze und Feldspäte, ferner bis maximal etwa 2 mm große, dunkle Biotitblättchen, die vereinzelt regelmäßig sechseckige Umgrenzung aufweisen. Gegenüber dem Biotit treten dunkle, kleine Hornblendenadeln merkbar zurück. Unverkennbar ist in dem ungleichmäßigen Korn der grobkörnigen Formen tuffiger und sedimentärer Stoff vermengt. In den feinkörnigen, äußerlich ebenfalls sandsteinartigen Proben ist der

Durchmesser der Einzelgemengteile nicht nur kleiner, sondern auch von wesentlich gleichmäßigerer Größe. Die Körner messen etwa bis 2 mm.

Im Dünnschliffbild zeigen die grob- und feingekörnten Gesteine hinsichtlich der magmatischen Komponente im wesentlichen denselben Bestand. In den Gesteinen wechselt mehr oder minder nur der Anteil an sedimentogenem Stoff. Nach dem Dünnschliffbild ist in der feinkörnigen Form, abgesehen von Grundmasseretzchen und dem sedimentären Anteil, klarer Plagioklas der Hauptgemengteil. Er mißt bis etwa 2 mm und zeigt wiederholt regelmäßige kristallographische Umgrenzung. Bemerkenswert sind trefflich zonar gebaute Individuen. Ihr Kern zeigt im Mittel 55, die Hülle i.M. 30% an. Nicht zonare Plagioklasse zeigen 48-55% an. Es handelt sich demnach um basischen Andesin bis Labrador. Der Quarz ist einerseits in unregelmäßig splittigeren Körnern und anderseits in runden bis ovalen Individuen vorhanden. Im Dünnschliffbild zeigen letztere ein zementiertes Haufwerk von Quarzkleinkorn (Quarzitgerölle). Bemerkenswert sind ferner Gerölle von Kalk. Kalk durchsetzt überdies recht verbreitet die Gesteine. Der in den verschiedenen Proben stets zu beobachtende Biotit mißt maximal etwa 2 mm und zeigt gelb-rotbraunen Pleochroismus. Spärlich ist Hornblende vertreten. Ihre Auslöschung schwänkt um 10-15 Grad. n alpha zeigt grünlichgelb, n gamma braungrün. Als weitere Gemengteile sind Körner von Grundmasse (glasige Partien mit gelegentlicher Einstreuung von Quarz- und Feldspat), ferner Erz, Chlorit und Muskowit zu verzeichnen.

Die Ausmessung eines reineren Tuffes mit dem Integrations-tisch ergibt folgende volummäßige Anteile der magmatischen Komponente:

Plagioklas 28%, Quarz 15%, Grundmasse 56%, Biotit, Hornblende, Erz 1%.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Gesteine mehr oder minder Haufwerke von Einzelkörnern darstellen, die durch in der Hauptsache dünne limonitische Mörtelhäute verkittet sind. Die Formen mit überwiegend magmatischen Bestand bieten das Bild eines Kristalltoffes. Die Frische der Mineralkörner und Gerölle steht in auffallendem Gegensatz zum äußeren Gesamteindruck der fortgeschrittenen Zersetzung der Gesteine. Der wahre Charakter ist demnach durch den limonitischen Schleier verhüllt. In den feinkörnigen Formen tritt ebenso wie im Handstück auch im Dünnschliffbild der Anteil an sedimentärem Stoff gegenüber jenem am Tuff zurück."

Retznei (3.2.2.2.)

HAUSER 1950

Makroskopische Beschreibung des Andesites

"Das Gestein ist auffallend mürbe. Es zerbröselt bei verhältnismäßig geringer Beanspruchung. Die starke Zersetzung weist vor allem die Grundmasse auf. Die Einsprenglinge sind besser erhalten. Sowohl der Plagioklas als auch der Biotit lassen sich dadurch unschwer isolieren. Der Grundton des Gesteins ist bergfeucht grauschwarz, trocken graublau. Es ist dies die Farbe der Grundmasse, die etwa zwei Drittel des Gesteinsvolumens ausmacht. Durch die Plagioklaseinsprenglinge ist das Gestein licht, durch die Biotiteinsprenglinge dunkel gesprenkelt. Die Plagioklaseinsprenglinge zeigen Querschnitte bis zu etwa 4x5 mm. Sie haben teilweise ausgezeichnete kristallographische Umgrenzung. Eben solche Ausbildung besitzen zum Teil die bis 3 mm großen Biotiteinsprenglinge. Plagioklas-

und Biotiteinsprenglinge sind in verhältnismäßig großer und annähernd gleicher Zahl vorhanden."

Mikroskopische Beschreibung des Andesitax:

"Das Gestein zeigt gut entwickelte prophyrische Struktur. Die kryptokristalline Grundmasse, in der allem Anscheine nach in wesentlichem Anteil Plagioklasreichtchen liegen, zeigt Fliedregelung. Sekundär erfolgte partienweise limonitische Durchtränkung. Einzelne Plagioklase zeigen zonare Ausbildung. Der Plagioklas ist rein und zeigt nur rissige Zerlegung. Die U-Tischmessung eines nach dem Karlsbadergesetz verwachsenen Plagioklaswillings ermittelte einen An-Gehalt von 30 bis 35%. Es handelt sich demnach um Andesin. Die Andesinnatur bestätigt auch der Vergleich der chemischen Analyse mit den in HINTER: Handbuch der Mineralogie, S. 1507, angeführten Werten.

Analysen:

Die chemische Analyse (Dr. NEUWIRTH) zeigt:

SiO ₂	58.30 Gew. %
Al ₂ O ₃	25.52 Gew. %
Fe ₂ O ₃	0.00 Gew. %
MgO	0.00 Gew. %
CaO	7.78 Gew. %
Na ₂ O	7.20 Gew. %
K ₂ O	Sp.
H ₂ O ⁺	1.17 Gew. %
	<hr/>
	100.17 Gew. %

Nach Phillipsborn: Tabellen zur Berechnung der Mineral- und Gesteinsanalysen entspricht der Feldspat eines Plagioklas mit 61.61% ab und 38.39 Gew. % an Hzw. 53 Mol ab.

Die Biotiteinsprenglinge zeigen gelblichbraunen bis braunschwarzen Pleochroismus.

Die optische Analyse des Biotitandesites zeigt folgende Volumanteile:

Andesin	21,14
Biotit	12,64
Grundmasse	56,38

Einzelne Gesteinspartien braunen mit verdünnter HCl. Der örtlich vorhandene Karbonatgehalt stammt wohl von sekundärer Durchtränkung des zwischen Mergel liegenden Andesites.

Die von Dr. NEUWIRTH ausgeführte und berechnete chemische Analyse des Biotitandesites ergab:"

	%	Niggli-Proportionen	Niggli-Wert
SiO ₂	55,2 Gew.	s	184,3
TiO ₂	0,2 "	tl	0,6
Al ₂ O ₃	20,88 "	al	41,5
Fe ₂ O ₃	3,61 "	fs	29,2
FeO	1,87 "		
MgO	4,07 "		
CaO	4,87 "	e	17,6
Na ₂ O	3,08 "		
K ₂ O	0,98 "	alk	11,7
P ₂ O ₅	0,12 "	k	0,12
H ₂ O	5,70 "	mg	0,76
	100,53 Gew.		
			180
			33
			33
			23
			11
			0,2
			0,4

Autobahnbohrung Wagendorf (3.2.3.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

St.Margarethen (3.2.3.2.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Grörsing (3.2.4.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Hengsberg (3.2.4.2.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Höllitsch (3.2.4.3.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Hochbrüdersee (3.2.4.4.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HÜLLER et al. 1976 in Tab.2.

Mineraltechnische Eigenschaften aus HAUSER 1952/54 in Tab.3.

Weitere Materialbeschreibung aus SCHWARZ 1935:

SiO ²	.....	51,60 %
Al ² O ³	.....	17,80
Fe ² O ³	.....	3,10
CaO	.....	1,10
H ₂ O	.....	Spur
Alkalien	.....	Spur
Wasser	.....	23,50
CO ²	.....	Spur

Die Bleicherde ist laut Zuschrift einer chemischen Großfabrik gut zur Reinigung der Petroldestillate. Nach eigenen Versuchen ist die Bleicherde naturaktiv, das heißt, sie muß nicht erst mit HCl abgeraucht werden, sondern bleicht nach Trocknung bei etwa 160 Grad.

Quellgraben Pöls (1.2.5.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Mineraltechnische Eigenschaften aus HAUSER 1952/54 in Tab.3.

Materialtechnische Eigenschaften in Tab.4 und in 8.2.4.5.

Petrographische Beschreibung (PAULITSCH 1953):

"Makroskopisch sind im grüngrauen, dichten und muschelig brechenden Sediment nur vereinzelte Biotitschüppchen (Durchmesser = 0,15 mm, etwa 1 Vol.%) erkennbar. Unter dem Mikroskop tritt Quarz in 0,09 x 0,05 mm großen Körnern (etwa 1,5 Vol.%) hinzu; daneben noch Plagioklase in 0,03 x 0,015 mm großen Leisten, Kalzit in 0,03 x 0,02 mm großen Spaltrhomboedern und Turmalinstengel (0,01 x 0,003 mm).

Biotit ist optisch einachsig, negativ mit dem Pleochroismus: dunkelbraungrün, gelbgrün. Kontumoriilit, der überwiegende Gemengteil, bildet mit 0,001 mm langen Schuppen Aggregate. Sowohl durch seine optischen Eigenschaften wie auch durch eine Röntgen-Pulveraufnahme ist dieser Gemengteil gesichert. Zudem gibt die folgende quantitative chemische Analyse ein weiteres Mineralmerkmal. Eine Abtrennung von Biotit und Quarz stößt auf große Schwierigkeiten, so daß sie unterblieb. Die geringe Menge beider Minerale bewirkt keine große Verschiebung im Chemismus.

SiO₂ 52,8; Al₂O₃ 16,6; Fe₂O₃ 1,1; MgO 3,8; CaO 1,8; H₂O+ 21,6 Gew.%"

Gantschenberg/W (3.2.5.3.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Gantschenberg (Weinslipp) (3.2.5.5.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Weitendorf (3.2.5.6.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Kapelle bei Pkt.386 an der Straße Deutschlandsberg - Schwanberg

(Höllenegg) (3.2.6.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Zirknitzbachtal (3.2.6.2.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Holzbaueregg (3.2.6.7.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HÖLLER et al. 1976 in Tab.2.

Materialtechnische Eigenschaften in Tab.4 und 8.2.4.4.

Lichtenegg (3.2.6.9.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HÖLLER et al. 1976 in Tab.2.

Groß St. Florian, Mästraith (3.2.6.10.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HÖLLER et al. 1976 in Tab.2.

Mineraltechnische Eigenschaften aus HAUSEK 1952/54 in Tab.3.

Tregistsattel (= Lobmingberg, Bürgerwald) (3.2.7.1.)

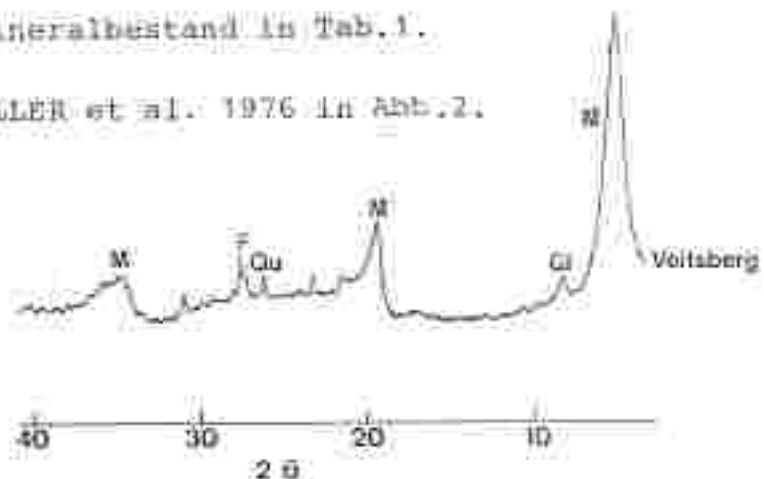
Mineralbestand und Spurenelemente in Tab.1.

Materialtechnische Eigenschaften in Tab.4. und in 8.2.4.6.

Kohlengruben des Köflach/Voitsberger Reviers (3.2.7.2.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HÖLLER et al. 1976 in Abb.2.



Voitsberg/Sangtal:

Tuffbeschreibung von SIEGL 1951:

"Es gelang mir, im vergangenen Sommer eine Tufflage in der Braunkohle von Voitsberg-Sangtal als regelrechten Tonstein zu identifizieren. Eine Debyeaufnahme zeigt nur das Diagramm des

Kaolins und die Brennprobe mit dem Ergebnis S.K.34 spricht noch mehr für die Reinheit dieser Schicht. Der Tonstein ist etwa 4 cm dick und fast weiß. Er findet sich ohne jede Übergangsschicht in der xylitreichen Weichbraunkohle und geht ebenso abrupt wieder in diese über. In den hangenden $1\frac{1}{2}$ cm sind Blattreste in schichtparalleler Einlagerung enthalten. Die Art der Sedimentation und die Reinheit spricht durchaus für die Tuffnatur des Tonsteines."

Süßwassermergel Tagbau Josefschacht (PKM, 1976):

SiO ₂	24,80%
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	5,74%
Fe ₂ O ₃	1,19%
CaO	33,13%
MgO	0,28%
K ₂ O	0,68%
Na ₂ O	0,09%
SO ₃	0,29%
Glühverlust	26,80%
Rest n.b.	26,80%

Nach einer Nasslebanalyse waren 85% der Probe Teilchen unter 0,04 mm Größe. Sinterung trat bei 950°C ein, Schmelzen (Halbkugelpunkt) bei 1260°C. Das Gestein ist als tuffitischer Süßwassermergel zu bezeichnen.

Halberg/W St.Bartholomä (3.2.7.4.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

St.Bartholomä (3.2.7.5.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Passail/Raabofen (4.1.)

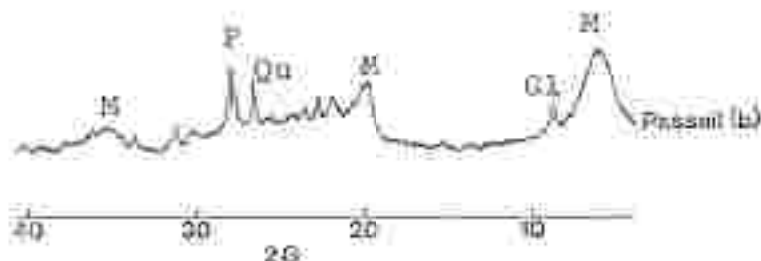
Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus HOLLER et al. 1976 in Tab.2.

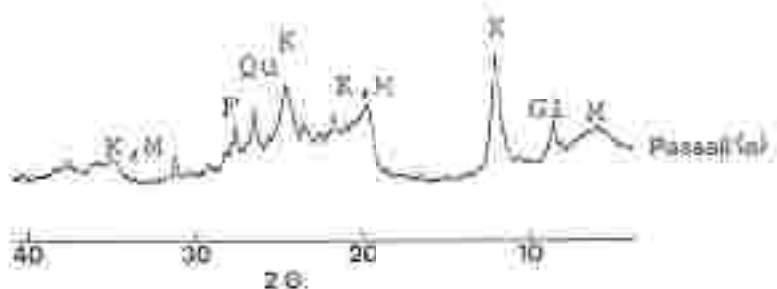
Mineralbestand nach HAUSER & NEUWIRTH 1959:

(Als Mineralbestand wird vulkanisches Glas (46%), Agglomerate

(ebenfalls grÖBtenteils aus Glas bestehend, 43%), Biotit (4%), Quarz, Oligoklas und etwas Hyperathen angegeben. Bei E. NEUWIRTH, 1953, findet sich eine Aufnahme des Tuffes. Das elektronenoptische Bild zeigt blasenreiches vulkanisches Glas in stÄrkerer Umwandlung zu Montmorillonit.



Verschiedene Umwandlungsstadien Glas-Montmorillonit. Diffraktometer-Aufnahmen mit $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung, M = Montmorillonit, Gl = Glimmer, Qu = Quarz, P = Feldspat (aus HÖLLER et al. 1976).



Verschiedene Umwandlungsstadien Glas-Kaolinit/Metahalloysit. Diffraktometer-Aufnahmen mit $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung, K = Montmorillonit, K = Kaolinit/Metahalloysit, Gl = Glimmer, Qu = Quarz, P = Feldspat (aus HÖLLER et al. 1976).

Materialtechnische Eigenschaften aus HAUSER & NEUWIRTH 1959:

Farbe	grau bis gelblichweiß
Struktur	feinkörnig
Bruch	muschelig
Raumgewicht	1,27
Verhalten des trockenen Materials im Wasser	kein Zerfall
Art der notwendigen Vorbereitung zur physik.-techn. Untersuchung	mechanische Aufbereitung notwendig
Röllgrenze	74
Fließgrenze	82
Plastizitätszahl	8
Trockenschwindung in % der Länge	1,6
Thixotropie	123
Wasseraufnahme im Enslin-Gerät:	
nach 2 Stunden	92
nach 14 Stunden	109
Anmachwasser-Bedarf in Gew.-%	40
Schmelztemperatur	1220 ^o
Oberflächenbeschaffenheit (trocken)	rauh
Bezeichnung	rissfrei schwach montmorillonitischer Tuff

Passail/W (4.2.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Materialtechnische Eigenschaften in Tab.4 und in 8.2.4.1.

Leoben/Seegraben (5.1.1.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Petrographische Beschreibung der Tuffe aus MARCHET 1931:

"In den "Blättern" und auch selbständig in dünnen Lagern innerhalb der Kohle finden sich wohlerhalten die vulkanischen Aschenreste mit Plagioklasfragmenten, meist etwas Biotit, öfters auch Bruchstücken von Quarz und Splintern von Ergußgesteinsgrundmasse. O.STUTZER erwähnt auch Hornblende, was aber auf einer Verwechslung mit Biotit beruhen dürfte. Hornblende fehlt in den Aschen von Seegraben.

Unter den genannten Fragmenten spielt P l a g i o k l a s die wichtigste Rolle. Seine Zusammensetzung schwankt infolge

einer starken normalen Zonarstruktur in weiten Grenzen zwischen etwa 35% und über 70% An. Diese Zonarstruktur, weiters die komplizierten Zwillingsbildungen und insbesondere die oft sehr häufigen Einschlüsse von Glas mit feststehender Gasblase erweisen mit Sicherheit die vulkanische Herkunft des Plagioklases. Die Größe der Körner übersteigt nur selten 0,4 mm.

Sehr verbreitet, doch immer nur in geringer Menge vorhanden ist stark pleochroitischer Biotit (α gelblich, γ dunkelbraun mit grünlichem Stich). Manchmal findet sich daneben noch abweichend gefärbter Biotit mit α gelb, γ rotbraun und beträchtlich höherer Doppelbrechung. Beide sind optisch einachsigt negativ. Vermutlich sind die rotbraunen Biotite durch Oxydation bei höherer Temperatur aus den normalen Biotiten entstanden.

Die Fragmente von Ergußgestein *grundmass* sind bald glasig und erfüllt von Mikrolithen, bald feinkristallin. Sie bestehen dann hauptsächlich aus Leisten oder Körnern von Plagioklas mit geringerem Anorthitgehalt als dem der Plagioklasfragmente.

Quarzsplitter sind in manchen Aschenlagen in meist geringer Menge zu finden, doch ist nicht zu entscheiden, ob auch sie vulkanischer Herkunft sind, oder ob sie eingeschwemmt wurden.

Das Bindemittel in den Aschenlagen ist nicht sicher zu identifizieren. Manchmal ist Gips erkennbar, nicht selten scheint Gypsaufzutreten, die Hauptmasse ist aber amorphe Substanz mit winzigen Schuppen eines glimmerartigen Minerals, das, wenn es etwas größer wird, Pleochroismus erkennen läßt (Biotit).

Eine abweichende Zusammensetzung besitzen Einlagerungen in der Kohle, deren Hauptmasse ein dem Antigorit

nahestehender Chlorit in bis 1,5 mm langen, öfters gekrümmten Stengeln bildet, während Plagioklas und Biotit bei gleicher Ausbildung wie in den normalen Aschenlagen an Menge stark zurücktreten. Reichlich vorhanden ist hier auch Siderit in kleinen Körnern und Körnhaufen. Er dringt auch auf Sprüngen und Rissen in Chlorit und Plagioklas ein, stellt also eine jüngere Bildung dar. Nach der Formausbildung des Chlorits hat sich dieser erst nach der Ablagerung gebildet. Vielleicht ist ursprünglich Eisenchlorit entstanden, der erst später zu Antigorit wurde. Das hierbei frei werdende Eisen hätte dann mindestens zum Teile die Bildung von Siderit verursacht.

Aus der mineralischen Zusammensetzung der Aschen geht hervor, daß sie von Andesit- oder Dazitvulkanen stammen. Der am nächsten gelegene Vulkan von Gleichenberg (80 km SO) kommt als Ursprung der Aschen nicht in Betracht. Die dortigen Trachyte und Trachyandesite haben andere Feldspate (neben Plagioklas tritt auch Sanidin auf, Glaseinschlüsse fehlen), die Biotite sind meist pyrometamorph umgewandelt, optisch zweiachsig und haben gewöhnlich eine wesentlich höhere Doppelbrechung. Ein Zusammenhang mit den zahlreichen Basaltergüssen der Oststeiermark kann ebenfalls nicht bestehen, da diese geologisch jünger sind und auch im Mineralbestand abweichen (Nephelingehalt, Fehlen von Biotit)."

Bruck, Kapfenberg, Parschlug (5.1.3.)

Deuchendorf

Mineralogische Beschreibung aus NEUWIRTH 1954:

"Der Bentonit selbst ist fast von weißer Farbe, besitzt jedoch einige limonitisch verfärbte Partien. Er ist gleichmäßig und äußerst fein gekörnt. Im bergfeuchten Zustand klebt er sehr stark, fühlt sich seifig an und läßt sich leicht verformen.

Das Material wurde durch die Schlämmanalyse nach SCHÖNE in die Fraktionen 0,2 bis 0,05 mm, 0,05 bis 0,02 mm, 0,02 bis 0,01 mm und kleiner als 0,01 mm getrennt. Aus der letzten Fraktion wurden durch Pipettierung die Fraktionen um 0,005 mm und kleiner als 0,003 mm gewonnen. Die genannten Fraktionen wurden ihrer Größe entsprechend entweder licht- oder elektronenoptisch untersucht.

Lichtoptische Untersuchung:

In den Fraktionen zwischen 0,2 bis 0,01 mm überwiegt mengenmäßig sehr stark vulkanisches Glas (über 90%). Es besitzt eine sehr unebene, porige Oberfläche, deren Aussehen an einen Badeschwamm erinnert; die Lichtbrechung beträgt 1,508; aggregatische Doppelbrechung ist verbreitet zu sehen. Dieses Verhalten zeugt von weitgehender Entglasung der Teilchen, die somit als Pseudomorphosen nach vulkanischem Glase aufzufassen sind.

Nebengemengteile sind: limonitische Agglomerate (um 3%), Muskowit (um 2%), Quarz (um 1%), Plagioklas, Turmalin und Zirkon (unter 1%). Zu den limonitischen Agglomeraten ist zu bemerken, daß sie zum Teil durch Verwitterung aus Biotit hervorgegangen sein dürften. Der Plagioklas ließ sich nur annähernd durch seine Lichtbrechung bestimmen: sie ist für alle drei Schwingungsrichtungen höher als die des Kanadabolzams. Es muß sich daher um einen Oligoklas mit mindestens 20% An handeln. Seine Oberfläche zeigt, wahrscheinlich durch Verwitterung hervorgerufen, zahlreiche, besonders rundliche Unebenheiten. Seine charakteristische geradlinige, der vollkommenen Spaltbarkeit folgende Begrenzung hat er gänzlich verloren.

Wie bei früher untersuchten Glasstufen wurde auch hier der Versuch unternommen, die Zusammensetzung der "Glas"pseudomorphosen vor allem beugungsmäßig (Elektronenbeugung) zu studieren. Dazu war es notwendig, die Pseudomorphosen von etwa anhaftenden Feinstteilchen durch Ultraschall zu reinigen. Dieser Versuch scheiterte im Gegensatz zu den früher durchgeführten daran, daß die Pseudomorphosen durch den Ultraschall zerlegt wurden und daher mit den vorher anhaftenden, nun etwa gleich großen Teilchen abgeschlämmt wurden. Der Schlammrückstand enthält eine Anreicherung von widerstandsfähigeren Gemengteilchen. Dies sind Quarz, Feldspat, Muskowit und limonitische Agglomerate. Daraus geht hervor, daß 1. die Festigkeit der Pseudomorphosen bzw. der interkristalline Zusammenhaltmechanismus der darin enthaltenen Feinstteilchen, entsprechend gering ist. Dies läßt weiter den Schluß zu, daß die Feinstteilchen bereits eine entsprechende bauliche Selbstständigkeit besitzen, 2. ist zu ersehen, daß die limonitischen Agglomerate einen stärkeren Zusammenhalt besitzen als die meisten der einstigen Gläser.

Vorangegangene Untersuchungen am Friedberger Material zeigten, daß selbst Glasteilchen feinsten Größe (0,003 mm) Pseudomorphosen sein können. An diesem Material konnte elektronenoptisch gezeigt werden, daß solche "Glas"teilchen von zahllosen Montmorilloniten durchgewachsen werden: sie stellen somit richtige Montmorillonitpseudomorphosen nach vulkanischem Glase dar. Wenn auch innerhalb der Untersuchung des Deuchendorfer Bentonits der Nachweis des Montmorillonits in den "Gläsern" der groben Fraktionen nicht geglückt ist, so ist doch auf Grund dieser Erfahrung anzunehmen, daß es sich auch dabei um ebensolche Montmorillonitpseudomorphosen handelt.

Elektronenoptische Untersuchung,

Für die elektronenoptische Beschreibung sei die für die Charakterisierung des Materials wesentlichste Fraktion von 0,003 mm herausgegriffen.

Im Elektronenmikroskop beobachtet man zu Beginn und bei Beendigung der Untersuchung die Beugung der vorliegenden Substanz. In unserem Falle konnte aus den Intensitäten und vor allem aus der Folge der Beugungsringe erkannt werden, daß es sich um ein Mineral glimmerartigen Aufbaues, hier also um ein Tonmineral handeln muß. Auf Grund des thermischen Verhaltens des Beugungsdiagrammes bzw. eigentlich des dadurch charakterisierten Gitters konnten die Möglichkeiten auf Montmorillonit eingeschränkt werden. Mit diesem Befund steht das elektronenoptische Bild im Einklang: das Verhalten des Materials im Hell- und Dunkelfeld und seine Form sprechen eindeutig für Montmorillonit.

Die Durchsicht mehrerer Präparate zeigte starkes Überwiegen frei entwickelten Montmorillonits. Gerade diese Erscheinungsform bringt ihn in Gegensatz zu vielen anderen Montmorilloniten steirischer Vorkommen. Für die Beurteilung und das Verständnis seines technischen Verhaltens ist die freie Entwicklung von ausschlaggebender Bedeutung.

Daneben tritt freies, für den Bau des Montmorillonits nicht verwendetes SiO_2 auf. Es dürfte sich im amorphen Zustande befinden, da keine Anhaltspunkte einer auch nur geringen Kristallisation gefunden werden konnten."

Paraschlug:

Spurenelemente- und Mineralbestand in Tab. I.

Analysen aus FABICH 1955:

	a)	b)	c)
Feuchtigkeit	10.37	7.88	7.52
Glühverlust	7.93	6.46	7.61
SiO ₂	65.33	68.56	66.30
TiO ₂	0.22	0.30	0.30
Al ₂ O ₃	19.26	16.31	16.17
Fe ₂ O ₃	0.27	1.32	1.00
CaO	1.19	0.86	2.11
MgO	4.64	3.19	3.52
K ₂ O	0.40	1.44	1.82
Na ₂ O	1.13	1.36	1.34
Summe (ohne Feuchtigkeit)	100.37	99.80	100.19

Materialtechnische Beschreibung aus WIEDEN & HAMILTON 1949:

"Der ebenfalls gemeinsam mit Braunkohle vorkommende Bentonit tertiärer Ablagerung in einer Seitenbucht des Mürztales wurde gleichfalls auf seine Brauchbarkeit als Rohstoff zur Herstellung von Bleicherde untersucht. Die dabei nach einer Säureaktivierung erhaltenen Produkte zeigten im allgemeinen ähnliche Eigenschaften wie das Pohndorfer Material. Da das Flöz bis jetzt nur auf 0,5 km erschlossen ist, lassen sich über die Abbauwürdigkeit und die Gesamtmächtigkeit des Bentonites derzeit noch keine Angaben machen."

Angaben aus SIEGL 1951:

"Der eigentliche Tonstein in der Parschluger Kohle ist wohl auch als umgewandelter, das heißt kaolinisierter Glastuff zu bezeichnen. Für seine Tuffnatur spricht seine konstante Dicke, gegenüber der recht variablen, der überlagernden Tonschicht."

Ratten, St. Kathrein (S.2.1.)

Analyse aus PETRASCHECK 1940:

Feuchtigkeit.....	6,79%
SiO ₂	71,60%
Al ₂ O ₃	13,63%
Fe ₂ O ₃	1,32%
MnO.....	0,04%
CaO.....	1,01%
K ₂ O.....	3,69%
Na ₂ O.....	2,24%

Geistthal (5.4.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Analysendaten aus RÖLLER et al. 1976 in Tab.2.

Stögersbach (6.)

Spurenelemente und Mineralbestand in Tab.1.

Materialtechnische Eigenschaften in Tab.3,4 und in B.2.4.1.

Weitere Angaben (z.B. Analysen in ERNER & GRÄF 1977).

Materialtechnische Angaben aus HAUSER & NEUWIRTH 1959:

Farbe	rosa	weiß bis grau-weiß	weiß bis grau-weiß
Struktur	dicht	feinkörnig	mittelkörnig
Bruch	muschelig	hakig	hakig
Raumgewicht	1,77	1,14	1,31
Verhalten des trockenen Materials im Wasser	rascher Zerfall unter Quellung, seifig, nur einzelne Körnchen	langsamer unvollständiger Zerfall, seifig, sandig	kein Zerfall
Art der notwendigen Vorbereitung zur physik.-techn. Untersuchung	angewacht mit Wasser und geknetet	angewacht mit Wasser und geknetet	mechanische Aufbereitung notwendig
Rollgrenze	35	38	46
Fließgrenze	67	50	54
Plastizitätszahl	32	12	8
Trockenschwindung in % der Länge	16,5	2	5,8
Thixotropie	310	156	122
Wasseraufnahme im Enslin-Gerät: nach 2 Stunden nach 14 Stunden	185 198	92 124	92 92
Anmachwasser-Bedarf in Gew. %	42	52	43
Schmelztemperatur	1180°	1200°	1230-1260°
Oberflächenbeschaffenheit (trocken)	wachsähnlich, glatt rissig	rauh, schwach rissig	rauh, rissfrei
Bezeichnung	Montmorillonit-ton (Bentonit)	schwach montmorillonitischer Tuff	schwach montmorillonitischer Tuff

Zusatz- Kategorie	Zusatz- Nr.	Fundpunkt	Hilfskolumnen										Spurenelemente									
			g	mg	µg	ppm	ppb	ppm	ppb	ppm	ppb	ppm	ppb	ppm	ppb	ppm	ppb					
I	21	Freiberg 1	100	204	36	73	32	39	13	27	1,30	12	605	7	330	140						
	22	Freiberg 2	85	203	52	93	30	40	10	19	3,44	3	210	2	922	135						
	23	Freiberg 3	115	176	18	51	42	73	18	18	1,81	7	173	13	926	150						
	24	Freiberg 1, grau	15	216	105	110	73	96	18	59	8,55	7	928	16	1281	1200						
	25	Freiberg 2, rosa	30	250	89	120	62	30	38	38	6,27	8	1067	13	1376	7300						
	26	Freiberg 3, weiss	65	236	19	105	50	107	60	35	6,47	15	612	40	3172	200						
	27	Freiberg 1, rosa	100	237	68	104	26	106	18	7	3,49	5	894	8	1003	150						
	28	Freiberg 2, weiss	45	153	54	73	115	54	10	10	1,80	3	354	11	801	620						
	29	Freiberg 3	98	182	32	64	64	53	27	39	5,80	13	30	20	1476	340						
	30	Freiberg 1	98	213	37	66	37	70	20	20	6,13	20	235	10	2387	210						
	31	Freiberg 2	70	198	61	75	33	113	22	80	8,29	23	386	36	1600	280						
	32	Freiberg 3	20	242	53	59	87	68	22	161	3,20	18	1511	23	1518	510						
33	Freiberg 1	20	104	7	80	70	88	33	33	3,40	8	130	17	843	92							
34	Freiberg 2	5	108	18	55	200	52	4	4	1,33	4	348	20	172	382							
35	Freiberg 3	20	125	75	64	523	65	19	19	2,17	4	308	16	230	600							
36	Freiberg 1	15	123	62	80	149	67	22	22	2,48	1	293	175	880	770							
37	Freiberg 2	30	125	16	100	36	30	22	22	2,48	1	40	120	553	260							
38	Freiberg 3	20	148	11	1467	153	28	3	3	1,89	1	210	21	660	550							
39	Freiberg 1	30	107	15	80	18	761	22	30	2,38	7	285	14	1285	200							
40	Freiberg 2	35	112	18	120	41	77	27	27	3,20	4	210	20	3195	310							
41	Freiberg 3	65	172	38	68	105	142	45	34	10,87	27	722	150	8920	700							
42	Freiberg 1	20	207	31	130	136	34	65	81	4,74	22	375	120	6773	760							
43	Freiberg 2	30	188	52	150	47	85	35	35	2,87	7	70	20	789	730							
44	Freiberg 3	5	122	11	68	24	24	15	15	6,57	8	170	30	1685	330							
45	Freiberg 1	30	181	24	140	51	77	7	7	8,93	1	170	27	2060	470							
46	Freiberg 2	30	204	47	135	45	40	4	4	3,76	4	63	18	1016	600							
47	Freiberg 3	10	105	33	105	381	104	59	59	3,19	5	280	11	975	740							
48	Freiberg 1	30	131	23	32	211	105	10	10	5,19	12	120	180	4443	550							
49	Freiberg 2	30	130	3	32	24	70	22	22	4,11	8	135	25	2330	180							
50	Freiberg 3	30	144	44	27	148	120	19	19	5,91	17	948	120	6010	330							
51	Freiberg 1	30	141	34	26	37	58	16	16	4,22	8	85	22	1635	100							
52	Freiberg 2	30	114	37	66	140	63	24	24	6,32	18	150	153	3300	350							
53	Freiberg 3	30	210	24	32	108	57	24	24	6,42	18	24	17	472	180							
54	Freiberg 1	30	154	—	60	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—							
55	Freiberg 2	30	127	3	62	10	38	14	14	2,89	7	33	16	7076	140							
56	Freiberg 3	30	287	11	735	18	26	7	7	2,24	4	607	115	230	220							
57	Freiberg 1	30	118	11	61	11	79	2	2	0,07	—	23	—	889	34							
58	Freiberg 2	30	287	11	61	11	79	2	2	0,07	—	23	—	889	34							
59	Freiberg 3	30	142	46	65	118	100	50	50	8,41	17	178	275	6285	670							
60	Freiberg 1	30	108	21	85	130	48	10	10	2,76	4	547	11	3018	640							
61	Freiberg 2	30	73	3	88	104	20	10	10	2,82	2	421	8	953	870							
62	Freiberg 3	30	131	54	87	78	37	37	37	3,27	3	861	13	1008	540							
63	Freiberg 1	30	207	35	78	118	26	26	26	3,10	1	48	130	6751	700							
64	Freiberg 2	30	88	61	55	575	51	20	20	4,35	7	264	34	1383	710							
65	Freiberg 3	30	108	46	69	94	87	25	25	4,80	10	313	80	1630	240							
66	Freiberg 1	30	115	62	68	110	68	27	27	1,98	4	417	20	643	730							
67	Freiberg 2	30	107	65	77	392	77	27	27	2,81	6	264	46	1323	900							
68	Freiberg 3	30	127	80	87	305	77	27	27	2,14	6	375	72	2027	690							
69	Freiberg 1	30	148	47	70	819	57	11	11	2,88	3	310	12	793	700							
70	Freiberg 2	30	148	47	225	203	134	37	37	8,58	25	300	270	5551	470							
71	Freiberg 3	30	132	63	85	233	94	23	23	3,75	7	253	66	1919	760							

Tab. 1: Mineralbestand und Spurenelemente (Fortsetzung)

Tab. 2. Chemische Analysen von einigen Steirischen Bentoniten bzw. Tuffen (aus HÖLLER et al. 1976)

	Pichling	St. Florian	Lichtegg	Holzbauregg	Hochbrunn	Voiteberg	Geisthal	Passail	Fassail	Fassail
SiO ₂	54,6	52,0	51,3	51,6	52,7	53,9	68,2	66,8	64,5	73,6
TiO ₂	0,11	0,12	0,14	0,13	0,16	0,12	0,07	0,05	0,05	0,05
Al ₂ O ₃	15,4	15,2	14,7	14,9	16,3	16,1	13,7	12,9	13,5	12,8
Fe ₂ O ₃ *	1,6	1,1	1,3	1,2	1,5	3,2	1,2	4,6	2,4	1,2
MnO	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,06	0,02	0,04	0,04
MgO	4,3	6,7	6,7	7,0	5,1	2,2	1,4	0,1	0,1	0,1
CaO	2,2	1,9	1,9	1,5	1,8	2,8	1,4	0,8	1,5	1,2
Na ₂ O	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,0	0,3	0,8	1,4
K ₂ O	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	2,9	0,7	1,4	3,1
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04
H ₂ O	5,93	6,72	6,89	6,72	7,01	8,18	6,16	7,92	6,66	5,80
H ₂ O-	15,18	16,11	16,47	16,65	15,14	11,98	4,29	6,04	6,66	1,41
	100,04	100,25	100,01	100,11	100,31	99,06	100,40	100,26	100,86	100,34

* Fe als Gesamtisen

		fractil	hart	plastisch	weich	bruchlos	Bruch	Platzwert	Horizont	neu/alt	CH/EH	Alteigent	Gemenge	Glas	Poliergut	Struktur	Mineralien	Calcium	Bruch	100%
Extraktion/Glaseruff		x											x							49
Mutterdecker	1	x			x	x	x	x	x							25	1	10		75
	2				x	x	x	x	x						x	20	2	20		300
	3	x	x		x	x	x	x	x				x			20	1	3		80
	4	x	x		x	x	x	x	x				x		x	20	2	20		200
	5	x	x		x	x	x	x	x				x		x	10	1	2		87
	7				x	x	x	x	x	x	x	x			x	20	3	20		100
Sand 7			x												75	1	18		120	
Staubenerde		x		x	x										90	1	12		1250	
Pflanz	1	x	x		x	x	x	x							60	1	18		380	
	2	x	x		x	x	x	x							80	1	20		580	
Stein	4	x				x	x	x							48	1	12		280	
	13	x				x	x	x							30	2	10		250	
	11	x	x			x	x	x							15	2	12		130	
	16	x	x			x	x	x							15	3	15		230	
	17					x	x	x							60	1	12		300	
	18					x	x	x							60	1	3		380	
Legende:		Fraktur:			Bruch:			Mineralien:			Besitztest:									
x = weiches		x = weiches			x = weiches			x = weiches			1 = ultramarin									
y = grünlich		y = grünlich			y = grünlich			y = grünlich			2 = blau									
z = braunlich		z = braunlich			z = braunlich			z = braunlich			3 = hellblau-grün									
											v = wenig									
											sv = sehr wenig									

Tab. 4: Materialtechnik ausgewählter Proben

8.2. Materialtechnik (G. BERTOLDI)

8.2.1. Einleitung

Dieser Bericht stellt eine Fortsetzung der von G. BERTOLDI IN EBNER & GRÄF 1975 & niedergelegten Arbeiten dar. In diesen Untersuchungen sollen Bentonite und "Tuffe" des Steirischen Raumes weiter charakterisiert werden, um sie möglichen Verwendungen zu erschließen. Gemäß Absprache wurden die Laboruntersuchungen gegenüber dem letzten Bericht gekürzt und auf wesentliche Basispunkte beschränkt. So etwa wurden jetzt keine Rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen mehr durchgeführt. Die ausführlichen Aufnahmeserien des ob. zit. Berichtes hätten die Mikrotextur im wesentlichen abgeklärt. Diese REM-Untersuchungen zeigten dem aufmerksamen Beobachter erstmalig die große Vielfalt von Strukturen, in denen die glasigen Partikel vulkanischer Aschen vorliegen können, was bis dahin kaum bekannt war. Insbesondere konnte daraus die hohe Reaktionsfreudigkeit solcher "Tuffe" abgeleitet werden. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen stehen jedoch noch offen, insbesondere das merkwürdige Phänomen, daß glasige Partikel mit vollen scharfen Kanten und Spitzen in geologischen Zeiträumen völlig unkorrodiert bleiben, während unmittelbar daneben die Verwitterung eingesetzt hat. Dabei ist eine chemische Verschiedenheit so nahe beieinander liegender Glasteilchen ebenso unwahrscheinlich wie das Vorliegen eines anderen Milieus. Das Vorliegen von "biologischen" Skelettresten ist ein weiteres noch zu untersuchendes Thema.

8.2.2. Definitionen zum Bereich Bentonite und Puzzolane

8.2.2.1. Bentonite:

Der Begriff Bentonite war viele Jahre direkt mit der Genese, nämlich der Entstehung aus vulkanischen Aschen, verbunden. 1972 wurde er in der Internat.Conf.of Clayminerals in Madrid neu und unabhängig von der Genese gefasst. Bentonit ist ein Ton, der im wesentlichen aus Smektiten, gleich welcher Genese, besteht. Im wesentlichen kann dieser Begriff als "Rock Term" verstanden werden. Eine Definition des Gehaltes an Smektiten wird nicht gegeben. Unter "wesentlich" kann man dabei durchaus auch 40% verstehen, vor allem, da - wie wir später sehen werden - die Qualität eines Bentonites von sehr unterschiedlichen Faktoren abhängt und der prozentuelle Gehalt nur einer von vielen Qualitätskennzeichen ist.

Dem Begriff Bentonit wird in der Praxis daher immer noch ein Lokalname oder Firmennamen angehängt, da dann letztendlich eine weitere Definition gibt, etwa Wyoming als Kennzeichen für eine extrem hohe Quellfähigkeit, die wiederum nur für einen Teil der Anwendungen bevorzugtes Qualitätskriterium darstellt - etwa für die Anwendung bei Rotationsbohrungen mit Spülung. Für die Anwendung als Pudergut ist die Quellfähigkeit wiederum nur ein Kennzeichen, keinesfalls letztes Qualitätskriterium.

Die Smektite selbst sind sehr komplizierte Mischreihen und auch Wechsellagerungsstrukturen, etwa Montmorillonit-Beidellit, Nontronit-Beidellit etc. und Sonderminerale mit verschiedenen Metalleinbauten wie etwa Stercesit, Pinnellit, Lembergit, Saukonit etc.

8.2.2.2. Produktionen, Verwendung und Vorkommen von Bentoniten:

1971 wurden etwa 3 Mio t Bentonit und 1 Mio t Fullererden erzeugt. Bei den Bentoniten wurden rund 35% für die

Erzpalletisierung, 30% als Binder für Stahlgußformen, 20% in der Tiefbohrtechnik, 10% für Raffinerien und 5% für andere Belange (Filter, Adsorbent granule, Dichtungen, Keramik, Puder gut) verwendet.

Bei den Fulliererden waren die hauptsächlichsten Verwendungen Bleich- und Entfettungsmittel, Puder gut für Fungizide und Insektizide.

Bentonite werden nahezu auf der gesamten Erde gefunden, so etwa in USA, Canada, Mexico, Südamerika (1970 62.000 t), BRD, England, Frankreich, Italien, Griechenland, Cypern, Rumänien, Ungarn (1970 100.000 t), UdSSR, Marocco (1971 30.000 t), Mozambique, Senegal, Indien, Pakistan, Japan, Südkorea, Australien.

Nahezu jede der Lagerstätten hat spezielle Eigenschaften. Bestimmte Bentonite können etwa nur als Puder gut, andere nur als Bindemittel eingesetzt werden. Die einfache Mineralgehaltsbestimmung gibt nur beschränkt Auskunft über die nötige Aufbereitung und Verwendung. Selbst langjährig in dieser Produktion Arbeitende sind immer wieder auf Versuche und reine Empirie angewiesen.

Wichtig ist es, festzuhalten, daß synthetische Bentonite in größerem Maßstab verwendet werden, so etwa die Produkte Laponite CP, Barasyn SMM der N.L. Industries in Houston Tex., die unter den verschiedensten Fantasiebezeichnungen im Handel sind. Diese Produzenten nützen die sehr große Variabilität der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Bentoniten je nach Genese und insbesondere bei gestörten und defekten Strukturen aus. Dabei können, wie mir bekannt ist, minderwertigere Bentonite als Rohstoffe Verwendung finden.

6.2.2.3.: Prüfung von Bentoniten

Als große Schwierigkeit ist es anzusehen, daß weder nationale noch internationale Testvorschriften bestehen. Die API hat wohl Maßvorschriften für Bohrbentonite, diese sind jedoch bei verschiedenen Firmen, die eigene Tests entwickelt haben, nicht anerkannt. Die bloße Bestimmung des Mineralbestandes, wie bereits mehrfach festgestellt, gibt nur einen Hinweis, da die entscheidenden Eigenschaften durch Nuancierungen der jeweiligen Minerale entstehen. Viele der Tests sind dem Erzeuger gar nicht zugänglich, da es sich um firmeninterne Kontrollmethoden handelt.

Will man somit hinsichtlich eines Bentonites die detaillierte Verwendung untersuchen, so sind eine Unzahl von Untersuchungen nach verschiedensten Vorschriften durchzuführen. Zusätzlich ist eine Bemusterung an verschiedene Firmen zu machen, die dann ihrerseits wieder die spezielle Verwendung untersuchen.

Die Grundlagen einer Bentonitprospektion sind somit:

- 1) Geologie mit Probenahme und gleichzeitige Mengenabschätzung.
- 2) Basisuntersuchungen, etwa wie sie hier verwendet wurden. Diese zeigen grundsätzlich die Chancen der Verwendung auf, ohne noch Detaillierungen zuzulassen.
- 3) Auf Basis dieser Untersuchungen Überarbeitung der Geologie und nochmalige Mengenkorrektur, sowie Probenahme, die genau ermitteln läßt, welche Menge von den einzelnen Sorten vorhanden ist.
- 4) Aufbereitungstechnische Untersuchungen, insbesondere bei nahezu allen hier vorhandenen Lagerstätten notwendig, um Anreicherungen vornehmen zu können. Dabei können die nun aufbereiteten und angereicherten Proben bereits eine

deutliche Veränderung der Eigenschaften aufweisen, die nicht allein aus der bloßen Anreicherung zu erklären ist.

- 5) Aktivierungsaufbereitungen, etwa Umwandlung der Ca- in Na-Bentonite und Versuch der Erstellung von Qualitätsmustern.
- 6) Testen der Qualitätsmuster nach verschiedensten Methoden für verschiedene Anwendungszweige und Versenden von Mustern an Käufer mit Labors zur Untersuchung.
- 7) Halbertechnische Versuche im Tonnenbereich.
- 8) Testen dieser Muster und Erstellen von Probelieferungen.
- 9) Ausarbeiten von Verfeinerungen an allen Punkten.

3.2.2.4. Puzzolane:

Generell können Stoffe mit hydraulischen Erhärtungseigenschaften wie folgt klassifiziert werden:

- a) Hydraulische Stoffe: Das sind solche, die nach Vermahlung und Anteigen mit Wasser sowohl unter Luft als auch unter Wasser steinartig erhärten und hart bleiben. Man nennt sie hydraulische Bindemittel (z.B. Zemente).
- b) Latent-hydraulische Stoffe oder Bindemittel: Diese besitzen ein eigenes, latentes Erhärtungsvermögen, bedürfen jedoch zur vollen Entfaltung dieses Erhärtungsvermögens zusätzlich zur Vermahlung eines Anregers (sauer oder basisch). Hier wäre etwa die Hochofenschlacke zu nennen.
- c) Hydraulite bzw. hydraulische Zusätze oder Puzzolane, welche bei normaler Vermahlung an sich kein oder nur ein sehr geringes Erhärtungsvermögen besitzen und erst im Zusammenhang mit Kalk oder Zement ihre Erhärtungseigenschaften erhalten. Diese Puzzolane können unterteilt werden in:

- Natürliche Puzzolane: Das sind vulkanische Aschen (eigentliche Puzzolane), Santorinerde, Trass, Sedimente aus Diatomeen und Radiolarien, z.B. dänische Molererde, Trippel oder Gaize.
- Künstliche Puzzolane: Das sind z.B. Ziegelmehl, Abfälle aus der Tonerdegewinnung, sogar Glasmehle und verschiedenste Si-Stoffe.

Bei den natürlichen Puzzolanen erfolgt immer eine Reaktion mit dem Calciumhydroxyd durch Zugabe von Luftkalk (Calciumhydroxyd) oder durch Zugabe von Zement, der bei der Hydrolyse Calciumhydroxyd abspaltet. Die Verfestigung erfolgt unter Bildung von CSH-Phasen, beim sogenannten österreichischen Trass auch durch die Bildung von Ettringit als auch durch Bildung von C_3AH_6 , unter Umständen auch C_3AH_5-10 oder Gehlenithydrat. Auch mit Hydrogranaten kann gerechnet werden. Voraussetzung ist immer die Anwesenheit reaktiver Si-Verbindungen. Diese können Glas natürlichen Ursprungs, aber auch biologische Kieselenskelette sein. Bei starker Vermahlung können jedoch auch Trachyte, Basalte etc. die nötigen reaktionsfähigen Si-Verbindungen liefern.

Die Bedeutung der Hydranlite und deren Anwendungsmöglichkeit ist für österreichische Verhältnisse im wesentlichen dreifach zu sehen:

- Zugabe zu Zementbetonen, um sie beständiger gegen aggressive Medien zu machen und einen gewissen "Dichteffekt" zu erreichen, sowie um Aussinterungen oder Ausblühungen (Sichtbeton) zu vermeiden.
- Zugabe zu verschiedenen Verputzrezepten, insbesondere bei Fertigputzen, um spezielle Eigenschaften zu fördern ("Trass"-Putze).

- Trasszemente oder Trass-Sondorbindemittel, die hochfeste, niedrigenergetisch gewonnene Bindemittel darstellen (Energieeinsparung).

Frühere Untersuchungen (HUNDE & GRKE 1979a) haben sehr wesentlich gezeigt - was bisher keinesfalls bekannt war - und es konnte in privaten Untersuchungen immer wieder erneut bestätigt werden, daß nahezu alle kristallinen und nicht kristallinen silikatischen Stoffe auch bei Raumtemperatur in hochbasischen Medien um pH 14 bei stöchiometrischem Ca-Nachschub reagieren. Das bedeutet, daß sie sich zersetzen und zu Calciumhydratsilikaten in verschiedenen aluminium- und auch eisenhaltigen Modifikationen umbauen. Es sind Hydraulite. Die bisherigen Untersuchungen hinsichtlich Mineralsynthesen und hinsichtlich verschiedener Mineralgenesen haben wohl im basischen bis hochbasischen Medium gearbeitet, haben jedoch keinen mengenmäßig eklatanten Ca-Nachschub gesichert (etwa Verhältnis Hydraulit zu Hydratkalk von 1:1 oder Mindestgehalte an Hydratkalk von 10%). Dadurch kam es wohl zu Mineraleubildungen verschiedenster Art, die sicher stark vom pH-Wert dominiert wurden - es bildeten sich jedoch nicht die festigkeitsbildenden CHS-Phasen, die erst die Anwendung im Baustoffgebiet ermöglichen. So etwa bildet sich aus Feldspat, gleich wie aus Quarz oder Glimmer oder Kaolin festigkeitsbildendes CHS; günstig ist dabei:

- 1) hohe spezifische Oberfläche
- 2) gewisse, wie etwa Schichtstrukturen, können bevorzugt werden
- 3) Strukturdefekte, wie etwa starkes Abweichen von der Idealstruktur begünstigen deutlich.
- 4) Sind die Ausgangsprodukte bereits angewittert oder tektonisch vorbelastet, ist dies ebenfalls günstig.

Die Beurteilung der Puzzolane ist deshalb wesentlich einfacher gegenüber der Beurteilung der Bentonite, als - wie gesagt - nahezu alles silikatische reagiert und die Reaktionsuntersuchungen mit Kalkhydrat (Ca(OH)_2) gute Aussagen erlauben.

Generell ist bei der Untersuchung von Puzzolanlagerstätten wie folgt vorzugehen:

- 1) Basisuntersuchung im Ca(OH)_2 Test.
- 2) Mengen- und Homogenitätsabschätzung durch den Geologen
- 3) Mahlbarkheitsbestimmung
- 4) Prismenfestigkeitsuntersuchungen
- 5) Großversuche

In zahlreichen hier vorliegenden Lagerstätten wird der Hydraulit als Abfallprodukt des Bentonitabbaues oder der Bentonitaufbereitung anfallen.

Gerade heute ist es sehr wichtig festzuhalten, daß mit diesen Stoffen und Hydratkaik Baustoffe unter Verwendung minimalster Energie erzeugt werden können, wie dies etwa in der UdR erprobt wurde.

8.2.3. Methodik

Gegenüber den ersten Untersuchungen wurde die Anzahl der Tests deutlich verkleinert und auf die wesentlichsten beschränkt. Dies vor allem deshalb, da, wie aus dem vorigen Kapitel zu entnehmen ist, insbesondere bei der Erkundung von Bentonitlagerstätten ein relativ aufwendiges Schema einzuhalten ist.

- 1) Visuelle Beschreibung. Diese soll gewisse markante makroskopische Eigenschaften erfassen und wurde wie im ersten Bericht in Tabellenform durchgeführt.

- 2) Die Beurteilung der Farbe wurde im getrockneten und pulverförmigen Zustand durchgeführt. Besonders für die Bentonitverwendung von Bedeutung.
- 3) Mineralgehalte. Die Bestimmung erfolgt an Hand von Röntgen-Diffraktometeraufnahmen qualitativ. Lediglich die Bestimmung des Montmorillonites erfolgte quantitativ mittels Eichaufnahmen. Eine quantitative Bestimmung von Glasgehalten oder kryptokristallinen SiO_2 -Modifikationen ist leider nicht möglich, obwohl es für die Puzzolanverwendung von Bedeutung wäre. Es wurde jedoch eine Abschätzung vorgenommen.
- 4) Der Benzidintest zeigt in etwa die Reaktionsbereitschaft der Montmorillonitanteile.
- 5) Für den Test auf Puzzolaneigenschaften wurden 4 g Calciumhydroxyd, chemisch rein, mit 4 g der vermahlenden Substanz in 100 ml Wasser dispergiert und dreimal am Tag je 5 Minuten geschüttelt. Nach 30 Tagen wird das noch nicht gebundene Calciumhydroxyd nach der Äthylenglykolmethode bei $65^\circ - 70^\circ\text{C}$ unter Dauerührung bestimmt. Die Titration erfolgt am Filtrat des Äthylenglykols mit 0,1n HCl gegen Methylorange. Alle Werte sind auf die geringen Mengen Karbonat, die sich trotz CO_2 -freier Lagerung bei der Manipulation bilden, korrigiert. Diese Werte erlauben eine Einschätzung der "Puzzolan"-Eigenschaften. Über die auftretenden Reaktionen wurden nur Voruntersuchungen gemacht, die eine sehr vielfältige Mineralneubildung zeigen. Eine getrennte diesbezügliche wissenschaftliche Studie sowie eine technische Studie der Festigkeitsbildung wäre zu empfehlen.
- 6) Ionenaustausch. 1,5 g der gepulverten Substanz wurden mit 90 ml deionisiertem Wasser versetzt, in welchem 5 g Ammoniumacetat aufgelöst waren. Nach Schütteln und fünftägiger Lagerung wurde die Substanz über Membranfilter 20 filtriert. Der Rückstand wurde gründlich ausgewaschen, zum Schluß unter Zugabe von Alkohol, und dann nach Kjeldahl mit Schwefelsäure aufgeschlossen und das NH_3 mit Wasserdampf abdestilliert und in der schwefelsauren Vorlage aufgefangen und titriert. $\text{NH}_3/100\text{g}$ charakterisiert die Höhe des Ionenaustausches.

Die beiliegende Tabelle zeigt für die einzelnen Proben die erhaltenen Werte. Diese Daten geben die Grundlage zur Beurteilung der einzelnen Proben und Probenserien.

Dabei ist als Grundregel anzunehmen:

- 1) Bevorzugt sind sowohl für Bentonite als auch Puzzolane im getrockneten und geriebenen Zustand helle Farben, wie es nahezu überall der Fall ist.
- 2) Bei den Mineralgehalten gilt Karbonat für jegliche Verwendung als nachteilig, es muß soweit wie möglich entfernt werden. Insbesondere für Bentonite ist ein Ca-Karbonatgehalt nachteilig, da solche Bentonite kaum zu guten Na-Bentoniten umzuarbeiten sind. Na-Bentonite sind für alle Anwendungen, bei denen die Quellfähigkeit eine Rolle spielt, von Bedeutung. Die Höhe des Smektitanteils (als Montmorillonit angegeben) ist für diese Naturproben insofern kein alleiniges Qualitätskriterium, als:

- 1) Anreicherungen durch Aufbereitungen durchführbar scheinen.
- 2) Durch verschiedenste Behandlungen Qualitätssteigerungen auch niedriger Prozentsätze möglich sind.
- 3) Die Prozentsätze je nach Anwendungen schwanken können.

Für die Bentonite sind die anderen Minerale, wenn sie feinkörnig genug sind, nur vereinzelt von Nachteil, etwa in der Pulvergutverwendung (feinkörniger Quarz unerwünscht); in der Kosmetik und Pharmazieanwendung ist Höchstreinheit an vorwiegend monomineralischen Smektiten erwünscht. Die Bedeutung der anderen Minerale ist somit nicht verallgemeinernd anzugehen.

Für die Puzzolananwendung sollen die Gehalte an Glas groß sein und die übrigen Minerale sollen so feinkörnig wie möglich vorliegen und einen geringen Verfestigungsgrad aufweisen, um nicht zu hohe Mahlkosten entstehen zu lassen. Smektite und Tone, aber insbesondere Montmorine, wirken bei Puzzolanen in der Baustoffanwendung plastifizierend, in zu hohen Prozentsätzen können sie, wenn ungenügende Reaktion mit dem Kalkhydrat vorliegt, Festigkeitssenkend wirken.

- 3) Generell gilt, daß Bentonite, die mit Benzidin ultramarin anfärben (ohne Zugabe von Eisensalzen), hochquellfähig sind.
- 4) Die Höhe des NH_3 Wertes pro 100 g gibt die totale Ionenaustauschbarkeit wieder. Man darf diesen Wert jedoch nicht zu stark gewichten, da Zusatzbehandlungen während der Aufbereitung ihn stark verändern können. Hier ist insbesondere die Säurebehandlung, das Säurebasen-Wechselmauken, das Tempern mit zusätzlicher Säurebehandlung etc. zu nennen. Die Smektitanteile der Bentonite sind äußerst stark modifizierbar, wobei allein in empirischen Reihenuntersuchungen die optimale Modifizierbarkeit gefunden werden kann.
- 5) Der leichtest interpretierbare Wert ist sicher die Puzzolanreaktion in 1 reagierendem Kalkhydrat. Je schneller und je höher dieser Wert ist, um so besser ist das Produkt.

8.2.4. Die Beurteilung der Proben und Probenserien.

Die Beurteilung wird in Fundpunktgruppen durchgeführt. Es sei nochmals ausdrücklich festgehalten, daß die detaillierte anwendungstechnische Aussage hinsichtlich Bentonit weiterhin, wesentlich aufwendigeren, Untersuchungen vorbehalten ist, wie wir es in diesem Bericht aufgezählt haben. Dabei ist es von Bedeutung, je nach den Lagerstättenmengen Selektierungen vorzunehmen.

Hier wird lediglich die Aussage gemacht, ob im Bereich dieser Probenuntersuchungen Anwendungschancen bestehen, in welcher Richtung und unter welchen Zusatzaufgaben.

8.2.4.1. Stögersbach:

Hochglasreiche Probe mit sehr hohen Puzzolaneigenschaften. Vorzüglich, insbesondere im Verputzbereich einsetzbar.

8.2.4.7. Weisserdekreuz: Probe 1-7:

Über die Geologie dieses Vorkommens wurde bereits bei

ESNER & GRÄF 1979) berichtet. Die jetzt vorliegenden Materialdaten sollen eine allfällige Nutzung dieses Vorkommens beleuchten.

Generell bestehen die Proben aus Gemengen von grünen, teilweise sich seifig anführenden Krumen und weißen, knolligen Karbonatpulvern. Die Quarzgehalte können sehr hoch werden. Für die Bentonitverwendung ist grundsätzlich eine Trennung von den Karbonatanteilen vorzuschlagen. Vortastende Versuche zeigten, daß durch einfaches Waschen und Schlämmen große Gehalte zu entfernen sind. Die entfernten Karbonate, sicher mit viel Quarz, sind nicht mehr brauchbar und Abfall. Inwieweit die Karbonate qualitätsbeeinflussend sind, müßten weitere Untersuchungen zeigen.

Die gering smektithaltigen Proben weisen unterschiedliche Puzzolaneigenschaften auf (1,2,5,7 sind gut verwendbar). Gerade bei dieser Probenserie sind abbastechnische Studien nötig um zu erkennen, ob ein selektiver Abbau möglich ist oder ein gemeinsamer mit selektivierender Aufbereitung.

Die wahrscheinlich gute Anreicherungsöglichkeit der Smektitanteile läßt weitere Untersuchungen, vordringlich die Aufbereitung, empfehlen.

8.2.4.3. Passail 2:

Die sehr hohen Smektitanteile mit guten Austauschzahlen und einem vorzüglichen Benzidintest lassen auf gute Quellfähigkeit schließen. Anwendungen in Richtung Bohrspülungen sind zu untersuchen, wobei jedoch sicher eine leichte Säurebehandlung und anschließende Sodabehandlung nötig sein wird.

8.2.4.4. Holzbauregg:

Höchstprozentiger Bentonit aller Proben. Für diese Probe gilt vollinhaltlich das bereits für die Probe Passail Gesagte.

8.2.4.5. Pöls Probe 3 und 4:

Im guten Smektitprozentbereich liegende Proben. Gemäß den Handstücken ist eine mechanische Anreicherung schwierig. Sollten Säureaktivierungen wirkungsvoll sein, ist bei einer genügend großen Lagerstätte die Anwendung für bautechnische Dichtbentonite möglich.

8.2.4.6. Bürgerwald (5 Proben):

Eine Probenserie, die von hochsmektithaltig bis hochglas-
haltig reicht. Aufbereitung mit Konzentration insbesondere der
Smekтите scheint gut möglich zu sein, insbesondere wenn sie durch
einen leicht selektiven Abbau unterstützt wird. Dementsprechend
könnten aus dieser Lagerstätte oder diesem Vorkommensbereich
sowohl Puzzolane als auch Bentonite gewonnen werden. Dabei ist
die weitere Verwendung der Bentonite unter anderem sicher von
den Anreicherungs-möglichkeiten abhängig.

9. DIE ANWENDUNGSMÖGLICHKEIT VON GEOPHYSIK FÜR BENTONIT- BZW. GLASTUFFPROSPEKTION

Um die prinzipielle Möglichkeit einer geoelektrischen Kartierung von Glastuff- bzw. Bentonitvorkommen abzuklären, wurden an zwei ausgewählten Proben am Institut für Geophysik der Montanuniversität Leoben (Vorstand Prof. Dr. F. WEBER) geoelektrische Labor-Testmessungen durchgeführt, die folgende Widerstandswerte ergaben:

Bentonit Pöls 1	7 Ohmmeter
Glastuff Bürgerwald 13	2 Ohmmeter

Neben dem elektrischen Widerstandswert, der bei den getesteten Proben durchaus günstig ist, ist die Anwendbarkeit geoelektrischer Kartierungsmethoden allerdings auch noch von anderen Faktoren abhängig. So z.B. von:

- Mächtigkeit der zu kartierenden Schicht
- Materialbestand der Unter- und Überlagerung
- Mächtigkeit der Überlagerung
- Geländemorphologie

Eine endgültige Entscheidung, ob für das eine oder andere Vorkommen eine geoelektrische Kartierung zielführend ist, kann erst nach Test-Feldmessungen, die für jedes in Frage kommende Vorkommen durchzuführen sind, gefällt werden.

Von der Ausdehnung der Einzelvorkommen wären solche Test-
Messprogramme an folgenden Lokalitäten wünschenswert:

- 1) Bürgerwald (Tregistattal)
- 2) Holnbaumegg
- 3) Fassail
- 4) E Pöls
- 5) Rutzendorf
- 6) Raum Stainz - Ettendorf - Zirknitzbachtal
- 7) Stögersbach

10, LITERATUR- UND QUELLENNACHWEIS

- BEFAHRUNGSPHOTOKOLLE: Befahrungsprotokolle über Tonbergbau
Friedberg, Donau-Chemie, Wien, - 1 Plan, Graz (Berghaupt-
mannschaft) 1943-1955.
- BLUMEL, O.W.: Die Grünerde von Wutzelsdorf bei Graz.- Mitt.-Bl.
Abt.Miner.Landesmus.Joanneum, 1951, 13-38, Graz 1951.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR: Roh-
stoffprogramm für Bayern, 129 S., München (St.Otto-Verlag).
- DILLER, W.: Der miozäne Sedimentationsraum zwischen Gleinzbach
und Schwarzer Sulm in Südweststeiermark.- Unveröff.Diss.
Univ.Graz, Graz 1957.
- EBNER, F., GRÄF, W. & MILAN, G.: Die Sandsteinkugeln von Steyer-
egg.- Jber.Landesmus.Joanneum, N.F. 5, 154-166, 7 Abb.,
Graz 1976.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Die Bentonitvorkommen der Nordoststeier-
mark.- Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb.Landesmus.Joanneum, 38,
9-30, 5 Abb., 1 Tab., 1 Kte., Graz 1977.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Die Fauna von Weltendorf.- Jber.Landesmus.
Joanneum, N.F. 6, 157-161, 9 Taf., Graz 1977.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Kartierung von Bentoniten im Tertiär der
Öst-, West- und Obersteiermark und Untersuchung der an-
fallenden Proben.- Unveröff.Bericht, 92 S., Graz 1979
(1979a).
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Bemerkungen zur Faziesverteilung im Bado-
lien des Rainer Beckens.- Mitt.-Bl.Abt.Miner.Landesmus.
Joanneum, 47, 11-17, 2 Abb., Graz 1979 (1979b).
- ETTINGSHAUSEN, C.: Die fossile Flora von Leoben in Steiermark.-
Denkschr.Akad.Wiss.Math.-naturwiss.Kl., 54, 261-384,
Wien 1888.

- ETTINGSHAUSEN, C.V.: Die fossile Flora von Schönegg bei Wies in der Steiermark.- Denkschr.Österr.Akad.Wiss.Wien, math.-naturwiss.Kl., 57/58, Wien 1890/91.
- ETTINGSHAUSEN, C.: Über neue Pflanzenfossilien aus den Tertiärschichten Steiermarks.- Denkschr.Akad.Wiss.Wien, math.-naturwiss.Kl., 60, 313-343, Wien 1893.
- FABICH, K.: Analysen einiger steirischer Bentonitvorkommen.- Verh.geol.B.-A., 1955, 93, Wien 1955.
- FLÜGEL, H.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000.- Geol.B.-A., Wien 1961.
- FLÜGEL, H.W.: Die Geologie des Grazer Berglandes (2.Aufl.).- Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb.Landesmus.Joanneum, Sh. 1, 288 S., 47 Tab., 6 Abb., Graz 1975 (1975a).
- FLÜGEL, H.W.: Das Neogen der Grazer Bucht.- Mitt.naturwiss. Ver.Steiermark, 105, 71-77, 4 Abb., Graz 1975 (1975b).
- FLÜGEL, H., HAUSER, A. & PAPP, A.: Neue Beobachtungen am Basaltvorkommen von Weitendorf bei Graz.- Sitz.-Ber.Akad.Wiss. Wien, math.-naturwiss.Kl., 161, 173-184, 1 Abb., Wien 1932.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das steirische Tertiar Becken.- Sammlung geologischer Führer, 47 (2.Aufl.), 196 S., 27 Abb., 3 Taf., Berlin/Stuttgart (Borntraeger) 1968.
- FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Aufnahmen 1956 auf Blättern Graz (164), Weiz (165), Passail (136) und Birkfeld (135).- Verh.geol. B.-A., 1957, 18-21, Wien 1957.
- FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Geologische Karte des Weizener Berglandes, 1:25.000.- Geol.B.-A., Wien 1958.
- FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Ein Vorkommen vulkanischer Tuffe bei Eibiswald (Südweststeiermark).- Sitz.-Ber.Österr.Akad.Wiss. Wien, math.-naturwiss.Kl., 168, 1-5, Wien 1959.

- PLUGEL, H. & NEUWIRTH, E.: Ein Tuffvorkommen im Tertiärbecken von Passail.- Anz.Akad.Wiss.Wien, math.-naturwiss.Kl., 89, 181-184, Wien 1952.
- HAUSER, A.: Ein Vorkommen von Biotitandesit in Retznei bei Ehrenhausen.- Tscherm.miner.petr.Mitt., 2, 157-165, 1 Abb., Wien 1951.
- HAUSER, A.: Der Hornblende-Biotit-Dazituff vom Brlkogel bei Gamitz.- Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 83, 61-63, Graz 1953.
- HAUSER, A.: Die Lehme und Tone Steiermark.- Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, 11, 39 S., 15 Abb., Graz 1952; 12, 68 S., 16 Abb., Graz 1954.
- HAUSER, A. & KAPOUNEK, J.: Das Vulkangebiet Mureck - Retznei (Steir.).- Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 83, 64-68, Graz 1953.
- HAUSER, A. & NEUWIRTH, E.: Die vulkanischen Tuffe und ihre tonigen Abkömmlinge in der Nordoststeiermark.- Berg-Hüttenmänn.Mh., 104, 243-253, 6 Abb., 1 Tab., Wien 1959.
- HIERSLEITNER, G.: Das Wieser Revier.- Berg-Hüttenmänn.Mh., 74, 65-81, 83-103, 12 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Wien 1926.
- HÖLLER, H.: Untersuchungen am vulkanischen Tuff bei Eibiswald.- Mitt.-Bl.Abt.Mineral.Landesmus.Joanneum, 1961, 54-56, 1 Abb., Graz 1961.
- HÖLLER, H.: Ein vulkanischer Tuff bei Eibiswald.- Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 89, 69-70, Graz 1979.
- HÖLLER, H., KOLMER, H. & WIRSCHING, U.: Chemische Untersuchungen der Umwandlung glasiger Tuffe in Montmorillonit- und Koalinith-Mineralen.- N.Jb.Mineral.Mh., 1976, 456-466, 3 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1976.
- JANIK, V.: Chemische Eigenschaften des Bentonits von Gossendorf.- Mitt.-Bl.Landesmus.Joanneum, 1971, 51-52, Graz 1971.

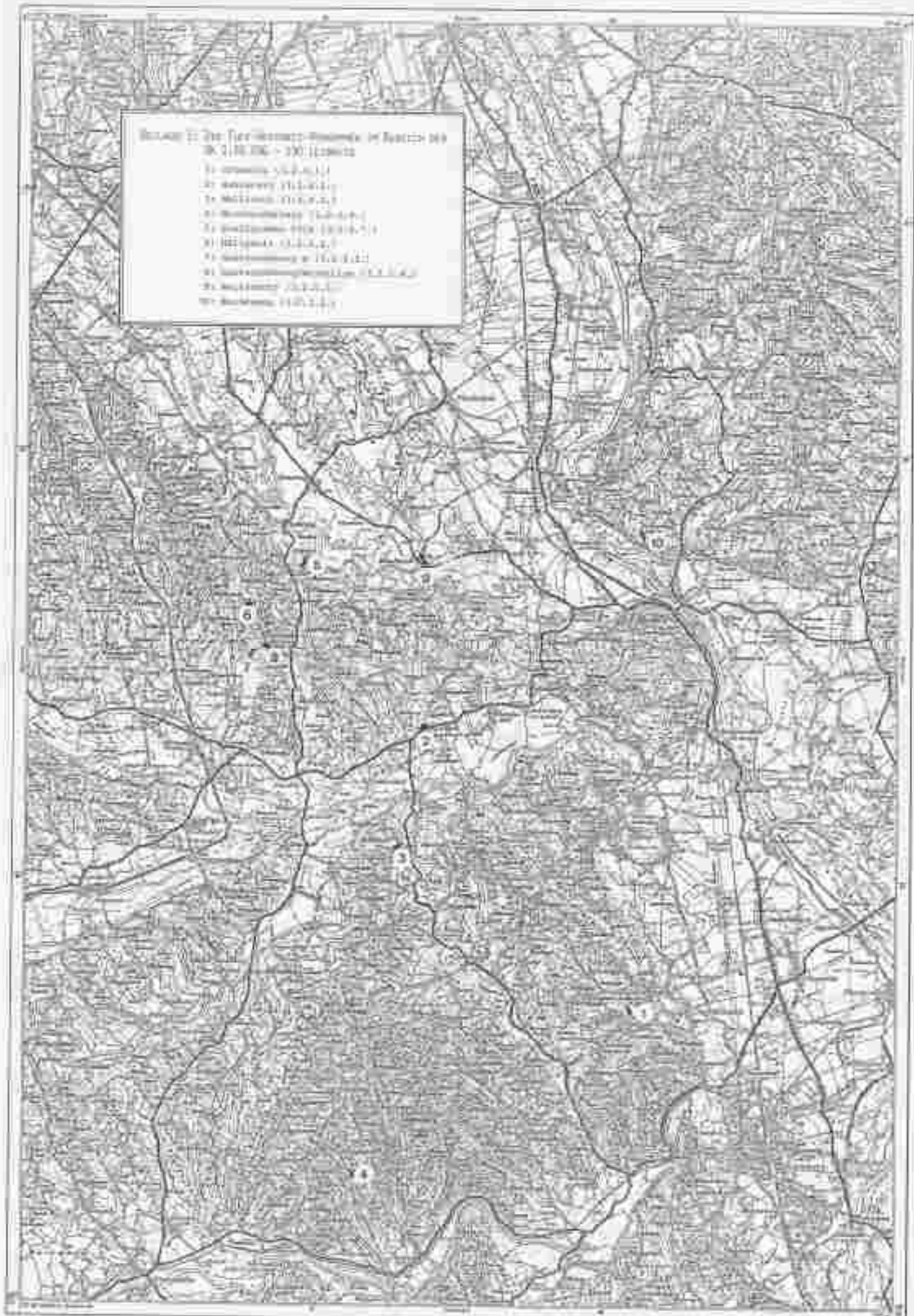
- KLAUS, W.: Braunkohlen-Palynologie einiger weststeirischer Lagerstätten.- Verh.geol.B.-A., 1954, 170-179, 2 Abb., Wien 1954.
- KOLLMANN, K.: Das Neogen der Steiermark (mit besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Gliederung).- Mitt. Geol.Ges.Wien, 52, 159-167, 1 Abb., 2 Beil., Wien 1960.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken.- Mitt.Geol. Ges.Wien, 57, 479-532, 2 Abb., 6 Taf., Wien 1965.
- KOPETZKY, G.: Das Miozän zwischen Rainach und Laßnitz in Südweststeiermark.- Mitt.Mus.Bergb.Geol.Techn., 1B, 122 S., 1 Kt., 2 Taf., Graz 1957.
- KOPETZKY, G.: Die Bentonitlagerstätte von Gossendorf/Stmk.- Mitt.-Bl.Landesmuseum Joanneum, 1961/2, 6-53.
- KOPETZKY, G.: Über die Ursachen der Hangbewegungen bei km 33,6 der Gleichenberger Bundesstraße Nr. 66 und die Möglichkeiten ihrer Beruhigung.- Berg-Hüttenmhn.Mh., 166, 54-60, 1 Abb., Wien 1971.
- KUPFNER & HEMPL: Bentonit Friedberg-Umgebung.- Unveröff.Ber., 1 S., 1954 (Archiv Geol.B.-A.).
- KÜCHMEISTER, W.: Geologische Kartierung, stratigraphisch-tektonisch-morphologische Beschreibung sowie technisch-geologische Darstellung der jungtertiären und quartären Umrahmung des Sausal-Schiefergebirges in Südweststeiermark.- Unveröff.Diss., TH Graz, 210 S., Graz 1959.
- LECHNER, E.: Keramische Rohstoffvorkommen in der weiteren Umgebung von Graz.- Unveröff.Gutachten, 7 S., Wien 1950 (Archiv Geol.B.-A.).
- MARCHET, A.: Über vulkanische Tuffe in den Braunkohlen vom See-graben bei Leoben.- Mitt.Wiener Miner.Ges., 1933/98, 81-83, Wien 1933.

- MAURIN, V.: Aufnahmebericht 1958 über Blatt "Köflach-Voitsberg" (1:10.000). - Verh.geol.B.-A., 1959, A37-A42, Wien 1959.
- MAURITSCH, H., SCHMID, Ch., SCHMÖLLER, R., WALACH, G. & WEBER, F.: Refraktionsseismische Untersuchungen im Passauer Tertiärbecken. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb.Landesmus.Joanneum, 38, 79-87, 11 Beil., Graz 1977.
- MOHR, H.: Bericht über die Begehung des Bentonit führenden Reviers in der nordöstlichen Steiermark. - Unveröff.Ber., 5 S., 2 Abb., Wien 1949 (Archiv Geol.B.-A.).
- MOTTL, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südostösterreichs. - Mitt.Mus.Bergb.Geol.Techn.Landesmus.Joanneum, 31, 92 S., Abb., Graz 1970.
- NEBERT, K.: Die Ergebnisse der kohlengeologischen Untersuchungen im Neogenbecken von Stallhofen, Weststeiermark. - Unveröff. Ber., 50 S., 19 Abb., 2 Beil., Graz 1977.
- NEBERT, K. & GRUBERBRÜCK, E.: Bericht über die Ergebnisse der kohlengeologischen Untersuchungen im Ribiswalder- und Vorderndorfer Glanzkohlengebiet. - Unveröff.Ber., 15 S., 2 Karten, 4 Profile, Graz 1979.
- NEUWIRTH, E.: Zur Petrographie einiger Bentonitvorkommen aus Steiermark, Kärnten und Italien. - Tscherm.mineral.petrogr. Mitt., 3, 167-180, Wien 1952.
- NEUWIRTH, E.: Licht- und elektronenoptische Untersuchungen des Bentonits von Deuchendorf. - Berg-Hüttenmänn.Mh., 99, 239-236, 1 Abb., Wien 1954.
- RAPP, A.: Fossilien aus der Bohrung Pirka bei Voitsberg (Stmk.) und Bemerkungen über die Altersstellung der durchtauchten Schichten. - Verh.geol.B.-A., 1953, 220-226, 1 Abb., Wien 1953.

- PAULITSCH, P.: Relikte in steirischen Bentoniten.- Mitt.naturw. Wiss.Ver.Steiermark, 83, 169-170, Graz 1953.
- PETRASCHECK, W.: Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten.- I. Teil, 213-272, Wien 1922-1925.
- PETRASCHECK, W.: Vulkanische Tuffe im Jungtertiär am Alpenostrand.- Sitz.-Ber.Akad.Wiss.Wien, math.-naturwiss.Kl., 149, 145-154, 2 Tab., Wien 1940.
- PETRASCHECK, W.: Vulkanische Tuffe der Ostalpen.- Verh.geol. B.-A., 1955, 231-239, Wien 1955.
- POHL, W.: Zur Geologie des Braunkohlenbeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark).- Berg-Hüttenmänn.Mh., 121, 420-427, 5 Abb., Wien 1976.
- RADIMSKY, V.: Das Wieser Bergrevier.- Z.Berg-Hüttenmänn.Ver. Kärnten, 1-71, Klagenfurt 1875.
- SCHWARZ, F.: Bleicherde vom Brudersegg bei Presing im Sulmtale.- Unveröff.Ber., 1 S., Wien 1935 (Archiv Geol.B.-A.).
- SIEGEL, W.: Zur Petrographie und Entstehung der Tonsteine und Bentonite (Säktite).- Berg-Hüttenmänn.Mh., 96, 100-104, Wien 1951.
- WAAGEN, L.: Die Erdölbohrung Mooskirchen in Steiermark.- Allgem. Österr.Chemiker und Techniker Zeitung, 44, 161-162, Wien 1927.
- WIRDEN, P. & HAMILTON, G.: Bleicherde aus Österreichischen Tonen.- Industrie und Technik, 4, Wien 1949.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Geologische Karte Marburg mit Erläuterungen.- Geol.B.-A., Wien 1938.

**Beilage II: Die Tier-Insassen-Flora des Raumes der
IN. 2110.336 - 330.1126022**

- 1) *Artemisia vulgaris*
- 2) *Chenopodium album*
- 3) *Malva sylvestris*
- 4) *Urtica dioica*
- 5) *Plantago lanceolata*
- 6) *Urtica dioica*
- 7) *Urtica dioica*
- 8) *Urtica dioica*
- 9) *Urtica dioica*
- 10) *Urtica dioica*



**Blatt 2. W. Tauern - Grenze der Gänge im
M. 145.82 - 30. Breite-Auschnitt**

- 11. Gänge (11.2.14.1)
- 12. Gänge (11.2.14.2)
- 13. Gänge (11.2.14.3)
- 14. Gänge (11.2.14.4)
- 15. Gänge (11.2.14.5)
- 16. Gänge (11.2.14.6)
- 17. Gänge (11.2.14.7)
- 18. Gänge (11.2.14.8)
- 19. Gänge (11.2.14.9)
- 20. Gänge (11.2.14.10)
- 21. Gänge (11.2.14.11)
- 22. Gänge (11.2.14.12)
- 23. Gänge (11.2.14.13)
- 24. Gänge (11.2.14.14)
- 25. Gänge (11.2.14.15)
- 26. Gänge (11.2.14.16)
- 27. Gänge (11.2.14.17)
- 28. Gänge (11.2.14.18)
- 29. Gänge (11.2.14.19)
- 30. Gänge (11.2.14.20)

Gänge

