

Lagerstättenbildung und Anfänge des Bergbaues in der Schweiz aus neuen Erkenntnissen

Von KURT BÄCHTIGER*)

Mit 2 Abbildungen

Vortrag

gehalten bei der Festveranstaltung
aus Anlaß der Vollendung des 85. Lebensjahres von
em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. O. M. FRIEDRICH

Bevor ich Ihnen aufgrund der neuesten Erkenntnisse einige neue Metallvorkommen und ihre mögliche Genese darstelle, möchte ich Ihnen gleichsam als Einleitung eine kurze chronologische Übersicht geben, wie ich Herrn Professor FRIEDRICH und seinem Arbeitskreis zum ersten Mal begegnet bin und was unter der Initiative von mir und meinen Freunden und Kollegen in der Schweiz daraus geworden ist.

Es war vor ziemlich genau 28 Jahren, und man schrieb das Jahr 1960. Ich war gerade in der Endphase meiner Dissertation angelangt über die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtschenalp im Kanton Glarus (BÄCHTIGER, 1963), als es einem Strahler, d. h. einem Kristall- und Mineraliensucher, aus der Industriegemeinde Domat/Ems oberhalb Chur nach ca. 14-jähriger Suche und nach ca. 100-jährigem Unterbruch gelungen war, in einem in der Literatur erwähnten historischen Goldgang mit relativ einfachen Mitteln, d. h. Schlägel und Eisen und vermutlich etwas Sprengstoff, wieder etliche Stufen Freigold bzw. Berggold im Anstehenden zu finden. Diese sensationelle Entdeckung ist schnell durch die Fachwelt gegangen, und mein ehemaliger Doktorvater und Präsident der Schweiz. Geotechnischen Kommission, Prof. Dr. F. DE QUERVAIN, hatte mich daraufhin gebeten, diesem Goldfund nachzugehen, d. h. den angegebenen Fundort zu verifizieren und die Lagerstätte und ihre Umgebung näher zu untersuchen. Diesem Wunsche bin ich gerne nachgegangen, auch wenn der erstere Auftrag aus bergrechtlichen Gründen, weil in Graubünden das Bergregal – übrigens erst seit der Loslösung der 10 Gerichte von Österreich im Jahre 1649 (PLATTNER, 1878) – auch heute noch beim Grundbesitzer liegt, erst in nächster Zeit mit richtigen Schürfungen durchgeführt werden kann. Immerhin waren die wissenschaftlichen Untersuchungen, wenn auch nicht ganz frei von Schwierigkeiten, doch bis zu einem gewissen Grade möglich.

Soviel ich mich erinnere, war es 1965 bei einer Tagung in der Bundesrepublik, als ich im Gespräch darüber mit unserem lieben Erzvater der Erzmikroskopie, Prof. Dr. Paul RAHMDOHR, zum ersten Mal Herrn Prof. FRIEDRICH vorgestellt worden bin, einem der wohl besten Kenner der ostalpinen Lagerstätten und insbesondere des Tauerngoldes. Es ging nicht lange, und wir waren uns bald einig über eine gemeinsame Begehung einiger Fundplätze und auch Befahrung einiger Gruben im Sommer 1965.

Der Wettergott war uns damals allerdings nicht wohlgesinnt, denn beim Aufstieg zu einem Fundstollen vom Naßfeld schneite es ununterbrochen, und am Pochart ersoffen wir buchstäblich im Neuschnee, und das mitten im August! Dies hat uns indessen nicht gehindert, unter Führung des Jubilars und seines damaligen Assistenten HADITSCH neue Erfahrungen über den jahrtausendealten Bergbau in den Ostalpen zu sammeln. Zuhause in Landquart/Graubünden angekommen, wo mein 1986 verstorbener Vater als Direktionsmitglied eine leitende Stellung bei der Rhätischen Bahn hatte, begann ich die Lagerstätten Graubündens und die ehemaligen Bergbaue plötzlich mit andern Augen zu sehen: Rohstoffvorkommen waren für mich plötzlich nicht mehr nur eine erdwissenschaftliche Angelegenheit, sondern der Faktor Mensch kam nun dazu: Wie entdeckte er allmählich die ersten Rohstoffe, den Silex – Feuerstein, Jaspis, Radiolarit, Obsidian und die Quarzite, und wie sie alle heißen –, die besten Materialeigenschaften der zähen Felsgesteine, das Kupfer, das Gold, das Zinn, das Eisen und so fort. Es dauerte aber noch einige Jahre, bis infolge der schwierigen Problematik für die Publikation von bergbaugeschichtlichen Themen – seit jeher vor allem die Zersplitterung in den verschiedensten Fach- und Regionalzeitschriften – die Gründung eines Vereins und einer schweizerischen Fachzeitschrift, des „Bergknappen“, in Davos ins Auge gefaßt werden konnte. Dann kam ein weiterer glücklicher Zufall dazu: Eines Tages anfangs der Siebzigerjahre, ich glaube es war 1973, also etwa 8 Jahre nach dem ersten Zusammentreffen mit Herrn FRIEDRICH,

*) Anschrift des Vortragenden: Dr. sc. nat. Dipl. Ing.-Petr. KURT BÄCHTIGER, Institut für Kristallographie und Petrographie, ETH-Zentrum, Sonneggstraße 5, CH-8092 Zürich.

staunte ich nicht schlecht, als ich auf der Durchreise nach Davos bei dem mir bereits bekannten historischen Bergwerkverwaltungsgebäude im Schmelzboden (Fraktion Davos-Monstein), das ziemlich baufällig war, ein neues Eternitdach feststellen konnte. Als ich mich nach dem Grund dieser beginnenden Renovierung erkundigte, teilte man mir mit, daß für den Ausbau und die teilweise Neuanlage der sog. „Zügenstraße“ zwischen Davos und Filisur im Albulatal im alten Bergwerksgebäude Bauarbeiter untergebracht werden mußten, diese aber infolge Beendigung der Arbeiten bald wegziehen würden. Blitzartig kam mir die Idee – was dann? Verkauf? Ein Motel? (zu dem es fast gekommen wäre, wie ich nachträglich erfuhr!), oder vielleicht sogar ein Bergbaumuseum für Graubünden?! Der letztere Gedanke ließ mich nicht mehr los, und ich begann mit der Landschaft Davos, deren Alt-Landammann, Alt-Nationalrat und immer noch Bündner Staatsbankpräsident Dr. Ch. JOST mit meinem verstorbenen Vater geschäftlich viel zu tun gehabt hatte, das Projekt zu erörtern und mir auch die finanziellen Probleme zu überlegen.

Es war ein weiterer glücklicher Zufall, daß das einstmals größte Bergwerk Graubündens – auf Blei und Zink –, nämlich der sog. „Silberberg“, auf dem Boden der heute reichen Gemeinde oder Stadt Davos gelegen ist; Landschaft Davos und dieses Bergwerk standen übrigens bis 1649, als sich die 10 Gerichte von Österreich loskauften, unter tirolischer Herrschaft, indem die Verwaltung und Gerichtsbarkeit von Innsbruck aus erfolgt war. So waren auch günstige Bedingungen für die Finanzierung vorhanden, und das geplante Museum versprach für das internationale Kongreßzentrum Davos mit einem rührigen Verkehrsverein in diesem Hochtal eine Fremdenattraktion ersten Ranges zu werden. Diese Erwartungen hatten sich denn auch erfüllt, und nach der Gründung des Vereins mit dem Museumskonzept im Sommer 1976 hat das ganze Unternehmen mit der neu geschaffenen Zeitschrift „Bergknappe“ einen langsamen aber stetigen Aufschwung genommen.

Nun aber vom Museum und Bergbauverein zu den Lagerstätten in Graubünden und der übrigen Ost- und Zentralschweiz.

Die Lagerstätten

Neben dem Ziele der Inventarisierung von Lagerstätten und der alten Bergwerke hatten wir insgeheim doch die stille Hoffnung auf die Entdeckung eines neuen, noch unbekannteren und vielleicht einmal produktiv werdenden Rohstoffvorkommens in der Ostschweiz, speziell in Graubünden. Die Beschränkung der Lagerstätten- und Bergbauforschung auf die Ostschweiz erfolgte aus rein materiellen und personalpolitischen Gründen, weil der Zeitaufwand für die von uns angepeilten Ziele mit den uns zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Mitteln für Jahrzehnte angesehen wurde, was sich mittlerweile auch vollends bestätigt hat.

Unser Verein mit dem zugehörigen Museum besteht ja nun seit über 10 Jahren, und es ist schon viel geleistet worden, das in insgesamt über 46 Heften der Zeitschrift „Bergknappe“ und auch bereits einigen Monographien dokumentiert worden ist. Außerordentlich erfreut haben uns natürlich die jetzt noch laufenden Untersuchungen im Bündner Oberland, speziell in der Region Disentis auf Gold, die mittlerweile von kanadischen Firmen zur Fortsetzung der Schürfungen und

Weiterfinanzierung erwogen werden. Da ich im Moment auch vor einer Schürfung auf Freigold, Scheelit und Bergkristalle in alpidischen Goldgängen am Calanda bei Chur stehe, wird der Aspekt des Auftretens und Entstehens von Goldmineralisationen im westlichsten Ostalpinikum, d. h. in Graubünden, im östlichen Helvetikum der Schweiz, d. h. im Kanton St. Gallen und angrenzenden Gebieten, und in den Zentralalpen das Hauptthema meines Vortrages sein. Nach neuesten Informationen bereitet aber in Disentis und auch anderswo in Graubünden das territoriale Bergregal, wo außer dem Grundbesitzer, im Kommunalbereich ja auch die Gemeindeversammlung das Mitspracherecht hat, bereits erhebliche Schwierigkeiten, da bei der im Bergbau unerfahrenen Bevölkerung das Schlagwort Gold, d. h. das Riechen nach dem „Großen Geld“, nach großen Gewinnen, völlig falsche Vorstellungen erzeugt, und dadurch auch unrealistische Konzessionsbedingungen, wobei nach seriösen Informationen der bisherige Finanzaufwand für die Region Disentis bald 1 Mio. sFr., d. h. ca. 8 Mio. österreichische Schilling erreicht haben dürfte.

Im Rahmen der heute verfügbaren Zeit ist es leider unmöglich, auf alle Goldvorkommen der Schweiz einzugehen, so gern ich dies getan hätte, und so muß ich diejenigen herausplücken, die für genetische und wirtschaftliche Überlegungen von Bedeutung sind.

Es ist sicher nicht allein, aber zu einem großen Teil das Verdienst von Dr. Franz HOFMANN, a. Obergeringieur bei den GEORG FISCHER-Stahlwerken in Schaffhausen, der neben der Herausgabe von etlichen geologischen Kartenblättern der Nordschweiz sich in den letzten Jahren auch intensiv dem Waschgold der Ostschweiz gewidmet hat. Neben einer markanten Goldführung in den Fließgewässern der Nordostschweiz, in einem mittelländischen bis subalpinen Gürtel von Zürich im Westen bis nach Bregenz im Osten streichend, mit einstweilen unbekannter Abgrenzung nach Norden, aber deutlichem Ausklingen – mit einigen Ausnahmen – gegen die konglomeratische Molasse, fast Breitengrad-parallel, etwa hinter St. Gallen, interessieren uns hier natürlich vor allem die Zuflüsse des Alpenrheins.

Abb. 1 zeigt die nahezu kontinuierliche Goldführung am Alpennordrand zwischen Zürich und Bregenz, deren Herkunft nach HOFMANN (1984) zu einem großen Teil aus der Molasse stammen dürfte, nach neuesten mir zugegangenen Resultaten von Waschversuchen von anderen Personen aber vielleicht auch aus der z. T. noch betonartig gepreßten Grundmoräne der Riß- und Würm-Vereisungen hergeleitet werden könnte, d. h. dauernd daraus neu aufgearbeitet würde, was aus den nachfolgenden Ausführungen durchaus ebenfalls erklärlich wäre. Wie man aus der gleichen Abbildung ersehen kann, erscheint mit Ausnahme der Albula bei Filisur und des Averser Rheins bei Außerferrera vor allem der Vorderrhein bis nach Sedrun östlich des Oberalppasses als besonders goldführend. Zwei historisch belegte Goldwaschplätze befinden sich deshalb auch unterhalb von Chur und bei Maienfeld in der Nähe von Bad Ragaz. Die beträchtliche Goldführung bei Rothenbrunnen im Domleschg, inmitten mächtiger Serien von Bündnerschiefern, dürfte indessen kaum aus diesen herzuleiten sein, sondern ziemlich sicher von Vorkommen in Mittelbünden, deren Anstehendes bis heute noch nicht gefunden werden konnte; für das Waschgold von Andeer und Außerferrera wird seit längerem das Val di Lei als Herkunftsort angenommen, wobei in

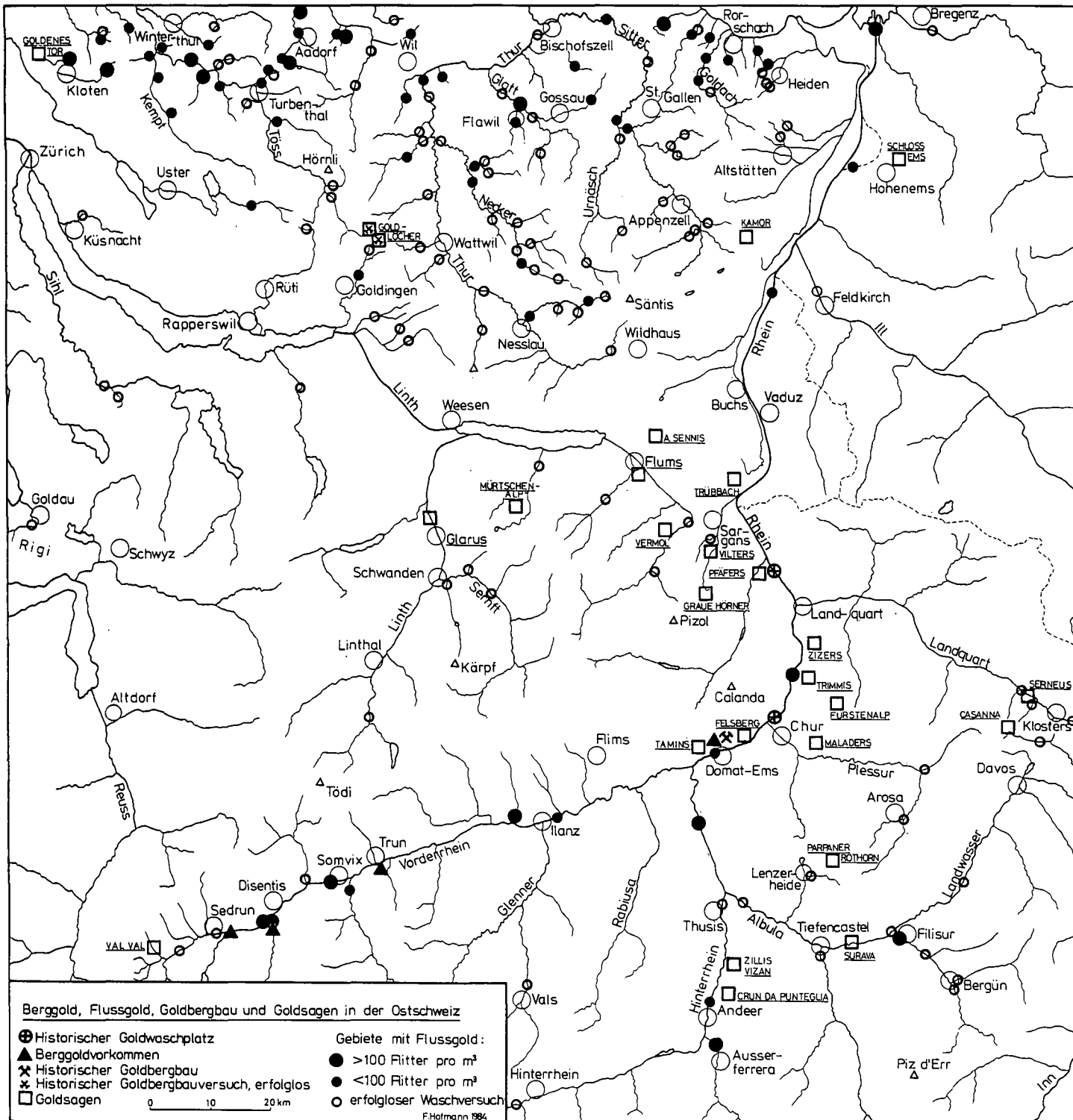


Abb. 1. Berggold, Flußgold, Goldbergbau und Goldsagen in der Ostschweiz (nach F. Hofmann, 1984).

dem heute weitgehend durch einen Stausee erfüllten Tal indessen auch frühere geologische Untersuchungen kein Vorkommen erbracht hatten. Auch für das Waschgold von Filisur liegen bis heute keine bekannten goldführenden Vorkommen oder gar Lagerstätten im gesamten Einzugsgebiet der Albula oder des Landwassers aus der Landschaft Davos vor. Meiner Ansicht nach kämen unter Umständen jedoch im Vergleich mit

den goldhaltigen Fahlerzen im Röti-Dolomit (Muschelkalk) am Calanda bei Chur, wie wir später noch sehen werden, gleichartige und gleichaltrige Fahlerze oberhalb Filisur anstehend in Frage. Untersuchungen dazu sind im Gange. Dazu vielleicht noch etwas Toponomisches, indem Filisur von lateinisch „Vallis Aurea“ hergeleitet wird, was mit „Goldenes Tal“ zu übersetzen ist.

Doch nun zurück zur interessanten Region des Vorderrheins. Wie wohl die meisten von Ihnen wissen, ist die Talfurche des Vorderrheins vom Wallis her bis weit über Chur hinaus die stark zusammengepreßte Wurzelzone der Helvetischen Decken, die nicht nur in der Endphase ihrer Entstehung, d. h. bei der spätertären Hebung, sondern ziemlich sicher schon zu Beginn ihrer Anlage in der Kreidezeit nicht nur leichte Möglichkeiten zur Zirkulation von Erz- und Minerallösungen geboten hat, sondern offensichtlich sogar ähnlich wie im pannonischen Kettengebirge einen beschränkten, aber großräumlichen Vulkanismus im Zeitraum Oberes Eozän – Unteres Oligozän ermöglicht hat. Das Produkt davon ist der sog. „Taveyannaz-Sandstein“, sogenannt deshalb, weil es sich nach meinen eigenen mikroskopischen Untersuchungen in seinen echten Partien eher um einen vulkanischen Tuff bis Tuffit handelt, als um einen Sandstein, da die sedimentäre Komponente mit örtlich wenig Fossilien als eher gering – weniger meistens als $\frac{1}{3}$ – bezeichnet werden muß. Die Mächtigkeit des gesamten Komplexes kann örtlich aber bis 200 m erreichen, und die Art der Fossilien ermöglichte eine Zuweisung ins Priabon (VUAGNAT, 1945). Die Zähigkeit dieses Gesteins ist im übrigen aber derart außergewöhnlich, daß ich bei der Bestimmung des Materiales der Artefakte von gewissen jungsteinzeitlichen – speziell älteres Neolithikum – Kulturen am Zürichsee, z. B. der alneolithischen Pfyner Kultur (WINIGER, 1981), und der übrigen Ostschweiz in gewissen Stationen bis über 50 % als Taveyannaz-Sandstein erkennen konnte. Wenn wir nun diesem Vulkanismus Erz- und andere Lagerstätten zurechnen wollen, müssen wir uns sowohl Zerrklüft-Mineralisationen in den zentralalpiner Massiven, also Aar-, Gotthard- und Tavetscher Zwischenmassiv, und in deren näherer und weiterer Umgebung vornehmen, als auch Lagerstätten in nachgewiesenen oberkretazischen bis tertiären Eruptivstöcken im übrigen Europa, insbesondere in den Ost- und Südalpen und in den Karpaten. Für die Ostschweiz scheinen nach meinen bisherigen langjährigen Erfahrungen in Graubünden die Zerrklüft-Mineralisationen am Calanda im anchi- bis höchstens epimetamorphen parautochthonen Helvetikum über einer Kulmination des Aarmassives, dem „Vättiser Fenster“, eine Schlüsselrolle zu spielen. Während das Freigold in den alpidischen Quarz-Karbonat-Gängen seit bald 200 Jahren bekannt ist (BÄCHTIGER, 1968, 1979), sind asbestartige Turmalin mit Bergkristallen in Gängen in vulkanischen Eruptiva des Perms am Fuße des Calanda erst vor 25 Jahren (DIETRICH et al., 1966), und wundervolle tetragonale Bipyramiden von ockergelbem Scheelit neben viel derbem Material von bis quarzähnlichem Aussehen in Verbindung mit Bergkristallen in Zerrklüften der Obersten Trias (Quarten-Serie/Keuper) sogar erst vor 18 Jahren entdeckt worden (BÄCHTIGER et al., 1972). Schon die Herkunft des Calanda-Goldes mit reichlich Pyrit und etwas Arsenkies in schwarzen Schieferen des Aalenian (Dogger) bereitet immer noch erhebliche genetische Schwierigkeiten (BÄCHTIGER, 1977).

Als erstes ließe es sich alpin regeneriert mühelos aus den vorher erwähnten goldhaltigen Fahlerzen, die in den alpidischen Zerrklüften teilweise zu den Pb-Sb-Sulfosalzen Zinckenit und Robinsonit in Bergkristallen umgewandelt worden sind, herleiten; das Kupfer wäre dabei weiter „abdestilliert“ bis in hö-

her liegende Schichten des Jura, wo es vereinzelt im Korallenkalk auch gefunden werden kann (CADISCH, 1939). Die Herkunft des nahe gelegenen Wolframminerale Scheelit ließe sich aber nicht genau erklären, obwohl es zum Antimon geochemisch doch gut paßt. Andererseits hat der von mir geochemisch nachgewiesene obertriassische Kryptovulkanismus im Schilstal bei Flums im östlichen Helvetikum des St. Galler Oberlandes, von mir bereits erörtert und publiziert (BÄCHTIGER, 1974) im „Festband Friedrich 1974“, einerseits in steilstehenden Quarz-Dolomit-Gängen im darunter liegenden permischen Verrucano an einer Stelle der Mürtchenalp im Kanton Glarus, nämlich in den Gruben „Erzbett“ und „Hauptgrube“, neben silberhaltigen Kupfererzen auch nicht wenig Molybdänglanz geliefert, dazu andererseits in einem benachbarten mitteltriassischen epigenetischen Vorkommen neben Antimonit sogar quecksilberhaltigen Enargit (BÄCHTIGER et al., 1968; BÄCHTIGER, 1974); ein ebenfalls primäres Wolframersz wie Scheelit von vielleicht unscheinbar rein weißer Farbe obertriassischen Alters würde in diese Paragenese geochemisch durchaus passen, konnte aber bis jetzt – außer dem Scheelit und dem geochemisch entsprechenden Bleimolybdat Wulfenit in der Oxydationszone der Fahlerze am Calanda – im osthelvetischen Perm und Trias noch nirgends nachgewiesen werden, wäre aber durchaus zu erwarten.

Die zweite Möglichkeit der Genese ließe sich in der heute modernen „Schwarzschiefer-Mineralisations-Theorie“ sehen, die im Moment sogar für die äußerst monometallischen Mammut-Lagerstätten von Almadén und Rio Tinto angenommen wird, wobei ich, in bester Gesellschaft mit Rohstoff-Kapazitäten des vergangenen NATO-Kongresses im Januar 1987 in Salamanca, insbesondere für die riesigen Quecksilber-Anreicherungen meine erheblichen persönlichen Bedenken für eine sedimentäre Genese anmelden möchte. Die Entstehung mancher Schwarzschiefer auf der ganzen Erde kann sowohl auf eine euxinische Fazies als auch durch Massenabsterben von Algen durch starke Übersäuerung des pH infolge des Austrittes von Kieselsäure im Zusammenhang mit einem versteckten Vulkanismus zurückzuführen sein; im ersteren Falle widerspräche dem der monotone und exklusive Metallgehalt wie beispielsweise das Quecksilber von Almadén, im zweiten Falle wäre außer sedimentärem Absatz eine zusätzliche magmatisch-subvulkanische Differentiation eines in der Nähe liegenden Herdes wohl kaum auszuschließen. Für die letztere Auffassung zur Genese des Calanda-Goldes würden aber ein vulkanischer Tuffhorizont in der Grube „Tschengels“ – heute als titanreicher Serizitit vorliegend (BÄCHTIGER, 1969) – sprechen, sowie weitere und z. T. Kilometer entfernte gleichartige Mineralisationen von Pyrit und Arsenkies, örtlich auch mit etwas Fahlerz, in demselben Aalenian-Horizont wie der Hauptgoldgang. Es ist in diesem Zusammenhang auch unbedingt darauf hinzuweisen, daß wir etwa zur gleichen Zeit im Südwesten vom Calanda die mächtigen Ophiolith-Intrusionen in den Bündner Schieferen des Oberhalbsteins finden können (DIETRICH, 1967), wozu als tele- und kryptomagmatischer Nachhall die mächtigen Eisen- und Mangan-Lagerstätten im Kimmeridge des alten Eisenbergwerkes am Gonzen bei Sargans gezählt werden (EPPRECHT, 1946).

Die dritte Hypothese der Genese mit as-

zendenten alpidischen Lösungen und einer erheblichen Metallzufuhr, vielleicht außer aus dem Basement auch aus der Erdkruste, würde indessen die Herkunft des Wolframs am Calanda am besten erklären. Da die größten Scheelit-Kristalle der Schweiz, ca. 10 cm groß und bis 950 gr schwer, an der Kamme bei Guttannen im Aarmassiv (Haslital) gefunden worden sind – neuerdings auch im Val Giuv (WEIBEL, 1987) in Graubünden in demselben Massiv –, wären auch diejenigen des Calanda über dem „Vättiser Fenster“ aus der dortigen Kulmination des Aarmassives herzuleiten; im Sinne von P. NIGGLI et al. (1940) besteht einstweilen nämlich kein Gegenargument zur Annahme, daß es sich dabei um einen Exsudationsprozeß einer älteren Anreicherung in vielleicht intermediären Gesteinen wie Dioriten und Amphiboliten gehandelt hat; das Calanda-Gold, zumindest partiell ebenfalls azendent, müßte dann aus den nachfolgenden Gründen mit dem Turmalinasbest in Verbindung gebracht werden. Reichlich Turmalin in einem mächtigen Quarzgang mit Hämatit, Albit und etwas Brookit, aber ohne Sulfide, konnte von mir (noch unpubliziert, in Vorbereitung) in der höchstens epimetamorphen Wurzelzone des Illanzer Verrucano bei Illanz gefunden werden. Es ist aber andererseits bezeichnend, daß reichlich Turmalingänge und auch -impregnationen in der Region der Goldfunde bei Disentis relativ weit verbreitet sind (NIGGLI, 1944). Katathermale bis pneumatolytische Vorgänge von sicher alpidischem Alter müssen deshalb in der Zone Chur – Oberalppass eine wichtige Rolle gespielt haben.

Die eigentliche Sensation geschah jedoch im Herbst 1976, als bei der Verbreiterung der Oberalp-Paßstraße oberhalb Disentis in einem Quarzgang in stark pyritisierten Paraschiefern bis Muskovitgneisen Klüfte mit reichlich Sulfiden, vor allem Boulangerit neben etwas Pyrit, Bleiglanz und Zinkblende, und auch ge-

diegen Gold zum Vorschein gekommen sind; letzteres wurde von dort zufällig anwesenden Strahlern zuerst und über längere Zeit nicht einmal als solches erkannt, weshalb nur sehr wenige Stufen geborgen, und das meiste wohl als Schotter der neuen Straße einbetoniert worden ist (RYKART & HOTZ, 1979). Das Auftreten von vereinzelt Körnchen von Freigold in alpinen Klüften der Region ist indessen schon lange bekannt, denn „Goldertz von Disentis“ wurde schon von J. J. SCHEUCHZER (1746) erwähnt, aber in solcher Menge und Größe war es völlig neu und unerwartet. Man denkt bei diesem Neufund natürlich unwillkürlich an die großen Funde von Elektrum mit ca. 41 % Gold und 59 % Silber aus dem relativ nahe gelegenen Gotthardtunnel (STALDER et al., 1973), vor etwas mehr als 100 Jahren. Da wir weitere Goldmineralisationen im Monte Rosa-Bezirk, z. T. mit dem Goldtellurid Calaverit ($AuTe_2$) und dem Silbertellurid Hessit (Ag_2Te) in den Erzgängen von Gondo (Wallis) bzw. der Alpe Formazzolo im Val Calneggia (Tessin) im Vorfeld der z. T. ultrabasischen Ivrea-Zone vorfinden (GRÜNENFELDER, 1957), bin ich im Laufe der Jahre immer mehr zur Ansicht gekommen, daß dort in Verbindung mit der alpinen Faltung wahrscheinlich eine steile Aufstülpung mit relativ guten Zirkulationswegen für Lösungen von Gesteinen der Erdkruste und vielleicht sogar des obersten Mantels stattgefunden haben muß, die auf tektonisch steilstehenden Überschiebungsbahnen den Aufstieg von Erzlösungen, insbesondere Gold und Silber, ähnlich wie an gewissen Stellen in den Karpathen und in den zirkumpazifischen Kettengebirgen, ermöglichen konnte; neueste seismische Tiefenuntersuchungen von insgesamt 3 Nord-Süd-Geotraversen quer durch die Schweizer Alpen haben dies auch weiter erhärtet (Abb. 2, HEITZMANN, 1987). Letzte Restmengen von gelösten mineralischen Stoffen wie auch etwas Metallen wären dann bei der spätalpinen Hebung der herzyni-

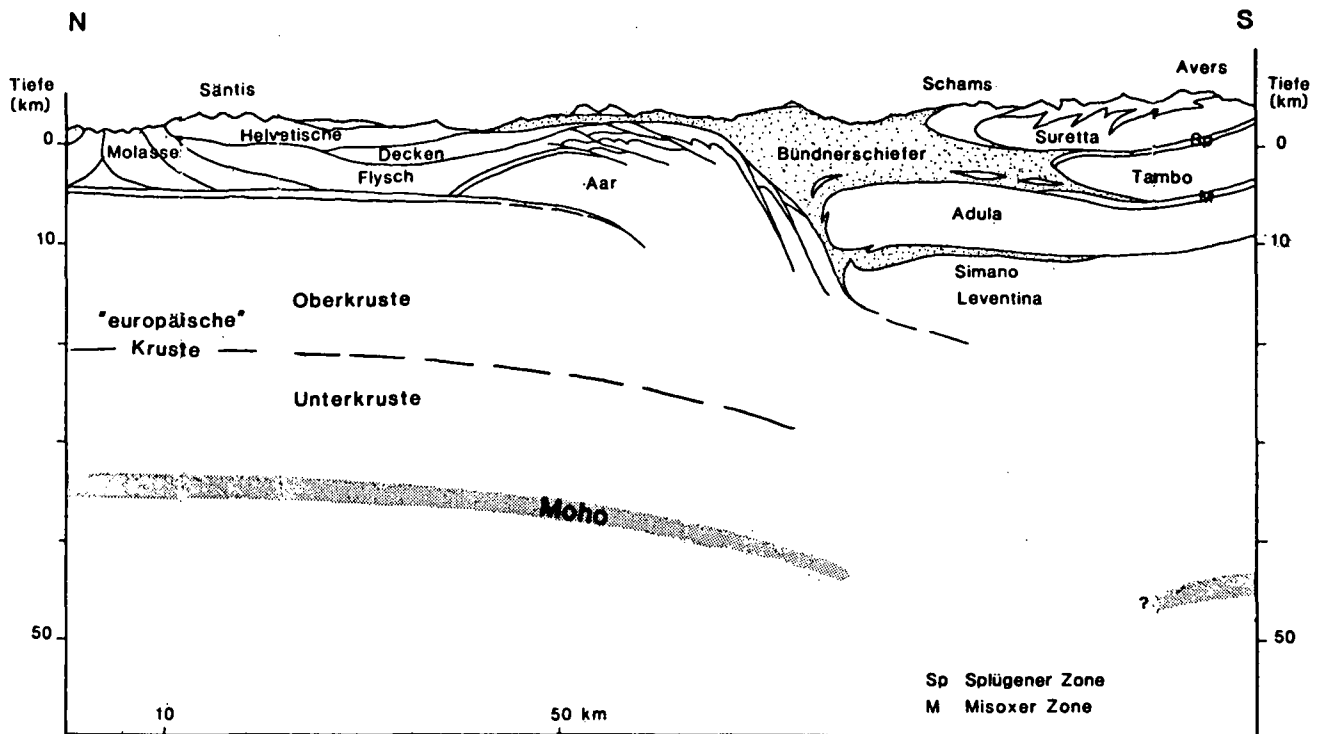


Abb. 2. Geologisches Profil entlang der NFP-20-Osttraverse (von A. PFIFFNER). Zusätzlich wurde der Verlauf der Moho der „europäischen“ Kruste dargestellt, wie er sich aus den Sprengseismik-Profilen ergibt (nach P. HEITZMANN, 1987).

schen Massive zuerst als Imprägnationen in geeignete Störungszonen, und noch später in die alpinen Zerrklüfte gelangt. In neuester Zeit gefundene Goldkristalle von nahezu 1 cm Länge aus Drusen und Klüften in der Lukmanierschlucht sprechen als weitere Argumente dafür. Es ist außerdem ganz klar, daß beim Durchtritt der Lösungen auch herzynische oder noch ältere Lagerstätten regeneriert werden konnten, was mir beim Scheelit im Aarmassiv bei Guttannen, über dem Aarmassiv am Calanda und ganz neu gefunden im Val Giuv bei Sedrun der Fall zu sein scheint. Bei der perl-schnurartigen Anordnung von vielen kleinen Talk- und Serpentin-Stöcken in der Wurzelzone der Helvetischen Decken von Truns im Vorderrheintal bis Brig im Wallis, z. T. von fast monomineralischen Biotit-Linsen begleitet, kann man sich zudem fragen, ob sie nicht ähnlich wie der Malenco-Serpentin im Bergeller Massiv auch von alpidischem Alter sind? Und auch wenn sie nicht als unmittelbare Erzbringer angesehen werden können – der Serpentin enthält zwar oft Auricuprid! –, so konnten doch durch ihr Eindringen und die Ausdehnungseffekte zusätzliche Aufstiegswege erzeugt und alte erweitert werden.

Der Chemismus des anfangs erwähnten alttertiären Taveyannaz-„Sandsteines“ (dioritisch im weitesten Sinn!) wäre somit den goldführenden Karpathen-Vulkaniten am ähnlichsten, so daß hier einer der möglichen magmatischen Herde für alpidische Erzlösungen, oder zumindest aktive Lösungsmittel der westlichen Zentralalpen vorliegen könnte; Gold- und andere, Kriterien abgebende Metallanalysen für diesen von der Ost- bis in die Westschweiz weit verbreiteten und bis 200 m mächtigen vulkanischen Tuff-Tuffitschild, scheinen allerdings noch auszustehen.

Zum Abschluß dieses vielleicht stellenweise etwas summarisch geratenen Exkurses besteht nun die Tatsache von großer Wahrscheinlichkeit, daß wir in den Alpen neben den älteren – jüngsten herzynischen Lagerstätten – sowohl alpin regenerierte als auch ziemlich sicher primäre alpidische Lagerstätten haben können, deren Unterscheidung bei starker tektonischer Beanspruchung, d. h. bei höherem Alter und noch spätalpiner Überprägung nicht immer einfach bis fast unmöglich ist.

Literatur

- BÄCHTIGER, K.: Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mütschenalp (Kt. Glarus, Schweiz). – Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. Lfg. 38, 113 S., 35 Fig., 2 Tab., 4 Taf., 1 geol. Karte, Bern (Kümmerly & Frey) 1963.
- BÄCHTIGER, K.: Die alte Goldmine „Goldene Sonne“ am Calanda (Kt. Graubünden) und der gegenwärtige Stand ihrer Erforschung. 1. Teil: Historisches. – Schweizer Strahler, 2. Jg., Nr. 4, 170–178, 1968.
- BÄCHTIGER, K.: Die alte Goldmine „Goldene Sonne“ am Calanda (Kt. Graubünden) und der gegenwärtige Stand ihrer Erforschung. 3. Teil: Tektonik und Geologie (Trias und Dogger). – Schweizer Strahler, 3. Jg., Nr. 3, 276–289, 1969.
- BÄCHTIGER, K.: Syngenetisch-stratiforme Hämatit- und Pyrit-Vererzungen mit Chlorit und Imprägnationen von Kupfer-Sulfiden in der Quarten-Serie (Keuper) des Schilstaes (St. Galler Oberland). – Archiv f. Lagerst.forsch. i. d. Ostalpen, Sonderbd., 2 (Festschr. Prof. Dr. Ing. O. M. FRIEDRICH), 17–49, 1974.
- BÄCHTIGER, K.: Von der Goldenen Sonne. – Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk „Goldene Sonne“ am Taminser Calanda. – Lapis, 2. Jg., Nr. 9, 14–18, 1977.
- BÄCHTIGER, K.: Der Goldbergbau im alten Goldbergwerk oberhalb Felsberg – Hat es noch Gold in der „Goldenen Sonne“ am Calanda? – Bündner Zeitung, 103. Jg., Nr. 260 (3. Nov. 1979), S. 18/19., 1979.
- BÄCHTIGER, K.: Das Gold am Calanda. – Terra Grischuna, 43/5, 24–27, 1984.
- BÄCHTIGER, K.: Der alte Goldbergbau an der „Goldenen Sonne“ am Calanda bei Chur. – Bergknappe Nr. 38 (4/86), 2–14, 1986.
- BÄCHTIGER, K., BAYER, G. & CORLETT, M.: Komponenten der Enargit-Gruppe als paragenetische Bestandteile der Kupfervererzung im Röti-Dolomit der Alp Tobelwald im Murgtal (Kt. St. Gallen). – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 48/3, 832–835, 1968.
- BÄCHTIGER, K., RÜDLINGER, G. & CABALZAR, W.: Scheelit in Quarz- und Fluorit-Gängen am Calanda (Kt. Graubünden). – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 52/3, 561–563, 1972.
- CADISCH, J.: Die Erzvorkommen am Calanda, Kantone Graubünden und St. Gallen. – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 19, 1–20, 1939.
- CADISCH, J.: Geologie der Schweizer Alpen. – 480 S., 59 Abb., div. Tab., 3 Taf., Basel (Wepf & Co.) 1953.
- DIETRICH, V.: Geosynklinaler Vulkanismus in den oberen penninischen Decken Graubündens (Schweiz). – Geol. Rdschau, 57, 246–264, 1967.
- DIETRICH, V., DE QUERVAIN, F. & NISSEN, H. U.: Turmalinasbest aus alpinen Mineralklüften. – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 46, 695–697, 1966.
- EPPRECHT, W.: Die Eisen- und Manganerze des Gonzen. – Beitr. Geol. Schweiz., Geotechn. Ser., 24, 128 S., 34 Abb., 13 Tab., 1 Taf., Bern (Kümmerly & Frey) 1946.
- GRÜNENFELDER, M.: Erzmikroskopische Beobachtungen an den Goldquarzgängen von Gondo (Simplon, Wallis) und Alpe Formazzolo (Val Calneggia, Tessin). – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 37, 1–8, 2 Fototaf., 1957.
- HEITZMANN, P.: Die Tiefenstruktur der Alpen. – Erste Ergebnisse des Nationalen Forschungsprogramms 20. Neue Zürcher Ztg. (Forschung und Technik), Nr. 292 (16. Dez. 1987) S. 65, 1987.
- HOFMANN, F.: Über den Goldgehalt der Bäche und Flüsse im ostschweizerischen Rhein- und Linthsystem und seine Herkunft. Beziehungen zu Berggoldvorkommen, Orts- und Flußnamen und Sagen. – Minaria Helvetica 4b, 16–24, 1984.
- KIRCHHEIMER, F.: Über das Gold des Alpenrheins. – Sitz.Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, 175/1, 19–33, 1966.
- NIGGLI, E.: Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthardmassivs. – Schweiz. Min. Petr. Mitt., 24, 58–301, 1944.
- NIGGLI, P., KÖNIGSBERGER, J. & PARKER, R. L.: Die Mineralien der Schweizer Alpen. – Bd. I., 300 S., 174 Fig., 15 Taf.; Bd. II, 305–661, Fig. 175–251, Taf. 16–21, 4 Photogravüren, div. Tab., Basel (Wepf & Co.) 1940.
- PLATTNER, Pl.: Geschichte des Bergbau's der östlichen Schweiz, 112 S., Chur (Sprecher & Plattner) 1878.
- RYKART, R. & HOTZ, K.: Erzminerallhaltige Klüfte südlich Segnes/Gr. – Schweizer Strahler, 5/1, 24–35, 1979.
- SCHUCHER, J. J.: Naturgeschichte des Schweitzer Landes. – Zürich 1746.
- STALDER, H. A., DE QUERVAIN, F., NIGGLI, E. & GRAESER, St.: Die Mineralfunde der Schweiz. – Neubearbeitung von R. L. PARKER: „Die Mineralfunde der Schweizer Alpen“, 433 S., 53 Taf., 159 Abb., Basel (Wepf & Co.) 1973.
- STALDER, H. A. & WENGER, Ch.: Scheelit aus dem Aar- und Gotthardmassiv. – Schweizer Strahler, 22. Jg., Vol. 8, Nr. 2, 45–65, 1988.

VUAGNAT, M.: Essai de subdivision à l'intérieur du groupe des grès de Taveyannaz – grès d'Altdorf. – Ecl. Geol. Helv., **37**, 1945.

WEIBEL, M.: Zwei sensationelle Phenakit- und Scheelitfunde im Tavetsch. – Mineralienfreund, **25**, 1987/4, 61–64, 1987.

WINIGER, J.: Feldmeilen Vorderfeld. – Der Übergang von der Pfyner zur Horgener Kultur, Antiqua 8, 285 S., 50 Abb., div. Tab., 111 Taf., Frauenfeld (Verlag Schweiz. Ges. f. Ur-gesch.) 1981.