

DK 549.613.3 (436) : 549.613.1 (436) : 549.613.2 (436) : 553.615 (436)

## Disthen und die zu ihm heteromorphen Minerale Andalusit und Sillimanit in Österreich

Von F. A n g e l, Graz

(Die „Alumosilikate“ Disthen, Andalusit und Sillimanit sind begehrte Rohmaterialien für Hochfeuerfest-Massen; der Verfasser geht auf die Verbreitung dieser drei Minerale in Österreich ein, zeigt Fundorte und deren natürliche Verhältnisse auf und erörtert besonders auch die Bedeutung der natürlichen Eigenschaften der Varietäten dieser drei Mineralien sowie ihrer Lagerstätten, soweit sie für die Benutzung zu Hochfeuerfest-Massen Bedeutung haben oder haben können.)

(The alumosilicates disthene, andalusite and sillimanite are valuable raw materials for refractory mixes; the author describes the deposits of these three minerals in Austria, shows the locations of discovery and their natural conditions and beside comments on the importance of the properties and characteristics of these minerals and their deposits in relation with the eventual use for refractory mixes.)

(Les alumosilicates tels que le disthène, l'andalousite et la sillimanite, sont des matières premières recherchés pour la fabrication de mélanges super réfractaires; l'auteur étudie l'extension de ces trois minéraux en Autriche, en indique les gisements et décrit les conditions naturelles dans lesquelles ils se présentent; il insiste aussi sur l'importance des propriétés naturelles des variétés de ces trois minéraux et de leurs gisements, en se plaçant du point de vue de l'intérêt qu'ils présentent ou peuvent présenter pour la production de super réfractaires.)

Für die Hochfeuerfest-Industrie spielen als Rohstoffe drei mineralische Bildungen des Alumosilikates  $Al_2SiO_5$  eine wichtige Rolle: Disthen, Andalusit und Sillimanit; sie sind heteromorphe Modifikationen des genannten Alumosilikates. Ihre unterscheidenden Eigenschaften stehen hier nicht zur Debatte, man kann sie in jedem Lehrbuch der Mineralogie oder in mineralogischen Spezialarbeiten nachschlagen, aber alle drei kann man als Rohstoffe für feuerfeste Produkte benutzen, nachdem man sie für die nötigen Arbeitsgänge vorbereitet hat.

Diese Vorbereitung besteht namentlich in der Gewinnung von reinem Material für die technischen Prozesse. Was im folgenden erörtert werden soll, ist die Frage: In welchem gegenseitigen Verhältnis trifft man in der Natur die drei Modifikationen in Österreich? Welche Eigenschaften spielen für die Gewinnung und Verwertung eine Rolle? Wo sind sie im allgemeinen zu finden und wo konzentrieren sie sich in der Menge, daß man von nutzbaren Lagerstätten sprechen kann? Es sei vorweggenommen, daß in Österreich der Disthen die einzige der drei genannten Modifikationen ist, die örtlich lagerstättenbildend auftritt. Vorkommen an sich gibt es eine Menge, zudem aber hat selbst der Disthen mehrere Abarten, welche für die technische Nutzung nicht gleichwertig sind; es soll ausgeführt werden, weshalb, und es sollen auch die Lage der Vorkommen und Lagerstätten sowie ihr Umfang zur Sprache kommen.

### I. Technisch bedeutsame Abarten von Disthen

Hiezu gehören Körnung und Wuchsform, Aggregationen von Disthen-Individuen, Färbungen,

Reinheit des Materials, Paragenesen und Kristallisationsgeschichte.

Die natürliche Körnung der Disthene schwankt beträchtlich in der Größe. Das einzelne Körnchen kann mikroskopisch klein sein und hat dann die Gestalt kleiner Schüppchen von unregelmäßiger, unvollkommener Kristallform; solche Schüppchen können zu feinen Filzen zusammentreten, (siehe A n g e l (1921)). Es ist wahrscheinlich, daß diese Art des Auftretens technische Vorteile gegenüber groben Kristallstengeln oder Aggregaten hat, davon z. B. Bündeln, Büscheln, Garben, wirren Stengelaggregationen. Darin können die Einzelkörner, welche die Form breiter (cm-Bereiche) und langer (dm-Bereiche) Stengel besitzen, dabei aber bloß wenige mm dick sein mögen, untereinander ziemlich gleich dimensioniert sein.

Einen morphologischen Sonderfall stellen die Disthene der Lagerstätte am Krennkogel (Südhang der Koralmpe, schon in Kärnten) dar. Hier bilden die Disthene auf m-Bereiche in „B“ des Gesteinsgefüges sich hinziehende, recht grobe Kristallkornstränge, die in Parallelausrichtung, auf ziemliche Entfernung sichtbar, einen quarzreichen Glimmerschiefer in dichter Packung durchwachsen haben. Es sieht aus, als wäre der Fels von dicken Seilen durchzogen, welche aber nicht rund, sondern kristallkantig umrissen sind. Einen anderen morphologischen Sonderfall kenne ich von einem Rhätizit-Garbenschiefer aus dem Ostabfall des Kleinen Malteiner Sonnblicks (Hochalm-Ankogelgruppe, Kärnten, über 2600 m Seehöhe), A n g e l - S t a b e r (1952). Das Gestein ist zart grau, fast weiß, und besteht bis zu mehr als 80% aus farblosen, klaren Disthenadeln im cm-Längen-Bereich, welche zu Garben oder Sphäroliten aggregiert sind. Diese haben



Durchmesser im cm-Bereich und drängen sich lückenlos aneinander. Die als Verunreinigung zu betrachtenden, locker eingestreuten Eisenglimmertäfelchen, die wenige Volumsprozent ausmachen, wären durch eine Aufbereitung unschwierig abtrennbar. Es ist bisher der einzige Fundort eines derartigen Auftretens, die sichtbare Masse beträgt etwa 1500 t. Mehr ist davon noch nicht bekannt.

Gesteine, welche Disthen oder seine blaue Abart Cyanit als Kornsorte enthalten, sind in den Ostalpen häufig, aber normalerweise sind ihre Disthengehalte enttäuschend gering, soweit es sich um Glimmerschiefer oder phyllitische Glimmerschiefer handelt. Ich habe in einigen Fällen (von Mitarbeitern) Disthengehalte aus Schlif- fen ausmessen oder aus petrochemischen Analy- sen bestimmen lassen; hier die Ergebnisse:

	Disthen- Volumsprozent
Hellglimmerschiefer, nahe Brendl- stall, Gleinalpe	0,5
Hellglimmerschiefer, Hauensteiner Kessel, Gleinalpe	4,0—5,0
Hellglimmerschiefer, Reif-Hauenstein, Gleinalpe	2,5
Phyllitischer Glimmerschiefer, Tiefsattel, Gleinalpe	8,5—9,0

Die Areale, wo man dies findet, sind zwar recht geräumig, aber die Gehalte (Volumsprozent, Ge- wichtsprozent, Normprozent) sind lagerstätten- mäßig völlig unbedeutend.

Ich habe aus meinen zahlreichen und lang- jährigen Alpenexkursionen schon den Eindruck gewonnen, daß es — und durchaus nicht selten — Glimmerschiefer mit Disthengehal- ten neben gemeinem Almandin und Staurolith, fallweise auch Chloritoid, gibt, die bedeutend höher liegen als die von mir aus Gleinalpen- glimmerschiefern angegebenen. So betrug der Gehalt an Disthen, vermengt mit Cyanit, nahe dem Waschgang im obersten Melnikkar, See- höhe etwa 2500—2600 m, um oder über 10 Volumsprozent. Wie hoch die Gehalte an Disthen in Glimmerschiefern der Sulzbachtäler (Hohe Tauern, Venedigergruppe) sind, ist in der Literatur unbekannt. Ich selbst habe dort weder geschätzt noch gemessen, sondern habe das Ge- biet nur besucht.

Ein anderer Sonderfall betrifft das Gestein Radentheinit (Angel), über welches der Verfasser in (7) 1968 und sein Mitarbeiter, Dipl.-Ing. F. Laskovic, genauere Angaben gemacht haben. Darnach hat dieser bisher nur im Magnesitbereich der Millstätter Alpe be- schriebene Typus eines kristallinen Schiefers in seinem Vorkommensraum, dort, wo sein Disthen- gehalt durch grobe Ausmessungen an Blöcken annähernd ermittelt werden konnte, 40—70— 50—35—55—16—37—25 Prozent. Meist ist dieser Disthen unscheinbar blaugrau, in der Gestalt ge-

drungen prismatisch, doch gibt es Abarten von weißer, hellblauer oder fleckiger Färbung. Tech- nisch interessant sind die Mineralpartner des Disthens im Radentheinit für die Aufbereitung, was aus der folgenden Zusammenstellung nach der Dichte ersichtlich wird:

**Kornsorten im Radentheinit, Millstätter Alpe**

**Nebenkornsorten:**

Rutil . . . . .	D = 4,23
Magnetkies . . . . .	4,65
Pyrit . . . . .	5,00
Hämatit . . . . .	5,26
Apatit . . . . .	3,18
Zirkon . . . . .	4,70
Ilmenit . . . . .	4,75
Graphit . . . . .	2,23

**Hauptkornsorten:**

Almandin . . . . .	D = 4,10
Disthen . . . . .	3,59
Staurolith . . . . .	3,74
Biotit . . . . .	3,00
Quarz . . . . .	2,65
Orthoklas . . . . .	2,57
Andesin/Oligoklas . . . . .	2,66

Die Nebenkornsorten machen nur sehr geringe Mengen aus, die Hauptkornsorten dagegen be- herrschen den Mineralbestand und sind mit über 90 % in ihm vertreten. Wir haben den Mineral- bestand in einem bestimmten Fall aus einer Ge- steinanalyse herausgerechnet und in Norm- prozenten dargestellt. Normprozentage werden aus Analysen nach einem konventionellen Rech- nungsverfahren (N i g g l i) ermittelt und sind des- wegen vorteilhafte Darstellungsmittel, weil sie zwischen Volumsprozenten und Gewichtsprozen- ten liegen. Da nun ohnedies Fehlerbreiten bei Volums- wie bei Gewichtsprozenten mitspielen, die Normprozentage aber davon frei sind, wenn der Analytiker verlässlich war, genügt die Ge- nauigkeit der Normprozentage unseren Ansprüchen. Der gewählte Modellfall vom Luckner- graben liefert folgendes Ergebnis:

**Normativer mineralischer Aufbau eines Radentheinites vom Lucknergraben**

Graphit . . . . .	0,95 Normprozent
Goethit . . . . .	0,40
Magnetkies . . . . .	1,13
Magnetit . . . . .	1,19
Rutil . . . . .	1,36
Quarz . . . . .	1,73
Andesin . . . . .	14,62
Orthoklas . . . . .	12,55
Biotit . . . . .	11,78
Almandin . . . . .	11,55
Staurolith . . . . .	1,58
Disthen . . . . .	41,16
	<hr/> 100,00



In den Prototypen der Radentheinite spielen aber Feldspäte keine Rolle, so wie es auch mit Quarz der Fall ist. Im ganzen gesehen sind die Gesteine vorherrschend aufgebaut aus Disthen, mit namhaften Beimengungen von Granat und Biotit sowie kleinen Mengen von Graphit und Rutil.

Die Gesamtmengen der Radentheinite im Bereich der Millstätter Alpe sind schätzungsweise immerhin so bedeutend, daß ihre Nutzung als Rohmaterial für die Disthengewinnung in Frage kommt.

**Farbige Disthenabarten.** Die von Sammlern geschätzten blauen Disthene heißen Cyanite. Ihre Farbe wechselt von einem zarten Hellblau über Himmelblau zum Kornblumenblau, zuweilen aber auch bis Schwarzblau, besonders dann, wenn sich die Färbung auf den Kristallkern konzentriert, wo sie sich dann wie ein Kanal abzeichnet, der farblos umringt sein kann. — Auf der Millstätter Alpe fand ich neben solchen Formen auch türkisblaue bis türkisgrüne und in der Literatur werden auch gelbfarbige Disthene beschrieben. Für uns ergibt sich die Frage: Woraus besteht die färbende Substanz und tritt sie in einer Menge auf, die technisch von Bedeutung sein kann? Die jüngsten Daten darüber habe ich von Vendl und Mandy 1958 (22). Darnach beruht die schöne Blaufärbung darauf, daß der Disthen gewisse kleine Mengen von  $\text{FeO}$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nebeneinander enthält. In verschiedenen Exemplaren wurden in Gewichtsprozenten beobachtet: 0,14 bis 1,123  $\text{FeO}$  und 0,10 bis 1,609  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Wie der Farbton mit der Menge wechselt, war nicht festgehalten worden, ebensowenig, ob die Farbe selbst wechselt, etwa von Blau nach Grünblau. Es kann vorläufig noch nicht gesagt werden, ob etwa die grünlichen Farbtöne mit einem Überwiegen von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  gegenüber  $\text{FeO}$  zusammenhängen; gelbe Farbtöne können durch  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  allein bedingt sein. Ich versetzte im Zusammenhang mit Färbungsfragen eine konzentrierte Lösung von Wasserglas mit frisch gelöstem Ferrosulfat und dialysierte durch einen porösen Tontiegel. Außer Wasser wurde kein weiteres Reagens verwendet und nicht gerührt. Das Ergebnis war ein tief tintenblaues Gel, das sich mehrere Tage, nämlich bis das Überstehwasser verdunstet war, unverändert hielt. Dann hellte sich die Farbe auf und zum Schluß war das trockene Gel rein weiß. Ein Umschlag auch nur eines Teiles der Masse auf Gelb wurde nicht beobachtet, die weiße Farbe veränderte sich an der Luft nicht. — Die Färbung und der Farbumschlag sind komplizierte Abläufe unter komplexen Bedingungen. Man kann nun fragen, wo die Farbzentren im Disthen sitzen, ob sie in das Gitter eingebaut sind oder in ihm gleichmäßige Einschlußwolken bilden. Das ist weder untersucht noch festgestellt worden. Eine elektronenmikroskopische Untersuchung könnte die Frage vielleicht klären helfen. Technisch bedeutsam

scheint mir zu sein, daß ein solcher Eisengehalt im Disthen dessen Qualität als Rohstoff bereits mindert.

Diese farbigen Disthene kommen, häufig eingewachsen, in körnigen Quarzmassen — ich nenne sie Quarzfelse — vor. Sie bilden in Schieferbereichen mit höherer petrographischer Fazies pegmatoide Massen von unregelmäßigen Umrissen, Beulen, Schwielen, Nester oder auch Quarzfelsgänge, Quarzfeladern und Adergeflechte. Die Kubaturen sind bisweilen beträchtlich, streichend bis über 100 m, Teufen sichtbar über mehrere Zehnermeter, Mächtigkeiten einige wenige Zehnermeter. In diesen Gebilden treten die Disthene bis Cyanite grob- und langstengelig mit guten Kristallformen auf. Sie sind fast stets örtlich gehäuft, entweder zu Bündeln, Büscheln oder unregelmäßigen, wirren Kornschlieren aggregiert, manchmal auch in Form starker Wandbewüchse an den Flanken der Quarzfelsgangmassen, wie z. B. auf den Talggenköpfen (Grat Schönbichler Horn—Greiner, in den Zillertaler Alpen, in Höhen um 3000 m Seehöhe). Derzeit liegt noch keine systematische Untersuchung über Verbreitung und Massen solcher Gesteine und speziell ihrer Disthenmengen vor, nach meiner Erfahrung kommt der ganze Kristallinraum der österreichischen Ostalpen in Frage.

Außerhalb davon, nämlich im Kristallin um das Donautal in Niederösterreich, gibt es noch ein anderes Gestein, welches kleine blaue Disthene, also Cyanite, als wesentliche Kornsorte enthält. Das ist ein großer Teil der Granulite. Es sind klein- bis mittelkörnige, sehr helle und in den hier interessierenden Abarten willkommenerweise glimmerfreie, gneisige, kristalline Gesteine, aufgebaut aus Quarz, Feldspäten, feinkörnigen Granaten in bestimmter Abart und eben dem Cyanit. Auch hier fehlen Studien über die Cyanitgehalte und Massen der Vorkommen.

Pegmatoide bis gangförmige Quarzfelse mit Disthen, pseudomorph nach Andalusit. Solche Gesteine kommen in den österreichischen Alpen in zwei weit auseinanderliegenden, großen Bereichen vor: Im Westen vom Fervall mit Unterbrechungen über das Kauner- und Pitztal bis in die Stubai Alpen, speziell Sellraintal, und im Osten im Bereich der Saualpe (Kärnten) und Koralpe (Kärnten und Steiermark). Die Vorkommen steigen überall aus Tälern bis in die bedeutenden Kammhöhen hinauf, also 2000 m und weit darüber. In beiden Großbereichen herrschen die gleichen besonderen Gesteinsgesellschaften: die eben zitierten Pegmatoide und Verwandten, dann die sogenannten Disthen-Flasergneise und schließlich noch bestimmte Abarten von Eklogiten.

Pseudomorphosen, in welchen eine der polymorphen Modifikationen eines Minerals für eine andere desselben Minerals eintritt, werden häufig ohne feinere Unterscheidung „Paramorphosen“ genannt. Die Bezeichnung Paramorphose



trifft aber nur dann exakt zu, wenn ein Kristallkorn eines bestimmten Minerals durch ein Korn eines anderen ersetzt wird, so etwa bei der Umwandlung von gewissen Pyroxenen in einen bestimmten Amphibol, den Uralit. Der gegenständliche Fall liegt indes anders: Da wird der Andalusitkristall ersetzt durch einen ganzen Filz feiner Disthenkriställchen; das entspricht zwar wohl dem Begriff Pseudomorphose, aber nicht dem einer Paramorphose, und ich möchte daher beim Begriff Pseudomorphose schlechthin bleiben, obgleich es sich bei dem Trio Andalusit/Disthen und auch noch Sillimanit um polymorphe Modifikationen desselben Stoffes im Sinne des Chemikers handelt, nämlich um  $Al_2SiO_5$ . Vgl. dazu Literatur (15), (17), (18), (19), (20), (23). Diese Pseudomorphosen haben die Andalusitgestalt vielfach noch ganz unverseht bewahrt, z. B. im Bereich der Lüssener Alpe in Tirol, wo sie auch in Schiefergesteinen vorkommen, oder in einigen Pegmatiten und Pegmatoiden aus der Koralpe; Vorkommen „Am Sprung“ (Kärnten) und am „Schmuckenkögler“, nach dem Bauern Schmuck bei Glashütten, Steiermark. Dort hat eine alte Verwitterung kleine sandige Depots geschaffen, in welchen die ausgewitterten Pseudomorphosen nach Andalusit so unverseht erhalten sind, daß sie von Bauernkindern gesammelt und wie Ankerbausteine zum Spielen benutzt wurden. Die in solchen Fällen sichtbaren Vorräte habe ich im Koralpenbereich zu schätzen versucht, sie sind in allen Fällen so gering, daß sie für eine industrielle Verwendung nicht in Frage kommen.

Der Disthen in den „Disthen-Flasergneisen“. Diese Gesteine sind Paragneise, haben also Abkunft von Sedimentgesteinen und wurden durch wahrscheinlich mehraktige Metamorphose in regionalen Ausmaßen zu dem, was sie heute sind. Um ihre Erforschung bemühten sich im Koralpenbereich Kieslinger (20) und Beck-Mannagetta (9), im Saualpenbereich Pilger und seine Schule (16).

In natürlichen Aufschlüssen treten diese Schiefergesteine von verschieden heller aschgrauer oder bräunlichgrauer Farbe unmittelbar über dem gewachsenen Fels in Gestalt großer dicker Platten zutage; auf ihren s-Flächen (Schieferung) sieht man ein Hellglimmer-Quarz-Gewebe mit wechselnd hohem Anteil, zu welchem örtlich noch — ebenfalls in wechselnden Proportionen — Biotit, gemeiner Mischalmandin, auch Staurolith hinzutreten kann, auch geringe Mengen von Nebenkornsorten, wie Rutil, Graphit u. a. In diesen Geweben fallen schon im Aufschluß die großen hellgrauen Wülste auf, die herauswittern und bald dieselbe Form haben wie die weiter oben beschriebenen Pseudomorphosen nach Andalusit, bald die Form von „Nudeln“ oder von etwas flachgedrückten, länglichen Fladen mit leicht unregelmäßigen Umrissen. Derartige Gesteine ziehen sich im Koralpenbereich bis weit nach

Norden, wo sie sich um Hirscheegg herum als „Hirscheegger Gneis“ manifestieren. Von einem Hirschegger Gneis kann auch eine chemische Analyse und optische Ausmessung vorgelegt werden, welche das Gestein bildhaft repräsentiert (4).

### Hirschegger Gneis aus der Gegend von Hirscheegg

#### Rosiwal-Analyse in Volumsprozent

Quarz . . . . .	36,35
Oligoklas, 22 An . . . . .	26,85
Biotit . . . . .	7,95
Muskowit . . . . .	16,70
Misch-Almandin . . . . .	6,00
Disthen . . . . .	4,30
Rutil und Erz . . . . .	1,85
	<hr/>
	100,00

Der ausgewiesene Disthen gehört den oben erwähnten Fladen oder Flatschen, auch Flasern genannt, an und baut diese Flasern als Gewebefilz auf; seine Körnchen sind von mir bereits einmal abgebildet worden (2). Sie stellen kleine Schüppchen mit Umrissen dar, die deformiert worden sind. Im Mikroskop sind ausgefranste, gezackte, abgerissene Teile ehemals intakter Kriställchen mit Längen bis um 40 Mikron und Breiten von gegen 20 Mikron zu erkennen; auch Zergleitungen nach (001) sind beobachtbar. Ein solcher Zustand wäre für die technische Verarbeitung nur günstig.

Es ist nicht untersucht worden, ob der Kriställchenfilz der Disthene in den unverformten Pseudomorphosen nach Andalusit aus intakten Kristalliten aufgebaut ist oder auch schon aus verformten. Es fehlt auch eine durchgreifende Untersuchung der so zahlreich und örtlich weit voneinander zu findenden Pseudomorphosen nach Andalusit in Flaserformen, Flatschen, Nudeln, die sich über die gesamten Koralpe- und Saualpe-Flasergneise erstrecken müßte.

Das Ergebnis müßte die Frage beantworten, ob und wo, in welchen Gesteinstypen, in den Flatschen oder Flasern usw. noch Andalusitreste im Disthenfilz zu beobachten sind und wo und wie die Deformation der Disthen-Kleinformen durchgreift. Das wäre für technische Eigenschaften des Rohmaterials bei der Weiterverarbeitung von Bedeutung.

Von Pilger (16) wurde die Auffassung vertreten, daß die Disthen-Flasern allgemein in den Disthen-Flasergneisen von primären Andalusiten herzuleiten seien und der Disthenkristallisation in regionalem Ausmaß in den Ausgangs-Paragneisen eine Andalusitkristallisation vorausgegangen sei. Das hat viel für sich, wengleich auch andere Möglichkeiten für die regionale Entstehung von solchen Flasern erwogen werden müßten. Darüber fehlen eingehende Studien.



Aus den oben angegebenen Gehaltsziffern für Disthen für den Hirschegger Gneis (4,30 %) soll aber nicht vermeint werden, die Disthengehalte wären überall im Hoffnungsbereich so gering.

Ich nahm mir die Mühe, den Gehalt an Disthenflasern, Flatschen, Nudeln usw. in der Natur auszumessen, und fand im Koralpengebiet in Bereichen, die ich wegen der sichtlich hohen Gehalte ausschied, häufig Disthengehalte von 10, 15 und 20 %, bisher selten — wie z. B. am Krennkogel (Koralpe, Kärnten) — bis 40 %. Herr Kollege Prof. K o r i t n i g, jetzt Göttingen, nahm auf meine Bitte ebenfalls solche Ausmessungen vor und kam auch zu den oben angegebenen Ziffern. Aus dem Saualpenraum kenne ich solche Messungen noch nicht.

Ein Umstand bedeutet für die Aufbereitung Schwierigkeiten und Kosten: Die Disthenflaser sind sehr häufig in eine feinschuppige Muskowithülle verpackt. Sie müssen für die weitere technische Verarbeitung vom Glimmer weitgehend befreit werden, was seinerzeit (während des Krieges) mit Erfolg durch Abbürsten versucht worden ist. Auch auf Einschlüsse müssen die Flaser geprüft werden. Granat und Biotit des Muttergesteines müssen ferngehalten werden.

Es ist auch unerlässlich, daß aus den hoffigen Bereichen ganze Serien von Schliffausmessungen gewonnen werden, um die gesamte Variationsbreite der Mineralbestände der hoffigen Gesteinsbereiche erfassen und nutzen zu können. Dabei stößt man auf die Frage, wohin mit dem Abraum, der ja 80 % und mehr ausmachen kann. Transportiert man das Rohmaterial — das sind die Flasergneise — zu Tal, so fällt der Abraum dort an; versucht man schon in den natürlichen Vorkommen eine Vorauslese, so bleiben gewaltige Abraummassen am Ort. Dort aber befindet man sich in Wäldern oder in Weidebereichen, die Seehöhen betragen zwischen 1200 und 2000 m (Koralpe). Ähnlich verhält es sich auf der Saualpe. Da spielen also für die Gewinnung des Rohmaterials auch schon die klimatischen Bedingungen eine Rolle.

Das Abraummaterial enthält, wie aus der Analyse des Hirschegger Gneises qualitativ zu entnehmen ist: Quarz, Oligoklas (einen sauren Ca-Na-Feldspat), Biotit, Muskowit und Granat. Es wäre die Frage zu klären, wie man davon möglichst viel zu speziellen Verwendungen verwenden könnte. Liegen bleiben dürften diese Massen nirgends, denn sie würden überall eine Gefahr für Wasserläufe und deren Wirken bedeuten.

Disthene aus Eklogiten. In den Großbereichen Saualpe und Koralpe der Flasergneise treten auch Eklogite auf und diese können u. a. auch Disthen in der Abart Cyanit enthalten. Ich kenne davon zwei Vorkommen im Saualpengebiet und führe sie als Beispiele an. Das eine liegt im Saualpen-Westhang, nahe Kupplerbrunn, aus dem Görtschitztal erreichbar. Hier

bildet der schöne, spätige, blaue Cyanit Nester im Eklogit, aber seine Masse ist gering. Die zweite Stelle ist eine isolierte, der Größe nach unbedeutende Eklogitmasse im Saualpen-Osthang, zwischen Wolfsberger Hütte und Marhaltberg, nahe der Münzhütte; der Weg Wolfsberger Hütte—Lading geht an ihr knapp vorbei. Dort ist der Cyanit feinkörnig und gleichmäßig im Eklogit verteilt. Die Menge ist für technische Zwecke unbedeutend.

Andalusit. Größere Massen von intakten Andalusiten sind bisher aus Österreich nicht bekannt. Gemeldet wurde er aus „Quarzlinzen“ in Glimmerschiefern des niederösterreichischen Waldviertels, aber häufig ist er dort von Sillimanitfasern umrindet oder gänzlich in Sillimanit umgewandelt. Heller Glimmer verunreinigt das andalusitische Rohmaterial. Im gleichen Großbereich fand man unversehrten Andalusit im Fellingener Schriftgranit.

Technischen Versuchen wurden diese Andalusite nicht unterworfen. Wir wissen also nichts von seinem Verhalten beim Versuch, ihn in Hochfeuerfest-Material umzuwandeln.

Sillimanit. Diese dritte der polymorphen Modifikationen von  $Al_2SiO_5$  wäre an sich die begehrteste. Aber auch sie kommt bei uns nur in geringen Mengen vor (Niederösterreich). Der Sillimanit tritt fein-langfaserig in Büscheln oder Filzen auf, seine Muttergesteine sind Gneise verschiedener Art, z. B. Granulitgneise, Schiefergneise, Biotit-Plagioklasgneise. Er verdrängt in diesen Gesteinen Biotit und auch Plagioklas und ist hier demnach sekundär in die Paragenese gekommen.

Seinerzeitige Meldungen von Sillimanit in steirischen kristallinen Schiefern haben sich nicht bestätigen lassen.

Ein aussichtsreiches Objekt ist in Österreich nur der Disthen, und so sei zum Abschluß dieses Abschnittes noch einmal zusammengestellt, in welchen Abarten dieser Disthen vorkommt:

1. Grobstengeliger, strangförmig aggregierter Disthen vom Krennkogel (Koralpe).
2. Disthen des Rhätizit-Garbenschiefers, Typus in Melnikkar, Kärnten, nahe dem Waschgang.
3. Disthen in verschiedenen Arten von Glimmerschiefern in den Alpenländern, als Kornsorte.
4. Disthen in Radentheinit, derzeit nur bekannt von der Millstätter Alpe.
5. Farbige Disthene, besonders Cyanite, in Quarzfelsen, Quarzgängen und Quarzfeldadern.
6. Cyanit als Kornsorte niederösterreichischer Granulite.
7. Disthene pseudomorph nach Andalusiten in Pegmatoiden und Quarzfelsen bis -adern.



8. Disthen-Kornflasern, oft erkennbar pseudomorph nach Andalusit in „Disthen-Flasergneisen“.
9. Disthen (Cyanit) in Eklogiten.

## II. Übersicht über Vorkommen und Lage disthenhaltiger Gesteine in Österreich

Der Stoff ist leichter überschaubar, wenn er von Westen nach Osten in Bundesländern vorgetragen wird. Es kann nur eine Auswahl geboten werden, da es derzeit nicht von Nutzen ist, alle Fundorte vereinzelter oder für die technische Gewinnung bedeutungsloser, geringhaltiger Gesteine anzugeben.

### Vorarlberg

Angaben lieferten Gasser (17), Bemerkungen auch Cornelius in Aufnahmeberichten aus dem Fervall (Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien).

Da trifft man im Fervalltal wieder mit einem Eklogitzug (im Fasul) Schiefergneise, die an die Disthenflasergneise erinnern, und „Andalusite“ = Pseudomorphosen von Disthen nach Andalusit. Diese Gesteinsgesellschaft zieht sich von Osten ins vordere Montafon, wo aus dem Rellstal und Vandans (Rhätikon-Seite des Montafon) wieder die „Andalusite“ gemeldet wurden. Dasselbe auch von der Heimspitze südwestlich Gaschurn, also im innersten Montafon. Dort sind die Pseudomorphosen, wie auch in den oben erwähnten Vorkommen, in dünne Muskowitfilze eingehüllt. Systematische Daten über Verbreitung der Muttergesteine und der Andalusite/Disthene liegen meines Wissens nicht vor.

### Tirol

Am bekanntesten sind die „Andalusite“. Die in den Glimmerschiefern der Lüsenser Alpe (= Lüsenser Tal und Alpe) verbreiteten gedrungenen Prismen sind in verschiedenem Ausmaß, bis zur Aufzehrung von Andalusit, disthenisiert. Das Fundgebiet ist ausgedehnt, man findet Gesteinsstücke mit reichen Andalusit/Disthen-Gehalten in vielen großen Museen der Welt, natürlich auch in Österreich, in den Sammlungen unserer Museen, Hochschulinstitute und in Privatsammlungen. Das Lüsenser Tal, nach dem durchziehenden Bach auch Melachtal genannt, mündet bei Gries in das Sellraintal. Die in (17) und (19) angegebenen Fundorte Lüsenser Alpe, Achselmaurach (am Achselkogel), Melchgallen (Gallwiesalpe), Juifenalpe (Juchenalm) liegen im Ostgehänge des Lüsenser Tales, der Schindelsbach (Schöntalbach) im Westgehänge und dort gibt es auch eine felsige Erhebung, „Ober Achsel“, rund 2600 m Seehöhe, auf die sich auch „Achselmaurach“ besser eignen würde als auf

die Höhe „Achselkogel“ im Ostgehänge. Es wäre gut, Mineraliensammler auf den Plan zu rufen, um die Sellrain-Liesenstaler Fundortbezeichnungen zu revidieren und neue Angaben zu machen.

Hier wäre auch zu versuchen, wie sich Disthenpseudomorphosen mit Andalusitresten beim Prozeß, der sie zum Hochfeuerfest-Material macht, verhalten.

Übrigens wird aus diesem Fundbereich berichtet, daß sich die Andalusit/Disthene, so wie anderswo auch hier, in Quarzfelsadern der Glimmerschiefer zeigen und daß sie oft von weißem Glimmer umrindet sind.

In den Stubai Alpen gibt es aber in Glimmerschiefern und damit verbundenen Quarzfelsadern oder anders geformten Quarzfelsmassen Rhätizit und Cyanit, die zu den erwähnten Pseudomorphosen in keiner Beziehung stehen. Sie liefern indes keine größeren, technisch interessanten mineralischen Körper.

Aus dem Pitztaler Bereich werden die oben erwähnten Pseudomorphosen vom Loibiskogel (Loibisalpe) und dem Tulfertal genannt, weiters auch aus dem Kaunertal vom Glockturm (17).

Aus den Stubaiern und dem Kaunertal wird Buchholzit (eine Abart von Sillimanit) gemeldet, welcher die Andalusit/Disthen-Paragenesen begleitet. Über Verbreitung und Vorrat kenne ich keine Angaben.

In den Nordtiroler Zillertaler Alpen möchte ich die schönen groben Cyanite nennen, die mit Quarzfelsen zusammen auf den Talggenköpfen, einer lokalen Dreitausenderkette im Kamm Schönbichlerhorn—Großer Greiner, ansteht. Trümmer davon fand ich auf der Furtschagelseite im Furtschagelkar, unter den obersten Wandabstürzen. Auch von der Hörbergeralpe im Schlegeisgrund wurden Disthene gemeldet, wahrscheinlich sind das mit den Seitenbächen antransportierte Schuttstücke. Wo die vom Greiner in (17) genannten Greiner-Disthene herkommen, weiß ich nicht; unter „Greiner“ ist ja ein größerer Bereich zu verstehen und das anstehende Vorkommen kann räumlich so klein sein, daß es einem Wanderer, der nicht sehr viel Zeit zur Suche verwenden kann, verborgen bleibt. Den bei Hintze (19), Band II, angeführten „Hörpinger Grund“ im Greiner Bereich kenne ich nicht, es dürfte sich um eine Wort-Verballhornung handeln.

Aus Osttirol kenne ich die Disthene von Eklogitvarietäten, die in den Gastacher Wänden anstehen; das ist die Venediger Gruppe mit den Fundorten Kleiner Happ (Disthen in Glimmerschiefer), Dorferalpe (z. T. in Schiefen, lose Trümmer von Eklogit mit Disthen). Auch aus der Kleinitz bei Prägraten wurden Cyanite gemeldet. Aus den Deferegger Alpen kenne ich stengeligen Disthen vom Hochgrabe-Gipfelkörper um 2800 m.



### Salzburg

Von West nach Ost trifft man größere Disthengehalte in Glimmerschiefern der mittleren Sulzbachtäler. Hier handelt es sich um größere Reserven und die Ausbeutung wurde auf Grund von Überprüfungen erwogen, in letzter Zeit war indes nichts mehr davon zu hören.

Blauer Disthen wurde im Mühlbachtal gefunden, im Weichselbachtal tritt er gelb, weiß und braun in Paragenesen mit Quarz und hellen Glimmern auf, im Fuschertal erscheint er breitstengelig, ferner am Naßfelder Tauern (= Niederer Tauern). Damit sind wir durch den Pinzgau in den Pongau eingerückt, wo es ebenfalls vereinzelte Vorkommen gibt, so z. B. an der Türchlwand, über 2600 m Seehöhe, zwischen Bacheben im Rauriser Hüttwinkeltal im Westen und Anger im Gasteiner Tal im Osten. Ein Cyanitvorkommen von der Brennalpe liegt im Bereich des Großarltales.

Auch der Lungau birgt einige Disthen- bzw. Cyanitvorkommen. Erwähnt sei hier das Vorkommen im Mißblitztal bei Ramingstein.

Über Qualitäten, vor allem aber Vorratsmassen von interessierenden Muttergesteinen, Glimmerschiefern, kann ich keine Angaben bringen.

### Kärnten

In diesem südlich des Tauernhauptkammes gelegenen Bundesland ist die Lage bisher günstiger. Es seien zunächst einige Vorkommen in der Hochalm-Ankogel-Gruppe angeführt. Da gibt es Cyanite in Quarzfelspackung (Adern, Putzen, Schwielen) am Fuß der Lonza bei Mallnitz. Sie liegen in Glimmerschiefern mit Granat, Staurolith und Disthen.

Ein an Cyanit sehr reicher Glimmerschiefer liegt als Hügel in jener geräumigen Karnische über dem Melniksee und der Eißigspitze. Der Cyanitgehalt wurde am Handstück mit 25 Volumsprozent geschätzt, der Umfang dieser Gesteinsmasse konnte nicht ausgemacht werden, da sie unter Firn tauchte. Die Seehöhe ist zwischen 2500 und 2600 m, das bedeutet, daß das Vorkommen nur wenige Monate im Jahr schneefrei ist.

Die klimatischen wie lagemäßigen Gegebenheiten gelten gleichermaßen für das Vorkommen weiter westlich in einer Schieferserie, die unter die Marmore der Silbereckscholle einfällt. Hier befindet man sich ebenfalls in einer der höchsten Karnischen des Melnikkares. Auf engem Raum, in einer wenig mächtigen Gesteinslage, trifft man Glimmerschiefer an, welche 14—25 % weißen Rhätizit führen und neben diesem auch Staurolith, Sismondin, Eisenrahm, in einer Varietät auch Epidot; Granat fehlt.

Das interessanteste Glied dieses Schieferstoßes aber ist der schon weiter vorn erwähnte Rhätizit-Garbenschiefer. Wenn auch die örtliche und klimatische Situation von diesem Vorkommen ab-

schreckt, so darf doch damit gerechnet werden, daß man ein gleichartiges Vorkommen bei systematischer Suche auch in günstigerer Lage findet und sich damit beschäftigen kann. Deshalb wird es hier erörtert.

Die Radentheinite. Auch über diese Gesteine und ihre Disthengehalte sowie einige andere Umstände (siehe weiter vorn) wurde bereits berichtet. Bisher hat man dieses schöne, disthenreiche Gestein in Österreich nur auf der Millstätter Alpe beobachtet (7). Die Vorkommen liegen in einem Areal zwischen Nörringsattel und Lammersdorfer Berg und Rauter-Winkelstation (Materialeiseilbahn des Werkes Radenthein der OAMAG). Sehr gut überschaubar waren die Anstehend-Vorkommen entlang der Nord—Süd-Erstreckung des Magnesitzuges der Lagerstätte Millstätter Alpe. Die Verbreitung ist noch nicht in allen Einzelheiten erschlossen und auch die Variabilität des Kornbestandes ist noch nicht ganz durchleuchtet. Zur Zeit, als der Magnesit-Tagbau noch im Gange war, habe ich im Anstehenden mit Hilfe primitiver Ausmessungen die Disthengehalte entlang des Magnesites, aber auch solche abseits davon zu schätzen versucht und fand 16—70 Volumsprozent in örtlicher Streuung. Aus einer Gesteinsanalyse vom Lucknergraben (beim Stollen) 41 Normprozent Disthen.

Da die Radentheinitkörper zu beiden Flanken des Magnesitkörpers in die Tiefe setzen, könnten sie bergbaumäßig noch immer erschlossen werden, trotz des heute gegenüber den Zeiten des Tagbaues stark veränderten Aussehens des Lagerstättenbereiches. Es wäre auch nötig, die übrigen, heute noch zusammenhanglosen Vorkommen der Radentheinite (Strecke Lammersdorfer Alm—Lammersdorfer Berg; Obereder—Krug—Possegger; Lucknergraben und Stöffl—Dabor) detailliert zu kartieren und die Variation ihres mineralischen Aufbaues festzustellen.

Die Radentheinite werden von Granatglimmerschiefern begleitet, die Quarzfelsmassen in Gang-, Schwielen-, Nest- oder Aderform und schöne, hell- bis tiefblaue, türkisblaue oder türkisgrüne, oft auch tief tintenblau gekernte, farblos umrindete Cyanite enthalten. Zum Unterschied von den Radentheiniten sind hier die nutzbaren Vorräte nur ganz unbedeutend (Sammlerobjekte).

Es wäre lohnend, eine Neuberechnung der Radentheinitvorräte vorzunehmen und ebenso die darin enthaltenen Disthenvorräte zu erfassen.

### Die Disthen-Flasergneise als Disthen-Muttergesteine

Der Bereich dieser Gesteine ist sehr groß. Er umfaßt — natürlich nicht lückenlos — sehr große Teile der Saualpe, das ist ein bis über 2000 m Seehöhe hinaufreichender Gebirgsstock, der sich



nach Westen zum Görtschitztal bis auf rund 500 und rund 750 m absenkt, im Osten zum Lavanttal mit Talhöhen von rund 400 bis rund 700 m. Dieser ganze Bereich gehört zu Kärnten. Aber jenseits der Lavant, nach Osten zu, steigt aus diesen Talhöhen die Koralpe auf, von der nur etwa die Hälfte noch nach Kärnten gehört. Die andere Hälfte gehört schon zur Steiermark. Die Landesgrenze, die durch das erzhöfliche Gelände zieht, verläuft zwischen der Paßsenke der Weineben (etwa 1600 m Seehöhe, östlich über dem Ort Glashütten, Steiermark) auf dem Gebirgskamm in Südwesten auf den Großen Speikkogel, 2141 m, dann buchtig nach Südosten bis zum Dreieckkogel, 1522 m, ständig absinkend dann wieder südwärts über den Gradischkogel zur Sobothen Straße, die südlich von St. Vinzenz überquert wird. Diese wichtige Straße verbindet die südliche und mittlere Steiermark mit Eibswald als Ausgangspunkt und Unterkärnten, wo Lavamünd ihr kärntnerischer Endpunkt ist. Das Kartenblatt 29, Kor- und Saualpe, Freytag-Berndt, Touristen-Wanderkarte, Wien, gestattet es, die folgend genannten Fundorte zu überschauen. Über Natur und Bedeutung der Disthen-Flasergneise wurde bereits berichtet, ebenso über die mit ihnen verbundenen Pegmatoide und Quarzfelskörper mit Disthen-Pseudomorphosen nach Andalusit.

Um die Erforschung der Gesteinswelt dieses und des anschließenden steirischen Bereiches haben sich in jüngerer Zeit *Clar* und *Meixner* (11), (12), (13), (14) verdient gemacht, zuletzt *Pilger* und seine Schule (16). Das betrifft aber wesentlich den Bereich der Saualpe. Für den Koralpenbereich fallen große Verdienste *Beckmannagetta* (9) zu, und zwar sowohl für den kärntnerischen als auch für den steirischen Teil, dem Forschungen von *Kieslinger* (20) vorausgegangen waren. Wir sind damit trotz der Größe des Bereiches schon gut orientiert. Aus den Arbeiten (16) erfährt man auch etwas über die Mächtigkeiten der höffigen Gesteine, nämlich der Disthen-Flasergneise: Sie liegen in mehreren Stockwerken (Zonen) in den Profilen übereinander, es gibt eine untere, mittlere und obere Disthen-Flasergneis-Zone und an verschiedenen Orten konnten Mächtigkeiten angegeben werden.

So z. B. nördlich vom Löllinggraben 150 m; im Saualpen-Kammgebiet an der Forstalpe bis zur Kleinen Saualpe hat die obere Disthen-Flasergneis-Zone 600 m und eine mittlere solche Zone 500 m Mächtigkeit, sie führt aber eine Abart der Gesteine, nämlich Disthen-Staurolith-Schiefergneise. Eine tiefer liegende Disthen-Flasergneis-Zone hat lokal 200 m Mächtigkeit, die sich aber lokal auf 50 m reduziert. Aus dem Bereich Toplitz—Löllingberg werden 150 m Disthen-Flasergneise angegeben. Von der Forstalpe werden 500 m Disthen-Flasergneise in einem anderen Niveau angeführt; aus einem Hohenwart-Profil 500 m; aus einem Niveau am Kienberg

über 700 und 1000 m, am Kleinen Saualpen-Speikkogel 2000 m. Diese Disthen-Flasergneise werden einerseits auch aus dem Weißenbachtal gemeldet, der Ostabdachung der Saualpe, andererseits auch von der Westabdachung, der Hahntratte (in der Karte als Handtratte eingetragen). Literatur siehe (11), (12), (13), (14).

Was in diesen Gneisarealen nun noch zu erheben wäre, das ist der Gehalt an Disthen-Flasern und ihre kartenmäßige Darstellung. Aber man muß schon mit dem sehr zufrieden sein, was allein in den letzten Jahren hier an geologischer und petrographischer Aufnahmearbeit geleistet worden ist.

Vom Kärntner Koralpenabschnitt, jenseits der Lavant zwischen Wolfsberg und Twimberg (Packstraßen-Auffahrt), sei an dieser Stelle nur ein Vorkommen im Pressinggraben erwähnt, das schon bei *Hintze* (19) genannt wird; hier „gneisartige Glimmerschiefer“, d. i. Disthen-Flasergneis, begleitet von Quarzfelsadern, Knauern, Segregaten verschiedener Gestalt, die wieder die Disthen-Pseudomorphosen nach Andalusit enthalten. Damit wende ich mich dem steirischen Koralpengebiet zu, wo meine Darstellung, den Überlappungen folgend, gelegentlich auch über die Landesgrenze zurück nach Kärnten führt.

### Steiermark

Die beschriebenen Disthen-Flasergneise der Saualpe treten auch in der Koralpe auf und ich schließe sie daher hier an, obgleich die Steiermark auch eine Reihe andersartiger Disthen-Vorkommen hat. Wie im Saualpenbereich, sind auch hier die Disthen-Flasergneise in engem geologischen Verband mit Quarzfelsen und Pegmatoiden, welche gestaltlich vorzüglich erhaltene Pseudomorphosen von Disthen-Filzen nach Andalusit enthalten, und mit Eklogiten. Ein paar Worte noch zum Begriff Quarzfelse. Sie werden irreführend oft einfach als Quarz bezeichnet, worunter nun Gesteine verstanden werden; diese Ausdrucksweise ist genauso schlecht, als wenn man reine Kalksteine als Calcite bezeichnete.

Quarzfelse sind also „einfache“ Gesteine, die nur oder übermächtig herrschend aus Körnern des Minerals Quarz aufgebaut sind, so wie analog Kalksteine aus Körnern des Minerals Calcit. Diese Quarzfelse sind örtlich oft ganz rein, aber häufig enthalten sie in wechselnder Menge auch ein oder ein paar andere Mineralien als Kornsorten, wie eben im behandelten Fall Andalusit oder Disthen-Pseudomorphosen, auch Stengel von Cyanit usw. Pegmatoide sind pegmatit-ähnliche Übergänge zu den Quarzfelsen. Sie haben schon weniger Feldspäte als die Pegmatite, weniger Glimmer, weniger Turmalin usw.

Der interessierende Bereich der Disthen-Flaser-



gneise im steirischen Teil der Koralpe ist wie folgt begrenzt:

Ausgangspunkt ist die Paßsenke der Weineben im Norden, von dort entgegen dem Uhrzeigersinn nach Südwesten zur Eibleralm, dann nach Süden zum Steinschneider und zur Krakaberg-Westschulter, nach Südosten zum Fuß des Krenn-gefälles am Glitz- und Kreuzbach (der im weiteren Oberlauf auch Krennbach heißt), nach Osten zum Ochsenwald-Kohlenbrenner, nach Norden zur Brendlhütte, nach Westnordwest auf die Garanasalpe, nach Norden zum Waxen-Treibriegel, nach Nordosten nach Maria Glashütten, nach Nordwesten über die Weinebenstraße zurück zum Ausgangspunkt Weineben.

Dieses stattliche Areal liegt über dem Koralpenkamm und dem Ostgehänge und überlappt örtlich schon Kärntner Gebiet. Es liegt in Seehöhen zwischen 1200 m (Glashütten 1275 m) und 2100 m (Großer Speikkogel 2141 m). In den höheren Regionen und am Kamm ist die Almregion, die Flanken sind von Hochwäldern besetzt. Im Norden verläuft eine Autostraße, welche Deutschlandsberg (Steiermark) über Weineben und Pressinggraben mit St. Gertraud im Lavanttal (Kärnten) verbindet. Nach Westen und Osten führen Bäche in steilen Läufen, ähnlich wie im Fall Saualpe. Der Gebirgsfuß liegt im Osten gegen 400 m hoch, im Westen über 400 m, der Gebirgsscheitel aber steigt über die Weineben mit ihren rund 1600 m Seehöhe auf kurzer Strecke bis über 2100 m auf und senkt sich nach Süden bald auf rund 1700 m. Dies muß man zur Beurteilung der eventuellen Abbausituation zur Kenntnis nehmen und erwägen. Der interessierende Bereich ist mehrere Monate im Jahr unter Schnee!

So wie in anderen ähnlichen Vorkommen sind die Pseudomorphosen Disthen nach Andalusit in Pegmatoiden und Quarzfelsen so unverletzt, unverdrückt und unverformt in ihrer andalusitischen Kristallform, daß die ersten Beobachter in diesem Bereich, die Brüder W e s s e l y (23), sie als tatsächliche Andalusite ansprachen. C z e r m a k widmete ihnen eine besondere Studie (15) und zählte eine Reihe von Vorkommen auf: Glitzbach, „Am Sprung“, Schmuckenkögerl (bei Glashütten). Aus letztgenanntem Vorkommen stammen die „natürlichen Ankerbausteine“, mit welchen, wie bereits erwähnt, die Bauernkinder schon vor Jahren spielten. Von diesem Typus wären noch einige Lokalitäten aus der Nähe zu melden, aber ihre technische Bedeutung im Verein mit der zu erwartenden Masse ist zu gering, um sich weiter damit zu beschäftigen.

Anders steht es um das Auftreten der D i s t h e n - F l a s e r g n e i s e im oben umgrenzten Bereich. Wenn man diesen Bereich durchsucht und auch außerhalb im Norden, an der Grenze Koralpe-Stubalpe, nachsucht, so findet man die Disthen-Flasergneise sehr verbreitet und zuweilen als einen Subtypus von Gesteinen entwickelt, so bei

Hirschegg. Hier ist der Disthengehalt unbedeutend und gegenwärtig gerade noch wissenschaftlich von Interesse.

Im von mir hierorts behandelten Vorkommen liegt — und das zu wissen ist nötig — der Fall so, daß inselhafte Bereiche von beträchtlicher Ausdehnung und relativ hohen Disthen-Flaser-Gehalten voneinander durch leere oder solche Räume isoliert werden, in welchen der Disthen-Flaser-Gehalt auf den des Hirschegger Gneises herabsinkt. Interessante Bereiche mit 10 bis 20 Volumsprozent Disthen haben Abmessungen von 250 bis 2000 m Streichen, 100 bis 250 m Erstreckung quer zum Streichen und erkennbare Teufen von 20 bis 50 m, womit aber gemeint ist, daß man nicht mehr in den Aufschlüssen sehen kann. Die wahren Teufen sind sicher größer, das zeigt sich ja in den Mächtigkeitsziffern aus der Saualpe. Aber schon die mittels der bescheiden erfaßten Ausdehnung im hier behandelten Gebiet führen auf recht gut untermauerte Vorräte von Disthen im Betrag von rund 56 Millionen Tonnen Rohdisthen. Durch die Säuberungsprozesse am Rohgut wird davon noch etwas abfallen: Die Glimmerhüllen der Fläsern müssen entfernt werden; stark durch Einschlüsse verunreinigte Flatschen müssen abgeschieden oder umständlich gereinigt werden usw.

Da es sich um einen Modellbereich handelt, seien nun die wirklich hoffigen Bereiche im umgrenzten Areal aufgezählt; von Norden nach Süden, also von der Weineben ausgehend nach Süden:

1. Reihalm (Steiermark)
2. Brandhöhe West (Kärnten)
3. Reihwald (Steiermark)
4. Draxriegel (Kärnten)
5. Moschkogel Ost (Steiermark) und West (Kärnten), (Himmelreich)
6. Bärental (Steiermark)
7. Am Sprung—Eibleralm (Kärnten)
8. Bärentalkogel—Steinmannl (Steiermark)
9. Glitzalm—Glitzbach (Steiermark)
10. Krakaberg (Kärnten)
11. Siebenbrunn (Kärnten)
12. Krennkogel (Kärnten)
13. Ochsenwald (Steiermark)
14. Rabofen (Steiermark)
15. Maderkogel—Burgstallofen—Schloßbauernalm (Kärnten)

Man kann das sehr schön auf der oben zitierten Touristenkarte eintragen und ersehen. Die Vorkommensgruppe reicht also an vielen Stellen von der steirischen auf die Kärntner Seite hinüber, ist aber im Ganzen wünschenswert geschlossen.



Damit möchte ich das Kapitel Disthen-Flaserneise nunmehr beschließen, nicht ohne noch daran zu erinnern, daß diese Disthen-Flasern auf anwitternden s-Flächen z. B. recht auffällig als graue Wülste, Nudeln, Prismen mit gerundeten Kanten, weniger oft als gerundete Fladen hervortreten; am Krennkogel geradezu in Form gebündelter Taue. Es ist also unschwierig, im Gelände hochhältige und arme Muttergesteinsdistrikte auszumachen und abzugrenzen.

Mit Material vom Krennkogel machte das Kaiser-Wilhelm-Institut Deutschlands erfolgreiche Versuche, Hochfeuerfest-Körper zu gewinnen, was jedoch gegen Ende des zweiten Weltkrieges abgebrochen wurde. Das Material wurde gebrochen und handausgelesen und in diesem Zustand mit einer Tragtierkolonne zu Tal und weiter in das Versuchslabor gebracht.

#### Einzelne andere Fundorte dieser Disthen-vorkommen im Koralpenraum

Schon von Hatle (18) und Hintze (19) wurden die Disthenvorkommen, teils Flasern in Gneis, teils die metamorphosierten „Andalusite“ in Quarzfelsmassen verschiedener Gestalt aus dem Feistritzachtal, erwähnt. Die Feistritz kommt von St. Vinzenz (Soboth, schon Kärnten) herab und mündet nach weitem Lauf bei Hohenmauthen (Jugoslawien) als Bistrica in die Drau, nachdem sie jenen Krumbach aufgenommen hat, in welchen das ja schon erwähnte Glitzachtal mit seinen „Andalusit“-Schiefer- und Quarzfels-trümmern einmündet.

Es wurde auch schon erwähnt, daß die Bereiche mit den erörterten Schiefen auch eklogitische Gesteine enthalten. Eine nahe Örtlichkeit am Ostende der Soboth, am Krumbach gelegen, heißt Mautnereck. Dort soll im Eklogit auch Cyanit gefunden worden sein. Ich erinnere mich nicht, im Mautnereck-Eklogit Disthen beobachtet zu haben.

Geht man wieder weiter nach Norden, in die Hirschegger Gegend, so ist dort neben dem Hirschegger Gneis auch stengeliger, zu größeren Stengelklumpen gehäufte Cyanit oder weißer Disthen gefunden worden. Noch weiter im Norden, im Bereich Stubalpe—Gleinalpe, ist Disthen häufig Kornsorte von Granatglimmerschiefern. Ein reiches Vorkommen davon, dessen Ausdehnung und Disthengehalt nicht bekannt sind, bildet Felsausbisse zwischen Gaberl (Stubalpen-Schutzhaus) und Stübler Gut.

Die hoch gelegenen Teile des Hauensteiner Kessels unter dem Bussardkogel, Brendlstall und Ochsenkogel, Gleinalpe, werden von Granat-Hellglimmerschiefern aufgebaut, die neben

Staurolith auch wechselnde, aber immer bescheidene Beträge an Disthen enthalten. Ähnliche Vorkommen kennt man aus dem Gebiet Predlitz-Turrach und noch anderen Orten, wo altkristalline Glimmerschiefer in der Steiermark vorkommen, wie in den Niederen Tauern. Bisher ist darunter kein Bereich namhaft gemacht worden, der technisches Interesse wecken könnte.

Altbekannt ist auch ein Disthenvorkommen aus dem Gabler-Graben südlich von Admont (18). Dort wurden auch in jüngerer Zeit, z. B. durch E. Krajiček (Joanneum, Graz), Funde getätigt. Über eine mögliche technische Bedeutung ist dabei nicht diskutiert worden.

#### Niederösterreich

Hier interessieren Vorkommen von Andalusit und Sillimanit, die aber derzeit auch kein größeres Interesse beanspruchen können (21).

**Andalusit.** Bei Schönau südlich von Zwettl, also im Waldviertel, führen Quarzfelslinsen in Glimmerschiefer rosenrote Andalusitprismen im Längsschnittformat  $30 \times 8$  mm. Sie sind aber entweder von faserigem Sillimanit eingehüllt oder auch ganz in Sillimanit pseudomorphosiert, obendrein durch Muskowit verunreinigt. Intakte Andalusitstengel enthält der Schriftgranit von Felling.

**Sillimanitbüschel** oder andere Faseraggregate sind bekannt aus den Granulitgneisen von Emmersdorf; den Biotit verdrängen Sillimanite in biotitreichen Plagioklasgneisen bei Pielach, Prackersberg, Loosdorf, Kammegg. Ähnliches ist bei Rothenhof (Stein), Dürnstein, Senftenberg, Schiltern und Gars bei Fall. Biotitverdrängend und Lagen bildend kennt man Sillimanit-Faseraggregate aus Gneisen bei Fuglau, Himberg, Taitendorf, Thurnau, Pyrawies, Gänshof, Klein Heinrichschlag, Kremsberg. Über Vorräte in Niederösterreichs Waldviertel liegen keine Daten vor.

**Cyanit** tritt in Granuliten bei Karlstetten, Göttweig, Unterbergen, Pöchlarn, Marbach/Donau, Etmannsdorf, Krug, Steineck, St. Leonhard, am Kamp-Mittell auf.

In Glimmerschiefern vom Stockkern, Dreieichen, Breiteneich (Stengel von einigen Zentimetern Länge), Jesuitenmühle bei Krems wurden Kristallstengel bis zu 10 cm Länge gebündelt angetroffen, ebenso vom Siritzbach (Langenlois/Lengenfeld), vom Klopffberg bei Stiefern, von Strazing bei Krems und von Kottaun. Selten fand man Disthen auch in Gneisen bei Gars, Maissau, Kottes und Idolsberg. Auch für diese Vorkommen im niederösterreichischen Hochkristallin beiderseits der Donau fehlen quantitative Angaben.

#### Zusammenfassung

Die Vorkommen speziell von Disthen und seinen Varietäten in Österreich wurden im Hinblick auf

Eignung und Besonderheiten für technische Zwecke systematisch vorgeführt und, wo es er-



reichbar war, Vorratsgrößen, Gehalte der Muttergesteine sowie die Verbreitung erörtert.

Aussichtsreich erscheinen bisher bloß die Vorräte an dem bisher einzigartigen Gesteinstypus Radentheinit mit seinem Vorkommen auf der Millstätter Alpe und die großräumig und mit großen Mächtigkeiten verbreiteten Disthen-Flasergneise des Saualpen- (Kärnten) und Koralpengebietes (Kärnten und Steiermark). Diesen Typen entsprechen in Westösterreich analoge Gesteinstypen, aber da hat eine praktisch gerichtete Forschung noch kaum begonnen.

Was zur Weiterverfolgung des Themas nun vorerst zu tun wäre, ist eine sehr genaue Erhebung

nicht bloß aller Disthenvorkommen in Österreich und ihrer Muttergesteine, sondern auch eine quantitative Erfassung derselben. Des weiteren wären Überlegungen hinsichtlich der Abbauwürdigkeit, der Aufbereitungsprozesse und des Brennverhaltens der verschiedenen Paragenesen und Typen, wie sie ja im Text zusammengestellt sind, im Hinblick auf die Verwendung in der Feuerfest-Industrie anzustellen.

Diese Vorbereitung zum bergbaulichen und industriellen Zugriff wird viel Arbeit und Zeit benötigen und hoffentlich ein breiteres Team junger Wissenschaftler und Techniker auf den Plan rufen!

### Summary

Especially the deposits of disthene and its varieties in Austria were discussed in detail with respect to suitability and special characteristics for technical purposes and where possible the size of the deposits, content of the matrix and spreading were discussed, too.

As far only the reserves of the unique type called Radentheinite seem to have a good chance with the deposits on the Millstätter Alps and broadly difused disthene-Flasergneis of the „Saualpe“ (Carinthia) and the region of the „Koralpe“ (Carinthia and Styria). In Western Austria there occur similar types of minerals but a straight

forward research work has not yet started. In persuance of this subject for the first not only all the disthene deposits in Austria with their matrixes should be recorded thoroughly but also the quantities available. A further step would be investigations on mining suitability, grinding, milling and screening process and burning behaviour of the various parageneses and types with regard to their use in the refractory industry.

Pioneer work will be required before mining and industrial use of these minerals will be achieved and it is hoped that a greater team of young scientists and engineers will be interested in.

### Résumé

Les gisements de disthène et de ses variétés situés en Autriche ont été soumis à une étude systématique du point de vue de leur aptitude à être utilisés dans des buts techniques et, dans les cas où cela était possible, on a indiqué la valeur des réserves, les teneurs des roches mères et l'extension.

Les seules réserves paraissant offrir jusqu'à présent des perspectives sont celles d'un type de roche particulier, la radentheinite, dont le gisement se trouve dans les Alpes de Millstatt, ainsi que les disthènes-gneiss se présentant sur de grandes étendues dans le Saualpe (Carinthie) et dans la région du Koralpe (Carinthie et Styrie). On trouve des roches correspondant à celles-ci en Autriche occidentale, mais une recherche orientée y a à peine été commencée. Il faudrait maintenant, pour poursuivre l'étude de ce sujet,

non seulement établir un relevé précis de tous les gisements de disthène et de ses roches mères situés en Autriche, mais aussi recueillir des données quantitatives les concernant. Il faudrait ensuite acquérir de l'expérience avec les disthènes et en particulier avec les différentes paragenèses et les différents types, tels qu'ils ont été réunis dans le texte, en les soumettant à des processus susceptibles d'en faire des matériaux super réfractaires. A ce propos, il faudrait s'interroger sur ce qui doit être fait ou peut être fait pour l'exploitation de ces très importantes réserves. Ces préparations à des travaux miniers et à une exploitation industrielle, exigeront beaucoup de travail et de temps et il faut espérer qu'elles susciteront la vocation d'une équipe constituée de nombreux jeunes scientifiques et techniciens!

### Literaturverzeichnis

1. Angel, F.; Gesteine der Steiermark; Natw. V. f. Steierm. **60** (1924).
2. Angel, F.; Mineralmorphologische Bemerkungen zum mittelsteirischen Kristallin; Tschermarks Min. u. Petr. Mitt. **35** (1921), 3—4.
3. Angel, F.; Petrographisch-geologische Studien im Gebiet der Gleinalpe; Geol. B. A. Wien **73/1** (1923).
4. Angel, F., u. A. Rusch; Chemisch-petrographische Untersuchungen an Gesteinen der Stubalpe (Steiermark); Min. u. Petr. Mitt. **39/5**, 6 (1928).
5. Angel, F., u. N. Birnbaum; Zur Kenntnis der Gleinalm-Paraschiefer; Tschermarks Min. u. Petr. Mitt. **36/2**, 4 (1924).
6. Angel, F., u. F. Heritsch; Ein Beitrag zur Petrographie und Geologie der Stubalpe; Jb. Geol. St. Anst. Wien **69/1**, 2 (1920).
7. Angel, F., u. F. Laskovic; Über einige Gesteine und deren Kornsorten aus der Umgebung der Radentheiner Magnesit-Lagerstätte auf der Millstätter Alpe (Kärnten); Radex-Rundschau **1** (1968).



8. Angel, F., u. R. Staber; Gesteinswelt und Bau der Hochalm-Ankogel-Gruppe; Innsbruck, bei Wagner (1952).
9. Beck-Mannagetta, P.; Über das Kristallin der Koralpe; *Casopis pro mineralogii a geologii R.* **13 c/2** (1968). Hier auch die eingehenden Literaturnachweise von Beck-Mannagetta's Arbeiten.
10. Brunnlechner, A.; Die Minerale des Herzogthums Kärnten; Klagenfurt (1884).
11. bis 14. Carinthia II, Klagenfurt; namentlich die Bände **68** (1958), **70** (1960), **71** (1961) und **73** (1963).
15. Czermak, F.; Neue Funde von Paramorphosen nach Andalusit im Gebiet der Koralpe (Steiermark); *Cbl. Min.* (1938), A, S. 47—58.
16. Clausthaler Geologische Abhandlungen **5** (1970); Arbeiten von Pilger und Mitarbeitern über die Geologie der Saualpe.
17. Gasser, G.; Die Minerale Tirols einschließlich Vorarlbergs und der Hohen Tauern; Innsbruck (1913).
18. Hatle, E.; Die Minerale des Herzogthums Steiermark; Graz (1885), bei Leuschner & Lubensky.
19. Hintze, C.; *Handbuch der Mineralogie II* (1890 und 1897) und *E III* (1965/68); Leipzig, Veit & Co., ferner De Gruyter, Berlin.
20. Kieslinger, A.; Geologie und Petrographie der Koralpe; Sitz-Ber. d. Akad. d. Wiss., Wien I—IX, B. **135**.
21. Sigmund, A.; Die Minerale Niederösterreichs; Wien—Leipzig, Deuticke (1909).
22. Vendl, A., u. T. Mandy; Über die blaue Farbe einiger Mineralien; *Acta Min. Petr.* **XI**, Univ. Szegediensis, Szeged, Ungarn (1958).
23. Wessely, C. u. M.; Über ein Vorkommen von Andalusit in der Steiermark; *Mitt. Natw. V. f. Steierm.* (1903).