

Die Uranfunde in Bayern von 1804 bis 1962

(einschließlich der radiometrischen Messungen)

Von Hugo Strunz, Berlin

Mit 28 Tabellen, 66 Abbildungen im Text und auf XX Tafeln, sowie 4 Geologischen Karten auf Beilageblättern

Einführung

Das chemische Element Uranium tritt nach V. M. *Goldschmidt* (A. *Muir*, *Geochemistry*, 1954) in der Erdkruste mit einer Häufigkeit von 4 Gramm pro Tonne Durchschnittsgestein auf, im Weltall hingegen, entsprechend den Befunden in den Stein- und Eisenmeteoriten mit einer Durchschnittshäufigkeit von nur 0,34 Gramm pro Tonne kosmischer Materie. Die damit zum Ausdruck kommende Anreicherung in den oxydischen Differentiaten unseres Erdkörpers auf das rund 10-fache gegenüber der wahrscheinlichen Durchschnittsmenge im Gesamterdkörper ist begründet durch die große Affinität dieses Elementes zum Sauerstoff und die geringe Affinität zum Schwefel; ganz entsprechend sind als Uranmineralien bislang nur Oxyde und keine Sulfide bekannt geworden.

Neben der hohen Affinität zum Sauerstoff ist die leichte Oxydierbarkeit des vierwertigen Urans in den sechswertigen Zustand und gleicherweise die leichte Reduzierbarkeit aus dem sechswertigen in den vierwertigen Zustand geochemisch von großer Bedeutung, ferner das kristallchemische Verhalten, insbesondere der Ionenradius. Er beträgt für U^{4+} nach V. M. *Goldschmidt* (1926) 1,05 Å, für U^{6+} nach *Abrens* (1952) 0,80 Å. Eine diadoche Substitution des vierwertigen Urans ist z. B. mit Thorium (1,10 Å) möglich, anscheinend auch mit Calcium (1,06 Å), und zwar in gekoppelter Diadochie $[(CaF_2), (UO_2)]$. Das Uranyl-Ion $(UO_2)^{2+}$ verhält sich derart spezifisch, daß bis jetzt eine Diadochie nicht feststellbar war.

Als Uranmineralien aus den Lagerstätten Bayerns sind bekannt geworden: kleinste Kriställchen von Uraninit UO_2 , aus Graniten, Pegmatiten und den Wölsendorfer Gängen; Pechblende U_2O_5 , Coffinit $U[SiO_4]$, und ein strahlungsaktiver Anatas, alle drei gleichfalls aus Wölsendorf; ferner Torbernit und Autunit von zahlreichen Fundstellen, zum Teil in beträchtlicher Menge; von einzelnen Fundorten Uranocircit, Uranophan, Phosphuranylit, Sabugalit und Schoepit; und schließlich als Seltenheit aus Wölsendorf: Ianthinit, Becquerelit, Fourmarierit, Wölsendorfit, Curit, Uranopilit, Zippeit, Johannit, Saléit, Bassetit, Dewindtit, Parsonsit, Sklodowskit und Kasolit.

Von diesen Mineralien verfügt Verfasser wohl über die reichhaltigste Sammlung, zum Teil aus dem Nachlaß von Herrn Dr. A. *Scholz* (Regensburg, † 1950) und Herrn Vermessungsdirektor H. *Gollwitzer* (Nabburg, † 1958), zum nicht geringsten Teil aus eigenen während dreier Jahrzehnte erfolgten systematischen Aufsammlungen, die häufig für Einzeluntersuchungen Verwendung gefunden haben. Hinzu kommt die authentische Kenntnis der bayerischen Lagerstätten und ihres geologischen Verbandes sowie das spezielle Studium der umfangreichen Literatur, so daß schließlich die Voraussetzungen gegeben waren, unter weitgehender Erreichung von dokumentarischem Charakter eine Monographie über die Uranvorkommen in Bayern niederzuschreiben.

Verfasser möchte dem Präsidenten des Bayerischen Oberbergamtes, Herrn Georg *Barth*, für sein Interesse am Entstehen der vorliegenden Monographie herzlich und verbindlich danken. Gleicher Dank gilt ganz besonders dem Präsidenten des Geologischen Landesamtes in Baden-Württemberg, Herrn Prof. Dr. Franz *Kirchheimer*, vor allem für anregende Diskussionen und leihweise Überlassung des Kapitels „Bayern“ aus dem Manuskript seines 1962 in Stuttgart erscheinenden Buches „Das Uran und seine Geschichte“. Dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus sowie dem Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft ist für die Ermöglichung der Drucklegung durch Bereitstellung von Zuschüssen zu danken; nicht zuletzt möchte Verfasser der Technischen Universität Berlin sowie den zuständigen Berliner Senatsstellen für stete großzügige Förderung gleichfalls den Dank zum Ausdruck bringen.

Die Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG) hat eine größere Anzahl von Klischees aus Originalpublikationen des Verfassers als Leihgabe zur Verfügung gestellt, wofür gleichfalls herzlich gedankt sei.

INHALTSÜBERSICHT

I

Die Entdeckung des Urans (Berlin 1789)	7
(Mit Kurzbiographien: Klaproth, Karsten, Werner)	

II

Zur Geschichte der ersten Uranfunde in Bayern	
1) Der erste Fund von Uranglimmer bei Wölsendorf durch Flurl (1804) und am Hühnerkobel durch Brunner (1806)	11
(Mit Kurzbiographien: Flurl, Bertele, Leonhard)	
2) Klaproths Titaneisenerz vom Spessart (1797) irrtümlich als Pecherz angesprochen (1840)	18

III

Die Uranfunde in Bayern	
A) Fichtelgebirge (Rudolfstein, Fuchsbau etc.)	19
B) Oberpfälzer Wald	
1) Nördlicher Teil (Tirschenreuth, Plößberg, Hagendorf etc.)	26
2) Südlicher Teil (Wölsendorf)	29
3) Die Radioaktivität als Ursache von Farbe und Geruch des Wölsendorfer Stinkspates	35
C) Bayerischer Wald (Hühnerkobel etc.)	40

IV

Radiometrische Messungen in Bayern	
A) Fichtelgebirge (Günther 1907/14, Henrich 1917/20)	47
B) Oberpfälzer Wald (Henrich 1920, Ziehr 1955/57, Teuscher & Budde 1957)	54
C) Bayerischer Wald (Neumaier 1932/35, Berger 1960)	61
D) Außerkrystalline Gebiete Bayerns	
1) Paläozoikum und Unteres Mesozoikum bei Stadtsteinach	67
2) Permotrias und Mesozoikum bei Hirschau-Schnaittenbach	68

Verfasser möchte dem Präsidenten des Bayerischen Oberbergamtes, Herrn Georg *Barth*, für sein Interesse am Entstehen der vorliegenden Monographie herzlich und verbindlich danken. Gleicher Dank gilt ganz besonders dem Präsidenten des Geologischen Landesamtes in Baden-Württemberg, Herrn Prof. Dr. Franz *Kirchheimer*, vor allem für anregende Diskussionen und leihweise Überlassung des Kapitels „Bayern“ aus dem Manuskript seines 1962 in Stuttgart erscheinenden Buches „Das Uran und seine Geschichte“. Dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus sowie dem Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft ist für die Ermöglichung der Drucklegung durch Bereitstellung von Zuschüssen zu danken; nicht zuletzt möchte Verfasser der Technischen Universität Berlin sowie den zuständigen Berliner Senatsstellen für stete großzügige Förderung gleichfalls den Dank zum Ausdruck bringen.

Die Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG) hat eine größere Anzahl von Klischees aus Originalpublikationen des Verfassers als Leihgabe zur Verfügung gestellt, wofür gleichfalls herzlich gedankt sei.

INHALTSÜBERSICHT

I

Die Entdeckung des Urans (Berlin 1789)	7
(Mit Kurzbiographien: Klaproth, Karsten, Werner)	

II

Zur Geschichte der ersten Uranfunde in Bayern	
1) Der erste Fund von Uranglimmer bei Wölsendorf durch Flurl (1804) und am Hühnerkobel durch Brunner (1806)	11
(Mit Kurzbiographien: Flurl, Bertele, Leonhard)	
2) Klaproths Titaneisenerz vom Spessart (1797) irrtümlich als Pecherz angesprochen (1840)	18

III

Die Uranfunde in Bayern	
A) Fichtelgebirge (Rudolfstein, Fuchsbau etc.)	19
B) Oberpfälzer Wald	
1) Nördlicher Teil (Tirschenreuth, Plößberg, Hagendorf etc.)	26
2) Südlicher Teil (Wölsendorf)	29
3) Die Radioaktivität als Ursache von Farbe und Geruch des Wölsendorfer Stinkspates	35
C) Bayerischer Wald (Hühnerkobel etc.)	40

IV

Radiometrische Messungen in Bayern	
A) Fichtelgebirge (Günther 1907/14, Henrich 1917/20)	47
B) Oberpfälzer Wald (Henrich 1920, Ziehr 1955/57, Teuscher & Budde 1957)	54
C) Bayerischer Wald (Neumaier 1932/35, Berger 1960)	61
D) Außerkrystalline Gebiete Bayerns	
1) Paläozoikum und Unteres Mesozoikum bei Stadtsteinach	67
2) Permotrias und Mesozoikum bei Hirschau-Schnaittenbach	68

3) Trias-Gesteine in Franken	69
4) Jura- und Kreidgesteine bei Regenstau	74
5) Die Braunkohle bei Wackersdorf sowie die Pechkohle bei Peiting und Hausham	74
E) Anhang: Heil- und Mineralquellen	77

V

Zusammenfassung und Bauwürdigkeit	79
---	----

VI

Literatur

A) Fichtelgebirge	87
B) Oberpfälzer Wald	88
C) Bayerischer Wald	90
D) Weitere Gebiete Bayerns (einschließlich Bayern ohne regionale Aufgliederung)	91

I. DIE ENTDECKUNG DES URANS (BERLIN 1789)

Die uns heute wohlbekannte Pechblende von Joachimsthal und Johannegeorgenstadt war bereits von *Brückmann* (1727) als „Schwarz-Beck-Erz“, von *Waltherius* (1747) als „Beck-Blände“, von *Cronstedt* (1758) als „Swart-Blende“ sowie von *Born* (1772) und *Werner* (1780) als „Pechblende“ bezeichnet worden. Der uns heute gleichfalls wohlbekannte Uranglimmer wurde von *Werner* als „Grüner Glimmer“ (1780), als „Torbernit“ (1786) und als „Chalkolith“ (1789) benannt.

Klaproth berichtete in den „Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin“ (Band 9. 1789. Seite 373—375) erstmalig über die Entdeckung eines neuen Metalles in dieser Pechblende, im Uranocker („Uranites ochraceus“) und im Grünen Glimmer („Uranites spathosus“):

„Kurze Anzeige eines neuentdeckten Halbmetalls“

„Die Zahl der bisher bekannten 17 Metalle hoffe ich anjetzt durch ein neues vermehrt zu haben, welchem ich den Namen Uranit beilege. Es ist solches in demjenigen Mineral¹ enthalten, welches zu Johannegeorgenstadt, auf der Grube Georg Wagsfort, unter dem Namen Pechblende, auch Eisenpecherz, vorkommt. Die gelbe Erde, welches dieses Mineral zu begleiten pflegt, imgleichen der ebendasselbst brechende grüne Glimmer, oder Chalkolith, gehören ebenfalls zu dieser neuen metallischen Substanz.

Aus den Auflösungen in Säuren schlagen die alkalischen Salze den Uranitkalk mit gelber, die phlogistisierten Alkalien aber mit dunkelbraunroter Farbe nieder. Der gelbe Niederschlag stellt mit der Vitriolsäure ein zitrongelbes, aus kleinen zusammengehäufeten Säulchen bestehendes, metallisches Mittelsalz, den Uranitvitriol, dar. Mit der Essigsäure entstehen schöne, topasgelbe, lange vierseitige Säulen, mit doppelten vierseitigen Endspitzen.

In der Verglasung teilt dieser Metallkalk den mit Laugensalzen und mit Borax versetzten Glasfritten eine braune, oder dunkle rauchgraue Farbe mit; in Verbindung mit phosphorsauren Salzen aber entsteht eine grüne Farbe.

Bei der Reduktion betrügt sich dieser Metallstoff sehr widerspenstig. Mit salinischen und anderen verglasenden Reduziermitteln wird die Absicht verfehlt; hingegen, nach Art des Braunsteinkönigs, bloß mit brennbaren Stoffen in starkem Feuer behandelt, geht die Reduktion vonstatten. Der erhaltene Regulus, welcher eigentlich nur aus lauter sehr kleinen Kügelchen besteht, und keine dichte, sondern sehr poröse, gleichsam wie ein verhärteter

¹ Im Original „Fossil“.

3) Trias-Gesteine in Franken	69
4) Jura- und Kreidgesteine bei Regenstein	74
5) Die Braunkohle bei Wackersdorf sowie die Pechkohle bei Peiting und Hausham	74
E) Anhang: Heil- und Mineralquellen	77

V

Zusammenfassung und Bauwürdigkeit	79
---	----

VI

Literatur

A) Fichtelgebirge	87
B) Oberpfälzer Wald	88
C) Bayerischer Wald	90
D) Weitere Gebiete Bayerns (einschließlich Bayern ohne regionale Aufgliederung)	91

I. DIE ENTDECKUNG DES URANS (BERLIN 1789)

Die uns heute wohlbekannte Pechblende von Joachimsthal und Johanngeorgenstadt war bereits von *Brückmann* (1727) als „Schwarz-Beck-Erz“, von *Waltherius* (1747) als „Beck-Blände“, von *Cronstedt* (1758) als „Swart-Blende“ sowie von *Born* (1772) und *Werner* (1780) als „Pechblende“ bezeichnet worden. Der uns heute gleichfalls wohlbekannte Uranglimmer wurde von *Werner* als „Grüner Glimmer“ (1780), als „Torbernit“ (1786) und als „Chalkolith“ (1789) benannt.

Klaproth berichtete in den „Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin“ (Band 9. 1789. Seite 373—375) erstmalig über die Entdeckung eines neuen Metalles in dieser Pechblende, im Uranocker („Uranites ochraceus“) und im Grünen Glimmer („Uranites spathosus“):

„Kurze Anzeige eines neuentdeckten Halbmetalls“

„Die Zahl der bisher bekannten 17 Metalle hoffe ich anjetzt durch ein neues vermehrt zu haben, welchem ich den Namen Uranit beilege. Es ist solches in demjenigen Mineral¹ enthalten, welches zu Johanngeorgenstadt, auf der Grube Georg Wagsfort, unter dem Namen Pechblende, auch Eisenpecherz, vorkommt. Die gelbe Erde, welches dieses Mineral zu begleiten pflegt, imgleichen der ebendasselbst brechende grüne Glimmer, oder Chalkolith, gehören ebenfalls zu dieser neuen metallischen Substanz.

Aus den Auflösungen in Säuren schlagen die alkalischen Salze den Uranitkalk mit gelber, die phlogistisierten Alkalien aber mit dunkelbraunroter Farbe nieder. Der gelbe Niederschlag stellt mit der Vitriolsäure ein zitrongelbes, aus kleinen zusammengewühlten Säulchen bestehendes, metallisches Mittelsalz, den Uranitvitriol, dar. Mit der Essigsäure entstehen schöne, topasgelbe, lange vierseitige Säulen, mit doppelten vierseitigen Endspitzen.

In der Verglasung teilt dieser Metallkalk den mit Laugensalzen und mit Borax versetzten Glasfritten eine braune, oder dunkle rauchgraue Farbe mit; in Verbindung mit phosphorsauren Salzen aber entsteht eine grüne Farbe.

Bei der Reduktion betrügt sich dieser Metallstoff sehr widerspenstig. Mit salinischen und anderen verglasenden Reduziermitteln wird die Absicht verfehlt; hingegen, nach Art des Braunsteinkönigs, bloß mit brennbaren Stoffen in starkem Feuer behandelt, geht die Reduktion vorstatten. Der erhaltene Regulus, welcher eigentlich nur aus lauter sehr kleinen Kügelchen besteht, und keine dichte, sondern sehr poröse, gleichsam wie ein verhärteter

¹ Im Original „Fossil“.

feiner Schaum gestaltete Masse bildet, hat eine dunkelgraue Farbe und zeigt auf dem Feilstrich nur einen geringen Metallglanz.

Ich weise dieser neuen Metallart, als einem besonderen selbständigen Geschlecht, seine Stelle unter den schwerflüssigen sogenannten Halbmetallen an, und teile es in folgende Species ein.

- 1) geschwefelter Uranit (*Uranites sulphuratus*)
 - a) dunkelgrau, zum Teil mit Bleischweif durchzogen,
 - b) schwarz, von steinkohlenartigem Ansehn.
- 2) vererdeter Uranit (*Uranites ochraceus*)
- 3) in vierseitigen Tafeln kristallisierter Uranit (*Uranites spathosus*)
 - a) durch Kupfer grüngefärbt,
 - b) gelb.

Anm. Obige vorläufige Anzeige ist der kurze Inhalt einer in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, am 24. Sept. d. J. vorgelesenen Abhandlung. Ein etwas ausführlicherer Auszug wird in den *Crell. Annalen* erscheinen.“

Unter dem Titel „Uranit, ein neues Metall“ erschien eine wortgetreue Wiedergabe dieser „Kurzen Anzeige“ einschließlich der „Anm.“ im „Bergmännischen Journal“, Jg. 2, Bd. 2. Freiburg 1789.

Der „etwas ausführlichere Auszug“ in den *Chemischen Annalen* von Lorenz *Crell* (1789. Zweiter Teil. Elftes Stück. Seite 387—403) hat den Titel: „Chemische Untersuchung des Uranits, einer neuentdeckten metallischen Substanz“; dazu wiederum die Fußnote: „Vorstehender Aufsatz ist der Auszug einer Abhandlung, welche der Verf. in der Kön. Akadem. der Wissensch. zu Berlin, am 24. Sept. d. J. vorgelesen hat.“

Gleichfalls in den *Chemischen Annalen* von *Crell* (1790. Erster Teil. Viertes Stück. 291—292) nimmt *Klaproth* folgende Namenskorrektur vor: „Den Namen des neuen Metalls, Uranit, habe ich rektifiziert, und, den Regeln der Analogie gemäß, in Uranium verwandelt.“

Es folgt sodann *Klaproth's* Veröffentlichung „Mémoire chimique et minéralogique sur l'Urane“ in den „Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres“ (Berlin 1792. Seite 160—174). Diese in französischer Sprache abgefaßte Abhandlung umfaßt 35 Kapitel; hiervon sind die ersten 34 Kapitel inhaltlich identisch mit der später in deutscher Sprache gedruckten Abhandlung „Chemische Untersuchung des Uranerzes“ (1797); das Kapitel 35 ist die Übersetzung des letzten Kapitels der „kurzen Anzeige“ von 1789, jedoch mit der Änderung von „Uranit“ in „Uranium“.

Selbst in der von G. E. *Dann* verfaßten Biographie „Martin Heinrich *Klaproth* (1743—1817)“, Akademie-Verlag Berlin 1958, heißt es auf Seite 110, Abhandlung Nr. 15 irreführend: „Mémoire chimique et minéralogique sur l'Urane. Mémoires, 1786/87, S. 160—174.“ Dieser Band der „Mémoires de l'Académie“ trägt auf dem Titelblatt das Insignum „Berlin 1792“; er enthält zwar im ersten und zweiten Teil die von August 1786 bis Ende 1787 gehaltenen Vorlesungen und vorgelegten Abhandlungen; die *Klaproth'sche* Abhandlung befindet sich jedoch unter den im dritten Teil abgedruckten Memoiren der experimentellen philosophischen Klasse (alle drei Teile besitzen eine selbständige Paginierung), und in diesem 3. Teil ist die von *Dann* und anderen zitierte falsche Jahresangabe ordnungsgemäß nicht vorhanden!

In der genannten Akademie-Abhandlung wird auf S. 161 das „Bergmännische Journal“ 1789, I. Band, zitiert; es wird ferner die in Crells Annalen 1790 vorgeschlagene Namensänderung von „Uranit“ in „Uranium“ verwendet. Die Vorlage dieser Abhandlung bei der Akademie kann also keineswegs, wie in neuerer Zeit gelegentlich behauptet wird, am 24. 9. 1786 erfolgt sein; an diesem Tag hat auch

keine Sitzung stattgefunden. Die genannte Vorlage erfolgte in der Akademiesitzung vom 24. September 1789.

Klaproth beschreibt schließlich im zweiten Band seiner „Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper“ (Posen und Berlin 1797) auf Seite 197—221 ausführlich seine „Chemische Untersuchungen des Uranerzes“ und zieht daraus folgende Schlüsse:

„Aus der Summe dieser Erfahrungen geht genugsam hervor, daß die Pechblende weder zu den Zinkerzen, noch zu den Eisenerzen, noch zu dem Tungstein- oder Wolframgeschlecht, überhaupt zu keinem der bis jetzt bekannten Mineralkörper gehöre, sondern daß sie aus einer eigentümlichen, selbständigen metallischen Substanz bestehe. Es fallen folglich auch deren bisherige Benennungen, als: Pechblende, Eisenpecherz, hinweg, welche nun durch einen neuen, ausschließend bezeichnenden Namen zu ersetzen sind. Ich habe dazu den Namen: Uranerz (Uranium) erwählt; zu einigem Andenken, daß die chemische Auf- findung dieses neuen Metallkörpers in die Epoche der astronomischen Entdeckung des Planeten Uranus gefallen sei“².

„In der Grube Georg Wagsfort zu Johannegeorgenstadt kommt das Uranium auch im Zustande eines erdigen Metallkalks vor. Es ist das bereits anfangs erwähnte erdige Mineral, welches daselbst das dichte Uranerz unter mehrerlei Abstufungen in der Farbe, vom blassen Schwefelgelb an bis ins Ziegelrote, auch andertheils ins Braungelbe übergehend, begleitet. Die hellgelben und rötlichen Abänderungen geben sich als die reinsten zu erkennen, indem sie, in Salpetersäure aufgelöst, und mit Blutlaugensalz versetzt, sogleich mit braunroter Farbe niederfallen. Die dunkleren Abänderungen hingegen sind mehr oder weniger eisen- schüssig. Man hielt sonst diesen erdigen Urankalk bald für Eisenocker, bald für das Produkt einer vorgegangenen Auflösung des Glimmerschiefers, als derjenigen Gebirgsart, in welcher dieses Mineral auf vorgedachter Grube bricht.“

„Ferner gehört auch der auf nämlicher Grube brechende, ehemals sogenannte Grün- Glimmer hierher. Dieses schöne Mineral findet sich sowohl in den Klüften, Rissen und Ablösungen der Gebirgsart, wie auch auf dem „erdigen Urankalk“, in Gestalt kleiner, meistens dünner, vierseitiger Tafeln, zum Teil auch in Würfel übergehend, von smaragd- grüner, zeisigrüner, citrongelber, bis ins Silberweiße abfallender Farbe. Außerdem kommt es auch auf dem Tannenbaum zu Eibenstock, meistens auf braunem hornsteinartigem Quarz, jedoch nur sehr einzeln, vor.“

„Daß dieses Mineral kein wirklicher Glimmer sei, ging zwar aus mehreren Gründen hervor; über seine wahre Natur aber blieb man in Zweifel, bis *Bergmann* es untersuchte, und darin kochsalzsaures Kupfer und Tonerde gefunden zu haben glaubte; und auf diese Autorität gab Hr. B. C. R. *Werner* ihm den Namen „Chalcolith“.“

„Nach meinen Versuchen aber ist dieser Grünlimmer, oder Chalkolith ein kristallisierter Urankalk, durch Kupfer gefärbt.“

„Eine später mir zugekommene, reinere, fast schon metallisch-glänzende Abänderung des irdigen, schwarzen Uranerzes von Joachimsthal, veranlaßte mich, dessen Zergliederung zu wiederholen.“

„Da nun hundert Teile dieses Erzes nicht mehr als einen Teil Schwefel, vom Blei aber fünf Teile enthalten, so ist wohl kein Zweifel, daß jene geringe Menge Schwefel bloß dem eingemengten Bleigehalte angehöre. Ich sehe deswegen das schwarze Uranerz, nebst seinen Abänderungen, an und für sich nicht weiter für ein geschwefeltes Erz an, sondern für einen unvollkommenen, oder nur mit wenigem Säurestoff verbundenen Metallkalk. Diese, dem metallischen Zustande nahe kommende Beschaffenheit, ist Ursache, daß dessen Auflösung in Salpetersäure mit Erhitzung und Erzeugung roter Salpeterdämpfe begleitet wird.“ — Bis hierher *Klaproth*.

An dieser Stelle darf nicht unerwähnt bleiben, daß die effektive Reduktion des Uranpecherzes, bei der es sich nach *Klaproth* „sehr widerspenstig betrügt“, erstmalig *Péligot* 1841 gelungen ist, und zwar nach der Gleichung: $UCl_4 + 4K \rightarrow U + 4KCl^3$.

² Wilhelm *Herschel*, geb. am 15. 11. 1738 in Hannover, kam 1765 als Organist nach England, stellte in Bath bei Bristol teils aus Liebhaberei, teils gewerbsmäßig 600 bis 700 Spiegelteleskope her und entdeckte mit einem solchen Instrument 1781 den Planeten Uranus und 1787 zwei Monde dieses neuen Planeten.

³ Comptes Rendus 12. 1841. 735.

Für den Grünen Glimmer war bereits 1786 von *Werner* die Bezeichnung Torbernit verwendet worden, wie aus D. L. Gustav *Karsten*: „Oryktognostischer Versuch zur näheren Bearbeitung der Naturgeschichte des Uraniums“ (Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 10. 1792. 170—181) hervorgeht:

„Das ockerartige mit hierher gehörende Mineral hat zwar noch keinen Namen, aber dafür hat das andere deren drei. Dies sind folgende: Grüner Glimmer, Torbernit⁴ und Chalkolith⁵. Grüner Glimmer ist die bekannteste und älteste Benennung dafür, da man wirklichen Glimmer von grüner Farbe hat, der übrigens nicht im mindesten mit dem genannten Mineral verwandt ist, so fällt die Unschicklichkeit dieses Namens in die Augen. Das fühlte Herr *Werner* schon längst, daher verwarf er ihn vor beinahe 6 Jahren, und nannte das Mineral, als *Bergmann* es untersucht hatte, nach dessen Vornamen Torbernit⁴. Weil sehr viele stutzig darüber zu werden schienen, änderte er diesen Namen unter der Voraussetzung in Chalkolith⁵ ab, daß *Bergmanns* Untersuchung richtig ist, und Kupfer einer seiner Hauptbestandteile sei.“

In *Werners* Mineralsystem von 1798 werden unter dem „Urangeschlecht“: „1. Pecherz. 2. Uranlimmer. 3. Uranocker“⁶ genannt.

Über *Klaproth* und *Karsten* an der Bergakademie Berlin (eröffnet am 1. November 1770) sowie *Werner* an der Bergakademie Freiberg im Erzgebirge (eröffnet Ostern 1766) seien folgende Lebensdaten mitgeteilt:

Martin Heinrich *Klaproth*, geboren am 1. Dezember 1743 zu Wernigerode am Harz, war ab 1784 mehr als 30 Jahre lang Dozent bzw. Professor der Chemie an der Bergakademie zu Berlin und an anderen Institutionen, so an der 1810 gegründeten Friedrich-Wilhelms-Universität, gleichfalls zu Berlin. Ihm verdanken wir die Entdeckung der fünf Elemente: Uranium (1789), Zirkonium (1789), Strontium (1793), Titanium (1794) und Cerium (1803); er gab, vor allem in seinem 6 Bände umfassenden Werk „Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper“ (1795—1815) die erste Analyse und Benennung einer Reihe von Mineralarten, darunter von Lepidolith (1792), Lazulith (1795), Titanit (1795), Gadolinit (1800), Natrolith (1803) und Nosean (1815). *Klaproth* war seit 1788 Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Mitglied der Societät der Bergbaukunde usw. Er ist im Herbst 1816 ernsthaft erkrankt und am 1. Januar 1817 in Berlin verstorben.

Diedrich Ludwig Gustav *Karsten*⁷, geboren am 5. April 1768 zu Bützow in Mecklenburg, studierte ab 1782 vier Jahre lang bei *Werner* in Freiberg und promovierte 1787 in Halle. 1789 publizierte er in 2 Bänden das Ergebnis seiner „epochemachenden“ systematischen Bearbeitung der großen Mineraliensammlung von Prof. *Leske* in Marburg. Auf Veranlassung von Minister von *Heinitz* kam *Karsten* 1789 nach Berlin als Dozent für Mineralogie an die Bergakademie, wurde 1792 Bergrat, 1797 Oberbergrat, 1803 Geheimer Oberbergrat und 1810 — wenige Wochen vor seinem frühzeitig, im Alter von 43 Jahren erfolgten Tod — Staatsrat und Leiter des gesamten preußischen Bergwesens. Gustav *Karsten* ist Verfasser von mehr als 50 Publikationen, teils mineralogischen, teils bergmännischen Inhalts. Als Leitfaden zu seinen Vorlesungen veröffentlichte er 1791 eine „Tabellarische Übersicht der mineralogisch einfachen Fossilien“, deren zweite und dritte Auflage 1800 und 1808 unter dem Titel „Mineralogische Tabellen“ erschienen sind. Das 1781 gegründete Königliche Mineralienkabinet der Bergakademie hat er durch zahlreiche Erwerbungen und eigene Aufsammlungen wesentlich erweitert. Von der Berliner Akademie der Wissenschaften wurde *Karsten* 1803 als außerordentliches, 1808 als ordentliches Mitglied aufgenommen. *Karsten* starb zu Berlin am 20. Mai 1810. — Sein Nachfolger als Mineraloge wurde Christian Samuel *Weiß*.

Abraham Gottlob *Werner*, als Sohn eines Eisenhütten-Inspektors am 25. September 1749 zu Wehrau bei Görlitz geboren, studierte ab Ostern 1769 an der Bergakademie Freiberg Mineralogie und Bergbaukunde, ab 1771 an der Universität Leipzig Rechts- und Naturwissen-

⁴ Nach Torbern Olof *Bergmann*, im Original jedoch „Torberit“.

⁵ Im Original „Kalkolit“.

⁶ Im Original „Uranocher“.

⁷ Nicht zu verwechseln mit dem Metallurgen Carl J. B. *Karsten*, von 1820—1850 an der Gewerbeakademie und Bergakademie Berlin.

schaften. Bereits 1774 erschien seine Abhandlung „Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien“, so daß er Ostern 1775 einen Ruf als Inspektor der Bergakademie und Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst nach Freiberg erhielt. 1780 wurde seine Übersetzung von *Cronstedts* „Versuch einer Mineralogie“ gedruckt; 1791 und 92 kamen die beiden Bände „Ausführliches und systematisches Verzeichnis des Mineralien-Kabinetts des weiland K. Sächsischen Berghauptmanns K. E. *Pabst von Obain*“ heraus, 1787 seine „Kurze Classification und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten“, 1791 seine „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau, besonders den Freibergischen“. 1799 erfolgte seine Ernennung zum Bergrat. Der internationale Ruf der Freiburger Bergakademie ist wesentlich auf *Werners* Tätigkeit zurückzuführen; er lehrte hier, 42 Jahre lang, bis zu seinem am 30. Juni 1817 in Dresden erfolgten Tod.

II. ZUR GESCHICHTE DER ERSTEN URANFUNDE IN BAYERN

1) *Der erste Fund von Uranglimmer bei Wölsendorf durch Flurl (1804) und vom Hübnerkobel durch Brunner (1806)*

Aus Bayern sind im Jahre 1787 Mathias v. *Flurl* und im Jahre 1793 Georg August *Bertele* nach Freiberg im Erzgebirge gekommen, um bei *Werner* an der 1766 eröffneten Bergakademie Mineralogie zu studieren.

Hierbei wird *Flurl* sicherlich *Werners* „Pechblende“ und „Grünen Glimmer“, *Bertele* die drei mittlerweile durch *Klaproth* als Uranmineralien erkannten Naturprodukte: „Pecherz“, „Uranglimmer“ und „Uranocker“ kennengelernt haben.

Flurl schrieb über diesen Aufenthalt ein am 31. März 1788 an den Grafen von und zu *Haimhausen* gerichtetes Tagebuch, das 1919 bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften publiziert wurde und 78 Seiten umfaßt. — *Bertele* richtete im November 1793 aus Freiberg eine Promemoria⁸ an den Kurfürsten von Bayern. — In beiden Schriften sind die Uranmineralien, die damals von so akutem Interesse waren, nicht genannt.

Die erste Nennung eines Uranminerals aus Bayern erfolgte auf *Flurls* Mitteilung hin 1804 durch *Bertele* in dessen „Handbuch der Minerographie einfacher Fossilien“ (Verlag Joseph *Attenbojer*, Landshut 1804). *Bertele* schreibt auf Seite 510 bis 513:

„Urangeschlecht“

„Das Uranmetall, ein von Herrn *Klaproth* im Jahre 1789 entdecktes Metall, hat eine dunkelgraue Farbe, einen schwachen metallischen Glanz, einen lichtbraunen Strich, ist weich, spröde und besitzt eine spezifische Schwere zu 6.440⁹. Es ist noch strengflüssiger als Braunsteinmetall, und gehört wohl mit diesem und dem Scheelmetall zu der kohärenten Reihe der Metalle. Im Königswasser und der Salpetersäure löst es sich leicht, und mit Wärmentwicklung auf, die Alkalien schlagen es aus dieser Auflösung als gelbes, die Blutlauge als dunkel bräunlichrotes Oxyd nieder. Dieses Oxyd ist in den meisten Säuren leicht auflöslich, so wie auch im luftsauren Kali. Mit Schwefelsäure gibt es ein zitronengelbes aus kleinen zusammengehäuften Säulchen bestehendes Mittelsalz (Uranvitriol). Mit verglaster Phosphorsäure zusammengesmolzen, gibt es ein apfel- oder smaragdgrünes Glas.

Man hält von ihm folgende 2 Abteilungen:

I. Abteilung. Uran mit geschwefeltem Blei.

II. Abteilung. Oxydierter Uran.

⁸ Vom Bayerischen Hauptstaatsarchiv unter Leitung von Prof. Dr. *Puchner* dem Verfasser als Photokopie freundlicherweise zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

⁹ Es handelte sich bekanntlich nicht um das Metall, sondern um poröses UO_2 , für das *Klaproth* 1797 das spez. Gewicht 8,100 bestimmte.

schaften. Bereits 1774 erschien seine Abhandlung „Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien“, so daß er Ostern 1775 einen Ruf als Inspektor der Bergakademie und Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst nach Freiberg erhielt. 1780 wurde seine Übersetzung von *Cronstedts* „Versuch einer Mineralogie“ gedruckt; 1791 und 92 kamen die beiden Bände „Ausführliches und systematisches Verzeichnis des Mineralien-Kabinetts des weiland K. Sächsischen Berghauptmanns K. E. *Pabst von Obain*“ heraus, 1787 seine „Kurze Classification und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten“, 1791 seine „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau, besonders den Freibergischen“. 1799 erfolgte seine Ernennung zum Bergrat. Der internationale Ruf der Freiburger Bergakademie ist wesentlich auf *Werners* Tätigkeit zurückzuführen; er lehrte hier, 42 Jahre lang, bis zu seinem am 30. Juni 1817 in Dresden erfolgten Tod.

II. ZUR GESCHICHTE DER ERSTEN URANFUNDE IN BAYERN

1) *Der erste Fund von Uranglimmer bei Wölsendorf durch Flurl (1804) und vom Hübnerkobel durch Brunner (1806)*

Aus Bayern sind im Jahre 1787 Mathias v. *Flurl* und im Jahre 1793 Georg August *Bertele* nach Freiberg im Erzgebirge gekommen, um bei *Werner* an der 1766 eröffneten Bergakademie Mineralogie zu studieren.

Hierbei wird *Flurl* sicherlich *Werners* „Pechblende“ und „Grünen Glimmer“, *Bertele* die drei mittlerweile durch *Klaproth* als Uranmineralien erkannten Naturprodukte: „Pecherz“, „Uranglimmer“ und „Uranocker“ kennengelernt haben.

Flurl schrieb über diesen Aufenthalt ein am 31. März 1788 an den Grafen von und zu *Haimhausen* gerichtetes Tagebuch, das 1919 bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften publiziert wurde und 78 Seiten umfaßt. — *Bertele* richtete im November 1793 aus Freiberg eine Promemoria⁸ an den Kurfürsten von Bayern. — In beiden Schriften sind die Uranmineralien, die damals von so akutem Interesse waren, nicht genannt.

Die erste Nennung eines Uranminerals aus Bayern erfolgte auf *Flurls* Mitteilung hin 1804 durch *Bertele* in dessen „Handbuch der Minerographie einfacher Fossilien“ (Verlag Joseph *Attenbojer*, Landshut 1804). *Bertele* schreibt auf Seite 510 bis 513:

„Urangeschlecht“

„Das Uranmetall, ein von Herrn *Klaproth* im Jahre 1789 entdecktes Metall, hat eine dunkelgraue Farbe, einen schwachen metallischen Glanz, einen lichtbraunen Strich, ist weich, spröde und besitzt eine spezifische Schwere zu 6.440⁹. Es ist noch strengflüssiger als Braunsteinmetall, und gehört wohl mit diesem und dem Scheelmetall zu der kohärenten Reihe der Metalle. Im Königswasser und der Salpetersäure löst es sich leicht, und mit Wärmeentwicklung auf, die Alkalien schlagen es aus dieser Auflösung als gelbes, die Blutlauge als dunkel bräunlichrotes Oxyd nieder. Dieses Oxyd ist in den meisten Säuren leicht auflöslich, so wie auch im luftsauren Kali. Mit Schwefelsäure gibt es ein zitronengelbes aus kleinen zusammengehäuften Säulchen bestehendes Mittelsalz (Uranvitriol). Mit verglaster Phosphorsäure zusammengesmolzen, gibt es ein apfel- oder smaragdgrünes Glas.

Man hält von ihm folgende 2 Abteilungen:

I. Abteilung. Uran mit geschwefeltem Blei.

II. Abteilung. Oxydierter Uran.

⁸ Vom Bayerischen Hauptstaatsarchiv unter Leitung von Prof. Dr. *Puchner* dem Verfasser als Fotokopie freundlicherweise zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

⁹ Es handelte sich bekanntlich nicht um das Metall, sondern um poröses UO_2 , für das *Klaproth* 1797 das spez. Gewicht 8,100 bestimmte.

Erste Abteilung

Uran mit geschwefeltem Blei

I. Gattung. Pecherz. (Schwarz-Uranerz). (Pechblende).

Farbe: Gewöhnlich dunkel-, Eisen- und bräunlichschwarz, seltener graulich- und bläulichschwarz, zuweilen stahlfarbig angelaufen.

Gestalt: Derb, eingesprengt, bisweilen elliptisch rundzellig, selten kleinnierig oder kleintraubig.

Glanz: Innerer vom Glänzenden bis zum Schimmernden, selten bis zum Matten abwechselnd, von halbmattischem Glanz, der sich bald dem Fett-, bald dem Diamantglanz nähert.

Bruch: Unvollkommen groß- und kleinmuschelig, ins Unebene von grobem und kleinem Korn verlaufend.

Bruchstücke: Unbestimmt eckig und ziemlich scharfkantig. Undurchsichtig.

Strich: Etwas dunkler. Halbhart, manchmal sich dem Weichen nähernd, sehr spröde und leicht zersprengbar. Außerordentlich schwer.

Spezif. Schwere: 7.500.

Chemische Analyse:	Uran	86.50	
	Geschwefeltes Blei	6.00	
	Eisenoxyd	2.50	
	Kieselerde	5.00	<i>Klaproth</i>

Fundort: Böhmen (Joachimsthal), Sachsen (Johanngeorgenstadt, Schneeberg).

Zweite Abteilung

Oxydierter Uran

I. Gattung. Uranglimmer. (Grün-Uranerz, Chalkolith)

Farbe: Grasgrün von allen Graden der Höhe, zuweilen stark ins Silberweiße fallend, oder ins Smaragd-Zeisiggrüne, oder in eine Mittelfarbe zwischen Schwefel- und Wachsgelb übergehend.

Gestalt: Selten angeflogen, meistens kristallisiert

I. in Tafeln.

1. in vierseitigen rechtwinkligen dünneren oder dickeren Tafeln, welche entweder
 - a) vollkommen, oder
 - b) an den Endflächen zugeschärft sind, und wiewohl sehr selten in ein stumpfwinkliges Oktaeder mit abgestumpften Endspitzen übergehen.
 - c) in sechsseitigen Säulen, mit 2 gegenüberstehenden schmälere Seitenflächen, an den Enden zugeschärft.

II. in vollkommenen Würfeln.

Kristallgröße: Klein, sehr und ganz klein, die Tafeln sind entweder an-, auf- oder durcheinander gewachsen und bilden Zellen oder Drusenhäutchen.

Oberfläche der Tafeln und Würfel glatt, der Säulen meist in die Länge gestreift, seltener drusig.

Glanz: Äußerer starkglänzend und glänzend, innerer bloß glänzend, vom Perlmutterglanze, der sich bald dem halbmattischen, bald dem Diamantglanz nähert.

Bruch: Geradblättrig, vom einfachen Durchgange der Blätter.

Bruchstücke: Unbestimmt eckig.

Durchs.: Meist nur durchscheinend, selten halbdurchsichtig.

Strich: Grünlichweiß. Weich, zuweilen dem sehr Weichen sich nähernd, nur sehr wenig spröde und leicht zersprengbar.

Bestandteile: Uran, Sauerstoff und ein wenig Kupfer, nach *Klaproth*¹⁰.

Fundort: Banat, England, Rheinbreitenbach, Sachsen, im Württembergischen.

¹⁰ Die Phosphorsäure wurde im Kupfer-Uranit von *Phillips* 1822, im Kalk-Uranit von *M. Laugier* 1823 (*Annales de Chimie et de Physique*, 24. 239—247) entdeckt.

In der obern Pfalz findet er (der Uranglimmer) sich nach einer mir gütigst von Herrn Direktor *Flurl* schriftlich mitgeteilten Nachricht zu Wölsendorf¹¹.

II. Gattung Uranocker

Farbe: Zitronengelb, auf einer Seite ins Orange gelbe und Morgenrote, auf der anderen ins Schwefelgelbe und Zeisiggrüne übergehend, zuweilen Ockergelb.

Gestalt: Derb, gewöhnlicher eingesprengt und angeflogen, seltener aderig.

Glanz: Innerer vom Matten bis zum Starkschimmernden abwechselnd.

Bruch: Teils erdig, teils uneben von grobem und feinem Korn, zum Blättrigen sich hinneigend.

Bruchstücke: Unbestimmt eckig und stumpfkantig. Undurchsichtig. Weich, zum Teil sehr weich bis zum Zerreiblichen übergehend, und spröde. Färbt ein wenig ab.

Gefühl: Völlig mager. Schwer?

Fundort: Böhmen (Joachimsthal), Sachsen (Johanngeorgenstadt).

Wahrscheinlich findet er (der Uranocker) sich auch mit der vorigen Gattung (Uranglimmer) zu Wölsendorf¹² in der obern Pfalz.“ — Bis hierher *Bertele*.

Ein Jahr später hat Mathias *Flurl* in einem Vortrag vor der Akademie der Wissenschaften in München „Über die Gebirgsformationen in den dormaligen Churpfalzbaierischen Staaten“ (München, 28. März 1805, 83 Seiten) den zeisiggrünen Uranglimmer vom Wölsenberg erwähnt. *Flurl* schreibt auf Seite 39/40:

„Die neueren in der oberen Pfalz gemachten mineralogischen Entdeckungen sind ein Lager von Raseneisenstein bei Chammünster, ein beträchtliches alauhaltiges Ton-Flöz mit gemeinem Alaunschiefer zu Oberkreit bei Roding; mächtige Lager von einem brauneisenhaltigen mit sehr viel Kieselerde gemengten Eisenstein, welcher von den Spiegelschleifern als Schmirgel gebraucht wird, zu Woppenried bei Pleystein, die Entdeckung eines sehr mächtigen Lagers von Braunkohlen bei Wackersdorf zwischen Bodenwöhr und Schwandorf, verschiedener anderer mineralischen Vorkommnisse nicht zu gedenken, wie dichter Fluß (Flußspat), zeisiggrüner Uranglimmer, roter Eisenrahm am Wölsenberg¹³“ usw.

Als „Pecherz“ hat *Flurl* in der genannten Abhandlung (1805, auf Seite 44) eine dichte Varietät von Brauneisenstein verstanden.

Damit ist eindeutig nachgewiesen, daß den beiden um 1800 wirkenden bayerischen Mineralogen *Flurl* und *Bertele* als Uranmineral von Wölsendorf lediglich der zeisiggrüne Uranglimmer bekannt war, und daß zudem *Bertele* das Vorkommen von Uranocker (gemeinsam mit dem Uranglimmer) zu Wölsendorf als wahrscheinlich angenommen hat.

Johann Nepomuk v. *Fuchs* an der Universität zu Landshut und später zu München, hat in seinen zahlreichen bedeutenden Abhandlungen (als Gesammelte Schriften herausgegeben vom Polytechnischen Verein in München 1856) keine Uranmineralien aus Bayern genannt. Er hat allerdings im Gegensatz zu *Flurl* und *Bertele* keine zusammenfassende Minerographie oder ähnliches verfaßt.

Nach ersten Hinweisen von *Flurl* (1792) und *Hunger* (1794) ist sodann 1806 von dem Bergwerks-Oberverweser Josef *Brunner* zu Bodenmais im „grobkörnigen Granit“ des Hühnerkobels ein schwarzes Mineral in Form tafeliger gestreifter Kristalle beobachtet worden¹⁴, und „Dieser (*Brunner*)¹⁵, seine Verschiedenheit von den bis dahin bekannten Mineralien erkennend, war wegen des öfter mit vorkommenden Uranglimmers geneigt, es für pechblendeähnliches Uranerz zu hal-

¹¹ Im Original „Wölsendorf“.

¹² Im Original „Wölsendorf“.

¹³ Im Original „Wölsenberg“.

¹⁴ Vgl. Der Aufschluß 12. 1961. 313—324.

¹⁵ Josef *Brunner*, von 1804 bis 1806 Bergwerks-Oberverweser, ist am 14. 4. 1807 in Bodenmais im Alter von 44 Jahren an den Folgen eines Lungenrisses verstorben.

ten¹⁷. *Brunners* Beobachtung ist, wahrscheinlich über *Flurl*, zu *Leonhard* und *Kneifl* gelangt, und diese zitierten folgendes. *Leonhard* (1808): „Pecherz, Bayern, Waldgebirge, in einem sehr feldspatreichen Granit.“ *Kneifl* (1811, S. 244): „Pecherz. Im Bayerischen Waldgebirge in tafelförmigen Stücken verschiedener Größe, höchstens von einem Zoll, in einem größtenteils aus Feldspat bestehenden Granit eingewachsen; diese Tafeln haben eine glatte, zuweilen auch feingestreifte, glänzende Oberfläche und eine Anlage zu sechsseitiger Gestalt.“ Nach *Kneifl* (gleichfalls 1811, S. 247) findet sich der Uranglimmer „im bayerischen Waldgebirge teils auf Pecherztafeln, teils auf Granit“.

Die Entdeckung, daß mit dem genannten tafelförmigen Mineral vom Hühnerkobel Columbit oder Tantalit vorliegt, erfolgte 1811/12 durch A. F. *Geblen* (München) auf Grund chemischer Analysen einer Probe, die er vom Bergwerks-Oberverweser Andreas *Fuhrmann*¹⁶ zu Bodenmais erhalten hatte. *Geblen* schreibt: „Mein geehrter Kollege, Herr Direktor *Flurl*, der schon aus der äußeren Beschaffenheit die Verschiedenheit von Wolframit erkannte und einige Ähnlichkeit mit Zinnerz fand, veranlaßte mich, die Analyse desselben vorzunehmen.“ . . . „Diese Erscheinungen (der Analyse) bestätigten mir, daß ich mit Tantalit oder Columbium-Eisen zu tun haben möge.“ . . . „Die Verhältniszahlen der gefundenen Bestandteile kommen den von *Eckeberg* und *Wollaston* für den Tantalit oder das Columbium-Eisen angegebenen nahe.“¹⁷

Der Deutung von Herrn Kollegen *Kirchheimer*, Präsident des Geologischen Landesamtes in Baden-Württemberg, daß es sich bei der von *Leonhard* und *Kneifl* in diesem Zusammenhang nicht genannten Lokalität im Bayerischen Wald um den Hühnerkobel handelt, schließt sich Verfasser einhellig an. Verfasser hegt darüber hinaus Bedenken, ob nicht auch bei *Leonhards* Nennung von Pecherz vom Wölsenberg (1808) ein weiterer Irrtum vorliegt, denn *Leonhard* hat ja in allen seinen späteren Werken unter Pecherz einen Fundort in Bayern nie wieder erwähnt.

Um diese auffallende Diskrepanz in Leonhards Publikationen aufzuzeigen, seien dessen Zitate aus den Werken „Handbuch einer allgemeinen topographischen Mineralogie“, 2. Band, Frankfurt am Main, 1808 (Seite 265) und „Handbuch der Oryktognosie“, Heidelberg, 1821 (2. Auflage 1826) einander gegenübergestellt. — Leonhard machte 1808 folgende Ausführungen:

„Pecherz

Deutschland

Bayern. Waldgebirge, in einem sehr feldspatreichen Granit¹⁸.

Böhmen. Gottesgab, mit Gediegen Silber, Glanz- und Rotgültigerz, Hornsilber, Silberschwärze und Gediegen-Arsenik.

Joachimsthal, auf der sächsischen Edelleute Stolle und auf der hohen Tanne, mit weißem Speiskobalt und schaligem Baryt.

Obersachsen. Kursachsen. Erzgebirge, Johann-Georgenstadt, Fastenberg, Gabe Gottes, im innigen Gemenge mit Bleiglanz; — George Wagsfort und Neujahrmaassen, nierenförmig und rundzellig, mit Uranocker und Uranglimmer; — hohe Neujahr, mit derbem und angeflogemem Glanzerz, in einer tonigen Gangart.

¹⁶ Andreas *Fuhrmann*, von 1806 bis 1814 Bergwerks-Oberverweser, von 1822 bis 1844 Berg- und Hüttenmeister, verstarb am 28. 10. 1844 in Bodenmais im Alter von 72 Jahren.

¹⁷ Mitgeteilt von A. F. *Geblen* in „Tantalit in Bayern“. *Schweiggers* Journal für Chemie und Physik. Band 6. Nürnberg 1812. S. 256. — In der Akademie bereits früher mitgeteilt. — *Geblen* ist in München 1815 im Alter von 39 Jahren an den Folgen einer Arsenwasserstoff-Vergiftung verstorben.

¹⁸ Dieses „Pecherz“ war Columbit vom Hühnerkobel (siehe oben).

Schneeberg, Neustädte!, Walpurger Gang, nierenförmig und eingesprengt, mit aufliegendem Kupferkies.
Wiesenthal.

Norwegen

Kongsberg.

(Das Uran-Pecherz ist ein Erzeugnis alter Gänge auf denen es in Gesellschaft von Uranocker, weniger häufig auch von Uranglimmer, einbricht. Außerdem wird es von spätem Kalkstein, schaligem Baryt, Quarz, Bleiglanz, Schwefelkies u. dergl. begleitet.)

Uranglimmer

Europa

Deutschland

Bayern. Oberpfalz. Wölsenberg¹⁹, eingesprengt in Granit, zum Teil auch angeflogen auf dem darin einbrechenden Pecherze.

Böhmen. Joachimsthal.

Obersachsen. Kursachsen. Erzgebirge. Burkhardtsgrün, Gott segne beständig, an der Spitze, im Gemenge mit verhärtetem Ton, auch mit anstehendem Granit.

Eibenstock, Katharina am Riesenberge, angeflogen auf schwarzem Hornstein; — Milchsachsen, auf dichtem Braun-Eisenstein, auf rotem dgl.; auch auf Granit; — Tannenbaum zu Sosa, auf etwas eisenschüssigem Quarz.

Johann-Georgenstadt, George Wagsfort, auf einem etwas eisenschüssigen Glimmerschiefer, auf eisenschüssigem Ton, mit Pecherz und Uranocker, auch auf dichtem Braun-Eisenstein, mit etwas ockrigem dgl., oder auf einem aus Quarz und Eisenocker, zuweilen auch aus Jaspis gemengten Gestein.

Schneeberg, auf Granit, mit Uranocker und Pecherz.

Rheinlande. Nassau. Rheinbreitenbach, Firneberg (?).

Schwaben. Württemberg. Reinerzau, Grube Herzog Friedrich, in Gesellschaft von Gediegen Silber und Kobalterzen, schaaligem Baryt u. dgl.

Frankreich.

Departement der Saône und Loire, Autun, Saint-Symphorien, in einem etwas aufgelösten Granit.

Großbritannien.

England. Cornwallis, Carrarach, Grube Hud-Gorland, in verhärtetem Ton, zuweilen auch von Olivenerz begleitet.

Spanien.

Guadalaxara, Colmenar viejo, auf Quarz, mit ockrigem Rot-Eisenstein.

Ungarn.

Banat. Saska, in Blättchen auf eisenschüssigem Tonschiefer.

(Erscheint am häufigsten auf im Granit und anderen Urgebirgsarten aufsetzenden Eisenstein-Gängen.)

Uranocker

Europa

Deutschland.

Böhmen, Gottesgab.

Joachimsthal.

Obersachsen, Kursachsen. Erzgebirge. Johann-Georgenstadt, auf der Grube George Wagsfort, in kleinen Partien mit Pecherz und ockrigem Braun-Eisenstein verwachsen, als Überzug auf einem Gemenge aus Pecherz, Eisenstein u. dgl., ferner als staubartige Ausblüzung auf den Klüften eines Mittelgesteines zwischen Ton- und Glimmerschiefer.

¹⁹ Im Original „Welsenberg“. Man denke sich dieses Zitat, unter Einfügung eines einzigen Wortes, durch folgenden Wortlaut ersetzt: „Bayern. Oberpfalz, Wölsenberg. Waldgebirge, eingesprengt in Granit, zum Teil auch angeflogen auf dem darin einbrechenden Pecherz“, so bezieht sich der zweite Teil dieses Zitates, ebenso wie das obige Zitat unter „Pecherz“, gleichfalls auf den Columbit vom Hühnerkobel, und damit wird diese Notiz in jeder Hinsicht sinnvoll! — Es sei betont, daß diese Erklärung jedoch nicht erforderlich ist für die im folgenden dargelegte Überzeugung des Verfassers, daß die Pechblende von Wölsendorf in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts unbekannt geblieben war.

Frankreich.

St. Yrieux. (Bricht teils in Gesellschaft des Uranglimmers ein, teils findet er sich im Porphyr-Gebirge)“ — Bis hierher *Leonhard* 1808.

Zum Unterschied von 1808 nennt v. Leonhard in seinem „Handbuch der Oryktognosie“ 1821 als Uranmineralien aus dem damaligen Altbayern und der Oberpfalz lediglich „Uranglimmer“ und als Lokalitäten „Oberpfalz (Wölsenberg), Bayern (Bodenmais, verwachsen mit Tantalit in Kristallen, auch mit Beryll und Feldspat)“²⁰.

Da bereits 1808 unter „Pecherz“ Wölsenberg überhaupt nicht genannt worden ist und unter „Uranglimmer“ das Pecherz als im Granit einbrechend nur beiläufig — und später überhaupt nicht wiederkehrend — Erwähnung findet, bezieht sich offenbar auch dieses „einbrechende Pecherz“ letzten Endes gleichfalls auf den Columbit vom Hühnerkobel (siehe Fußnote 19 auf Seite 15), ganz so wie ja *Kneifl* drei Jahre später schreibt: „Uranglimmer im bayerischen Waldgebirge, teils auf Pecherztafeln, teils auf Granit.“ — Wie auch Herr Kollege *Kirchheimer* mitteilt, ist aus manchen Zitaten nach dem Buch von *Leonhard* (1808), z. B. aus *Blank* (1810, S. 534), nicht zu erkennen, ob sich der gegebene Hinweis auf das vermeintliche „Pecherz“ von Wölsendorf oder vom Hühnerkobel bezieht. — Fast überflüssigerweise kann noch angefügt werden, daß ja das uns heute wohlbekannte Pecherz von Wölsendorf nicht schlechthin im Granit einbricht, sondern auf Mineralgängen meist in einem bemerkenswert violetten Flußspat oder — seltener — in einem bemerkenswert roten Granit vorkommt. Das „Einbrechen im Granit“ trifft für den Columbit vom Hühnerkobel zu.

Da *Leonhard* — vor seiner Berufung an die Universität Heidelberg (siehe unten) — von 1816 bis 1818 als Mitglied der Akademie in München weilte und gemeinsam mit Direktor *Flurl* und dem Chemiker Hofrat *Vogel* die Gelegenheit wahrnahm, die bayerischen Mineralien besonders gut kennen zu lernen²¹, werden seine Aussagen nach diesem Aufenthalt ohne Zweifel eine Revision etwaiger früherer Irrtümer beinhalten. *Leonhard* hat sein Zitat (von 1808) vom „einbrechenden Pecherze“ bezüglich Wölsendorf später unterlassen, und da er diese Korrektur leider stillschweigend vornahm, ist der Irrtum von 1808 in der Folgezeit und bis auf den heutigen Tag von vielen weiteren Autoren übernommen worden; diese nicht authentischen und daher wertlosen Wiederholungen demonstrieren eklatant das Beharrungs- und Vermannigfaltigungsvermögen eines Fehlers in der Schrift einer Autorität.

Verfasser kommt nach dem kritischen Studium der alten Literatur zu der Überzeugung, daß bis 1821 als Uranmineralien in Bayern lediglich der zeisiggrüne Uranglimmer von Wölsendorf durch Direktor Flurl (1804) und der gelbe Uranglimmer vom Hühnerkobel durch Bergwerks-Oberverweser Brunner (1806) bekannt geworden waren, und daß bei ersterem Mineral der heute von Wölsendorf wohlbekannte zeisiggrüne Uranocircit und bei letzterem der heute am Hühnerkobel gelegentlich noch zu findende gelbe Autunit vorgelegen haben.

Um die fachlich-wissenschaftliche Zuständigkeit der genannten Autoren, *Flurl* und *Bertele* aus Bayern, sowie *Leonhard* aus Hanau, beurteilen zu können, seien im folgenden deren Lebensdaten zusammengestellt.

²⁰ Wie auf Seite 40 ausgeführt, ist hier unter der Lokalität „Bodenmais“ eindeutig der Quarzbruch am Hühnerkobel zu verstehen.

²¹ Z. B. „Analytische Versuche über den Tantalit oder Columbit vom Rabenstein bei Zwiessel in Bayern. Von Herrn Hofrat *Vogel*, nebst einigen Mineralogischen Bemerkungen vom Geheimen Rat von *Leonhard*“, vorgelesen in der math. physikal. Klasse der K. Akademie der Wissenschaften zu München den 14. Febr. 1818, und abgedruckt in den Denkschriften der Akademie für die Jahre 1816 und 1817.

Mathias *Flurl*, geboren am 5. Februar 1756 zu Straubing an der Donau, kam 1777 nach München, wurde dort 1779 „Lehrer der historischen und philosophischen Gegenstände bei den lateinischen Vorbereitungs- und bürgerlichen Realklassen“, 1780 Professor der Physik und Naturgeschichte an der herzoglich-marianischen Landesakademie, bereiste aus innerem Antrieb die Berg- und Hüttenwerke des damaligen Kurfürstentums Bayern, wobei er z. B. 1784 in den Eisensteingruben zu Kleinstertz bei Mitterteich in der Oberpfalz eine den Passauer Erden gleichwertige Porzellanerde entdeckte, die sodann nach seinen Vorschlägen von der Nymphenburger Porzellanmanufaktur technisch ausgewertet wurde. 1787 wurde *Flurl* zum Bergrat ernannt, ging im gleichen Jahr mit Unterstützung des bayerischen Staates nach Freiberg in Sachsen an die Bergakademie, wo er insbesondere bei *Werner* Mineralogie studierte. Über diesen Aufenthalt verfaßte er Ende März 1788 ein erst 1919 durch *Laubmann* bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München veröffentlichtes „Tagebuch“, mit Aufzeichnungen über mineralogische und bergtechnische Beobachtungen in der Oberpfalz, in Teilen Frankens, Sachsens und Böhmens. 1792 gab *Flurl*, als kurfürstlicher wirklicher Berg- und Münzrat in München seine „Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberen Pfalz“ heraus, das erste Werk zur Geologie von Bayern. *Flurl* wurde 1797 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften, verfaßte 1805, als Direktor bei der bayerischen Landesdirektion, die 83 Seiten umfassende Schrift „Über die Gebirgsformationen in den dermaligen Churfürstbayerischen Staaten“, die als Ergänzung seines Werkes von 1792 zu denken ist. *Flurl* wurde 1807 Direktor der neu gebildeten General-Salinen-Administration, 1814 General-Salinen-Administrator; 1813 wurde er in den Ritterstand erhoben und 1820 zum Geheimen Rat ernannt, er starb Ende Juli 1823 auf einer Dienstreise in Bad Kissingen im Alter von 68 Jahren. *Flurl* ist der erste Mineraloge und Geologe Bayerns.

Georg Augustin *Bertele*²², geb. am 27. August 1767 zu Ingolstadt an der Donau, kam als Sohn des dortigen Universitätsgärtners schon in jungen Jahren mit den akademischen Lehrern in Berührung und fiel dem Professor der Anatomie, Heinrich Palmatius v. *Levelling*, durch seine Intelligenz auf; dieser vermittelte *Bertele* die Stelle eines Kompagniechirurgen. Die Universitätsstudien betrieb er von 1784—1788 und wurde 1789 vom Kurfürsten *Karl Theodor* zum Regimentsarzt ernannt. In dieser Eigenschaft kam er nach Amberg und heiratete dort die Witwe eines Apothekers. 1792 promovierte er an der Medizinischen Fakultät der Universität Ingolstadt zum Dr. med. Da *Bertele*, auf Antrag, vom Kurfürsten als Nachfolger von Georg Ludwig Claudius *Rousseau* an der Universität Ingolstadt vorgesehen war, erhielt er 1793 aus der Universitätskasse für eine von ihm erbetene Bildungsreise 400 Gulden zur Verfügung gestellt. Diese Reise führte ihn zunächst für 5 Monate nach Würzburg zu Johann Georg *Pickel*, Professor der Chemie und Pharmazie, sodann über Bamberg und Coburg nach Freiberg im Erzgebirge, wo er „bei den dortigen Schmelzhütten und Amalgamations-Anstalten hinlängliche Kenntnisse gesammelt, um später seinen Schülern die Grundsätze der Metallurgie und Probierkunst mitteilen zu können“. Nach dem Tode *Rousseaus* übernahm *Bertele* am 30. April 1794 an der Universität Ingolstadt dessen Lehrstuhl und begann seine Vorlesungen mit einer Rede über den Einfluß der Chemie auf die Heilkunde. Im Jahre 1800 übersiedelte er mit der Universität nach Landshut, war hier viermal Dekan der Medizinischen Fakultät und wurde 1805/06 von seinen Kollegen zum Rektor gewählt. „In der Mineralogie hatte er seine besonders gründliche Ausbildung während seines Aufenthaltes an der Bergakademie Freiberg erworben, welche er auf mehreren Reisen noch vertiefte. Eine von ihm durch Kauf und Tausch zusammengetragene Mineraliensammlung überließ er am 8. Februar 1803 gegen eine Summe von 2000 Gulden der Universität, sie bildete den Grundstock des später von Johann Nepomuk v. *Fuchs* errichteten vortrefflichen Mineralienkabinetts“. Neben Werken über Diätetik und Arzneimittellehre erschien im Jahre 1804 sein „Handbuch der Minerographie“, in welchem die Beschreibung der Mineralien nach deren Zusammensetzung, also nach chemischen Prinzipien, angeordnet ist. „Wenn dieses Werk sich auch weniger durch Originalität auszeichnete, so war es doch durch seine Zweckmäßigkeit und Vollständigkeit sehr belehrend.“ Da *Bertele* neben seiner Lehr- und Forschungstätigkeit in Pharmazie, Heilmittellehre, Botanik, Zoologie etc. auch noch eine Arztpraxis versorgte, konnte sich zu seiner Entlastung 1805 Johann Nepomuk v. *Fuchs* für Chemie und Mineralogie habilitieren und 1807 das neugeschaffene Ordinariat für diese Fächer übernehmen. *Bertele* starb in Ingolstadt am 19. Juli 1818.

Carl Cäsar v. *Leonhard*, geboren am 12. September 1779 zu Rumpenheim bei Hanau, war seit 1800 Assessor bei der Landkassen- und Steuerdirektion in Hanau, wo er sich bereits mit den Mineralien befaßte; er gab 1805—10 sein 3 Bände umfassendes „Handbuch

²² Auszug aus E. *Bamann* und G. *Kallinich*: Zweihundert Jahre Pharmazie an der Universität Ingolstadt-Landshut-München. 1760—1960. München 1960.

einer allgemeinen topographischen Mineralogie“ heraus, in welchem er (1808) vom Wölsenberg in der Oberpfalz richtig Uranglimmer nannte. *Leonhard* lebte von 1816 bis 1818 in München als Mitglied der dortigen Akademie der Wissenschaften, 1818 wurde er als Professor der Mineralogie und Geologie an die Universität Heidelberg berufen, wo er bis zu seinem Tode (23. Januar 1862) erfolgreich wirkte. Von seinen zahlreichen Büchern, Monographien und Originalarbeiten seien außer dem bereits genannten Handbuch mitgeteilt: Systematisch-tabellarische Übersicht und Charakteristik der Mineralkörper (Frankfurt 1806), Allgemeines Repertorium der Mineralogie (1806—21), Handbuch der Oryktognosie (1821; 2. Auflage 1826) mit der Nennung des Uranglimmers vom Wölsenberg und Hühnerkobel, ferner Naturgeschichte des Mineralreiches (1825), Grundzüge der Geognosie und Geologie (1831, 3. Auflage 1839), Lehrbuch der Geognosie und Geologie (1835) usw. — *Leonhard* ist der Begründer des heute noch erscheinenden Neuen Jahrbuches für Mineralogie und Geologie, früher „Taschenbuch“, das er vom Jahr der Gründung (1807) bis zu seinem Tode (1862) redigierte.

2) *Klaproth's Titaneisenerz vom Spessart (1797) irrtümlich als „Pecherz“ angesprochen (1840)*

Im Jahre 1840 schreibt *B. Kittel* in seiner „Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs“ (Seite 15), daß in den Quarzlagen des Gneises der Schindkaute zuweilen „Pecherz“ vorkomme, und 1854 nennt *Besnard*, offenbar auf *Kittel* fußend, „Uranpecherz von der Schindkaute bei Aschaffenburg“.

Hier muß man sich erinnern, daß bereits *Klaproth* 1797 „Eisenhaltiges Titanerz“ aus dem Spessart unweit Aschaffenburg beschrieben und analysiert hat²³. Dieses Mineral ist nach *Klaproth* „in grauen Fettquarz eingewachsen“, „die Farbe ist eisenschwarz, mit äußerlich mäßigem, inwendig aber stärkerem Metallglanz begleitet“, „es ist derb und undurchsichtig“, „der Bruch ist uneben, von feinem Korne“, „die Bruchstücke sind unbestimmt eckig“; das Mineral „ist sehr spröde, hart und läßt sich nur mit Mühe zum feinen Pulver reiben, dessen Farbe schwarz ist“; „das eigentümliche Gewicht ist 4.740“, „vom Magneten wird es, auch in den kleinsten Splittern, nicht im mindesten angezogen“.

Auch *Kittel* nennt Titanerz und Titanerz vom Gneisbruch der Schindkaute; bei *Kittels* „Pecherz“ hält jedoch bereits v. *Ammon* (1911, S. 195) „eine Verwechslung mit einem anderen Mineral“ für nicht unwahrscheinlich. *Laubmann* schreibt (1924, S. 67) „Ein in der Literatur ab und zu noch aufgeführtes Vorkommen von Uranpecherz in den Quarzschichten des Gneises der Schindkaute ist bis jetzt noch nicht als Uranmineral erwiesen“. Ilmenit dieses Vorkommens ist von *Sandberger* 1892, von *Kirchheimer* 1927 und vom Verfasser während der letzten 20 Jahre wiederholt in schalig geformten Massen von pechblendeähnlichem Aussehen in den Quarzlagen und Pegmatitadern des Gneises der Schindkaute gefunden worden. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß *Kittel* das von *Klaproth* erstmalig beschriebene „Eisenhaltige Titanerz“ (Ilmenit) irrtümlich als „Pecherz“ angesprochen hat.

III. DIE URANFUNDE IN BAYERN

Da in neuerer Zeit, selbst in Veröffentlichungen amtlicher Institutionen, das Uranvorkommen von Wölsendorf irrtümlich in den Bayerischen Wald und die Vorkommen bei Wunsiedel irrtümlich in die Oberpfalz verlegt worden sind, sei

²³ *Klaproth*, Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper, 2. Band, 1797, 224—225 und 232—234.

einer allgemeinen topographischen Mineralogie“ heraus, in welchem er (1808) vom Wölsenberg in der Oberpfalz richtig Uranglimmer nannte. *Leonhard* lebte von 1816 bis 1818 in München als Mitglied der dortigen Akademie der Wissenschaften, 1818 wurde er als Professor der Mineralogie und Geologie an die Universität Heidelberg berufen, wo er bis zu seinem Tode (23. Januar 1862) erfolgreich wirkte. Von seinen zahlreichen Büchern, Monographien und Originalarbeiten seien außer dem bereits genannten Handbuch mitgeteilt: Systematisch-tabellarische Übersicht und Charakteristik der Mineralkörper (Frankfurt 1806), Allgemeines Repertorium der Mineralogie (1806—21), Handbuch der Oryktognosie (1821; 2. Auflage 1826) mit der Nennung des Uranglimmers vom Wölsenberg und Hühnerkobel, ferner Naturgeschichte des Mineralreiches (1825), Grundzüge der Geognosie und Geologie (1831, 3. Auflage 1839), Lehrbuch der Geognosie und Geologie (1835) usw. — *Leonhard* ist der Begründer des heute noch erscheinenden Neuen Jahrbuches für Mineralogie und Geologie, früher „Taschenbuch“, das er vom Jahr der Gründung (1807) bis zu seinem Tode (1862) redigierte.

2) *Klaproth's Titaneisenerz vom Spessart (1797) irrtümlich als „Pecherz“ angesprochen (1840)*

Im Jahre 1840 schreibt *B. Kittel* in seiner „Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs“ (Seite 15), daß in den Quarzlagen des Gneises der Schindkaute zuweilen „Pecherz“ vorkomme, und 1854 nennt *Besnard*, offenbar auf *Kittel* fußend, „Uranpecherz von der Schindkaute bei Aschaffenburg“.

Hier muß man sich erinnern, daß bereits *Klaproth* 1797 „Eisenhaltiges Titanerz“ aus dem Spessart unweit Aschaffenburg beschrieben und analysiert hat²³. Dieses Mineral ist nach *Klaproth* „in grauen Fettquarz eingewachsen“, „die Farbe ist eisenschwarz, mit äußerlich mäßigem, inwendig aber stärkerem Metallglanz begleitet“, „es ist derb und undurchsichtig“, „der Bruch ist uneben, von feinem Korne“, „die Bruchstücke sind unbestimmt eckig“; das Mineral „ist sehr spröde, hart und läßt sich nur mit Mühe zum feinen Pulver reiben, dessen Farbe schwarz ist“; „das eigentümliche Gewicht ist 4.740“, „vom Magneten wird es, auch in den kleinsten Splittern, nicht im mindesten angezogen“.

Auch *Kittel* nennt Titanerz und Titanerz vom Gneisbruch der Schindkaute; bei *Kittels* „Pecherz“ hält jedoch bereits v. *Ammon* (1911, S. 195) „eine Verwechslung mit einem anderen Mineral“ für nicht unwahrscheinlich. *Laubmann* schreibt (1924, S. 67) „Ein in der Literatur ab und zu noch aufgeführtes Vorkommen von Uranpecherz in den Quarzschichten des Gneises der Schindkaute ist bis jetzt noch nicht als Uranmineral erwiesen“. Ilmenit dieses Vorkommens ist von *Sandberger* 1892, von *Kirchheimer* 1927 und vom Verfasser während der letzten 20 Jahre wiederholt in schalig geformten Massen von pechblendeähnlichem Aussehen in den Quarzlagen und Pegmatitadern des Gneises der Schindkaute gefunden worden. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß *Kittel* das von *Klaproth* erstmalig beschriebene „Eisenhaltige Titanerz“ (Ilmenit) irrtümlich als „Pecherz“ angesprochen hat.

III. DIE URANFUNDE IN BAYERN

Da in neuerer Zeit, selbst in Veröffentlichungen amtlicher Institutionen, das Uranvorkommen von Wölsendorf irrtümlich in den Bayerischen Wald und die Vorkommen bei Wunsiedel irrtümlich in die Oberpfalz verlegt worden sind, sei

²³ *Klaproth*, Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper, 2. Band, 1797, 224—225 und 232—234.

daran erinnert, daß bereits *Gümbel* (1868) als Grenze des Oberpfälzer Waldes nach Norden die Querlinie Erbendorf, Reuth, Wiesau, Naab-Wondreb-Verebnung, Waldsassen und nach Süden die Cham-Further Senke aufgefaßt hat, ganz in Übereinstimmung mit der morphologischen Gliederung dieses Gebietes. Im folgenden werden zunächst die Vorkommen des Fichtelgebirges, sodann die des Oberpfälzer Waldes und schließlich die des Bayerischen Waldes behandelt.

A) Die Uranfunde im Fichtelgebirge (Rudolfstein, Fuchsbau etc.)

Das Fichtelgebirge (mit Steinwald), nach *Gümbel* von der Münchberger Gneismasse im Norden (Linie Berneck-Rehau) bis zum Oberpfälzer Wald im Süden (Linie Erbendorf-Waldsassen) reichend, besteht aus einem Rahmen von altpaläozoischen Sedimenten und Graniten, die durch die sudetische Orogenese zu Phylliten, Phyllitquarziten, Quarziten, Marmoren, Kalksilikatfelsen und Epi-Orthogneisen geworden sind. Der sudetischen Hauptfaltung dieses Rahmens folgte diskordant zum Nebengestein die Intrusion der (jüngeren) Granite, die bekanntlich die heutige Morphologie des Fichtelgebirges beherrschen. An diese jüngeren, sudetischen Granite, insbesondere deren Klüfte und Drusen, sind die bisher bekannten Uranfunde in diesem Gebiet gebunden.

Obleich bereits *Giebel* 1848 (S. 59) das Auftreten von „Uranlimmer und Uranpecherz im Fichtelgebirge“ erwähnte, hat dennoch C. W. v. *Gümbel* in seinem Werk „Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenthal und dem westlichen Vorland“ (Gotha 1879) ein Uranvorkommen in diesem Gebiet nicht genannt. Immerhin hat *Giebel* keinen Fundort mitgeteilt, und so muß dem Würzburger Mineralogen F. v. *Sandberger* das Verdienst zuerkannt werden, 1886 die erste fundortsmäßig exakte Nachricht über Uranvorkommen in diesem Gebiet gegeben zu haben. *Sandberger* berichtet in einer brieflichen Mitteilung vom 6. Februar 1886 im Neuen Jahrbuch für Mineralogie folgendes:

„Im Jahre 1880 hatte ich zum erstenmale nachgewiesen, daß die dunklen primitiven Lithionlimmer in dem Eibenstock-Neudecker Granitstock neben Zinn, Kupfer, Arsen sowie wenig Kobalt und Spuren von Wismuth auch Uran enthalten, und später dasselbe Resultat auch bei dem gleichen Mineral aus Centralfrankreich, Cornwall und schließlich auch aus dem Fichtelgebirge gefunden. Während aber aus den erstgenannten Gegenden Uranlimmer an vielen Orten bekannt waren, schienen solche im Fichtelgebirge zu fehlen, wenigstens wurden sie von *Gümbel* in seiner Beschreibung des Gebirges nicht aufgeführt. Um so mehr überraschte mich ein sehr schönes Vorkommen im Speckstein von Göpfersgrün bei Wunsiedel (v. *Schwartzs*che Grube), welches von einem Eisenbahnbeamten aufgefunden worden war. Die Klüfte eines größeren Specksteinstückes erschienen nämlich zunächst mit einer dünnen Lage von *Uranit* überkleidet, welche, obwohl von sehr deutlicher blättriger Struktur, doch nur am Rande sehr vereinzelte deutlich ausgebildete Täfelchen wahrnehmen ließ und sich als reiner *Uranit*, d. h. frei von Baryt, Magnesia und Kupferoxyd erwies. Auf dieser Lage erscheinen dann durch ihre hochgrüne Farbe und z. T. sehr scharfe Ausbildung der quadratischen Tafeln ausgezeichnete Rosetten von *Kupferuranlimmer*, der also hier unzweifelhaft jünger als der *Kalk-Uranlimmer* ist. Wer die Specksteinlagerstätten näher untersucht hat, kann nicht daran zweifeln, daß die Umwandlung des Dolomits zu Speckstein von der Infiltration von Kieselsäure herrührt, welche auf der v. *Schwartzs*chen Grube von zersetztem Lithio-

nit-Granit, auf der *Laubeck* sehen aber von zersetzten Phylliten geliefert wurde. Auf ersterer sind dann zugleich Lösungen von Kupfer, Uran und phosphorsaurem Kalk eingedrungen, welche der Glimmer und Apatit des Granits dargeboten haben. Das zuerst rätselhafte Vorkommen der Uranmineralien in dem Speckstein klärt sich hiernach in einfacher Art auf. Aufmerksam gemacht durch dasselbe, hat einer meiner Schüler die Klüftchen zersetzter Lithionit-Granite des Fichtelgebirges weiter untersucht und auch Täfelchen von *Kalkuranglimmer* auf solchen am Epprechtstein bei Kirchenlamitz gefunden, wo sie aber offenbar sehr selten sind und mir bei meinem Besuch des Berges entgangen waren.“

In seiner Abhandlung über die Lithionitgranite (Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss. 18. 1888. 423—492) erwähnt v. *Sandberger* auf S. 474 und 488 auch „prächtig grüne, scharfe Kriställchen von *Kupfer-Uranglimmer* in Nestern von Zinnwaldit am Epprechtstein“; sie wurden, wie aus einer Fußnote hervorgeht, 1888 von Herrn Dr. *Kellermann* gefunden.

Ein Hinweis auf die oben genannte Literatur findet sich in P. *Giebes* „Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges . . .“ (Geogn. Jh. 7. 1894. S. 31). Die Nennung von *Kalk-* und *Kupferuranglimmer* vom Epprechtstein in den Dissertationen von W. *Machert* „Beiträge zur Kenntnis der Granite des Fichtelgebirges mit besonderer Berücksichtigung des Granites vom Epprechtstein und seiner Mineralführung“ (Erlangen 1894, S. 52) und A. *Schmidt* „Beobachtungen über das Vorkommen von Gesteinen und Mineralien in der Centralgruppe des Fichtelgebirges“ (Erlangen 1895, S. 46 und 79/80) scheint gleichfalls auf *Sandberger* zurückzugehen. Dagegen führt *Schmidt* (1895) als neue Funde *Torbernit* von der Gregnitz, von Brand und aus einem Pegmatit aus der Gegend von Selb an, sowie *Autunit* von Mehlmeisel²⁴. Auf *Praessar* (1896, S. 107) geht die Kenntnis des *Autunits* von Brand bei Ebnath zurück.

In seiner „tabellarischen Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes“ (Bayreuth 1903) gibt Dr. Albert *Schmidt* in Wunsiedel, Apotheker und begeisterter Mineraliensammler, eine sehr schöne und vollständige Zusammenfassung der bisher bekannten Fichtelgebirgsmineralien und ergänzt für Uranglimmer die bekannten Fundorte um *Torbernit* vom Fuchsbau bei Leupoldsdorf.

Die erste chemische Analyse eines Uranglimmers aus dem Fichtelgebirge, und zwar für *Torbernit* vom Fuchsbau, bringt Ludwig v. *Ammon* 1910 (S. 193):

„Der Kupferuranit vom Fuchsbau besitzt ein spez. Gew. von 3,564; seine Farbe wechselt von smaragd- bis hellgrün; beim Lösen in Säure bemerkt man eine schwache Gasentwicklung. Die meisten Kristalle (pseudotetragonal) erreichen nur eine Länge von 2—3 mm, einzelne sind jedoch bis zur Größe von 1 cm gefunden worden. Die Zusammensetzung des Uranglimmers dieser Fundstätte ist, wobei die in kleinster Menge vorhandenen Bestandteile unberücksichtigt geblieben sind, nach der Analyse von Adolf *Schwager* folgende 18,34 Glühverlust, 7,45 CuO, 60,00 UO₂, 15,01 P₂O₅, Σ 100,80.“ — In der Aufzählung der bekannten Fundstellen von *Autunit* (S. 192) sind neu: Fuchsbau bei Leupoldsdorf, Neubau bei Fichtelberg und Reinersreuth am Großen Waldstein.

Im Jahre 1914 erscheint die Dissertation von Dr. Hans *Güntber*, Studienprofessor in Kulmbach, „Radioaktive Erscheinungen im Fichtelgebirge“; nach

²⁴ Das auf Seite 46 genannte Vorkommen von Kupferuranglimmer von Mehlmeisel scheint ein „Druckfehler“ zu sein, denn weder in der tabellarischen Zusammenfassung der gleichen Arbeit noch in der von 1903 findet sich eine Wiederholung dieser Angabe; zudem steht bei Kalkuranglimmer von Mehlmeisel (1895, S. 79) der Zusatz „einmal gefunden“.

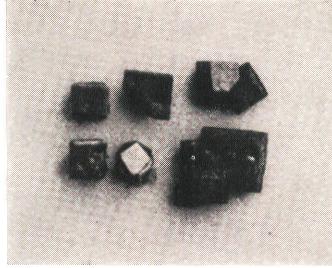


Abb. 1. Torbernit vom Granitbruch an der Platte, westlich Wunsiedel
(v. *A m m o n* 1910).



Abb. 2. Granitbruch im Grednitzgrund bei Nagel (Fa. Müller, Nagel). Die linke große Wand streicht N 25—30° W; zu ihr parallel sind Klüfte mit Quarz, Hämatit und den aus der Literatur bekannten Funden von Rauchquarz, Orthoklas, Topas, Apatit, Phenakit u. a.; hier und auf den dazu senkrecht stehenden Klüften ist gelegentlich Autunit zu finden.

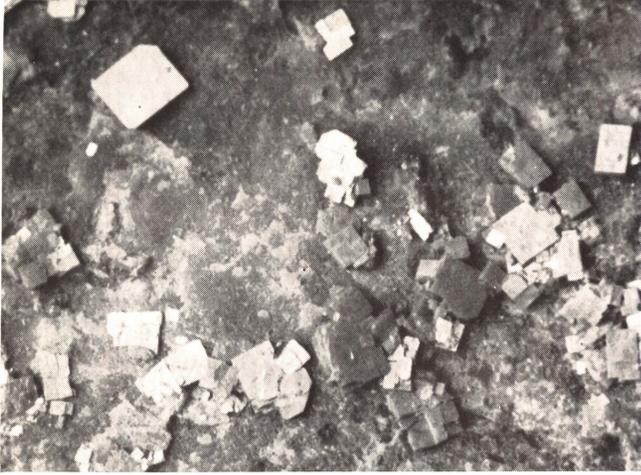


Abb. 3. Torbernit auf Gangquarz aus dem Granit vom Fuchsbau (H. *Strunz* ges. 1939. Vergr. $4,5\times$). Der Quarzgang streicht hercynisch, die Torbernit-Mineralisation erfolgte auf der jüngeren erzgebirgisch streichenden Klüftung.

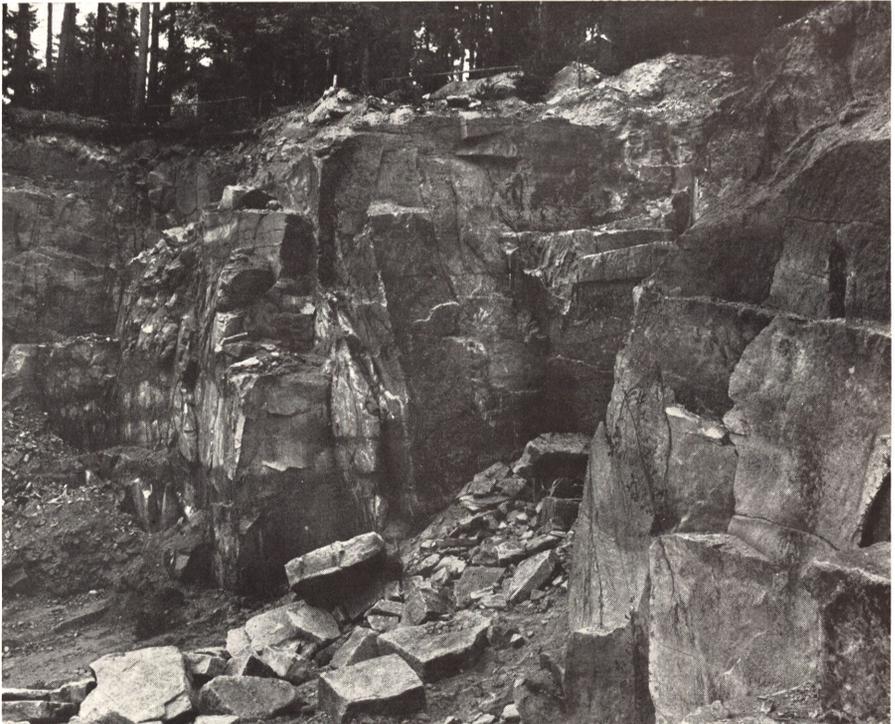


Abb. 4. Granitbruch am Fuchsbau bei Leupoldsdorf (Fa. Kastl, Fichtelberg). Blick nach Norden; rechts die $N\ 30^\circ\ W$ streichenden Q-Klüfte, längs deren hier reichlich Mn-Montmorillonit entstanden ist; die Beläge von stellenweise gut kristallisiertem Torbernit liegen auf den dazu senkrechten Klüften, z.B. auf der ganz links im Bild sichtbaren Wand.

Günther (S. 29) enthält der *Autunit* des Fichtelgebirges 58,29% UO_2 ; über den *Torbernit* heißt es (S. 29—35):

„Die bedeutendste Fundstätte für Kupferuranglimmer, $\text{Cu}[\text{UO}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, quadratisch, in Bayern ist zur Zeit einer der oberen Steinbrüche in der Waldabteilung Fuchsbau am Ostabhang der Platte im Fichtelgebirge, $\frac{1}{2}$ Stunde entfernt von Leupoldsdorf bei Wunsiedel. Im Jahre 1911 gelang es dort von einer durch den Steinbruchbetrieb freigelegten senkrechten Granitwand eine verhältnismäßig große Menge Kupferuranglimmer (ca. 180 g) in zum Teil sehr gut ausgebildeten Kristallen loszulösen. Er hat sich hier in Klüften und Gesteinsrissen abgesetzt, welche den Granit durchziehen.“

„Die Kristalle bilden meist quadratische Tafeln bis zu 4 mm Dicke und bis zu 1 cm Länge. Einzelne Kristalle sind durch die Basis abgestumpfte tetragonale Pyramiden. Im Fuchsbau wurden mit dem Fortschreiten der Steinbrucharbeiten an der erwähnten Granitwand in größere Tiefen in den Jahren 1912 und 1913 wieder Kupferuranglimmerkristalle in schöner Ausbildung und ziemlicher Größe in einer Menge von 320 g gesammelt.“

„Der Kupferuranglimmer vom Fuchsbau im Fichtelgebirge dürfte möglicherweise aus den ursprünglich im Granit vorhandenen Pechblendegängen entstanden sein. Es kann angenommen werden, daß durch Risse und Spalten im Gestein kieselensäure- und phosphorsäurehaltige Lösungen zu dem Uranpecherz gelangt sind und es zersetzt und gelöst haben. Die kolloidale Kieselsäure hat hierbei die Radiumsalze durch Adsorption festgehalten und ihre Wegführung verhindert. Durch Zutritt von Kupfersalzlösungen bildete sich dann Kupferuranylphosphat, das infolge seiner Kristallisation in der oben erwähnten eisenhaltigen Kieselsäuregallerte auch alles Radium aufgenommen hat, das anfangs in der Pechblende vorhanden war. So dürfte auch die hohe Aktivität des Kupferuranglimmers vom Fuchsbau, welche derjenigen des aktivsten Uranpecherzes fast gleichkommt, ihre Erklärung finden.“

„Der Kupferuranit ist fast doppelt (1,93 x) so stark aktiv als der Kalkuranit.“

K. Mieleitner, München, erwähnt zusätzlich zu dem schon bekannten *Torbernit* vom *Gregnitzgrund* bei *Nagel* auch *Autunit* von dort (*Z. Krist.* 56. 1921. 94/95); *Laubmann* (1924) nennt *Autunit* vom *Rudolfstein*.

Über die Emanationsmessungen und Untersuchungen zu Geruch und Farbe des Flußspates wird in einem besonderen Kapitel zusammenhängend berichtet, hier wären daher aus den Arbeiten von *F. Henrich*, Professor der Chemie in Erlangen, nur die Analysen herauszugreifen, und zwar 1917 eine chemische Analyse für *Torbernit* vom *Fuchsbau*, 1922 für *Autunit* vom *Fuchsbau*. *Henrich* macht genaue Angaben des neu ausgearbeiteten Analysenganges und bestimmte besonders sorgfältig den Wassergehalt. Für *Torbernit* erhält er die Formel $\text{Cu}[\text{UO}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 11,5 \text{H}_2\text{O}$, für *Autunit* $\text{Ca}[\text{UO}_2[\text{PO}_4]_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$; die Analysenberechnungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Das Verhältnis Radium zu Uran wurde für *Autunit* zu $2,8 \times 10^{-7}$ bestimmt, das sind 87% des Gleichgewichtswertes zwischen beiden Elementen.



Abb. 5. Fünf Torbernitkristalle vom Fuchsbau.
 $a(100)$, $c(001)$, $e(011)$, $o(013)$, $l(112)$; e und o gelegentlich alternierend; a gestreift.

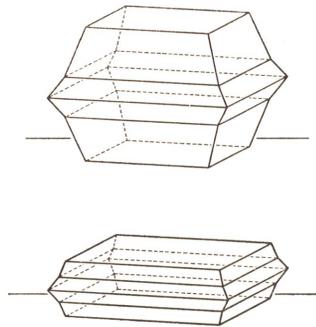


Abb. 6. Torbernit vom Fuchsbau. Flache Dipyrmiden $o(013)$, steile Dipyrmiden $e(011)$, in ungewöhnlicher Wachstumsfolge (G. Steberl ges. 1961).

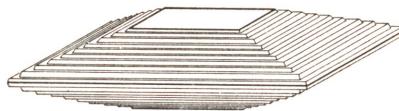


Abb. 7. Torbernit vom Fuchsbau. Starkgestreift durch alternierendes Wachstum der Basis $c(001)$ und der Dipyrmiden $e(011)$, $d(012)$, $o(013)$ (H. S. ges. 1961).

Tabelle 1. Chemische Analysen für Torbernit und Autunit vom Fuchsbau.

	a		b		c	
	Gew.-%	Kationen pro 20 O	Gew.-%	Kationen pro 23,5 O	Gew.-%	Kationen pro 22 O
CuO	7,45	Cu ²⁺ 0,90	7,78	Cu ²⁺ 0,98	—	—
CaO	—	—	—	—	6,01	Ca ²⁺ 1,03
UO ₃	60,00	U ⁶⁺ 2,13	57,37	U ⁶⁺ 2,01	60,62	U ⁶⁺ 2,04
P ₂ O ₅	15,01	P ⁵⁺ 2,03	14,58	P ⁵⁺ 2,06	14,52	P ⁵⁺ 1,97
H ₂ O	18,34	H ⁺ 19,53	20,30	H ⁺ 22,64	18,47	H ⁺ 19,78
	100,80		100,03		99,62	

a) „Torbernit“ (wohl Metatorbernit). A. *Schwager* in L. von *Ammon* (1911). b) Torbernit. F. *Henrich* (1917), nach Abzug von 0,59% SiO₂. c) Autunit. F. *Henrich* (1922).

Während des 2. Weltkrieges ist bekanntlich das Interesse an bauwürdigen Uranlagerstätten sprunghaft in die Höhe geschwungen, und auch im Fichtelgebirge setzte nach dem Kriege die Suche nach Uranvorkommen ein. Abgesehen von Pressemeldungen finden wir als erste Nachricht in der Zeitschrift *Erzmetall* (2. 1949. 384) folgende Notiz von A. *Kummer*:

„Im Granit des Rudolfsteins bei Weißenstadt im Fichtelgebirge erschürfte ich schon vor einigen Jahren ein Erzvorkommen. Dieses wurde bisher sowohl im Streichen als auch im Einfallen je 100 m aufgeschlossen. Die Erzführung, die an der Erdoberfläche noch gering ist, nimmt deutlich nach der Tiefe zu. An der Tagesoberfläche sind Zinnstein, Wolframit, Arsenkies und geringe Spuren von *Uraninit*²⁵ und Kupferkies vertreten. Auf der 60 m tieferen Stollensohle fehlt der Zinnstein völlig. Bei bedeutend verstärkter Erzführung finden sich hier gold- und silberhaltiger Arsen-, Kupfer- und Schwefelkies, Wolframit, verschiedene andere sulfidische Erze und *Uraninit*²⁵. Nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten dürfte das Vorkommen auch hier noch nicht abbauwürdig sein. Der Gehalt an metallischem Uran liegt hier um 10 g je Tonne Haufwerk.

Auf der noch um 42 m tieferen Gesenksohle, die aber zur Zeit unter Wasser steht, hat sich die Erzführung noch weiter verstärkt. Auch der Urananteil ist gewachsen. Hier schätze ich den Urangehalt auf 10–50 g je Tonne Haufwerk.“

Die darauf folgenden Schürfversuche konzentrierten sich auf die Uranglimmer führenden Klüfte der Fichtelgebirgsgranite, insbesondere am Rudolfstein bei Weißenstadt und am Fuchsbau bei Wunsiedel. Da auch abseits der bereits bekannten Torbernitklüfte eine merkliche Radioaktivität des Gesteins gemessen wurde, unternahm A. *Neubaus* den Versuch, die — zunächst unbekannt — Aktivitätsträger anzureichern. *Neubaus* berichtete über seine Ergebnisse vor der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft 1953 in Leoben (Fortschritte der Mineralogie, 32. 1954. 80):

„Seit einiger Zeit wird von der bayerischen Maxhütte ein Uranerzvorkommen bei Weißenstadt im Fichtelgebirge aufgeschlossen, das für die deutsche Uranversorgung von Bedeutung zu werden verspricht. Es handelt sich um Klüfte und Quarzgänge im Fichtelgebirgsgranit, die als wichtigstes Uranerz *Torbernit* Cu[UO₂|PO₄]₂·8H₂O führen. Aber auch abseits der Torbernitklüfte spricht der

²⁵ Im Original „Uranpechblende“.

Granit auf weite Erstreckung hin auf das Zählrohr an, ohne indes sichtbare Uranmineralien oder sonstige Träger radioaktiver Elemente erkennen zu lassen. Zur Aufklärung der Natur dieser Aktivitätsträger wurden 700 kg des radiologisch positiven Granits von der Max-Hütte aufgemahlen und im Handversuch gesichert. Bei diesem rohen Verfahren ist allerdings mit merklichen U-Verlusten zu rechnen, so daß die wahren U-Gehalte des Granits höher sind als die hier bestimmten.“

„Die Handversuche ergaben 990 g Sichertrogkonzentrat, im wesentlichen Schwermineralien, die unter ständiger Zählrohrkontrolle durch Siebung, magnetische Aufbereitung, Xanthatflotation und Zentrifugierung in schwerer Lösung insgesamt in 19, teils radiologisch hochaktive, teils schwachaktive, teils nichtaktive Fraktionen aufgespalten wurden. Die Zählrohr- und Radiogrammkontrolle der einzelnen Fraktionen ergab, daß die Aktivität praktisch ausschließlich in den unmagnetischen, in Xanthaten nicht flotierbaren Anteilen der Siebfraktionen kleiner 0,3 mm Korndurchmesser konzentriert war. Die Untersuchung dieser Fraktionen nach dem Auflichtverfahren ergab, geordnet nach der geschätzten Menge, folgende Kristallarten: Titaneisen, kristallisiertes *Uranpecherz* (*Uraninit*), Wolframit, Arsenkies, Magnetit, Kupferkies, dunkle Zinkblende mit viel Kupferkies-Entmischungströpfchen, Pyrit, Zirkon und etwas Quarz; wahrscheinlich auch Monazit und Rutil. Alle Körner waren gut getrennt, Verwachsungen selten (z. B. Wolframit mit Quarz; Zinkblende mit Kupferkies).“

Die idiomorphen *Uraninit*-Kriställchen, vorherrschend Kombinationen aus (111) und (110), waren 0,1 bis 0,3 mm groß. „Zur genauen Feststellung der Gitterperiode wurde von reinem Lesematerial eine Pulveraufnahme nach Straumanis angefertigt. Sie ergab: $a_0 = 5,46 \pm 0,005 \text{ \AA}$. Das entspricht bei dem sehr geringen Th-Gehalt einem *Uraninit* mit geringem O-Überschuß.“

„Die chemische Analyse der hochaktiven Fraktion ergibt unter Vernachlässigung des sehr geringen Th-Gehaltes insgesamt rd. 6,0 g U_3O_8 in der Gesamtprobe von 700 kg Versuchsgut oder rd. 9 g Uran je Tonne Granit.“

Die mineralparagenetische, mikroskopische und erzmikroskopische Untersuchung der Zinngranite des Schneebergmassives im Fichtelgebirge durch H. Strunz (Der Aufschluß 11. 1960. 233—250) führte zur Feststellung folgender Paragenesen:

„Zinngrube Konstantin bei Weißenhaid NW Rudolfstein (früher „Grafenzeche“, „Bescheertes Glück“, „Reiche Fürstenzeche“): Orthoklas (meist serizitisiert), Quarz, Biotit, Zinnstein, Pyrit, Arsenkies, Wolframit, Topas, *Metatorbernit*. selten *Metaautunit*. Durch Chloritisierung und Phlogopitisierung des eisenreichen Biotites entstand Hämatit.

„Uran-Stollen“ bei Weißenstadt NNO Rudolfstein: Orthoklas, Rauchquarz, Turmalin, Zinnstein, *Uraninit*, Zinnwaldit, reichlich Topas, Fluorit, Wolframit, Arsenkies, mikroskopisch Kupferkies, Zinkblende, Zinnkies, Kupferglanz, Hämatit, mitunter reichlich *Metatorbernit*, seltener *Metaautunit*.

Aufschluß am Gipfel des Rudolfsteins: Orthoklas, Rauchquarz, Turmalin, gute Topase, kein Beryll (!), *Metaautunit* auf Spaltrissen des Feldspates.

Fuchsbau bei Leupoldsdorf: Orthoklas, Quarz, (Rauchquarz, Bergkristall), Albit, Zinnwaldit, Zinnstein, selten *Uraninit*, Topas (z. T. als Pyknit), Apatit (meist grün, selten rosa), Fluorit, „Gilbertit“; Pyrit, Arsenkies, *Torbernit*, reichlich *Metatorbernit*, selten *Metaautunit*, Nontronit, rosa Montmorillonit; Psilomelan, Eisen- und Manganoxycide als Imprägnationen.

„Uran-Schacht“ am Nordrand der Granitbrüche am Fuchsbau: Greisenbildung mit Pyrit, Arsenkies, Wolframit, Zinnstein, *Uraninit* und *Metatorbernit*.“

Die Kluftektomatik der Fichtelgebirgsgranite ist auf weite Erstreckung hin sehr einheitlich (Karte in „Der Aufschluß“ 1960): Die Q-Klüfte streichen steilhercynisch und führen häufig als Folge pneumatolytischer Beeinflussung die Mineralien des Zinngeforges; die S-Klüfte streichen senkrecht zu den erstgenannten, sind jünger und führen als Reaktionsprodukt tieftemperierter Thermen oder vadoser Wässer den *Torbernit*, so am Rudolfstein, im Fuchsbau und an anderen der genannten Orte.

W. *Küttner*, Hamburg, teilte 1959 die Ergebnisse interessanter kristallchemischer Untersuchungen am *Torbernit* vom Rudolfstein mit und benutzt neben Metatorbernit erstmalig die Bezeichnung „*Orthotorbernit*“.

„Der tetragonale *Orthotorbernit* — mit seinem Wassergehalt von 12 Molen und einer Dichte $\rho = 3,228$ — wandelt sich ohne Veränderung der Dichte und des Wassergehaltes in eine trikline Modifikation um. Die Umwandlung wird unter Energiezufuhr — hier durch Bestrahlung mit Röntgenstrahlen oder mit Präparat Kobalt 60 — ausgeführt. Die gleiche Strukturänderung tritt auch bei Erwärmung des *Torbernits* bereits zwischen 30° und 40° C ein. Wird die Temperatur weiter erhöht, zeichnen sich definierte Hydrationsstufen ab, und zwar bei etwa 75° C, bei 125° C und schließlich bei etwa 155° C. Die entstandenen *Metatorbernite* werden mit I, II und III bezeichnet.

Tabelle 2. Chemische Analysen des Torbernits vom Rudolfstein.

	a)	b)	c)	d)	e)
CuO	7,77%	7,65%	8,02%	8,20%	8,23%
UO ₃	59,60	60,55	58,83	59,20	59,16
P ₂ O ₅	13,94	14,55	14,81	14,56	14,69
H ₂ O	18,95	17,15	18,10	18,37	18,00
Σ	100,26%	99,90%	99,76%	100,08%	99,95%

a) F. K. *Drescher-Kaden* 1952. b) R. *Klement* 1952. c, d, e) W. *Küttner* 1959.

Die Kantenlängen des tetragonalen Kristalles (α -Orthotorbernit) werden mit $a_0 = 7,044$ Å, $c_0 = 20,950$ Å bestätigt und die der triklinen Modifikation (β -Orthotorbernit) $a_0 = 7,41$ Å, $b_0 = 11,47$ Å, $c_0 = 7,27$ Å aus der Laueaufnahme berechnet. Daraus ergeben sich die Winkel der Achsen des triklinen Kristalles zu $\alpha = 97^\circ$, $\beta = 90^\circ 13'$, $\gamma = 112^\circ 23'$. Der triklinen Modifikation wird die Raumgruppe P 1 (C_1) zugeordnet.“

Küttners Schlußfolgerung, daß wegen der Strukturänderung zwischen 30° und 40° nur die Entstehung aus kalter Lösung in Frage komme, ist nach Ansicht des Verfassers nicht stichhaltig, denn die von *Küttner* beobachtete Strukturänderung erfolgte offenbar in trockener Zimmeratmosphäre, die Auskristallisation auf der Lagerstätte jedoch in wässriger Lösung. Bekanntlich ist Torbernit in wasserdampfgesättigter Atmosphäre bis 70° und in Wasser wohl bei noch höherer Temperatur stabil!

Zusammenfassend ist zu den Vorkommen im Fichtelgebirge zu sagen, daß die Uranfunde an die sudetischen Granite gebunden sind, wo sie in Form von Uranglimmer — meist Torbernit, seltener Autunit — bevorzugt auf den NE-streichenden Streckungsklüften, gelegentlich auch in pegmatitischen Restkörpern und

pneumatolytischen Miarolen auftreten. Diese Uranlimmer sind aus tieftemperaturer pseudohydrothermalen Lösungen auskristallisiert, nachdem die erforderlichen Cu^{2+} , Ca^{2+} , $(\text{UO}_2)^{2+}$ - und $(\text{PO}_4)^{3-}$ -Ionen aus Kupferkies, Apatit und Uraninitkriställchen des granitischen Nebengesteins bzw. aus den pegmatitisch-pneumatolytischen Füllungen der älteren (NW-streichenden) Querklüfte herausgelöst waren.

B) Die Uranfunde im Oberpfälzer Wald

1) Nördlicher Teil (Tirschenreuth, Plößberg, Hagendorf etc.)

Der nördliche Oberpfälzer Wald besteht aus erzgebirgisch streichenden Gneis- und Metabasitserien des südlichen Saxothuringikums, die von dem mächtigen Falkenberg-Flossenbürg-Leuchtenberger Granitpluton diskordant durchbrochen werden. Die Granite sind im allgemeinen grobkörnig, besitzen wie die Fichtelgebirgsgranite sudetisches Alter, liegen jedoch in einem niedrigeren Erosionsniveau, so daß ihre Pegmatite weniger als die im Fichtelgebirge der Verwitterung und Abtragung anheimgefallen sind. Zu diesen Pegmatiten gehören die durch Uranführung ausgezeichneten Vorkommen bei Tirschenreuth, Wildenau-Plößberg und Hagendorf; aber auch auf Klüften im Granit selbst und im Dachgestein treten Uranmineralien auf. Um nicht unexakt zu werden, sei angefügt, daß der Gneisrahmen der Hagendorf-Pleysteiner Pegmatite nach G. *Voll* noch dem Moldanubikum anzugehören scheint, daß der unterlagernde Granit, der die Pegmatite brachte, jedoch gleichfalls den sudetischen Graniten zugehört.

Die erste Beobachtung von Uranmineralien in diesem Gebiet erfolgte durch Hugo *Müller* (aus Weiden, später in London), über dessen Funde im „Korrespondenz-Blatt des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg“, 5. Jahrgang, 1851, unter „Vereinsangelegenheiten“ auf Seite 180 folgende Notiz zu finden ist:

„Herr Hugo *Müller*, gegenwärtig stud. chem. in Göttingen, sammelte für den Verein die mineralogischen Vorkommnisse des Landgerichts Tirschenreuth. Zu diesen 93, für die oberpfälzische Bodenkunde sehr interessanten Stufen gibt Herr *Müller* folgende Erläuterungen: „Schon seit anderthalb Jahren beschäftigte ich mich während der Ferien mit der Untersuchung der geognost.-mineralogischen Verhältnisse hiesiger Gegend, wozu die ursprüngliche Veranlassung zunächst die war, daß ich ganz in der Nähe von Tirschenreuth das Vorkommen des Berylls entdeckte, und zwar unter auffallend ähnlichen Verhältnissen mit dem des Zwieseler Vorkommens. So interessant das Vorkommen des Berylls an und für sich für mich war, so gewann dieses um so mehr, je mehr ich die Verhältnisse desselben bei Gelegenheit der Ausbeutung des zugleich einbrechenden Feldspates untersuchte; ich war nicht wenig erstaunt nach und nach den Rosenquarz, Schriftgranit, Turmalin, *Uranlimmer* und endlich sogar den Columbit in Association des Berylls aufzufinden. Angespornert durch diesen Fund, schenkte ich nun der hiesigen Umgebung mehr Aufmerksamkeit und Zeit und beschäftigte mich während der letzten Osterferien ausschließlich mit der angefangenen Untersuchung und habe reichlichen Ersatz für meine Bemühungen erhalten. Die Resultate sind für mich um so erfreulicher, da vor mir niemand der hiesigen Gegend einige Aufmerksamkeit schenkte, wenigstens ist mir außer *Flurls* Notizen, welche sich auf ein verlassenes Bergwerk, St. Nicola, beschränken, nichts bekannt.“

Im Jahre 1852 erschien sodann im Korrespondenz-Blatt des zoologisch-minera-

pneumatolytischen Miarolen auftreten. Diese Uranlimmer sind aus tieftemperierten pseudohydrothermalen Lösungen auskristallisiert, nachdem die erforderlichen Cu^{2+} , Ca^{2+} , $(\text{UO}_2)^{2+}$ - und $(\text{PO}_4)^{3-}$ -Ionen aus Kupferkies, Apatit und Uraninitkriställchen des granitischen Nebengesteins bzw. aus den pegmatitisch-pneumatolytischen Füllungen der älteren (NW-streichenden) Querklüfte herausgelöst waren.

B) Die Uranfunde im Oberpfälzer Wald

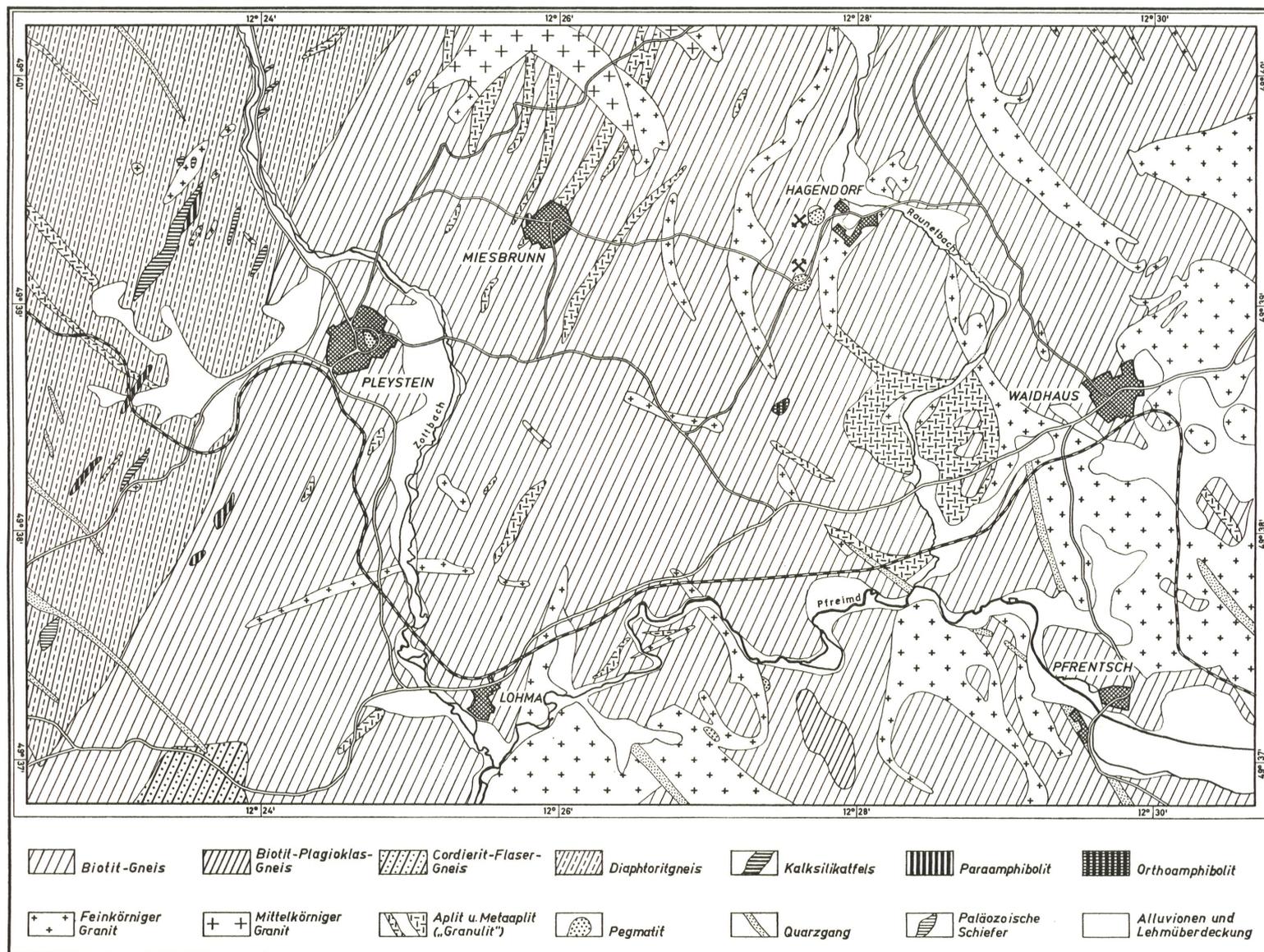
1) Nördlicher Teil (Tirschenreuth, Plößberg, Hagendorf etc.)

Der nördliche Oberpfälzer Wald besteht aus erzgebirgisch streichenden Gneis- und Metabasitserien des südlichen Saxothuringikums, die von dem mächtigen Falkenberg-Flossenbürg-Leuchtenberger Granitpluton diskordant durchbrochen werden. Die Granite sind im allgemeinen grobkörnig, besitzen wie die Fichtelgebirgsgranite sudetisches Alter, liegen jedoch in einem niedrigeren Erosionsniveau, so daß ihre Pegmatite weniger als die im Fichtelgebirge der Verwitterung und Abtragung anheimgefallen sind. Zu diesen Pegmatiten gehören die durch Uranführung ausgezeichneten Vorkommen bei Tirschenreuth, Wildenau-Plößberg und Hagendorf; aber auch auf Klüften im Granit selbst und im Dachgestein treten Uranmineralien auf. Um nicht unexakt zu werden, sei angefügt, daß der Gneisrahmen der Hagendorf-Pleysteiner Pegmatite nach G. *Voll* noch dem Moldanubikum anzugehören scheint, daß der unterlagernde Granit, der die Pegmatite brachte, jedoch gleichfalls den sudetischen Graniten zugehört.

Die erste Beobachtung von Uranmineralien in diesem Gebiet erfolgte durch Hugo *Müller* (aus Weiden, später in London), über dessen Funde im „Korrespondenz-Blatt des zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg“, 5. Jahrgang, 1851, unter „Vereinsangelegenheiten“ auf Seite 180 folgende Notiz zu finden ist:

„Herr Hugo *Müller*, gegenwärtig stud. chem. in Göttingen, sammelte für den Verein die mineralogischen Vorkommnisse des Landgerichts Tirschenreuth. Zu diesen 93, für die oberpfälzische Bodenkunde sehr interessanten Stufen gibt Herr *Müller* folgende Erläuterungen: „Schon seit anderthalb Jahren beschäftigte ich mich während der Ferien mit der Untersuchung der geognost.-mineralogischen Verhältnisse hiesiger Gegend, wozu die ursprüngliche Veranlassung zunächst die war, daß ich ganz in der Nähe von Tirschenreuth das Vorkommen des Berylls entdeckte, und zwar unter auffallend ähnlichen Verhältnissen mit dem des Zwieseler Vorkommens. So interessant das Vorkommen des Berylls an und für sich für mich war, so gewann dieses um so mehr, je mehr ich die Verhältnisse desselben bei Gelegenheit der Ausbeutung des zugleich einbrechenden Feldspates untersuchte; ich war nicht wenig erstaunt nach und nach den Rosenquarz, Schriftgranit, Turmalin, *Uranlimmer* und endlich sogar den Columbit in Association des Berylls aufzufinden. Angespornt durch diesen Fund, schenkte ich nun der hiesigen Umgebung mehr Aufmerksamkeit und Zeit und beschäftigte mich während der letzten Osterferien ausschließlich mit der angefangenen Untersuchung und habe reichlichen Ersatz für meine Bemühungen erhalten. Die Resultate sind für mich um so erfreulicher, da vor mir niemand der hiesigen Gegend einige Aufmerksamkeit schenkte, wenigstens ist mir außer *Flurls* Notizen, welche sich auf ein verlassenes Bergwerk, St. Nicola, beschränken, nichts bekannt.“

Im Jahre 1852 erschien sodann im Korrespondenz-Blatt des zoologisch-minera-



Die Pegmatite von Pleystein und Hagendorf und ihr geologischer Rahmen (nach A.FORSTER, 1957).

1 : 50 000

logischen Vereines in Regensburg (S. 33—48, 52—76) vom gleichen Autor ein ausführlicher Bericht „Über die geognostisch-mineralogischen Verhältnisse der Gegend von Tirschenreuth“. *Müller* schreibt auf Seite 76:

„Der *Uranglimmer* findet sich in Gesellschaft von Columbit und Beryll im Pegmatit der Sägmühle (westlich Tirschenreuth, unmittelbar an der Südseite der Straße nach Falkenberg), und zwar sind die Verhältnisse des Vorkommens am erwähnten Orte sehr ähnlich denen des Vorkommens von *Uranglimmer* im Pegmatit von Rabenstein. Es herrscht jedoch zwischen dem Uranglimmer vom Rabenstein und dem von der Sägmühle eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung; denn ersterer (vom Hühnerkobel) ist der *Kalkuranit* oder *Kalkuranglimmer*, während der letztere (von der Sägmühle) kupferhaltig, daher *Chalkolith* ist.“

Im gleichen Jahr ist von *Haupt* in seiner topographischen Mineralogie von Bayern ein Zitat dieses Vorkommens zu finden. Franz Anton *Besnard* hat in seiner Monographie „Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten“ (Augsburg 1854) die Feststellungen von Hugo *Müller* verwechselt wiedergegeben. *Besnards* irrierte Angaben sind auch von späteren Autoren übernommen worden.

Erst wesentlich später sind *Uranglimmer* von weiteren Fundorten des nördlichen Oberpfälzer Waldes beschrieben worden. *Laubmann* und *Steinmetz* nannten 1920 *Autunit* von Hagedorf-Nord und Wildenau-Plößberg sowie „*Uranglimmer*“ von Pleystein. *Laubmann* führt 1924 in seinem Buch „Die Minerallagerstätten von Bayern r. d. Rh.“ für *Autunit* zudem Beidl an. Gleichfalls 1924 nennt F. *Henrich* in „Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns“, herausgegeben vom Bayer. Oberbergamt und der Geolog. Landesuntersuchung u. a. als „längst bekannt“ *Uranglimmer* aus dem Granit von Flossenbürg.

Im Jahr 1925 hat A. *Scholz* idiomorphe *Uraninit*kriställchen von Hagedorf und Wildenau-Plößberg beschrieben:

„Zwischen tafeligen Columbitkristallen, häufiger in denselben eingewachsen, finden sich in Hagedorf schwarze, mehr oder weniger glänzende Kriställchen von oktaedrischem Habitus, welche in kochender, konzentrierter Schwefelsäure allmählich in Lösung gehen und auf Zusatz von Natriumazetat zur abgestumpften Lösung eine reichliche Kristallisation der charakteristischen Tetraeder von Natriumuranylazetat liefern.“

„Neben dem Oktaeder zeigen die Kriställchen öfters auch Rhombendodekaederflächen; kontrollierende Messungen ergaben innerhalb der durch die Flächenbeschaffenheit bedingten Fehlergrenzen die berechneten Winkelwerte. Danach handelt es sich zweifellos um sehr reinen *Uraninit*²⁶. Im Strich ist das frische Mineral schwarz; beginnende Hydratation kennzeichnet sich durch eine grünliche Verfärbung desselben und zugleich werden die vordem glänzenden Kristallflächen matt und etwas porös. Es ist charakteristisch, daß man das frische Mineral nur dort vorfindet, wo der Columbit nicht mit *Uranglimmer* vergesellschaftet ist; wo *Autunit* auftritt, ist der *Uraninit*²⁶ in *Uranocker* umgewandelt. Der letztere bildet Pseudomorphosen mit oft recht deutlicher Erhaltung der Kristallgestalt des Mutterminerals. Oft kann man Dutzende dieser Pseudomorphosen in einem einzigen Columbitkristall, meist tief in dessen Oberfläche eingesenkt, beobachten, während die frischen Individuen infolge des vollkommen gleichartigen Glanzes beider Mineralien kaum zu unterscheiden sind.“

„Auch in Plößberg und am Hühnerkobel kommen diese Pseudomor-

²⁶ Im Original „Uranpecherz“.

phosen vor, jedoch nicht im Columbit, sondern im Feldspat, Quarz und Triplit. Von letzterem Fundort ist *Uranocker* seit langem bekannt, indessen hatte bisher niemand dessen Pseudomorphosencharakter erkannt. An beiden Stellen kann man darin öfters noch Kerne von unzersetztem *Uraninit*²⁶ erkennen.“

Nach röntgenographischer Prüfung durch den Verfasser handelt es sich bei diesen Pseudomorphosen von H a g e n d o r f - S ü d und H a g e n d o r f - N o r d um *Uranophan*, von W i l d e n a u - P l ö ß b e r g um ein Gemenge von *Uranophan* und *Autunit*. Bereits bei E. Kohl („Aufschluß“ 1951) befindet sich die Bemerkung „Die Kriställchen sind sehr häufig ganz oder teilweise zu *Uranocker*, *Autunit* mit etwas *Uranophan* zersetzt.“

Durch intensivere Such- und Prospektierungsarbeiten sind in der Folgezeit auch im nördlichen Oberpfälzer Wald weitere Funde registriert worden: *Uranophan* von H a g e n d o r f - N o r d (H. Strunz, 1952), *Uraninit*, neben *Autunit* und *Torbernit* im Granitmassiv von Flossenbürg (G. Fischer, 1957, S. 12; Ziebr, 1957), *Autunit* im Feldspatpegmatit von Klobenreuth (Ziebr, Vierling, 1957), *Uraninit* und *Uranoglimmer* in einer 200 m tiefen Bohrung im Granit von Altenhammer nahe Flossenbürg (Vierling, Ziebr, 1958), *Sabugalit* im Granit von Lengenfeld (H. Strunz, 1961). *Uranocircit*, *Phosphuranylit* und reichlich *Autunit* im verwitterten „Grünschiefer“ von Erkersreuth (H. Strunz, 1961).

H. Ziebr hat (1957) durch Radioaktivitätsmessungen in H a g e n d o r f starke Radioaktivität der Columbite festgestellt und darüber im 6. Sonderheft „Der Aufschluß“ (1957, Seite 83) folgendes berichtet:

„Chemische Analysen von Columbit ergaben bis 0,15% U. Autoradiographien von Columbit ließen erkennen, daß der Columbit, der auf der Radiographie schwarz erscheint, zahlreiche stark radioaktive Einlagerungen enthält. Erzmikroskopisch konnten die aktiven Partien — wie bereits durch Scholz 1925 visuell und chemisch bestimmt — als *Uraninit* bestimmt werden. Es sind kubische Kristalle mit bis 0,05 mm Kantenlänge, sie sind im Schliff durch ihre größere Schleifhärte und ihre graue Farbe gut von dem etwas weicheren, hellgrauen bis weißen Columbit zu unterscheiden.“

Ferner hat Ch. Tennyson im Rahmen einer morphologischen Studie der Columbitkristalle von H a g e n d o r f (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte 1958, Seite 121) über den *Uraninit* dieser Lagerstätte folgende Mitteilung gegeben:

„Sekundär entstandene Uranminerale entstammen der Verwitterung von *Uranpecherz* (*Uraninit*), das in Form idiomorpher Kriställchen im Columbit eingewachsen ist und im Radiogramm durch zahlreiche punktförmige Strahlungszentren sichtbar wird. Im Anschliff zeigt sich um jedes Uraninitkriställchen ein deutlicher radioaktiver Hof, der häufig ganz oder teilweise durch Pyrit vererzt ist. Besonders vollkommen sind diese vererzten radioaktiven Höfe um solche Individuen entwickelt, die, am Rande der Columbite liegend, zum Teil in den umgebenden Feldspat hineinragen, und zwar jeweils um den Kristallteil, der im Feldspat liegt. Aber auch allseits von Columbit umschlossene Uraninitkristalle haben einen radioaktiv veränderten Saum hervorgerufen, der bei gekreuzten Nicols, wenn sich der isotrope Uraninit kräftig vom Columbit abhebt, besonders schön erkennbar wird.“

Fast gleichzeitig schreibt P. Ramdohr in den Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1958, Nr. 4):

„Die Columbite von H a g e n d o r f, sicher aber auch viele andere Columbite, führen oft *Uranpecherz*: [1] aufgewachsen, [2] eingewachsen, z. T. sicher in alten überkrusteten Aufwachsungen und schließlich [3] in den innersten, sicher älte-



Abb. 8. Radioaktive Höfe um Zirkon und Orthit im Biotit des „Granites“ (Granodiorit) von Schwarzenhammer, Fichtelgebirge (Vergr. ca. 120 \times).

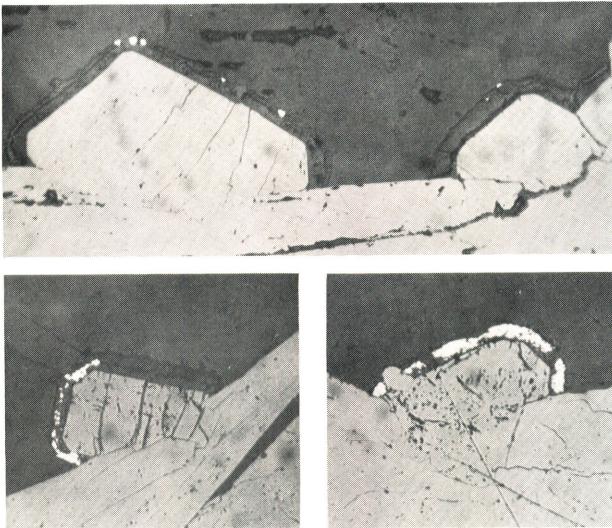


Abb. 9. Idiomorphe Uraninitkristalle an der Grenze von Columbit (grau) gegen Feldspat (dunkelgrau) mit deutlicher Pyritisierung der radioaktiven Höfe. Hagedorf-Süd. (*Tennyson* 1958, Vergr. ca. 120 \times).



Abb. 10. Columbit (gestreift) mit Oktaederchen von Uraninit. Hagendorf-Süd (Vierling und Keck ges. 1960, Vergr. ca. 30 ×).

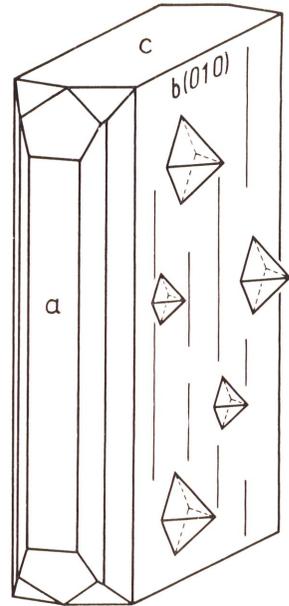


Abb. 11. Epitaxie von Uraninit auf Columbit (H. Strunz 1961).



Abb. 12. Idiomorphe Uraninit-Kriställchen als Einschlüsse im Columbit, mit radioaktiven Höfen. Hagendorf-Süd (Ch. Tennyson 1958).



Abb. 13. Uranophan pseudomorph nach Uraninit-Oktaederchen im Columbit. Hagendorf-Nord. (H. Strunz ges. 1932, Vergr. ca. 5 ×).

sten Teilen in myrmekitartiger Form als sichere Entmischung. Alle Typen bringen gute radioaktive Höfe im Columbit hervor, die aber wegen der sehr geringen Helligkeitsunterschiede leicht übersehen werden können.“

Schließlich konnte H. *Strunz* (1961) erstmalig über die Epitaxie von *Uraninit* auf Columbit berichten:

„Auf den uns vorliegenden Columbiten von Hagendorf befinden sich, ganz entsprechend den Beobachtungen von *Scholz* und *Ziebr*, nicht selten mehrere oder gar zahlreiche *Uraninit*kriställchen, und zwar in der Form des Oktaeders, dessen Kanten entweder scharf begrenzt oder durch das Rhombendodekaeder schmal abgestumpft sind. Dabei fällt zunächst auf, daß mitunter fast ein Dutzend der Oktaederchen parallel zueinander liegen. Studiert man die Orientierung gegenüber den unterlagernden Columbiten, so erkennt man, wie *Scholz*, daß sich die Uraninite bevorzugt auf der Fläche (010) der Columbite befinden. Jedoch fallen keineswegs Oktaederflächen mit der genannten Columbitfläche zusammen, sondern die Oktaederchen ragen mit einer Spitze aus der b-Fläche des Columbites heraus, und zwar derart, daß die Achsen des kubischen Uraninites den Achsen des rhombischen Columbites parallel liegen. Die Gitterkonstanten des Columbites von Hagendorf sind nach Ch. *Tennyson* (1958): $a_0 = 5,71$, $b_0 = 14,15$, $c_0 = 5,08$ Å. Als Gitterkonstante des *Uraninites* von Hagendorf konnte $a_0 = 5,50$ Å bestimmt werden.“

„Die Gitterkonstante für Uraninit von Hagendorf $a_0 = 5,50$ Å (zugleich Verbindungslinie der Oktaederspitzen) ist also parallel $a_0 = 5,71$ und $c_0 = 5,08$ Å des Columbites, mit dem Mittelwert 5,40 Å. Es ist in der Struktur des Columbites (Fe, Mn)(Nb, Ta)₂O₆, und zwar in der Ebene (010), ein Netz von Sauerstoffatomen vorhanden, deren Abstände es gestatten, daß die UO₂-Struktur darauf parallel weiterwächst und zur Epitaxie von Uraninit auf Columbit aus dem Pegmatit von Hagendorf führt.“

2) Der südliche Oberpfälzer Wald (Wölsendorf)

Der südliche Oberpfälzer Wald, von Luhe-Vohenstrauß bis zur Cham-Further Senke reichend, besteht vorzugsweise aus hochmetamorphen moldanubischen Biotitlagengneisen mit Cordierit-, Sillimanit- und Granatführung als Ergebnis der assyntischen und vielleicht einer späteren Orogenese, ferner aus jüngeren (wohl früh-variskischen) weißen Kristallgraniten und noch jüngeren (sudetischen) roten Graniten. Die roten Granite sind teils als grobkörnige Zweiglimmergranite mit Cordieritführung, teils als aplitisch feinkörnige Biotit- oder Muskovitgranite entwickelt, und da die aplitischen Granite gelegentlich gangförmig in erstere eindringen, müssen sie als die jüngsten Glieder dieser Gesteinsserie gelten (vgl. G. *Fischer*, *Köhler*, *Riedel*, *Voll*, *Ziebr*).

In dieser Gesteinsmasse ist im jüngeren Paläozoikum durch oszillierende tektonische Bewegungen auf 130 km Länge die Pfahlspalte aufgebrochen und durch Thermen der Sudetischen Granite deren Gangfüllung entstanden. Die Gangmasse besteht auf über 100 km Länge nur aus Quarz, am westlichen Ende der Spalte, bei Wölsendorf, kam es auf ca. 15 km streichender Länge zur Bildung der bekannten Lagerstätten mit Flußspat, Schwespat, Bleiglanz, Zinkblende, Uranerzen usw.

Wie von F. *Kirchheimer* (1957) dankenswerterweise der Vergessenheit entrissen, hat Mathias v. *Flurl* in diesem Revier, und zwar am Wölsenberg, bereits 1804 den *zeisiggrünen Uranglimmer* entdeckt. Bezüglich der Pechblende von Wölsendorf kam Verfasser durch das kritische Studium der alten Li-

teratur (Kapitel II der vorliegenden Monographie) zu der Überzeugung, daß diese Pechblende in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts noch nicht bekannt war. Eine „der Pechblende ähnliche Substanz“ hat *Bořický* 1870 bei der Beschreibung des „*Uranotils*“ erwähnt. Aber erst *A. Scholz* hat 1920 am Barbara-Stollen des Wölsenberges Stufen eines schwarzen Minerals mit muscheligen Bruch gefunden, als *Uranpecherz* angesprochen und zur chemischen Analyse weitergereicht. Über das Ergebnis der Analyse schreibt *F. Henrich*, Professor der Chemie an der Universität Erlangen, in der Zeitschrift für Angewandte Chemie (37. 1924. Seite 667):

„Vor einiger Zeit wurde mir vom Kustos der mineralogischen Sammlung des bayerischen Staates *Dr. Mieleitner* eine geringe Menge von granitischem Material zugesandt, das kleine Einschlüsse eines schwarzen Minerals von muscheligen Bruch enthielt. Um diese Einsprengungen befand sich ein feiner gelber Überzug, der Rutherfordin hätte sein können. Diese und wenige andere, inzwischen verlorengegangene Stücke waren von *Dipl.-Ing. A. Scholz* aus Regensburg am Barbara-Stollen des Wölsenberges aufgefunden und als *Uranpecherz* angesprochen worden.“ Er schreibt ferner: „Es hinterblieben 0,0559 g U_3O_8 , die alle Reaktionen des Urans zeigten“. „Es ist damit der Nachweis von *Uranpecherz* in Bayern mit aller Sicherheit erbracht.“

Fast gleichzeitig (1925) berichtet *F. Drechsler* gleichfalls über das Vorkommen von *Pechblende* bei Wölsendorf:

„Während *Uran glimmer* und *Uranophan*²⁷ schon längst vom Staatsbruch bekannt sind, wurde das Muttermineral, nämlich *Uranpechblende*, in den letzten Jahren in ganz unbedeutender Menge gefunden. Diese Blende ist knollenförmig eingesprengt in rötliches, quarzreiches Gestein, vergesellschaftet mit *Uran glimmer* und *Uranockerkrusten*, ausgezeichnet durch seinen glatten, muscheligen Bruch, seinen noch ganz frischen Fettglanz. Die Analyse dieser *Pechblende* ergab einen Gehalt von $U_3O_8 = 54,04\%$, außerdem noch Pb , Cu , Ca , PO_4 und SiO_2 .“

Von den sekundären Uranmineralien beobachtete *Bořický* (Prag, 1870) auf Flußspatstufen von Wölsendorf, welche mit kleinen Quarzkristallen bedeckt waren, neben zeisiggrünen Tafeln von *Uranit* auch feine zitronengelbe Nadeln, die teils strahlig, teils sternförmig oder ähnlich gruppiert waren und als „*Uranotil*“ bezeichnet wurden; doch die Ergebnisse der kristallographischen und chemischen Untersuchung durch *V. v. Zepharovich* waren bereits im Referat zu *Bořickýs* Mitteilung Ursache zu der Feststellung, daß dieses Mineral dem von *Websky* 1853 von Kupferberg in Schlesien beschriebenen *Uranophan* nahestehe (N. Jahrb. Min. etc. 1870. 780). Obgleich späterhin die Identität der beiden Mineralien bekannt geworden war, aber dennoch das Mineral von Wölsendorf immer noch als „*Uranotil*“ bezeichnet wurde, hat schließlich *C. Frondel* (1956) die Priorität für *Uranophan* betont zum Ausdruck gebracht.

In der Folgezeit ist erst durch *Drechsler* (1925) der zeisiggrüne *Uran glimmer* von Wölsendorf (*Flurl* 1804, *Bořický* 1870) als *Uranocircit* erkannt worden; *Drechsler* beobachtete auch *Phosphuranylit* und teilte die Ergebnisse chemischer Analysen für *Torbernit*, *Autunit*, *Uranocircit*, *Uranophan*²⁷ und *Phosphuranylit* vom *Johannesschacht* bei Wölsendorf mit²⁸; als

²⁷ Im Original „Uranotil“.

²⁸ Die hier und im Folgenden verwendete Bezeichnung „Johannesschacht“ umfaßt die früheren Abbaue: *Gümbels* „Wölsendorfer Gang“ = „Staatsbruch“, *Gümbels* „Wölsenberger Gang“ = „Barbaraschacht“, „Grube Hans Bauer“ = „Weberbruch“, „Grube Pfeiffer & Frey“ = „Fischerbruch“.



Abb. 14. Wölsendorfer Flußspatgang, und zwar Westende des heutigen Johannes-
ganges. Naabtal, mit Blick nach Osten. (Holzschnitt, *Gümbel* 1868, S. 517).

neue Fundstelle für *Autunit* wurden Grube Roland und Marienschacht genannt.

Tabelle 2. Chemische Analysen von Torbernit, Autunit und Uranocircit von Wölsendorf (F. *Drechsler* 1925).

Torbernit		Autunit		Uranocircit		
Gew.-%	Kationen pro 22 O	Gew.-%	Kationen pro 22 O	Gew.-%	Kationen pro 22 O	
Fe ₂ O ₃	—	—	—	0,11	Fe ³⁺ 0,020	
CuO	7,11	Cu ²⁺ 0,888	—	—	—	
CaO	1,33	Ca ²⁺ 0,236	5,28	Ca ²⁺ 0,876	—	
BaO	—	—	—	14,46	Ba ²⁺ 1,357	
UO ₃	56,90	U ⁶⁺ 1,975	58,22	U ⁶⁺ 1,894	43,15	U ⁶⁺ 2,171
P ₂ O ₅	13,72	P ⁵⁺ 1,919	13,70	P ⁵⁺ 1,796	9,93	P ⁵⁺ 2,013
H ₂ O	18,42	H ⁺ 20,306	21,21	H ⁺ 21,907	11,35	H ⁺ 18,136
Unlös.	2,07	—	1,33	—	21,20	—
	99,55	—	99,74	—	100,20	—

Tabelle 3. Chemische Analysen von Uranophan²⁹ und „Phosphuranylit“³⁰ von Wölsendorf (F. *Drechsler* 1925).

Uranophan		„Phosphuranylit“		
Gew.-%	Kationen pro 17 O	Gew.-%	Kationen pro 20 O	
(Fe + Al) ₂ O ₃	1,13	(Fe, Al) ³⁺ 0,150	—	
CaO	5,79	Ca ²⁺ 0,891	—	
PbO	0,62	Pb ²⁺ 0,024	Spur	
UO ₃	66,30	U ⁶⁺ 1,999	70,93	U ⁶⁺ 2,476
SiO ₂	13,43	Si ⁴⁺ 1,928	4,63	Si ⁴⁺ 0,769
P ₂ O ₅	Spur	P ⁵⁺ —	10,31	P ⁵⁺ 1,450
H ₂ O	12,55	H ⁺ 12,016	13,37	H ⁺ 14,818
	99,82	—	99,24	—

Auf die erstmalig von *Mügge* 1923 untersuchten radioaktiven Höfe im Flußspat von Wölsendorf soll im Zusammenhang mit Geruch und Farbe des Fluß-

²⁹ Im Original „Uranotil“.

³⁰ Zur Analyse des „Phosphuranylit“ wurde ein tiefgelber erdiger Überzug verwendet; *Drechsler* schreibt dazu: „wahrscheinlich handelt es sich hier um verunreinigtes Uranphosphat, das mineralogisch als *Phosphuranylit* ein wenig untersuchtes Mineral ist.“ Da *Phosphuranylit*, Ca[(UO₂)₄|(OH)₄|(PO₄)₂]·8H₂O, ein Calcium-Uranyl-Phosphat ist, kann es sich bei dem von *Drechsler* untersuchten Material wohl kaum um dieses Mineral gehandelt haben. Vielleicht ist es ein *Hydrogen-Autunit*, H₂[UO₂|(PO₄)₂]·8H₂O, in dem ein Teil der PO₄-Tetraeder durch SiO₄ ersetzt sind. Als reines Phosphat ist diese Verbindung synthetisch bekannt.

spates näher eingegangen werden; es finden sich in dieser Arbeit außerdem mikroskopische Beobachtungen für *Uranophan*:

„Die kanariengelbe Substanz wird von Säuren stark angegriffen und ist, wie ein Vergleich mit dem gerade in denselben Stufen auftretenden *Uranophan*³¹ ergab, mit diesem identisch. Wo er z. T. in sphaerolitisch geordneten Fasern die Kugeln erfüllt, liegt c parallel der Längsrichtung; parallel dieser Richtung merklich tiefer gelb als für Schwingungen senkrecht dazu; Brechung und Doppelbrechung kräftig, mit etwas übernormalen, auffallend bunten Farben; in dünnsten Fäserchen nicht mit grauen, sondern stark graublauen Interferenzfarben. Da ein glücklicher Schriff auch etwas gröber körnige Aggregate offenbar desselben Minerals getroffen hatte, ließ sich hier noch folgendes feststellen: Spaltbarkeit nach zwei unter etwa 76° geneigten, anscheinend gleichartigen Flächen mit größerer Vollkommenheit als bei Augit; Ebene der optischen Achsen parallel der kurzen Diagonale der Spaltrisse, positive (anscheinend spitze) Bisectrix des großen Achsenwinkels parallel der Kante des Spaltprismas; Pleochroismus in diesen Querschnitten nur schwach, parallel a zitronengelb, parallel b hellgraugelb. Danach scheint der *Uranophan*³¹ entgegen den Angaben von *Pjanitzky* (Z. Krist. 21. 1892, 74) rhombisch zu sein.“

Nachdem Luise *Goebel* in ihrer Arbeit über „Radioaktive Umwandlungsercheinungen am Fluorit von Wölsendorf“ (1930) bereits auf grellrote und gelbe *Zersetzungsprodukte* des *Uranpecherzes* hingewiesen hatte, gelang es *Schoep* und *Scholz* (1931) diese sekundären Uranmineralien als *Ianthinit*, *Becquerelit*, *Schoepit*, *Fourmarierit*, *Dewindtit*, *Parsonsit* und *Kasolit* zu identifizieren; nähere Angaben über Eigenschaften und Fundort werden jedoch nicht gemacht; es handelte sich wohl ausschließlich um Stufen vom *Johannesschacht*.

1934 taucht in der Literatur als Fundort von Uranmineralien erneut der *Marienschacht* bei *Wölsendorf* auf, und zwar nennen *Kobl* und *Haller* *Autunit*, *Torbernit* und *Uranocircit*. „Uranmineralien führender Stinkfluß ist in geringer Menge auch auf der Grube *Marienschacht* und auf der Grube *Pfeiffer* und *Frey* gebrochen worden. Zwei Stufen vom *Marienschacht* zeigen gelben *Uran-glimmer* (*Kalkuranit*). Zwei weitere bestehen aus heller violetter Fluorit, der beim Anschlagen nur schwachen Fluorgeruch von sich gibt, und der auf Rissen und in Höhlungen Kristalle von *Uran-glimmer* neben *Chrysokoll* und *Malachit* führt. Das eine Stück ist mit *Kupferuranit*, das andere mit einem im ultravioletten Licht nur matt aufleuchtenden, durch *Kupfer* verunreinigten oder mit *Kupferuranit* verwachsenen *Uranocircit* besetzt.“

Hecht und *Kroupa* berücksichtigen in ihrer Arbeit „Die Bedeutung der quantitativen Mikroanalyse radioaktiver Mineralien für die geologische Zeitmessung“ (1936) auch die *Pechblende* von *Wölsendorf* und machen hierüber folgende Ausführungen:

„Pechblende von *Wölsendorf*, Bayern.“ Die folgende Halbmikroanalyse stellt die quantitative Erstlingsanalyse dieses verhältnismäßig noch nicht lange bekannten *Pechblendevorkommens* dar. Sie wurde an unter der Lupe ausgesuchtem Material vorgenommen.

Unlöslicher Rückstand ³²	16,44	CaO	0,37
(davon SiO ₂)	(1,12)	MgO	0,24
SiO ₂ (löslich)	0,20	K ₂ O	1,44

³¹ Im Original „Uranotil“.

³² Größtenteils Hämatit.



Abb. 15. Radiogene Verfärbung des Flußspates. Die Färbung ist zonar und zeigt im Foto deutliche Dreizähligkeit. Johannesschacht, Wölsendorf. Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

Abb. 16. Dilute, zonare Verfärbung des Wölsendorfer Flußspates, daneben aber auch viele radioaktive Höfe um Einschlüsse von U-Trägermineralien. Vergr. ca. 50 ×, P 1, Durchlicht.

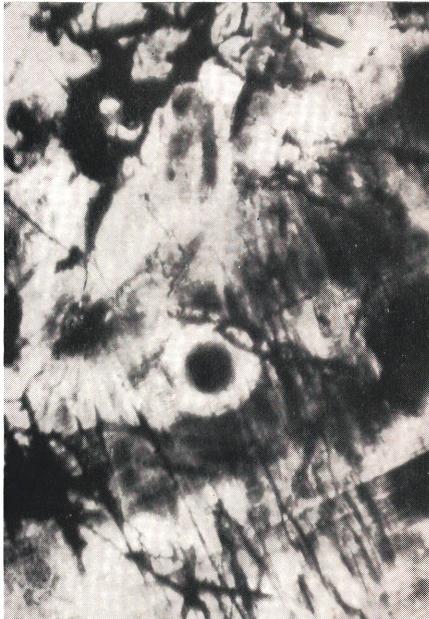


Abb. 17. Radioaktiver Hof im zonar verfärbten Wölsendorfer Flußspat. Der Hof ist unvollständig und zeigt in den Reichweiten des U^{II} Bleichung. Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N.

Abb. 18. Radioaktiver Hof im diffus verfärbten Wölsendorfer Flußspat. Es sind die Reichweiten des RaC' , des RaA , des Rn , des Ra , des Jo , des U^{II} und des U bei genauerm Hinschauen zu erkennen. Vergr. ca. 500 ×, P 6, 1 N, Durchlicht.



Abb. 19. Zonar durch SiO_2 verdrängter alter Uraninitkristall. Das verdrängte UO_2 bildet einen kolloidalstruierten Randsaum um den Uraninit. Die Hauptmasse der Gangart (mittelgrau) ist Quarz. Vergr. ca. $150\times$, P 3 b.

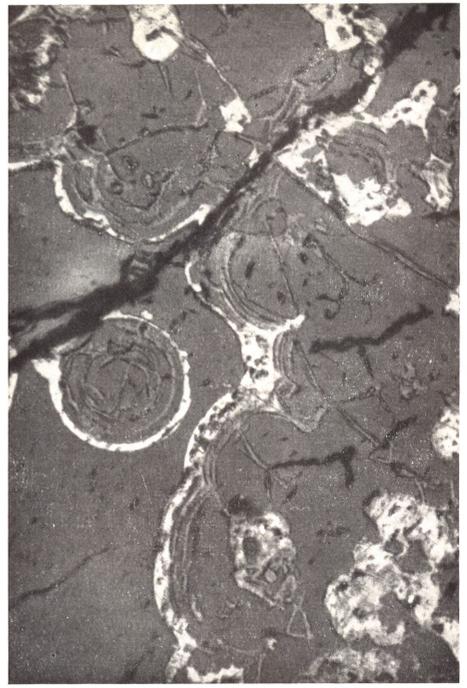


Abb. 20. Uranpecherz (hellgrau) in kolloidalen Strukturen rhythmisch mit FeCO_3 (mittelgrau und weich) und SiO_2 (dunkelgrau und hart) verwachsen. Die Strukturen weisen auf ein kompliziert zusammengesetztes Sol bzw. Gel hin, in dem SiO_2 stark vorgeherrscht hat. Vergr. ca. $150\times$, P 3 b.

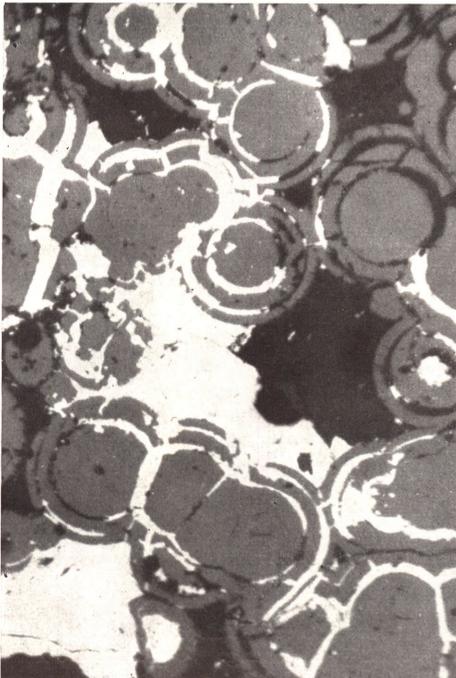


Abb. 21. Jüngerer FeS_2 (weiß) dringt in Schrumpfrisse und Diffusionsbänderung des UO_2 (mittelgrau) ein und verdrängt hierbei UO_2 (im Foto in kleinem Ausmaß). Gangart Quarz. Vergr. ca. $150\times$, P 3 b.

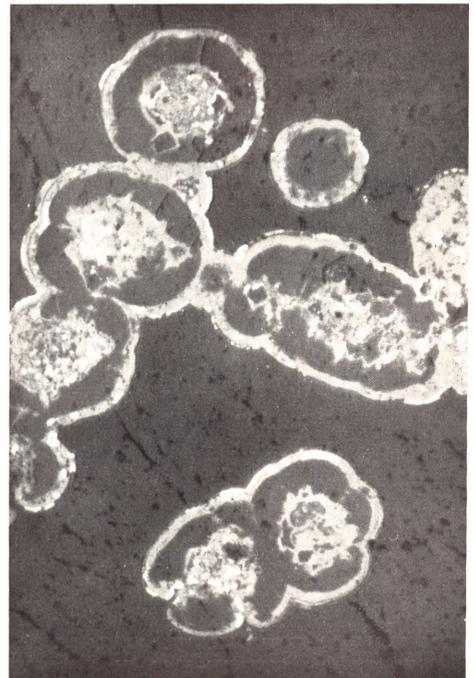


Abb. 22. Pecherz (hellgrau), darin Bleiglanz (weiß). Die Gangart ist SiO_2 . Die Strukturen sind mehrdeutig, können primär aus komplexem Gel, aber auch sekundär durch Verdrängung des UO_2 durch SiO_2 , ausgehend von besonders porenreichen Partien der Pecherzknoten, entstanden sein. Vergr. ca. $150\times$, P 3 b.

PbO	1,42	Na ₂ O	0,12
(Pb)	(1,32)	P ₂ O ₅	0,04
Fe ₂ O ₃	9,41	S (Gesamtschwefel)	2,83
Al ₂ O ₃	0,67	H ₂ O (bis 110°)	1,68
Seltene Erden	0,44	Gewichtsabnahme (110—300°)	2,66
ThO ₂	—	Gewichtsabnahme (300—1000°)	1,13
U ₃ O ₈	60,15	Summe	99,24
(U)	(51,01)		

Verwendet:	für die Hauptanalyse	42,5 mg
	für die Bestimmung der Feuchtigkeit und des Glühverlustes	44,2 mg
	für die Bestimmung des Schwefels	22,6 mg
	für die Bestimmung der Alkalien	37,8 mg

$$\frac{\text{Pb}}{\text{U}} = 0,026^{33}$$

Die Analyse zeigt, daß eine thoriumfreie Pechblende vorliegt, welche im Bleiverhältnis sich ziemlich an die Pechblende von Joachimsthal anschließt, für die ähnliche Bleiverhältnisse bekannt geworden sind. Es deutet auf Entstehung im Perm hin. Der Schwefel ist auf Grund der Anschliffe, die von W. H. *Newhouse* in Amerika ausgeführt worden sind, kein Sulfidschwefel, also wohl Sulfatschwefel und jedenfalls teilweise im unlöslichen Rückstand enthalten, der nicht zur eigentlichen Pechblende gerechnet werden darf. Infolgedessen hat die oben angeführte Analysensumme von 99% nur bedingten Wert.“

1939 weisen *Steinöcher* und *Novaček* das 1935 neu beschriebene Mineral β -*Uranophan*³⁴ auf Wölsendorfer Stufen nach und stellen fest, daß ein von *Schoep* und *Scholz* unbenanntes neues Uranmineral gleichfalls β -*Uranophan*³⁴ ist.

C. *Fronde*l konnte (1950) an Wölsendorfer Material zonare Verwachsungen von *Dewindtit* und *Phosphuranilit* feststellen; H. *Bültmann* fand (1954) *Pb-Becquerelit*, *Curit*, *Sklodowskit* und *Bassetit* von Wölsendorf, wohl alle vom Johannesschacht, ferner *Uranocircit* von der Grube Roland und *Saléit* vom Johannesschacht, beide bei Wölsendorf; er verwendete im Rahmen seiner „Fluoreszenzanalytischen Untersuchungen an sekundären Uranmineralien“ *Torbernit*, *Autunit*, *Uranophan*, *Ianthinit*, *Becquerelit*, *Schoepit*, *Fourmarierit*, *Uranopilit*, *Phosphuranilit*, *Dewindtit*, *Parsonsit* und *Kasolit* von Wölsendorf.

J. *Protas* beschrieb 1957 (Compt. Rend. Acad. Sci. **244**. 1957. 2942) ein neues Uranmineral, das er nach dem Fundort *Wölsendorfit* benannte. *Wölsendorfit* war bis dahin des sehr ähnlichen Aussehens wegen für *Fourmarierit* gehalten worden. Die Farbe ist orangerot, die Dichte 6,8; die Dimensionen der rhombischen Elementarzelle sind $a_0 = 11,95$, $b_0 = 13,99$, $c_0 = 7,02$ Å; die chemische Analyse führt zu der Formel $2[\text{UO}_2](\text{OH})_2 \cdot (\text{Pb}, \text{Ca})\text{O}$. Außer in Wölsendorf ist dieses Mineral auch vom Großen Bärenssee (Canada), Kerségalec, Lignol (Morbihan) und Shin-kolobwe (Katanga) bekannt geworden.

C. *Fronde*l erwähnte 1957 in einer brieflichen Mitteilung an H. *Strunz* einen *Ca-Kasolit* von Wölsendorf, über den jedoch bisher keine näheren Angaben veröffentlicht worden sind.

³³ Alter: $0,026 \times 7\,100\,000\,000 = 184\,600\,000$ Jahre.

³⁴ Im Original „ β -Uranotil“.

War *Pechblende* von Wölsendorf 1920 von *Scholz* entdeckt und von *Henrich* 1924 analysiert und als solche bestätigt worden, so konnte erst *Ziebr* 1953 *Pechblende* anstehend in der Grube beobachten (Erzmetall, 1955). Wir kennen derzeit die *Pechblende* des Wölsendorfer Revieres in größerer Menge aus dem *Johannesschacht* und dem westlichen Teil des *Marienschachtes* (Grube Gewerkschaft), in Einzelfunden von der Grube *Roland* (*Teuscher* 1957) und von der Grube *Heißer Stein* (*Ziebr*, 1961).

Die Auskristallisation von Flußspat, Schwerspat und auch Erzen, wie Bleiglanz, Zinkblende, *Pechblende* usw. erfolgte in Wölsendorf in mehreren Phasen. Nach *Ziebr* (1955) ist im Bereich des *Marienschachtes* folgende Mineralabfolge erkennbar: Quarz I (Hornsteinquarz), Flußspat I (Stinkspat); es folgt die erste Vererzungsphase mit *Pechblende*, Bleiglanz I, Pyrit I, Markasit, Hämatit; sodann erscheinen Quarz II (stengelige prismatische Kristalle), Calcit I (belegt durch die großen Quarzseudomorphosen nach Calcit-Skalenoedern), Flußspat II (die Hauptmasse des Spates bildend, gelegentlich die genannten Pseudomorphosen umkrustend, von dunkel- bis hellvioletter und grüner Farbe); nach Flußspat II erscheint eine Quarzgeneration III, der u. a. die Eisenkiesel angehören; nach Flußspat II bzw. Quarz III erscheint Schwerspat I (in fast allen Gängen auftretend, westlich der Naab reichlich, östlich der Naab weniger und auf manchen Gängen nach der Teufe aussetzend); die folgende Flußspatgeneration III (licht gefärbt) ist im *Marienschacht* von feinkristallinem Dolomit I begleitet, der den Schwerspat ersetzt und nach der Teufe rasch zunimmt. An die carbonatreichen Flußspate sind besonders die Sulfide der zweiten Vererzungsphase gebunden; diese unterscheidet sich von der *Pechblende*-Paragenese durch das Auftreten von Kupferkies und Zinkblende (die Sulfide sind örtlich angereichert, nehmen zum Teil nach der Teufe rasch zu, so besonders die hellgelbe und rotbraune Zinkblende, die vor allem an die hellen Fluorite und an den Dolomit gebunden ist, während sie im Schwerspat und Quarz fehlt); Kupferkies nimmt ebenfalls nach der Teufe zu, hingegen sind Bleiglanz und Pyrit an keine Teufe gebunden und mit allen Mineralien vergesellschaftet (größere Bleiglanzlinsen fanden sich im *Marienschacht* auf der 33 und 150 m-Sohle); während in Wölsendorf *Derberze* vorherrschen, treten westlich der Naab meist kleine idiomorphe Kristalle, jedoch in geringster Menge, auf. — Schwerspat II (derb, weiß, oft in Schwerspat I liegend) ist auf allen Gängen zu beobachten; dem Flußspat IV gehören auf dem *Marienschacht* nur die gelegentlich auftretenden kleinen Würfelchen an, die häufig mit Kupferkieskristallen verwachsen sind. Calcit II ist auf den westlichen und östlichen Gängen zu beobachten, er ist wie Flußspat IV von jüngerem Kupferkies und Pyrit begleitet. Am Ende der Mineralisation tritt auf allen Gängen Quarz auf, er nimmt nach der Teufe zu, so daß viele Gänge ab 180 m Teufe eine beginnende Verquarzung aufweisen. — Als jüngste Bildung kann auf dem *Roland*- und *Johannessgang* erdiger Zinnober die Wände erbsengroßer Hohlräume überziehen. — Die zahlreichen sekundären *Uranmineralien* (Tabelle 28, Ch. *Tennyson* 1952) sind in den obersten Teufen der Stinkspatgänge reichlich vorgekommen, und heute meistens abgebaut.

Der eingehenden erzmikroskopischen Untersuchung in der Publikation von *H. Strunz* und *E. Seeliger*: „Erzpetrographie der primären Uranmineralien von Wölsendorf. Erste Feststellung von *Coffinit* auf einer Uranlagerstätte Mitteleuropas“ (*Ramdohr*-Festschrift 1960) sind folgender Auszug und die Abbildungen 19 bis 27 entnommen:

„Die erzmikroskopische und z. T. röntgenographische Untersuchung der primären Uranmineralien von Wölsendorf in Bayern führte zur Feststellung von



Abb. 23. Gestricktes Uranpecherz (hellgrau) in Quarz (dunkelgrau). Die Kristalle zeigen deutliche Vierzähligkeit und entsprechen in Form und Art etwa gestrickten Speiskobalten, gestricktem Silberglanz oder gestricktem PbS. Vergr. ca. 50 ×, P 1.

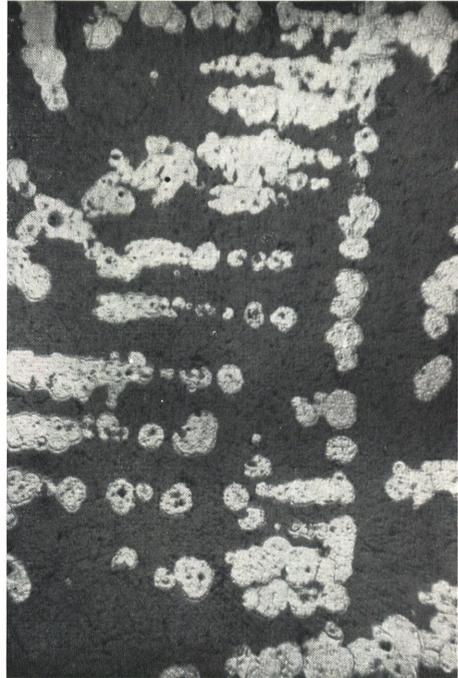


Abb. 24. Pyrit (weiß) in achsenparalleler orientierter Verwachsung mit UO_2 (mittelgrau). Gangart ist Quarz (sehr dunkelgrau). In der Grenzzone Quarz — UO_2 ist Pseudomorphosierung der Pyrite durch Quarz festzustellen. Vergr. ca. 600 ×, $\frac{1}{7}$ Fl Öl.

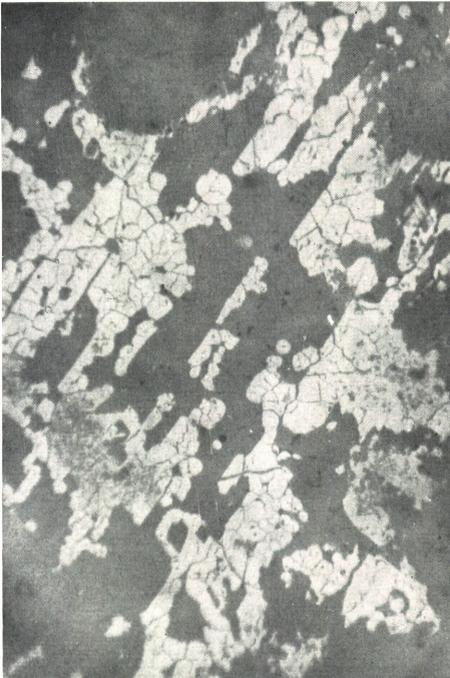


Abb. 25. Jüngerer Pecherz (mittelgrau) verdrängt Kalkspat (dunkelgrau) von der Spaltbarkeit aus. Dabei entstehen Pseudomorphosen von UO_2 nach Kalkspat in der Tracht des Grundrhomboeders. Vergr. ca. 150 ×, P 3 b.



Abb. 26. Anatas im Auflicht in der Hornsteingangbreccie. Reflexionsvermögen zinkblendearartig, aber durch himmelblaue Innenreflexe mit ziemlicher Sicherheit TiO_2 . Gangart Quarz. Vergr. ca. 600 ×, $\frac{1}{7}$ Fl Öl.

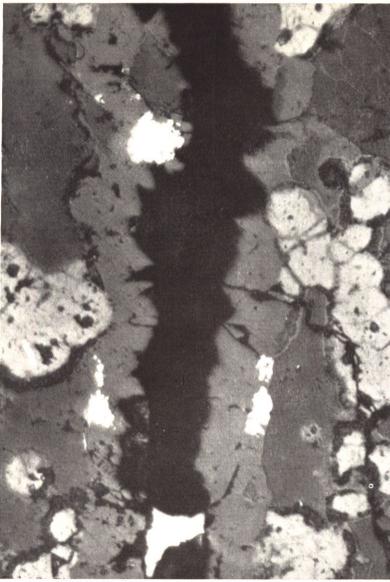


Abb. 27. Coffinit als Neubildung in einer jungen Kluft (mittelgrau). Das Material ist röntgenographisch diagnostiziert. Hellgrau: Uranpecherz; weiß: Pyrit; dunkelgraue Gangart ist Quarz. Schwarz: Poren und offene Kluft, Johannessacht bei Wölsendorf. Vergr. 150 ×, P 3 b. Auflicht.



Abb. 28. Isotropisierter Coffinit-Einkristall (dunkelgrau) neben Pechblende (hellgrau) und Pyrit (weiß). Der Coffinit ist in der Gangart (Quarz) fest eingeschlossen. Am Kornrand ist indessen die Neubildung von feindisperser Pechblende (deutlich heller grau als der Coffinit) gerade noch zu erkennen. Die Gangart Quarz reflektiert infolge massenhafter Innenreflexe ± fleckig dunkelgrau. Vergr. ca. 600 ×, $\frac{1}{7}$ Fl Öl, 1 N. — Abb. 20—30: Johannessacht. Auflicht.

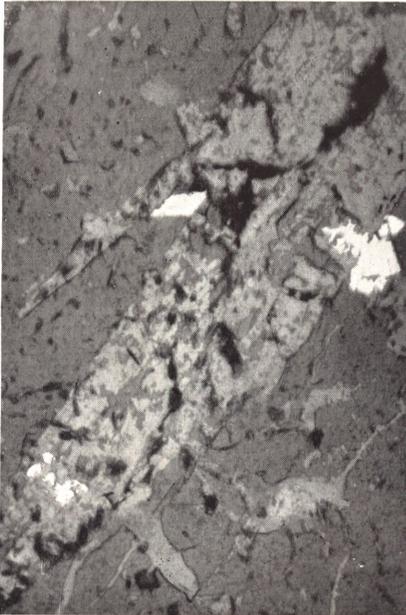


Abb. 29. Coffinit (hellgrau) als intergranularer Film auf der Grenzfläche zwischen Quarz (mittelgrau) und Flußspat (dunkelgrau). Vergr. ca. 450 ×, P 6, 1 N.



Abb. 30. Pseudomorphosiertes Coffinit-Kristallaggregat, jetzt größtenteils aus Pechblende (niedrig reflektierender Typ, mittelgrau), aber auch noch reliktschem Coffinit (deutlich dunkler grau) und als Zerfallsprodukt auch Quarz (noch dunkler als Coffinit) bestehend. Weiß: Pyrit. Die Gangart besteht zum größten Teil aus Quarz, zum kleineren aus Kalkspat. Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N.

Uraninit, *Pechblende*, *Coffinit* sowie 6 anscheinend verschiedenen und zunächst nicht definierbaren *Uranmineralien*. *Uraninit I*, hochtemperiert entstanden und wohlkristallisiert, bildet meist den Kern von Pechblendeknötchen und ist gelegentlich zum Teil durch SiO_2 verdrängt, *Uraninit II*, sehr jung und niedrigtemperierter Entstehung, bildet idiomorphe Kriställchen im Flußspat. *Pechblende I* befindet sich in konzentrisch-schaligen Knötchen mit radialen Schrumpfungsrissen um *Uraninit I*, ist z. T. wechsellagernd mit Carbonaten und SiO_2 oder mit Fe_2O_3 und UO_2 , ist sehr viel weicher als normale Pechblende und reflektiert weniger stark als diese. Eine weitere Pechblendevariante bildet Kügelchen ohne Schrumpfungsrisse in gestrickt-skelettartiger Anordnung. Als Neubildung auf Klüften ist durch Reaktion von UO_2 und SiO_2 in schönen Kriställchen *Coffinit* entstanden. Ferner wurden orientierte Verwachsungen von UO_2 und Pyrit sowie Pseudomorphosen von UO_2 nach Calcit beobachtet. Die primären Uranerze von Wölsendorf gehören dem weltweit verbreiteten Typus der hochthermalen Kobalt-Nickel-Wismut-Uranerzgänge an; sie haben in der Folge über einen wohl eher kolloidal- als molekulardispersen Zustand in niederthermalen oder pseudohydrothermalen Lösungen mannigfache aus den mikroskopischen Bildern deutbare Umlagerungen erfahren.“

Auch in der Arbeit von P. *Ramdohr* (1961) wird *Coffinit* von Wölsendorf den hydrothermalen Uranerzgangen, besonders vom Co-Ni-Bi-Typus zugewiesen. In einer weiteren Mitteilung von *Strunz* und *Seeliger* (1961) werden vier Varietäten dieses Minerals unterschieden: 1. Idiomorpher frischer *Coffinit*, 2. xenomorpher frischer *Coffinit*, 3. isotropisierter *Coffinit*, 4. Pseudomorphosen nach *Coffinit*; auch zwei *Coffinit*-ähnliche Mineralien unbekannter Zusammensetzung werden genannt.

Rund 10 km östlich Wölsendorf, und zwar bei Uckersdorf im Oberpfälzer Wald, gab 1961 eine Strahlungsanomalie Anlaß zu Schürfen und Bohrungen, wobei im unfrischen biotitreichen Gneis einige Klüftpartien mit Uranglimmer (meist Autunit, wenig Torbernit) festgestellt werden konnten.

3) Die Radioaktivität als Ursache von Farbe und Geruch des Wölsendorfer Stinkspates

Der erste, der sich mit einer Deutung des Geruches des violetten Flußspates von Wölsendorf in der Oberpfalz befaßte, war Dr. Carl *Schafhäutl*, Professor der Geognosie, Berg- und Hüttenkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität München. *Schafhäutl* schrieb 1843: „Es ist seit langem eine dunkelviolblaue Varietät eines Flußspates von Wölsendorf bekannt, der dort auf Gängen im Granit bricht und sich durch die Eigenschaft auszeichnet, beim Reiben oder Stoßen einen eigenen Geruch von sich zu geben.“ „Kleinere Stückchen des Flußspates riechen weniger entscheidend, vorzüglich, wenn sie lange der Luft ausgesetzt waren; auf den Lagerstätten des Minerals³⁵ jedoch ist der Geruch oft so heftig, daß er den Arbeitern, die diesen Flußspat „Stinkfluß“ nennen, Erbrechen verursacht.“ „Dieser Flußspat decrepitiert in der Glühhitze äußerst lebhaft und leuchtet mit einem starken violetten Schein, der jedes einzelne Körnchen wie eine Hülle umgibt.“ „Nach dem Decrepitieren ist das Mineral fleischrot gefärbt, und wird bei stärker und länger fortgesetztem Glühen endlich weiß.“ Kein chemisches Reagenz, das nicht zugleich das Fluorid zerstört, verändert oder zerstört die blaue Farbe desselben in einer Temperatur unter der Glühhitze.“

Glaubte *Schafhäutl* (1843) als Ursache des Geruches im Wölsendorfer Flußspat unterchlorige Säure, wie sie sich aus dem Chlorkalk entwickelt, nach-

³⁵ Im Original „Fossil“.

gewiesen zu haben, so meinten nach der Entdeckung des Ozons durch C. F. Schönbein (1854) der Mineraloge Zippl in seinem Lehrbuch (1859) und Schrötter (1860)³⁶, daß der Geruch von Ozon herrühre; Schönbein vertrat daraufhin die Ansicht (1861)³⁷, es trete beim Zerkleinern dieses Flußspates „der elektropositive Teil des Sauerstoffes“, das „Antozon“ auf, und brachte für das Mineral den Namen „Antozonit“ in Vorschlag.

Die erste Mitteilung, daß der Geruch des Wölsendorfer Flußspates durch freies Fluor verursacht werde, stammt nicht von Kennigott, der diese Äußerung — wie in der Literatur immer wieder angegeben — in seinen Mineralogischen Notizen (Ber. Akad. Wiss. Wien 11. 1853. 157, 177) gemacht haben soll. In diesen Notizen ist eine derartige „beiläufige Äußerung“ nicht zu finden! — Die erste derartige Vermutung brachte Friedrich Wöhler in einem Brief vom 25. 9. 1861 an Liebig zum Ausdruck, der jedoch erst 1888 veröffentlicht wurde (Briefwechsel Liebig-Wöhler, Bd. 2. 1888. S. 107). Darin heißt es: „Ich habe einige Versuche mit dem Wölsendorfer Flußspat gemacht, aber ich kann mich nicht von Schönbeins Angaben überzeugen. Am Ende ist das Riechende freies Fluor.“ Der Geruch ist wesentlich verschieden vom Geruch des elektrischen Ozons.“

Der Nachweis von freiem Fluor im Wölsendorfer Flußspat ist erstmalig Oscar Löw in München 1881, vor Darstellung des freien Fluors durch Moissan (1886), gelungen. Löw schreibt (in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft 14. 1881. 1144): „Als ich kürzlich die Flußspatgänge bei Wölsendorf besuchte und den aufs evidenteste an Chlorgas erinnernden Geruch beim Zerschlagen des Minerals wahrnahm, gelangte ich zur Überzeugung, daß hier freies Fluor vorliege, welches seine Entstehung der Dissoziation einer geringen Menge eines beigemengten fremden Fluorids verdanke.“

„Wenn wir die von Schrötter (1860) gemachten Beobachtungen in Erwägung ziehen, so muß es auffallen, daß dieser Forscher noch auf seiner Hypothese, daß hier Ozon vorliege, beharren konnte, nachdem er selbst gefunden, daß eine Temperatur von 310° den Geruch nicht zerstörte. Schrötter zeigte weiter, daß der Geruch beim Zusammenreiben des Minerals mit Kalilösung sich bedeutend verändere, daß, mit Schwefel verrieben, ein Geruch nach Chlorschwefel entstehe, daß ferner jener riechende Stoff Chlor aus Chlornatrium, Jod aus Jodkalium ausscheide. — Alle diese Beobachtungen kann ich bestätigen und hinzufügen, daß beim Verreiben des Minerals mit verdünntem Kali eine Lösung erhalten wird, welche wie Hypochlorite Indigolösung fast momentan entfärbt.“

„Um die oben angedeutete Hypothese zu prüfen, zerrieb ich circa 1 kg des Minerals in kleineren Portionen unter Befeuchtung mit ammoniakhaltigem Wasser und benutzte Filtrat und Waschwasser so lange, als es alkalisch reagierte, stets wieder beim Verreiben der folgenden Portion. Das letzte Filtrat wurde mit etwas Natriumcarbonat versetzt, eingedampft, der Rückstand in einer Platinschale mit konzentrierter Schwefelsäure übergossen und, mit einer Glasschale bedeckt, längere Zeit einer Temperatur von 40—50° ausgesetzt. Das Resultat war eine bedeutende Corrosion des Glases und damit war meine Ansicht bewiesen.“

Die Darstellung des freien Fluors erfolgte bekanntlich erstmalig durch Henri Moissan im Sommer 1886 (C. R. 102. 1886. 1543; 103. 1886. 256), und zwar auf elektrischem Wege. Nach Moissan (1887) vermag Fluor bereits in der Kälte Wasser in HF und ozonreichen Sauerstoff zu zersetzen; gleichfalls nach

³⁶ Schrötter, Ber. Akad. Wiss. Wien 41. 1860. 725.

³⁷ Journ. prakt. Chemie 83. 1861. 95.

Moissan (1890) entwickelt violetter Flußspat von Beaujeu im Beaujolais-Gebirge beim Zerkleinern einen Geruch, der vollkommen dem vergleichbar ist, den man bei der Darstellung des Fluors auf elektrochemischem Wege wahrnimmt, er entspricht dem des Fluors, nähert sich aber auch dem des Ozons.

O. Ruff, Professor der Chemie in Breslau, äußert sich in der Antwort auf einen Brief von *F. Henrich* (*Z. Angew. Chemie* **33**. 1920. 21) folgendermaßen: „*Ich habe den Spat in einem eisernen Mörser zerrieben. Der dabei auftretende Geruch ist typisch derjenige von Fluor, so sehr, daß der Gehalt des Fluors an Ozon nur sehr gering sein kann, wahrscheinlich gleich Null. Nach wenigen Sekunden verschwindet der Fluorgeruch, und an seine Stelle tritt derjenige von Ozon und schließlich von Wasserstoffperoxyd. Das Auftreten von Ozon und Wasserstoffperoxyd dürfte durch den Feuchtigkeitsgehalt des Spates, Mörsers und der Luft veranlaßt sein.*“

F. Drechsler hat (1925) als gewichtsmäßigen Anteil des freien Fluors im Wölsendorfer Stinkspat 0,029, 0,025 und 0,062% festgestellt.

Daß die Färbung des violetten Flußspates nach *Schönbein* (1863) und *Wyrouboff* (1866) durch organische Stoffe verursacht sei, braucht als abwegig nicht diskutiert zu werden. Überraschend ist, daß *Th. J. Pearsall* als „Chemical Assistant“ von *Faraday* im Laboratorium der Royal Institution in London bereits 1830/31³⁸ feststellte, daß durch Hitze entfärbte Fluoritkristalle beim Überspringenlassen der Funken einer Leydener Flasche rosa bis blau gefärbt werden. *Pearsall* bemerkte, daß jene Teile eines Fluoritkristalls, die im Naturzustand am dunkelsten gefärbt waren, meist an den Kanten und Ecken, auch nach der Entfärbung durch Erhitzen unter dem Einfluß der elektrischen Funken sich am stärksten färben. Er führt weiterhin aus: „Könnte es nicht sein, daß die natürlichen Fluorite ihre Farbe einer besonderen Struktur verdanken? Könnte man nicht vermuten, daß die Natur dieselben Mittel anwendet und daß es die Elektrizität ist, welche die Farbe jener Körper im Naturzustand verursacht? Die natürlichen und künstlichen Farben werden, die einen wie die anderen, durch Hitze zerstört, und die Farbe sowie die Phosphoreszenz können zu wiederholten Malen durch die Elektrizität wieder hergestellt werden.“

Über die Verteilung der violetten Farbe in den Fluoritkristallen von Wölsendorf berichtete 1863 ausführlich *C. v. Gumbel*³⁹. *L. Wöhler* hat (1905) Fluorit auf experimentellem Wege durch Erhitzen in *Ca-Dampf blau gefärbt* und *M. Berthelot* wies ein Jahr später (1906) auf die Möglichkeit hin, daß *die natürlichen Fluorite durch radioaktive Einwirkung verfärbt sein könnten*. Den richtigen Zusammenhang zwischen der Uranführung der Wölsendorfer Spatgänge als Ursache von Farbe und Geruch des Stinkspates erkannte *F. Henrich* (1920): „Man sieht den Wölsendorfer Flußspat oft mit gelblichgrünen dünnen Auflagerungen bedeckt, die an seltene Erden denken lassen können. Als ich aber dieses Begleitprodukt untersuchte, erwies es sich als Kalkuranglimmer. Dieser Kalkuranglimmer hatte — als er als solcher noch nicht erkannt war — bereits Anlaß zu einer Täuschung gegeben. Ein Mitarbeiter hatte ein Stück Wölsendorfer Flußspat in der üblichen Weise feingepulvert in das Elektroskop gegeben und beobachtet, daß es ausgesprochen radioaktiv war. Reine Kristalle des Spates zeigten aber keine Spur von Radioaktivität. Als das erstgenannte Pulver mit

³⁸ *Pearsall*, Th. J.: On the effects of electricity upon minerals which are phosphorescent by heat. — Journ. Roy. Institution I. 1830/31. 77. 267; Pogg. Annalen **20**. 1830. 252; **22**. 1831. 556.

³⁹ Über die Farbverteilung in Flußspaten anderer Fundorte hatte vor *Gumbel* bereits *A. Kennigott* 1854 Beobachtungen mitgeteilt (Berichte Akad. Wiss. Wien **11**. 1854. 604—608).

Salpetersäure heiß ausgezogen, filtriert, gewaschen und getrocknet von neuem untersucht wurde, erwies es sich als inaktiv, im Säureauszug war aber Uran nachweisbar. Der Wölsendorfer Flußspat selbst ist also inaktiv, aber er ist häufig mit Kalkuranglimmer innig durchsetzt. Da es nun bekannt ist, daß Strahlen — auch solche radioaktiver Substanzen — leicht auf Flußspat einwirken und ihn verfärben, so kam ich auf den Gedanken, daß diese Strahlenwirkung vielleicht die Ursache des Geruchs und der Färbung des Wölsendorfer Flußspats ist. Die dunkle Farbe des Flußspats könnte dann von kolloidalem Calcium herrühren, denn L. *Wöhler* hat ja schon vor Jahren nachgewiesen, daß man mit metallischem Calcium Flußspat färben kann, mit einer Farbe, die der des Wölsendorfer Flußspats ähnlich ist.“

„Es scheint mir durchaus nicht unmöglich zu sein, daß die Strahlen radioaktiver Begleitminerale in jahrtausendelanger Einwirkung den Flußspat so zu verändern mögen, daß Fluor und Calcium frei abgeschieden werden. Sie bleiben in dem ja auch von freiem Fluor nicht angreifbaren Spat gleichsam eingekerkert. Ist die Spaltung in Fluor und Calcium in genügender Menge vor sich gegangen, so kann Fluor sich durch seinen Geruch bemerkbar machen, wenn sein Kerker zerbrochen wird.“

Henrich hat daraufhin im Wölsendorfer Flußspatrevier radiometrische Vermessungen durchgeführt (siehe späteres Kapitel) und mit der Feststellung erheblicher Strahlungswerte die Vorbedingung für seine Erklärung der Entstehung von Farbe und Geruch des Stinkspates bestätigt gefunden.

„Es war nun von Interesse zu prüfen, ob das, was die Natur vielleicht in jahrtausendelanger schwacher Einwirkung erreicht, sich durch intensive Bestrahlung nicht in viel kürzerer Zeit ermöglichen lasse. Auf meine Bitte hat darum Herr Professor Dr. Stefan *Mayer* im Institut für Radiumforschung (Wien) ein Stückchen kristallisiertes farbloses Flußspat 2—3 Monate lang den Strahlen von etwa 1 g Radiumchlorid ausgesetzt, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei. Der Flußspat färbte sich dabei rasch, dann aber wollte die Farbe nicht mehr recht tiefer werden, obwohl die Bestrahlung noch ungefähr einen Monat fortgesetzt wurde. Das Stückchen war dann schön blau gefärbt (im Innern anscheinend mehr als außen), erwies sich aber in $\frac{1}{2}$ cm dicker Schicht noch durchaus als durchsichtig. Beim Zerschlagen zeigte es denn auch keinen Geruch nach Fluor, aber im Dunkeln aufbewahrt, hat es seine Farbe vier Jahre lang mit ziemlich gleicher Intensität gehalten. Ebenso lange hielt sich auch eine andere merkwürdige Erscheinung. Nach schwachem Erhitzen leuchtet der intensiv bestrahlte Flußspat mit einem intensiv grünen Licht, das beim längeren und stärkeren Erhitzen verschwindet und dem blaßvioletten Platz macht, das der Thermolumineszenz des unbestrahlten Flußspats eigen ist. Einmal verschwunden, kehrt das grüne Leuchten ohne erneute Bestrahlung nicht mehr beim Erhitzen wieder. Proben dieser Flußspatstückchen, die ich nach 3 Jahren wieder prüfte, zeigen die Erscheinung noch immer. Der Flußspat vermag also Energie aufzunehmen und sie längere Zeit zu halten. Möglicherweise spielt diese aufgespeicherte Strahlungsenergie bei der Abscheidung des Fluors und Calciums eine Rolle.“

Bezüglich weiterer Einzelheiten der radioaktiven Verfärbung des Flußspates sei auf das Buch von K. *Przibram*: „Verfärbung und Lumineszenz“ verwiesen. — Hier ist noch zu nennen, daß die radioaktiven Höfe im Fluorit von Wölsendorf durch O. *Mügge* (1923) entdeckt und eingehend untersucht worden sind. Die hell bis tief tintenblauen aufgewachsenen Kristalle zeigen meist nur die bekannte, in den einzelnen Anwachsschichten ihrer Intensität nach sehr stark wechselnde Färbung, aber keine Höfe; diese Kristalle sind zugleich meist frei

von Fremdeinschlüssen. Die derben feinkörnigen Aggregate hingegen sind öfter ganz voll von Höfen, namentlich da, wo sie auf einer Gangmasse von Quarz aufgewachsen oder von dieser zusammen mit ockerigen Eisenoxyden durchwachsen sind, und zwar sowohl die dunkelblauviolett als auch die helleren bis zu den im Dünnschliff fast farblosen. Begleitminerale sind außer Quarz Hämatit und Pyrit, auch bräunlicher Schwerspat, sgn. Radiobaryt, Uran glimmer und vielleicht, jedoch in mikroskopischer Feinheit, wahrscheinlich Uranophan. Mit den radioaktiven Höfen im Wölsendorfer Fluorit haben sich auch B. Gudden (1919/21), A. Schilling (1926) und P. Ramdohr (1933 und 1957) befaßt.

H. Steinmetz (1923, 1925), M. Henglein (1926) und ebenso Haberlandt und Schiener (1935) sprechen bezüglich der zonaren radioaktiven Verfärbung der Fluorite folgende Ansicht aus: „Vielleicht wird man in manchen Fällen mit allem Vorbehalt annehmen dürfen, daß submikroskopische regelmäßige Verwachsungen von Pyrit und Fluorit vorliegen, welche Färbungen begünstigen.“ — Die Möglichkeit dieser orientierten Verwachsungen wird im makroskopischen Bereich durch die Beobachtung von H. Strunz (1961) bestätigt, daß auf Fluoritwürfeln der Grube Heißer Stein im Wölsendorfer Gangrevier in der Tat zahlreiche Pyritoeder in achsenparalleler Orientierung aufgewachsen sein können. Die Möglichkeit der Mitflockung oder Mitfällung radioaktiver Substanzen mit submikroskopischen Pyritkriställchen findet durch die erzmikroskopischen Beobachtungen zur Paragenese der primären Uranminerale (Strunz & Seeliger, 1960) gleichfalls wiederholte Bestätigung.

Angaben über die diadoche Einlagerung von Uran an Stelle von Calcium im Fluoritgitter machten F. Kröger (1948) und K. Recker (1960):

Man erhält durch Schmelzfluß-Synthese stark fluoreszierendes uranhaltiges Calciumfluorid, wenn man nach Toorcks CaF_2 mit 0,004—0,5 Mol.-% UO_3 in Gegenwart von 6—25 Mol.-% CaO erhitzt⁴⁰; wird kein CaO hinzugefügt, so ist die Fluoreszenz beträchtlich geringer. Nach Weyl (1947)⁴¹ geht die starke Erhöhung der Fluoreszenz auf die Gegenwart von zwei Arten von Anionen und einseitige Polarisierung zurück, und zwar liegt nach Kröger (1948)⁴² eine feste Lösung von CaUO_4 in CaF_2 bzw. eine Diadochie $[(\text{Ca}_2\text{F}_4), (\text{CaUO}_4)]$ vor. Das gleiche berichtete K. Recker (1960)⁴³ auf der Tagung der DMG in Bonn für Synthesen ohne CaO -Zusatz, jedoch in oxydierender Atmosphäre; in reduzierender Atmosphäre sei nach Recker „ein Ersatz von CaF_2 -Gitterbereichen durch UO_2 -Gitterbereiche denkbar“. In struktureller Hinsicht werden in beiden Fällen Uran-Ionen in die Fluoritstruktur an Stelle von Ca^{2+} eingebaut, und zwar dürften ganz einfach einzelne würfelige Baugruppen $[\text{Ca}^{2+}\text{F}_8]^{6-}$ durch Baugruppen $[\text{U}^{6+}\text{O}_4\text{F}_4]^{6-}$ (bei UO_3 - und CaO -Zusatz, bzw. in oxydierender Atmosphäre, stark fluoreszierend) oder durch Baugruppen $[\text{U}^{4+}\text{O}_2\text{F}_6]^{6-}$ (in reduzierender Atmosphäre, nicht fluoreszierend) vertreten werden, wobei der Valenzhaushalt in beiden Fällen unverändert bleibt. Nur jede tausendste $[\text{CaF}_8]$ -Baugruppe wird im Durchschnitt derart substituiert.

Die Möglichkeit des Auftretens derartiger Mischkristalle ist im Naturvorkommen durchaus gegeben; bei Wölsendorf handelt es sich wahrscheinlich bei den seltenen nicht fluoreszierenden satt roten Varietäten um *Urano-Fluorite*.

⁴⁰ W. P. Toorcks. USA-Patent 2.323.284.

⁴¹ W. A. Weyl: Absorption and fluorescence of ions in glasses and crystals as affected by asymmetrical electric fields. — Glass Science Bulletin 1947.

⁴² F. A. Kröger, The incorporation of uranium in calcium fluoride. — Physica 14. 1948. 488.

⁴³ K. Recker: Über den Einbau von Uran in CaF_2 . — Angewandte Chemie 73. 1961. 40.

C) Die Uranfunde im Bayerischen Wald (Hühnerkobel etc.)

Während im Südlichen Bayerischen Wald, von der Linie Regensburg-Passau bis zum Pfahl reichend, kaum Uranmineralien bekannt geworden sind, ist im Nördlichen Bayerischen Wald, zwischen Pfahl und Landesgrenze, mit der Cham-Further Senke als Westbegrenzung, an etlichen Stellen seit langem Uran bekannt. Zur Geologie dieses Gebietes ist zu sagen, daß der Nördliche Bayerische Wald dem klassischen Moldanubikum angehört, daß das prämetamorphe Ausgangsmaterial in einem marinen Sammelbecken des Algonkiums sedimentiert und durch die assyntische Orogenese zwischen Algonkium und Kambrium zu Cordierit-Sillimanit-Granatgneisen, Biotitlagengneisen (Arbergneisen) und Glimmerschiefern (Künisches Gebirge) metamorphosiert worden ist (*Stille* 1948, 1955; *Bederke* 1956)⁴⁴. Alle damit entstandenen metamorphen, migmatitischen und anatektischen Gesteine sind einheitlich arm an Uran und speziellen „seltenen Elementen“. Die Uranmineralien dieses Gebietes sind ebenso wie im Fichtelgebirge und Oberpfälzer Wald an tektonisch nicht mehr beanspruchte klein- bis mittelkörnige junge Granite bzw. deren grobkörnige Pegmatite geknüpft, sie scheinen alle der Abfolge einer einheitlichen sudetischen Magmenphase anzugehören.

Wie in Kapitel II vorliegender Monographie ausgeführt, ist der *Uranglimmer* am Hühnerkobel im Bayerischen Wald erstmalig 1806 durch den Bergwerks-Oberverweser *Brunner* zu Bodenmais beobachtet worden. Nach Berichtigung des Irrtums, daß der Columbit dieser Lagerstätte tafeliges Pecherz sei (1811/12), machte v. *Leonhard* (1821) die verbesserte Mitteilung: „*Uranglimmer*, Bodenmais, verwachsen mit Tantalit-Kristallen, auch mit Beryll und Feldspat“. In der Angabe der Lokalität liegt aber nochmals eine Ungenauigkeit vor, und zwar handelt es sich keineswegs etwa um die bekannten Kieslagerstätten in und bei Bodenmais, sondern um den Quarzbruch am Hühnerkobel bei Rabenstein. Auch die gelegentlich benutzte Lokalitätsbezeichnung „Zwiesel“ ist nicht eindeutig, denn — nach *Gümbel* 1868 — kam Columbit gemeinsam mit Zwieselit auch in einem „längst verlassenen Quarzbruch eines Pegmatitganges an der Birkhöhe“ unmittelbar bei Zwiesel vor (jetzt: Zwiesel, Frauenuerstraße, Haus Nr. 13, Pfarrheim St. Nikolaus), wo heute noch ein eindrucksvoll frischer Block dieses Pegmatites ansteht.

Da von 1808 bis auf den heutigen Tag in den Sammelwerken von mehr als 50 Autoren teils „Uranglimmer“, teils „Uranit“, teils „Chalkolith“, teils „Kalkuranglimmer“, teils „Pecherz“ oder mehrere dieser Mineralien von „Bodenmais“, vom „Hühnerkobel“, von „Rabenstein“ und von „Zwiesel“ teils richtig, meist falsch zitiert werden (vgl. Seite 13 bis 16), so werden im folgenden im wesent-

⁴⁴ Für die weitere geologische Entwicklung bestehen 3 Möglichkeiten der Deutung: 1. Die assyntische Orogenese, mit Bogentektonik im Südlichen Oberpfälzer Wald, hat das Gebirge bereits derart konsolidiert, daß keine weitere metamorphe Überprägung stattfinden konnte. — 2. Eine weitere Überprägung hat frühsudetisch stattgefunden und war der assyntischen gleichgerichtet. — 3. Die frühsudetische Orogenese war anders gerichtet als die assyntische; d. h. die alte Orogenese hatte zu NE-Streichen der Faltenachsen geführt (wie im Oberpfälzer Wald, östlich Leuchtenberg), und erst die junge Orogenese hat unter völliger oder fast völliger Überprägung das heutige NW-Streichen der Faltenachsen im Gebiet von Bodenmais-Zwiesel erzeugt. — Vgl. *W. Schreyer*: Über das Alter der Metamorphose im Moldanubikum des südlichen Bayerischen Waldes. — *Geolog. Rundschau* 46. 1957. 306—317. — *H. Schröcke*: Petrotektonische Untersuchung des Cordieritgneisgebietes um Bodenmais im Bayr. Wald und der eingelagerten Kieslagerstätten. *Beiträge Min. Petr.* 4. 1955. 464—503.



Abb. 31. Der Quarzbruch am Hühnerkobel (*G ü m b e l*, 1868). G = Granit,
F = Feldspat, Q = Quarz.



Abb. 32. Der unterirdische See am Hühnerkobel, West-Stoß. Quarz mit Feldspat-
kristallen von fast 1 m Kantenlänge.



Abb. 33. Pegmatit an der Birkhöhe in Zwiesel. Fundstelle von Uranocker (*Horn-
berg*, 1862).

lichen nur diejenigen weiteren Autoren genannt, die den Hühnerkobel und seine Mineralien aus eigener Anschauung kannten.

Ludwig *Wineberger*, königl. bayer. Forstmeister in Passau, hat 1851 eine 129 Seiten umfassende Monographie veröffentlicht: „Versuch einer geognostischen Beschreibung des Bayerischen Waldgebirges und Neuburger Waldes, nebst einer geognostischen Karte und einigen Tafeln“. Darin wird „Nach Mitteilungen des Herrn Bergmeisters *Rust*“ auf Seite 54 bis 59 „der Quarzbruch am Hühnerkobel“ beschrieben. Unter den etwa 15 genannten Mineralien befinden sich Tantalit, *Uranglimmer* und *Uranocker*:

„Tantalit, schwarz, bräunlich- und rabenschwarz, oft blau angelaufen, in kristallinen Stücken, selten vollkommen auskristallisiert, in Quarz und Albit eingewachsen, in letzterem Falle gewöhnlich mit Beryll und Uranglimmer. Einen sehr schönen Kristall zu 10 Loth Schwere besaß Sudaufseher Bauer zu Bodenmais.

Uranglimmer, zitron- und schwefelgelb, sehr selten grasgrün, angeflogen und in dünnen Blättchen auf Albit, Quarz, Beryll; selten in dem feinkörnigen Granit des Unterbaustollens.

Uranocker, in Begleitung des Uranglimmers, schwefelgelb und gelblichweiß, gewöhnlich auf zersetztem Albit, selten.“

Im „Verzeichnis der vorkommenden Mineralien und ihrer Fundorte“ führt *Wineberger* auf Seite 129 aus:

„*Uranglimmer*. Hühnerkobel, zitron- und schwefelgelb, sehr selten grasgrün, angeflogen und in dünnen Blättern auf Albit, Quarz, Beryll, selten in dem den Rosenquarz begleitenden Granit.

Uranocker, daselbst, selten, schwefelgelb und gelblichweiß, in Begleitung des obigen.“

Hugo *Müller*, der sich 1851/52 mit den Mineralien bei Tirschenreuth befaßte (siehe dort), schrieb im Korrespondenzblatt des Zoologisch-Mineralogischen Vereines in Regensburg (1852, Seite 76):

„Der *Uranglimmer* findet sich in Gesellschaft von Columbit und Beryll im Pegmatit der Sägmühle (bei Tirschenreuth), und zwar sind die Verhältnisse am erwähnten Orte sehr ähnlich denen des Vorkommens von *Uranglimmer* im Pegmatit von Rabenstein. Es herrscht jedoch zwischen dem Uranglimmer von Rabenstein und dem von der Sägmühle eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung; denn ersterer (vom Hühnerkobel bei Rabenstein) ist der *Kalkuranit* oder *Kalkuranglimmer*, während der letztere (von der Sägmühle) kupferhaltig, daher *Chalkolith* ist.“ — Selbst Anton Franz *Besnard* hat in seiner Monographie „Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten“ (Augsburg 1854) die Feststellungen von Hugo *Müller* verwechselt wiedergegeben, und diese irrigen Angaben *Besnards* sind wiederum von späteren Autoren übernommen worden.

Offenbar auf *Wineberger* fußend schreibt *Gümbel* in seinem „Ost-bayerischen Grenzgebirge“ (1868, S. 326): „Den Pegmatiten dieses Gebietes scheint auch der *Uranglimmer* eigentümlich zu sein. Derselbe findet sich spärlich in dem Quarzbruch des Hühnerkobels bei Rabenstein in der Nähe des Tantalits, aber auch mitten im Granit des zu diesem Quarzbruch getriebenen Stollens“ (S. 644: des „Unterbaustollens“). „Mit dem *Uranglimmer* von Rabenstein kommt auch ein staubförmiger gelber Anflug vor, den man für *Uranocker* halten kann.“ Obgleich *Gümbel* bereits die Anwesenheit eines primären Uran-

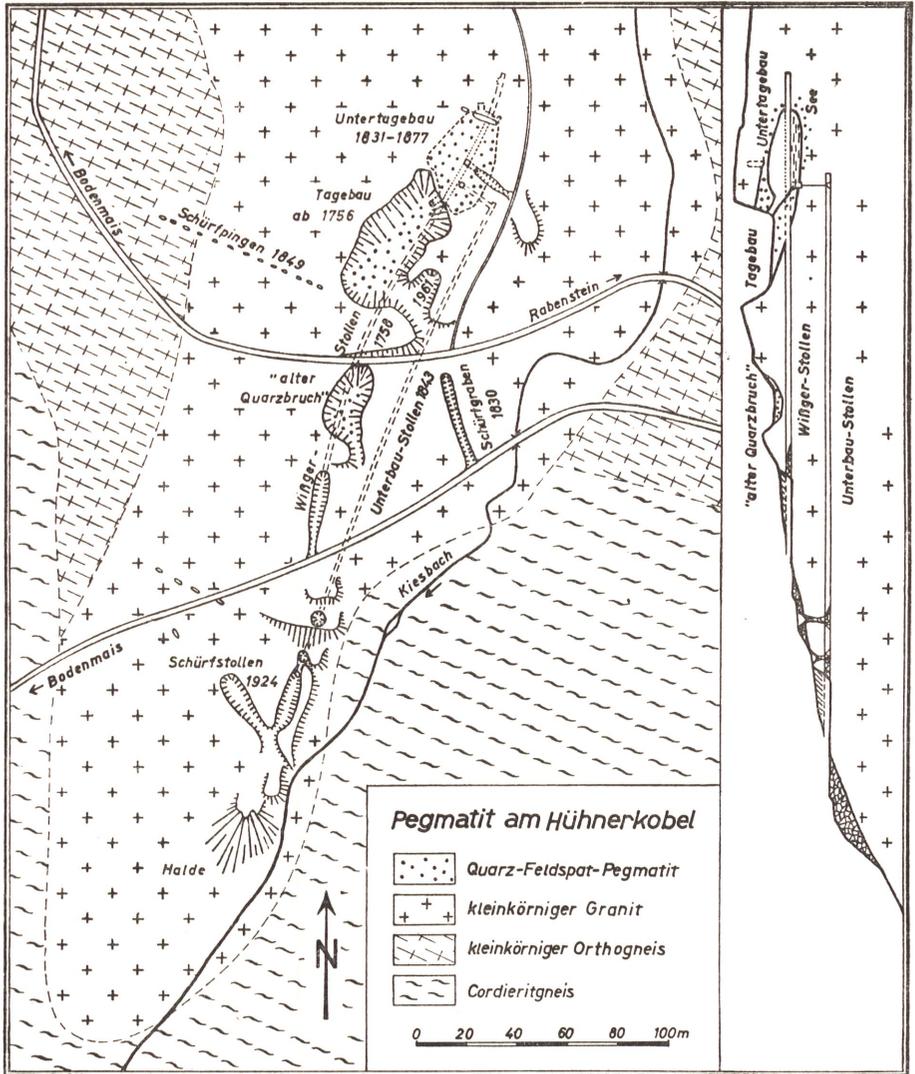


Abb. 34. Grundriß und Saigerriß. Entwurf und Geologie nach H. Schmid 1955, ergänzt durch eigene Beobachtungen und Messungen.

minerals vermutet hat, konnte erst A. Scholz (1924) über Funde kleiner Kriställchen von *Uraninit* berichten, die hier weniger in direkter Verknüpfung mit den Columbiten, sondern eher im Feldspat, Quarz und Zwieselit („Triplit“) auftreten; insgesamt sind sie jedoch am Hühnerkobel viel seltener als etwa bei Hagendorf. Dieser Befund von Scholz wird durch das Ergebnis der erzmikroskopischen Untersuchung bestätigt; während die Hagendorfer Columbite so gut wie immer eingewachsene *Uraninit*kriställchen enthalten, meist in achsenparalleler Orientierung, konnten wir in keinem unserer Columbitanschliffe vom

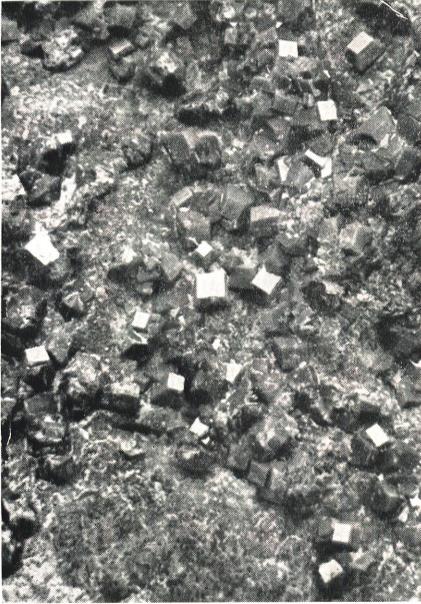


Abb. 35. Stufe mit Torbernit von Altrandsberg (Pseudomorphose von Metatorbernit nach Orthotorbernit). Vergr. ca. $5\times$ (F. Albrecht, 1960).



Abb. 36. Mikroskopische Aufnahme von Orthotorbernit mit ausgeprägtem Zonarbau, wohl auf Einschlüsse feinsten Uraninitkriställchen nach (110) zurückzuführen. Vergr. ca. $20\times$ (H. Strunz, 1961).

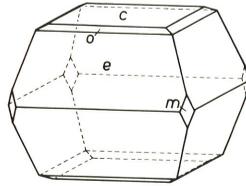
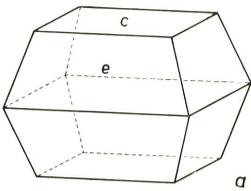
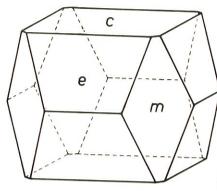


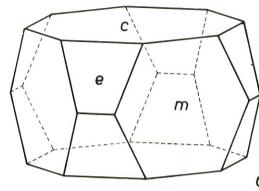
Abb. 37. Orthotorbernit mit der Kombination $e(101)$, $o(103)$, $m(110)$, $c(001)$ (H. S. 1961).



a

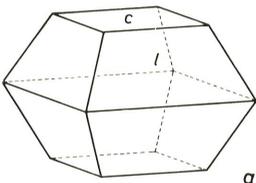


b

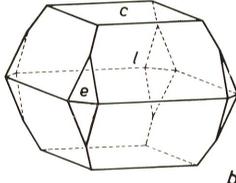


c

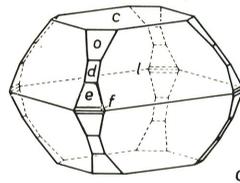
Abb. 38. Torbernit von Altrandsberg: $e(101)$, $m(110)$, $c(001)$ (teils frischer Orthotorbernit, teils Orthotorbernit umgewandelt in Metatorbernit) (H. S. 1961).



a



b



c

Abb. 39. Torbernit von Altrandsberg: $l(112)$, $c(001)$, $o(103)$, $d(102)$, $e(101)$, $f(401)$ (teils frischer Orthotorbernit, teils Orthotorbernit umgewandelt in Metatorbernit) (H. S. 1961).

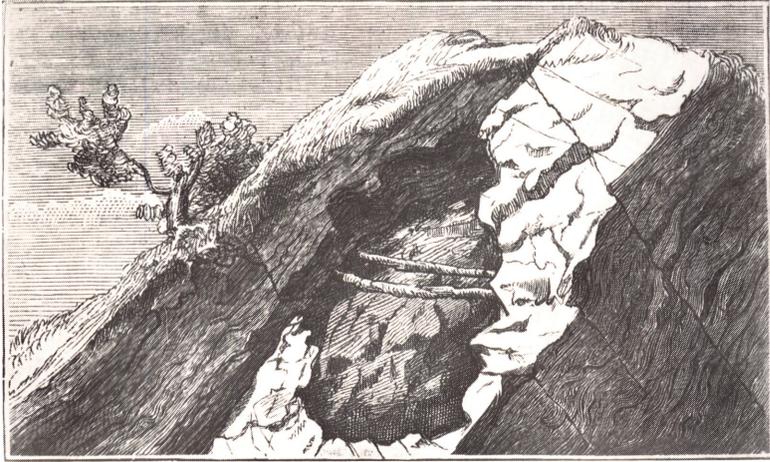


Abb. 40. Quarzbruch bei Frath. (Holzschnitt, *Gümbel* 1868, S. 646). Fundstelle von Autunit und Torbernit (*Strunz, Tennyson & Wilk* 1961).

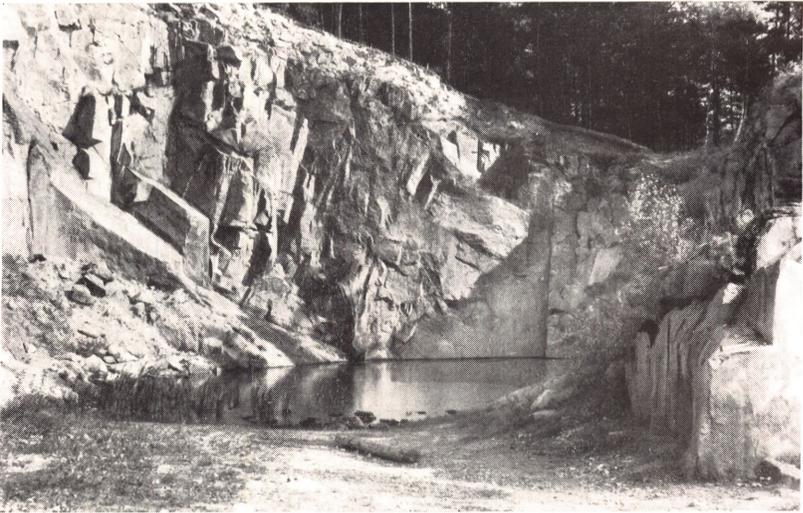


Abb. 41. Granitbruch am Weinberg bei Cham-Katzbach (südlicher Bruch, Blick nach Nordosten). Fundstelle von Autunit (*Strunz & Tennyson*, 1961).

Hühnerkobel *Uraninit* erkennen. Auch die chemische Prüfung auf Uran verlief negativ; der UO_2 -Gehalt des erzmikroskopisch homogenen Columbits vom Hühnerkobel liegt unter unserer kolorimetrischen Nachweisgrenze, d. h. unterhalb 0,01 Gew.-%. Trotzdem macht sich radiographisch bei einer Versuchsdauer von 30 Tagen eine ganz geringe gleichmäßige Schwärzung des Films bemerkbar; das hierfür verantwortliche Uran wird diadoch in statistischer Verteilung im Columbitgitter anwesend sein. Als Gitterkonstante für *Uraninit* konnte Verfasser $a_0 = 5,49 \text{ \AA}$ feststellen; die Pseudomorphosen des „*Uranockers*“ nach *Uraninit* erwiesen sich röntgenographisch als ein Gemenge aus *Autunit* und *Uranophan*. Als *Uranglimmer* war — an zahlreichen alten und sehr alten Stücken, aber auch an einem Fund aus dem Jahre 1961 — lediglich *Meta-Autunit* mit $a_0 = 6,98$, $c_0 = 8,43 \text{ \AA}$ (H. *Strunz* & Ch. *Tennyson*, „Der Aufschluß“ 12. 1961. 313—324) zu identifizieren; *Torbernit* oder *Meta-Torbernit* konnte nicht festgestellt werden.

Aus der näheren Umgebung des Hühnerkobels wurde durch v. *Hornberg* 1862 („Kleine mineralogische Notizen“, im Correspondenzblatt des Zoologisch-mineralogischen Vereines in Regensburg) ein weiteres Vorkommen von *Uranglimmer* erwähnt. Es handelt sich um die Beschreibung von Andalusit „mit silberweißem Glimmer, *Uranit* und blauem Apatit aus dem Quarzbruche unterhalb der Blötz bei Bodenmais“. Diese Fundstelle war im Sommer 1850 durch einen Stollen erschlossen worden (*Wineberger* 1851). Nach *Gümbel* (1868, S. 645) durchsetzt der $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter mächtige Pegmatit als Ost-Weststreichender Gang den Cordieritgneis; er führte „Schriftgranit, weißen, grauen und roten Quarz, prächtige Bündel von Andalusit, Turmalin, schwarzen Granat, Pinit“ und den von *Hornberg* erwähnten „*Uranglimmer*“. Dieser Aufschluß befindet sich nahe der Haarnadelkurve der neuen „Arberseestraße“; *Uranglimmer* kann jedoch nicht mehr gefunden werden.

Gleichfalls 1862 erwähnt v. *Hornberg* ein Uranmineral aus dem Quarzbruch an der Birkhöhe zu Zwiesel: „In dem ausgezeichneten Schriftgranite daselbst finden sich schwarze Turmalin-Kristalle, selten erscheint Columbit, am seltensten *Uranocker*.“

Gümbel (1868, S. 561) nennt auch einen an der Taferlhöhe bei Frauenau (7 km SO von Zwiesel) den Gneis nordsüdlich durchsetzenden Pegmatitgang mit Feldspat, Quarz, Turmalin, Andalusit sowie *Uranglimmer*. Dieser Gang ist heute noch durch einen fast 20 Meter langen und einen kürzeren Stollen aufgeschlossen; *Uranglimmer* konnte hier gleichfalls nicht mehr gefunden werden.

Um so erfreulicher ist ein Fund von *Autunit* und *Torbernit* im alten Quarzbruch bei Frath, 5 km WNW von Bodenmais. Dieser von *Gümbel* (1868) abgebildete und wohl seit ca. 30 Jahren stillliegende Bruch führt in halber Höhe rechts in rötlichbraunem Feldspat sehr viel *Autunit* und gelegentlich *Torbernit*; mitunter treten beide in orientierter Verwachsung miteinander auf. Auch in dem seit kurzem zur Gewinnung von Quarz angelegten Stollen ca. dreihundert Meter westlich des alten Bruches konnten wir *Autunit* feststellen („Der Aufschluß“ 1961). Die Gitterkonstante a_0 für *Autunit* von der Frath beträgt $6,99 \text{ \AA}$, für *Torbernit* $7,06 \text{ \AA}$. Die Gitterperiode in Richtung der c-Achse war zwar nicht genau meßbar, es handelt sich jedoch um *Meta-Autunit* und *Ortho-Torbernit*, wobei letzterer bereits Anzeichen einer Umwandlung in die Meta-Phase aufweist.

Aus dem Pfahlquarz bei Altrandsberg ist den Mineraliensammlern seit ca. 30 Jahren *Kupfer-Uranglimmer* bekannt, doch findet sich in der Literatur hierüber nach unserem Wissen nur ein kurzer Hinweis von E. *Kobl* (1951). Von diesem Fundort wurden durch H. *Strunz* *Ortho-Torbernit* und *Meta-*

Torbernit (Der Aufschluß, 1961) beschrieben sowie durch P. *Ramdober Cofjinit* genannt (N. Jahrb. Min., Abhandlungen 1961). *Strunz* macht folgende Ausführungen:

„Dieser *Orthotorbernit* bildet auf Rissen im derben Pfahlquarz fast schwarz erscheinende Kriställchen von ca. 0,2 mm Kantenlänge, mit ungewöhnlich glatten Flächen, so daß trotz der geringen Größe mit dem Reflexionsgoniometer Messungen gemacht werden konnten. Es wurden folgende Kombinationen beobachtet: (001)·(011); (001)·(011)·(110); (001)·(011)·(013)·(110).

Als Gitterkonstanten ergaben Drehaufnahmen $a_0 = 7,04$, $c_0 = 20,80$ Å, $c_0/a_0 = 2,955$. Bereits nach etwa zwei Wochen langem Liegen in den trockenen, zentralgeheizten Räumen des Institutes verblaßten die Kriställchen; in diesem Stadium neu hergestellte Drehaufnahmen zeigten neben den noch unverändert vorhandenen punktförmigen Reflexen des *Orthotorbernits* schwache ausgeschwänzte Reflexe des *Metatorbernits*.

Die weiteren oben genannten Stufen lagen bereits als *Metatorbernit* vor, sie sind gleichfalls durch Wasserverlust aus *Orthotorbernit* hervorgegangen und stellen Pseudomorphosen von Meta- nach *Orthotorbernit* dar. Die Kriställchen sind heller grün und gelegentlich sehr flächenreich. Folgende Formen und Kombinationen wurden beobachtet: (001)·(112); (001)·(112)·(011); (001)·(112)·(013)·(012)·(011)·(041). Die Form (041) ist neu für *Torbernit*. Die aus Drehaufnahmen ermittelten Zelldimensionen für diese *Metatorbernite* sind $a_0 = 6,96$, $c_0 = 8,66$ Å, $c_0/a_0 = 1,244$.“ — Ähnliche *Torbernit*-anflüge fanden sich (1961) in unmittelbarer Pfahlhöhe bei *Pometsau*, 4 km westlich *Regen* im *Bayr. Wald* (Mitteilung des Bayerischen Oberbergamtes).

Schließlich sind für *Uranglimmer* noch die *Granitbrüche* östlich der *Straße Cham-Katzberg* zu nennen. Die seltenen pegmatitischen Partien des nördlichen (alten) *Bruches* scheinen kein *Uran* zu führen, wohl aber konnten wir auf den Klüften der beiden südlichen Brüche reichlich *Metautunit* in feinsten Verteilung feststellen („Der Aufschluß“ 12. 1961. 313—324).

Nach diesen Ausführungen über den Nördlichen Bayerischen Wald, sei über den Südlichen Bayerischen Wald gesagt, daß hier die heutige Erosionsbasis offenbar bereits ein tieferes Stockwerk der Gesteinsgenese erreicht hat, daß die uranhöflichen *Pegmatite* — ebenso wie im *Fichtelgebirge* — bereits der Verwitterung und Abtragung anheimgefallen sind, und nur noch auf Klüften der *Granitkörper* ganz selten — so bei *Hauzenberg* — *Uranglimmer* angetroffen werden kann.

Zum Abschluß sei der Begleitelemente des *Urans* gedacht, deren geochemische Migration offenbar gleichfalls an die leichtflüchtigen Bestandteile des *Magma*s gebunden ist, nämlich *Lithium*, *Beryllium*, *Bor*, *Zinn*, *Niob* und *Tantal*, die auch in unserem Bereich an die primären *Uranvorkommen* der *sudetischen Granite* geknüpft erscheinen. Im Gegensatz zu diesen ist das strahlungsaktive Element *Thorium* gemeinsam mit *Zirkonium* und *Cerium* geochemisch schwer beweglich und somit in *metamorphen* und selbst *hochmetamorphen Gesteinen* anzutreffen.

Die unter Leitung von Herrn Direktor *Richard Haberl* im *Prospektionsgebiet* der Bayerischen Berg-, Hütten- und Salzwerke A. G. durchgeführten Untersuchungsarbeiten führten zur Feststellung einer verhältnismäßig wenig umfangreichen *Glimmerschieferzone* im *Silberberg* bei *Bodenmais*, welche in der Tonne *Gestein* 100—150 g *Uran* und 1500—2500 g *Thorium* enthält^{44a}. Untersuchungen des Verfassers gemeinsam mit Herrn Kollegen *Seeliger* am Ma-

^{44a} Briefliche Mitteilung von Herrn Direktor *Haberl*, BHS, München vom 5. Dezember 1961.



Abb. 42. Radioaktiver Hof um Zirkon in Biotit aus einem Gneis des Moldanubikums (G. *Voll*). — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

Abb. 43. Radioaktive Höfe im Biotit, um Einschlüsse von Apatit (weiß und nadelig) und um winzige Orthite. Es sind bei letzteren die Reichweitenverschiedenheiten der α -Strahlung mehrerer Zerfallsprodukte des Th zu erkennen. Aus einem Sillimanitreichen Gneis des Moldanubikums (G. *Voll*). — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

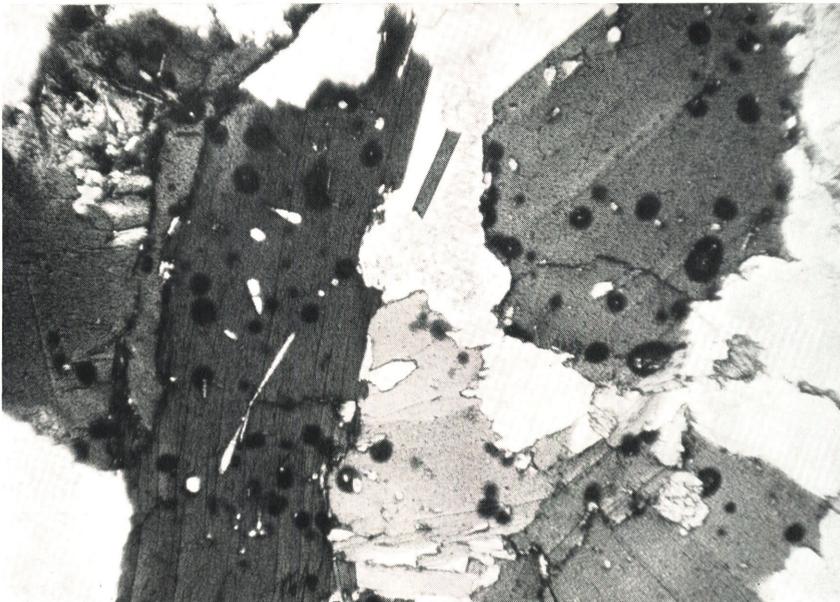


Abb. 44. Übersichtsphoto einer Biotitanreicherung im gleichen Gestein. Die Fülle der Höfe ist überraschend, Träger des Th sind Zirkon und Orthit. — Vergr. ca. 25 ×, Leitz-Milar 80 mm, 1 N, Durchlicht.



Abb. 45. Radioaktiver Hof um Zirkon (mehrere langgestreckte Körner mit sehr deutlichem Chagrin) in Biotit (fleckig grau). Es hat offenbar im radiogen zerstörten Teil des Biotites bevorzugt Chloritisierung, also gewissermaßen Pseudomorphosierung eines radioaktiven Hofes eingesetzt: jetzt also radioaktive Höfe in Chlorit um Zirkon. Als Einschlüsse im frischen Biotit: Apatit. Aus Sillimanit-reichen Gneisen des Moldanubikums. — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

Abb. 46. Biotit (mittelgrau) und Cordierit (sehr hell grau) enthalten Einschlüsse von Xenotim (an hoher Lichtbrechung und deutlichem Chagrin erkennbar). Radioaktive Höfe im Biotit setzen sich angedeutet erkennbar auch im Cordierit fort. Roter Koth bei Zwiesel, Bayerischer Wald (H. *Strunz* ges. 1961). — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.



Abb. 47. Xenotim-Porphyroblast (im Photo nahezu weiß) neben dünnadeligem Sillimanit (ebenfalls weiß) im Quarz-Feldspatgefüge der Gneise vom Roten Koth (H. *Strunz* ges. 1961). — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, + N, Durchlicht.

Abb. 48. Neben dünnadeligem Sillimanit ein grobes Korn von Cordierit, hier ganz lokal einmal sehr reich an Zirkon-Einschlüssen (H. *Strunz* ges. 1961). — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

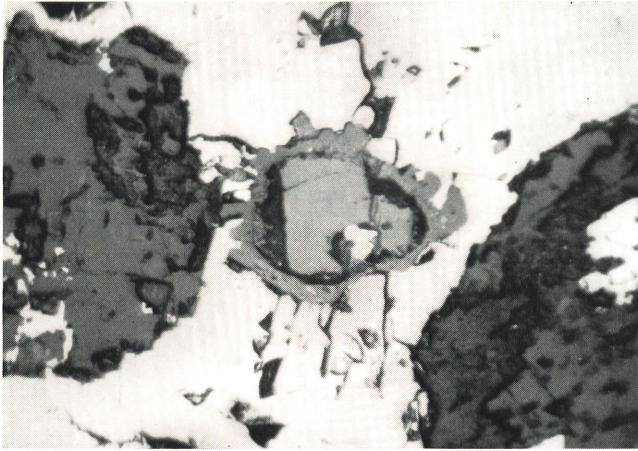


Abb. 49. Stark zonar gebauter teilisotropisierter Zirkon (hellgrau) in Magnetkies (nahezu weiß). Mit der Isotropisierung sind Sprengungen im Magnetkies verbunden. Grube Roter Koth bei Zwiesel. — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, Auflicht.

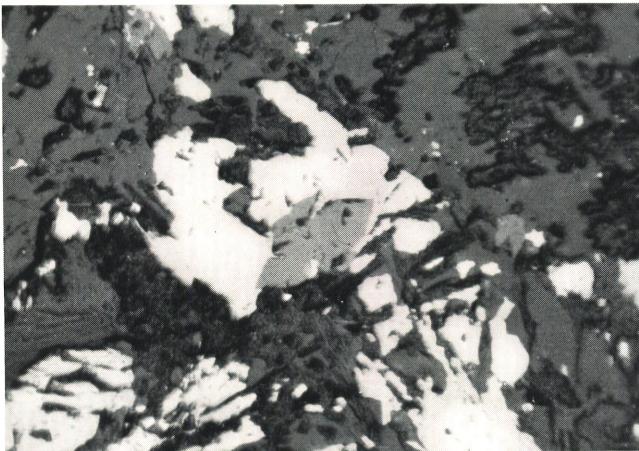


Abb. 50. Skelettförmiger Xenotim-Idioblast (hellgrau) in Magnetkies (weiß). Die Gangartsilikate (mittelgrau) sind Cordierit und Glimmerminerale. Grube Roter Koth bei Zwiesel. — Vergr. ca. 150 ×, P 3 b, 1 N.

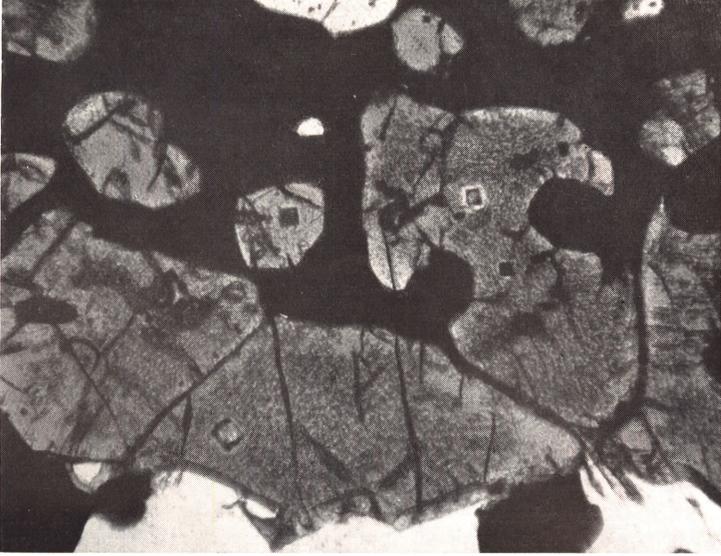


Abb. 51. Kreittionit von Bodenmais (hier grau erscheinend, im Durchlicht im Mikroskop grün), mit Entmischungsnetz von Magnetit (fast schwarz); Quarz (unten, weiß); viel Magnetkies (schwarz). Im Kreittionit quadratische Querschnitte achsenparalleler Entmischungskörper eines radioaktiven Minerals, wahrscheinlich Xenotim YPO_4 . — Vergr. ca. $50\times$, 1 N.



Abb. 52. Extensiv verbreitet sind in den Kreittionitporphyroblasten (im Foto sehr dunkelgrau) Einschlüsse von Zirkon (etwas heller, mit vielen Innenreflexen). Um diese herum sind in der Regel, auch im Foto, radialstrahlige Sprengungshöfe (im Foto schwarz) zu beobachten. Sehr hellgrau: Magnetit. — Vergr. ca. $750\times$, 1/7 Fl Öl.



Abb. 53. Schwermineralkonzentrat aus Bachsands von der Lindbergmühle bei Zwiesel, eingebettet in Immersionsflüssigkeit mit $n=1.75$. Säulig bis nadelige, zum größten Teil idiomorphe Kristalle sind Zirkon. Sie sind an ihrer gegenüber $n=1.75$ sehr viel höheren Lichtbrechung leicht zu erkennen, und man erkennt außerdem Fragmente ehemals größerer Zirkone und gelegentlich auch abgerollte Körner des Minerals. Viel niedriger lichtbrechend daneben Xenotim und Granat. Die Xenotime besitzen sehr oft ovale Umrisse und sind meist klar, Granat und Zirkon enthalten dagegen viele Einschlüsse (H. *Strunz* ges. 1961). Im Foto schwarz: Opakanteil. — Vergr. ca. $200\times$, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

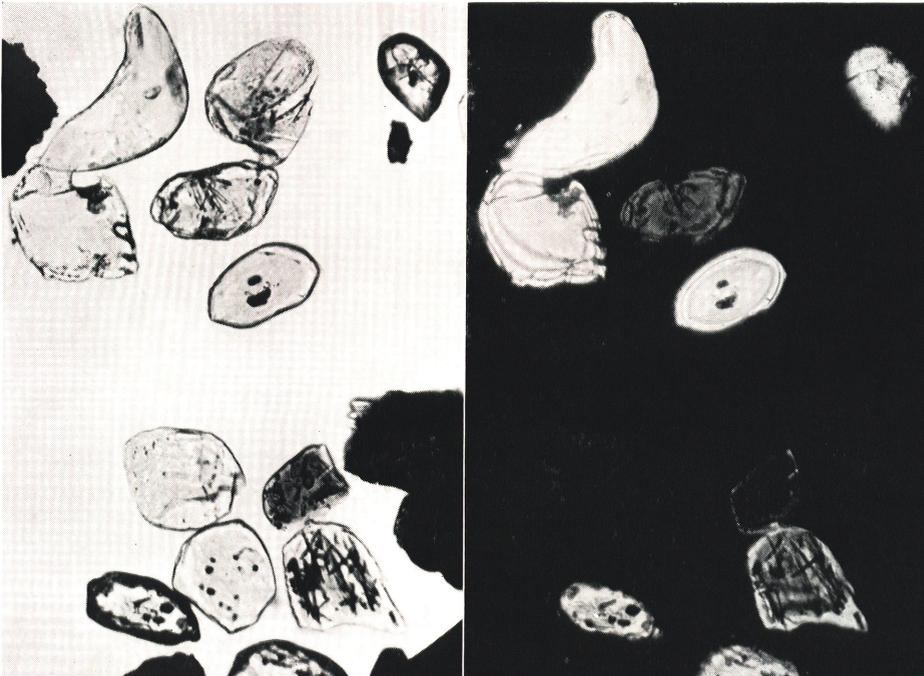


Abb. 54a. Zirkon, kaum idiomorph, meist zerbrochen oder gerollt neben Xenotim und Granat eingebettet in Immersionsflüssigkeit mit $n=1.75$. Lindbergmühle bei Zwiesel. (H. *Strunz* ges. 1961). — Vergr. ca. $200\times$, P 3 b, 1 N, Durchlicht.

Abb. 54b. Wie Abb. 54a, aber Nicols gekreuzt. Hier ist der Xenotim durch seine höhere Doppelbrechung (im Foto weiß höherer Ordnung) vom Zirkon, der meist nur 3 oder 4 Farbordnungen zeigt, leicht zu unterscheiden. 1 Granatkorn oben und 2 unten sind unsichtbar geworden. Granat enthält isometrische Einschlüsse, Zirkon längliche.

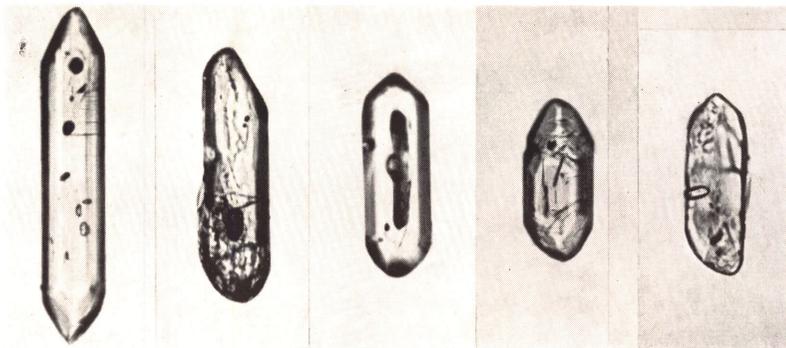


Abb. 55. Vier trachtverschiedene Zirkone und ein Xenotim (letzter der Reihe) aus dem Schwermineralanteil der Bachsande von der Lindbergmühle bei Zwiesel, eingebettet in Immersionsflüssigkeit mit $n = 1.75$. Die Kristalle zeigen die Prismen 1. und 2. Stellung, teils sogar offenbar ditetragonale Prismen, tetragonale Dipyramiden 1. Stellung und wohl auch ditetragonale Dipyramiden. Zum Teil mit Zonarbau und Einschlüssen (H. *Strunz* ges. 1961). — Vergr. ca. 250 \times , P 3 b, 1 N, Durchlicht.

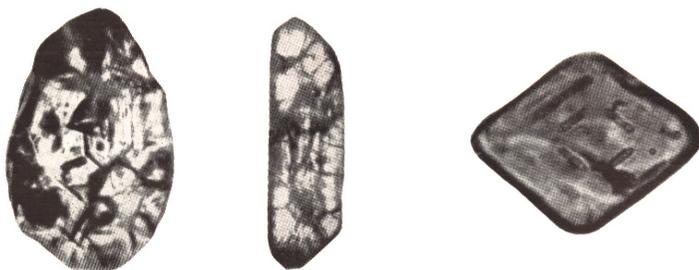


Abb. 56. Zwei Zirkone und ein Xenotim (rechts) mit orientierten Einschlüssen. Aus kristallinen Gesteinen des Gebietes zwischen Passau und Cham (G. *Claus*, 1936).

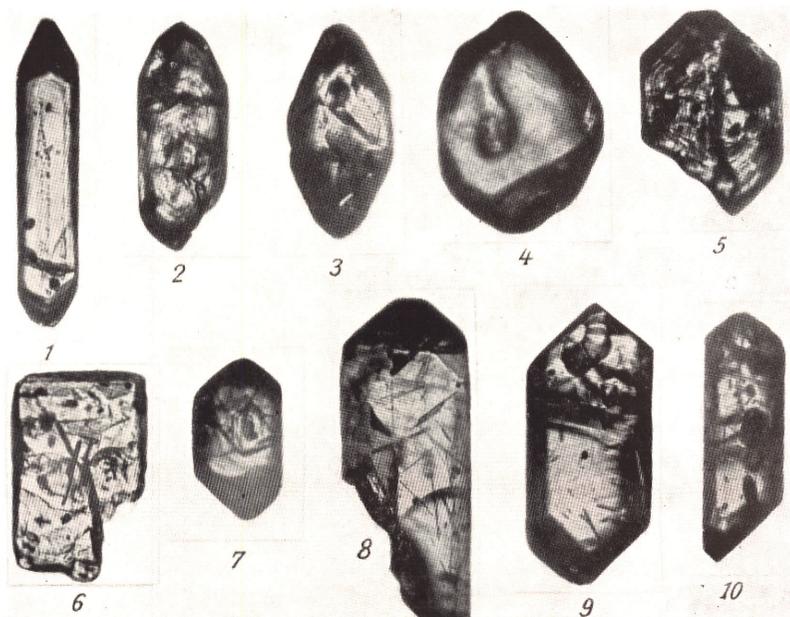
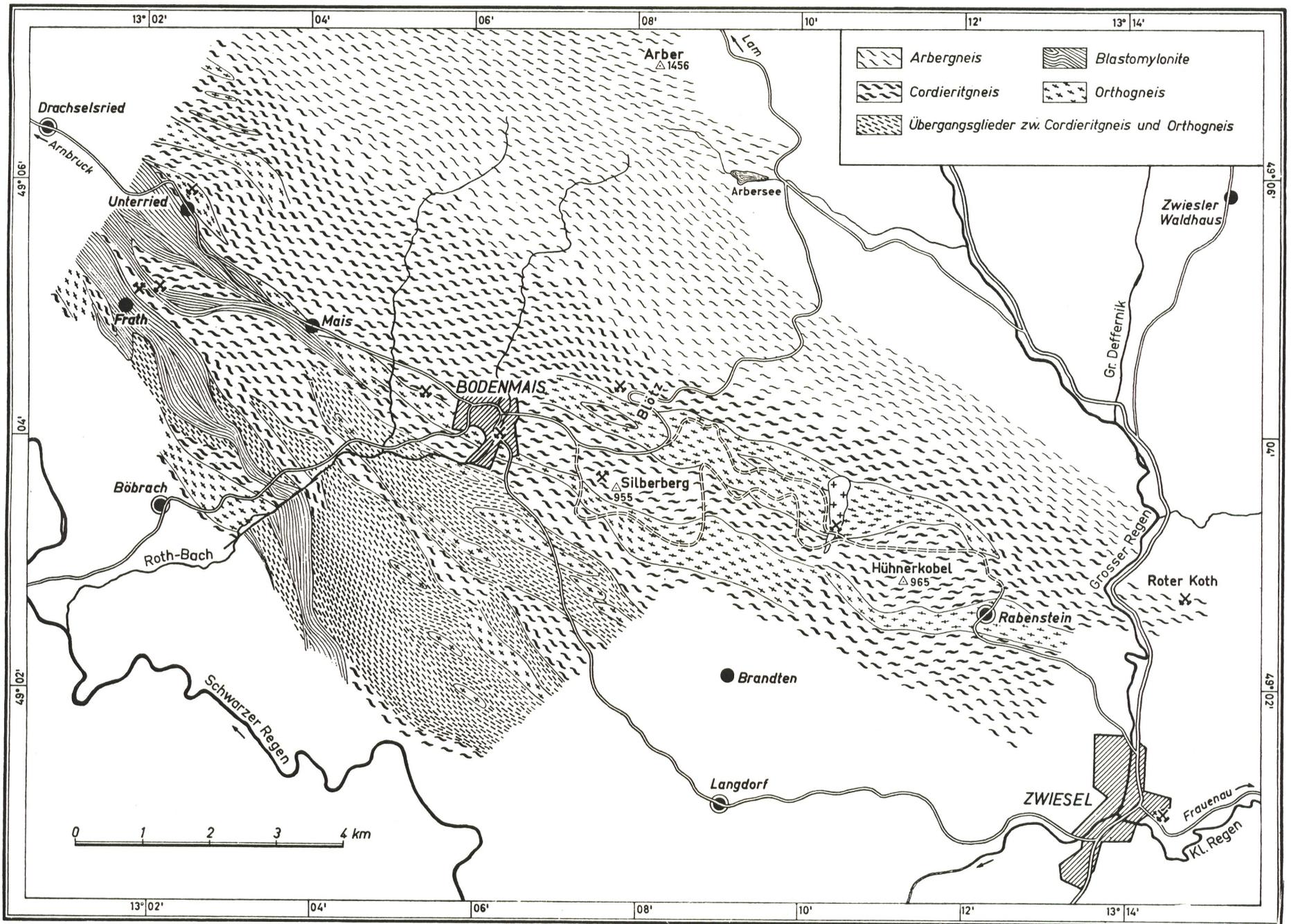


Abb. 57. Neun Zirkonkristalle und ein Monazit (Nr. 6) als Schwermineralanteile aus dem Burgsandstein südlich Nürnberg (B. *Wasserstein*, 1933).



Der geologische Rahmen (Schröcke, 1955) zu den uranföhrnden Pegmatiten und zirkonhaltigen Gneisen bei Bodenmais-Zwiesel.

terial der Grube Roter Koth bei Zwiesel — 10 km OSO von Bodenmais offenbar in einer petrographisch analogen Zone wie der Silberberg gelegen — haben ergeben, daß auch hier strahlungsaktive Mineralien mitunter reichlich vorhanden sind. Als Strahlungsträger konnten skelettartig gebaute stark strahlende *Xenotime*, gut strahlende *Zirkone* und geringer aktive *Orthite* festgestellt werden. Das Thorium wird im Xenotim in diadocher Substitution für Cerium — etwa nach der Formel $(Ce, Th)[(P, Si)O_4]$ —, im Zirkon für Zirkonium — $(Zr, Th)[SiO_4]$ — und im Orthit gleichfalls für Cerium vorhanden sein.

Basierend auf Untersuchungen von G. *Claus* (1936), H. *Bader* (1961) und eigenen Beobachtungen kann gesagt werden, daß Zirkone mikroskopischer Dimensionen im kristallinen Grundgebirge Ostbayerns weit verbreitet auftreten (vgl. Abb. 8, 42—48), 1.) in den metamorphen Gesteinen vorherrschend mit rundlicher Gestalt, 2.) in den jungen Graniten meist mit guter idiomorpher Entwicklung. Erstere lassen durch eine leichte Längserstreckung der ovalen Form gerade noch die Richtung der c-Achse erkennen, letztere sind nach der c-Achse meist stark gestreckt mit vorherrschendem Prisma (100), seltener (110), begrenzt durch die Dipyramide (111), gelegentlich ergänzt durch (311).

Zu 1.): Die gerundeten Zirkone der Gneise und Schiefer sind offensichtlich zum Teil Gemengteile alter Sedimente, die als resistente Relikte die Metamorphose überstanden haben. Zu 2.): Die idiomorphen Zirkone der Granite sind Erstkristallisationen des Magmas, meist vom Glimmer umwachsen. Eine Übergangstellung zwischen 1.) und 2.) nehmen offenbar die Zirkone der älteren Granite (Gneisgranite und Gneissyenite des Passauer Gebietes) ein. Hier weist ein Zonenbau anscheinend darauf hin, daß gerundete Zirkone sedimentärer Herkunft vorgelegen haben, die jedoch bei der Migmatisierung der Gesteinskörper zur Entwicklung einer idiomorphen Gestalt tendierten.

An Zirkonen aus dem Saldenburger Granit beobachtete bereits G. *Claus* (1936) sehr niedrige Doppelbrechung, Teilisotropisierung und eine deutliche Schwärzung der photographischen Platte. „Es handelt sich in diesem Falle wahrscheinlich um eine Isotropisierung des Zirkons durch von ihm selbst ausgesandte radioaktive Strahlung, wie sie O. *Mügge* (1922) auch vom Zirkon beschreibt.“

Zirkone aus Pegmatiten sind von Wildenau-Plößberg, Hagedorf und Pleystein bekannt geworden; sie sind 1—2 mm groß und von gedrungener Gestalt. Ch. *Tennyson* (1960) fand in den pegmatitischen Gängen und Schlieren der Granite von Tittling bei Passau bis zu 1 cm lange stengelige *Zirkon*-kristalle mit quadratischem Querschnitt, jedoch ohne Endbegrenzung. Sie sind

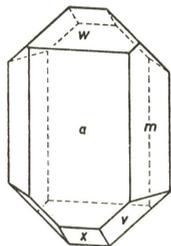


Abb. 58. Idiomorphe Monazitkristalle aus pegmatitischen Gängen im Granit von Tittling bei Passau (Ch. *Tennyson*, 1960).

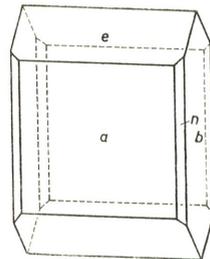
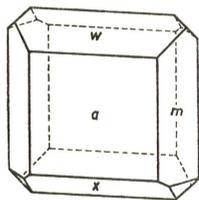


Abb. 59. Samarskit-Kristall aus pegmatitischen Gängen im Granit von Tittling bei Passau.

weitgehend isotropisiert, geben jedoch nach dem Glühen gute Röntgenbilder, sogar Einkristallaufnahmen mit kaum verwaschenen Reflexen. *Monazit* tritt meist in mm großen Körnern, gelegentlich auch in einige Zentimeter großen derben Partien eingeschlossen im Feldspat auf. Die Kristalle sind tafelig nach (100) und zeigen als charakteristische Kombination $a(100)$, $m(110)$, $w(101)$, $x(\bar{1}01)$ und $v(\bar{1}11)$ (Abb. 58). Als weiteres strahlungsaktives Mineral kommt *Samarskit* in der Nähe der genannten Zirkone und Monazite vor. Samarskit ist tiefschwarz, zeigt unregelmäßigen Bruch und ist von einer matten rotbraunen Verwitterungsrinde umgeben. Nach dem Röntgenbild sind alle Proben weitgehend oder völlig isotropisiert. Idiomorphe Samarskitkristalle sind tafelig nach (100), leicht gestreckt nach [001] und zeigen die Kombination $a(100)$, $b(010)$, $n(120)$, $e(101)$ (Abb. 59). Ein samarskitähnliches, gleichfalls strahlungsaktives Mineral aus dieser Paragenese konnte noch nicht identifiziert werden.

Mit Zirkon etc. als Schwermineralanteile in mesozoischen und tertiären Sedimenten befaßten sich bereits B. *Wasserstein*, 1933 (Burgsandstein zwischen Nürnberg und Weißenburg), H. *Andrée*, 1936 (Ältere Oberbayerische Molasse), F. *Neumaier* & H. *Wieseneder*, 1939 (Niederbayerisches Tertiär) sowie H. *Zöbelein*, 1940 (Niederbayerisches Tertiär).

IV. RADIOMETRISCHE MESSUNGEN IN BAYERN

Im Kristallengebiet von Bayern sind bisher folgende Messungen der Radioaktivität bekannt geworden:

- A) Fichtelgebirge: H. *Güntber* (1907/14), F. *Henrich* (1917/20).
- B) Oberpfälzer Wald: F. *Henrich* (1920, Wölsendorf), H. *Ziebr* (1955/57, Blatt Neunburg vorm Wald und Blatt Oberviechtach), E. O. *Teuscher* & E. *Budde* (1957, Wölsendorf), K. *Berger* (1960, Grundgebirgsausläufer bei Hirschau-Schnaittenbach).
- C) Bayerischer Wald: F. *Neumaier* (1932 und 1935, Passauer Gebiet), K. *Berger* (1960, Regenstauf).

Detaillierte Meßergebnisse, soweit publiziert, finden sich in den Tabellen 4 bis 17 zusammengefaßt.

Für außerkristalline Gebiete Bayerns liegen vor:

Publikationen von W. *Scharf* (1957), H. *Ziebr* (1957), R. *Reiter* & H. *Ziebr* (1959) vorwiegend über Wackersdorf (Bayerische Braunkohlen Industrie A. G., Schwandorf);

Strahlungsmessungen an sedimentären Gesteinen Frankens von G. *Knetsch* & E. *Sprengler* (1958), K. *Berger* (1959), G. *Knetsch*, E. *Degens*, D. *Welke* & W. *Reuter* (1960), W. *Haarländer* & W. A. *Schnitzer* (1961);

In den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 (Bayer. Geolog. Landesamt) fünf kürzere Berichte von K. *Berger* (1959 Blatt Roßtal, 1960 Blatt Hirschau, Blatt Schnaittenbach, Blatt Regenstauf, Blatt Stadtsteinach).

Als Anhang sind Angaben über die Radioaktivität der Heil- und Mineralquellen Bayerns angefügt.

weitgehend isotropisiert, geben jedoch nach dem Glühen gute Röntgenbilder, sogar Einkristallaufnahmen mit kaum verwaschenen Reflexen. *Monazit* tritt meist in mm großen Körnern, gelegentlich auch in einige Zentimeter großen derben Partien eingeschlossen im Feldspat auf. Die Kristalle sind tafelig nach (100) und zeigen als charakteristische Kombination $a(100)$, $m(110)$, $w(101)$, $x(\bar{1}01)$ und $v(\bar{1}11)$ (Abb. 58). Als weiteres strahlungsaktives Mineral kommt *Samarskit* in der Nähe der genannten Zirkone und Monazite vor. Samarskit ist tiefschwarz, zeigt unregelmäßigen Bruch und ist von einer matten rotbraunen Verwitterungsrinde umgeben. Nach dem Röntgenbild sind alle Proben weitgehend oder völlig isotropisiert. Idiomorphe Samarskitkristalle sind tafelig nach (100), leicht gestreckt nach [001] und zeigen die Kombination $a(100)$, $b(010)$, $n(120)$, $e(101)$ (Abb. 59). Ein samarskitähnliches, gleichfalls strahlungsaktives Mineral aus dieser Paragenese konnte noch nicht identifiziert werden.

Mit Zirkon etc. als Schwermineralanteile in mesozoischen und tertiären Sedimenten befaßten sich bereits B. *Wasserstein*, 1933 (Burgsandstein zwischen Nürnberg und Weißenburg), H. *Andrée*, 1936 (Ältere Oberbayerische Molasse), F. *Neumaier* & H. *Wieseneder*, 1939 (Niederbayerisches Tertiär) sowie H. *Zöbelein*, 1940 (Niederbayerisches Tertiär).

IV. RADIOMETRISCHE MESSUNGEN IN BAYERN

Im Kristallengebiet von Bayern sind bisher folgende Messungen der Radioaktivität bekannt geworden:

- A) Fichtelgebirge: H. *Güntber* (1907/14), F. *Henrich* (1917/20).
- B) Oberpfälzer Wald: F. *Henrich* (1920, Wölsendorf), H. *Ziebr* (1955/57, Blatt Neunburg vorm Wald und Blatt Oberviechtach), E. O. *Teuscher* & E. *Budde* (1957, Wölsendorf), K. *Berger* (1960, Grundgebirgsausläufer bei Hirschau-Schnaittenbach).
- C) Bayerischer Wald: F. *Neumaier* (1932 und 1935, Passauer Gebiet), K. *Berger* (1960, Regenstauf).

Detaillierte Meßergebnisse, soweit publiziert, finden sich in den Tabellen 4 bis 17 zusammengefaßt.

Für außerkristalline Gebiete Bayerns liegen vor:

Publikationen von W. *Scharf* (1957), H. *Ziebr* (1957), R. *Reiter* & H. *Ziebr* (1959) vorwiegend über Wackersdorf (Bayerische Braunkohlen Industrie A. G., Schwandorf);

Strahlungsmessungen an sedimentären Gesteinen Frankens von G. *Knetsch* & E. *Sprengler* (1958), K. *Berger* (1959), G. *Knetsch*, E. *Degens*, D. *Welke* & W. *Reuter* (1960), W. *Haarländer* & W. A. *Schnitzer* (1961);

In den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 (Bayer. Geolog. Landesamt) fünf kürzere Berichte von K. *Berger* (1959 Blatt Roßtal, 1960 Blatt Hirschau, Blatt Schnaittenbach, Blatt Regenstauf, Blatt Stadtsteinach).

Als Anhang sind Angaben über die Radioaktivität der Heil- und Mineralquellen Bayerns angefügt.

A) Fichtelgebirge

Die ersten Messungen der Radioaktivität in einem größeren Gebiet von Bayern, und zwar der Gesteine, Mineralien und Quellwässer des Fichtelgebirges, hat ab 1907 Hans *Güntber*, Studienprofessor der Chemie und Naturwissenschaften an der Realschule Kulmbach, durchgeführt und darüber 1914 in einer in Kulmbach gedruckten, 148 Seiten umfassenden Dissertation der Technischen Hochschule München berichtet. Daraus sei folgendes entnommen:

„Von den Gesteinen des Fichtelgebirges sind die Granite verhältnismäßig stark aktiv. Die kristallinen Schiefer zeigen sehr geringe Aktivität oder sind fast inaktiv.“

Aktive Mineralien des Fichtelgebirges sind Flußspat, Eisenglanz, Apatit, *Kalkuranglimmer*, *Kupferuranglimmer* und ein gelbgrünes toniges Mineral (wohl Nonttronit) vom Fuchsbau. Der radiumhaltige *Kalkuranglimmer* vom Fichtelgebirge ist ungefähr halb so stark aktiv wie die Pechblende von Johannegeorgenstadt. Der *Kupferuranglimmer* vom Fuchsbau ist fast ebenso stark aktiv wie die aktivste Pechblende (von Johannegeorgenstadt).“

Die Ergebnisse der Strahlungsmessungen an Gesteinen und Mineralien des Fichtelgebirges sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Nach diesen Ergebnissen besitzen die Granite des Fichtelgebirges eine zum Teil nicht unbeträchtliche Aktivität. Die erhaltenen Zahlen bewegen sich bei den nicht geglähten Gesteinspulvern zwischen 0,013 und 0,090. Sie schwanken demnach im Verhältnis 1:6,9. Für die ausgeglühten Pulver ist der Zahlenspielraum 0,012 bis 0,061, als Verhältnis berechnet 1:5. Der aktivste untersuchte Granit war feinkörniger Granit von Gefrees. Steinachgranit vom Westhang und Kristallgranit vom Osthang des Ochsenkopfes, beide von grobkörniger Struktur, waren schwächer aktiv.

Tabelle 4. Ergebnisse der Strahlungsmessungen an Gesteinen und Mineralien des Fichtelgebirges (H. *Güntber* 1914).

Gestein	Beschaffenheit	Angew. Pulvermenge	Potentialabfall in		α -Strahlung in		Zahl der Ionen pro Sekunde u. pro ccm.
			Volt/Stunde ungeglüht	Volt/Stunde geglüht	E. St. E. : 10^{-3} ungeglüht	E. St. E. : 10^{-3} geglüht	
Granit von Gefrees	feinkörnig, frisch	30 g	22,1	15,0	0,090	0,061	45
Granit von Gefrees	mittelkörnig, angewittert	30 g	14	8,2	0,057	0,033	28
Granit vom Rudolfstein	mittelkörnig, verwittert	30 g	13,8	12,4	0,056	0,050	28
Granit von der Kösseine	mittelkörnig, frisch	30 g	13,4	12,4	0,054	0,050	27
Steinachgranit vom Ochsenkopf	grobkörnig, angewittert	30 g	12,8	9,3	0,052	0,038	26
Kristallgranit vom Ochsenkopf	grobkörnig, angewittert	30 g	11,6	10,8	0,047	0,044	24
Granit vom Schneeberg	grobkörnig, verwittert	30 g	10,5	9,7	0,043	0,039	22
Granit von Reinersreuth	mittelkörnig, frisch	30 g	10,0	8,7	0,040	0,035	21

Gestein	Beschaffenheit	Angew. Pulver- menge	Potential- abfall in Volt/Stunde		α -Strahlung in E. St. E.: 10^{-3}		Zahl der Ionen pro Sekunde u. pro ccm.
			unge- glüht	ge- glüht	unge- glüht	ge- glüht	
Granit vom Ep- prechtstein	mittelkörnig, frisch	30 g	6,2	6,2	0,025	0,025	13
Granit vom Schnee- berg	mittelkörnig, frisch	30 g	5,6	5,3	0,023	0,021	11
Granit vom Schnee- berg	mittelkörnig, verwittert	30 g	5,5	5,5	0,022	0,022	11
Granit vom Korn- berg	mittelkörnig, frisch	30 g	4,6	4,6	0,019	0,019	9
Granit vom Fuchsbau	mittelkörnig, frisch	30 g	4,5	4,2	0,018	0,017	9
Granit von der Luisenburg	mittelkörnig, frisch	30 g	3,3	3,0	0,013	0,012	7
Pegmatit von Reinersreuth	glimmerreich, frisch	30 g	1,7		0,0069		3
Proterobas vom Ochsenkopf	frisch	30 g	—		—		
Gneis von Gefrees	frisch	30 g	3,6	3,0	0,0146	0,0122	7
Gneis von Leu- poldsdorf	angewittert	30 g	3,5	2,9	0,014	0,012	7
Gneisartiger Glimmerschiefer (Weißenhaid)	angewittert	30 g	3,2	2,6	0,013	0,0106	7
Cordieritschiefer von Klein-Wendern	frisch	30 g	1,2		0,0049		2
Phyllit von Warmen- steinach	angewittert	30 g	4,3	2,1	0,017	0,008	9
Glimmerschiefer von Weissenstadt	frisch	30 g	9,0	7,1	0,0367	0,029	19
Fruchtschiefer von Gefrees	angewittert	30 g	7,5	3,7	0,0305	0,0151	15
Chiaistolithschiefer von Schamlesberg	frisch	30 g	4,4		0,0179		9
Hornblendeschiefer (Marktschorgast)	frisch	30 g	—		—		
Serpentin von Wasserknoten	frisch	30 g	—		—		
Eklogit vom Weissenstein	frisch	30 g	—		—		
Urkalk von Holen- brunn	frisch	30 g	—		—		
Flußspat grün von Reinersreuth	frisch	30 g	—		—		
Flußspat violett vom Epprechtstein		20 g	2		0,0081		3
Apatit vom Ep- prechtstein		10 g	18,9	18,0	0,077	0,073	39

Gestein	Beschaffenheit	Angew. Pulver- menge	Potential- abfall in		α -Strahlung in		Zahl der Ionen pro Sekunde u. pro ccm.
			unge- glüht	ge- glüht	E. St. E.: unge- glüht	10^{-3} ge- glüht	
Eisenglanz von Fichtelberg		30 g	2,7		0,011		5
Antimonglanz von Brandholz		30 g	—		—		
Turmalin vom Epprechtstein		30 g	—		—		
Zoisit vom Weissenstein		30 g	—		—		

„Den Beimischungen radium- und thoriumhaltiger Mineralien in kleinsten Mengen dürften wohl die Granite des Fichtelgebirges ihre Aktivität verdanken. Zum Teil wird diese auf die Anwesenheit von Kalk- und Kupferuranglimmer zurückzuführen sein, die äußerlich nicht erkennbar in winzigen Teilchen in den Graniten enthalten sind, chemisch aber nur sehr schwierig und bei Verarbeitung größerer Gesteinsmengen nachweisbar sein werden.“

„Auffallend groß erscheint die Aktivität des *Apatits* vom Epprechtstein, von welchem die α -Strahlung, bewirkt durch 10 g ungeglühtes Pulver, 0,077 E. St. E. 10^{-3} ist, während *Gockel*⁴⁵ für 30 g nicht gegläute Apatitsubstanz die α -Strahlung zu 0,024 E. St. E. 10^{-3} findet. Vielleicht ist diese stärkere Aktivität des Apatits vom Epprechtstein mit bedingt durch die Anwesenheit von *Kalkuranglimmerschüppchen*, die sich infolge ihrer Kleinheit der Wahrnehmung entzogen haben und mit pulverisiert worden sind.“

„Im Fichtelgebirge treten Quellwässer zu Tage, welche verschiedene, zum Teil sehr bedeutende Aktivitäten besitzen. Die Wässer mit beträchtlicher und hoher Aktivität entspringen aus Granit. Die aus kristallinen Schiefnern stammenden Wässer sind sehr schwach aktiv, soweit nicht eine geringe Aktivität durch benachbarte Spalten oder Kontaktflächen bedingt ist. Die untersuchten Wässer enthalten der Hauptsache nach Radiumemanation (Radon). In manchen Wässern wurden auch sehr geringe Mengen gelöster aktiver Salze nachgewiesen, die aus dem Granit stammen.“

Auch die Bodenluft über dem Granitstein und die Luft in geringer Höhe über dem Erdboden enthält radioaktive Emanationen.“

Die Ergebnisse der Strahlungsmessungen an Quellwässern des Fichtelgebirges sind in Tabelle 5 enthalten (und mit G gekennzeichnet).

„Von den Stebener Mineralquellen hat das Wasser der Tempelquelle eine hohe, das Wasser der Wiesenquelle eine geringe Aktivität. Die Wässer dieser beiden Mineralquellen enthalten gelöste Emanation, der Hauptsache nach Radiumemanation (Radon), und äußerst geringe Mengen gelöster Radiumsalze. Die Gase, welche aus den Quellen aufsteigen, sind emanationshaltig. Die Emanation klingt langsamer ab als diejenige des Radiums und schneller als die des Thoriums. Die Luft in der Nähe der Tempelquelle enthält gleichfalls beträchtliche Emanationsmengen.“

Das Wasser im Hochbehälter der Heilstätte *Bischofsgrün* und das Wasser der Tempelquelle in *Steben* haben sich während eines längeren Zeitraumes

⁴⁵ Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik 7. 1916. 502.

unter wechselnden meteorologischen Verhältnissen immer als stark radioaktiv gezeigt; das Wasser der Wiesenquelle in Steben hat sich immer als schwach radioaktiv erwiesen. Es wurden bei den drei Wässern nicht unbeträchtliche Schwankungen des Emanationsgehaltes während der Beobachtungszeitdauer festgestellt.“

Gleichfalls im Fichtelgebirge wurden radiometrische Vermessungen durch F. *Henrich*, Professor der Chemie an der Universität Erlangen, in den Jahren 1917/18 durchgeführt. Seinem Bericht „Über den Stand der Untersuchung der Wässer und Gesteine Bayerns auf Radioaktivität“ (1920) sind die in Tabelle 5 mit H bezeichneten Ergebnisse entnommen; die mit Q versehenen Werte gehen auf Messungen von K. E. *Quentin**, 1958, zurück.

Tabelle 5. Radiometrische Vermessungen an Quellwässern des Fichtelgebirges (G: *Günther* 1914, H: *Henrich* 1920, Q: *Quentin* 1958). Vgl. Abb. 60.

	T	M. E.	Autor
1. Hirschlohbrunnen bei Niederlamitz am Fuße des kleinen Kornberges in freier Wiese entspringend	9,8°	5	H.
2. Gemeindebrunnen von Niederlamitz unten am Schulhaus	10°	91,5	H.
3. Sandlohbrunnen zwischen Niederlamitz und Kirchenlamitz	9,5°	14	H.
4. Klingenwiesenquelle, Forstabt. Pechlohe, nördl. von Kirchenlamitz	9°	14	H.
5. Quelle in der Pechlohe unterhalb des Weges (Epprechtstein)	9°	20	H.
6. Quelle in der Wiese hinter der Fuchsmühle (Epprechtstein)	10°	17	H.
7. Erstes Wasserreservoir von Kirchenlamitz auf der Fuchsmühlwiese	8,5°	25	H.
8. Brunnen im Gasthof zum Löwen in Kirchenlamitz	13°	16	H.
9. Marktbrunnen in Kirchenlamitz, vor der Post	11,5°	31	H.
10. Badersbrunnen in Kirchenlamitz	9,2°	19	H.
11. Sog. Schloßbrunnen an der Straße nach Kirchenlamitz	8°	17,5	H.
12. Wasser im ersoffenen Granitsteinbruch an der Straße von Kirchenlamitz nach Münchberg	16°	3,4	H.
13. Wasser im ersoffenen Steinbruch am Nordfuß der Ruine Epprechtstein	14°	0,4	H.
14. Zweites Wasserreservoir von Kirchenlamitz, sog. Nachtwächtersbrunnen am Fuße des Epprechtstein	7,5°	102	H.
15. Wasser an der Südwand im Steinbruch Frank am Epprechtstein		19,4	H.
16. Wasser im Steinbruch am Südfuß der Ruine Epprechtstein unter dem Gipfel	14°	inaktiv	H.
17. Lamitzbrunnen (Granit)	5,9°	49,1	G.
18. Quelle am Ludwigssteinbruch (Reinersreuther Granitwerke)	6,5°	104,5	G.

* Balneologisches Institut bei der Universität München, priv. Mitt. 1961.

	T	M. E.	Autor
19. Saalequelle (Fleckschiefer)	6,6°	2,3	G.
20. Quelle auf dem Weißenstein bei Stammbach (Eklogit)	8,4°	2,6	G.
21. Egerquelle (Phyllit)	6,3°	13,6	G.
22. Quelle bei der Weißenhaider Mühle (Fleckglimmer- schiefer)	6,7°	2,0	G.
23. Quelle am Rudolfstein (Granit)	7,7°	44,6	G.
24. Wasserreservoir der Heilstätte Bischofsgrün, Granit	7,05°	133,2	G.
24. Bischofsgrün, Wasserversorgung der Gemeinde			
a) Zufluß aus der linken Seitenwand der Fassung	—	20,05	Q.
b) linker Zufluß aus der Rückwand der Fassung	—	59,11	Q.
c) rechter Zufluß aus der Rückwand der Fassung	—	68,54	Q.
25. Boppobrunnen (Granit)	6,7°	123	G.
26. Weißmainquelle	7,7°	12	H.
	6,6°	13,7	G.
27. Naabquelle (Ostabhang des Ochsenkopfes) nach einem Regentag	6,8°	38,5	G.
	8°	30,5	H.
28. Sog. Kalter Brunnen am Weg, Forstabt. Wolfsloch Fichtelberg	8°	74	H.
29. Fürstenbrunnen am Abhang des Ochsenkopfes (Granit)	7,5°	38	H.
	9,4°	11,6	G.
	7,2°	69,6	G.
30. Ludwigsquelle bei Grassemann (Granit)			
31. Fuchsbrunnen in der Forstabt. Gleisinger Fels bei Fichtelberg (Granit)	8°	44,6	H.
32. Säuerling in der Seelohe (Granit)	9,4°	25,5	G.
33. Sauerbrunnen im Moor hinter dem Fichtelsee	11°	25,9	H.
34. Quelle auf der Wiese in Neubau zwischen Haus Nr. 65 ¹ / ₂ und 65	10°	89	H.
35. Quelle unterhalb Haus Nr. 65 ¹ / ₂ in Neubau	11°	64,4	H.
36. Gefaßter Brunnen unter Haus 65 ¹ / ₂ in Neubau	11°	63	H.
37. Quelle auf der Wiese in Neubau, vor Haus Nr. 66	11°	33,6	H.
38. Sauerbrunnen in Fichtelberg	10°	29,5	H.
39. Sog. Staudenbrunnen in Fichtelberg Neubau	12,5°	2,6	H.
40. Sog. Geldbrunnen in der Forstabt. Brand bei Fichtel- berg	7,2°	46	H.
41. Seehausquelle (Gneis)	7,3°	0,96	G.
42. Wasser im großen Steinbruch Fuchsbau (kleines Naturbassin geradeaus nach der Granitwand) gleiche Stelle an einem Regentag entnommen	11,8°	307	H.
		204	H.
	10,9°	294,4	G.
43. Kleines Wässerchen im linken Teil des großen Stein- bruchs Fuchsbau	11,5°	67	H.
an einem Regentag hatte das Wässerchen nur		41	H.
44. Kleine Quelle links unterhalb des westlichsten Stein- bruches am Fuchsbau	8,4°	24	H.
45. Stehendes Wasser im Steinbruch 3 am Fuchsbau		11,7	H.
46. Wasser im Steinbruch 3 am Fuchsbau	15,5°	10,1	H.
47. Quelle nordöstlich des ersten Fuchsbau-Steinbruches,			

	T	M. E.	Autor
sog. Bingel — Wiesenquelle der Forstabt. Brand, starke Quelle		92,3	H.
48. Wasser im Steinbruch 1 am Fuchsbau	10°	9,4	H.
49. Sog. Hüttel — Wiesenquelle der Forstabt. Gesteig am NO Abhang der Platte	7°	28,7	H.
50. Sog. „Buruckenbrunnen“ an der Platte (Granit)	7,5°	65	H.
51. Bernsteinbrunnen (Granit)	5,3°	78,6	G.
52. Quelle bei Silberhaus (Granit)	7,5°	64	G.
53. Sog. Binge — Quelle in einer Wiese der Forstabt. Zufurt bei Leupoldsdorf	12°	10,1	H.
54. Brunnen des Steinhauereibesitzers Kuhn in Leupoldsdorf		0,4	H.
55. Sutzen — Wiesenquelle in der Waldabt. Plötzelschacht	9,5°	13	H.
56. Quelle am Rand der sog. Glaswiese in der Forstabt. Plötzelschacht	8°	27	H.
57. Quelle im westlichen Waldbezirk Luisenburg am Wenderner Weg	7,5°	21	H.
58. Quelle auf der Luisenburg (Granit)	6,1°	57,9	G.
59. Hochdruckwasserleitung auf der Luisenburg, oberer Sammelbrunnen	7°	9	H.
60. Hochdruckwasserleitung auf der Luisenburg, unterer Sammelbrunnen	8°	6,4	H.
61. Quelle im Staatswald des Bezirks Luisenburg	7,5°	16	H.
62. Hochgelegene Quelle oberhalb Kleinwendern		33	H.
63. Untere Kösseinequelle (Pfalzbrunnen)	6,5°	46	G.
64. Rehberg — Quelle mit kleinem Weiher davor, wenig unterhalb des Höhenweges bei Wunsiedel	13°	33	H.
65. Quelle an der sog. Viechtränk (am Weg in der Waldabt. Kapelle bei Wunsiedel, nahe einem Gneissteinbruch)	13°	102	H.
an einem Regentag nur		72	H.
66. Quelle aus dem sog. Moorteich bei Wunsiedel		3,9	H.
67. Quelle in der Wiese von Johann Nürnberger ONO von Wunsiedel		3,2	H.
68. Brunnen auf dem Marktplatz von Wunsiedel	11,3°	49,4	H.
69. Neptunsbrunnen in Wunsiedel	11°	21	H.
70. Brunnen unterhalb vom weißen Lamm in Wunsiedel	12°	15	H.
71. Brunnen am Hotel Kronprinz in Wunsiedel	12,5°	13	H.
72. Brunnen nahe der Hospitalsgasse in Wunsiedel	13,2°	13	H.
73. Wasserreservoir beim alten Schießhaus in Wunsiedel		12	H.
74. Brunnen nahe dem Bahnhof in Wunsiedel	11,5°	12	H.
75. Quelle im Weiher gegenüber der Badeanstalt von Wunsiedel		0,5	H.
76. Quelle auf der Hönicka Wiese an der Neuen Straße nahe der Allee kurz vor Wunsiedel		44	H.
77. Luisenquelle bei Alexandersbad	{ 9,0°	20,0	G.
	{ 10°	21,5	H.
78. Ludwigsquelle bei Alexandersbad	{ 9,1°	14,6	G.
	{ 10°	21	H.

	T	M. E.	Autor
79. Quelle im Wunsiedler Kalkgebiet		0,1	H.
80. Quelle bei Zoppaten (Kambrische Schiefer)	9,1°	0,96	G.
81. Sauerbrunnen bei Warmensteinach	6,8°	16,0	G.

Von den 25 Messungen *Güntbers* und den ca. 65 Messungen *Henrichs* wurden zwar nur wenige an der gleichen Quelle ausgeführt; diese stimmen aber in ihren Ergebnissen erfreulich gut überein. Während *Güntber* z.B. für die Quelle im Fuchsbausteinbruch 294,4 Mache-Einheiten gemessen hatte, fand *Henrich* 307, an einem Regentag jedoch nur 204 Einheiten; für die Luisenquelle in Alexandersbad hat *Güntber* 20,0, *Henrich* 21,5 Mache-Einheiten gemessen. Die Ergebnisse beider Untersuchungsreihen sind in einer geologischen Karte zusammengefaßt. (Abb. 60).

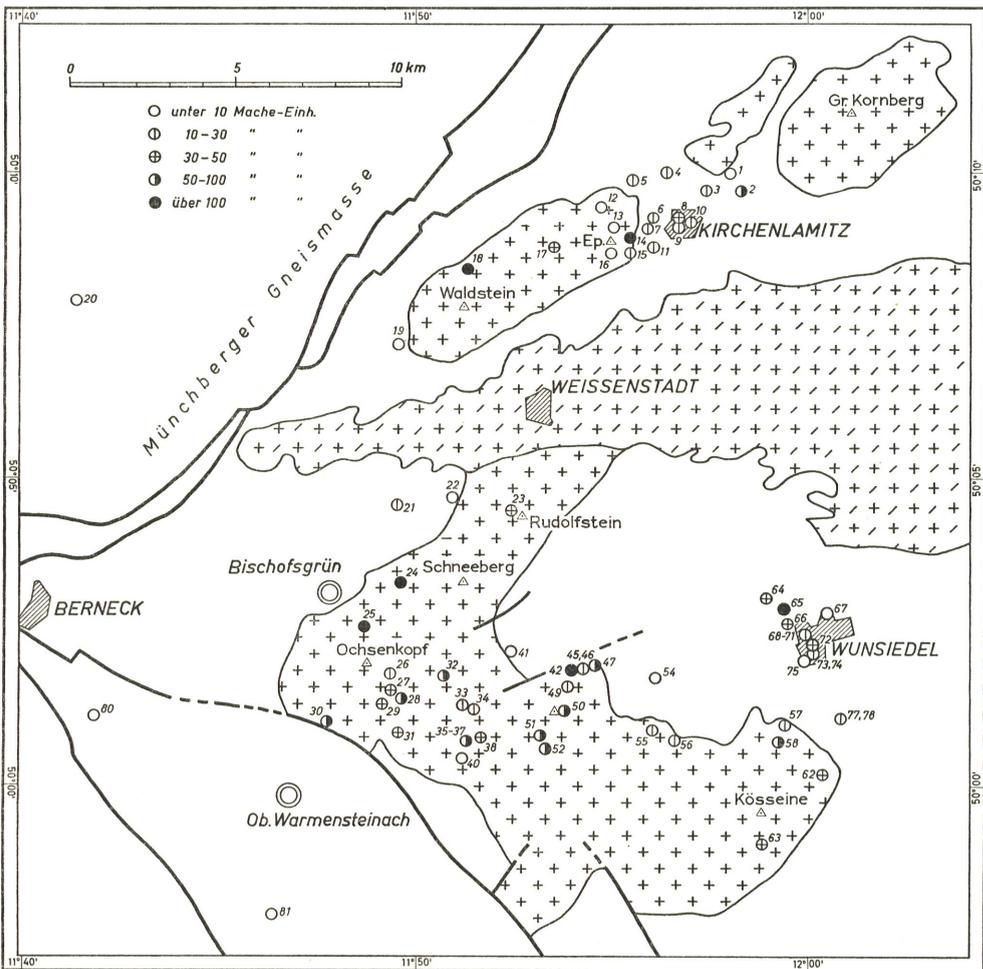


Abb. 60. Radioaktivitätsmessungen an Quellen im Fichtelgebirge.
(zu Tabelle 5)

B) Oberpfälzer Wald

In einer Arbeit „Über den Stand der Untersuchung der Wässer und Gesteine Bayerns auf Radioaktivität . . .“ berichtet F. *Henrich*, Prof. der Chemie an der Universität Erlangen, im Jahre 1920 unter anderem über eigene Radioaktivitätsmessungen im Wölsendorfer Flußspatrevier: „Bei einem Besuch von Wölsendorf stieg ich in zwei in Betrieb befindliche Schächte des Herrn Grubenbesitzers Hans *Bauer* ein, in den Barbara- und in den Marienstollen und untersuchte darin Wasser und Luft auf radioaktive und durchdringende Strahlung. Auf dem Wege in die Tiefe des Marienstollens sah man das Wasser an den Wänden herabrinnen und unten an der Sohle — 90 m tief — sich ansammeln, wo es abgepumpt wurde. Solche Verhältnisse sind für die Untersuchung eines Wassers auf Radioaktivität an sich höchst ungünstig, weil gasförmige Emanation (Radon) so größtenteils schon entweichen kann. Aber der Schacht ist auch noch gut durchlüftet, und es zirkuliert — fühlbar — ein kräftiger eingepumpter Luftstrom. Obwohl auch an eine regelrechte Wasserentnahme auf dem steinigen Boden nicht zu denken war, so maß ich bei dem davon geschöpften Wasser 70 Mache-Einheiten.“

„Im nur 25 m tiefen Barbarastollen lagen die Verhältnisse noch erheblich ungünstiger als im Marienstollen, da nur das zusammenlaufende Wasser gemessen werden konnte, es hatte dennoch 15 Mache-Einheiten.“

„Trotz sehr ungünstiger Verhältnisse für die Messung konnte also in den Flußspatschächten bei Wölsendorf ständige nicht unerhebliche radioaktive Strahlung festgestellt werden.“ Im einzelnen hat *Henrich* die Ergebnisse in Tabelle 6 erzielt:

Tabelle 6. Radiometrische Ergebnisse im Wölsendorfer Flußspat-Revier (*Henrich* 1920). Vgl. Beilageblatt III.

	T	M. E.
1. „Quelle am Fuß des Kreuzbergs bei Schwandorf, durch einen Brunnen mit einem Löwenkopf zutage tretend	10°	2
2. Eine schwach laufende Schwefelquelle am Holzberg in Krukenberg bei Schwandorf (das Wasser nicht sachgemäß entnehmbar)	—	0,2
Brunnen und Quellen in und um Schwarzenfeld in der Oberpfalz (im Herbst 1918 untersucht):		
3. Brunnen im Hofe des Grubenbesitzers Hans Bauer in Schwarzenfeld, Haus Nr. 44	—	3
4. Brunnen gegenüber dem Hause des Bürgermeisters Bartmann	—	2
5. Brunnen im Garten des Hauses des Kontrolleurs Beer	13°	3
6. Brunnen vor dem Hause des Ökonomen Tobias Singer, Haus Nr. 29	13°	3,7
7. Erster Brunnen des Einsiedlers auf dem Miesberg (zwischen Kirche und Haus) in Schwarzenfeld	—	0,3
8. Zweiter Brunnen des Einsiedlers auf dem Miesberg (links von der Klause)	—	0,3
9. Obere Quelle in der Gemeindewiese bei Schwarzenfeld, in schmalem Teich entspringend	15°	1,5

	T	M. E.
10. Untere Quelle in der Gemeindewiese von Schwarzenfeld	20°	1,7
11. Quelle im obersten Pfannenloch (gilt als Quelle des Miesbachs)	—	0,4

Die Quellen und Wässer bei Wölsendorf

12. Das Naabwasser am Barbaraschacht war völlig inaktiv		
13. Wasser aus dem Barbaraschacht 25 m tief unter der Erde (war nicht kunstgerecht zu entnehmen, so daß viel Aktivität verloren ging)	—	15
14. Luft im Pulvermagazin des Barbaraschachts		16
15. Gemeindebrunnen der Ortsgemeinde Wölsenberg. Im hochgelegenen Dorf auf dem Platz im Steinbassin gefaßt und mit Holz bedeckt. Versiegt nie	12,5°	47
16. Obere Bruchwiesenquelle im Bezirk der Ortsgemeinde Wölsenberg. Am sog. Ebenholz in einer Wiese entspringend	15°	26
17. Quelle in der oberen Streitwiese im Bezirk der Ortsgemeinde Wölsenberg, nie versiegend		11,3
18. Bockwiesenquelle im Bezirk der Ortsgemeinde Wölsenberg. Entspringt am oberen (süd.-östl.) Wiesenrand aus Kiesboden	18°	11
19. „Lehmgrubenquelle“ der Ortsgemeinde Wölsenberg in halber Bergeshöhe in Wiesenecke entspringend	13°	43,3
20. Wasser von der Sohle des Marienschachts in Wölsenberg 75 m unter der Erde. Das am Ende des gut gelüfteten Ganges aus zertrümmertem Gestein herausquellende Wasser wurde durch Dämmung gestaut und so gut als möglich entnommen		67,7
21. Luft im Pulvermagazin des Marienschachts 60 m tief unter der Erde entnommen		16
22. Quelle im sog. Schmiedschlag nahe beim Marienschacht im Walde zutrage tretend		16,9
23. „Bergbrunnen“ bei Brensdorf nahe an der Straße, etwas oberhalb derselben	13°	7,2
24. Quelle in der sog. Tonwiese im Bezirk Brensdorf, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunde vom Dorf entfernt, gegenüber dem Tonwerk des Grubenbesitzers Hans Bauer in Schwarzenfeld	13,8°	30,5
25. Brunnen vor dem Hause des Ökonomen Pächtl in Brensdorf	12,5°	2,7
26. Bergwiesenquelle bei Pretzabruck auf der halben Höhe des Berges in einer Wiese. Versiegt nie	13,8°	17,6
27. „Holzbrunnen“, am Kühlberg oberhalb Pretzabruck. Mit Deckel bedeckt. Speist die Wasserleitung	11,5°	6,8
28. Brunnen des Ökonomen Lippert, gerade oberhalb des Dorfes Pretzabruck in Bassin gefaßt, das mit Holz, über dem sich ein schwerer Stein befindet, bedeckt ist. Scheint Sickerwasser zu sein.		1,2
29. „Hasenlohbrunnen“, Quelle in einer Wiese unterhalb Pretzabruck nahe bei einem Birnbaum		0,8
30. „Bachbrunnen“, Brunnen der Gemeinde Altfallter	12,5°	3,6

	T	M. E.
31. „Kirchtränkquelle“, wenig oberhalb Altfallter an einer Stelle austretend, wo früher Bleierz gegraben wurde. Speist die Wasserleitung der Schule und Kirche	15,5°	2,5
32. „Brunnenangerquelle“, im unteren Teile von Nabburg (Vorort Brunnenanger) in einem Steinhaus gefaßt. Schöne, nie versiegende Quelle, nahe daneben rötlicher Granit	11,3°	17,4
33. „Marienbründl“, hinter der kleinen Kapelle nahe Nabburg unten an der Naab, aus dem Reservoir entnommen	14,5°	4,7
34. „Meyer-Quelle“, nahe dem Weg im Wald von Nabburg nach Brensdorf, hinter dem Eisenbahnhäuschen, in zementiertem Brunnenhaus gefaßt	10,3°	23,5

Henrich schreibt abschließend die schönen Worte:

„Ich möchte nicht schließen, ohne der Freude und Befriedigung Ausdruck zu geben, die meine Begleiter und ich empfanden, als wir diese Untersuchungen ausführten. Wenn wir durch die lieblichen Täler der fränkischen Schweiz, über Höhen und Berge wanderten oder in den herrlichen Wäldern des Fichtelgebirges umher streiften, auf Wegen, die sonst nur der Jäger geht, oder wenn wir in Höhlen und Schächte hinunterstiegen, um eine Naturerscheinung bis zu ihrem Ursprung zu verfolgen und dort die Methoden des Laboratoriums anwendeten oder neue mit den primitivsten Mitteln schufen, da empfanden wir erst voll und ganz den Reiz, der in der Naturforschung liegt. Sie, die Natur, bietet uns nicht nur billige Ausgangsmaterialien, sondern auch Probleme — von den höchsten bis zu den kleinsten — in Hülle und Fülle.“

Vergleicht man mit *Henrichs* schönen Ergebnissen und seinen bescheidenen Worten die Arbeit „Emanationsmessungen im Nabburger Flußspatrevier“ von E. O. *Teuscher* und E. *Budde* (*Geologica Bavarica* 1957), so ist man verwundert, warum wohl *Teuscher* und *Budde* die Ergebnisse *Henrichs* weder erwähnten noch diskutierten.

Der Arbeit von *Teuscher & Budde* „Emanationsmessungen im Nabburger Flußspatrevier“ (*Geologica Bavarica* 1957) sind folgende Ausführungen entnommen:

„Aus einer möglichst konstanten Tiefe von 50—60 cm wurde jeweils mittels einer Saugsonde Bodenluft entnommen und diese durch ein mit CaCl_2 -Granulat gefülltes Trockengefäß in das Zerstreungsgefäß des Emanometers geleitet, das System auf ca. 270 V aufgeladen, und die durch die Radioaktivität der Bodenluft bedingte Ionisation als Entladungsgeschwindigkeit an der Okularskala des Beobachtungsmikroskops abgelesen.“

Die Entladungsgeschwindigkeit ist angenähert proportional der jeweiligen Emanationskonzentration. Für das hier benutzte Gerät mit einer Kapazität von 3,8 cm gilt im Sättigungsstrom-Bereich (oberhalb 100 V) die Beziehung:

Einer Entladungsgeschwindigkeit von 1 Skt./Min. (1 Skalenteil pro Minute) entsprechen $1,77 \cdot 10^{-6}$ E. St. E. $\text{sec}^{-1} \text{cm}^{-3}$ (E. St. E. = Elektrostatische Einheiten)

$$1 \text{ Skt./min} = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ E. St. E. sec}^{-1} \text{cm}^{-3}$$

Da für eine *Mache*-Einheit (M. E.) gilt:

$$1 \text{ M. E.} = 10^{-6} \text{ E. St. E. sec}^{-1} \text{cm}^{-3}$$

entspricht einer Entladungsgeschwindigkeit von 1 Skt./min eine Emanationskonzentration von 1,77 M.E.

$$1 \text{ Skt./min} = 1,77 \text{ M.E.}''$$

„Der Granit mit seinem Kaliumgehalt in Glimmern und im Kalifeldspat (zwischen 4 bis 6% K_2O in der chemischen Analyse des Gesamtgesteins) enthält soviel der radioaktiven Isotope ^{40}K , daß er schon deshalb einen gewissen Grundwert an Radioaktivität besitzt (nach *Wendt*, 1955, sind 5% K_2O in der γ -Strahlung etwa Äquivalent $4 \times 10^{-6} U$). Da die R-Werte der Granite stets ein mehrfaches betragen, muß ihre Gesamtradioaktivität in der Hauptsache auf akzessorische kleine aber sehr regelmäßige Gehalte an radioaktiven Mineralien bzw. Beimengungen der Elemente der U-Th-Reihe in den gesteinsbildenden Mineralien zurückgehen.

Die nicht mit einfachen Mitteln (durch Sichern) mechanisch abtrennbaren Gehalte an U und Th im Granit (auf die man schließen muß, da der R-Wert der Granite mehr als doppelt so groß ist wie das R-Äquivalent des ^{40}K im Granit) liefern regelmäßig Emanation und auf Spalten des Granits kann die Konzentration der Emanation ebenso hoch werden wie über dem Ausbiß schwacher Uranerz-Imprägnationszonen bzw. von Gängen mit sporadischer Uranerzföhrung. Wir waren uns von vornherein darüber im Klaren, daß es keine festen charakteristischen R-Werte für Granit und für die gneisigen Nebengesteine der Gänge und für die Gangfüllungen mit Flußspat, Baryt, Quarz + 5% Erze i. Max. gibt. Dennoch kann mit gewissen Einschränkungen (nämlich daß es sich nur um Schwerpunktwerte handelt) die Tabelle 7 als typisches Bild der allgemeinen Verhältnisse der Radioaktivität für die bayerischen Flußspatvorkommen genommen werden.

Man erkennt beim Studium dieser Tabelle:

1. Die R-Werte der Granite liegen in der Größenordnung von 15 bis 30×10^{-6} U-Äquivalent (entsprechend 15 bis 30 gr Uran pro Tonne Gestein).
2. Reiner, nicht mit granitischem Nebengestein verunreinigter Flußspat (Durchschnitt des Förderguts) aus den Nabburger Flußspatgängen hat R-Werte von 1 bis 3×10^{-6} U-Äquivalent.
3. Für Stinkspat von Wölsendorf sind R-Werte von 10 bis 20×10^{-6} charakteristisch. (Messungen an sorgfältig ausgesuchtem Material, das äußerlich keine erkennbaren U-Mineralien enthielt und auch beim Pulvern keine Uranglimmerbeläge auf Klüften erkennen ließ).
4. Durch Auftreten von blattartigen (etwa mm bis 2 cm mächtigen) Uranerztrümmern am Salband oder seltener parallel dazu innerhalb der Flußspatfüllungen können die bauwürdigen Flußspatgänge (d. s. solche von mehreren dm Mächtigkeit) partienweise Urangelhalte von über 0,1% U erhalten. In den Erzbutzen (\varnothing einige cm) können Urangelhalte bis zu rund 50% U festgestellt werden; der theoretische größte U-Gehalt von reinem Pecherz (= 85%) wird nie erreicht, da das Pecherz fein mit Kiesen, vor allem mit Pyrit, verwachsen ist.“

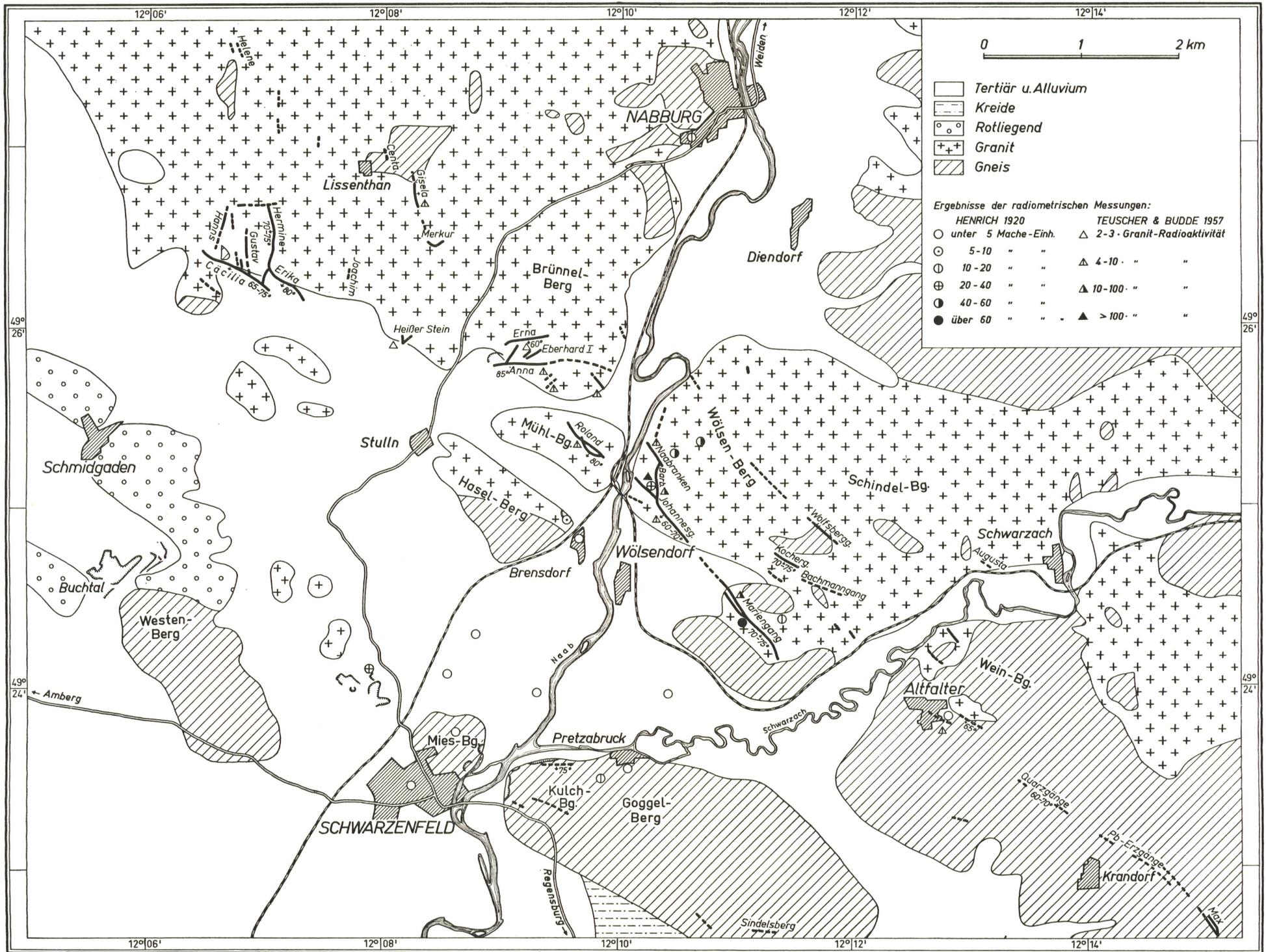
Tabelle 7. Strahlungswerte (R-Werte) von Flußspäten bayerischer Vorkommen und von Nebengesteinen (Bestimmungen von J. *Wendt*, Amt für Bodenfor- schung, Hannover, 1954/57).

	Strahlungswerte R (in U-Äquivalent)
1. Granite und Gneis als Nebengesteine der Gänge	
a) Granit von Nabburg (mit 30—35 % Quarz, 20—25 % Kalifeldspat, 35 % Plagioklas und 5—10 % Glimmer, vor- wiegend Biotit)	20·10 ⁻⁶
b) Granit vom Sandsbachtal bei Regensburg (35 % Quarz, 30 % Kalifeldspat, 28 % Plagioklas, 3 % Biotit, 4 % Muskovit)	30·10 ⁻⁶
c) Gneis von Wölsendorf, Marienschacht ⁴⁶	10·10 ⁻⁶
2. Messungen an geklaubtem Flußspat (bzw. Fördergut) aus Gängen	
d) Flußspat von Grube Cäcilia Stulln. Durchschnittsprobe von grünem Säurespat mit einem Gehalt von 95 % CaF ₂	0,1·10 ⁻⁶
e) Flußspat von Sulzbach bei Donaustauf (Durchschnitt)	1·10 ⁻⁶
f) Flußspat von Lichtenberg/Ofr. (technisches Mehl, Durch- schnitt farblos)	4·10 ⁻⁶
g) Flußspat farblos vom Kupferbühler Gang bei Issigau/ Ofr. (geklaubte Stücke)	0,2·10 ⁻⁶
3. Stinkspäte mit intensiver dunkelvioletter Färbung	
h) Stinkspat vom N-S-Gang am Heißen Stein bei Stulln	30,3·10 ⁻⁶
i) Stinkspat vom Gang Eberhard II/Stulln	14,3·10 ⁻⁶
k) Stinkspat vom Gangzug Ernst/Stulln	32·10 ⁻⁶
l) Stinkspat von Wölsendorf	20—40·10 ⁻⁶
4. Uranerzführender Flußspat	
m) Stinkspat von Wölsendorf mit sichtbarer Führung von Uranmineralien hat dagegen vergleichsweise (das Haufwerk aus Gangteilen von Wölsendorf, die Uran- mineralien führen, hat Gehalte von ca. 0,1—1 % Uran, bezogen auf verhaufene Gangflächen von mindestens 1 qm. In faustgroßen Reicherzstücken kann man Gehalte von über 10 % U beobachten).	1000—10 000·10 ⁻⁶

„Die am stärksten radioaktiven Teile der Flußspatfüllungen sitzen nicht auf den Hauptgängen, dem *Johannes-Gang* und seiner südöstlichen Fortsetzung, dem z. T. aufgetrübten *Marien-Gang*, sondern wurden jüngst auf dem N-S verlaufenden *Barbara-Gang* gefunden; der *Nord-Gang*, untergeordnet auch der *Naabraken-Gang* zeigen ebenfalls stellenweise erhöhte Radio-

⁴⁶ Durchschnittsprobe! Die Gneise zeigten zwar lokal in Bereichen von nicht über 1 m Ausdehnung höhere Werte, diese fanden sich aber z. T. auf Klüften mit Belägen von radio- aktiven Mineralien, die vermutlich genetisch vom nicht weit entfernten Granit abzuleiten sein dürften.

Das Flusspatrevier von Wölsendorf, mit den Uranfunden



H. Strunz. Die Uranfunde in Bayern von 1804 bis 1962.

Beilageblatt III.

aktivitätswerte. In der NW-Fortsetzung des Johannes-Ganges über den Barbara-Gang hinaus wird der Brücken-Gang vermutet, parallel hierzu verläuft der Roland-Gang, diese Trümer sind in jüngerer Zeit nicht mehr bebaut worden, das letztere wird über Tage durch tiefe, klammartig in das steile Naabgehänge eingeschnittene Abbaupingen angezeigt. Am Rande des Wölsendorfer Reviers lassen die intensiven violetten Farben des Flußspats bereits wieder nach, am stärksten sind sie noch auf dem Bachmann-Gang, aber schon normalen grünen Flußspat (alternierend mit farblosen Streifen) zeigt der Kocher-Gang, wo eine radiologische Vermessung in der Grube auf verschiedenen Sohlen gar keine Radioaktivität mehr in der Gangplatte zeigte.“

„Eine annähernd quantitative geophysikalische Prospektion auf Uran ist über Tage nicht möglich, da die positiven Anomalien selten höher sind als die von markanten Klüften des Granits.“

Die gesamten Ergebnisse sind von *Teuscher*, unter Verwendung der Aufnahmen von *Ziehr*, *Budde*, *Müller*, in einer Lagerstättenkarte 1:25000 des Nabburger Flußspatrevieres dargestellt (Beilageblatt III).

Über weitere radiometrische Vermessungen im Oberpfälzer Wald berichteten *H. Ziehr* bzw. *C. Düsing* in den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6640, Neunburg vorm Wald und Blatt Nr. 6540, Oberviechtach (beide München 1959).

Die Ergebnisse, die in cpm (counts per minute) angegeben sind, lassen deutlich die größeren Granitkörper hervortreten, in denen Werte von 60 bis über 120 cpm gemessen werden konnten (auf Blatt Neunburg ist nur das Granitmassiv untersucht worden). Die Radioaktivität des Granites geht zum größten Teil auf die Kaliumstrahlung zurück, der normale Kaliumgehalt des Granites von Oberviechtach (5,38 Gew.-% K_2O) ergibt bereits einen Wert von rund 65 cpm. Die Gneise haben einen sehr großen Schwankungsbereich, bleiben aber bei ihrem geringen K_2O -Gehalt im Durchschnitt weit unter den Graniten; fast „steril“ sind die Gangquarze. Für die auf Blatt Oberviechtach untersuchten Gesteine ergibt sich die Folge abfallender Radioaktivität:

Grobkörnige kalifeldspatreiche Granite (bis 100 cpm)

Feinkörnige Massiv- und Ganggranite (83 cpm)

Cordierit-Flecken-Aplitoide (74 cpm)

Pegmatoide (65 cpm)

Gneise (58 cpm)

Gangquarze (20 cpm)

Abschließend schreibt *C. Düsing*: „Auch im Granitmassiv von Oberviechtach stimmen die Gebiete der höchsten cpm-Werte mit den Flächen der höchsten Kalifeldspatgehalte überein, so daß sich auch hier ein kausaler Zusammenhang zwischen der Strahlungsintensität und dem K_2O -Gehalt des Gesteins ergibt.“

Der Kaliumgehalt des Neunburger Granites schwankt zwischen 4–6% K_2O , damit sind bereits 56–84 cpm des Durchschnittswertes von 127 cpm auf den normalen Kaligehalt des Granites zurückzuführen. (Tabelle 8).

Tabelle 8. Strahlungsmesswerte aus dem Blattgebiet Neunburg vorm Wald (Ziehr 1959).

Granit, mittel- und grobkörnig	127 cpm (Durchschnitt)
Granit, feinkörnig	97 cpm (Durchschnitt)
Pegmatit	55 cpm (Durchschnitt)
Aplit	80 cpm (Durchschnitt)
Pinitporphyr	90 cpm (Durchschnitt)
Granitmylonit	107 cpm (Durchschnitt)
Pfahlmylonit	84 cpm (Durchschnitt)
Pfahlquarz ± Nebengesteinseinschlüsse	90 cpm (Durchschnitt)
Gangquarz	27 cpm (Durchschnitt)
Orthogneis	77 cpm (Durchschnitt)
Paragneis	89 cpm (Durchschnitt)
Redwitzit	70 cpm (Durchschnitt)
Granataplit	60 cpm (Durchschnitt)
Migmatitgneis	73 cpm (Durchschnitt)
Amphibolit	10 cpm (Durchschnitt)
Arkose mit Flußspat	100 cpm (Durchschnitt)
Lias-Sandstein	30 cpm (Durchschnitt)
Kreide-Sandstein	50 cpm (Durchschnitt)

Als Ergebnis im Neunburger Granitmassiv sei festgehalten, daß die begangenen 26 Profile sich mit 38 km Länge vom Haginger Berg östlich Haag bis zum Schwarzwöhr-Berg erstrecken. „Die Meßwerte schwanken örtlich sehr stark, was einmal auf die inhomogene Verteilung radioaktiver Substanzen im Granit, andererseits auf die unterschiedliche Geometrie bei den Messungen (Einwirkung von Gesteinsblöcken, verschieden mächtige Bodenüberdeckung) zurückzuführen ist. Aufgrund der verschiedenen Meßbedingungen können die im Gelände ermittelten Werte nur bedingt für eine quantitative Auswertung herangezogen werden. Es ließ sich jedoch aufgrund dieser Messungen im Gelände feststellen, daß im Granit unregelmäßige Zonen mit erhöhter Radioaktivität auftreten. Solche Zonen, bis einige hundert Meter breit, finden sich am Haginger Berg und am Schwarzwöhr-Berg sowie südlich Thanstein.“

„Bei den niedrigen Urangelhalten wird das Uran im Neunburger Granit nicht in Form von Uranmineralien auftreten, sondern wahrscheinlich zusammen mit Thorium an andere Mineralverbindungen gebunden sein. Uran- und Thoriummineralien konnten bei den Gelände- und Laboruntersuchungen nicht gefunden werden. Die Granite mit den hohen Radioaktivitätswerten zeigen makroskopisch auch keine Spuren pegmatitischer, pneumatolytischer oder hydrothermalen Einwirkungen.“

Die westlichsten Ausläufer des Oberpfälzer Waldes reichen in die überwiegend sedimentären Gebiete der Blätter Hirschau und Schnaittenbach hinein. Sie sind „im Rahmen der systematischen Prospektion auf Uran, die vom Bayerischen Geologischen Landesamt in der Hauptsache mit Mitteln des Bundesministeriums für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft durchgeführt wird“, im Herbst 1957 (Hirschau) und Frühjahr 1958 (Schnaittenbach) von K. Berger radiometrisch vermessen worden. Im einzelnen wurden im Grundgebirge die Werte in Tabelle 9 festgestellt.

Tabelle 9. Radiometrische Meßergebnisse an Gesteinsproben aus dem Grundgebirge südlich Hirschau und Schnaittenbach (K. Berger 1960).

Gestein	Ort der Probenahme	Gelände- meßwert mr/h	Gehalt U-Äqui- valent g/t
Blatt Hirschau:			
Plagioklas-Biotit-Gneis	Nördlich Weiher	0,015	~ 25
Plagioklas-Biotit-Gneis	Nordöstlich Weiher	0,015	30
Cordierit-Sillimanit-Gneis	Aufschluß Blau-Berg	0,018	100
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Östlich Weiher	0,016	~ 50
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Südöstlich Weiher	—	45
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Kaiserlohe 2 km südwest- lich Weiher	0,017	—
Feinkörniger Granit	Streuberg (sw-Hang)	—	~ 50
Feinkörniger Granit	Vorderer Wenzelberg	0,020	55
Feinkörniger Granit	Westlich Krickelhof	0,016	50
Blatt Schnaittenbach:			
Cordierit-Sillimanit-Gneis	Südlich Schnaittenbach	0,014—0,016	25
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,014—0,016	20
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,016—0,018	40
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,016—0,018	30
Perlgneis	Südöstlich Saltendorf	0,015	30
Heller Biotit-Gneis	Südwestlich Sitzambuch	0,013—0,017	40
Hornblende-Biotit-Gneis	Südlich Saltendorf	0,017—0,019	45
Meta-Aplit	Südwestlich Weiher (Bl. Hirschau)	0,018	45
Hybridgranit	Südlich Oberndorf	0,017—0,020	55
Hybridgranit	Südlich Oberndorf	0,018—0,020	60
Feinkörniger Granit	Südöstlich Luhe	0,016—0,020	50
Feinkörniger Granit	Westlich Saltendorf	0,016—0,020	55
Pinit-Porphyr	Tradl-Mühle	0,020	
Mylon. Granit	Westlich Luhe	0,014—0,016	30
Granitbreccie	Nördlich Wernberg	0,014	25

C) Bayerischer Wald

Im Bayerischen Wald, insbesondere in der Umgebung von Passau, hat F. Neumaier umfangreiche Untersuchungen an Quellwässern durchgeführt und bereits 1932/35 versucht, aus den chemischen und radiologischen Daten Rückschlüsse auf das Ursprungsgestein der Quellen zu ziehen. Die Ergebnisse, gemessen in Mache-Einheiten für die im einzelnen untersuchten Quellen, sind in Tabelle 10 bis 16 zusammengefaßt und in einer Karte dargestellt.

Tabelle 9. Radiometrische Meßergebnisse an Gesteinsproben aus dem Grundgebirge südlich Hirschau und Schnaittenbach (K. Berger 1960).

Gestein	Ort der Probenahme	Gelände- meßwert mr/h	Gehalt U-Äqui- valent g/t
Blatt Hirschau:			
Plagioklas-Biotit-Gneis	Nördlich Weiher	0,015	~ 25
Plagioklas-Biotit-Gneis	Nordöstlich Weiher	0,015	30
Cordierit-Sillimanit-Gneis	Aufschluß Blau-Berg	0,018	100
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Östlich Weiher	0,016	~ 50
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Südöstlich Weiher	—	45
Grobflaseriger Biotit-Gneis	Kaiserlohe 2 km südwest- lich Weiher	0,017	—
Feinkörniger Granit	Streuberg (sw-Hang)	—	~ 50
Feinkörniger Granit	Vorderer Wenzelberg	0,020	55
Feinkörniger Granit	Westlich Krickelhof	0,016	50
Blatt Schnaittenbach:			
Cordierit-Sillimanit-Gneis	Südlich Schnaittenbach	0,014—0,016	25
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,014—0,016	20
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,016—0,018	40
Biotit-Plagioklas-Gneis	Südöstlich Luhe	0,016—0,018	30
Perlgneis	Südöstlich Saltendorf	0,015	30
Heller Biotit-Gneis	Südwestlich Sitzambuch	0,013—0,017	40
Hornblende-Biotit-Gneis	Südlich Saltendorf	0,017—0,019	45
Meta-Aplit	Südwestlich Weiher (Bl. Hirschau)	0,018	45
Hybridgranit	Südlich Oberndorf	0,017—0,020	55
Hybridgranit	Südlich Oberndorf	0,018—0,020	60
Feinkörniger Granit	Südöstlich Luhe	0,016—0,020	50
Feinkörniger Granit	Westlich Saltendorf	0,016—0,020	55
Pinit-Porphyr	Tradl-Mühle	0,020	
Mylon. Granit	Westlich Luhe	0,014—0,016	30
Granitbreccie	Nördlich Wernberg	0,014	25

C) Bayerischer Wald

Im Bayerischen Wald, insbesondere in der Umgebung von Passau, hat F. Neumaier umfangreiche Untersuchungen an Quellwässern durchgeführt und bereits 1932/35 versucht, aus den chemischen und radiologischen Daten Rückschlüsse auf das Ursprungsgestein der Quellen zu ziehen. Die Ergebnisse, gemessen in Mache-Einheiten für die im einzelnen untersuchten Quellen, sind in Tabelle 10 bis 16 zusammengefaßt und in einer Karte dargestellt.

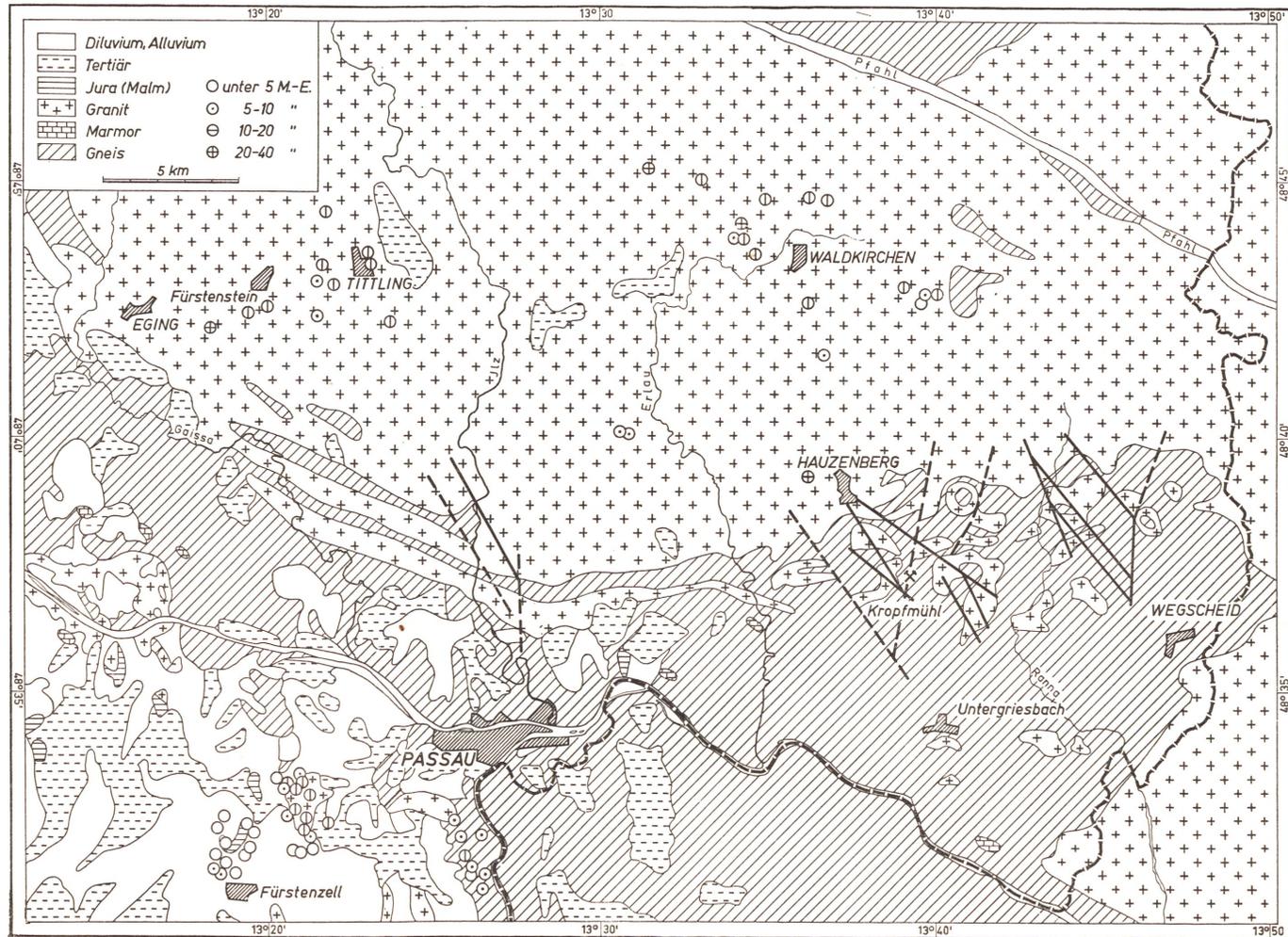


Abb. 61. Radioaktivitätsmessungen an Quellen im Bayerischen Wald bei Passau. (Vgl. Tabellen 10—16).

Tabelle 10. Quellen in der Umgebung von Tittling (*Neumaier* 1932).

Entnahmestelle	T	M. E.
Granitbruch bei Tittling	6,3°	12,21
Granitbruch bei Namering	6,6°	21,40
Granitbruch Merkenschlager bei Tittling	7,1°	11,95
Granitbruch Kerber bei Büchlberg	7,3°	9,81
Granitbruch Kerber bei Büchelberg	7,3°	9,31
Granitbruch Käser bei Tittling	7,6°	10,11
Granitbruch unterhalb Fürstenstein	8,0°	10,91
Granitbruch unterhalb Fürstenstein	8,6°	14,20
Quelle vor der Ortschaft Kneisting	7,8°	9,10
Quelle vor der Ortschaft Hof	8,6°	10,80
Quelle links am Wege von Tittling nach Fürstenstein	8,6°	6,40
Quelle in Masing	9,1°	14,00
Quelle rechts am Weg von Tittling nach Gottersberg	9,4°	11,20
Quelle vor der Ortschaft Pirking	10,1°	9,30

Tabelle 11. Wasser aus dem Granit von Waldkirchen (*Neumaier* 1932).

Entnahmestelle	T	M. E.
Quelle links am Weg von Erlauzwiesel nach Grund	10,4°	10,30
Quelle an der Wegkreuzung Grund - Wollaberg	10,5°	—
Quelle in der Wiese links vom Weg nach Wollaberg (Günthenreiterwiese)	10,0°	4,40
Quelle am Weg nach Wollaberg links (Bauerwiese)	8,0°	9,00
Brunnen am Wollaberger Weg rechts	8,0°	14,80
Wasser vom Weiher in der Günthenreiterwiese	10,0°	—
Quelle der Erlauzwieseler Wasserleitung	8,8°	—
Schwarzbacherlquelle	10,1°	8,60
Quelle beim Fischerhäusl am Weg von Waldkirchen nach der Hemmerau am Waldrande	9,8°	9,80
Quelle beim Fischerhäusl	11,0°	7,90
Quelle in Sickling	10,1°	11,20
Quelle am Weg von der Geyermühle nach Sickling links am Weg	9,9°	—
Quelle in der Sausbachklamm	10,0°	13,20
Quelle beim Haus am Sicklingerberg in der Saicko-Wiese	9,5°	9,20
Quelle beim Haus am Sicklingerberg in der Saicko-Wiese	10,1°	14,50

Tabelle 12. Wasser aus dem Dioritgebiet nordwestlich von Waldkirchen (*Neumaier* 1932)

Entnahmestelle	T	M. E.
Quelle am Weg von Schiefweg nach Raffelsberg, rechts vom Weg bei der Ohmühle	8,3°	14,80
Quelle außerhalb Manzing in der Nähe des Bahnkörpers	8,7°	13,00
Quelle außer der Ortschaft Nebling	8,8°	21,73
Quelle südlich von Voggenberg	9,3°	10,30
Quelle beim Steinbruch in Reichardsreuth	9,9°	19,84
Quelle beim Steinbruch in Reichardsreuth	10,1°	15,90

Tabelle 13. Wasser aus dem Granitgebiet der Hochgasse (*Neumaier* 1932)

Entnahmestelle	T	M. E.
Quelle im Granitbruch auf der Platte	9,1°	14,80
Waldquelle nahe beim Granitbruch an der Platte	7,8°	19,60
Quelle in der Wiese südlich der Platte auf dem Wege nach Neustift	8,7°	6,30
Quelle in der Wiese südlich der Platte, 3 m von Nr. 3 entfernt	8,9°	9,70
Quelle beim Hillermeyer	9,3°	13,80
Quelle beim Waldpointner	8,9°	10,40
Quelle beim Bölln	9,1°	13,90
Quelle beim Bromberger	9,2°	12,60
Quelle am Nordabhang der Platte in einer Waldung	7,2°	15,30
Quelle am Nordabhang der Platte im Jungholz	8,0°	12,40
Quelle am Westabhang der Platte	8,4°	7,90
Quelle am Westabhang der Platte	8,5°	16,00

Tabelle 14. Wasser aus dem Gneisgebiet des Neuburger Waldes (*Neumaier* 1932).

Quellgebiet	Anzahl der Quellen	Temperatur (Mittelwert)	M. E. (Mittelwert)
Abrahamssäge (Granit)	5	8,9°	6,98
Abrahamssäge (Gneis)	3	7,9°	5,89
Soldatenbrunnen	4	8,4°	6,47
Weiherdobel	4	8,5°	12,25
Rambersbach	3	9,0°	5,42
Langsambrunnen	1	8,3	6,17
Stadleck	3	8,3°	4,66
Untere Schwarzsäge	5	8,1°	6,28

Die Meßergebnisse für Quellen aus den Juraablagerungen bei Fürstenzell und aus dem Lößgebiet südlich der Platte sollen hier nicht im einzelnen angegeben werden, sie sind jedoch in einer geologischen Karte eingezeichnet (siehe Beilage).

Zusammenfassend schreibt F. *Neumaier* (1935): „Die chemische Zusammensetzung der gesamten Quellwasser des Bayerischen Waldes ist eine höchst einheitliche, fast möchte man sagen, eine monotone. Mögen diese Wasser aus den verschiedensten Gesteinen, aus Gneis oder Granit, aus Diorit oder aus Pfahlquarz kommen, es finden sich überall die für Wasser aus dem Kristallin charakteristischen niederen Härtegrade von 0,3—2,7 D.H., überall zeigt sich ein sehr geringer Abdampfdruckstand, der in der Hauptsache an Kohlensäure, Kieselsäure, mitunter auch an Schwefelsäure, an Calcium und Magnesium gebunden ist.

Um so wechselvoller wird aber das Bild, sobald wir die Radioaktivität der einzelnen Wasser feststellen. Sie rührt bei sämtlichen von mir untersuchten Quellen von dem im Wasser gelösten radioaktiven Gas, der Emanation (Radon) her. In keinem Falle konnte die Radioaktivität auf im Wasser gelöste radioaktive Salze zurückgeführt werden.

Zahlreiche Wasseruntersuchungen, es sind im ganzen über 700, ermöglichten es, verschiedene Quellwassertypen auseinander zu halten. Es kommt nämlich jedem Wassertyp ein nur in geringen Grenzen schwankender Mittelwert für die chemische und radiologische Zusammensetzung zu.“

Tabelle 15. Vergleich der Quellwasser aus dem Granitgebiet nördl. Passau und aus dem Gneisgebiet des Neuburger Waldes (*Neumaier* 1935).

	Granitgebiet			Gneisgebiet		
	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel
Gesamthärte (D. H.)	1,80	0,42	1,06	2,72	1,01	1,80
Gesamtrückstand (mg/l)	113,07	39,43	70,87	129,31	60,94	83,11
In 1 Liter Wasser sind enthalten:						
Kieselsäure (mg)	22,36	7,63	14,82	27,42	14,93	17,49
Kalk (mg)	19,00	2,90	7,28	19,32	9,06	12,43
Magnesia (mg)	6,20	0,90	2,31	5,87	3,21	4,30
Bezogen auf den Gesamtrückstand:						
Kieselsäure (4)	26,00	12,00	16,40	23,10	12,40	17,32
Kalk (4)	15,40	6,70	11,70	18,91	11,92	15,37
Radioaktivität (M. E.)	21,70	4,20	9,60	18,17	2,10	4,71

Gneis- und Granitwasser unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht voneinander, dagegen ist die Radioaktivität der Granitwasser beträchtlich höher als die der Gneiswasser, sie beträgt bei den Granitwassern ungefähr 10, bei den Gneiswassern nur 5 Mache-Einheiten. Es können natürlich bei beiden Wassertypen geringere Schwankungen in der radiologischen Zusammensetzung eintreten, aber im tektonisch ungestörten Granitgebiet stieg die Radioaktivität der Quellen selten über 16 Mache-Einheiten.

Tabelle 16. Die Radioaktivitätswerte und Härtegrade der aus den verschiedenen Formationen kommenden Wasser (*Neumaier* 1935).

Granit:	9,60 M. E.	1,06 D. H.
Gneis:	4,71 M. E.	1,80 D. H.
Gneis mit körnigem Kalk:	3,60 M. E.	8,40 D. H.
Jura:	0,35 M. E.	17,80 D. H.

Schlier:	0,20 M. E.	23,40 D. H.
Löß:	0,30 M. E.	11,40 D. H.
Löß mit unterlagerndem Granit:	4,20 M. E.	6,80 D. H.
Tertiäre Quarzschotter:	0,00 M. E.	2,10 D. H.
Diluviale Schotter:	0,00 M. E.	19,70 D. H.

„Sobald, wie am Hühnerkobel bei Zwiesel, im Gestein die stark radioaktiven Mineralien Autunit, Niobit und Samarskit vorkommen, steigt die Radioaktivität der daraus kommenden Wasser. Hier ergab eine mehrmalige Untersuchung des Wassers aus dem kleinen unterirdischen See im Quarzbruch einen Mittelwert von 51 M.E.“

„Im Bayerischen Wald treten an manchen Stellen aber auch Wasser mit beachtlich hohen Emanationsgehalten auf, die aus der petrographischen Zusammensetzung des Gesteins allein nicht mehr erklärt werden können. Am Tiesenberg bei Hauzenberg fand ich z.B. drei Quellen mit 26, 30 und 31 M.E. Dort grenzt in nächster Nähe des Quellenmundes mittelkörniger Zweiglimmergranit an Gneis, wobei diese Grenzfläche Granit zu Nebengestein durch einen Gefällsknick im Gelände noch unterstrichen wird. Die Wasser im dortigen Granit- und Gneisgebiet zeigen die normalen Aktivitäten, während an der Grenze Granit zu Gneis die Aktivitäten der Quellen bis zu den bereits genannten Werten stiegen. Am Bernhardsberg und am Sicklingerberg bei Waldkirchen treten Quellen zwischen 25 und 36 M.E. aus. Diese Kontakte scheinen aus größerer Tiefe stark radioaktives Wasser zu fördern, das sich dann mit geringer aktivem mischt, oder aber was wahrscheinlicher ist, sie bringen Emanation, die sich auf den wohl tiefgreifenden Spalten Granit-Nebengestein sammelt, in die Höhe. Die Emanation löst sich dann in den mehr oberflächlich zirkulierenden Wassern und bedingt dadurch ihre höhere Radioaktivität. Auf jeden Fall ist durch die zahlreichen Untersuchungen erwiesen, daß dieses plötzliche Ansteigen der Aktivitäten der Quellen durch die Tektonik in der Nähe des Quellenmundes erklärt werden kann und daß nicht an das Auftreten von stark radioaktiven Mineralien zu denken ist.“

„Auch für die Radioaktivität der Wasser des Pfahls gilt nicht immer der bekannte Satz von *Plinius*: „Tales sunt aquae, quales terrae, per quas fluunt“. Wir treffen nämlich am Pfahl bei Regen-Weißenstein-Viechtach und ebenso in der Buchberger Leite Wasser mit Aktivitäten bis zu 60 M.E. Diese hohe Aktivierung der Quellen kann, im Gegensatz zur Härte, die im Maximum 0,8 D.H. beträgt, nicht vom Gestein hergeleitet werden. Die Pfahl-quarze sind praktisch inaktiv“.

„Es muß vielmehr im Pfahlgebiet in der Tiefe noch ein Emanationslieferant vorhanden sein. Daher neige ich eben zu der Ansicht, daß an der Basis der Gneisscholle, bis zu der die Transversalstörung des Pfahls reicht, sich noch größere Granitkomplexe finden. Und aus diesen Graniten erfolgt die dauernde Entbindung von Emanation, die dann auf den Spalten und Klüften hochsteigt. Im Gebiet der Gneissyenite, die den Pfahl im Süden begleiten, sinkt die Radioaktivität der Wasser wiederum, wir treffen hier Werte im Mittel von 4,3 M.E.“

Zum Abschluß des Berichtes über das kristalline Grundgebirge können einige Meßergebnisse aus dem Westrand des Bayerischen Waldes auf Blatt Regenstauf (*Bauberger & Cramer* 1961. Meßergebnisse K. Berger) mitgeteilt werden.

Der Kristallgranit, das verbreitetste Gestein des Regensburger Waldes,

zeigte bei fünf Proben — entsprechend der homogenen mineralischen Zusammensetzung — einen einheitlichen Gehalt von 40—50 g/t U-Äquivalent, was einem Geländewert von 0,018—0,023 mr/h entspricht. Die erhöhte Strahlung ist auch hier aus dem hohen Feldspat- und Biotitanteil abzuleiten. Daneben ist wiederum Zirkon als eingeschlossenes und accessorisches Mineral als Strahlungsquelle vorhanden. Die Prüfung der weiteren Gesteine (Tabelle 17) ergab Uran-Äquivalente zwischen 35 und 50 g/t Gestein, was ungefähr analogen Gesteinen aus dem Oberpfälzer Wald (Oberviechtach, Neunburg vorm Wald, Hirschau-Schnaittenbach) entspricht.

Tabelle 17. Strahlungsmeßergebnisse im kristallinen Grundgebirge auf Blatt Regenstauf (*Bauberger & Cramer* 1961. Meßwerte *K. Berger*).

	mr/h	Uran-Äquivalente pro Tonne Gestein
Pegmatit vom Schellerberg	—	35 g/t
Gang- und stockförmige feine Granite	0,019—0,022	45—50 g/t
Regen- oder Pinitporphyr und Granitporphyr	0,019	45 g/t
Kristallgranit (am verbreitetsten)	0,018—0,023	40—50 g/t
Granitisch-körniger Biotitgneis	0,016—0,018	40—50 g/t
Perlgneisähnlicher Biotit-Plagioklasgneis	—	35 g/t

D) Außerkrystalline Gebiete Bayerns

Bei den seit 1955 in Bayern laufenden Geländeuntersuchungen auf Uran konnte an zahlreichen Stellen in geologisch verschieden alten Sedimenten die Anwesenheit radioaktiver Stoffe festgestellt werden, so 1) im Paläozoikum und Unteren Mesozoikum bei Stadtsteinach am Westrand des Frankenwaldes und der Münchberger Gneismasse, 2) in der Permtrias und im Mesozoikum bei Hirschau-Schnaittenbach am Westrand des Oberpfälzer Waldes, 3) im Unteren Mesozoikum (Triasgesteinen) weiter Gebiete Frankens (einschließlich Grafenwöhr), 4) in Jura- und Kreideschichten bei Regenstauf am Westrand des Bayerischen Waldes (einschließlich einiger tertiärer Gesteine) und 5.) im Braunkohlentertiär von Wackersdorf zwischen dem SW-Rand des Oberpfälzer und dem NW-Rand des Bayerischen Waldes sowie in den Pechkohlen der Oberbayerischen Molasse.

1) Paläozoikum und Unteres Mesozoikum bei Stadtsteinach

Im Rahmen der systematischen Prospektion Bayerns auf Uran ist im Sommer 1958 das Blattgebiet Stadtsteinach radiometrisch vermessen worden. Das Gebiet liegt im Bereich der U-Untersuchungskonzession der Maximilianshütte AG Sulzbach-Rosenberg, mit deren Ergebnissen, ausgeführt unter der Leitung von *A. Kummer* (†) und *H. Gudden* (1958), diejenigen des Bayerischen Geologischen Landesamtes, ausgeführt von *K. Berger*, im wesentlichen übereinstimmen. Es zeigte sich, daß die Strahlungsintensitäten durchwegs gering, und — über das ganze Blattgebiet betrachtet — keinen großen, vor allem keinen scharf abgesetzten Schwankungen unterworfen sind. Wesentliche Ergebnisse sind in Tabelle 18 zusammengefaßt.

zeigte bei fünf Proben — entsprechend der homogenen mineralischen Zusammensetzung — einen einheitlichen Gehalt von 40—50 g/t U-Äquivalent, was einem Geländewert von 0,018—0,023 mr/h entspricht. Die erhöhte Strahlung ist auch hier aus dem hohen Feldspat- und Biotitanteil abzuleiten. Daneben ist wiederum Zirkon als eingeschlossenes und accessorisches Mineral als Strahlungsquelle vorhanden. Die Prüfung der weiteren Gesteine (Tabelle 17) ergab Uran-Äquivalente zwischen 35 und 50 g/t Gestein, was ungefähr analogen Gesteinen aus dem Oberpfälzer Wald (Oberviechtach, Neunburg vorm Wald, Hirschau-Schnaittenbach) entspricht.

Tabelle 17. Strahlungsmeßergebnisse im kristallinen Grundgebirge auf Blatt Regenstauf (*Bauberger & Cramer* 1961. Meßwerte *K. Berger*).

	mr/h	Uran-Äquivalente pro Tonne Gestein
Pegmatit vom Schellerberg	—	35 g/t
Gang- und stockförmige feine Granite	0,019—0,022	45—50 g/t
Regen- oder Pinitporphyr und Granitporphyr	0,019	45 g/t
Kristallgranit (am verbreitetsten)	0,018—0,023	40—50 g/t
Granitisch-körniger Biotitgneis	0,016—0,018	40—50 g/t
Perlgneisähnlicher Biotit-Plagioklasgneis	—	35 g/t

D) Außerkrystalline Gebiete Bayerns

Bei den seit 1955 in Bayern laufenden Geländeuntersuchungen auf Uran konnte an zahlreichen Stellen in geologisch verschieden alten Sedimenten die Anwesenheit radioaktiver Stoffe festgestellt werden, so 1) im Paläozoikum und Unteren Mesozoikum bei Stadtsteinach am Westrand des Frankenwaldes und der Münchberger Gneismasse, 2) in der Permtrias und im Mesozoikum bei Hirschau-Schnaittenbach am Westrand des Oberpfälzer Waldes, 3) im Unteren Mesozoikum (Triasgesteinen) weiter Gebiete Frankens (einschließlich Grafenwöhr), 4) in Jura- und Kreideschichten bei Regenstauf am Westrand des Bayerischen Waldes (einschließlich einiger tertiärer Gesteine) und 5.) im Braunkohlentertiär von Wackersdorf zwischen dem SW-Rand des Oberpfälzer und dem NW-Rand des Bayerischen Waldes sowie in den Pechkohlen der Oberbayerischen Molasse.

1) Paläozoikum und Unteres Mesozoikum bei Stadtsteinach

Im Rahmen der systematischen Prospektion Bayerns auf Uran ist im Sommer 1958 das Blattgebiet Stadtsteinach radiometrisch vermessen worden. Das Gebiet liegt im Bereich der U-Untersuchungskonzession der Maximilianshütte AG Sulzbach-Rosenberg, mit deren Ergebnissen, ausgeführt unter der Leitung von *A. Kummer* (†) und *H. Gudden* (1958), diejenigen des Bayerischen Geologischen Landesamtes, ausgeführt von *K. Berger*, im wesentlichen übereinstimmen. Es zeigte sich, daß die Strahlungsintensitäten durchwegs gering, und — über das ganze Blattgebiet betrachtet — keinen großen, vor allem keinen scharf abgesetzten Schwankungen unterworfen sind. Wesentliche Ergebnisse sind in Tabelle 18 zusammengefaßt.

Tabelle 18. Strahlungsmesswerte der mesozoischen, paläozoischen und metamorphen Gesteine aus dem Bereich des Blattgebietes Stadtsteinach.

	Gelände- messwert	Gehalt U-Äquivalent g/t
Mesozoische Gesteine:		
Benkersandstein, Schilfsandstein, Blasensandstein	—	10—30
Unterer Keuper	—	0—20
Grenzdolomit des Unteren Keupers	—	0
Muschelkalk	—	0—20
Ob. Buntsandstein	—	20—30
Paläozoische Gesteine:		
Rotliegendes	—	10—15
Oberdevon, Tonschiefer bei Rauhberg	25—30 cps ⁴⁷	40—45
Oberdevon, Kieselschiefer bei Rauhberg	20	20
Oberdevon, Flaserkalk bei Nordeck	10	< 5
Mitteldevon, Tonschiefer bei Stadtsteinach	30	~ 40
Gotland, Orthoceratenkalk bei Neumühle	25	< 10
Gotland, Alaun- und Kieselschiefer bei Stadtsteinach	50—60	50
Gotland, alaunschieferähnl. Tonschiefer b. Wildenstein	50—60	40—45
Gräfentaler Schichten, dunkle Tonsch. b. Stadtsteinach	55	40
Phycodenschichten, quarzit. Tonschiefer b. Stadtsteinach	40—50	30
Kambrium, Sandstein u. Tonschiefer bei Wildenstein	40	30±5%
Metamorphe Gesteine der Münchberger Gneismasse:		
Muskovit-Biotit-Gneise	0,007—0,009 mr/h ⁴⁸	25
Hornblendebändergneise	0,003—0,005	—
Amphibolite	0,0015—0,009	—
Serpentinit vom Peterleinstein	0,0025	—
Augengneise	0,0075—0,010	—
Prasinit-Phyllit-Serie	0,0015—0,003	—
Diabas	0,0025—0,005	—

2) Permotrias und Mesozoikum bei Hirschau-Schnaittenbach

Die unmittelbar nördlich an das sog. Naabgebirge (den zwischen Schwarzenfeld und Wernberg über die Naab vorspringenden Grundgebirgsteil des Oberpfälzer Waldes) anschließenden sedimentären Gebiete von Hirschau-Schnaittenbach sind — wie bereits S. 61 erwähnt — im Rahmen der systematischen Prospektion Bayerns auf Uran von K. Berger radiometrisch vermessen worden. Dabei zeigte es sich, daß ganz allgemein in den Sedimenten keine so hohen Werte wie im Grundgebirge auftreten, eine Ausnahme machen nur die in den Blattgebieten ältesten Sedimente der Permotrias, die 35—40 g/t U-Äquivalent erreichen und stellenweise sogar eine Erhöhung der Radioaktivität gegenüber den anstehen-

⁴⁷ Meßwerte nach Anzeige mit cae-Szintillometer in Impulsen pro Sekunde, 20 cps ≈ 0,005 mr/h.

⁴⁸ Milliröntgen pro Stunde.

den Graniten aufweisen. In Tabelle 19 sind jeweils die unteren und oberen Grenzen der erhaltenen Meßwerte angegeben.

Tabelle 19. Strahlungswerte der Sedimente im Blattgebiet Hirschau-Schnaittenbach (K. Berger 1960).

	Blatt Hirschau	Blatt Schnaittenbach
Pleistozän	0,009—0,015 mr/h	aufgegliedert
Hang- und Terrassensande	} nicht aufgegliedert	0,008—0,016 mr/h
Diluviale Lehme		0,012—0,014
Oberkreide	0,010—0,015	nicht vorhanden
(sandige Lagen)	0,005—0,008	nicht vorhanden
Malm	Keine Messungen	nicht vorhanden
Dogger-β	0,005—0,009	nicht vorhanden
Dogger-α	0,012—0,014	nicht vorhanden
Lias, oberer, Kalkbänke	0,007—0,009	nicht vorhanden
Schiefer	0,012—0,015	nicht vorhanden
Mergel und Letten	0,015—0,017	nicht vorhanden
Lias, unterer	0,009—0,017	nicht vorhanden
Rhät-Lias-Übergangsschichten	0,006—0,008	nicht vorhanden
Keuper, Feuerletten	0,011—0,015	nicht vorhanden
Oberer Burgsandstein	0,0095—0,012	nicht vorhanden
Mittlerer Burgsandstein	0,007—0,010	nicht vorhanden
Unterer Burgsandstein	0,010—0,016	nicht vorhanden
Blasensandstein	0,013—0,016	0,0145—0,016
Benkersandstein	0,009—0,017	0,008—0,017
Buntsandstein	0,010—0,014	aufgegliedert
Oberer Buntsandstein	} nicht aufgegliedert	0,008—0,010
Höherer Buntsandstein		0,009—0,014
Kulmbacher Konglomerat		0,010—0,016
Permotrias	0,013—0,017	0,012—0,0165

Besondere Urananreicherungen konnten im Blattgebiet Hirschau-Schnaittenbach nicht festgestellt werden. „Die verschiedentlich gemessene höhere Radioaktivität geht nach den radiometrischen Messungen auf das ^{40}K und auf die Schwermineralien Zirkon, Apatit und Monazit zurück.“

3) Trias-Gesteine in Franken

Ein weiteres Schwerpunktsgebiet radiometrisch-stratigraphischer Untersuchungen liegt in den Triasgesteinen Frankens. Die Arbeiten wurden in den Jahren 1955/56 begonnen und teils vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg unter Leitung von G. Knetsch, teils vom Geologischen Institut der Universität Erlangen (W. Haarländer & W.A. Schnitzer) sowie im Rahmen der Kartierungsarbeiten des Bayerischen Geologischen Landes-

amtes (K. Berger) ausgeführt. Die Untersuchungen ergaben grundsätzlich in der Wechselfolge der Sandsteine und Letten höhere Strahlungswerte für die Lettenschichten. Darüber hinaus konnten auffallende Anomalien im Plattensandstein des Oberen Buntsandsteins und im Burgsandstein des Mittleren Keupers festgestellt werden, auf die im folgenden näher eingegangen wird.

Die Anreicherungen im Buntsandstein (Knetsch & Mitarbeiter, 1960):

„Die beiden bearbeiteten Steinbrüche im Bereich der Meßtischblätter Hammelburg und Gemünden sind 25 km voneinander entfernt und stehen stratigraphisch in der Plattensandsteinstufe des Röt.

Das untersuchte Material besteht aus grobkörnigem gut gerundetem Quarz (50—60 Vol.-%), Feldspat, überwiegend Kalifeldspat (5—10 Vol.-%), Matrix (Muskovit, Tonminerale, Chlorit, sekundärem Quarz, 20—25 Vol.-%), opakem Material (5—15 Vol.-%) und Rest. Mit abnehmender Korngröße innerhalb des gleichen Sediments treten Unterschiede in den Strahlungswerten auf. Am stärksten radioaktiv ist die kleinste Fraktion, mit cpm-Werten (counts per minute), die das Drei- bis Vierfache der nicht fraktionierten Proben betragen (Tab. 20).

Auch die Strahlung der mit Bromoform abgetrennten Schwerminerale wurde erfaßt. Die Werte sind aber stets kleiner als 3 cpm, so daß Schwerminerale als maßgebliche Strahlungsträger entfallen.

Tabelle 20. Szintillometermessungen an Buntsandsteinproben aus dem Gebiet von Gemünden und Hammelburg (jeweils Mittelwert aus 8 Messungen).

	Gesamtprobe	Fraktion 0,4—0,2 mm	Fraktion 0,2—0,1 mm	Fraktion 0,1—0,06 mm	Fraktion < 0,06 mm
Steinbruch					
Gemünden	10	4	3	6	22 cpm
Steinbruch					
Hammelburg	14	8	5	7	42 cpm

Die geringsten Eisengehalte treten in den Korngrößen 0,2—0,1 mm auf, die höchsten in der kleinsten Fraktion (< 0,06 mm). Setzt man die Eisenwerte mit den entsprechenden Strahlungswerten in Beziehung, so sind sie nahezu linear korreliert. Entsprechend verhält es sich mit dem Uran. In den beiden Steinbrüchen des Buntsandsteins ist demnach der Strahlungsträger ausschließlich an die Eisenhydroxydfraktion gebunden. Die Strahlungswerte ergeben, falls sie vollständig auf Uran umgerechnet werden, Urangelhalte, die im untersuchten Material im Höchstfalle 80 g/t betragen.“

Die Anreicherungen in der dolomitischen Arkose (Knetsch & Mitarbeiter, 1960):

„Das Untersuchungsgebiet liegt im Raume von Lichtenfels rd. 7 km südöstlich von Coburg. Bei den dort auftretenden Gesteinen handelt es sich im wesentlichen um Sandsteine des Mittleren Keupers. Das Untersuchungsmaterial stammt aus Kernen und Schürfproben der dolomitischen Arkose, einer lokalen Fazies des Mittleren Burgsandsteins.

Die Schiffe sind petrographisch einheitlich. Der einzige stoffliche Unterschied zwischen den uranarmen und uranreichen Proben ist das Ausmaß der Carbonatisierung. Bei den vererzten Proben nimmt die carbonatische Matrix bis zu 50 Vol.-% ein.

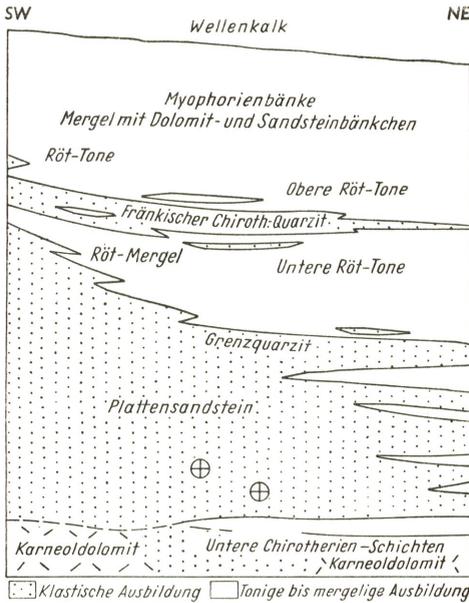


Abb. 62. Oberer Buntsandstein zwischen südlichem Odenwald und Mainfranken mit U-Anreicherungen (+) im Plattensandstein (K n e t s c h & Mitarbeiter, 1960).

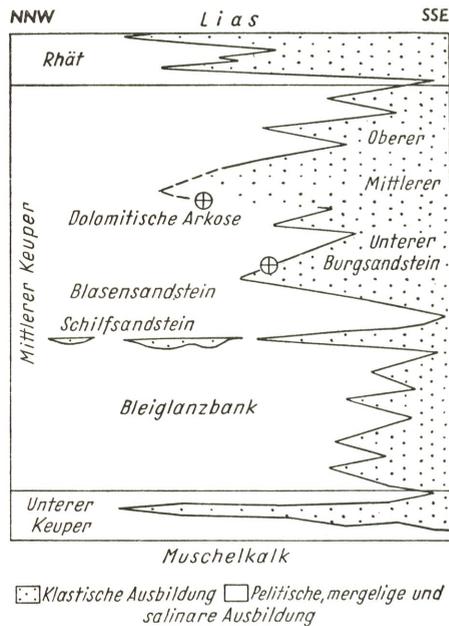


Abb. 63. Keuperfaciesverteilung in Unter- und Mittelfranken mit U-Anreicherungen (+) im Unter- und Mittleren Burgsandstein (K n e t s c h & Mitarbeiter, 1960).

Nach den Autoradiographien und den Dünnschliffuntersuchungen war anzunehmen, daß Uran an die Carbonate gebunden ist. Die chemischen Analysen bestätigten die Vermutung: Carbonat ist deutlich mit den cpm- oder Uranwerten korreliert. Gleiches gilt auch für Calcium und Magnesium. Außerdem ist das Ca/Mg-Verhältnis für die gesamte Lagerstätte einheitlich. Eisen und Phosphor sind an den Anreicherungsverfahren diesmal nicht beteiligt.

Die von der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG ausgeführten Analysen brachten Urangelhalte bis zu 400 g/t. Unter den günstigsten geologischen Bedingungen kann im Höchstfall mit Werten bis zu 600 g/t gerechnet werden.“

Der uranführende Burgsandstein von Erlangen - Fürth (Haarländer & Schnitzer, 1961):

„Auf den Gradabteilungsblättern Adelsdorf, Röttenbach, Erlangen-Nord und Erlangen-Süd ist Radioaktiver Sandstein (RS) im Burgsandstein verbreitet und z. T. mit ansehnlicher Mächtigkeit anstehend.

Die Vorkommen in den untersuchten Gebieten halten bestimmte Horizonte ein. Die höchsten Lagen im stratigraphischen Verband umfassen die Fundpunkte an der Roten Marter auf Blatt Röttenbach, ca. 20 m über dem Oberen Letten; der Zeckerner Horizont liegt einige Meter (etwa 5 m) unter und der Hemhofer wie Kleinseebacher Horizont wie die Lagen auf Erlangen-Süd ebensoviel über dem Oberen Letten. An der Grenze zum Unteren Burgsandstein finden sich die genannten Fundstellen auf den Blättern Roßtal und Lagenzenn.

Die Anreicherung der radioaktiven Substanz erfolgt in Nestern und Linsen,

aber auch in Platten und Bänken. In verwitterten Lagen bleiben kleine, harte RS-Knöllchen zurück, die sich auf den Äckern verstreut finden. Ob seiner Härte erweist sich der RS als reliefbildend in der Landschaft; er bildet die Hangschulter bei Geländeanstiegen und leitet die Verebnung ein; abgetrennte Kuppen schützt er vor weiterer Abtragung.

Die Vorkommen des RS innerhalb des Gesteinsverbandes weisen auf syngenetische Entstehung hin, was noch insbesondere durch den gleichen Verlauf der Schrägschichtung in der RS-Ablagerung wie im umgebenden Gestein veranschaulicht wird.“

Tabelle 21. Strahlungswerte im uranföhrenden Burgsandstein bei Erlangen-Fürth (nach *Haarländer & Schnitzer*, 1961). Vgl. Abb. 64.

Ort	Anzahl der Proben	Meßwert bez. Mittelwert in cpm	Urangehalt in g/t
Adelsdorf	1	4670	444
Zeckern, Gastwirtschaft	3	4000	380
Zeckern, W neues Schulhaus	7	3294	313
Zeckern, Kanalisation, Profil I	3	3077	292
Zeckern, Kanalisation, Profil IV	3	2730	260
Zeckern, Kanalisation, Profil VIII	10	3158	300
Zeckern, Judenfriedhof	9	3411	—
Weg Zeckern/Heppestädt, Schurf I	5	2805	266
Weg Zeckern/Heppestädt, Schurf II	2	1663	157
Zeckern, Bahneinschnitt	6	4688	411
Hemhofen, Friedhof	1	4875	463
Hemhofen, N Friedhof	1	4240	403
Hemhofen, Friedhof P. 328	2	3772	358
Rote Marter	15	5648	538
Rote Marter, Schurf I	7	3670	349
Rote Marter, Schurf II	4	6037	578
Fritzenweiher	6	3913	373
Kleinseebach	8	2096	197
Erlangen, Geigenbauersiedlung	3	2628	250
Erlangen, Erlangen-Süd, Höhe 331 m	12	2554	242
Erlangen, Schloßplatz	1	2789	265
Ohrwaschel	3	3615	312
Sandgrube am Moosbrunnlein	5	4194	399
Buchenbühl, Steinbruch a. d. Autobahn	20	2557	243
Buchenbühl, Weg an der Autobahn	3	3568	339
Haufbuck, südl. Rohr	2	1320	125
Dillenberg, Höhe 410 m	3	3789	392
Cadolzburg, Höhe 390 m	2	2945	280

„Zusammenfassend ergibt sich, daß die höchsten Urangehalte im Vorkommen der Roten Marter enthalten sind, welches aber nach unseren bisherigen Untersuchungen nur eine geringe Ausdehnung haben dürfte. Schurfgräben oder Bohrungen könnten hierüber nähere Aufschlüsse geben. Es ist durchaus denkbar, daß sich diese aktiven RS auch weiter fortsetzen.“ Das größte RS-Vorkommen bei Zeckern weist mit 360 g/t Uran keine übermäßigen Urangehalte auf; insgesamt

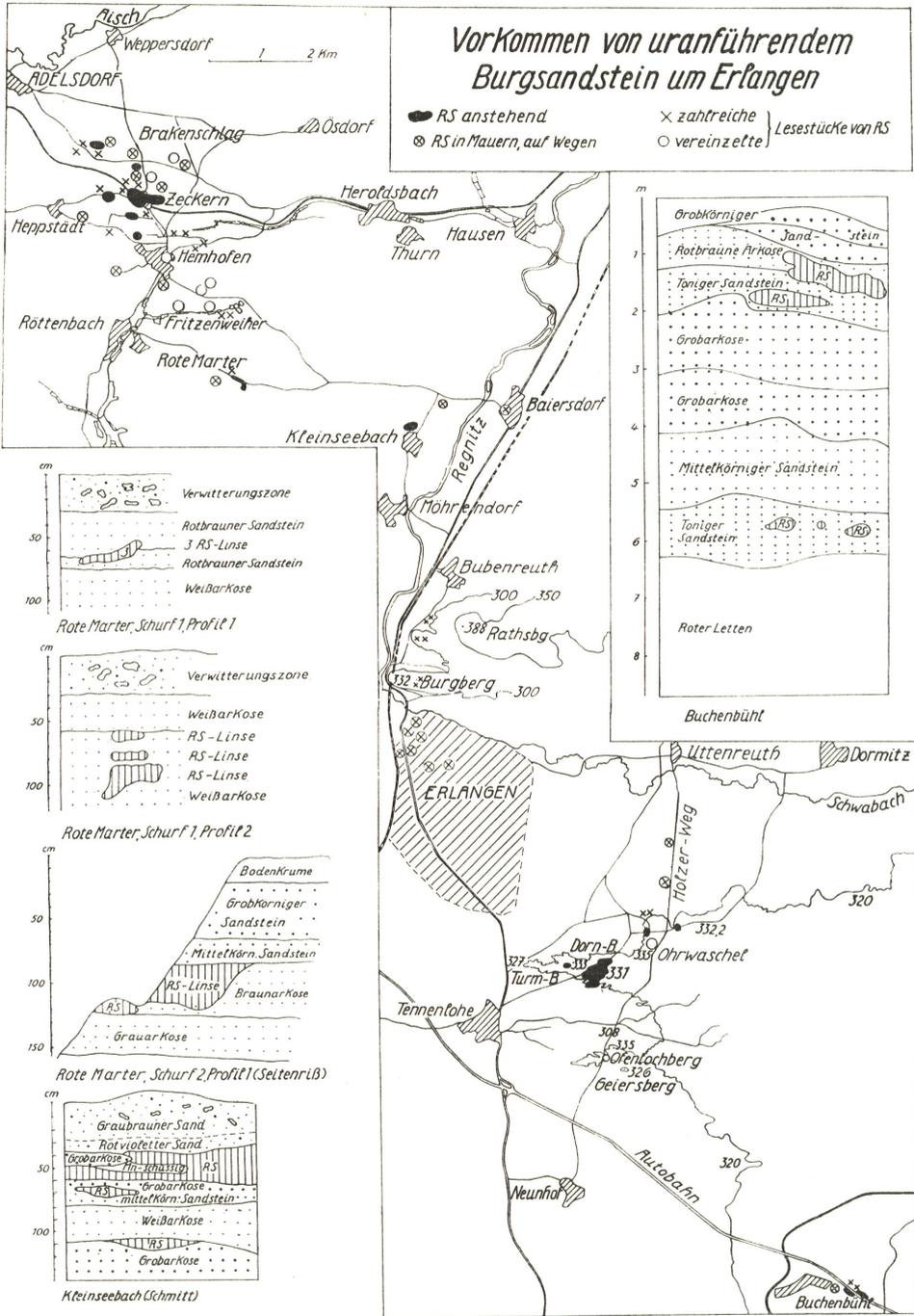


Abb. 64. Radioaktiver Sandstein (RS) des Mittleren Keupers um Erlangen. (Haarländer & Schnitzer, 1961).

gesehen ist selbstverständlich keines der genannten RS-Vorkommen wirtschaftlich verwendbar.

Zur Paläogeographie der radioaktiven Arkosen im Oberen Burgsandstein schreibt *Schnitzer*: „Sieht man von dem Raum Lichtenfels und Coburg ab, so liegen alle übrigen Radioaktiven Sandsteine im Oberen und Mittleren Burgsandstein in der Zirkon-Rutil-Monazit-Provinz . . . Sollten sich durch weitere Untersuchungen immer wieder die uranföhrenden Sandsteine in dieser Zirkon-Rutil-Monazit-Provinz nachweisen lassen, so wäre wohl der Schluß gerechtfertigt, daß man für eine Uranprospektion auf alle Gebiete zurückgreift, welche nach den sedimentologischen Untersuchungen eben dieser Schwermineralprovinz angehören.“

Man darf annehmen, daß das heute im Burgsandstein vorhandene Uran einstmals primär im Vindelizischen Land anstand und durch die Verwitterung als Lösung mit dem klastischen Material in den Sedimentationsraum gelangte. Die löslichen Uranverbindungen haben sich dann innerhalb dieses großen Sedimentfächers unter semiariden oder ariden Klimabedingungen als Zement der Psammite und Psephite ausgeschieden; während in den anderen Sedimentfächern, die von der Böhmisches Masse kommen, welche primär offenbar kein Uran geführt hat, eine solche Ausscheidung fehlen muß.“

Hier ist noch kurz die aus der Gegend von Grafenwöhr bekannt gewordene Anomalie zu erwähnen. Nach *Knetsch* & Mitarbeitern (1960) wurden im Muschelsandstein in einigen Bohrproben auffällige Strahlungsanomalien festgestellt. „In Schwermineral- und Röntgenanalysen wurde nachgewiesen, daß hauptsächlich Zirkon und Monazit die Strahlung verursachen, in einigen Fällen sind auch die mit den Sedimenten vergesellschafteten Eisenhydroxyde und löslichen Phosphate radioaktiv. — Im Diluvium von Grafenwöhr sind ausschließlich Schwermineralseifen Ursachen der Radioaktivität. Es handelt sich um Zirkon-Monazit-Ilmenit-Seifen. Durch einen Magnetscheider läßt sich Ilmenit von Zirkon und Monazit trennen. Im UV-Licht fluoresziert der Zirkon goldgelb. Aus der Genese der Vorkommen geht eindeutig hervor, daß mit abbauwürdigen Konzentrationen in der näheren und weiteren Umgebung nicht gerechnet werden darf.“

4) Jura- und Kreidegesteine etc. bei Regenstau

Das Blatt Regenstau umfaßt den Westrand des Vorderen Bayerischen Waldes (S. 67) und die daraus nach Westen anschließenden Sedimente der Jura- und Kreideformation sowie einzelne Horizonte des Tertiärs und Quartärs. Die Meßwerte von *K. Berger* sind in Tabelle 22 zusammengefaßt.

5) Die Braunkohle bei Wackersdorf sowie die Pechkohle bei Peiting und Hausbam

Im Zuge der Radioaktivitätsmessungen und Prospektierungen, die im Auftrag der Bayerischen Braunkohlen Industrie A.G. vorgenommen wurden, konnte für die Braunkohle von Wackersdorf ein bemerkenswerter Uran-Gehalt nachgewiesen werden. *W. Scharf* (Glückauf 93. 1957. 571—577) schreibt darüber:

„Ungefähr 8 km südlich der Uranpecherz föhrenden Flußspatgänge liegt das uranhaltige Braunkohlentertiär von Wackersdorf. Die Uranföhrung der Kohle war bis zum Frühjahr 1955 völlig unbekannt. Durch planmäßige Szintillometermessungen gelang es, an den ausgehenden Kohlenflözen einer Braunkohlen-

Tabelle 22. Strahlungsmeßergebnisse in den Sedimenten auf Blatt Regenstauf
(*Bauberger & Cramer* 1961. Meßwerte nach *K. Berger*).

			mr/h	U-Äquivalent	
Die Uranfunde in Bayern von 1804 bis 1962	Quartär	Lehm und Löß (dj 1e)	0,010—0,014	—	
		Terrassen-Sande und -Schotter (dj 1g)	0,008—0,020	—	
		Terrassen-Sande, -Kiese, Tone (dm 2 g)	Sand u. Kies	0,007—0,015	—
			Sand u. Tonstreifen	0,017—0,025	—
			lettige Sande, sandig-schluffiger Ton	0,023—0,025	—
	feinkörniger bis grober u. kiesiger Sand		0,007—0,011	—	
	Tertiär	Mittleres Pliozän (plm ?)	sandige Facies	0,005—0,008	—
			verlehmte u. tonige Schichten	0,009—0,012	max. 20 g/t
		Obermiozän (mio)	sandige Facies	0,007—0,011	—
			tonige Facies	0,011—0,017	30—40 g/t
			Braunkohlen	0	—
	Turon	Eisbuckelschichten (kr t2a)	kalkige Sande u. Kalkstein	0,005—0,006	—
		Hornsandstein (kr t1c) } Knollensand (kr t1b) }		—	—
		Reinhauser Schichten (kr t1a)	Kalksandstein sandige Kalksteine verkieselte Kalksandsteine	0,006—0,009	—
	Cenoman	Eibrunner Mergel (kr c3b)		0,006—0,008	—
		Grünsandstein (kr c3a)		0,006—0,009	20 g/t
		Schutzfelsschichten (kr c2)	grobkörnige Quarzsande mit wenig Ton	0,005—0,007	—
Jura	Malm	Kalke	0,003—0,005	—	
	Dogger	feinkörnige Sandsteine	0,005	—	

mulde hohe Anomalien festzustellen, die zum erstenmal zum Nachweis von Uran in der Braunkohle führten.“

„Durch ein engmaschiges Netz von Bohrungen brachte man in Erfahrung, daß Uran in bestimmten Horizonten auftritt, die diskordant die anderen Sedimentschichten wie Kohle, Ton und Sand durchsetzen. Die Lagerung der Uranhorizonte ist unregelmäßig, so daß man sie nur durch Bohrungen feststellen kann.“

Die Durchführung dieser Untersuchungsarbeiten lag in den Händen von H. Ziebr, der in den Jahren 1957—1960 mehrmals über die Ergebnisse berichtet hat. Aus seinem zusammenfassenden Überblick der Uranvorkommen in Europa (Die Umschau, 1960, 360—363) ist der folgende Absatz über die sedimentären Uranvorkommen in Bayern entnommen.

„Bei den seit 1955 in Bayern laufenden Geländeuntersuchungen auf Uran konnte an zahlreichen Stellen in geologisch verschiedenen alten Sedimenten Uran nachgewiesen werden. So im Braunkohlentertiär von Wackersdorf/Opf., in tertiären Süßwasserkalken im Ries, in Keupersandsteinen in Mittelfranken und in Rotliegendtonen in der Oberpfalz (Ziebr 1957 bis 1959). Eingehend untersucht sind nur die Urananreicherungen im Braunkohlentertiär von Wackersdorf. Das Uran ist in der Kohle, mehr noch im Ton, unregelmäßig angereichert, besonders in den östlichen Randzonen der Braunkohlenlagerstätte. Von den 2 Kohlenflözen ist vornehmlich das liegende Flöz uranföhrnd. Durch mehrere hundert Bohrungen wurden 0,2 bis 5 m mächtige Uranhorizonte festgestellt. Das Uran liegt nicht in Form von Mineralien vor,

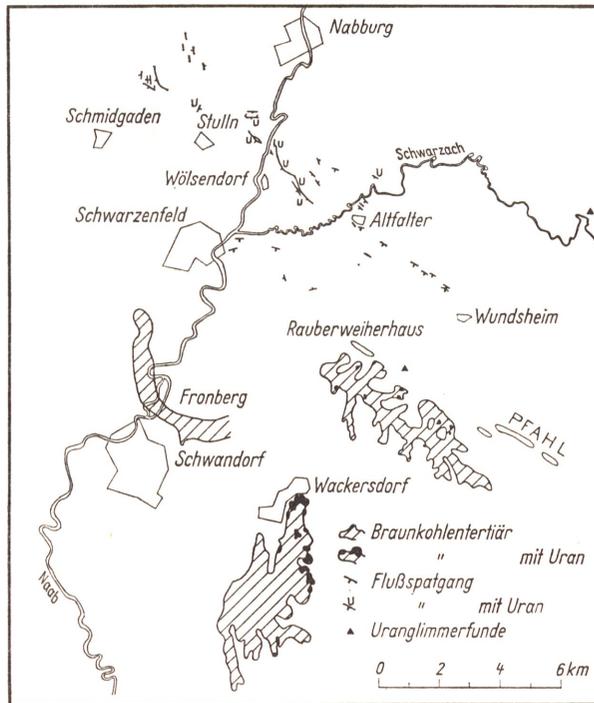


Abb. 65. Das Braunkohlentertiär bei Wackersdorf (Scharf 1957, Ziebr 1961).

sondern ist an kohlige und tonige Bestandteile gebunden. Das Uran wurde nach der Kohlebildung wahrscheinlich mit Grundwasser zugeführt.

Die Urangelhalte schwanken zwischen 10 und 4000 g U/t. Sie betragen im Durchschnitt rd. 300 g/t. Bis jetzt wurden 40 bis 50 Tonnen U-Metall nachgewiesen. Die Aufbereitungsversuche durch Veraschen und anschließendes saures Laugen zeigten, daß die Gewinnung des Urans auf diesem Wege teuer ist, daher wird an eine technische Verwertung nicht gedacht. Die anders gearteten Versuche zur Gewinnung des Urans aus der Kohle, wie man sie in Jugoslawien und in der Schweiz entwickelt hat, sind im Bundesgebiet noch nicht bekannt geworden. Vielleicht wird man später einmal mit billigeren und einfacheren Methoden diese Lagerstätte wieder untersuchen.“

Die Pechkohle von Peiting und Hausham befindet sich im Oberbayerischen Molassetrog zwischen Lech und Inn, in einem schmalen Streifen mittel-oligocäner Sedimente (Abb. 66). Abbau erfolgt in den Pechkohlengruben Peiting, Peißenberg, Penzberg-Nonnenwald und Hausham. Die Kohle befindet sich in mehreren Flözen in den 1000—1200 m mächtigen Cyrenenschichten und ist von den Schwermineralführenden Glassanden überlagert (vgl. H. *Andree*, 1936), mit denen möglicherweise Uran zugeführt wurde. Nach H. *Ziehr* (1961) weisen die Pechkohlen folgende Urangelhalte auf: Schachtanlage Peiting, Flöz 10/11 ca. 20, Flöz 14 ca. 100, Flöz 22 ca. 45 und Flöz 23 ca. 10 Gramm Uran pro Tonne; Grube Hausham, Flöz 3 und Flöz 7 ca. 30, Flöz 12 ca. 24 Gramm Uran pro Tonne. In den Aschen konnten bis zu 300 g U/t nachgewiesen werden. Nach *Ziehr* ist hier das Uran synsedimentär zugeführt worden, sicherlich aus zentralalpinen kristallinen Gesteinen.

E) Anhang: Heil- und Mineralquellen

Bei Behandlung der Radioaktivitätsmessungen im Kristallinen Grundgebirge sind die Quellen und Wässer des Fichtelgebirges, des Oberpfälzer Waldes und des Bayerischen Waldes bereits eingeschlossen worden (Tabelle 5, 6, 10 bis 15). Sie weisen zum Teil beträchtliche Aktivitäten auf und umfassen auch einige Heilquellen wie die Luisen- und Ludwigsquelle bei Alexandersbad. Von allen Heil- und Mineralquellen Bayerns ist die Tempelquelle in Bad Steben im Frankenswald (Tabelle 23) mit ca. 140 Mache-Einheiten mit großem Abstand die strahlungsaktivste. Von den Heil- und Mineralquellen Unterfrankens (Tabelle 24) dürfen die Echterquelle und Rochusquelle in Bad Soden, einige Quellen in Bad Brückenau und in Bad Kissingen sowie die Solquelle in Windsheim hervorgehoben werden; von den Heil- und Mineralquellen Südbayerns (Tabelle 25) weisen Oy bei Kempten und die Römerquelle in Bad Sulzbrunn eine nennenswerte Strahlungsaktivität auf. Von speziellem Interesse ist die Auerquelle bei Bissingen im Nördlinger Ries. — Da nach den „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ (Bonn 1958) nur Quellen mit mehr als 50 Mache-Einheiten als „Radonhaltige Wässer“ bezeichnet werden dürfen, kommt in Bayern allein der Tempelquelle in Bad Steben diese Bezeichnung zu.

Die in den Tabellen 23—25 wiedergegebenen Meßergebnisse stammen aus L. v. *Ammon*: „Über radioaktive Substanzen in Bayern“ (1910), aus „Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns“ (Bayerisches Oberbergamt, 1924, 1936), aus G. *Abele* „Die Heil- und Mineralquellen Südbayerns“ (1950) und von K.-E. *Quentin* (Balneologisches Institut, Universität München, 1962).

sondern ist an kohlige und tonige Bestandteile gebunden. Das Uran wurde nach der Kohlebildung wahrscheinlich mit Grundwasser zugeführt.

Die Urangelhalte schwanken zwischen 10 und 4000 g U/t. Sie betragen im Durchschnitt rd. 300 g/t. Bis jetzt wurden 40 bis 50 Tonnen U-Metall nachgewiesen. Die Aufbereitungsversuche durch Veraschen und anschließendes saures Laugen zeigten, daß die Gewinnung des Urans auf diesem Wege teuer ist, daher wird an eine technische Verwertung nicht gedacht. Die anders gearteten Versuche zur Gewinnung des Urans aus der Kohle, wie man sie in Jugoslawien und in der Schweiz entwickelt hat, sind im Bundesgebiet noch nicht bekannt geworden. Vielleicht wird man später einmal mit billigeren und einfacheren Methoden diese Lagerstätte wieder untersuchen.“

Die Pechkohle von Peiting und Hausham befindet sich im Oberbayerischen Molassetrog zwischen Lech und Inn, in einem schmalen Streifen mittel-oligocäner Sedimente (Abb. 66). Abbau erfolgt in den Pechkohlengruben Peiting, Peißenberg, Penzberg-Nonnenwald und Hausham. Die Kohle befindet sich in mehreren Flözen in den 1000—1200 m mächtigen Cyrenenschichten und ist von den Schwermineralführenden Glassanden überlagert (vgl. H. Andree, 1936), mit denen möglicherweise Uran zugeführt wurde. Nach H. Ziebr (1961) weisen die Pechkohlen folgende Urangelhalte auf: Schachtanlage Peiting, Flöz 10/11 ca. 20, Flöz 14 ca. 100, Flöz 22 ca. 45 und Flöz 23 ca. 10 Gramm Uran pro Tonne; Grube Hausham, Flöz 3 und Flöz 7 ca. 30, Flöz 12 ca. 24 Gramm Uran pro Tonne. In den Aschen konnten bis zu 300 g U/t nachgewiesen werden. Nach Ziebr ist hier das Uran synsedimentär zugeführt worden, sicherlich aus zentralalpinen kristallinen Gesteinen.

E) Anhang: Heil- und Mineralquellen

Bei Behandlung der Radioaktivitätsmessungen im Kristallinen Grundgebirge sind die Quellen und Wässer des Fichtelgebirges, des Oberpfälzer Waldes und des Bayerischen Waldes bereits eingeschlossen worden (Tabelle 5, 6, 10 bis 15). Sie weisen zum Teil beträchtliche Aktivitäten auf und umfassen auch einige Heilquellen wie die Luisen- und Ludwigsquelle bei Alexandersbad. Von allen Heil- und Mineralquellen Bayerns ist die Tempelquelle in Bad Steben im Frankenswald (Tabelle 23) mit ca. 140 Mache-Einheiten mit großem Abstand die strahlungsaktivste. Von den Heil- und Mineralquellen Unterfrankens (Tabelle 24) dürfen die Echterquelle und Rochusquelle in Bad Soden, einige Quellen in Bad Brückenau und in Bad Kissingen sowie die Solquelle in Windsheim hervorgehoben werden; von den Heil- und Mineralquellen Südbayerns (Tabelle 25) weisen Oy bei Kempten und die Römerquelle in Bad Sulzbrunn eine nennenswerte Strahlungsaktivität auf. Von speziellem Interesse ist die Auerquelle bei Bissingen im Nördlinger Ries. — Da nach den „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ (Bonn 1958) nur Quellen mit mehr als 50 Mache-Einheiten als „Radonhaltige Wässer“ bezeichnet werden dürfen, kommt in Bayern allein der Tempelquelle in Bad Steben diese Bezeichnung zu.

Die in den Tabellen 23—25 wiedergegebenen Meßergebnisse stammen aus L. v. Ammon: „Über radioaktive Substanzen in Bayern“ (1910), aus „Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns“ (Bayerisches Oberbergamt, 1924, 1936), aus G. Abele „Die Heil- und Mineralquellen Südbayerns“ (1950) und von K.-E. Quentin (Balneologisches Institut, Universität München, 1962).

Tabelle 23. Strahlungsmesswerte im Frankenwald und der nördlichen Oberpfalz.

	T	M. E.
Tempelquelle, Bad Steben (aus Diabas austretend)	} 13° C	142,77 (1) ⁴⁹
Wiesenquelle, Bad Steben		15,50 (1)
	—	45,0 (4) ⁵²
Max Marienquelle, Langenau	11,25° C	8,36 (1)
	—	0,24 (4)
Prinz Ludwigquelle, Kondrau	—	9,28 (1)
Oswaldquelle, Kondrau	—	0,90 (4)
Ottoquelle, König Ottobad bei Wiesau	10° C	4,28 (1)
	—	4,71 (4)
König Ottobad, Sprudel	—	1,39 (1)

Tabelle 24. Strahlungsmesswerte von Heil- und Mineralquellen Unterfrankens.

	T	M. B.
Echterquelle, Bad Sodenenthal	13° C	22,3 (2) ⁵⁰
Rochusquelle, Bad Sodenenthal	12,5° C	8,7 (2)
Parkquelle, Bad Sodenenthal	—	2,1 (1)
Stahlquelle, Bad Brückenau	9,8° C	16,3 (2)
König Ludwig I-Quelle, Bad Brückenau	—	19,7 (4)
Wernarzer Quelle, Bad Brückenau	10,3° C	6,28 (2)
	—	4,2 (4)
Sinnberger Quelle, Bad Brückenau	9,5° C	8,08 (2)
	—	5,57 (4)
Max-Brunnen, Bad Kissingen	—	4,33 (1)
	9,7° C	9,73 (2)
	—	7,52 (4)
Rakoczy, Bad Kissingen	—	2,85 (1)
	10,0° C	6,88 (2)
	—	6,31 (4)
Pandur, Bad Kissingen	—	2,60 (1)
	10,5° C	3,65 (2)
	—	3,54 (4)
Sole-Sprudel, Bad Kissingen	—	0,05 (1)
	18,4° C	0,29 (2)
Luitpold-Sprudel, Bad Kissingen	13,7° C	0,19 (2)
	—	0,14 (4)
Schönborn, Bad Kissingen	—	0,02 (1)
	19,2° C	0,026 (2)
	—	0,30 (4)

	T	M. E.
Stahlquelle, Bad Bocklet	10,8° C	0,66 (2)
	—	0,10 (4)
Schwefelquelle, Stadt Brückenau	18,1° C	0,25 (2)
Stahlquelle, Stadt Brückenau	18,4° C	0,63 (2)
Königshofen i. Gr.	11,5° C	1,81 (2)
Säuerling, Lendershausen	7,4° C	0,65 (2)
Solquelle, Windsheim	13° C	8,62 (2)

Tabelle 25. Strahlungsmesswerte von Heil- und Mineralquellen Südbayerns.

	T	M. E.
Auerquelle, Bissingen (Ries)	—	1,55 (4)
Schwefelquelle, Bad Oberdorf	9° C	1,8 (3) ⁵¹
Römerquelle, Bad Sulzbrunn	7,5° C	8 (3)
Oy bei Kempten	8—10° C	12,52 (3)
Adelheidquelle, Bad Heilbrunn	10,2° C	0,5 (3)
Karlsquelle, Bad Tölz	—	1,60 (1)
Maximiliansquelle, Bad Tölz	—	1,60 (1)
Jodtrinkquelle, Bad Tölz	—	1,20 (1)
Marienquelle, Bad Tölz	—	1,15 (1)
Annaquelle, Bad Tölz	—	0,80 (1)
König-Ludwig III-Quelle, Bad Wiessee	—	0,10 (4)
Wilhelmina-Quelle, Bad Wiessee	—	0,13 (4)
Wildbad Adelholzen	8,2° C	1,1 (3)
Empfing bei Traunstein	7,5° C	1,8 (3)
Edelquelle, Bad Reichenhall	10,35° C	0,11 (3)
Kaiser-Karl-Quelle, Bad Reichenhall	—	0,31 (1)
	—	0,41 (3)
Karl-Theodor-Quelle, Bad Reichenhall	—	0,19 (4)
Füssing	52,2° C	< 0,3 (3)

V. ZUSAMMENFASSUNG UND BAUWÜRDIGKEIT

Das möglichst lückenlose und kritische Studium der alten Literatur über die Entdeckung des Urans (1789) und über die ersten Uranfunde in Bayern (1804, 1806) einschließlich des Lebens der damaligen Forscherpersönlichkeiten und ihrer

⁴⁹ = (1) v. *Ammon*, 1910, ohne nähere Literaturangabe.

⁵⁰ = (2) „Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns“, Bd. II, München 1936 (mit Literaturangaben).

⁵¹ = (3) G. *Abele*: Die Heil- und Mineralquellen Südbayerns. — *Geologica Bavarica*, Nr. 2, München 1950.

⁵² = (4) K.-E. *Quentin*, Balneologisches Institut bei der Universität München, priv. Mitt.

	T	M. E.
Stahlquelle, Bad Bocklet	10,8° C	0,66 (2)
	—	0,10 (4)
Schwefelquelle, Stadt Brückenau	18,1° C	0,25 (2)
Stahlquelle, Stadt Brückenau	18,4° C	0,63 (2)
Königshofen i. Gr.	11,5° C	1,81 (2)
Säuerling, Lendershausen	7,4° C	0,65 (2)
Solquelle, Windsheim	13° C	8,62 (2)

Tabelle 25. Strahlungsmesswerte von Heil- und Mineralquellen Südbayerns.

	T	M. E.
Auerquelle, Bissingen (Ries)	—	1,55 (4)
Schwefelquelle, Bad Oberdorf	9° C	1,8 (3) ⁵¹
Römerquelle, Bad Sulzbrunn	7,5° C	8 (3)
Oy bei Kempten	8—10° C	12,52 (3)
Adelheidquelle, Bad Heilbrunn	10,2° C	0,5 (3)
Karlsquelle, Bad Tölz	—	1,60 (1)
Maximiliansquelle, Bad Tölz	—	1,60 (1)
Jodtrinkquelle, Bad Tölz	—	1,20 (1)
Marienquelle, Bad Tölz	—	1,15 (1)
Annaquelle, Bad Tölz	—	0,80 (1)
König-Ludwig III-Quelle, Bad Wiessee	—	0,10 (4)
Wilhelmina-Quelle, Bad Wiessee	—	0,13 (4)
Wildbad Adelholzen	8,2° C	1,1 (3)
Empfing bei Traunstein	7,5° C	1,8 (3)
Edelquelle, Bad Reichenhall	10,35° C	0,11 (3)
Kaiser-Karl-Quelle, Bad Reichenhall	—	0,31 (1)
	—	0,41 (3)
Karl-Theodor-Quelle, Bad Reichenhall	—	0,19 (4)
Füssing	52,2° C	< 0,3 (3)

V. ZUSAMMENFASSUNG UND BAUWÜRDIGKEIT

Das möglichst lückenlose und kritische Studium der alten Literatur über die Entdeckung des Urans (1789) und über die ersten Uranfunde in Bayern (1804, 1806) einschließlich des Lebens der damaligen Forscherpersönlichkeiten und ihrer

⁴⁹ = (1) v. *Ammon*, 1910, ohne nähere Literaturangabe.

⁵⁰ = (2) „Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns“, Bd. II, München 1936 (mit Literaturangaben).

⁵¹ = (3) G. *Abele*: Die Heil- und Mineralquellen Südbayerns. — *Geologica Bavarica*, Nr. 2, München 1950.

⁵² = (4) K.-E. *Quentin*, Balneologisches Institut bei der Universität München, priv. Mitt.

gegenseitigen Beziehungen führten zur Richtigstellung einiger in der neueren Literatur entstandenen Irrtümer (Kapitel I und Kapitel II).

Das Ergebnis der Erhebungen über die Erstfunde und Erstuntersuchungen von Uranmineralien in Bayern ist in Kapitel III, das Ergebnis über die Radioaktivitätsmessungen in Kapitel IV niedergelegt. Um die in der Literatur durch „Zitieren fehlerhafter Zitate“, durch „zufälliges Herausgreifen von Einzelzitaten aus einer Entwicklungsreihe“, durch „sachliche und geographische Unkenntnisse“ usw. entstandene Verwirrung nicht weiterhin zu steigern, sondern um eine gesunde Basis für folgende Forschungsarbeiten zu schaffen, wurde angestrebt, alle in der Literatur bekanntgewordenen experimentellen Resultate zusammenzufassen und die zugehörigen Texte wörtlich zu zitieren, nicht nach irgendwelchen Sammelwerken, sondern nach den Originalarbeiten. Das zugehörige Literaturverzeichnis umfaßt zirka 150 Schriften.

Diese Ergebnisse sind tabellarisch zusammengefaßt worden, und zwar in einer chronologischen Folge (Tabelle 26) und einer geographischen Liste (Tabelle 27 und 28). Man ersieht daraus, daß in Bayern seit der Entdeckung des Uranglimmers bei Wölsendorf (*Flurl*, 1804) und am Hühnerkobel (*Brunner*, 1806) in fast 160 Jahren von nahezu 40 Fundorten Uranmineralien bekannt geworden sind. Es handelt sich: um kleinste Kriställchen von *Uraninit* UO_2 , aus Graniten, Pegmatiten und den Wölsendorfer Gängen; um einen strahlungsaktiven *Anatas*, um *Coffinit* $U[SiO_4]$ und *Pechblende* U_2O_8 , alle drei von Wölsendorf; um *Torbernit* und *Autunit* von zahlreichen Fundstellen, um *Uranocircit*, *Phosphuranylit*, *Sabugalit*, *Uranophan* und *Schoepit* von einzelnen Fundorten (Wölsendorf, Lengenfeld, Schönthan, Erkersreuth, Hagendorf); und schließlich als Seltenheit aus Wölsendorf um *Ianthinit*, *Becquerelit*, *Fourmarierit*, *Wölsendorfit*, *Curit*, *Uranopilit*, *Zippeit*, *Johannit*, *Saléit*, *Bassetit*, *Dewindlit*, *Parsonsit*, *Sklodowskit* und *Kasolit*.

Tabelle 26. Chronologie der Erst-Funde und Erst-Untersuchungen von Uranmineralien in Bayern.

(Mineralbezeichnungen wie in der Original-Literatur)

Flurl, 1804/05 (mitgeteilt durch *Bertele* 1804, durch *Flurl* 1805): Zeisiggrüner Uranglimmer von Wölsendorf.

<i>Brunner</i> , 1806	}	Uranglimmer vom Hühnerkobel
<i>Kneißl</i> , 1811		
<i>Leonhard</i> , 1818		

Walchner, 1829: Kalk-Uranglimmer vom Hühnerkobel.

Schafhäutl, 1843: Deutungsversuch für den Zusammenhang zwischen Farbe und Geruch des Wölsendorfer Flußspates.

Giebel, 1848: Uranglimmer und Uranpecherz im Fichtelgebirge, ohne nähere Fundorte (?).

Wineberger, 1851: Nach Mitteilung von Herrn Bergmeister *Rust* Uranglimmer und Uranocker vom Hühnerkobel.

Hugo *Müller*, 1851/52: „Chalkolith“ (*Torbernit*) von der Sägmühle bei Tirschenreuth, Kalkuranit von Schwarzenbach bei Tirschenreuth, Kalkuranglimmer vom Hühnerkobel.

Hornberg, 1854: „Chalkolith“ (*Torbernit*) von Wölsendorf.

Hornberg, 1862: Uranit von der Blötz bei Bodenmais.

- Hornberg*, 1862: Uranocker von der Birkhöhe (Stadlerhaus) in Zwiesel.
- Gümbel*, 1868: Uranglimmer von der Taferlhöhe bei Oberfrauenau (Bayer. Wald).
- Bořický*, 1870: „Uranotil“ (Uranophan) von Wölsendorf (mit kristallogr. Daten von *Zevarovich*).
- Löw*, 1881: Nachweis von freiem Fluor im Flußspat von Wölsendorf.
- Sandberger*, 1886: Kalkuranglimmer vom Epprechtstein, Kupferuranglimmer und Kalkuranglimmer von Göpfersgrün.
- Sandberger*, 1888: Kupferuranglimmer vom Epprechtstein.
- Albert *Schmidt*, 1895: Kupferuranglimmer vom Gregnitzgrund, Brand bei Ebnath, Selb; Kalkuranglimmer von Mehlmeisel.
- Praessar*, 1896: Autunit von Brand bei Ebnath.
- Albert *Schmidt*, 1903: Kupferuranglimmer vom Fuchsbau (gute Zusammensetzung fürs Fichtelgebirge).
- Ammon*, 1910: Chemische Analyse von Kupferuranit vom Fuchsbau; Kalkuranglimmer von Reinersreuth, vom Fuchsbau und von Neubau bei Fichtelberg.
- Güntber*, 1914: Kalkuranglimmer vom Fuchsbau, von Neubau bei Fichtelberg, von Reinersreuth am Waldstein.
Radioaktivitätsmessungen an Kalk- und Kupferuranglimmer.
- Henrich*, 1917: Chemische Analyse von Kupferuranit vom Fuchsbau.
- Henrich*, 1920: Radioaktive Mineralien als Ursache von Farbe und Geruch des Wölsendorfer Stinkspates.
- Laubmann-Steinmetz*, 1920: Kalkuranglimmer von Hagendorf-Nord; Uranglimmer, „wohl Kalkuranit“, von Pleystein.
- Laubmann*, 1920: Kalkuranit von Wildenau-Plößberg.
- Scholz*, 1920: Funde von Pechblende bei Wölsendorf (siehe *Henrich* 1924).
- Mieleitner*, 1921: Kalkuranit vom Gregnitzgrund.
- Henrich*, 1922: Chemische Analyse von Kalkuranglimmer vom Fuchsbau.
- Mügge*, 1923: Radioaktive Höfe im Flußspat von Wölsendorf; optische Daten für „Uranotil“ (Uranophan) von Wölsendorf, Zersetzungsprodukte der Uranglimmer von Wölsendorf.
- Henrich*, 1924: Analyse des von *Scholz* gefundenen „Uranpecherzes“ (Pechblende) von Wölsendorf.
- Laubmann*, 1924: Kalkuranglimmer von Beidl, Uranglimmer vom Rudolfstein; Kalkuranglimmer von Wölsendorf.
- Henrich*, 1924: Uranglimmer von Floßenbürg „längst bekannt“.
- Drechsler*, 1924: Chemische Analysen für folgende Mineralien vom Johanneschacht⁵³: Kupferuranglimmer, Autunit, Uranocircit, „Uranotil“ (Uranophan), Phosphuranlylit (?). Genannt werden Pechblende und Uranocker vom Johanneschacht, Calcium-Uranglimmer von der Grube Roland und vom Marienschacht.
- Scholz*, 1924: Kristalle von „Uranpecherz“ (Uraninit) und Uranocker pseudomorph nach Uraninit, von Hagendorf, von Wildenau-Plößberg und vom Hühnerkobel.

⁵³ Die hier und im folgenden verwendete Bezeichnung „Johanneschacht“ umfaßt die früheren Abbaue: *Gümbels* „Wölsendorfer Gang“ = „Staatsbruch“, *Gümbels* „Wölsendorfer Gang“ = „Barbaraschacht“, „Grube Hans Bauer“ = „Weberbruch“, „Grube Pfeiffer & Frey“ = „Fischerbruch“.

- Goebel*, 1930: Grellrote und gelbe Zersetzungsprodukte von „Uranpecherz“ (Pechblende) von Wölsendorf.
- Schoep & Scholz*, 1931: Ianthinit, Becquerelit, Schoepit, Fourmarierit, Dewindtit, Parsonsit und Kasolit, wohl vom Johannesschacht.
- Kobl & Haller*, 1934: Uranopilit und Gummit vom Johannesschacht; Kupferuranit und Uranocircit vom Marienschacht.
- Hecht & Kroupa*, 1936: Analyse und Altersbestimmung an der Pechblende von Wölsendorf.
- Steinöcher & Novaček*, 1939: „ β -Uranotil“ (β -Uranophan) von Wölsendorf.
- Kummer*, 1949: „Uranpechblende“ (Uraninit) vom Rudolfstein.
- Frondel*, 1950: Gemenge oder zonare Verwachsung von Dewindtit mit Phosphuranylit von Wölsendorf.
- Kobl*, 1951: Uranocircit von der Grube Roland (gefunden 1938); Uranglimmer von Altrandsberg.
- Strunz*, 1952: „Uranotil“ (Uranophan) von Hagendorf-Nord.
- Neubaus*, 1953: Uraninitgehalt im Granit vom Rudolfstein.
- Bültemann*, 1954: Pb-Becquerelit, Curit, Sklodowskit und Bassetit von Wölsendorf, Saléit vom Johannesschacht. Fluoreszenzanalyse an Torbernit, Autunit, „Uranotil“ (Uranophan), Ianthinit, Becquerelit, Schoepit, Fourmarierit, Uranopilit, Phosphuranylit, Dewindtit, Parsonsit und Kasolit von Wölsendorf.
- Ziehr*, 1954: Anstehende Pechblende von Wölsendorf.
- Riedel*, 1955: Torbernit, Autunit, Uranophan, Kasolit und „Uranocker“ vom Annagang und Grube Roland, Wölsendorf.
- Protas*, 1957: Wölsendorfit.
- Frondel*, 1957: Ca-Kasolit von Wölsendorf (briefl. Mitteilung).
- Fischer*, 1957: Uraninit im Granit von Flossenbürg.
- Ziehr*, 1957: Uraninit und Torbernit im Granit von Flossenbürg.
- Ziehr, Vierling*, 1957: Autunit von Klobenreuth.
- Ziehr* (siehe *Vierling*), 1958: Uraninit und Uranglimmer aus einer Bohrung bei Altenhammer.
- Tennyson*, 1958: } Radioaktive Höfe um Uraninit im Columbit von Hagendorf.
Ramdohr, 1958: }
- Küttner*, 1959: Kristallchemische Untersuchungen an Orthotorbernit und Metatorbernit vom Rudolfstein, Feststellung einer triklinen Struktur-Variante.
- Strunz*, 1960: Uraninit vom Epprechtstein und Fuchsbau; Metatorbernit und Metaautunit von der „Zinngrube Konstantin bei Weißenhaid“.
- Strunz & Seeliger*, 1960: Coffinit von Wölsendorf, 6 nicht identifizierbare Uranmineralien; radioaktiver Anatas im Nebengestein.
- Strunz*, 1961: Orthotorbernit und Metatorbernit von Altrandsberg; Sabugalit von Lengenfeld, Uranocircit von Schönthan, Autunit und Phosphuranylit von Erkersreuth.
- Strunz*, 1961: Epitaxie von Uraninit auf Columbit, Hagendorf.
- Ramdohr*, 1961: nach *Bültemann* Coffinit von Altrandsberg.
- Strunz & Tennyson*, 1961: Meta-Autunit und Ortho-Torbernit von Frath, Autunit vom Frath-Stollen; Autunit von Cham-Katzberg.

Tabelle 27. Geographische Liste zu den Uranfunden in Bayern.

	Uranglimmer	Torbernit	Autunit	Sonstige
A. Fichtelgebirge:				
Kleiner Kornberg	—	<i>Scholz</i> ca. 1930 (unpubl.)	—	—
Epprechtstein	—	<i>Sandberger</i> 1888, <i>Machbert</i> 1894, <i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Dürrfeld</i> 1909, <i>Ammon</i> 1910	<i>Sandberger</i> 1886, <i>Machbert</i> 1894, <i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Dürrfeld</i> 1910, <i>Ammon</i> 1910	Uraninit (<i>Strunz</i> 1960)
Waldstein (Reinersreuth)	—	<i>Scholz</i> 1924	<i>Ammon</i> 1910 (evtl. früher) <i>Güntber</i> 1914	—
Rudolfstein	<i>Laubmann</i> 1924, <i>Henrich</i> 1924	<i>Neubaus</i> 1953, <i>Bültemann</i> 1954, <i>Küttner</i> 1959, <i>Strunz</i> 1960	—	Uraninit (<i>Kummer</i> 1949, <i>Neubaus</i> 1953, <i>Strunz</i> 1960)
Weißensstadt, am Friedhof	—	<i>Strunz</i> 1939 (unpubl.)	<i>Strunz</i> 1939 (unpubl.)	—
Zinngrube Konstantin bei Weißensheid	—	<i>Strunz</i> 1960	<i>Strunz</i> 1960	—
Fuchsbau	—	<i>Schmidt</i> 1903, <i>Ammon</i> 1910 ⁵⁴ , <i>Güntber</i> 1914, <i>Henrich</i> 1917 ⁵⁴	<i>Ammon</i> 1910, <i>Güntber</i> 1914, <i>Mieleitner</i> 1921, <i>Henrich</i> 1922 ⁵⁴	Uraninit (<i>Strunz</i> 1960)
Gregnitzgrund	—	<i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Ammon</i> 1910, <i>Scholz</i> 1924	<i>Mieleitner</i> 1921	—
Neubau bei Fichtelberg	—	—	<i>Ammon</i> 1910, <i>Güntber</i> 1914,	—
Göpfersgrün	<i>Laubmann</i> 1924	<i>Sandberger</i> 1886, <i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Ammon</i> 1910	<i>Sandberger</i> 1886, <i>Schmidt</i> 1903, <i>Ammon</i> 1910	—
Mehlmeisel	—	—	<i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Ammon</i> 1910	—
Brand b. Ebnath	—	<i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Ammon</i> 1910	<i>Praessar</i> 1896	—
Selb	—	<i>Schmidt</i> 1895/1903, <i>Ammon</i> 1910	—	—
B. Oberpfälzer Wald:				
Sägmühle bei Tirschenreuth	<i>Ammon</i> 1910	<i>Müller</i> 1851/52, <i>Haupt</i> 1852	—	—
Schwarzenbach	—	—	<i>Müller</i> 1852	—
Lengenfeld	—	—	—	Sabugalit (<i>Strunz</i> 1961)
Beidl	—	—	<i>Laubmann</i> 1924	—
Schönthan	—	—	—	Uranocircit (<i>Strunz</i> 1961)
Erkersreuth	—	—	<i>Strunz</i> 1961	Phosphuranilit (<i>Strunz</i> 1961)
Wildenau-Plößberg	—	<i>Strunz</i> 1938 (unpubl.)	<i>Laubmann</i> 1920	Uraninit, „Uranocker“ (<i>Scholz</i> 1924)
Flossenbürg	<i>Henrich</i> 1924 (od. früher)	<i>Ziebr</i> 1957	<i>Strunz</i> 1952, <i>Scharf</i> 1957, <i>Ziebr</i> 1957, <i>Vierling</i> 1957	Uraninit (<i>Fischer</i> 1957)
Altenhammer-Gaismühle	—	—	<i>Strunz</i> 1960 (unpubl.)	—
Bohrung Altenhammer	<i>Vierling</i> (<i>Ziebr</i>) 1958	—	—	Uraninit (<i>Vierling</i> , <i>Ziebr</i> 1958)
Klobenreuth	—	—	<i>Ziebr</i> , <i>Vierling</i> 1957	—
Hagendorf-Nord	—	<i>Strunz</i> 1952	<i>Laubmann-Steinmetz</i> 1920, <i>Müllbauer</i> 1925, <i>Strunz</i> 1952	Uraninit, „Uranocker“ (<i>Scholz</i> 1924, <i>Müllbauer</i> 1925), Uranophan (<i>Strunz</i> 1952)
Hagendorf-Süd	—	<i>Bültemann</i> 1954, <i>Strunz</i> (unpubl.)	<i>Scholz</i> 1924, <i>Strunz</i> 1952, <i>Tennyson</i> 1958	Uraninit (<i>Scholz</i> 1924, <i>Ramdohr</i> 1958, <i>Tennyson</i> 1958), β -Uranophan (<i>Tennyson</i> 1958), Schocpit (<i>Bültemann</i> 1954)
Pleystein	<i>Laubmann-Steinmetz</i> 1920	<i>Strunz-Wilk</i> 1960	<i>Laubmann</i> 1924	„Uranocker“ (<i>Scholz</i> 1924)
Wölsendorf (siehe Tabelle 28)	—	—	—	—
Uckersdorf	—	1961 (unpubl.)	1961 (unpubl.)	—
C. Bayerischer Wald:				
Cham-Katzberg	—	—	<i>Strunz-Tennyson</i> 1961	—
Altrandsberg	<i>Kobl</i> 1951	<i>Strunz</i> 1961	—	Coffinit (<i>Ramdohr</i> , <i>Bültemann</i> 1961)
Pommetsau	—	Bayr. OBA. 1961	—	—
Hühnerkobel	<i>Brunner</i> 1806, <i>Kneißl</i> 1811, <i>Leonbard</i> 1818/21, <i>Boué</i> 1829, <i>Beudant</i> 1832 („Chalkolith“), <i>Wineberger</i> 1851, <i>Haupt</i> 1852, <i>Besnard</i> 1854, <i>Gümbel</i> 1868, <i>Laubmann</i> 1920	<i>Ammon</i> 1910	<i>Walchner</i> 1829, <i>Müller</i> 1852, <i>Ammon</i> 1910, <i>Strunz-Tennyson</i> 1961	„Uranocker“ (<i>Wineberger</i> 1851, <i>Besnard</i> 1854, <i>Gümbel</i> 1868, <i>Laubmann</i> 1920, <i>Scholz</i> 1924) Uraninit (<i>Scholz</i> 1925)
Frath bei Bodenmais	—	<i>Strunz-Tennyson</i> 1961	<i>Strunz-Tennyson</i> 1961	—
Blötz bei Bodenmais	—	—	<i>Hornberg</i> 1862	—
Birkhöhe in Zwiesel (Stadlerhaus)	—	—	—	„Uranocker“ (<i>Hornberg</i> 1862)
Taferlhöhe bei Oberfrauenau	<i>Gümbel</i> 1868, <i>Ammon</i> 1910	—	—	—
Hauzenberg	<i>Ammon</i> 1910, (<i>Oebbeke</i> ?)	—	—	—

⁵⁴ Chemische Analyse.

Tabelle 28. Die Uranfunde bei Wölsendorf (Ch. Tennyson).

	Strahlungsaktiver Anatas	Uraninit	Pechblende	Coffinit	Gummit	Ianthinit	Becquerelit	Schoepit	Fourmarierit	Wölsendorffit	Curit	Uranopilit	Zippeit	Johannit	„Uranglimmer“	Torbernit	Autunit	Uranocircit	Saléit	Bassetit	Phosphuranylit	Dewindtit	Parsonsit	Uranophan	β-Uranophan	Sklodowskit	Kasolit	Ca-Kasolit	„Uranocker“ ⁵⁹	
Ohne Unterscheidung der Gruben			3												1	6	5													
		32	32	10											2	8	6													
				12	32		23	23	23	23	30	24	23		3	13	13	23		25	21	21	20	13	19	24	23	29	23	
				15	33		24	24 ⁵⁸	24	24			24		4	23	23	24			23	23	23	15	24	26	24			
				18 ⁵⁶	35	26	26	26	26	26			26	26	5	24	24	26			24	24	24	23	26		26			
				23											9	26	26				26	26	26	24						
				26											15							26	26	26	26					
			28																											
			32																											
Erna- und Annagang																														
Grube Roland			31	34																										
			34																											
Johannesschacht ⁵⁵ (mit Barbaraschacht)			14																											
			16	32	17	16	16	16	16		22	17	22	22	14	14 ⁵⁷	14 ⁵⁷	14 ⁵⁷	24		14 ⁵⁷	16	16	14 ⁵⁷	22		16		14	
			17	34	22	17	17	22	17			22				22	17	17			22	22	22	16						
			22			22	22		22								22	22						17			17			
			26														26						22				22			
			34																				26							
Marienschacht (= Grube Gewerkschaft)			26	32																										
			34	34													17	14	17											
Grube „Heißer Stein“			34	34																										

Erklärung der Bezifferung von Tabelle 28

- 1 = Bertele, 1804
 2 = Flurl, 1805
 3 = Leonhard, 1808
 4 = Leonhard, 1821
 5 = Besnard, 1854
 6 = Hornberg, 1854
 7 = Boricky, 1870
 8 = Sandberger, 1888
 9 = Priehäußer, 1908
 10 = Scholz, um 1920
 11 = Mügge, 1923
 12 = Henrich, 1924

- 13 = Laubmann, 1924
 14 = Drechsler, 1924
 15 = Goebel, 1930
 16 = Schoep & Scholz, 1931
 17 = Kobl & Haller, 1934
 18 = Hecht & Kroupa, 1936
 19 = Steinocher & Novacek, 1939
 20 = Frondel, 1950
 21 = Frondel, 1950
 22 = Kobl, 1951
 23 = Tennyson, in Strunz, 1952
 24 = Bültemann, 1954

- 25 = Bültemann, 1954
 26 = Ziebr, 1954/55
 27 = Riedel, 1955
 28 = Ramdohr, 1955/60
 29 = Frondel, 1957 (Briefl. Mitteilung)
 30 = Protas, 1957
 31 = Teuscher & Budde, 1957
 32 = Strunz & Seeliger, 1960
 33 = Ramdohr, 1961
 34 = Ziebr, 1961
 35 = Strunz & Seeliger, 1961

⁵⁵ Die hier verwendete Bezeichnung „Johannesschacht“ umfaßt die früheren Abbaue: Gumbels „Wölsendorfer Gang“ = „Staatsbruch“, Gumbels „Wölsenberger Gang“ = „Barbaraschacht“, „Grube Hans Bauer“ = „Weberbruch“, „Grube Pfeiffer & Frey“ = „Fischerbruch“.

⁵⁶ Chemische Analyse, Altersbestimmung.

⁵⁷ Chemische Analyse.

⁵⁸ Pb-Becquerelit.

⁵⁹ Als Ausblühungen in Stollen und Schächten sowie auf den Halden mindestens drei verschiedene Uranyl-Sulfate umfassend.

Durch systematisches Suchen während dreier Jahrzehnte konnte Verfasser die meisten der in der Literatur genannten Lokalitäten auffinden. Als verschollen müssen zur Zeit die Fundstellen bei Mehlmeisel, Neubau bei Fichtelberg und bei Selb gelten, wo es sich offenbar um Uranglimmer auf Klüften kleiner Granitbrüche handelte. Von allen anderen Fundstellen und Lagerstätten konnte Verfasser bei wiederholten Begehungen und z.T. zahlreichen Grubenfahrten immer wieder Material sammeln und der Untersuchung zugänglich machen. Die Ergebnisse sind chronologisch und geographisch registriert worden.

Zur Entstehung der somit bekannten Uranmineralien von Passau bis Bad Steben ist zu sagen, daß sie alle Differentiate von Graniten sudetischen Alters sind. Diese Granite liegen bei Wölsendorf, z.T. am Pfahl, vielleicht bei Erkersreuth und bei Bad Steben am tiefsten unter dem heutigen Erosionsniveau und somit konnten ihre hydrothermalen Differentiate erhalten bleiben. Sie liegen bei Hagedorf-Tirschenreuth und am Hühnerkobel um ein „Stockwerk“ höher, so daß heute ihre uranführenden Pegmatite angeschnitten sind. Es folgen um ein weiteres „Stockwerk“ höher die Granite des Fichtelgebirges, deren Miarolen und pneumatolytisch erfüllte Klüfte und „Zinngranite“ heute angeschnitten werden und sie liegen schließlich im Südlichen Bayerischen Wald am höchsten, d.h. sie streichen mit sterilen Kernzonen der Plutone zu Tage aus.

Das geochemische Verhalten des Urans ist somit nicht allein durch seine Affinität zu Sauerstoff, sondern auch durch seine Affinität zu den leichtflüchtigen Bestandteilen des Magmas gekennzeichnet. Die Kernzonen der Granitplutone sind praktisch uranfrei, die pneumatolytischen Bereiche und Pegmatite führen kleine Kriställchen von Uraninit, die hydrothermalen Gänge enthalten primär die stärksten Anreicherungen an Uran, zum Teil auf bauwürdigen Lagerstätten. Durch sekundäre Mobilisation, durch Lösung und Oxydation zu $[\text{UO}_2]^{2+}$ und darauf folgende Auskristallisation als Uranyl-Hydroxyde, Carbonate, Sulfate, Phosphate und Silikate können weitere Anreicherungen erfolgen, so auf den Klüften der Zinngranite und Pegmatite, aber auch auf den Gangvorkommen.

Von den sedimentären Gesteinen sind die Doggersandsteine und Malmkalke, die Kiesel- und Kalksandsteine der Kreideformation sowie tertiäre und quartäre Sande und Schotter offenbar am uranärmsten. Urangelhalte bis zu 200 und 600 g/t Gestein wurden hingegen in einigen Horizonten der Trias-Gesteine festgestellt, so im Oberen Buntsandstein (Plattensandstein) zwischen dem südlichen Odenwald und Mainfranken, im Mittleren Keuper (Burgsandstein) von Mittelfranken und im Braunkohlentertiär von Wackersdorf, ohne jedoch im einzelnen Uran-Mineralien erkennen zu lassen. In weiten Gebieten Frankens fallen die radioaktiven Horizonte des Burgsandsteins mit der Zirkon-Rutil-Monazit-Provinz zusammen, deren Transportweg vom Vindelizischen Land etwa zwischen dem Ries und Regensburg nach Norden führte, offenbar mit der Hauptachse Weißenburg-Nürnberg-Erlangen (*Wasserstein* 1933, *Haarländer & Schnitzer* 1961).

Von den genannten Fundorten oder Fundortsgruppen können bis heute lediglich drei als Lagerstätten bezeichnet werden, und zwar a) das Vorkommen am Rudolfstein bei Weißenstadt, b) die Fundortsgruppe bei Tirschenreuth und c) Wölsendorf.

a) *Rudolfstein*. Am Rudolfstein bei Weißenstadt im Fichtelgebirge wird feinkörniger „Zinngranit“ von steil hercynisch streichenden Q-Klüften durchsetzt, längs denen Greisenbildung stattgefunden hat, nahe der heutigen Oberfläche mit Zinnsteinführung, in der Teufe vorwiegend mit Arsenkies in schönen Kristallen,

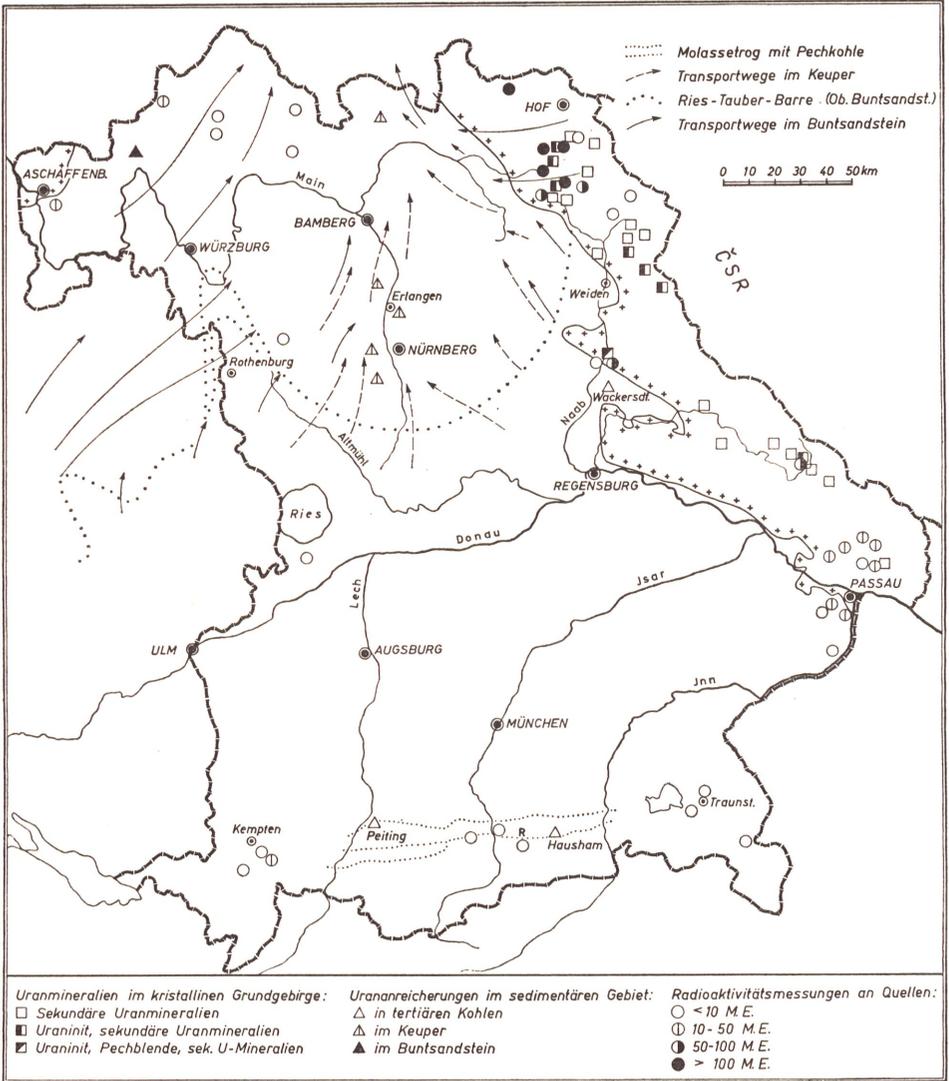


Abb. 66. Uranminerale, Molekulare $[UO_2]^{2-}$ -Anreicherungen und Radonhaltige Quellen in Bayern. Übersichtskarte. (Man vergleiche die jeweiligen Einzeldarstellungen der vorliegenden Monographie.)

daneben mit Kupferkies, Pyrit und selten Wolframit; mikroskopisch konnten Zinnwaldit, reichlich Topas, Fluorit, Zinkblende, Zinnkies, Kupferglanz u. a. festgestellt werden. Bevorzugt senkrecht zu den Greisenzügen verlaufen die später aufgerissenen S-Klüfte und Ruscheln und hier befindet sich in bauwürdiger Menge das Uranmineral Torbernit, allerdings nur in einer Erstreckung von rund 10—15 Metern vom Hauptgreisenzug entfernt und bis in eine Teufe von rund 200 Metern. Beim bergmännischen Aufschluß des Hauptgreisenzuges in 500 m streichender Länge und bis 300 m Teufe (auf 5 Sohlen) wurden einige zwanzig Torbernitklüfte mit starker Kaolinisierung und Limonitierung des Granitmaterials festgestellt (Maximilianshütte, Sulzbach-Rosenberg). Nach F. *Schumacher* gibt es hinsichtlich des Urangelhaltes weder im Streichen noch im Fallen der Klüfte eine Gesetzmäßigkeit. Der Inhalt wurde auf 60 bis 75 t U_3O_8 berechnet, wovon 40 bis 50 t als sicher nachgewiesen gelten. Die Entstehung wird auf vagabundierende Thermen oder zirkulierende Tageswässer zurückzuführen sein, die Uranyl- und PO_4 -Tonen in die Nähe des Cu-führenden Greisenzuges brachten und den schwer löslichen Kupferuranglimmer Torbernit auskristallisieren ließen; es wäre auch das Kupferuranyl-Arsenat Zeunerit zu erwarten. Der Granit enthält die von *Neubaus* festgestellten Uraninit-Oktaederchen, mit ca. 9 g Uran pro Tonne Gestein, nach *Kummer* mit ca. 40 g U pro Tonne. Wegen zu niedriger Gehalte und zu hoher Kosten wäre ein Abbau jedoch unwirtschaftlich.

b) *Tirschenreuth*. Bei Tirschenreuth beginnt ein von Falkenberg bis Floßenburg und Leuchtenberg reichender Granitpluton, der südlich Tirschenreuth in eine 20 bis 60 m mächtige autochthone Zersatzdecke verwandelt ist, zu welcher auch die autochthone Kaolinlagerstätte von der Schmelitz 3 km südlich von Tirschenreuth gehört. Der Granit ist grobporphyrisch entwickelt, von lichter Farbe — z. B. „Eisgranit“ von Liebenstein — und führt nach Th. *Ernst* gelegentlich als primäres Uranmineral u. a. einen strahlungsaktiven Anatas⁶⁰. Sekundäre Uranmineralien treten mitunter stark angereichert auf; so beschrieb Hugo *Müller* bereits 1851/52 Torbernit und Autunit von der Sägmühle westlich Tirschenreuth bzw. von Schwarzenbach; *Laubmann* fügte 1924 Autunit von Beidl bei Schönficht hinzu; ferner konnten 1960 Sabugalit bei Lengenfeld, Uranocircit bei Schönthan und Phosphuranylit bei Erkersreuth identifiziert werden. Autunit und Phosphuranylit befinden sich bei Erkersreuth in einem stark zersetzten Grünschiefer, Sabugalit bei Lengenfeld in Klüften des Granits. — Auch hier werden wie am Rudolfstein teils vagabundierende Thermalwässer, teils zirkulierende Tageswässer für lokale Anreicherung der sekundären Uranmineralien auf Granitklüften bzw. im Zersatz verantwortlich sein. Die Kluftrichtungen sind hier weniger konstant als im Fichtelgebirge. Wie F. *Schumacher* auf der Tagung der DMG in Bonn (1960) mitteilte, sind im Tirschenreuther Gebiet von der Maximilianshütte seit 1957 an einigen zwanzig Stellen teils Schürfschächte und Schürffgraben angelegt, teils Kernbohrungen durchgeführt worden. Der UO_2 -Gehalt soll, über viele kleinere Vorkommen verstreut, zur Zeit 30 t UO_2 nicht übersteigen, lokal jedoch bis 3% UO_2 ausmachen. Ob einmal ein Abbau erfolgen wird, kann heute nicht gesagt werden. Im gleichen Gesteinsverband sind jenseits der Landesgrenze, auf dem Territorium der ČSR, Pechblendegänge seit über 60 Jahren bekannt und sollen derzeit in Abbau stehen.

c) *Wölsendorf*. Das Wölsendorfer Flußspat-Revier, ein hercynisch gerichtetes Gangsystem von 15 km streichender Länge, im südlichen Oberpfälzer Wald ge-

⁶⁰ Briefliche Mitteilung vom 25. 4. 1961.

legen, verdankt seine Entstehung der Thermaltätigkeit tiefliegender sudetischer Granit-Plutone, die in das uralte moldanubische Dachgestein eindrangen und eine im Oberkarbon aufgebrochene 130 km lange Spalte, die Pfahlspalte, mineralisierten. Die Gangmasse des Pfahles besteht auf über 100 km Länge aus Quarz, am westlichen Ende, bei Wölsendorf, entstanden als Gangfüllung Flußspat, Schwespat, Bleiglanz, Zinkblende und auch Uranerze. Einzelheiten über Streichen und Fallen sind aus Beilagekarte 3 zu ersehen, die im wesentlichen der Monographie „Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern“ (Strunz 1951/52) entnommen ist und durch die Ergebnisse der Radioaktivitätsmessungen von Henrich (1920) sowie Teuscher & Budde (1957) ergänzt wurde.

Es sind bis jetzt einige 30 bauwürdige Gänge bekannt, die während der letzten 10 Jahre rund 1,5 Millionen Tonnen Flußspat und reichlich Schwespat geliefert haben. Die Uranerze befinden sich im mittleren Teil des Reviers. Während die Sekundärminerale durch ihre grüne und gelbe Farbe seit langem aufgefallen waren (siehe Kapitel III sowie Tabelle 20), ist als erstes Primärerz die *Pechblende* nicht vor 1920/24/25 mit Sicherheit bekanntgeworden (Scholz, Henrich, Drechsler, vgl. Kapitel II vorliegender Monographie), und erst Ziebr konnte sie 1953 anstehend in der Grube Marienschacht nachweisen. Als weitere primäre Uranminerale wurden 1959/60 *Uraninit* und *Coffinit* festgestellt (Strunz & Seeliger), von denen letzterer in vier Varietäten auftreten kann, als idiomorpher frischer *Coffinit*, als xenomorpher frischer *Coffinit*, als isotropisierter *Coffinit* und in Form von Pseudomorphosen (Strunz & Seeliger 1961). Besondere Aufmerksamkeit sollte in Zukunft einem *Anatas* in einem Belag von Hornsteinquarz gewidmet werden (Strunz & Seeliger 1960, Abb. 27), der sich — entsprechend einem Hinweis von Th. Ernst auf analoges Material aus dem nördlichen Oberpfälzer Wald (Brief vom 25. 4. 1961) als strahlungsaktiv erwiesen hat.

Man kennt die genannten Primärminerale von der Grube *Johannes-schacht*, dem westlichen Teil der Grube *Marienschacht* und in einzelnen Funden von der Grube *Heißer Stein* und der Grube *Roland*. Sie treten oberflächennah bis in 180 m Tiefe unregelmäßig in Gängchen und Nestern im roten Granit und Stinkspat auf und sind zeitlich nach einem Belag von Hornsteinquarz und dem Stinkspat verhältnismäßig tieftemperiert entstanden. Eine Einordnung in die Lagerstätten-systematik ist nicht einfach, sicher ist die Zugehörigkeit zum Gangtypus der sogenannten Kobalt-Silber-Nickel-Wismut-Uran-Erzformation, wie auch P. Ramdohr (1961) bestätigt hat; sie entsprechen strukturell und z. T. auch genetisch ganz denen von Joachimsthal und vom Großen Bärenssee, paragenetisch weichen sie von jenen insofern etwas ab, als begleitende Arsenide des Kobalts und Nickels zurücktreten auf Kosten von Sulfiden des Kupfers und des Eisens, ohne indessen aber ganz zu fehlen. In dieser Hinsicht ist das Wölsendorfer Vorkommen dem Katanga-Typus ähnlicher. Es ist wie in Katanga eine ältere, hochtemperierte Teilparagenese mit kristallisiertem *Uraninit*, *Arsenkie*, *Safflorit*, *Linneit* (?) usw. vorhanden gewesen, bevor die jüngere, kolloidal struierte *Pechblende*, den Hauptteil der Vererzung bildend, entstanden ist.

Die sekundären Uranminerale treten oberflächennah auf, blieben beim Flußspatabbau bergmännisch unbeachtet und sind heute weitgehend verschwunden. Die primären Uranerze wurden während der letzten Jahre beim Abbau des Flußspates ausgehalten, auf zwei Halden gesammelt und kürzlich der Aufbereitung übergeben. Die anstehenden Erze können auf nahezu 100 000 Tonnen mit fast

200 Tonnen Uran-Inhalt geschätzt werden; er würde mit einem angeblichen Durchschnitt von 0,2% U ziemlich hoch liegen. Nach *Buschendorf* befinden sich 500 bis 600 g Uran in der Tonne Haufwerk.

Nach *Schumacher* (Angewandte Chemie 1961) ergibt sich mit den genannten drei Lagerstätten — Rudolfstein, Tirschenreuth, Wölsendorf — einschließlich Wittichen im Schwarzwald und Ellweiler in der Rheinpfalz für die Bundesrepublik ein Gesamtvorrat von etwa 400 Tonnen Uranoxyd, wovon der Hauptteil auf Wölsendorf entfällt.

LITERATUR

A) Fichtelgebirge

- B. H. G.*: Uranvorkommen im Fichtelgebirge. — Umschau **54**. 1954. 278.
- Dürrfeld, V.*: Die Drusenmineralien des Waldsteingranits im Fichtelgebirge. — Z. Krist. **46**. 1909. 563—598. — Nachtrag: Z. Krist. **47**. 1910. 242—248.
- Giebe, P.*: Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und der angrenzenden fränkischen Gebiete. — Geogn. Jh. **7**. 1894. 1—56.
- Günther, H.*: Radioaktive Erscheinungen im Fichtelgebirge. Über die Radioaktivität der Stebener Mineralquellen. — Dissertation, T. H. München 1914. 149 S.
- Hammer*: Die Radioaktivität der Stebener Stahlquellen. — Münchener Medizin. Wochenschrift **54**. 1907. S. 373.
- Henrich, F.*: Über radioaktive Mineralien in Bayern. — a) Sitz.-Ber. phys.-med. Soc. Erlangen **46**. 1914. — b) Journ. Prakt. Chem. **96**. 1917. 73—85.
- Über den Stand der Untersuchung der Wässer und Gesteine Bayerns auf Radioaktivität etc. — Z. Angew. Chem. **33**. 1920. 5—8 und 13—14.
- Beiträge zur Kenntnis der Kalkuranglimmer (Autunite). — Ber. D. Chem. Ges. **55**. 1922. 1212—1215.
- Kummer, A.*: Zu den Nachrichten über Uranerzfunde im Fichtelgebirge. — Z. f. Erzbergbau und Metallhüttenwesen. **2**. 1949. 384.
- Küttner, W.*: Zur Kenntnis des Torbergnits. — Hamburger Beitr. z. Angew. Mineralogie, Kristallphysik und Petrogenese. **2**. 1959. 116—135.
- Machert, W.*: Beiträge zur Kenntnis der Granite des Fichtelgebirges mit besonderer Berücksichtigung des Granites vom Epprechtstein und seiner Mineralführung. — Dissertation, Erlangen 1894.
- Mieleitner, K.*: Über einige Mineralien vom Fuchsbau im Fichtelgebirge. — Z. Krist. **56**. 1921. 90—94.
- Über einige Mineralien von der Gregnitz im Fichtelgebirge. — Z. Krist. **56**. 1921. 94—96.
- Neubaus, A.*: Über Uraninit im Granit von Weißenstadt, Fichtelgebirge. — Fortschr. Mineralogie **32**. 1953. 80—81.
- Sandberger, F. v.*: Uranglimmer (Kalk- und Kupfer-) im Fichtelgebirge. — N. Jb. Min. **1**. 1886. 250—251.
- Über Lithionitgranite mit besonderer Rücksicht auf jene des Fichtelgebirges, Erzgebirges und des nördlichen Böhmens. — Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss. **18**. 1888. 423—492.
- Bemerkungen über einige Mineralien aus dem Fichtelgebirge. — N. Jb. Min. **2**. 1892. 37—43.
- Schmidt, Albert*: Beobachtungen über das Vorkommen von Gesteinen und Mineralien in der Centralgruppe des Fichtelgebirges. — Dissertation, Erlangen 1895.
- Tabellarische Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes. — Bayreuth 1903. 84 S.
- Radioaktives aus dem Fichtelgebirge. — Zeitschr. Angew. Chem. **21**. 1908. 2368—2369.
- Schnitzer, W. A.*: Alte und neue Mineralfundpunkte in Pegmatiten des Fichtelgebirges. — Geol. Bl. NO-Bayern. **6**. 1956. 163—168.
- Scholz, A.*: Untersuchungen über Mineralführung und Mineralgenese der bayerischen Pegmatite. — Ber. Naturw. Ver. Regensburg **17**. 1924. 83—126.
- Schumacher, F.*: Die Uranvorkommen Mitteldeutschlands. — Die Atomwirtschaft **3**. 1958. 224—229.
- Strunz, H.*: Die Kluft- und Drusenmineralien der Fichtelgebirgsgranite. — Der Aufschluß **11**. 1960. 233—251.

B) Oberpfälzer Wald

- Bader*, H.: Apatite und Zirkone als sedimentäre Relikte in Metablastitgneisen der Oberpfalz. — N. Jb. Min., Mh. 1961. 169—179.
- Bertele*, G. A.: Handbuch der Mineralogie. — Landshut 1804. 511—513.
- Besnard*, A. F.: Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten. — Augsburg 1854. 69 S.
- Bořický*, v.: Uranotil, ein neues Mineral von Wölsendorf in Bayern. — N. Jb. Min. 1870. 780. (mit morphologischen Messungen von *Zevarovich*).
- Bültemann*, H. W.: Mineralien aus den Wölsendorfer Flußspatgruben. — Der Aufschluß 5. 1954. 211—212.
- Ein Eisenuranglimmer von Wölsendorf/Opf. — Der Aufschluß 5. 1954. 226—227.
- Dorn*, P.: Geologie der Flußspatlagerstätten der Bayerischen Ostmark. — Jb. Oberrh. Geol. Ver., N. F., 25. 1936. 1—23.
- Drechsler*, F.: Zur Mineralführung und Chemie der Oberpfälzer Flußspatgänge. — Ber. Naturw. Ver. Regensburg 17. 1924. 1—46. — N. Jb. Min. (A) 53. 1926.
- Düsing*, C.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6540, Oberviechtach. München 1959. 76—79.
- Engel*, H.: Zur Geschichte des Urans. — Der Aufschluß 7. 1956. 191—195.
- Fischer*, G.: Über das Moldanubikum der Bayerischen Oberpfalz. — Der Aufschluß. 6. Sonderheft 1957. 7—26.
- Flurl*, M. v.: Über die Gebirgsformationen in den dermaligen Churpfalz-bayerischen Staaten. München 1805. 83 S.
- Frondel*, C.: Studies of Uranium Minerals I: Parsonsite and Randite. — Am. Min. 35. 1950. 245—250.
- Studies of Uranium Minerals V: Phosphuranylite. — Am. Min. 35. 1950. 756—763.
- Goebel*, Luise: Radioaktive Umwandlungserscheinungen am Fluorit von Wölsendorf. — Akad. Wiss. Wien 139. 1930. 373—392.
- Gudden*, B.: Pleochroitische Höfe, ihre Ausbildungsformen und Verwendung zur geologischen Zeitmessung. — Dissertation, Göttingen 1919. 41 S. — Z. Krist. 56. 1921. 422 (Vortragsreferat).
- Gümbel*, C. W. v.: Verzeichnis der in der Oberpfalz vorkommenden Mineralien. — Korresp.-Bl. des Zoolog.-mineralog. Ver. Regensburg 7. 1853. 145—158.
- Geognostische Bemerkungen über das Vorkommen des antozonhaltigen Flußspates am Wölsenberg in der Oberpfalz. — Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss. 1863. 301—329.
- Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges. — Gotha 1868. S. 561.
- Haberlandt*, H. & *Schiener*, A.: Über Farbverteilungen beim Fluorit in ihrem Zusammenhang mit dem Kristallbau. — Z. Krist. 90. 1935. 193—214.
- Hecht*, F. & *Kroupa*, E.: Die Bedeutung der quantitativen Mikroanalyse radioaktiver Mineralien für die geologische Zeitmessung. — Z. Analyt. Chem. 106. 1936. 82—103.
- Henglein*, M.: Über orientierte Färbungen und Kieseinlagerungen im Fluorit und Verhalten bei Bestrahlung. — Zbl. Min. 1926. 54—63.
- Henrich*, F.: Über den Stand der Untersuchung der Wässer und Gesteine Bayerns auf Radioaktivität und über den Flußspat von Wölsendorf. — Z. Angew. Chem. 33. 1920. 20—22.
- Über ein Vorkommen von Uranpecherz in Bayern. — Z. Angew. Chem. 37. 1924. 667.
- Hornberg*, v.: Nachträge zu Dr. *Besnard's* Verzeichnis bayerischer Mineralien. — Korresp.-Bl. des Zoolog.-mineralog. Ver. Regensburg 8. 1854. 161—164.
- Kirchheimer*, F.: Bericht über das Vorkommen von Uran in Baden-Württemberg. — Abh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg. 2. 1957 (Bemerkung zur Entdeckung von Uranglimmer und Uranpecherz bei Wölsendorf u. a., S. 6—9).
- Kobl E.* & *Haller*, H.: Die Mineralführung der Wölsendorfer Flußspatgänge. — Z. Prakt. Geol. 42. 1934. 69—79.
- Kröger*, F.: The incorporation of uranium in calcium fluoride. — Physica 14. 1948. 488.
- Laubmann*, H. & *Steinmetz*, H.: Phosphatführende Pegmatite des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes. — Z. Krist. 55. 1920. 523—586.
- Leonhard*, C. C. v.: Handbuch einer allgemeinen topographischen Mineralogie. — Frankfurt 1808.
- Löw*, A.: Freies Fluor im Flußspat von Wölsendorf. — Ber. D. Chem. Ges. 14. 1881. 1144.
- Mügge*, O.: Über radioaktive Höfe in Flußspat, Spinell, Granat und Aenigmatit. — Göttinge: Nachrichten 1923. Heft 1. 1—16.
- Müllbauer*, F.: Die Phosphatpegmatite von Hagendorf in Bayern (Neue Beobachtungen). — Z. Krist. 61. 1925. 318—336.
- Müller*, Hugo: Über die geognostisch-mineralogischen Verhältnisse der Gegend von Tirschenreuth in der Oberpfalz. — Korresp.-Bl. Zoolog.-mineralog. Ver. Regensburg. 5. 1851. 180—182; 6. 1852. 33—76.

- Priebäuser*, M.: Die Flußspatgänge der Oberpfalz. — Z. Prakt. Geol. **16**. 1908. 265—269.
- Protas*, J.: La wölsendorfite, nouvelle espèce uranifère. — Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. **244**. 1957. 2942—2944.
- Przibram*, K.: Verfärbung und Lumineszenz. Wien 1953. 275 S.
- Ramdohr*, P.: Radioaktive Höfe in Quarz, Yttrifluorit und Zinnstein und neue Feststellungen über das atomare Bremsvermögen der Elemente. — N. Jb. Min. (A) **67**. 1933. 53—67.
- Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. — Berlin 1955, 2. Auflage 1960.
- Neue Beobachtungen über radioaktive Höfe und über radioaktive Sprengungen. — Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1957. Nr. 2. 1—17.
- Weitere Untersuchungen über radioaktive Höfe und andere radioaktive Einwirkungen auf natürliche Mineralien. — Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1958. Nr. 4. 9 + VII S.
- Recker*, K.: Über den Einbau von Uran in CaF_2 . — Angew. Chemie **73**. 1961. 40.
- Riedel*, H.: Untersuchungen im Flußspatlagerstättengebiet westlich der Naab in der Oberpfalz. — N. Jb. Min. **87**. 1954. 240—320.
- Rosenkranz*, E.: Übersicht der Mineralien des Bayerischen Waldes und des Oberpfälzer Waldgebirges. — Dissertation 1893 (1907).
- Sandberger*, F. v.: Kupferuranglimmer von Wölsendorf. — N. Jb. Min. 1888. 205.
- Schafhäütl*, C.: Analyse des blauen Flußspaths von Wölsendorf in der Oberpfalz. — Annalen d. Chemie und Pharmacie **46**. 1843. 344—347.
- Scharf*, W.: Uranvorkommen und ihre Aufsuchung im Bundesgebiet. — „Glückauf“. **93**. 1957. 571—577.
- Schilling*, A.: Die radioaktiven Höfe im Flußspat von Wölsendorf. — N. Jb. Min. (A) **53**. 1926. 241—265.
- Schoep*, A. & *Scholz*, A.: Sur les minéraux uranifères découverts à Wölsendorf (Bavière), et sur un nouveau minéral d'uranium. — Bull. Soc. Belge Géol. **41**. 1931. 71—75.
- Scholz*, A.: Untersuchungen über Mineralführung und Mineralgenese der bayerischen Pegmatite. — Ber. Naturw. Ver. Regensburg **17**. 1924. 83—126.
- Schönbein*, C. F.: Über den mutmaßlichen Zusammenhang der Antozonhaltigkeit des Wölsendorfer Flußspats mit dem darin enthaltenen Farbstoff. — Ber. Bayer. Akad. Wiss. München 1863. 294—301.
- Stark*, M.: Pleochroitische (Radioaktive) Höfe, ihre Verbreitung in den Gesteinen und Veränderlichkeit. — Chemie der Erde **10**. 1936. 566—630.
- Steinmetz*, H.: Orientierte Einschlüsse im Fluorit. — Z. Krist. **58**. 1923. 330—339.
- Über Fluoritfärbungen. — Z. Krist. **61**. 1925. 380.
- Steinmetz*, H. & *Brüll*, E.: Beiträge zur Kenntnis der Farbverteilung in Fluoritkristallen. — Heidelb. Beitr. Min. Petr. **4**. 1954. 255—268.
- Steinocher*, V. & *Novaček*, R.: On β -Uranotile. — Am. Min. **24**. 1939. 324—338.
- Strunz*, H.: Die Phosphat-Quarz-Feldspatpegmatite von Hagendorf-Pleystein in Bayern. — N. Jb. Min. Abh. **84**. 1952. 77—92.
- Zinnober, HgS , und Wölsendorfit, $2[\text{UO}_2/(\text{OH})_2] \cdot (\text{Pb,Ca})\text{O}$, von Wölsendorf/Opf. — Acta Albertina Ratisbonensia. **22**. 1956/58. 144.
- Strunz*, H. & *Seeliger*, E.: Erzpetrographie der primären Uranminerale von Wölsendorf. Erste Feststellung von Coffinit auf einer Uranlagerstätte Mitteleuropas. — N. Jb. Min. Abh. **94**. 1960. 681—719.
- Strunz*, H.: Epitaxie von Uraninit auf Columbit. — Der Aufschluß **12**. 1961. 81—84.
- Epitaxie von Pyrit auf Flußspat. — Der Aufschluß **12**. 1961. 201.
- Strunz*, H. & *Seeliger*, E.: Über das Uran-Erz Coffinit von Wölsendorf. — Der Aufschluß **12**. 1961. 353—359.
- Tennyson*, Ch.: Die Mineralien der Wölsendorfer Flußspatgänge. In „Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern“. — Acta Albertina Ratisbonensia **20**. 1952. 122—126.
- Columbitkristalle von Hagendorf/Bayern. — N. Jb. Min., Mh. 1958. 121—124.
- Teuscher*, E. O. & *Budde*, E.: Emanationsmessungen im Nabburger Flußspatrevier. — Geologica Bavarica. **35**. München 1957. 59 S.
- Vierling*, W.: Mineralfundstellen in der nördlichen Oberpfalz. — Der Aufschluß **6**. Sonderh. „Oberpfalz“. 1957. 32—34.
- Flossenbürg in der Oberpfalz. — Der Aufschluß **9**. 1958. 157—160.
- Voll*, G.: Stoff, Bau und Alter in der Grenzzone Moldanubikum/Saxothuringikum in Bayern unter besonderer Berücksichtigung gabbroider, amphibolitischer und kalksilikatführender Gesteine. — Beih. Geol. Jb. **42**. 1960. 383 S.
- Wöhler*, F.: Brief an J. Liebig vom 25. 9. 1861 (mit Bemerkung über freies Fluor im Flußspat von Wölsendorf). — Briefwechsel Liebig-Wöhler (2. Band, Braunschweig 1888, S. 107).

- Zeschke*, G.: Radioaktive Fluorit-Lagerstätten. — N. Jb. Min., Mh. 1956. 59—67.
- Ziebr*, H.: Die Flußspatgänge von Wölsendorf und deren Nebengestein. — Dissertation Universität München, 1954.
- Das Wölsendorfer Flußspatrevier. — Z. Erzbergbau u. Metallhüttenwesen 8. 1955. 1—7.
- Das Vorkommen von Uran in der Oberpfalz. — Der Aufschluß. 6. Sonderh. 1957. 76—85.
- Das Nabburg-Wölsendorfer Flußspatrevier. — Der Aufschluß. 6. Sonderh. 1957. 55—68.
- Erfahrungen bei der Uranprospektion in Bayern. — Braunkohle, Wärme und Energie. 1959. 181—189.
- In *Bader*, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern. Blatt Nr. 6640, Neunburg vorm Wald. München 1959. 91—96.
- Uranprospektion mit dem Helikopter. — Die Atomwirtschaft 5. 1960. 1—8.
- Versuche zur Gewinnung von Uran aus Grubenwässern mittels Ionenaustauscher. — Atomkernenergie 6. 1961. Heft 4.
- Bemerkungen zu den neuen Uranerzfunden in Wölsendorf/Bay. — Der Aufschluß 12. 1961. 300—302.

C) Bayerischer Wald

- Bederke*, E.: Das Alter des Moldanubischen Grundgebirges. — Geologische Rundschau 45. 1956. 167—175.
- Berger*, K. in *Bauberger*, W. & *Cramer*, P.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6838, Regenstauf. München 1961. 146—160.
- Besnard*, A. F.: Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten. — Augsburg 1854.
- Boué*, A.: Geognostisches Gemälde von Deutschland. — Frankfurt/Main 1829.
- Claus*, G.: Schwermineralien aus kristallinen Gesteinen des Gebietes zwischen Passau und Cham. — N. Jb. Min., Beil. — Bd. 71. 1936. 1—58.
- Flurl*, M.: Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberen Pfalz. — München 1792. 22. Brief, S. 247.
- Gümbel*, C. W. v.: Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges. — Gotha 1868.
- Hornberg*, v.: Kleine mineralogische Notizen. — Korresp.-Bl. Zoolog.-mineralog. Ver. Regensburg. 16. 1862. 39.
- Hunger*: Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 11. 1794. 190.
- Kneißl*, R.: Das Mineralreich. — Wien 1811. 1. Bd., S. 243—248.
- Laubmann*, H. & *Steinmetz*, H.: Phosphatführende Pegmatite des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes. — Z. Krist. 55. 1920. 523—586.
- Leonhard*, C. C. v.: Handbuch der Oryktognosie. — Heidelberg 1821. 306—309.
- Müller*, Hugo: Über die geognostisch-mineralogischen Verhältnisse der Gegend von Tirschenreuth in der Oberpfalz. — Korresp.-Bl. Zoolog.-mineralog. Ver. Regensburg 1852. 33—76 (auch Hühnerkobel genannt).
- Neumaier*, F.: Über die chemischen und radiologischen Beziehungen zwischen den Quellwassern und ihren Ursprungsgesteinen in der Umgegend von Passau. — N. Jb. Min., Beil.-Bd. 68. B. 1932. 463—516.
- Radioaktive Wasser des unteren Bayerischen Waldes in ihrer Beziehung zur Geologie. — Jb. u. Mitt. Oberrh. Geol. Ver. 24. 1935. 20—34.
- Oebbeke*, K.: Uranglimmer von Hauzenberg (?).
- Ramdohr*, P.: Das Vorkommen von Coffinit in hydrothermalen Uranerzgängen, besonders vom Co-Ni-Bi-Typ. — N. Jb. Min., Abh. 95. 1961. 313—324.
- Rosenkranz*, E.: Übersicht der Mineralien des Bayerischen Waldes und des Oberpfälzer Waldgebirges. — Dissertation Universität Erlangen 1893 (1907).
- Scholz*, A.: Untersuchungen über Mineralführung und Mineralgenese der bayerischen Pegmatite. — Ber. Naturw. Ver. Regensburg. 17. 1924. 83—126.
- Strunz*, H.: Orthotorbernit von Altrandsberg/Bayr. Wald. — Der Aufschluß 12. 1961. 25—27.
- Die Radioaktivität des Zinkspinells von Bodenmais und deren Ursache. — Der Aufschluß 13. 1962. 47—52.
- Strunz*, H. & *Tennyson*, Ch.: Über den Columbit vom Hühnerkobel im Bayr. Wald und seine Uran-Paragenese. — Der Aufschluß 12. 1961. 313—324.
- Tennyson*, Ch.: Berylliummineralien und ihre pegmatitische Paragenese in den Graniten von Tittling/Bayerischer Wald. — N. Jb. Min., Abh. 94. 1960. 1253—1265.
- Wineberger*, L.: Versuch einer geognostischen Beschreibung des Bayerischen Waldgebirges und Neuburger Waldes. — Passau 1851. 129 S.

D) Übrige Gebiete Bayerns

- Andree*, H.: Die Schwermineralien der älteren oberbayerischen Molasse. — N. Jb. Min., Beil. — Bd. 71. 1936. 59—120.
- Berger*, K.: Radiometrische Messungen und deren Auswertung für die Geologie im Blattgebiet von Röttenbach. — Geol. Bl. NO-Bayern 9. 1959. 167—184.
- in *Fuchs*, B.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6631, Roßtal. München 1959. 13—21.
- in *Bauberger*, W., *Haunschild*, H., *Schneider*, E. F. & *Tillmann*, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6437, Hirschau. München 1960. 86—97.
- in *Bauberger*, W. & *Haunschild*, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6438, Schnaittenbach. München 1960. 70—81.
- in *Emmert*, U., v. *Horstig*, G. & *Weinelt*, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 5835, Stadtsteinach. München 1960. 210—218.
- Haarländer*, W & *Schnitzer*, W. A.: Geologie und Lithologie des uranführenden Burgsandsteins von Erlangen und Umgebung. — Erlanger Geol. Abh., Heft 37, 1961. 3—20.
- Kittel*, M. B.: Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs. — Geognost. Verhandl. von Aschaffenburg. Aschaffenburg 1840.
- Knetsch*, G., *Degens*, E., *Welte*, D. & *Reuter*, W.: Untersuchungen und Schlüsse zur Verteilung von Strahlungsträgern in Sedimenten Frankens. — „Glückauf“ 96. 1960. 172—182.
- Knetsch*, G. & *Sprengler*, E.: Strahlungsmessungen an sedimentären Gesteinen Unterfrankens. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1958. 385—397.
- Neumaier*, F. & *Wieseneder*, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. — Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss. 1939. 177—252.
- Reiter*, R. & *Ziehr*, H.: Ergebnisse von Luftradioaktivitätsmessungen im Gebiet des uranhaltigen Braunkohlentertiärs von Wackersdorf/Opf. — Atomkernenergie 4. 1959. 409—415.
- Scharf*, W.: Uranvorkommen und ihre Aufsuchung im Bundesgebiet. — „Glückauf“. 93. 1957. 571—577.
- Schnitzer*, W. A.: Der Schwermineralgehalt der Randfazies des fränkischen Mittleren Keupers in Tiefbohrprofilen. — Erlanger Geol. Abh., Heft 11, 1954. 49—66.
- Wasserstein*, B.: Zur Petrogenese des Burgsandsteines zwischen Nürnberg und Weißenburg i. B. mit besonderer Berücksichtigung der seltenen Bestandteile. — N. Jb. Min., Beil.-Bd. 70 B. 1933. 335—392.
- Ziehr*, H.: Uranvorkommen in Europa, Teil II. — Die Umschau 1960. 360—363.
- Radioaktivitätsmessungen der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG. Schwandorf/Bay.
- In *Bauberger*, W. & *Haunschild*, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Nr. 6438, Schnaittenbach. München 1960. 81—82.
- Versuche zur Gewinnung von Uran aus Grubenwässern mittels Ionenaustauscher. — Atomkernenergie 6. 1961. Heft 4.
- Zöbelein*, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). — N. Jb. Min., Beil.-Bd. 84 B. 1940. 233—302.

(Bayern ohne regionale Aufgliederung)

- Ammon*, L. v.: Über radioaktive Substanzen in Bayern. — Geogn. Jh. 23. 1910 (1911). 191—209.
- Bayerisches Geologisches Landesamt*: Geologische Karte von Bayern 1: 500 000. München 1954.
- Bayerisches Oberbergamt*: Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns. Bd. I, München 1924. 220 S. — Bd. II, München 1936. 512 S.
- Bertele*, G. A.: Handbuch der Minerographie. — Landshut 1804.
- Besnard*, A. F.: Die Mineralien Bayerns nach ihren Fundstätten. — Augsburg 1854. 69 S.
- Boué*, A.: Geognostisches Gemälde von Deutschland. Frankfurt/Main 1829.
- Bültemann*, H. W.: Fluoreszenzanalytische Untersuchungen an sekundären Uranmineralien. — N. Jb. Min. 86. 1954. 155—162.
- Busse*, H.: Die rechtlichen Grundlagen für Aufsuchung und Gewinnung von Uran- und Thoriumerzen in der Bundesrepublik. — Die Atomwirtschaft 4. 1959. 75—76.

- Flurl*, M. v.: Über die Gebirgsformationen in den dermaligen Churpfalzbayerischen Staaten. München 1805. 83 S.
- Fronde*l, C.: Systematic Mineralogy of Uranium and Thorium. — U. S. Geol. Surv. Bull. 1064. 1958. 400 S.
- Henrich*, F.: Über radioaktive Mineralien in Bayern. — a) Sitz.-Ber. phys.-med. Soc. Erlangen **46**. 1914. — b) Journ. Prakt. Chem. **96**. 1917. 73—85.
- Über den Stand der Untersuchung der Wässer und Gesteine Bayerns auf Radioaktivität etc. — Z. Angew. Chem. **33**. 1920. 5—8, 13—14 und 20—22.
- Kobl*, E.: Uranmineralien in Deutschland. — Der Aufschluß **2**. 1951. 163—167.
- Uran (Die metallischen Rohstoffe, ihre Lagerungsverhältnisse und ihre wirtschaftliche Bedeutung, Heft 10). — Stuttgart 1954. 234 S.
- Laubmann*, H.: Die Minerallagerstätten von Bayern r. d. Rh. — München 1924. 111 S.
- Leonhard*, C. C. v.: Handbuch einer allgemeinen topographischen Mineralogie. — Frankfurt 1808.
- Scharf*, W.: Uranvorkommen und ihre Aufsuchung im Bundesgebiet. — „Glückauf“ **93**. 1957. 571—577.
- Schumacher*, F.: Stand und Aussichten der Uran-Prospektion in der Bundesrepublik. — Angew. Chemie **73**. 1961. 40.
- Strunz*, H.: Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern. — Acta Albertina (Regensburg) **20**. 1952. 81—203.
- Wendt*, J.: Bestimmung von Uran, Thorium und Kalium in unaufgeschlossenen Gesteinen mit dem Zählrohr. — Dissertation Göttingen 1955.
- Wurm*, A.: Geologie von Bayern. — Borntraeger, Berlin 1961. 555 S.
- Zeschke*, G.: Radioaktive Fluorit-Lagerstätten. — N. Jb. Min., Mh. 1956. 59—67.
- Ziehr*, H.: Uranvorkommen in Bayern. — Die Atomwirtschaft **2**. 1957. 193—196.
- Erfahrungen bei der Uranprospektion in Bayern. — Braunkohle, Wärme und Energie. 1959. 181—189.
- Uranvorkommen in Europa, Teil II. — Die Umschau 1960. 360—363.
- Uranhaltige Kohlen in Europa. — Glückauf **22**. 1961. 1370—81.

