

**WIEDER ENTDECKTE ZEUGNISSE DER REGEN FORSCHERTÄTIGKEIT DES
MINERALOGEN UND PETROGRAPHEN FRIEDRICH (JOHANN KARL) BECKE (1855-1931)**

von

Margret Hamilton

Seyringerstraße 1/2/310, 1210 Wien, Austria
margrethamilton@hotmail.com

Zusammenfassung

Die Notizbücher Friedrich Beckes sind inhaltsreiche Dokumente und geben ein Zeugnis der umfangreichen und vielseitigen Forschungsarbeit Beckes. Es existiert ein umfassendes publiziertes Oeuvre, das allerdings keinen Hinweis auf seine handschriftlichen Aufzeichnungen gibt. Ebenso können den einzelnen Lehrstationen – Czernowitz, Prag und Wien – bestimmte Forschungsthemen zugeordnet werden. Während Beckes Aufenthalt in Czernowitz entstehen die Notizen über das große Thema der Ätzfiguren. Die Aufzeichnungen der Alpenbegehungen innerhalb von 20 Jahren zwischen 1892 und 1912 finden in unterschiedlichen Stilen – Notizbuch, Feldtagebuch und Laborbuch ihren Niederschlag. Friedrich Becke forscht im heutigen östlichen und westlichen Tauernfenster. Die aktive Teilnahme am 9. Geologenkongress in Wien kann als wissenschaftlicher Höhepunkt und auch als Abschluss der Forschungen im Zillertal und den Tuxer Alpen gesehen werden. Die petrographischen Laboruntersuchungen aus den Gesteinen der Rieserferner Gruppe, der Zillertaler Alpen, aber auch des Hochalmmassives, führen Becke zu fundamentalen Erkenntnissen im Bereich der kristallinen Schiefer und den metamorphen Gesteinen.



Abbildung 1

Ansicht der Notizbücher Friedrich Beckes. / General view of Friedrich Becke's notebooks. (Foto: Margret Hamilton)

Abstract

The rediscovered witnesses of the multifaceted scientific work of the mineralogist and petrographer Friedrich (Johann Karl) Becke (1855-1931)

Friedrich Becke's notebooks are witnesses of his remarkable and multifaceted scientific oeuvre, they are content rich documents and are evidence of Becke's extensive and varied research. But he left his complete set of publications without any direct hint towards these handwritten documents.

His notices about his fieldtrips in the Alps are generated in between twenty years, between 1892 and 1912 and are documented in different styles as notebooks, field books and laboratory books. Friedrich Becke conducted research in the eastern and western Tauern Window. His active participation in the 9th Geological Congress in Vienna can be seen as a research highlight and also as completing the work in the Zillertal and the Tux Alps. The petrographic laboratory studies of the rocks of the Zillertal Alps lead Becke to fundamental discoveries in the field of crystalline schists and metamorphic rocks. These two areas of research – Zillertal and Tuxer Alpen respectively Hochalm Massiv – have established the Tauern Window in the Alps and given it a firm place in Alpine geology. With his petrographic research and the resulting findings, Becke sets the basis for future discussions of this interesting area.

Der Anfang

Während der Arbeit an meiner Dissertation¹ im Fach Mineralogie stieß ich auf die umfangreichen, aber bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht aufgearbeiteten persönlichen Aufzeichnungen Friedrich Beckes, die im Zuge der Neustrukturierung der erdwissenschaftlichen Bibliothek an der Universität in Wien im Jahre 1997 in die Obhut des ehemaligen Vorstandes der Petrologie an der Universität Wien, Professor Dr. Wolfram Richter gelangten. Diese Büchlein erhielt ich zur Aufarbeitung und Analyse und gehen nun nach meinem intensiven Studium² an das Department of Lithospheric Research in Wien zurück. In den verschiedenen Nachrufen und Huldigungen an Friedrich Becke wird immer wieder auf die bedeutenden Wissensgebiete seiner umfangreichen Publikationen hingewiesen. Die persönlichen Notizen aus der Arbeit Beckes sind bis jetzt in Besprechungen oder Veröffentlichungen noch nie erwähnt oder dokumentiert worden.

Die biographischen Daten Friedrich Johann Karl Beckes sind unentbehrlich im Kontext zu den wissenschaftlichen Beobachtungen und Notizen seiner Bücher. Daher wird hier zunächst ein Überblick über sein Leben und seine wissenschaftliche Arbeit an den Universitäten in Czernowitz, Prag und Wien geben. Anhand der Notizbücher kann die Praxis der mineralogischen, petrographischen und geologischen Techniken des ausgehenden 19. Jahrhunderts analysiert werden. Dazu zählen die Messungen der Minerale am Goniometer, die optischen Untersuchungen mittels des Mikroskops, chemische Versuche im Labor und Beobachtungen im Gelände. Diese unterschiedlichen Aktivitäten werden in den Notizbüchern penibel aufgezeichnet, niedergeschrieben und zum Teil zusammengefasst.

Überblick über Forschungsstationen Friedrich Beckes

Am 31. Dezember 1855 in Prag geboren, begann Friedrich Becke im Jahre 1874 in Wien Naturgeschichte für das Lehramt und auf Anregung von Gustav Tschermak (1836-1927), Leiter des Mineralogisch-Petrographischen Institutes, Mineralogie zu studieren. Wiewohl er sich im Fach Petrographie habilitierte, lehrte Becke in den ersten Stationen seines Berufes Mineralogie.

Erst mit der Übernahme des Lehrstuhles seines Lehrers und Mentors Gustav Tschermak im Jahre 1907 an der Universität in Wien konnte er die beiden Fächer Mineralogie und Petrographie miteinander verbinden und lehren.

Beckes erste Lehrstation begann 1882 als außerordentlicher Professor an der 1875 neu gegründeten k. k. Franz-Josephs Universität in Czernowitz (Tscherniwzi, Ukraine). Nach vier Jahren erhielt er die volle Professur für Mineralogie zuerkannt. 1890 folgte Becke Viktor Zepharovich (1830-1890) in leitender Stellung an das Mineralogische Institut der k. k. Deutschen Carl-Ferdinand-Universität in Prag. 1898 kam er an die Universität Wien zurück. Zunächst leitete er als Nachfolger Albrecht Schraufs (1837-1897) das Institut für Mineralogie, das unter dem Namen „Mineralogisches Museum“ firmierte. Ab 1907 stand er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 1927 dem Mineralogisch-Petrographischen Institut vor. Er starb 1931 in Wien.

In den verschiedenen Nachrufen und Huldigungen an Friedrich Becke wird immer wieder auf die bedeutenden Wissensgebiete seiner umfangreichen Publikationen hingewiesen.³ Die persönlichen Notizen aus der Arbeit Beckes sind bis jetzt in Besprechungen oder Veröffentlichungen noch nie erwähnt oder dokumentiert worden.

Die Sichtung der Quellen

Es existieren 77 Bücher plus 3 Buchfragmente, die ich in formaler, zeitlicher und inhaltlicher Reihenfolge gesichtet habe. Formal besitzen die Bücher keine einheitliche durchgehende Nummerierung und somit habe ich sie nach ihrer chronologischen Entstehung geordnet und mit einer fortlaufenden Zahl versehen. So hat das erste aus dem Jahre 1874 stammende Büchlein die Nummer 1. Die Bücher entstanden in einem Zeitraum von 44 Jahren zwischen 1874 und 1918. In der Aufstellung der einzelnen Bücher werden die Blattanzahl und die Buchgröße angeführt.

Die kleinen, gebundenen Bücher weisen unterschiedliche Größe mit verschiedenartigen Einbänden aus Leder, Leinen oder marmoriertem Papier auf. Friedrich Becke selbst hat seine Beobachtungsbücher nummeriert, aber diese beziehen sich nur auf einzelne Abschnitte beziehungsweise einige Stationen seines Schaffens.

Inhaltlich können vier unterschiedliche Formen festgestellt werden, wie Notizbücher, Laborbücher, Feldbücher und Unterrichtsbücher.

- 4 Notizbücher, die unter anderem persönliche Belange beinhalten, wie Geldangelegenheiten, Besorgungen, Namen und Adressen von Personen
- 34 Laborbücher mit kristallographischen Messungen, chemischen Analysen und mikroskopischen Untersuchungen
- 39 Feldtagebücher als Berichterstattung über Exkursionen im Gelände
- 3 Bücher stehen in direktem Zusammenhang mit seiner Lehrtätigkeit

Folgende Bücher stehen in Beziehung zu seinen Schaffungsperioden und Orten der Entstehung

1. Studium 1874 – 1881: Dissertation, erste Publikationen
2. Professur in Czernowitz (1882 – 1890): Exkursionen in die Sudeten, Kristallmessungen, Ätzversuche an Mineralen
3. Professur in Prag (1890 – 1898): petrographische Erkundungen in den Sudeten und in den Alpen
4. Professur in Wien: (1898 – 1927) in den Fächern Mineralogie und Petrographie: Dokumentation über Exkursionen in den Alpen, Aufzeichnungen der Petrographie des Tauertunnels, Feldspat Studien.

Die Beobachtungsbücher der Studienzeit und der ersten Lehrjahre in Czernowitz, 1874 – 1890) besitzen eine fortlaufende Nummerierung (Beobachtungsbücher 1 – 15). Dazwischen finden sich Notizen mit einem ganz bestimmten thematisch bezogenen Inhalt, wie z. B. Sudeten I aus dem Jahr 1886. Becke beginnt eine neue fortlaufende Nummerierung seiner Beobachtungen während seiner Professur in Prag im WS 1893/94, mit den Nummern 1, 2 und 3, wieder begleitet von thematisch angelegten Notizen wie z. B. Alpen I aus dem Jahr 1894. Während seiner Tätigkeit an der Universität in Wien entstehen zwischen 1900 und 1918 zehn Beobachtungsbücher mit fortlaufender Nummerierung und römischen Ziffern von I – X. Auch hier finden sich wieder thematisch bezogene Notizen ohne Zahl zwischen den Beobachtungsbüchern, wie zum Beispiel Tauerntunnelbuch. Einige Notizen ohne erkennbares Datum konnte ich auf Grund von Publikationen im Nachhinein zuordnen, z. B. das Notizbuch Nr.29 gehört in das Jahr 1893.

Die Auswahl

Aus diesem umfangreichen Material habe ich nun Beispiele aus den Notizbüchern ausgewählt, die einen weiten Bogen vom ersten bis zum letzten Buch spannt. Ich zeige hier die Entwicklung eines halben Jahrhunderts Forschung im Bereich der erdwissenschaftlichen Tätigkeiten Beckes auf, aber auch die Erkenntnisse der Wissenschaft im Bereich der Mineralogie, Petrographie und Geologie.

Das erste Büchlein entstand während Beckes erstem Studienjahr an der Universität in Wien und zeigt uns seine ersten Lernschritte im Fach Mineralogie des Winter- und Sommersemesters 1874 bis 1875.

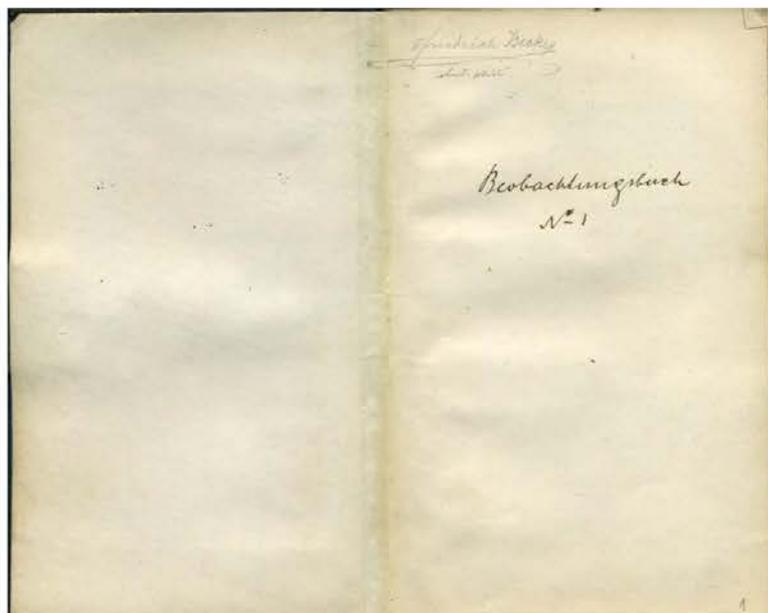


Abbildung 2

Notizbuch Nr. 1 (1874-1875), Blatt 1. Blattgröße: 10x16 cm

Das Beobachtungsbuch Nr. 1, Abbildung 2, ist signiert mit Beckes Unterschrift und dem Vermerk Stud. Phil. Die Notizen sind häufig datiert, aber zum großen Teil ohne Jahreszahl. Das Blatt 21 beginnt mit dem Datum „21. November“. Becke zeichnet mit Bleistift verschiedene Minerale, die, wie er selbst notiert, aus der *Kleinen Handsammlung* stammen. Die Aufzeichnung von Morphologie, chemischer Formel und Fundort bestimmter Minerale zeigen uns einen bestimmten Lernvorgang im Fach Mineralogie. Es zeigt uns auch eine Art der visuellen Form des Lernens, in der in abstrakter Form das Wissen repliziert, geübt und durch die Wiederholung das Gelernte fixiert wird. Die Notizen werden auf Blatt 22 (siehe Abbildung 3) weitergeführt.

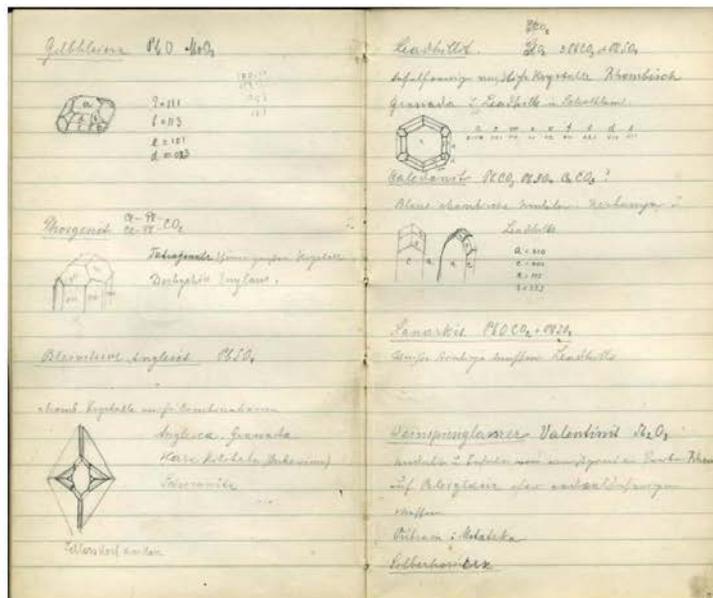


Abbildung 3
Notizbuch 1 (1874-1875), Blatt 22. Blattgröße: 10x16 cm

Gelbbleierz $PbO \cdot MoO_3$
 Phosgenit
 Tetragonaler schöner großer Kristall. Derbyshire England
 Bleivitriol Anglesit $PbSO_4$, rhombische Kristalle reiche Combinationen
 Anglesea, Granada
 Harz Kilikaba (Bukowina), Schemnitz
 Zellersdorf am Harz
 Leadhillit $3PbCO_3 - PbSO_4$
 tafelförmige weißliche Krystalle Rhombisch, Granada u. Leadhills in Schottland
 Caledonit $PbCO_3 PbSO_4 CaCO_3?$ Blaue rhombische Leadhills
 Lenarkit $PbOCO_2 - PbSO_4$
 Weiße traubige Muster Leadhills
 Weisspiessglanzerz Valentinit Sb_2O_3
 Nadeln und Tafeln von weißgrüner Farbe Rhomb. Auf Bleiglanz, Pribram: Motatzka
 Silberhornerz

In seiner ersten Lehrstation in Czernowitz (heute Czerniwci, Ukraine) wendet sich Becke einem zeitgenössischen hoch interessanten Forschungsthema zu, dem Ätzen von Mineralen. Becke geht in seinen Forschungen über die gängigen Beobachtungen der Zeitgenossen hinaus, indem er Lichtverhältnisse und Einstellungen an den Instrumenten Goniometer und Mikroskop verändert, Forschungen an vielen gleichartigen Mineralen unterschiedlichen Fundortes anstellt und in der Folge zu neuem Wissen gelangt, wie zum Beispiel die Erkenntnis von Ätzgrübchen und Ätzhögelchen. Diese beiden Termini finden nicht nur Eingang in Gustav Tschermaks Lehrbuch der Mineralogie, sondern auch in einigen anderen Standardwerken der Mineralogie, wie zum Beispiel im Lehrbuch von Naumann und Zirkel folgendes beschrieben wird:

*Das Studium der Ätzfiguren hat in neuerer Zeit nicht geringe Wichtigkeit erlangt und durch dasselbe ist die Krystallisation mancher Mineralien überhaupt erst richtig erkannt worden.*⁴

Aus den anfänglich zufälligen Beobachtungen von Ätzfiguren an Kristalloberflächen, die im Notizbuch Nr. 5 aus dem Jahr 1881 stammen, legt Becke eine Reihe von Ätzversuchen an, die im Laufe der Zeit – Beckes Ätzstudien erfolgen innerhalb von zehn Jahren – immer genauer werden hinsichtlich seiner Beobachtungen, seiner Messungen und Erfahrungen bezüglich des Ätzens mit unterschiedlichen Säuren und Laugen. Am Mineral Zinkblende gelangt Becke zur hoch interessanten Schlussfolgerung, dass die ZnS Moleküle der Zinkblende so gelagert sind, wobei nach der einen Seite der Tetraederfläche die Zn-Atome schauen und nach der Gegenseite die S Atome liegen. Heute wissen wir, dass es eine Art Doppel Gitterebene gibt, bei der neben der Zn-Ebene eine parallel liegende S-Ebene liegt.

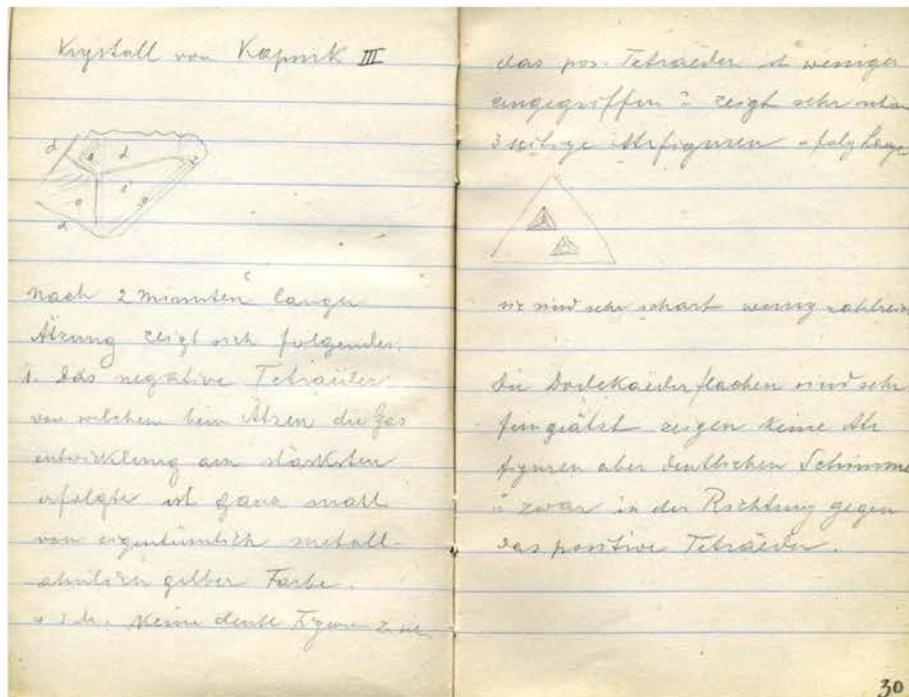


Abbildung 4
Zinkblende. Notizbuch Nr. 6 (1882-1883), Blatt 30. Blattgröße: 18x14,5 cm

Krystall von Kapnik III

nach 2 Minuten Ätzung zeigt sich folgendes: Das negative Tetraeder von welchem beim Ätzen die Gasentwicklung am stärksten erfolgte ist ganz matt von eigentümlich metallähnlich gelber Farbe, und am Minerale keine deutlichen Figuren zu sehen das positive Tetraeder ist weniger angegriffen und zeigt sehr schöne 3 seitige Ätzfiguren in folgender Lage sie sind sehr scharf wenig zahlreich. Die Dodekaederflächen sind sehr fein geätzt zeigen keine Ätzfiguren aber deutlichen Schimmer und zwar in der Richtung gegen das positive Tetraeder

Die Aufzeichnungen der Experimente an den Mineralen Zinkblende, Bleiglanz, Magnetit und Fluorit zeigen eine fortlaufende Entwicklung einer Idee, die in zeitlich sehr aufwendigen Experimenten erfolgt. Das Verfahren und der Ablauf des Beobachtens werden erst in der Publikation in einer konstruktiven Abfolge der einzelnen Laborstudien beschrieben. Beckes Theorien werden mit der Leistung der Geräte – Goniometer und Mikroskop – technisch beobachtet, und deren Messresultate zur Beweisführung herangezogen.

Beckes Erkenntnisse finden in der Science Community großen Anklang. So konstatiert zum Beispiel Theodor Liebisch in seinem Werk über die Grundrisse der Kristallographie⁵, dass Becke einen fundamentalen Beitrag in der Erkenntnisse des Kristallwachstums geleistet hat. Die Auflösung, beziehungsweise Ätzung und damit eine erfolgte chemische Zersetzung an der Oberfläche eines Kristalls kann als reziproker Vorgang zum Kristallwachstum gesehen werden. Der Kristall kann somit die geometrische Gleichgewichtsform nicht mehr halten. Die Symmetrie der Ätzfiguren entspricht daher der Symmetrie der Flächensymmetrie, auf denen sie stehen.

Mit den Aufgaben an der neuen Destination, Leitung des Mineralogischen Institutes an der k.k. Deutschen Carl-Ferdinand-Universität in Prag, wendet sich Becke neuen Forschungstätigkeiten zu. Während dieser Zeit beginnt die rege petrographische Erkundung der Ostalpen, und er nimmt am Forschungsprogramm der Akademie der Wissenschaften in Wien zur Erkundung der Zentralkette der Ostalpen teil.



Abbildung 5

Panorama Aufnahme der Rieserferner Gruppe. Notizbuch Nr. 34 (1894), Blatt 44. Blattgröße: 26x13,6 cm

Das erste große Forschungsgebiet in den Alpen umfasst das Studium der Rieserferner Gruppe in Südtirol. Gemeinsam mit seinem Kollegen und Freund Ferdinand Löwl (1856-1908), Professor für Geographie in Czernowitz, beginnt Becke die Gesteine des Rieserferner zu erforschen. Die daraus resultierenden Erkenntnisse über den Tonalitstock, der in das sogenannte Altkristallin (=basement) im Miozän intrudierte, publiziert Becke 1893.⁶ Von dieser Alpenbegehung stammt eines der eindrucksvollsten Panoramaaufnahmen. Die Zeichnung ist ohne Angabe der Lokation, sie ist aber so naturgetreu wieder gegeben, dass sie im modernen Netzwerk (googl maps) einfach gefunden und auch die Namen der einzelnen Berge hinzugefügt werden konnten.

Am linken Bildrand (Abbildung 5) ist der Lenkstein zusehen, in der Mitte die Jägerscharte und Mitte rechts der Jägersee. Man kann sich gut vorstellen, welchen Platz Becke für die Zeichnung des Bildes gewählt hatte – in der Nähe der Rieserferner Hütte mit Blick nach Norden.

Ausgehend von dem Forschungsauftrag der Akademie der Wissenschaften führt Becke die Erkundung der petrographischen und geologischen Begebenheiten über Jahre hindurch im Zillertal und dessen Umgebung fort. Die Dokumentation über seine Aufenthalte im Bereich der östlichen Zentralalpen erstreckt sich über zehn Jahre zwischen 1893 und 1903. Die aktive Teilnahme am 9. Geologenkongress in Wien kann als wissenschaftlicher Höhepunkt und auch als Abschluss der Forschungen im Zillertal und der Tuxer Alpen gesehen werden. Die petrographischen Laboruntersuchungen aus den Gesteinen der Zillertaler Alpen führen Becke zu fundamentalen Erkenntnissen im Bereich der kristallinen Schiefer und den metamorphen Gesteinen.

Der Geologe Christof Exner (1915-2007) sieht in Beckes Tauerngeologie ein Fundament der Forschungen im Bereich des Tauernfensters.⁷ Der Terminus „Tauernfenster“ geht auf eine Bezeichnung des französischen Geologen Pierre-Marie Termier (1859-1930) zurück (Termier war ein Teilnehmer der von Becke geleiteten Exkursion in den Zillertaler Alpen während des 9. Geologenkongresses) und wird erstmals in dessen Publikation 1904 erwähnt.⁸ Eduard Suess hat den französischen Begriff „fenêtre“ in Bezug der besonderen geologischen Begebenheiten in den östlichen Alpen als sogenanntes „Tauernfenster“ übernommen:

Die Tauern sind ein Körper, der mit lepontinischer Umrandung unter den Ostalpen hervortritt [...]. Das Tauernfenster ist zu gross, als dass es durch Erosion hätte entstehen können.⁹

Während Beckes Lehrtätigkeit an der Universität in Wien entstehen Aufzeichnungen mit Messdaten von verschiedenen Gesteinsproben, die er während seiner Exkursionen in den Alpen gesammelt hat. Ein Beispiel ist hier aus dem Notizbuch Nr. 78 (Beobachtungsbuch Nr. X.) aus dem Jahr 1918, angeführt.

Flasriger Centralgneis Typus des Gesteins zw. Böckstein – Naßfeld Nr 709

Keine Pseudom.[orphosen] – Biotitfasern

Kein Muscovit

Nassfeldertal. Übergang von Syenitgneis zum Granitgneis. Nassfeldertal zwischen den Wasserfällen, 17. August 1905.

Aufstieg vom Kötschachtal zum Reedsee. Herrschendes Gestein im Kötschachtal. Grobkörnig, porphyrtartig durch grosse (3cm) Feldspatäugen.

Klein Elendscharte fein und ungleichkörnig. Aplitgneis, sehr wenig Glimmer (120)

31. Juli 1908 gesammelt.

Biotit Amphibolit. Grubach-Alpe. N. v. Kreuzkogel am Rathausberg bei Pöckstein. Dünnplattig, schiefrig, schuppig

14. August 1904 ges. Durbachschiefer.

Die für Becke wichtigen Beobachtungen wie Gesteinstypus, charakteristische Minerale, Fundort und errechnetes spezifisches Gewicht, werden kurz notiert. Das glatte Papier lässt viel Freiraum für kleine, aber wichtige Notizen, die großen Teils mit Bleistift fixiert sind.

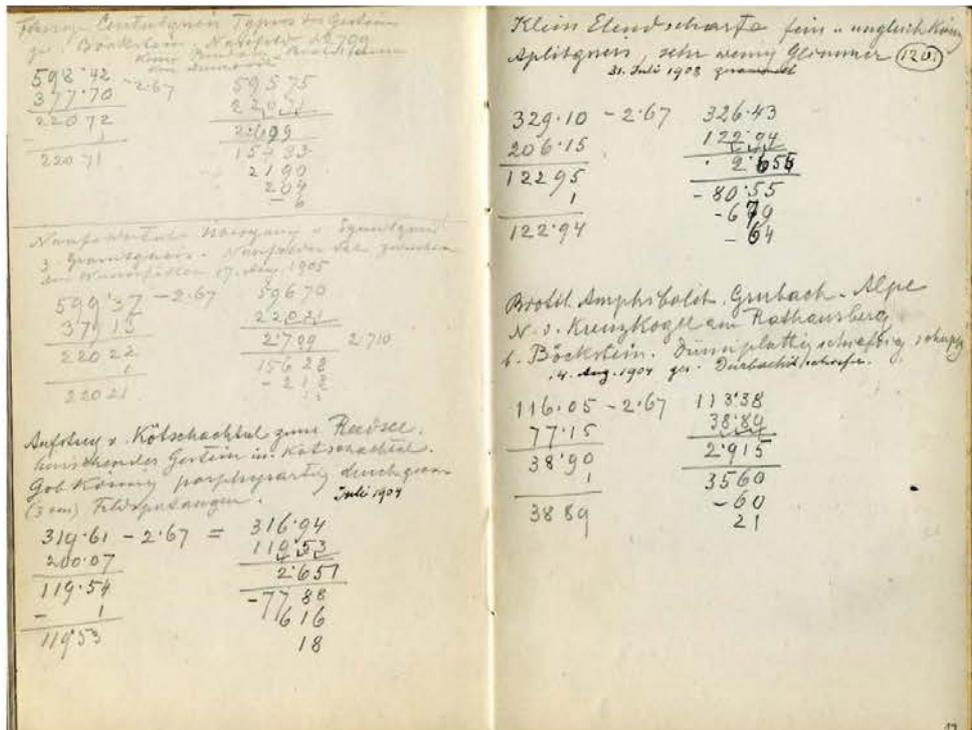


Abbildung 6

Berechnungen des spezifischen Gewichts. Notizbuch Nr. 78 (1918), Blatt 19. Blattgröße: 17,5x12 cm

Resümee

Die Notizbücher Beckes spiegeln den Stand der Forschungen an Mineralen und Gesteinen Ende des 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts wider. Am Anfang der Notizen stehen die Erforschung und die Messung von Mineralen mit dem Goniometer. Daraus entwickelte sich über die Jahre die petrographische und geologische Betrachtung der Gesteine, um abschließend wieder zu den Mineralen zurück zu kehren, aber mit der Erforschung eines weiterentwickelten Messgerätes, dem Mikroskop. Das Mikroskop ist das Hauptinstrument seiner Forschung, auf diesem Gebiet hat Friedrich Becke Weltruhm erlangt. Sein Name wird heute noch bei mikroskopischen Betrachtungen angeführt: Die Beckesche Lichtlinie.

Leider ist das Lebenswerk Beckes nicht vollständig erhalten geblieben. Es fehlen nachweislich einige Notizbücher, so die Beobachtungsbücher Nr. 2 und Nr. 9. Eine Notiz am Rande des Beobachtungsbuches Nr. 6 weist darauf hin, dass es auch Belege über seine Erforschung der Gesteine des Waldviertels gegeben hat, sie sind aber nicht mehr erhalten. Die Feldtagebücher der Alpenbegehungen weisen ebenfalls Lücken auf, so fehlen alle Aufzeichnungen, die Becke auf den gemeinsamen Erkundungen mit dem Geologen Viktor Uhlig im östlichen Tauernfenster getätigt hat.¹⁰

Die unterschiedlichen Aktivitäten – Untersuchungen im Labor, Beobachtungen im Gelände – werden in den Notizbüchern penibel aufgezeichnet, niedergeschrieben und zum Teil zusammengefasst. Zum einen wird der Transfer von der Wahrnehmung zur Aufzeichnung im Notizbuch deutlich, zum anderen der Einsatz von Instrumenten und deren seriell objektiv gewonnene Daten sowie deren nachvollziehbare Dokumentation. Anhand der Notizbücher kann ich den Weg adäquat verfolgen, der die Schritte der Differenzierung der Experimentalarbeitung und die Elemente der Experimente präzisiert und damit verbessert. Damit können Strategien identifiziert werden, die von einer individuellen, subjektiven Beobachtung über die „mechanische Objektivität“ mit Hilfe des Instruments (z. B. Goniometer, Mikroskop) zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen führen.¹¹

Literatur

- Friedrich BECKE, Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. In: *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 13 (Wien 1893), S. 379-464.
- Friedrich BECKE, Chemische Analysen von kristallinen Gesteinen aus der Zentralkette der Ostalpen. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 75* (Wien 1912), S. 153-229.
- Friedrich BECKE, Zur Facies-Klassifikation der metamorphen Gesteine. In: *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 35 (Wien 1922), S. 215-230.
- Lorraine DASTON & Peter GALISON, *Objektivität*. (Frankfurt am Main 2007).
- Christof EXNER, Friedrich Becke und die Tauerngeologie. In: *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 145 (Wien 2005), S. 5-19.
- Margret HAMILTON, *Die Schüler Friedrich Johann Karl Beckes an der Universität Wien. Ihre Biographien und Werkverzeichnisse, mit einer Beschreibung der nach vier Schülern benannten Minerale: Chudobait, Cornuit, Görgeyit und Tertschit*. – Dissertation, eingereicht an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der Universität Wien (2009).
- Margret HAMMILTON, *Von der praktischen Erkenntnis zur theoretischen Deutung im Anschluss an die Notizbücher des Mineralgen und Petrographen Friedrich (Johann Karl) Becke (1855-1931)*. – Dissertation, eingereicht an der Philosophischen Fakultät der Universität Wien (2015).
- Alfred HIMMELBAUER, Zur Erinnerung an Friedrich Becke. In: *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 42 (Wien 1931), S. I-VIII.
- Theodor LIEBISCH, *Grundriss der physikalischen Krystallographie* (Leipzig 1896).
- Eduard SUESS, *Das Antlitz der Erde*. 3. Band. 2. Hälfte (Wien, Leipzig 1909).
- Carl Friedrich NAUMANN & Ferdinand ZIRKEL, *Elemente der Mineralogie* (Leipzig 1898).
- Franz Eduard SUESS, Friedrich Becke. In: *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien* 24 (Wien 1932), S. 137-146.

- Pierre TERMIER, Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes. – Bulletin Societe Géologique France (4) 3 (1903), (Paris 1904), S. 711-765.
- Hermann TERTSCH, Mein Lehrer. – Zu Friedrich Beckes 100. Geburtstag. In: Karinthin 30 (Klagenfurt 1955), S. 86-94.
- Hans WIESENER, Friedrich Becke und sein Lebenswerk. In: Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie 60 (Stuttgart 1982), S. 45-55.

Anhang

- ¹ Margret HAMILTON, Die Schüler Friedrich Johann Karl Beckes an der Universität Wien. Ihre Biographien und Werkverzeichnisse, mit einer Beschreibung der nach vier Schülern benannten Minerale: Chudobait, Cornuit, Görgeyit und Tertschit. – Dissertation, eingereicht an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der Universität Wien (2009).
- ² Margret HAMMILTON, Von der praktischen Erkenntnis zur theoretischen Deutung im Anschluss an die Notizbücher des Mineralgen und Petrographen Friedrich (Johann Karl) Becke (1855-1931). – Dissertation, eingereicht am Kulturhistorischen Institut der Universität Wien (2015).
- ³ Siehe Nachrufe von: Alfred HIMMELBAUER, Zur Erinnerung an Friedrich Becke. In: Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 42 (Wien 1931), S. I-VIII.
- Franz Eduard SUESS, Friedrich Becke. In: Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien 24 (Wien 1932), S. 137-146.
- Hermann TERTSCH, Mein Lehrer – Zu Friedrich Beckes 100. Geburtstag. In: Karinthin 30 (Klagenfurt 1955), S. 86-94.
- Hans WIESENER, Friedrich Becke und sein Lebenswerk. In: Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie 60 (Stuttgart 1982), S. 45-55.
- ⁴ Carl Friedrich NAUMANN & Ferdinand ZIRKEL, Elemente der Mineralogie (Leipzig 1898), S. 192
- ⁵ Theodor LIEBISCH, Grundriss der physikalischen Krystallographie (Leipzig 1896).
- ⁶ Friedrich BECKE, Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. In: Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 13 (Wien 1893), S. 379-464.
- ⁷ Christof EXNER, Friedrich Becke und die Tauerngeologie. In: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 145 (Wien 2005), S. 5-19.
- ⁸ Pierre TERMIER, Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes. In: Bulletin de la Societe géologique de la France (4) 3 (1903), (Paris 1904), S. 711-765.
- ⁹ Eduard SUESS, Das Antlitz der Erde. Band 3 (Wien, Leipzig 1909), S. 189.
- ¹⁰ Friedrich BECKE, Zur Facies-Klassifikation der metamorphen Gesteine. In: Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen (Wien 1922), S. 215-230.
- ¹¹ Siehe Literatur: Lorraine DASTON & Peter GALISON, Objektivität. (Frankfurt 2007).

received: 29.01.2016

accepted: 31.03.2016