Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Ф. И. Бекке. Некролог, *Известия Академии наук СССР. VII серия. Отделение математических и естественных наук*, 1932, выпуск 2, 117–130

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР. 1932
BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

Classe des sciences mathématiques et naturelles

Отделение математических и естественных наук

Ф. И. БЕККЕ (F. BECKE)

НЕКРОЛОГ

Составлен академиком Ф. Ю. Левинсон-Лессингом

Скончавшийся летом 1931 г. в возрасте 75 лет б. профессор Венского университета Фридрих Иоганн Бекке, член-корреспондент нашей Академии с 1912 г. и член Венской Академии Наук, был одним из наиболее широко известных и популярных петрографов последних десятилетий. Этим он был обязан не только тому обстоятельству, что он в течение 40 лет, вплоть до самой смерти, редактировал известный периодический орган по минералогии и петрографии, созданный Чермаком «Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mitteilungen» и начиная с 1890 г. перешедший в ведение Бекке, но и крупным научным заслугам.

В Бекке счастливо сочетались минералог с кристаллофизическим уклоном, полевой геолог и прекрасный микроскопист, не только владеющий всеми известными методами исследования, но создающий новые методы, ищущий новых путей, и вдумчивый петрограф-мыслитель, идущий по пути обобщений в области петрогенезиса.

Профессорская деятельность Бекке началась в Черновицах и Праге, откуда он в 1898 г. перешел в Вену, где она и протекала бессменно до его семидесятилетия; и хотя его лаборатория не представляла такого широко используемого иностранцами центра, как институты Розенбуша в Гейдельберге или Циркеля в Лейпциге, она все же привлекала не только австрийцев, но и иностранцев, стремившихся в особенности к усвоению новых методов самого Бекке, в том числе и русских, из которых можно назвать Баклунда, Б. Попова, Лучицкого, Аршинова, Висконта и др. Преподавательская деятельность Бекке не замыкалась в рамки занятий со студентами и специалистами; он охотно делился своими знаниями и с широкими массами;

в этом отношении следует отметить его деятельное участие как в организации, так и в работе того особого типа распространения научных знаний в виде циклов систематических лекций, который был создан Венским университетом, а за ним и некоторыми другими австрийскими университетами под названием «Volkstümliche Hochschulkurse».

Ф. И. Бекке, сын книгопродавца, родился в Праге в 1856 г., скончался в Вене в 1931 г. Образование получил в Венском университете, был ассистентом у Чермака в Венском университете, с 1882 г. профессором в Черновицах, с 1890 г. в Праге, а в 1898 г. перешел в Вену преемником сначала Шрауфа, затем Чермака, по кафедре минералогии и петрографии. В Венской Академии Наук он в течение ряда лет занимал должность непременного секретаря. Профессуру Бекке оставил в 1927 г., но продолжал научно работать почти вплоть до самой своей смерти.

Многочисленные работы Бекке, не считая описательных работ по минералогии, петрографии и геологической съемке, группируются около следующих проблем: кристаллографическое и кристаллофизическое изучение отдельных минералов; структура, минералогический, химический состав и генезис метаморфических пород; методы петрографического исследования; вопросы петрогенезиса изверженных пород (петрографические провинции, классификация и др.).

Первые работы Бекке относились к первой из названных проблем. К исследованию отдельных минералов Бекке возвращался и впоследствии, в особенности в связи с изучением наиболее важной группы породообразующих минералов, т. е. полевых шпатов. Из интересных и не утративших своего значения и до сих пор работ можно указать на применение вытравления к изучению симметрии кристаллов, имеющее важное значение например для кристаллов кубической системы, на установление триклинического характера шабазита, на его работу о доломите, в которой он стремится дать стереохимическое объяснение тому понижению симметрии, по сравнению с их компонентами, которые обнаруживают, в отличие от изоморфных смесей, двойные соли. К стереохимическим представлениям Бекке подходит и в работах о группе магнетита и пирита: различные реактивы различно действуют на разные грани; отсюда он делает заключение, что металлические атомы в пирите расположены у граней куба, а атомы серы у граней ромбического додекаэдра. В работе об изоморфизме полевых шпатов Бекке делает попытку объяснить некоторые уклонения физических свойств этих изоморфных смесей от чистой аддитивности некоторым изменением физических свойств компонентов при образовании смешанных кристаллов. К полевым шпатам и к уточнению оптических констант некоторых из них он возвращается неоднократно в связи с разрабатываемыми им новыми методами кристаллооптического их определения и с особенностями метаморфических пород. Изучение кристаллической формы тростникового сахара, который казался исключением из установленной Пастером приуроченности вращения плоскости поляризации к энантиоморфизму, подтверждает правильность Пастеровского положения.

В большой работе о вытравлении плавикового шпата он выясняет различие скорости растворения в разных направлениях и из явлений вытравления выводит объяснение, почему одни грани развиваются, а другие отсутствуют. По словам реферировавшего эту работу Браунса она открывает новые горизонты. Большое внимание было уделено Бекке зональному строению полевых шпатов. Им установлено, что в кристаллических сланцах не выдерживается тот общий тип зонального строения полевых шпатов в изверженных породах, при котором наблюдается обогащение альбитовой частицей по мере перехода от ядра и внутренних зон к наружным. В этом, как известно, сказывается общий закон кристаллизации изоморфных смесей, установленный Кюстером и Коноваловым и заключающийся в том, что первые порции изоморфных зональных кристаллов богаче более тугоплавким компонентом, т. е. тем, который повышает точку плавления изоморфной смеси. Бекке точными кристаллооптическими измерениями проследил эту закономерность зональности не только на полевых шпатах, но и в пироксенах и других изоморфных породообразующих силикатах и правильно отметил, что эти соотношения определяются условиями растворимости.

Нельзя не отметить и его работы по росту кристаллов, где он устанавливает понятие о конусах наростания (Anwachskegel), работы о мирмеките, образование которого он объясняет процессом вытеснения калия натрием и кальцием в калиевом полевом шпате, работу о взаимоотношениях пироксена и амфибола и некоторых др.

Работы Бекке по методам определения полевых шпатов и по петрографической методике занимают почетное место не только среди работ самого Бекке, но и в петрографической литературе вообще. И если даже некоторые из данных Бекке методов и утратили свое значение, достаточно одной так называемой «линии», или как некоторые говорят «полоски» Бекке, которую теперь знает каждый студент петрограф или минералог, чтобы его имя продолжало жить еще очень долго.

Методы кристаллооптического определения под микроскопом минералов и в частности полевых шпатов, разработанные Бекке, отличаются оригинальностью и изяществом. Но вместе с тем некоторые из них не получили широкого распространения или потому, что требуют особого рисовального столика и большого напряжения внимания, как например определение угла оптических осей по изгибам одной из изогир в тех интерференционных лемнискатах, которые дают двуосные кристаллы при скрещенных николях в сходящемся свете, или потому, что применимы лишь к особым случаям, как например изящный метод определения полевых шпатов путем сравнения показателей преломления полевых шпатов с показателем преломления кварца в местах их контактов. Этот последний метод очень изящен, но он применим только к породам, содержащим кварц и притом в таком количестве, чтобы было достаточно шансов на нахождения в одном шлифе необходимого количества требуемых контактов.

Впрочем эти методы Бекке, как и многие другие коноскопические методы, отошли на задний план перед вытесняющим их Федоровским методом как таковым или применением Федоровского столика к определению углов погасания в некоторых определенных разрезах. Линия, или полоска, Бекке, т. е. та светлая полоска, которая получается на границе двух средин с различными показателями преломления при — подымании тубуса микроскопа установленного предварительно на фокус, на стороне тела с бо́льшим показателем преломления, а при опускании на стороне тела с меньшим показателем преломления — широко применяется как для определения преломления тела по сравнению с преломлением соприкасающегося с ним другого тела в шлифе (например полевого шпата и кварца, полевого шпата и канадского бальзама и др.), так и для точного количественного определения показателя преломления минерального тела, погружаемого последовательно в жидкости, показатели преломления коих известны. Это так называемый иммерзионный метод (Шредер-фон-дер-Кольк), который получил в упрощенном виде при помощи полосок Бекке широкое применение как в петрографии изверженных пород, так в особенности в сравнительной литологии осадочных пород, где этим методом определяются минеральные частицы диаметром в несколько сотых и даже несколько тысячных миллиметра. Такое определение имеет и практическое значение для характеристики и отождествления по минералогическому составу разных стратиграфических горизонтов некоторых геологических свит, например нефтеносных.

Так называемые скиодромы Бекке, т. е. ортогональные проекции эллипсоида скоростей на плоскость препарата в сходящемся свете, и ряд соответствующих гипсовых моделей имели своей целью сделать более наглядными и соответственно облегчить их понимание сложные кристаллооптические явления в коноскопе, особенно для распознавания одноосных и двуосных кристаллов и характера двупреломления; они находят себе применение в преподавании кристаллооптической петрографической методики.

Много сделано Бекке для более полного и тонкого познания полевых шпатов, этой наиболее важной группы породообразующих минералов; и в методику определения полевых шпатов и в их оптические константы, и в закономерности их зонального строения Бекке внесено много нового.

К методологическим работам относится также метод окрашивания для распознавания кварца и полевого шпата в шлифах и новый метод графического изображения химизма изверженных пород (в работе о породах с о. Колумбрет) и метаморфических пород. К графическим методам изображения состава горных пород он возвращается и впоследствии и даже еще в обзорной работе 1927 г.

Наряду с методологическими работами наиболее важными являются и работы Бекке в области метаморфических пород. Он сравнительно рано изучал в поле, а затем и в лаборатории, метаморфические и изверженные породы венского Вальдфиртеля и его внимание оказалось сразу (уже в 1882 г.) направленным от чисто геологического и петрографически описательного их изучения в сторону постановки и разрешения проблем петрологического порядка.

Особенности структуры, текстуры и минералогического состава кристаллических сланцев интересуют Бекке не сами по себе, а как отражение тех термодинамических и физикохимических условий, в которых происходила метаморфизация данной породы или свиты пород. Температура, давление, химическая обстановка различны на различных глубинах в земной коре, куда под влиянием дислокационных процессов и седиментации постепенно погружаются горные породы, находившиеся на поверхности; в зависимости от комбинации названных трех факторов процессы метаморфизации будут на разных глубинах протекать различно: один и тот же материал, оставаясь химически более или менее неизменным, будет приобретать различные структурные признаки и различный минералогический состав, характерные именно для данной комбинации термодинамических условий, для данной глубинной зоны, в которой происходит метаморфизация. Горная порода не представляет неизменной системы, которая разрушается лишь на поверхности. Она является некоторой равновесной при данных условиях генезиса системой; но как только она попадает в другие условия, это равновесие нарушается и горная порода либо подвергается разрушению, т. е. так называемому выветриванию, либо тому или иному виду метаморфизации. Всякая горная порода, при изменении условий ее существования, более или менее глубоко изменяется, превращается в другую или другие породы. Эти представления в общем виде были формулированы еще одним из родоначальников современной геологии, Хёттоном в начале прошлого столетия, но они были облечены в научную форму, конкретизированы и систематизированы в значительной степени теми работами, которые велись Бекке по инициативе Венской Академии Наук, т. е. вероятно самого Бекке, в сотрудничестве с другим венским профессором — Бервертом и с цюрихским профессором Грубенманом, и независимо от них более или менее одновременно американцем Ван-Хайзом и финляндцем Зедергольмом. Это учение о метаморфизме, известное под названием учения о глубинных зонах метаморфизации, связано с именами названных ученых, но львиная доля в этом учении принадлежит Бекке. Об этом свидетельствует его доклад на Венском международном геологическом конгрессе и появившаяся в этом же году его работа в изданиях Венской Академии, хотя он и говорит сам, что все это сделано работами, организованными Венской Академией, является достоянием всех трех авторов, т. е. Бекке, Берверта и Грубенмана, и несмотря на то, что эти представления о зонах метаморфизации чаще связывают с именем Ван-Хайза и в особенности Грубенмана, которому принадлежит первое сводное сочинение о кристаллических сланцах, основанное на этих новых представлениях.

Нельзя для правильного исторического освещения этого нового направления о метаморфизме не отметить, что одновременно с названными учеными, но совершенно независимо от них к этим же представлениям пришел Лукашевич во время своего 18-летнего заключения в Шлиссельбургской крепости. Книга Лукашевича «Жизнь горных пород» вышла в свет позднее работ Ван-Хайза, Бекке, Грубенмана, хотя изложенные в ней мысли созрели ранее. Мы имеем здесь пример не раз имевшего место в истории развития науки, одновременного, независимо друг от друга, формулирования научных идей или даже решения проблем экспериментальным путем (вспомним хотя бы сжижение газов одновременно Пиктэ и Кальетэ). Вместе с тем, это удивительный пример научного творчества в условиях заточения, принудительной изолированности от внешнего мира.

На фоне общих положений Ван-Хайза, Зедергольма, Лукашевича рельефно выделяются конкретизированные и освещенные физикохимически представления Бекке, а с ним или отчасти за ним Грубенмана. Для объяснения особенностей структуры и минералогического состава метаморфических пород, Бекке прибегает главным образом к двум положениям: к так называемому закону объемов (название самого Бекке) и к принципу Рикке. Закон объемов заключается в том, что метаморфизация на более или менее значительной глубине должна регулироваться и сопровождаться стремлением к сокращению объема. И действительно мы видим, что метаморфические породы обладают большей плотностью, чем те первоначальные породы, из которых они получились, что минералы, которые получаются за счет других при метаморфизме, занимают меньший молекулярный объем, чем исходные минералы. Бекке дает большой ряд данных для иллюстрации этого положения и эту мысль он высказал еще раньше по поводу процессов динамометаморфизма и старался выразить эти изменения объемов уравнениями; до него ту же мысль высказал уже Лепсиус (1890 и 1893). В основе мысль, формулированная в форме закона объема, верна, но на самом деле явление здесь более сложного порядка. Достаточно вспомнить, что мною еще в 1898 г. было показано, что минералы, слагающие изверженные породы, делятся на две группы, из которых одна образуется с сокращением объема, а другая с расширеннем; а к этой второй группе принадлежат полевые шпаты, входящие также и в состав кристаллических сланцев.

Положение Рикке заключается в том, что если кристалл, находящийся в соприкосновении с насыщенным его раствором, находится под односторонним давлением, он будет растворяться в направлении давления и наростать в плоскости перпендикулярной: растворимость повышается в направлении давления независимо от того, сопровождается ли плавление расширением или сокращением. Бекке придает этому явлению большую роль в процессах кристаллизации составных частей кристаллических сланцев в твердом состоянии, при чем отмечает, что необходимая для этого вода имеется в горной породе в виде горной влаги. В результате возникает особая кристаллизационная сланцеватость (Kristallisationsschieferung). В связи с этим Бекке разбирает и вопрос об определении направления растяжения или растянутости (Streckung) в метаморфизованных горных породах; это явление как известно, играет большую роль, и в позднейших построениях Клооса в его так называемой гранитовой тектонике.

В процессе глубинного метаморфизма горные породы, перекристаллизовываются, прежние структуры более или менее полно заменяются новыми. Эти последние существенно отличаются от первичных кристаллизационных структур тем, что они возникают в процессе перекристаллизации в твердом состоянии со всеми вытекающими отсюда последствиями. Эти вторичные структуры необходимо отметить особым названием; Бекке называет их кристаллобластическими и вся современная терминология этих кристаллобластических структур (гранобластическая, бластопорфировая, идиобласты, порфиробласты и т. д.), вошедшая во всеобщее употребление, введена Бекке, а за ним и Грубенманом.

Большое внимание уделено Бекке минералогическому составу метаформических пород, к определению которого он подходит также тщательно во всеоружии тонких кристаллооптических методов, как это полагается для изверженных пород, но не всегда применялось к породам метаморфическим. Он дает картину приуроченности тех или иных минеральных ассоциаций к определенным зонам метаморфизации и вводит понятие и термин типоморфных минералов для обозначения тех, которые типичны для данной зоны метаморфизации, а не являются остатками более раннего минералогического состава или позднейшими новообразованиями. Не оставлен без внимания и химический состав, для изображения которого он дает особые обозначения и графическое изображение. Особый тип графического изображения был им предложен и для химического состава изверженных пород.

В развитие правильного представления о том, что горная порода является известной равновесной системой для данной термодинамической обстановки и должна изменяться с изменением этой обстановки, надо было логически остановиться не только на тех изменениях, которые претерпевает порода, когда она попадает с поверхности земли в более глубокие слои земной коры — это и есть региональный метаморфизм, — но обратиться и к судьбе метаморфической породы, которая снова подымается в более высокие слои, Бекке подметил и эти изменения и назвал их регрессивным метаморфизмом, или диафторезом, а самые породы — диафторитами.

Можно сказать, что Бекке является основоположником наших современных представлений о метаморфических породах, представлений, которые вместе с ним и за ним широко распространил своей книгой о кристаллических сланцах Грубенман. Бекке был авторитетом в этой области; к его голосу прислушивались и с должным вниманием читали его обзоры успехов в области метаморфизма, обзоры прекрасно составленные, объективные и вместе с тем критические.

Не останавливаясь на описательных петрографических и довольно многочисленных геологических работах, которые отличаются тщательностью, обилием фактического материала и петрологическими обобщениями, остановимся в заключение на одной из них, нашедшей широкий отклик в петрографической литературе. Это работа, в которой Бекке сравнивает изверженные породы Богемии и Американских Андов и в которой он приходит к обоснованию минералогических и химических различий двух типов магм и соответствующих пород: щелочной и щелочно-земельной. Бекке предлагает заменить громоздкие термины Розенбуша фойяитово-тералитовая, гранито-диоритовая и габбро-перидотитовая магмы терминами атлантическая и тихоокеанская (Atlantische Sippe и Pazifische Sippe) группы. Поскольку речь идет о противопоставлении этих двух типов химического облика изверженных пород, между которыми, по словам самого Бекке, существуют переходные звенья, это знакомая нам точка зрения Розенбуша и Мишель-Леви; можно примыкать к ней или итти другим путем в химической классификации магм и изверженных пород, смотря по индивидуальным взглядам. Но то обстоятельство, что Бекке дал некоторую картину географического распределения этих двух типов и связал их с типами дислокаций — тихоокеанские породы приурочены к областям молодых складчатых горных систем, а атлантические — к сбросовым дислокациям, то обстоятельство, что Прайор, который одновременно с Бекке пришел к такой же группировке, поддерживает географический элемент, что Харкер резко подчеркнул и продолжал подчеркивать вышеуказанное соотношение с типами дислокаций, все это дало толчек к тому, что стали говорить о двух универсальных петрографических провинциях. Это представление об атлантической и тихоокеанской провинциях развили Штарк и Вольф с поправкой в виде бореальной провинции. Ученье об этих двух универсальных провинциях разделило петрографов на две группы: одни из них, и притом многие, являются сторонниками этих провинций, применяют это учение в своих работах: другие, в том числе Вашингтон, Лакруа, отвергают представление об этих провинциях, поскольку в них находит себе выражение географический элемент. Я с самого начала был противником такого взгляда, продолжаю им оставаться и неоднократно высказывался об этом в своих работах. Здесь не место входить в подробный разбор этой контроверзы, но должен сказать, что, когда я перечел, при составлении этого очерка, соответствующую работу Бекке, я убедился, что последователи Бекке пошли дальше его самого. У него термины Атлантический и Тихоокеанский имеют всетаки, главным образом, значение терминов систематических: он говорит о родовой группе — Sippe, а не о провинции, хотя конечно, проглядывает и географический элемент распределения этих пород. Во всяком случае учение об атлантической и тихоокеанской провинциях связано и связывается с именем Бекке и противники этого учения, являются и его противниками, быть может не столько благодаря ему самому, сколько благодаря позднейшей разработке этого учения.

Из некоторых моих встреч с Бекке, из переписки с ним и со слов работавших у него, я вынес впечатление о Бекке, как о простом, приветливом, доброжелательном человеке. Он отличался большой объективностью, отражавшейся в его отношении к научной полемике. В этом отношении очень характерен эпизод со мной. Когда с 1899 г. я стал помещать в редактируемом Бекке журнале «Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mitteilungen» критические очерки по систематике изверженных пород и он приветствовал эти очерки, мне пришлось во втором же очерке коснуться только-что вышедшей работы самого Бекке и с точки зрения моих взглядов отнестись критически к установленным им двум новым типам лав, которые он назвал альборанитом и санторинитом. Он поместил мою статью, но в том же номере дал свою статью, в которой в деликатной объективной форме возражал против моих соображений и отстаивал свою точку зрения. На это я ответил новой статьей, которую он тоже напечатал, без коментариев и без новой статьи со своей стороны, оставив последнее слово за мною. На этом наша полемика закончилась, каждый из нас остался при своем мнении и это нисколько не отразилось на наших отношениях. С русскими петрографами у Бекке было много сношений, так как многие из них печатали свои работы в его журнале, в том числе и крупные капитальные работы (как например Лагорио, Морозевич и др.). С русским петрографическим материалом его связывало и то обстоятельство, что ему, еще сравнительно молодому петрографу, были переданы Абихом изверженные породы Армении; первое петрографическое описание пород Армении принадлежит ему.

Перу Бекке принадлежит и несколько научно-популярных статей, редактирование восьмого издания минералогии Чермака: как уже указано выше, он принимал непосредственное активное участие в распространении научных знаний в широких массах на так называемых «Volkstümliche Hochschulkurse».

Из всего вышеизложенного ясно вытекает, что Бекке был крупным ученым, оставившим глубокий след в петрографии. Он был вместе с тем неутомимым работником, который не покидал научной работы и следил за литературой вплоть до самой своей смерти.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ФР. БЕККЕ

По минералогии, кристаллофизике и кристаллографии

Hypersthen von Bodenmais. T. M. P. M., 1880, 60.
Uber den Hessit (Tellursilberglanz) von Botes in Siebenbürgen. Ibid., 301.
Euklas aus den Alpen. Ibid., 1881, 147.
Hornblende und Anthophillit nach Olivin. Ibid., 450.
Bergkrystalle in den Quellbildungen der Teplitzer Thermen. Ibid., 1882, V., 32.
Parallele Verwachsung von Fahlerz und Zinkblende. Ibid., 1883, 831.
Pasteur als Krystallograph. Sitz.-Ber. naturw. med. Ver. f. Böhmen. Lotos, 1886, I, 1.
Eine merkwürdige Kristallisation von Chlorkalium. Ibid., 1898, Nr. 3.
Whewellit von Venustiefbau bei Brux. Ibid., Nr. 4, 1897.
Aragonit von Ustira. T. M. P. M., 1897, 17.
Mineralvorkommen im Zillerthal. Ibid., 107.
Form und Wachstum der Krystalle. Schr. Ver. Verbr. natur. Kenntn. in Wien, 1897, 37 (489).
Uralit aus den Ostalpen. T. M. P. M., 1895, 14, 476.
Ein Wort über das Symmetriecentrum. Z. f. Kr. 1896, 25, 73.
Über Chiastolith. T. M. P. M., 1893, XIII, 256.
Schalenblende von Mies in Böhmen. Ibid., 1895, 14, 278.
Scheelit im Granit von Predazzo. Ibid., 277.
Titanit von Zöptau. T. M. P. M., 1891, 12, 169.
Kristallform und optische Orientirung des Keramohalit von Teneriffa. Ibid., 45.
Krystallform optisch aktiver Substanzen. Ibid., 256.
Ätzversuche am Fluorit. T. M. P. M., 1890, 349.
Bemerkungen zu H. Fock's Aufsatz. Z. f. K., XX, 1892, 253.
Über Dolomit und Magnesit und über die Ursache der Tetartoëdrie des ersteren. T. M. P. M., 1890, XI, 224.
Orientierung des Dolomit von Gebroulaz. T. M. P. M., 1890, 536.
Gipszwillinge von Bochnia. Ibid., 26, 1907, 133.
Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallformen des Dolomit. T. M. P. M., X, 9, p. 93.
Die Krystallform des Traubenzuckers und optisch aktiver Substanzen im Allgemeinen. Ibid., 1889, X, 464.
Ätzversuche an Mineralien der Magnetitgruppe. Ibid., 1885, 200.
Einluss der Zwillingsbildung auf die Ausbildung der Krystallform beim Orthoklas. Ibid., 1903, 22, 105.
Beitrag zur Kenntniss der Carborundum Krystalle. Z. f. K., 1895, 24, 537.
Der Aufbau der Krystalle aus Anwachskegeln. Lotos, 1894, XIV
Ätzversuche am Pyrit. T. M., 1887, 239.
Natürliche Ätzung an Krystallen von Pyrit, Zinkblende, Bleiglanz, Magnetit. Ibid., 1.
Über die Krystallform des Zinnsteins. T. M., 1877, H. 3.
Krystallisirter Vivianit in Säugethierknochen aus dem Laibacher Torfmoor. Ibid.
Über den Glaukodot von Hakanaboa und den Danait von Frankonia. Ibid., H. 2.
Neuere Vorkommen in den österreich. Salzlagerstätten. T. M. P. M., 1907, 26, 132.
Whewellit von Brüx. Ibid., 397.
Bemerkungen über krumme Flächen. Ibid., 403.
Über Chiastolith. Ibid., 13, 1892/93, 256.
Spessartin von Broken Hill. Ibid., 22, 1903, 89.
Neue Mineralvorkommen aus dem Zillerthal. Ibid., 1904, 23, 84.

Lehrbuch der Mineralogie von Tschermak (8 изд.), 1921.
Fossiles Holz an der Putzenwacke von Joachimstal. T. M. P. M., 1912, **31**, 81.
Körperliche Mangandendrite im Trachyt von Spitzbergen, bei Tepl., Böhmen. Ibid., **33**.
Das Wachsen und der Bau der Krystalle. 1918 (Inaugurationsrede 28 X 1918).

По методам петрографического исследования, по полевым шпатам и оптическим константам

Ein neuer Polarisationsapparat von E. Schneider in Wien. T. M. P. M., 1879, 430.
Die optischen Eigenschaften der Plagioklase. T. M. P. M., 1906, **25**, 1.
Messung des Winkels der optischen Axen aus der Hyperbelkrümmung. T. M. P. M., 1905, **24**, 34.
Die Skiodromen. Ein Hilfsmittel bei der Ableitung der Interferenzbilder. Ibid., p. **1**.
Optische Untersuchungsmethoden. Denkschr. Wien. Akad. 1905, **75**.
Über die Unterscheidung von Augit und Bronzit in Dünnschliffen. Ibid., **52**, 527.
Über die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengtheile, besonders der Plagioklase auf Grund ihrer Lichtbrechungsvermögens. Sitz.-Ber. Wien. Akad. **102**, 1893, 358.
Klein'sche Lupe mit Mikrometer. T. M. P. M.. 1894, **14**, 375.
Mallard'sche Konstante des Mikrokonoskops. T. M. P. M., 1907. **26**, 509.
Zur Unterscheidung ein- u. zweiachsiger Krystalle im Konoskop. Ibid., 1908, **27**, 177.
Optische Orientierung des Anorthit vom Vesuv. Ibid., 1899, 108, 431.
Zur optischen Orientierung des Anorthit. Akad. Anz. X, 1899, Nr. XXI.
Zur Bestimmung der Plagioclase in Dünschliffen in Schnitten, senkrecht zu M. und P. Ibid., 1899, **18**, 356.
Zur Messung des Axenwinkels an der Hyperbelkrümmung. T. M. P. M., 1909, 290.
Zur Physiographie der Gemengteile der kristallinen Schiefer. Denkschr. Wien. Akad. 1906, **75**, 97.
Optische Untersuchungsmethoden. Denkschr. Wien. Akad. 1904, **75**, 55.
Bestimmung der Dispersion der Doppelbrechung. T. M. P. M., 1903, **22**, 378.
Optische Orientierung des Oligoclas-Albit. Ibid., 1900, **20**, 50.
Optische Orientierung des Albit von Amelia. Ibid., 1900, **19**, 321.
Bestimmung kalkreicher Plagioklase durch die Interferenzbilder von Zwillingen. Ibid. **14**, 415.
Orientierung der optischen Axe A im Anorthit. Ibid., 1899—1900, **19**, 243 (203).
Die optischen Eigenschaften der Plagioklase. Ibid., 1906, **25**, 1.
Die optischen Eigenschaften einiger Andesine. Ibid., 1921, 35, 31.
Über eine neue Methode der Achsenwinkelmessung. T. M. P. M., 1905. **24**, 113.
Die optischen Eigenschaften zweier Andesine. Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1917, **127**, **473** (совместно с M. Goldschlag).

По петрографии

Über Mineralbestand und Struktur der krystallinen Schiefer. Denkschrift d. Wien. Akad. d. Wiss. 1903, 75 M. C. R. Congr. Géol. Intern. Vienne, 533.
Die krystallinen Schiefer des niederösterreichischen Waldviertels. Sitz.-Berl. Wien. Akad., 1881, LXXXIV, 546.
Eruptivgesteine aus der Gneisformations des niederösterreichischen Waldviertels. T. M. P. M., 1882 (1883), V, 247.
Glasseinschlüsse in Contactmineralien von Canzacoli bei Predazzo. T. M. P. M., 1882, V. 147.
Die Entstehung des krystallinen Gebirges. Доклад на 81 Vers. d. Naturf. u. Ärzte Salzburg, 1909 (Naturw. Rundschau 1910).
Die Raumprojection der Gesteinsanalysen, Ibid., 1911, XXX, 499.
Graphische Darstellung von Gesteinsanalysen. Ibid., 1925, XXXVII, 27.

Fortschritte auf dem Gebiete der Matamorphose. Fortschr. d. Miner. u. Petrogr., 1916, **5**, 210.

Struktur und Klüftung. Ibid., 1924, **9**, 185.

Über Zonenstruktur der Krystalle in Ergussgesteinen T. M. P. M., 1897, **17**, 97.

Über Zonenstruktur bei Feldspathen. Lotos, 1897, Nr 3.

Olivinfels und Antigirit-Serpentin, aus dem Stubachthal, Hohe Tauern. T. M. P. M., 1894, **14**, 271.

Einige Bemerkungen über die Eischlüsse des Granits von Flamanville. T. M. P. M., 1902, **21**, 230.

Über Quarzfremdlinge in Lamprophyren. T. M. P. M., 1890, XI, 271.

Über Myrmekit. Ibid, 1908, **27**, &. Verh. Ges., d. Naturf. Ärzte, 1908, 177.

Über Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole. T. M. P. M., 1881, VII, 93.

Blaugrüne Hornblende aus dem Grünschiefer vom Lämmurbüschel. Ibid., 1902, **21** (Mitt. d. Wien. Miner. Ges.).

Bemerkungen betreffend die krystallinen Schiefer aus Brasilien. Sitz.-Ber. Wien. Ak., 1907, **116**, 1201.

Die Etuptivgesteine des Böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes. Atlantische und Pazifische Sippe der Eruptivgesteine. T. M. P. M., 1903, **22**, 209.

Über Alboranit und Santorinit und die Grenzen der Andesitfamillie. Ibid., 1900, **19**, **182**.

Der Hyperstenandesit der Insel Alboran. Ibid., 1899, **18**, 525.

Petrographische Studien am Tonalit der Riesenferner. T. M. P. M., 1893, **13**, 379, 433.

Gesteine der Halbinsel Chalcidice, T. M. P. M., 1, 3.

Gesteine von Grichenland. P. M. 1878, **1**, 459, 489, 1879, **11**, 17.

Gesteine der Colubretes. T. M. P. M., 1896, 16, 155.

Anhang (к предыд. статье). Einiges über die Beziehungen von Pyroxen und Amphibol in den Gesteinen. Ibid., 327.

Graphische Darstellung von Gesteinsanalysen. Ibid., 1927, 11, 35.

Über den Monzonit. Festschr. Doelter, 1920, 1.

Differentiationserscheinungen im Zentralgneiss der Hohen Tauern. Vortrag an der Hauptversammlung der Wien. Miner. Ges. Lpz.

Fortschritte auf dem Gebiet des Metamorphismus. Fortschr. d. Min., 1911, I, 221.

Das spezifische Gewicht der Tiefengesteine. Sitz.-Ber. Wien. Ak., 1911, 265.

Chemische Analysen von krystallinen Gesteinen der Ostalpen. Denkschr. Wien. Akad., 1912, **75**, 153.

Intrusivgesteine der Ostalpen. T. M. P. M., 1912, **31**, 545.

Petrographische Untersuchungen (микроскопич. описание горных пород собранных Абихом в Армении; см. H. Abich, Geologie des Armenischen Hochlandes. Wien., 1882, I, 329.

Über Krystallysationsschieferung und Piesokrystallisation C. R. X-me Congr. Géol. Mexique. 1906.

Über das Grundgebirge im niederösterreichlichen. Waldviertels. C. R. XI-me Congr. Geol. Stockholm. 1910, 1, 607.

Über Diaphtorite. T. M. P. M., 1909, **28**, 369.

Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. Ibid., 4, 1882, 189, 285.

Granodioritgneiss im Waldviertel. Ibid., 1917, 34, 70.

Zur Faziesklassification der metamorphen Prozesse. T. M. P. M., 1922, **35**, 215.

Bemerkungen zum steirischen Kristallin. Ibid., 119.

Геологические работы и пр.

Bericht über das Erdbeben von Brüx. am 3 Nov. 1896. Sitz.-Ber. Wien. Akad., 1896, **106**, 45.

Bericht über das Erdbeben von 5 Jan. 1897 im südlichen Böhmerwalde. Ibid., 103.

Bericht der Commission für die petrographische Erforschung der Central-Kette der Ostalpen (совместно с Berwerh & Grubenmann). Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien., 1898, Nr. 111.

Über die vulkanischen Laven. Schiften d. Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse. Wien., 1904, 24, 339.

Über den gegenwartigen Zustand des Vesuv. Lotos, 1896, Nr. 6.

Bericht der Commission für die petrographische Erforschung der Centralkette der Ostalpen. Anz. Wien. Akad. 1895, V, 1896, III, 1897, II — III.

Vorläüfiger Bericht über den geologischen Bau und die krystallinen Schiefer des Hohen Gesenkes (Altvatergebirge). Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1892, 101, 786.

Geologische Beobachtungen im Altvatergebirge. Vorh g. R. A. 1887, 109 (совместно с M. Schuster).

Bericht über das Glaslitzer Erdbeben 24 Oct. bis 25 Nov. 1897. Sitz.-Ber. Wien. Akad., 1898, 102, 789.

Chemische analysen aus dem Laboratorium des deutschen Universität Prag. T. M. P. M., 1899, 18, 94.

Notizen aus dem niederösterreichischen Waldviertel. Ibid., VII, 188—25.

Bericht über geologische und petrographische Untersuchungen am Ostrande des Hochalmkerns. Sitz.-Ber. Wien Akad., 1907, 118, 1045.

Erster Bericht über petrographische und geotektonisehe Untersuchungen im Hochalmmassiv und in den Radstätter Tauern. Sitz.-Ber. Wien. Akad., 1906, 115 (совместно с V. Uhlig).

Bericht über die Aufnahmen am Nord- und Ost-Rande des Hochalmmassivs. Ibid. 1908, 117.

Excursion durch das Westende der Hohen Tauern (Zillerthal). Guide des excursions du Congr. Géol. Intern. Vienne, 1903.

Über die bei Czernowitz im Sommer 1884 und Winter, 1884, stattgefundenen Rutschungen, J. g. R. A. 1883, 35, 396.

Graphit im niederösterreichischen Waldviertel. Mitt. Wien. Miner. Ges., 1917, Nr. 80, 58.

Das Grundgebirge im niederösterreichischen Waldviertel. Congr. Geol. Stockholm, 1912, 1, 619.

Das niederösterreichische Waldviertel. T. M. P. M., 1913, **32**, 175 (совместно с Himmelbauer, Reinhold, Görgey).

Zur Karte des niederösterreichischen Waldviertels, 1915, **23**, 351.