

# Personalia

---

## In Memoriam: Georg Mandl (1925-2020)

---

Geschrieben von Harald Bauer

Kategorie: Personalia (/index.php/infos/personalia)

von Florian Lehner

Univ.-Dozent Dr. Georg Mandl ist am 18. Juli 2020 friedlich entschlafen, eine Woche vor seinem 95. Geburtstag. Österreichische Geologen haben Georg Mandl zumeist wohl erst kennengelernt, als er seine vielseitige, international orientierte Forschertätigkeit bei Shell Research in den Niederlanden in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zunehmend in Richtung Tektonik und Strukturgeologie lenkte. Von seinen Buchveröffentlichungen hat gewiss schon seine erste, 1988 bei Elsevier erschienene Monographie



„Mechanics of Tectonic Faulting - Models and Basic Concepts“, mit ihrem ebenso anregenden wie anspruchsvollen Zugang über Experiment und Theorie, aber auch Wertschätzung von *teamwork*, einen starken Eindruck als das Werk einer charismatischen Forscherpersönlichkeit hinterlassen, den eine erste Begegnung mit dem Autor sogleich bestätigte.

Georg Mandl hat ein glückliches, außerordentlich produktives, man könnte auch sagen wohltemperiertes Leben gelebt. Und weil dem, der hier schreibt auch gegönnt sei, den Blick auf seines Freundes Leben und Wirken hin und wieder ins Anekdotische abschweifen zu lassen, trifft es sich vielleicht anfangs den Ausruf „Wie Goethe!“ einer von seinem Anblick offenbar entzückten Freundin zu erwähnen, an den sich der so treffend Vergleichene immer gerne erinnert hat. Denn wie jener große Olympier, dem das Leben selbst als Kunstwerk galt, so besaß auch Georg einen inneren Kompaß, der ihm zur rechten Zeit immer den rechten Weg wies und für Ausgewogenheit in allem Tun und die heitere Grundstimmung und lebensfrohe Aufgeschlossenheit sorgte, die er ausstrahlte.

Georg wurde in Feldkirch geboren, als erster der drei Söhne von Dr. Georg Mandl und Franziska Mandl (geb. Heim). Der Rechtsanwalt Dr. Mandl stammte aus einer Wiener Familie und hatte in Feldkirch eine Kanzlei gegründet. Dort betrieb Georgs Mutter ihr Erbe, das Hotel Vorarlberger Hof, in dessen privatem Teil Georg und seine Geschwister komfortabel und sorgenfrei aufwuchsen. Georg erzählte immer gerne von seinem frühen Interesse für Biologie, die Tierwelt im Kleinen, von Experimenten mit Insekten, und davon dass er „keinerlei Interesse für Geographie und Karten“ oder „rein topographische Tatsachen“ gehabt habe, sondern eher an gesetzmäßigem Verhalten von Lebewesen oder gesetzmäßigen Vorgängen in der unbelebten Natur. Die formativen Jahre am Feldkirchner Gymnasium wurden bereichert durch eine enge Freundschaft mit Werner Greub, dem späteren renommierten Algebraiker. Der intensive Austausch mit seinem Freund bestärkte Georg in der Absicht, nach seiner Matura (naturwissenschaftl. Zweig) am Feldkirchner Gymnasium im Jahre 1943 Physik zu studieren. Doch zunächst wurde er in den Wehrdienst bei der Deutschen Wehrmacht einberufen, den er bis Kriegsende bei einer Nachrichteneinheit leistete. Unvergesslich das „Habe die Ehre!“, mit dem sich der gewöhnliche Soldat Georg Mandl von seinem Hauptmann verabschiedete, wie er gerne erzählt hat.

Im Frühjahr 1946 begann Georg Mandl das Studium der Theoretischen Physik und Mathematik an der Universität Innsbruck, setzte dies fort in Wien, und promovierte dort im Jahre 1951 mit einer Dissertation "Zur Begründung der geometrischen Strahlenoptik aus der Maxwellschen Feldtheorie" bei den Professoren H. Thirring und W. Glaser. Im Frühjahr 1953 erhielt er eine Anstellung als Projektierungsingenieur bei der Firma Siemens & Halske

in Wien hielt er aber gleichzeitig Ausschau nach Möglichkeiten in der Forschung. Hier wurde er 1954 fündig, am Tag seiner Hochzeit mit Berta Unterberger, als ihm das Amsterdamer Forschungslaboratorium der Firma Shell ein Anstellungsangebot machte. Georg und Berta Mandl zogen nach Amsterdam. Für Georg war dies der Anfang einer langen und fruchtbaren Wissenschaftlerkarriere bei Shell Research und für das junge Paar der Eintritt in ein cosmopolitisches Leben. Holland und seine weltoffenen und geselligen Einwohner entsprachen den Vorlieben des jungen österreichischen Paares, in dessen Heim bald ein lebenslanger Freundeskreis entstand, gelobt von Bertas Wiener Küche und gewürzt von Georgs Geist und Witz und seiner Vorliebe für den neuerworbenen niederländischen Sprachschatz; darin hat ihn schließlich nur seine 1955 geborene Tochter Barbara noch übertroffen, die vieles an Geschmack und Talent mit ihrem Vater teilte und an der Universität Leiden Theoretische Physik studiert und in Konstanz promoviert hat.

Zum Zeitpunkt von Georgs Ankunft im Koninklijke/Shell Laboratorium in Amsterdam genoß das "KSLA" bereits einen Ruf als eines der innovativsten Forschungsinstitute in den Bereichen der Aufsuchung, Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Kohlenwasserstoffen. Geführt von Managern, die meist aus dem Kreis von Mitarbeitern hervorgegangen waren und als renommierte Wissenschaftler enge Beziehungen zu Universitäten pflegten, wo sie oftmals gleichzeitig eine Professur inne hatten, entstanden hier in den fünfziger und sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts richtungweisende Forschungsarbeiten, insbesondere auch in der Theorie von Transportprozessen. Aus dieser Periode stammt eine grundlegende Arbeit von G. Mandl und J.H. Kruizinga zur Theorie von nicht mischbaren Zwei-Phasen Stömungen in porösen Medien, (Z. f. Angew. Physik 13/2, 1961. Diese beschreibt u.a. das Auftreten von sprunghaften Änderungen in den Sättigungen (Porenvolumenanteilen) von zwei strömenden Flüssigkeiten, wie im Beispiel von Öl, das durch Wasser verdrängt wird.

Im Jahre 1960 zog ein Teil der KSLA Belegschaft um nach Rijswijk bei Den Haag in das dort neu errichtete Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium (KSEPL), in dem ausschließlich Forschung in den "upstream" Bereichen der Aufsuchung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen betrieben werden sollte. Hier setzte Georg seine Arbeiten über Transportprozesse in porösen Medien fort mit einer theoretischen Beschreibung eines komplexen Prozesses mittels Wasserdampf thermisch stimulierter Förderung von hochviskosem Erdöl, unter Fachleuten bekannt als *steam drive*. Angeregt von früheren, an der TH Wien entstandenen Arbeiten von G. Heinrich und K. Desoyer zur Hydromechanik von Grundwasserströmungen gab er eine statistische Begründung des Gesetzes von Darcy, kam dabei erstmals in Kontakt mit der Theorie flüssigkeitsgesättigter elastischer Medien und entwickelte eine Mittelungsprozedur, mit deren Hilfe er Maurice Biots damals schon zwanzig Jahre alte, phenomenologische Theorie elastischer poröser Medien zu begründen suchte.

Nun folgte 1963 ein für Georg entscheidender, zweijähriger Aufenthalt im dem Schwesterlaboratorium der Firma Shell in den Vereinigten Staaten, im Rahmen eines damals üblichen wissenschaftlichen Austauschprogramms. Georg, Berta und Barbara zogen für zwei Jahre nach Houston, Texas. In Georgs Gepäck befand sich noch seine Theorie des *steam drive*, die in Houston zunächst von C. Volek experimentell untermauert werden konnte. Eine als Ergebnis dieser Zusammenarbeit erschienene spätere Veröffentlichung markiert einen Meilenstein in der quantitativen Beschreibung von Massen- und Wärmetransport in porösen Medien.

In Houston erhielt Georg Anregungen von mehreren Seiten, die für seine Hinwendung zur "Tektonomechanik" nun den entscheidenden Anstoß gaben. Das Labor und die Arbeitsgruppe seines Kollegen John Handin lieferte fundamentelle experimentelle Daten und Erkenntnisse im Bereich der

Gesteinsmechanik. In Houston verfolgte man damals das durch den früheren Abteilungsleiter M. King Hubbert vorgegebene Ziel, quantitative theoretische Modelle für bestimmte geologische Strukturen zu entwickeln, um damit Voraussetzungen und Bedingungen für deren Entstehung zu klären. Angeregt durch King Hubbert's bekanntes Experiment mit trockenem Sand - das eine Demonstration der Genese von Andersons Abschiebung und Überschiebung in einem reibungsplastischen Lockermaterial lieferte - interpretierte Georgs Kollege Helmer Odé damals die synsedimentären Brüche entlang des Golfs von Mexiko in einer theoretischen Pionierarbeit als Diskontinuitäten im Geschwindigkeitsfeld eines plastisch deformierten Sedimentkörpers. Folgenreich für Georg war auch der Einfluß von Maurice Biot, während dessen Konsulententätigkeit bei Shell Dev. Co. in Houston eine Reihe von grundlegenden theoretischen Arbeiten über die Faltung viskoelastischer Strata, teilweise in Zusammenarbeit mit H. Odé, erschienen und dem mathematisch versierten Physiker ein an vielen Stellen fast noch brachliegendes Feld geomechanischer Anwendungen der modernen nichtlinearen Kontinuumsmechanik vor Augen führte.

Nach seiner Rückkehr 1965 an das KSEPL in Rijswijk erhielt Georg Mandl den Auftrag, ein neues Forschungsteam im Bereich Geomechanik und Strukturgeologie aufzubauen, dessen Aufgabe es sein würde, das quantitative Verständnis von geologischen Prozessen und Strukturen zu fördern. Davon erwartete man zusätzliche, von der Mechanik und Tektonophysik herkommende Entscheidungshilfen, beispielsweise für die Interpretation seismischer Daten, der Beurteilung möglicher erdölhöffiger Strukturen oder auch bei der Rekonstruktion der Migrationswege fluider Kohlenwasserstoffe aus dem Muttergestein in mögliche Fallen. Keine Aufgabe hätte Georgs Wünschen mehr entsprechen können und bestimmte in den nun folgenden Jahren bis zu seiner Pensionierung im Sommer 1985 sein Hauptinteresse an den Themen Bruchformung, Faltung und Klüftung. Allerdings blieb Georg damit im wohl aufregendsten Dezennium der Erdwissenschaften bewußt im strukturgeologischen Größenordnungsbereich. *Ocean floor spreading, plate tectonics, subduction zones ... ?* Fehlanzeige! Gut möglich, dass Georgs frühes Desinteresse an "Geographie und Karten" hier nachgewirkt hat. Obendrein stand der Geomechaniker mit der Aufgabe einer quantitativen Analyse zuallererst vor der Frage realistischen Materialverhaltens, um so mehr der Strukturgeologe mit der nach den jeweils relevanten paläomechanischen Parameterwerten, Georg Mandls "großen Unbekannten" (s. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, **4**, 1991). Georg sah darin auch einen naheliegenden Grund, die Theorie reibungsplastischer Materialien und deren Anwendung in der Bruchtektonik als ersten Aufgabenbereich für seine Gruppe zu wählen. Er selbst widmete sich zunächst der Theorie reibungsplastisch fließender granulärer Materialien und der *double-gliding* Kinematik von konjugierten Scherbändern. Ergebnis dieser Arbeit war ein plastisches Fließgesetz, Gegenstand einer gemeinsamen Veröffentlichung mit R. Fernandez-Luque (s. *Géotechnique*, **20**, 277, 1970), entstanden in fruchtbarem Kontakt mit Prof. de Josselin de Jong (Delft) und Prof. A.J.M. Spencer (Nottingham). Georgs Team lieferte schon bald wertvolle experimentelle Ergebnisse zur Entstehung von Schergefügen in granulären Materialien (G. Mandl, L.N.J. de Jong, A. Maltha, *Rock Mechanics* **9**, 1977) ebenso wie Feldbeobachtungen zur Struktur junger synsedimentärer Bruchzonen in den klassischen Aufschlüssen der Braunkohlen Tagbaue im Rheinischen Erft Becken (F.K. Lehner & W.F. Pilaar, in: *Hydrocarbon Seals*, NPF Special publ. **7**, 1997).

Frühzeitig untersuchten Georgs Mitarbeiter theoretische Modelle für Scherbänder auf dem Weg einer numerischen Lösung der Gleichungen für komplexes reibungsplastisches Materialverhalten bei grossen Verformungen. Scherbänder, die trotz anfänglich homogener Verformung einer Gesteinsprobe spontan an Fehlerstellen im Material entstehen, um zu einer makroskopischen Diskontinuität zusammenzuwachsen, dieses Modell der Entstehung eines Bruches wurde in zweifacher Hinsicht in mehreren Fallstudien erprobt; einerseits betreffend den Einfluß bestimmter Materialeigenschaften und andererseits betreffend grundlegende Fragen der numerischen Lösungsmethodik. Parallel hierzu unternahm Georgs Gruppe "Sandbox" Modellexperimente (W.T. Horsfield, *J. Struct. Geol.* **2/3**, 1980; M.A. Naylor *et al.*, *J. Struct. Geol.* **7/8**, 1986). Diese bildeten dann sowohl Ausgangspunkt als auch Prüfungsmöglichkeit für verschiedene mathematischer Modelle. Insgesamt darf man heute sagen, dass dieses rigorose Modell eines tektonischen Bruches als Scherband selbst nach Jahrzehnten immer noch Gegenstand intensiver Forschung

bleibt, nicht zuletzt wegen der besonderen Herausforderung, ein ganzes System von Brüchen im numerischen Modell als ein System von Diskontinuitäten darzustellen, das bestenfalls eine spezifische tektonische Provinz charakterisiert, im Detail aber immer von den Besonderheiten der Lithostratigraphie und gewisser Randbedingungen geprägt sein wird. Dem Physiker Georg ging es daher in erster Linie um mechanische Erklärungen für bestimmte Bruchmuster. Denn daraus würde beispielsweise der Interpret seismischer Profile wertvolle Schlüsse ziehen können.

Ein zweiter, weniger anspruchsvoller Zugang zu Fragen der Geometrie von Bruchsystemen bestand allerdings immer dann, wenn für bestimmte Randbedingungen ein Spannungszustand allein aus einer Gleichgewichtsbedingung und einem Bruchkriterium, vorzugsweise dem von Coulomb/Mohr, eindeutig bestimmbar war. Im einfachsten Fall eines homogenen Spannungszustands gelangt man zu Anderson's Klassifikation. Insbesondere für *ebene* plastische Verformungen konnte man H. Odé's Vorschlag aufgreifen und die mittels *slip-line theory* gefundenen möglichen Diskontinuitäten im Spannungsfeld zur Vorhersage möglicher Scherbänder oder Bruchsysteme verwenden. Dabei stützte man sich auf die empirische Tatsache, dass die theoretisch vorhergesagten Orientierungen von paarweise auftretenden, 'konjugierten' *slip lines* oder Scherbändern außerordentlich verlässlich die Richtung einer größten bzw. kleinsten Hauptspannung anzeigen und umgekehrt. Allein diese Tatsache beinhaltet nun eine Vielzahl von Anwendungen, wenn man das zu einem gegebenen Spannungsfeld passende Bruchmuster sucht oder umgekehrt, von einem vorliegenden Bruchmuster auf ein bestimmendes Spannungsfeld schließt. Georg und Mitarbeiter wählten diesen Weg in einer Reihe von Arbeiten, beispielsweise zum Thema *gravity tectonics* (W. Crans, G. Mandl, J. Haremboure, *J. Petr. Geol.* **2/3**, 1980; u.a.). Die graphische Auswertung (im Mohr-Diagramm) dieser Beziehung zwischen Hauptspannungsrichtung und Bruchorientierung wurde dann auch zu einem bevorzugten methodischen Hilfsmittel in Georg Mandls erstem Buch, das mit dem Titel "Mechanics of Tectonic Faulting - Models and Basic Concepts" 1988 bei Elsevier in Amsterdam erschien. Das Buch war aus den Unterlagen entstanden, die Georg für Shell-interne Weiterbildungskurse ausgearbeitet hatte. Teil I des Buches beginnt mit einer Besprechung der Erscheinungsformen tektonischer Brüche und der gewählten theoretischen und experimentellen Behandlung als reibungsplastisches Phänomen. Die nachfolgende Darstellung folgt der Andersonschen Unterscheidung von *extensional*, *strike-slip* und *thrust faults*. Sie klärt eine Vielzahl terminologischer Fragen und Besonderheiten anhand von Feldbeispielen, experimentellen Beobachtungen und sorgfältig konzipierten Diagrammen. Zahlreiche Ergebnisse oft erst viel später veröffentlichter Arbeiten aus Georgs Team erscheinen hier erstmals und geben damit Einblick in ein "goldenes Zeitalter" (in Georgs Worten) vielseitig innovativer Grundlagenforschung in der Erdölindustrie. In Teil II des Buches behandelte Georg notwendige Grundlagen der Elastizitäts- und Plastizitätstheorie, insbesondere für poröse, flüssigkeitsgesättigter Gesteine. Detailreich illustriert und immer bemüht um die Klärung technischer oder terminologischer Mißverständnisse wurde Georg Mandls erstes Buch nicht zuletzt wegen der hervorragenden Behandlung des gebotenen Materials bei tiefer an Tektonomechanik interessierten Studenten zu einem beliebten Text (G.C.P. King in *PAGEOPH* **144**, 353, 1995). Das Buch hat Georg seiner Frau und seinen Mitarbeitern gewidmet.

In den Jahren von 1965 bis zu seiner Pensionierung im Sommer 1985 war Georg Mandl ein intensiver Austausch mit geologischen Fachkollegen in Akademia entstanden. Dieser begann auf Exkursionen im Feld und endete oft erst mit der Sperrstunde eines ausgesuchten Restaurants. Bei Exkursionen in den Jura (mit Prof. Laubscher, Basel) oder zur Glarner Hauptüberschiebung (s. Abb.1 in Georgs erstem Buch) fällt auf, dass Georgs Hauptinteresse meist den lokalen Prozessen gilt, beispielsweise der Frage des Materialverhaltens in den Gleithorizonten und dessen Bedeutung für die Deformation einer überschobenen "Platte". Der Prozess der Gebirgsbildung im Großen besaß zu wenig spezifische Aussagekraft für den geotechnisch denkenden Physiker, geologische Strukturen schienen unerklärbar, solange lokal wirkende Randbedingungen nicht mit entsprechenden Feldbeobachtungen in Einklang gebracht waren. Gefragt nach dem Ziel einer Exkursion, von der er gerade zurückgekehrt war, hielt Georg daher auch einmal in klassischer Weise fest man habe "die Randbedingungen gesucht". Nicht zufällig entstand darum wohl ein

kongenialer Austausch mit angelsächsischen Geologen, allen voran wohl mit Neville Price und John Cosgrove am Imperial College in London, die Georg auf Exkursionen zu klassischen Lokalitäten führten und dort sein Interesse an der Genese von Klüften weckten.

Von wechselseitiger Hochachtung gekennzeichnet war auch die Bekanntschaft mit Prof. Leopold Müller, auf dessen Wunsch Georg Mandl bei den Salzburger Kolloquien der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik mehrfach über Forschungsergebnisse seiner Gruppe im Bereich der Tektonomechanik berichtet hat. Anlässlich der Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille an Leopold Müller im Jahre 1983 hielt Georg Mandl einen Vortrag, dessen Thema "Tektonomechanik - Stiefkind der Geologie?" in des Preisträgers Ohren wie Musik geklungen haben muß, wenn dabei für unterschiedliche Probleme ein jeweils geeigneter methodischer Zugang dargestellt wurde ( (<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid>)<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00053390>) (<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid>). In Salzburg standen natürlich Tunnelbauprobleme im Vordergrund und hier wurde Georg Mandl wohl von Prof. Riedmüller für eine Lehrtätigkeit am Institut für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie an der TU Graz gewonnen. Ab dem Herbst 1984 hielt Georg dort die Vorlesungen "Geomechanik" I und II. Im April 1990 folgte die Habilitation für das Fach "Geomechanik unter besonderer Berücksichtigung tektonischer Vorgänge" und im März 1995 wurde Georg Mandl der Titel Honorarprofessor der TU Graz verliehen.

Als Vortragender hielt Georg Mandl nicht viel von Monologen. Eine Vorlesung schien ihm erst dann gelungen, wenn er viele Fragen bekam und derart ermuntert seine Zuhörer auf den ein oder anderen Exkurs mitnehmen konnte. An der Universität Graz war Georg Mandl bald auch mit Prof. Wallbrecher und Mitarbeitern am Institut für Geologie und Paläontologie in Kontakt gekommen und hier entstand nun ein reger, freundschaftlicher Austausch, zu dessen jährlichem, oft auch halb-jährlichem Höhepunkt ein von den Professoren Wallbrecher und Riedmüller gemeinsam veranstaltetes "Tektonomechanik Kolloquium" wurde, das in der Regel in Prof. Wallbrechers Institut stattfand. Diese Treffen lebten von Georgs Charisma und weitgespannten Interessen, von der Gastfreundschaft der Grazer Kollegen, von dem besonderen Charme ihrer Stadt im Frühling ("wenn der Flieder blüht ...") und nicht zuletzt der glücklichen Zusammenkunft von regionaler Geologie und Weinbau ... Viele Teilnehmer aus dem In- und Ausland kamen deshalb immer wieder gerne nach Graz. Eine Auswahl aus den zu Georg Mandls 70. Geburtstag gehaltenen Vorträgen mit dem Titel "Aspects of Tectonic Faulting - In Honour of Georg Mandl" erschien, etwas verspätet, als Festschrift (F.K. Lehner & J.L. Urai, eds., Springer-Verlag, 2000).

Die Erfahrungen mit seinen Grazer Vorlesungen und ein von Kollegen vielfach erwähnter Bedarf an einer "einfacheren Version" seines ersten Buches hatten Georg inzwischen bewogen, sich voll dieser neuen Aufgabe zu widmen. Das Buch mit dem Titel "Faulting in Brittle Rocks - An Introduction to the Mechanics of Tectonic Faults" erschien im Jahr 2000 im Springer-Verlag. Zentraler Gegenstand ist wiederum die Coulomb-Mohr Theorie tektonischer Brüche in einer Darstellung, deren Ausgangspunkt nun bestimmte mechanische Aspekte bilden, die verschiedenen oder sogar allen tektonischen Brüchen zukommen, sodass geometrisch verschiedenartige bzw. unähnliche Bruchstrukturen als nahe verwandte Manifestationen ein und desselben mechanischen Prozesses erkennbar und komplexe Strukturen leichter erklärbar werden. Dieses Buch bleibt mit seinem Reichtum an theoretischen Erklärungen für Feldbeobachtungen in allen Größenordnungsbereichen ebenso wie für ausgewählte Modellexperimente, bis heute einzigartig trotz seiner ausdrücklichen Beschränkung auf sprödes Materialverhalten, allerdings mit ausdrücklicher Berücksichtigung des Porendrucks flüssigkeitsgesättigter Gesteine. Schön, dass dem unermüdlichen Forscher und Lehrer bald darauf, im Jahre 2002, mit der Verleihung des goldenen Doktordiploms der Universität Wien eine gebührende Ehrung zuteil wurde.

Seit 1998 hat Georg Mandl über viele Jahre am Institut für Felsmechanik und Tunnelbau an der TU Graz auch eine Vorlesung über "Kluftgenese" gehalten. Sein starkes Interesse an diesem zentralen Thema der Felsmechanik brachte Georg 'naturgemäß' neue Kontakte zu Geologen und Ingenieurwissenschaftlern im In- und Ausland. Viele kamen zu den Grazer Treffen und aus dem lebhaften Anteil, den Georg an ihren

Arbeiten nahm entstand oft ein anhaltender, freundschaftlicher Austausch, worunter auch mehrere Beiträge zu der schon erwähnten Festschrift waren. Offensichtlich auch von diesem Austausch beflügelt, brachte Georg in seiner Vorlesung eine kritische Analyse bestehender Theorien der Kluftgenese mit gelegentlichen Verbesserungen und betonte deren Bedeutung und Nutzen als Erklärungsprinzip für die oft verwirrende Vielfalt an Klüften und Kluftscharen im Feld. So entstand am Ende ein Buch, in dem Georg das Material seiner Grazer Vorlesungen, erweitert und vertieft und versehen mit didaktisch wertvollen Zusammenfassungen einzelner Kapitel veröffentlichte. Das Buch mit dem Titel "Rock Joints - The Mechanical Genesis" erschien zeitgleich mit Georg Mandls 80. Geburtstag im Jahre 2005 im Springer-Verlag. Sichtbar wird hier wieder der erdölgeologische Hintergrund an den sorgfältig gewählten Beispielen, die die grundlegende Bedeutung von Porendruckeffekten illustrieren. Wie schon bei den vorangehenden Büchern erwirbt der motivierte Leser mit der Arbeit an Georgs drittem Buch nicht nur fundamentale Kenntnisse sondern auch ein Gefühl für die Formulierung eines nichttrivialen tektonomechanischen Problems, ausgehend von einem elementaren Beispiel, das den Kern der Sache erfaßt und dafür sorgt, dass dieser auf dem Weg vom Einfachen zum Komplexen nicht außer Sicht gerät. Ein besonderer, bleibender Beitrag Georg Mandls zur Tektonomechanik liegt deshalb auch in den vielen, mit beschränkten mathematischen Hilfsmitteln erklärbaren Beispielen komplexer mechanischer Prozesse.

Nach ihrer Rückkehr aus den Niederlanden fanden Georg und Berta schnell wieder ihren besonderen Platz in der Heimatstadt Feldkirch, näher auch bei Tochter Barbara, steil aufsteigende IT Expertin bei Daimler und Enkeltöchterlein Luisa, auf dem Weg von Bertas kleinem Schatz zur Architektin, also auch Tektonikerin!

Nun rückte noch eine tiefe Auseinandersetzung besonderer Art mit "letzten Fragen" in Georgs Blickfeld. Die lange Krankheit und der Tod seiner Frau mag ihn zu dem Versuch bewegt haben, ihren gemeinsam erlebten und gelebten katholischen Glauben über eine "Vernunftsbrücke", wie er sagte, mit dem modernen naturwissenschaftlichen Weltbild in Einklang zu bringen. Schlüsselbegriffe in Georgs Versuch sind der *ontologische (absolute) Zufall*, dem die Aktualisierung möglicher Zustände in der Quantenwelt und vielfach in der Makrowelt nicht-linearer Prozesse unterliegt, und die *Entäußerung* des Schöpfers. Mit dieser läßt er dem Zusammenspiel von *trial* und *error* der Welt nach den ihr "eingestifteten Gesetzen" eine Freiheit der Entwicklung zukommen, der letztlich auch der Mensch seine Freiheit verdankt. Anspruchsvoll in seinem Bezug auf Grundlagen der Quantenphysik, fantasievoll in seiner methaphorischen Annäherung an christliche Glaubenswahrheiten und wertvoll in seinen Bezügen auf die aktuelle Debatte in Physik und Theologie ist Georgs Versuch mit dem Titel "Zufall Freiheit Christentum - Der Fall des Sperlings" im Jahre 2012 im Novum Verlag erschienen.

Georg Mandl kam nochmals zu sprechen auf die "Einheit von Wissen und Glauben" in einer Sammlung von Essays gleichen Namens, erschienen 2019 bei Novum Pro. Als Wissenschaftler umkreist er auch hier das Verborgene auf der Suche nach einem Zugang, von Ahnung zu Gewissheit, aber ohne Scheu vor einem letzten Geheimnis. - Welch schönes *Adieu* eines außergewöhnlichen Menschen, der als scharfsinniger Analytiker im wissenschaftlichen Alltag oft zum 'Geburtshelfer' brauchbarer Gedanken wurde und idealer Gesprächspartner jüngerer Mitarbeiter war, wenn er Klarheit schuf und mit stets lebhaftem Interesse, Geduld und Anerkennung ihr Selbstvertrauen förderte und dabei gerne seine Freundschaft schenkte, die allen unersetzlich war und bleibt.

Erstellt: 23. Oktober 2020