KLAUS MOTSCHKA

studierte an der Universität Wien Geophysik. Er ist Leiter der Fachabteilung Geophysik an der Geologischen Bundesanstalt und beschäftigt sich seit 15 Jahren mit dem Forschungsfeld der Aerogeophysik. Neben seinen Forschungsschwerpunkten in Österreich, die die Anwendung der aerogeophysikalischen Methoden für die Mineralrohstofferkundung, die regionale geologische Landesaufnahme, die Erkundung und Kartierung von hangrutschgefährdeten Gebieten über die Feststellung der Bodenfeuchte zum Ziel haben, sucht er nach Wasservorkommen auf der Halbinsel Yukatan, Mexico.

CRUISE MISSILE

Bei der Aerogeophysik wird die Bodenfeuchte der obersten 10 Zentimeter der Erdoberfläche mittels einer, an einem Hubschrauber montierten Antenne ermittelt. Im Rahmen des Projekts „GeoPUB" wurden die Ergebnisse dieser Messungen am Boden verifiziert und ein Verfahren entwickelt, um den dämpfenden Einfluss der Vegetation auf die Messungen zu korrigieren. Im Vordergrund steht dabei die Entwicklung einer relativ einfachen und unkomplizierten Methode zur Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit. Die Ergebnisse dienen zum Beispiel der Vorbeugung von Schäden durch Hochwässer oder Murenabgänge.

Gefördert durch: Hydrologie Österreichs (HÖ)

DANK | W. Kollmann, I. Wimmer-Frey, A. Ahl, G. Bieber, A. Römer (alle Geologische Bundesantalt, Wien), G. Markart , K. Kleebinder (alle BFW- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien)

Klaus Motschka: „Das raketenähnliche Gerät ist der so genannte Bird. Das ist ein Messgerät mit vier Sendespulen, die ein sehr schwaches elektromagnetisches Wechselfeld aussenden. Dieses induziert im Erdboden einen Strom. Daraus entsteht ein neues elektromagnetisches Wechselfeld, das dann wieder mit sehr empfindlichen Empfangsspulen gemessen wird. Dadurch lässt sich der elektrische Widerstand des Erdbodens bestimmen."

Herr Motschka, ich habe gerade gesehen, wie ein Armeehubschrauber mit einem „cruise missile" - ähnlichen Gerät in sehr niedriger Höhe über das Land fliegt. Wenn man näher an den Hubschrauber kommt, erkennt man, dass er mit Datenerfassungsgeräten voll gestopft ist. In der Mitte dieses Hubschraubers, hinter dem Piloten sitzen Sie. An einem Computerbildschirm steuern Sie diese Reise über die Erde. Wo genau steuern Sie hin, was ist das Ziel ihrer Arbeit?

A| Das Projekt, das ich mit diesem für Sie spektakulärem Aufwand betreibe heißt „GeoPUB" und bedeutet übersetzt: „Die Untersuchung und Validierung der räumlichen Bodenfeuchte-Verteilung mittels Aerogeophysik und Bodenmessungen". Bei diesem Projekt, das in möglichst kurzer Zeit Aufschluss über die Bodenfeuchteverhältnisse eines großen Gebietes liefern soll, wird die Bodenfeuchte vom Hubschrauber aus bestimmt. Doch diese Messungen sind nur ein Teil unserer Tätigkeit. Das Gesamtprojekt nennt sich „Aerogeophysik Österreichs". Wir sind jetzt seit 25 Jahren für die Geologische Bundesanstalt tätig. Ich bin von der Abteilung Geophysik, wo sich die Arbeit in die Aerogeophysik und Bodengeophysik gliedert. Als Aerogeophysik bezeichnet man geophysikalische Messmethoden, die aus der Luft, sei es vom Hubschrauber oder Flugzeug aus, vorgenommen werden.

F| Was kostet denn so eine Hubschrauberflugstunde?

A| Die Stunde kostet, je nach Hubschraubergröße, tausend bis achttausend Euro. Da das sehr teuer ist, versucht man möglichst viele Geräte in den Hubschrauber zu packen, damit bei jedem Flug soviel wie möglich gemessen werden kann. Eines dieser Messgeräte nennt sich „L-Band-Antenne", sie hängt direkt unter dem Hubschrauber. Damit misst man die Bodenfeuchte. Das „cruise missile"-ähnliche Gerät ist der so genannte „Bird". Das ist ein Messgerät mit vier Sendespulen, welche ein sehr schwaches elektromagnetisches Wechselfeld aussenden. Dieses induziert im Erdboden einen Strom. Es entsteht ein neues elektromagnetisches Wechselfeld, welches mit sehr empfindlichen Empfangsspulen gemessen wird. Daraus lässt sich der elektrische Widerstand des Erdbodens bestimmen.

F| In anderen Worten: Sie fliegen über die Erdoberfläche und schauen mit elektronischen Gerätschaften in die Erde hinein. Wie tief können Sie denn mit dieser Methode in die Erde „schauen"?

A| Das hängt von der Frequenz des elektromagnetischen Wechselfeldes und dem elektrischen Widerstand des Erdbodens ab. Man kommt im Durchschnitt auf etwa 50 Meter Tiefe. Jeder Körper besitzt einen elektrischen Widerstand. Ein Isolator hat einen sehr hohen Widerstand, da geht kein Strom durch. Metalle haben einen sehr geringen elektrischen Widerstand, deswegen verwendet man sie z.B. für Stromleitungen. Schotter, Sand, Lehm, Ton, Granit und Gneis haben jeweils einen bestimmten elektrischen Widerstand, der vom Wassergehalt sowie der Größe der Poren – der so genannten Matrix – abhängig ist. Dies variiert natürlich. Auf Grund dieser Variationen kann man aus unseren Messungen Rückschlüsse auf die Gesteinsart, die im Untergrund vorhanden ist, ziehen. Wenn ich über die „Böhmische Masse" im Waldviertel fliege, wo es viel Granit gibt, ist der Boden sehr „hochohmig". Wenn ich übers Burgenland fliege, ist er eher „niederohmig", weil dort sehr viel Sand, Lehm und Schotter an der Oberfläche vorhanden sind. Diese besitzen einen vergleichsweise geringen Widerstand. Wir verwenden vier verschiedene Frequenzen. Je höher die Frequenz ist, umso geringer ist die Eindringtiefe in den Erdboden. Wir senden und messen bei ca. 400, 3.000, 7.000 und 28.000 Hertz. Bei 28.000 Hertz „sieht" man nur die obersten 10 bis15 Meter. Mit 400 Hertz kann man bis auf 80 Meter in die Tiefe kommen. Da wir vier verschiedene Frequenzen mit vier verschiedenen Eindringtiefen verwenden, können wir aus den Ergebnissen Mehrschichtfälle berechnen. Die Erdschichten werden so in homogene, parallele Schichten unterteilt. Dadurch kann man, jetzt als einfaches Beispiel, feststellen, dass sich an der Erdoberfläche zehn Meter Schotter mit einem relativ geringen Widerstand befinden. In zehn Meter Tiefe folgt dann eine Granitschicht mit einem hohen Widerstand. Diese Schichtfälle geophysikalischer Daten kann man mit Hilfe von geologischen Informationen interpretieren.

F| Wir sind jetzt über die Gegend von Güssing geflogen. Was haben Sie dort heute gesehen oder gemessen?

A| Während des Fluges sieht man nicht viel, weil die aufgenommenen Daten erst in Modelle einfließen. Während des Fluges sehe ich nur, ob der Widerstand höher oder niedriger wird und das ganze System überhaupt funktioniert. Deshalb sitzt ein sogenannter Operator im Hubschrauber. Sollte das System abstürzen oder Unsinn messen, muss er den Flug sofort abbrechen. Die Flugzeit ist – wie gesagt – teuer. Die Daten werden anschließend prozessiert und Modelle errechnet. Daraus entstehen Karten, die die Verteilung des elektrischen Widerstands im Erdboden, in den jeweiligen Tiefen anzeigen. Man kann so die Art der Zusammensetzung des Untergrundes bestimmen. Ton ist beispielsweise ein „Grundwasserstauer". Habe ich in 15 Meter Tiefe eine Tonschicht, weiß ich, dass sich dort ein Grundwasserhorizont befindet. Das bringt wichtige Informationen sowohl für die Hydrologie als auch für die Geologie. Unsere Arbeit ist Teil der geologischen Landesaufnahme in Österreich. Großes Interesse haben alle, die sich für den Aufbau der Erde interessieren. Im Gegensatz zu anderen Methoden wie Bohrungen oder Bodenmessungen in dieser Größenordnung – wir reden jetzt von mehreren Hundert Quadratkilometern – ist das Preis - Leistungsverhältnis der Aerogeophysik besser. Ziel dieser Arbeit ist, eine gesamt österreichische Karte zu erstellen, die Aufschluss darüber gibt, was sich bis in 60 Meter Tiefe unter der Erdoberfläche befindet. Die Gebiete, die wir befliegen, werden von Geologen ausgewählt. Wir haben bis jetzt ungefähr 20 % der österreichischen Fläche, auf ganz Österreich verteilt, beflogen. Es gibt immer bestimmte Fragestellungen, die bei der geologischen Kartierung auftauchen. Wenn ein Gemeindeverband oder eine Stadt Grundwasser erschließen möchte, verwendet man die Aerogeophysik für einen ersten Überblick. Wir messen zusätzlich viele andere Parameter, wie Radioaktivität, Erdmagnetfeld oder eben Bodenfeuchte, die für unterschiedliche Interessensgruppen von Bedeutung sein können. In Punkto Radioaktivität können unsere Messungen für den Strahlenschutz nützlich sein.

F| Vielleicht können wir über ein zuletzt beflogenes Gebiet sprechen? Was war dort die Aufgabenstellung, und zu welchem Ergebnis kam man? Möglicherweise gewinnen wir so einen Eindruck darüber, was Sie anhand Ihrer Messungen alles erfahren?

A| Nehmen wir als Beispiel die Gegend um Mattersburg. Das Mattersburger Becken wurde beflogen auf der Suche nach Grundwasser. Anhand unserer Daten wurden mehrere Bohrungen durchgeführt. Dabei stieß man in den von uns ermittelten Tiefen auf Grundwasser. Jetzt werden Gemeinden mit Wasser aus Grundwasserhorizonten versorgt, die wir durch die Hubschraubergeophysik erkundet haben. Bei diesem Messgebiet war für die Geologen ein weiterer Punkt interessant, nämlich die Abgrenzung des Mattersburger Beckens. Fragestellungen waren: „Wie steil fällt hier das Leithagebirge ein? Wie groß sind die Mächtigkeiten von Sanden und Schottern am Rand des Mattersburger Beckens?" Dies wurde mit Hilfe der Hubschraubergeophysik geklärt.

F| Heute wurde ich Zeuge einer sehr interessanten Flugbewegung. Wir sind an einer Stelle einfach senkrecht in die Höhe geflogen. Demnach haben Sie dem Piloten Anweisungen gegeben, in welche Höhe er steigen soll. Was ist das für eine besondere Untersuchung?

A| Das ist der Steigflug zur Bestimmung der Radioaktivität. Die radioaktive Strahlung der Erde wird von den natürlichen Elementen Kalium, Uran und Thorium verursacht. Diese Strahlung wird durch die Luft gedämpft. Das heißt, je weiter ich mich von der Erde entferne, umso geringer wird die Strahlung. Dieser Steigflug ist notwendig, um den Einfluss der Flughöhe auf die radioaktive Strahlung festzustellen. Da wir während des Vorwärtsmessfluges nicht immer auf gleicher Höhe

> BEI 28.000 HERTZ „SIEHT" MAN NUR DIE OBERSTEN 10 BIS 15 METER DER ERDE. MIT 400 HERTZ KANN MAN BIS AUF 80 METER IN DIE TIEFE KOMMEN.

sind, sondern einmal 50 Meter, einmal 80 Meter über dem Erdboden fliegen, müssen die Messungen höhenkorrigiert werden. Ich muss also wissen, um wie viel die Strahlung zwischen 50 und 80 Meter abnimmt. Anhand des Steigfluges kann man dann die Radioaktivität in einem Meter Höhe über der Erdoberfläche ermitteln. Diese Methoden sind seit einiger Zeit in der Fachwelt bekannt. Sie werden und wurden auch am Boden angewendet. Die Messgeräte und die Art der Messung unterscheiden sich nicht von der Bodenmessung. Für die Luftmessung musste man jedoch Einflussgrößen, die wir am Boden nicht haben, berücksichtigen. Eine davon ist beispielsweise die Radioaktivität, welche mit der Höhe abnimmt. Die Art der Messung, wie etwa der Steigflug, hat sich aus dieser Notwendigkeit ergeben. Hand in Hand damit verlief die Entwicklung der Modelle und die Korrekturverfahren der Daten. Sonst wären die Daten eben nicht mit jenen der Bodenmessungen vergleichbar gewesen. Aus der Luft gemessen wird in Österreich erst seit 25 Jahren, weltweit seit zirka 60 Jahren.

F| Die Messung aus der Luft scheint ökonomischer zu sein, weil man sich ungehindert und auch schneller fortbewegen kann?

A| Der Messfortschritt ist wesentlich größer als jener am Boden. Bei letzterem müssen auch dichte Wälder oder Felder, deren Überquerung den Bauern wegen der Flurschäden meist wenig Freude bereitet, berücksichtigt werden. Wie bereits erwähnt, ermöglicht die Luftmessung einen Informationsgewinn über eine große Fläche in sehr kurzer Zeit. Die hohen Kosten für den Helikopterflug relativieren sich also schnell. Heute haben wir ungefähr zehn Quadratkilometer in einer halben Stunde beflogen. Zu Fuß würde das mit mehreren Personen etwa eine Woche dauern. Wir sind auch schon mehrmals in Mexiko geflogen. Im Urwald von Yucatan wäre eine Messung am Boden überhaupt unmöglich, außer man würde mit einem Raupenschlepper Schneisen durch den Urwald ziehen.

F| In einem Satz sind wir von Güssing nach Yucatan „gereist". Warum?

A| In Mexiko suchen wir auch Wasser - und zwar im „Yucatan Karst". Wir stehen dabei mit der Technischen Universität Dänemark und mit den „Amigos de Sian Ka'an", das ist eine Naturschutzorganisation in Yucatan, seit fünf Jahren in Kontakt. Es hat sich gezeigt, dass es in Yucatan sehr große Probleme mit der Grundwasserverschmutzung und Grundwassergewinnung gibt. Deswegen haben wir dort, gemeinsam mit diesen Partnerinstitutionen, Hubschraubermessungen durchgeführt. Wir verdienen zwar dort nichts, aber der wissenschaftliche Aspekt ist für uns hoch interessant, da die Messmethodik vom Hubschrauber aus erstmalig bei Karstwässern eingesetzt wurde. Es gibt ja in Österreich auch Karstgebiete, in der Nähe von Güssing beispielsweise. Durch die Arbeit in Mexiko sammeln wir Erfahrungen auf diesem Gebiet. Somit können Modelle neu entwickelt und die Messmethodik verbessert werden. In Yucatan sind die Widerstandskontraste wesentlich größer als hier in Österreich, weil Salzwasser vom Meer ins Landesinnere vordringt. Salzwasser hat einen sehr geringen elektrischen Widerstand. Darüber befinden sich nun das Süßwasser und dann der Kalk. Karst besteht ja aus Kalk, welcher wiederum einen sehr hohen Widerstand hat. Dadurch entstehen sehr schöne Kontraste, wodurch unsere Modelle besser funktionieren. Das heißt, die „Signale", die wir dort messen, sind wesentlich höher, deutlicher als in Österreich.

F| Jetzt gibt es dieses Projekt seit 25 Jahren. Projekte, die über einen so langen Zeitraum laufen, sind in der Wissenschaft eher ungewöhnlich. Zudem haben Sie bei weitem noch nicht ganz Österreich untersucht. Das bedeutet, ihr Projekt könnte noch weit in die Zukunft reichen. Können Sie mir sagen, wie dieses Projekt entstand, und wie Sie die Zukunft dieser Forschung sehen?

A| Entwickelt wurde das Projekt im Jahr 1979 aufgrund der damaligen Rohstoffkrise. Das Wirtschafts- und das Wissenschaftsministerium wollten erkunden lassen, welche Lagerstätten wir in Österreich haben. Es wurde das „Gesetz zum Vollzug der Lagerstättenforschung" beschlossen. Im Zuge dieses Gesetzes wurde ganz Österreich mit einem Flächenflugzeug beflogen, wobei aber nur das Magnetfeld der Erde gemessen wurde. Daraus hat sich die Hubschraubergeophysik entwickelt. Sie misst nicht nur das Magnetfeld, sondern noch viele andere Parameter. Im Zuge dieses langfristigen Projektes haben sich die Methoden verbessert. Es sind immer mehr Geräte dazugekommen, es haben sich auch die Anwendungsgebiete vermehrt. Die Aspekte: „Wasser", „geologische Kartierung", „Massenbewegungen" oder „Strahlenschutz" lassen sich mit der Suche nach Lagerstätten verbinden. Man kann die gleichen Messmethoden anwenden. Die Verbesserung der Mess- und Auswertungsmethodik ist ein ständig fließender Prozess, Korrekturverfahren sind zu entwickeln, die vorher nicht bekannt waren. Die Untergrundmodelle werden dadurch genauer, weil Einflussgrößen auf die Messparameter beseitigt werden.

F| Wechseln das Team und die Piloten sehr oft oder sind es immer dieselben Leute? Sind die Personen, die ich heute kennen gelernt habe, der „Stamm" Ihres Teams?

A| Es sind immer dieselben Leute, weil es bei dieser Arbeit auch um die notwendige Erfahrung geht. Die Piloten sind sehr gut eingeschult. Es ist eine Kooperation zwischen dem Wirtschafts-, dem Wissenschafts- und Verteidigungsministerium. Den Bediensteten des Bundesheeres gebührt große Anerkennung für die großartige, fliegerische Leistung, die sie hier jahrelang zeigen. Unsere Piloten fliegen im Vergleich mit anderen europäischen und außereuropäischen Ländern eindeutig am besten. Aerogeophysik kann man ja nicht von heut' auf morgen betreiben, dazu braucht es Leute, die das

Nächste Seite | *Während des Fluges sitzt der sogenannte Operator im Hubschrauber in der Kommandobrücke der Aerogeophysik. Jede Zehntelsekunde wird eine Messung durchgeführt, das heißt, etwa alle drei Meter. Man muss sich das in Form eines Strahlkegels vorstellen, der nach unten hin immer größer im Durchmesser wird.*

schon über Jahre hinweg gemacht haben. Ohne deren große Erfahrung ist Aerogeophysik nicht durchführbar. Mein Team besteht aus Herrn Heidovitsch, er ist Elektroniker, ihn brauchen wir für die Wartung der vielen Messgeräte. Meine Piloten sind Hauptmann Sölkner, Oberleutnant Ebner, Vizeleutnant Österreicher und Vizeleutnant Ladstätter. Sie fliegen mittlerweile seit sechs Jahren mit mir. Die Hubschraubertechniker sind die Vizeleutnante Kinzl und Moser, auch sie arbeiten seit sechs Jahren in meinem Team. Meine Kollegen Andreas Ahl und Edmund Winkler sind für die Datenauswertung und die Modellrechnung im Büro verantwortlich. Sie wandeln unsere Messergebnisse in geologisch interpretierbare Modelle um. Im Vergleich zu anderen Ländern haben wir – glaube ich – das kleinste Team. Das Team der Aerogeophysik in Deutschland hat dreimal so viele Mitarbeiter, sie haben ja auch ein deutlich größeres Land zu befliegen. Weitere Teams gibt es in Skandinavien, USA, Kanada, Australien und Südafrika. Ich schätze, es gibt weltweit vielleicht 500 Leute, die sich mit Aerogeophysik beschäftigen und auskennen.

F| Sind die Satelliten nicht eine Konkurrenz für Sie. Schließlich wird deren Technik immer „ausgefeilter". Oder sind die für andere Zwecke konstruiert worden?

A| Es gibt noch kein Verfahren, das es Satelliten ermöglicht, unter die Erdoberfläche zu schauen. Es ist immer eine Frage des Energieangebots, das heißt wie viel Energie sende ich in Form von elektromagnetischen Schwingungen aus, um in den Erdboden einzudringen. Wir haben auch nur eine Eindringtiefe von 60–80 Meter, obwohl wir nur einige Meter über der Erdoberfläche fliegen. Dieses Energieproblem betrifft die Satelliten in noch viel größerem Ausmaß. Sie befinden sich ja in mehreren hundert bis tausend Kilometern Höhe. Das ist der Grund, weshalb sie nicht in den Untergrund „schauen" können. Sie können nicht einmal durch die Vegetation „schauen". Bei Baumbedeckung etwa, sehen sie zwar den Wald, nicht aber was sich darunter befindet.

F| Wo nehmen Sie die Energie her, wenn Sie fliegen?

A| Die kommt vom Generator des Hubschraubers. Das elektromagnetische Wechselfeld, das wir aussenden, bezieht daraus seine Energie. Nur, wenn man zu hoch fliegt, wird die Energie von der Luft absorbiert. Dies geschieht, wenn wir die Sonde nicht 50 Meter über Grund haben, sondern auf 100 Meter oder noch höher. Dann messen wir gar nichts mehr.

F| Der unmittelbare Nutzen Ihrer Arbeit für die Wirtschaft wird sehr schnell deutlich: Wo finden sich welche Rohstoffvorkommen? Der Abbau welcher Lagerstätten in Österreich wäre denn lohnenswert? Welche Rohstoffvorkommen haben wir denn in unserem Land?

A| Wir haben alle Rohstoffe, nur lohnt es sich meist nicht, sie abzubauen. Es gibt einige Goldvorkommen in Österreich, aber auch dafür lohnt sich der Abbau nicht. Trotzdem nehmen wir alle Vorkommen in Österreich auf, damit wir bei weltweiter Knappheit eventuell darauf zurückgreifen können.

F| Sie sagen, Österreich hat „alles". Gibt es in Österreich tatsächlich alles, was das Geologenherz begehrt?

A| An Rohstoffen, ja. Aber wie gesagt, der Abbau lohnt sich nicht. Selbst von Massenrohstoffen, wie Sand und Schotter, haben wir – was eigentlich überrascht – „zu wenig". Die bekannten Lagerstätten sind ziemlich ausgebeutet. Das ist momentan ein größeres Problem als die Gold-, Silber-, Kupfer- oder Nickelvorkommen. Davon sind ja weltweit genug vorhanden. Verstehen Sie mich bitte nicht falsch: Es gibt genug Massenrohstoffvorkommen in Österreich, nur sind diese nicht erschlossen. Ein Schottergrubenbesitzer kann ja nicht einfach 100 Meter neben seiner ursprünglichen Grube zu graben beginnen, weil dort ziemlich sicher die Schotterschicht weiter verläuft. Früher war das möglich, aber heutzutage müssen die Anrainer gefragt und die Umweltverträglichkeitsprüfungen bestanden werden. Wenn er diese und noch weitere Verfahren in Kauf nimmt, möchte er natürlich wissen, wo er zu graben hat, um mit höchster Wahrscheinlichkeit Schotter oder Sand zu finden. Die momentan abbaufähigen Massenrohstoffe sind knapp, aber es gibt genug in Österreich. Man muss die Schottergruben nur eröffnen und dabei auch die Natur berücksichtigen.

> 5.000 OHMMETER BEDEUTEN KRISTALLINE GESTEINE, TON ENTSPRICHT 10 BIS 20 OHMMETER, SALZWASSER ETWA EINEM.

F| Ihre Ergebnisse ermöglichen ja ein „punktgenaues" Graben, oder? Wie exakt sind Ihre Messungen? Schließlich kann sich von einem Quadratmeter zum nächsten viel ändern.

A| Nein, so detailliert sind die Messungen nicht. Wir führen jede Zehntelsekunde eine Messung durch. Das heißt, wir haben etwa alle drei Meter eine Messung. Man muss sich das in Form eines Strahlkegels vorstellen, welcher nach unten hin immer größer im Durchmesser wird. Dieser Strahlkegel trifft auf die Erdoberfläche auf und bildet einen Messkreis, ähnlich wie der Strahl eines Scheinwerfers, das ist der Einflusskreis. Dieser Einflusskreis ist zirka 80 bis 100 Meter groß. Folglich erhält man von diesem Kreis einen Mittelwert des elektrischen Widerstands. Messtechnisch wäre das anders nicht durchführbar. Im Endeffekt mittelt man über größere Flächen. Man fliegt in 100 Meter Abständen, sodass sich die Flächen überlappen. Daraus erstellt man dann eine Karte. Punktgenau sind die Messungen also nicht, aber große Strukturen – etwa in der Größenordnung von 100 mal 100 Meter – erkennt man anhand unserer Karten sehr gut. Der geologische Aufbau der Erdschichten ist ja zum Glück nicht punktförmig sondern flächig.

F| Können Sie mir ein paar Ohm-Werte und deren Entsprechungen in Materialien nennen? Was findet man beispielsweise bei 90 Ohm Widerstand?

A| 90 Ohmmeter Widerstand kann bedeuten, dass sich dort Sandstein befindet. Eine Messung von 5.000 Ohmmetern bedeutet kristalline Gesteine. Ton entspricht 10 bis 20 Ohmmetern, Salzwasser etwa einem Ohmmeter. Alle Metalle entsprechen ebenfalls einem Ohmmeter oder weniger. Sand und Schotter zeigen, je nach Wassergehalt, zwischen 100 bis 2.000 Ohmmeter an. Man kann diesen Materialien folglich nicht einen exakten Wert zuordnen, die Werte sind nämlich vom Wassergehalt, also vom Porenvolumen innerhalb des Gesteins, abhängig.

F| Kam es bei Ihren vielen Flügen über Österreich einmal vor, dass Sie etwas überhaupt nicht zuordnen konnten oder waren Ihre Modellrechnungen jemals überfordert? Gab es etwas, mit dem Sie überhaupt nicht gerechnet haben?

A| Bei den Modellrechnungen hat es nichts Überraschendes gegeben, diese sind erprobt und abgesichert. Aber bei den Messdaten gibt es natürlich Überraschungen. Wir haben beispielsweise magnetische Anomalien gefunden. Zuerst waren diese geologisch nicht erklärbar. Sie haben sich dann aber letztlich doch als wahr erwiesen. Solche Überraschungen erlebt man schon. Nördlich des Eferdinger Beckens haben wir eine magnetische Anomalie gemessen. Der geologischen Fachwelt war dort nur ein relativ kleiner „Granit-Ausbiss" bekannt. Jetzt hat sich aber gezeigt, dass dieser Granit, der an der Oberfläche zu sehen ist, nach unten hin wesentlich größer wird, vergleichbar mit einem Eisberg. Deshalb hat er eine so große Anomalie verursacht.

F| Sie haben mir sehr viel über die Vergangenheit und Gegenwart erzählt, aber wir haben noch keinen Blick in die Zukunft geworfen. Wie geht es mit diesem Projekt weiter? Welche Forschungsziele haben Sie mit Ihren 25 Jahren Erfahrung?

A| Die Messgeräte und die Modellauswertung können weiter verbessert werden. Das Projekt in Yucatan etwa bedarf hinsichtlich seiner Methodik einer Optimierung. Auch bei unserem Projekt wäre eine Verbesserung und Erweiterung der Messmethodik angebracht, indem man neue Messgeräte anschafft, die auch am Hubschrauber befestigt werden können. Im Bereich der Massenbewegungen haben wir auch erst kürzlich mit Modellrechnungen begonnen und die Messmethodik hinsichtlich der Fragestellungen angepasst. Es gibt also viele Dinge, die in Zukunft zu erledigen sind. Auch Strahlenschutz ist ein Thema für die Zukunft. In diesem Zusammenhang sollten Kooperationen mit den Nachbarländern entstehen, das wäre sehr wichtig für Österreich. Ich glaube, dass wir mit den Schweizern, Franzosen und Deutschen gemeinsame Übungen im Bereich Strahlenschutz durchführen sollten. Diese drei Länder machen seit Jahren gemeinsame Übungen und zwar alle zwei Jahre. Dabei werden radioaktive Proben in Form von Kobalt und Cäsium „versteckt". Diese müssen von den Teams gefunden werden. Von jedem Team wird weiters eine gemeinsame größere Fläche beflogen. Dann wird versucht, die Messergebnisse der drei Länder in einer Karte zu „vereinigen". Das setzt voraus, dass alle Länder die gleichen Modelle verwenden und die Messgeräte kalibriert sind. Sonst funktioniert das nicht. Da ein radioaktiver Unfall, so wie in Tschernobyl, sich nicht an Landesgrenzen hält, ist es von Vorteil, wenn man Länderdaten zusammenfügen kann, ohne lange „herumtüfteln" zu müssen. Wir könnten binnen weniger Stunden feststellen, wo sich der höchste „fall out" befindet, also wo die Strahlung am stärksten ist. In diesen Gebieten müsste es dann behördlich verboten sein, dass beispielsweise Kühe auf die Weide gelassen werden oder Kinder in der Sandkiste spielen. Gerade dafür bietet sich die Hubschraubergeophysik an, weil in sehr kurzer Zeit eine flächendeckende, grenzüberschreitende Information vorhanden wäre.

F| Wir haben uns jetzt doch ein ganzes Stück vom „GeoPUB"-Projekt entfernt. Gibt es bei einem so lange währenden und ausgereiften Projekt überhaupt noch die Möglichkeit für Neuentwicklungen?

A| Ja, die gibt es. Die L-Band-Messungen sind z.B. ein relativ neues Verfahren. Der Erdboden strahlt auch von selbst elektromagnetische Wellen im Bereich von 1,4 Gigahertz aus. Die Universität Budapest entwickelte nach unserer Idee die eingangs erwähnte, passive „L-Band-Antenne", welche die vom Erdboden kommende Strahlung misst. In diesem Frequenzbereich ist die Intensität der Strahlung stark vom Wassergehalt der obersten zehn Zentimeter Boden abhängig. Trockener Boden strahlt schwach, feuchter Boden strahlt stark. Da die Bodenfeuchte lokal sehr variiert, bekommt man mit Bodenmessungen fast nie ein flächiges Bild. Misst man nämlich einen Meter weiter, kann die Bodenfeuchte gleich ein Mehrfaches betragen. Unsere Idee war es nun, die gemittelten Werte vom Hubschrauber mit jenen vieler Bodenmessungen zu vergleichen, um abzuschätzen, wie genau wir aus der Luft die Bodenfeuchte bestimmen können. Eine weitere Herausforderung war die Vegetation. Diese dämpft die Strahlung bei 1,4 GHz. Bei Gras ist die Dämpfung gering, über Wald ist sie hingegen sehr groß. Unsere Aufgabe war, ein Modell zu entwickeln, das den Einfluss der Vegetation korrigiert und es ermöglicht, die Werte mit jenen der Bodenmessungen zu vergleichen. Dafür sind wir mehrere kleine Gebiete in Oberösterreich und Niederösterreich abgeflogen. Zur gleichen Zeit waren zehn Leute am Boden und haben auch genau dort Messungen durchgeführt. Aus all diesen Daten haben wir ein Modell entwickelt, mit dem wir aus unseren L-Bandmessungen die Bodenfeuchte bestimmen können. Dieses Modellverfahren ist das Ergebnis des Projektes. Die Messmethodik, das L-Band-Verfahren und die Kalibrierung wurden mittlerweile verbessert. Somit können wir ein größeres Gebiet befliegen und eine Vegetationshöhe bis zu vier Meter korrigieren. Für größere Vegetationshöhen bedarf es noch an Forschung. Praktische Anwendung finden wir im Bereich der Abflussberechnungen von Niederschlagswasser. Bei starkem Regen fließt, wenn der Boden wassergesättigt ist, die gesamte Wassermenge oberflächlich ab. Die Bodenfeuchte ist daher ein sehr wichtiger Parameter, um Abflussmodelle für große Gebiete berechnen zu können. Die Messung der Bodensättigung spielt folglich für Präventivmaßnahmen gegen Überschwemmungen oder Murenabgängen eine große Rolle. In diesem Projekt stehen wir in Zusammenarbeit mit dem Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Waldgrenzregionen in Innsbruck. Wir hoffen, dass ihnen unsere Messdaten helfen, ihre Modelle zu verbessern.

F| Ist „GeoPUB" somit ein Projekt, das unter Umständen viele Menschenleben retten kann?

A| Einen kleinen Teil können wir zur Rettung von Menschenleben sicherlich beitragen. Wenn es etwa um die Planung von Schigebieten oder von Wildbach- und Lawinenverbauungen geht.

F| Das Projekt hilft also bei der Entwicklung von Präventivmaßnahmen?

A| Ja, genau. Das ist wirklich das Ziel dieses Projektes.

F| Es muss sehr erfüllend sein, so eine Arbeit zu machen.

A| Ja, es macht schon Spaß, auch weil wir sehen, dass dabei viel Positives herauskommt. •••

Die Stunde kostet, je nach Hubschraubergröße, tausend bis achttausend Euro. Da das sehr teuer ist muss jedes System akribisch gewartet werden, um Fehlfunktionen auszuschliessen.