AUSSERUNIVERSITÄRE FORSCHUNG IN ÖSTERREICH am Beispiel der GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

Hans-Peter SCHÖNLAUB (Hg.)

Berichte der Geologischen Bundesanstalt **60**

Wien 2004
ISSN 1017-8880

Geologische Bundesanstalt

ISSN 1017-8880

Alle Rechte für In- und Ausland vorbehalten.
© 2004, Geologische Bundesanstalt.
Medieninhaber, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt, A-1031 Wien, Rasumofskygasse 23.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. Hans Peter Schönlaub.
Layout: Dido Massimo.
Grafik: digiDruck G.m.b.H., 1030 Wien.
Verlagsort: Wien.
Herstellungsort: Wien.
Ziel der "Berichte der Geologischen Bundesanstalt" ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse.
Satz: Geologische Bundesanstalt.
Druck: digiDruck G.m.b.H., 1030 Wien.

Inhalt

Kurzfassung 2

1. Rahmenbedingungen 4

2. Geowissenschaften und Gesellschaft 6
2.1. Über den Zustand der Erde 7
2.1.1. Bevölkerungswachstum 7
2.1.2. Globale Süßwasser-Ressourcen 8
2.1.3. Mineralische Ressourcen 9
2.1.4. Energieressourcen und globale Entwicklung 10
2.1.5. Globaler Klimawandel 11
2.1.6. Weltweite Naturgefahren 2003 im Rückblick 14

3. Definitionen von Forschung und Entwicklung 16
3.1. Definition von F&E nach dem Frascati-Handbuch 16
3.2. Definition von F&E nach Stokes 17
3.3. Definition von F&E nach Vorstellung der GBA 18

4. Geologie als Wissenschaftsdisziplin in Österreich 20

5. Geowissenschaftliche Forschung in Österreich 25
5.1. Universitäten 25
5.2. Außeruniversitäre Einrichtungen 25

6. Die Geologische Bundesanstalt - Profil einer außeruniversitären österreichischen Forschungsinstitution 28
6.1. Gesetzliche Grundlagen der Geologischen Bundesanstalt 28
6.2. Forschungsleitbild der Geologischen Bundesanstalt 29
6.3. Geologische Themenfelder von besonderer Aktualität in Österreich 30
6.4. Kernaktivitäten und Interaktionen an der Geologischen Bundesanstalt 35
6.4.1. Geologische Landesaufnahme im 21. Jahrhundert 35
6.4.2. Landesaufnahme geogener Naturgefahren 39
6.4.3. Rohstoffgeologische Landesaufnahme 40
6.4.4. Hydrogeologische Landesaufnahme 42
6.4.5. Geodaten-Management 42
6.4.6. Komplementäre Forschungsaktivitäten 45
6.4.7. Sedimentologie 46
6.4.8. Kristallingeologie / Geochronologie / Petrologie 48
6.4.9. Paläontologie 50
6.4.10. Geophysik 51
6.4.11. Geochemie 54
6.5. Wissensbilanz („immaterielles Vermögen“) an der GBA 56
6.6. Der Anteil von F&E an den Gesamtressourcen der GBA 59
6.7. GeoVision - die Zukunft der außeruniversitären Geowissenschaften 59

7. Literatur 66

8. Autoren 67

Kurzfassung

Angesichts irritierender Schreckensmeldungen über den Zustand des Planeten Erde stehen die Geowissenschaften heute vor umfassenden Herausforderungen. Sie reichen von der Schädigung der Umwelt (Stichwörter: Klimawandel, saurer Regen, Ozonloch) über Erschöpfung von Energieressourcen (Erdöl, Erdgas), Zunahme von Dürren und Trockenheiten (Versteppung, Wassermangel), Häufung von Naturkatastrophen (Überschwemmungen, Murenabgänge, Bergstürze) bis hin zum drastischen Anstieg von Materialflüssen in einer globalisierten Welt (Transport von Energie- und Massenrohstoffen). Zur Lösung dieser vielschichtigen Probleme sind fachübergreifende Kooperationen notwendiger denn je.

In diesem Szenario fällt den Geowissenschaften eine Schlüsselrolle zu. Sie sind gefordert ihr Wissen über die Erde und die Prozesse, die auf ihr wirken, für eine nachhaltige Entwicklung des komplexen „Systems Erde" einzusetzen. Das Überleben der Menschheit kann ohne diverse Beiträge aus dem Bereich der Geowissenschaften nicht gewährleistet werden. In diesem Zusammenhang ist auch eine „Renaissance" der Geowissenschaften zu verstehen.

Geologische Dienste wie die Geologische Bundesanstalt sind für die wachsenden Anforderungen einer modernen Industrie- und Wissensgesellschaft unverzichtbar. Die von ihnen bereitgestellten Basisinformationen für die Sicherung des täglichen Lebens, deren volkswirtschaftlicher Wert kaum zu quantifizieren ist, bilden die Grundlage für vielfältige ökonomische und ökologische Entscheidungen. Viele Lebensbereiche sind direkt oder indirekt auf geologische Grundlagen angewiesen. Diese werden von unabhängigen, objektiven, wissenschaftlich orientierten und auf Kontinuität ausgerichteten Forschungseinrichtungen erarbeitet und verwaltet. Mehr denn je kommt daher Geologischen Diensten eine zentrale Bedeutung für die Daseinsvorsorge zukünftiger Generationen zu.

Basierend auf über 155 Jahre alten Archivbeständen mit geologischen Sammlungen und Dokumenten verfügt die Geologische Bundesanstalt über ein einmaliges Wissensrepertoire über den geologischen Aufbau des österreichischen Bundesgebietes. Neuzugänge und Fortschritte der geowissenschaftlichen Forschung werden ständig aktualisiert und sichern so die Qualität der Daten.

Die große Stärke der Geologischen Bundesanstalt liegt in der Kreativität und Fähigkeit ihrer Mitarbeiter*, Wissen im interdisziplinären Konnex zu schaffen und dieses anforderungsspezifisch zum Nutzen der Gesellschaft bereit zu stellen. Als grundlagen- und anwendungsorientierte Forschungseinrichtung des BMBWK bietet sie ein umfassendes Leistungsportfolio auf dem Gebiet der Erdwissenschaften, das verschiedenen Entscheidungsträgern in Behörden, Ländern, der Wirtschaft und Privaten für zukunftsweisende Lösungen im Umweltmanagement und in der Daseinsvorsorge angeboten wird.

Die Prämisse, dass Forschung und Entwicklung die Voraussetzung für Innovationen, Wettbewerb und wirtschaftliches Wachstum ist, gilt sinngemäß auch für die Erdwissenschaften.

An der Geologischen Bundesanstalt wird der Anteil der Ressourcen für F&E gemäß der im Frascati-Handbuch genannten Standards und Empfehlungen in Grundlagen- und angewandte Forschung sowie experimentelle Entwicklung unterteilt, wobei der Bereich der „Angewandten Forschung" weiter in eine von sozioökonomischem Nutzen inspirierte „anwendungsorientierte Forschung" und eine „nutzungsbetonte Entwicklung" untergliedert wird. Eine diesen Kategorien folgende Gliederung der F&E-Aktivitäten in den einzelnen Fachabteilungen der Geologischen Bundesanstalt wird unter Kap. 6.4. und 6.5. gegeben.

* Im folgenden Text wird eine geschlechtsneutrale Ausdrucksweise gewählt.

Nach Meinung der Geologischen Bundesanstalt sind in Österreich im Spannungsfeld Mensch, Natur und Umwelt folgende Themenfelder von besonderer Aktualität, die einen erhöhten Forschungsbedarf erfordern:

- Nachhaltiger Umgang mit mineralischen Rohstoffen
- Grundwasser-Vorsorge
- Naturraum-Planung
- Geologische Gefahrenzonenplanung
- Erkundung geologischer Barrieren in der Altlastenentsorgung
- Planung grenzüberschreitender Infrastrukturvorhaben
- Dialog mit Öffentlichkeit und Tourismuswirtschaft
- Mitarbeit am Staatlichen Katastrophenschutz-Management
- Internationaler Know-how-Austausch.

Die Geologische Bundesanstalt muss zu diesen Themen Grundlagen und Informationen liefern. Hier bieten sich geologische Karten, wissenschaftliche Publikationen, Untersuchungen vor Ort, Laboranalysen, anderweitige Expertisen oder grenzüberschreitender Austausch von Know-how an - und das mit der größten Genauigkeit und den Möglichkeiten, die das digitale Zeitalter bietet.

Komplementär zu den von der Geologischen Bundesanstalt in den Kernbereichen wahrgenommenen Aufgaben (Geologische, Hydrogeologische und Rohstoffgeologische Landesaufnahme, Landesaufnahme geogener Naturgefahren und Geodaten-Management) spielt die angewandte und nutzerorientierte Spezialforschung eine besondere Rolle. Mit ihrer Unterstützung werden integrierte geowissenschaftliche Programme auf dem Umweltsektor, mittel- und langfristige Monitoringprogramme und verwandte Themenfelder untersucht, um wertvolle Unterlagen für verschiedene Zwecke der Entscheidungsfindung zu erarbeiten. Diese Tätigkeiten werden von den Abteilungen Sedimentologie, Kristallingeologie einschließlich Geochronologie, Paläontologie, Geophysik und Geochemie wahrgenommen, deren Einsatz für die fundierte Beantwortung von geowissenschaftlichen Fragestellungen eines modernen Geologischen Dienstes unverzichtbar ist.

Zu dem oben angeführten Katalog zentraler Forschungsthemen, denen sich die Geologische Bundesanstalt zu Beginn des 21. Jahrhunderts vordringlich widmet, gewinnen neue konzeptionelle Ansätze zunehmend an Bedeutung, die sich an Strategien für eine ökologische und nachhaltige Entwicklung orientieren (vgl. Kap. 6.8. „GeoVision“). Dazu kommen als weitere hochaktuelle Themen alle im Kontext mit Sicherheit stehende Fragen wie beispielsweise Prävention von Katastrophen und staatliches Katastrophenschutz-Management bei Eintritt von Elementarereignissen.

Die Stärke der Geologischen Bundesanstalt liegt in ihrer Inter- und Multidisziplinarität, die sie in die Lage versetzt, als einzige Institution in Österreich die meisten Bereiche der Erdwissenschaften nicht nur kompetent zu vertreten, sondern im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit auch außerhalb Österreichs anbieten zu können. Dazu ist es notwendig, ein modernes Informations- und Kommunikations-Netzwerk zu schaffen und das an der GBA eingerichtete zentrale Geoinformationssystem zu einem umfassenden Wissensmanagement auszubauen.

1. Rahmenbedingungen

In Übereinstimmung mit internationalen Trends und Überlegungen hat Ende 2002 der Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFT) im Nationalen Forschungs- und Innovationsplan (NFIP) eine inhaltliche Konzentration auf zukünftige Forschungsfelder mit hohem Innovationspotenzial und Wachstumschancen empfohlen, die sich an den zukünftigen ökonomischen und gesellschaftlichen Bedürfnissen der österreichischen Bevölkerung orientieren. Unter anderen sind dies Bereiche wie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Biotechnologie, Mikro- und Nanotechnologie (MST) sowie Umwelt, Energie und Nachhaltigkeit. Auf nationaler Ebene sind dazu eine neue F&E-Infrastruktur einzurichten und geeignete Initiativen und Strategien zu entwickeln, die mittelfristig eine konsequente Umsetzung der Zielvorgaben durch verschiedene Akteure gewährleisten.

Trendforscher prognostizieren bereits für das 21. Jahrhundert eine Wissensgesellschaft, die dieser sozioökonomischen Veränderungsdynamik Rechnung trägt.

Viele kluge und weitsichtige politische Entscheidungen basieren auf soliden naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Zusammenhänge, die die Umwelt, die Wirtschaft und die Gesellschaft betreffen, verlangen überall nach spezifischen Problemlösungen. Die überragende Bedeutung der Geowissenschaften für unsere Gesellschaft liegt darin, dass sie dafür mitverantwortlich sind, dass die Erde auch künftigen Generationen in ökologisch verträglichem, ökonomisch leistbarem und sozial gerechtem Zustand erhalten bleibt. Diesem Ziel kommt die vom RFT gemeinsam mit Vertretern des BMBWK, BMVIT und BMLFUW erarbeitete Strategie für Forschung für eine nachhaltige Entwicklung (FORNE) entgegen, auf deren Basis in einem problemlösungsorientierten Ansatz sowohl konkrete Vorschläge für Maßnahmen als auch die Grundlagen zum Verständnis von relevanten phänomenologischen Zusammenhängen und Interaktionen erarbeitet werden sollen.

Im Rahmen eines Strategiesymposiums wurden dazu Anfang 2003 einzelne Themenschwerpunkte und Forschungsaufgaben identifiziert und diskutiert. Das Ergebnis ist das neue BMBWK-Schwerpunktprogramm „proVision. Vorsorge für Natur und Gesellschaft“. Es stellt die Themen Klimawandel und Raumentwicklung in den Mittelpunkt, erforscht auch die Life Support Functions von Ökosystemen und steht im Dialog mit der Gesellschaft. Die Leitfragen betreffen Naturgefahren-Vorsorge (risk assessment), nachhaltiges Leben, Chancengleichheit und Chancengerechtigkeit, wohlfahrtsrelevantes Handeln, Fragen der Raumnutzung, internationale Verpflichtungen Österreichs und Wissenschaftskultur in einer vorsorgenden Gesellschaft. Die Laufzeit dieses Programms, das in Kooperation zwischen BMBWK, BMVIT und BMLFUW unter Einbindung des RFT durchgeführt wird, beträgt 10 Jahre mit Beginn im Jahr 2004.

In den Ländern der Europäischen Gemeinschaft hat sich in den vergangenen zwei Dekaden die Forschungspolitik durch die Einführung von Rahmenprogrammen für die Forschung deutlich verändert. Nach der Implementierung des „Europäischen Forschungsraumes“ im 6. Rahmenprogramm, der eine engere Zusammenarbeit in Form von Exzellenz-Netzwerken und Integrierten Projekten zum Ziel hat, wird gegenwärtig die Schaffung eines „European Research Council (ERC)“ diskutiert, das in der Hauptsache der Förderung der Grundlagenforschung dienen soll und aus EU-Mitteln und nationalen Forschungsgeldern finanziert werden soll.

Sollte dieses Vorhaben wie geplant bis zum Beginn des 7. EU-Rahmenprogramms im Jahr 2007 in die Realität umgesetzt werden können, bieten sich auch für die Geowissenschaften zahlreiche neue Möglichkeiten für eine Ausweitung von internationalen Aktivitäten.

Im Lichte dieser Entwicklung beteiligt sich die Geologische Bundesanstalt mit der vorliegenden Darstellung der eigenen Position am laufenden Diskussionsprozess über zukünftige geowissenschaftliche Schwerpunkte in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft. Die vorliegende Publikation verfolgt den Zweck, allen Akteuren den Standpunkt der Geologischen Bundesanstalt zu aktuellen geowissenschaftlichen Forschungsthemen mit hoher gesellschaftlicher Relevanz zu vermitteln.

2. Geowissenschaften und Gesellschaft

In den rund zwei Millionen Jahren Menschheitsgeschichte stellen die vergangenen 50 Jahre die wohl folgenschwersten für die zukünftige Entwicklung der Erde und des Lebens dar. Noch nie wurden dem Blauen Planeten solche Mengen von Rohstoffen entnommen wie nach dem II. Weltkrieg, als weltweit mehr Rohstoffe verbraucht wurden als in der gesamten Menschheitsgeschichte davor (F.-W. Wellmer & J.D. Becker-Platen, 2001). Noch nie hat der Mensch seine Umwelt, also seine Lebensgrundlagen, derart gravierend zum Negativen verändert wie in den letzten Jahrzehnten. Durch die Ausbeutung fossiler Brennstoffe entstand zwar kein Engpass, dafür aber in ihrer ganzen Tragweite noch kaum absehbare Auswirkungen für die nächsten Generationen: Saurer Regen, Waldsterben, Treibhauseffekt und Ozonloch sind in aller Munde.

Eine der Folgen der globalen Wirtschaftsdynamik - Österreich bekommt dies als alpines Transitland besonders zu spüren - ist der zunehmende Transport auf der Erde, der bereits dazu geführt hat, dass der Umfang der gesamten Gütertransporte schon heute dem von der Erosion verursachten Materialfluss gleich kommt. Während geogene Massentransporte pro Jahr etwa 37×10^9 m^3/a betragen, machen anthropogen verursachte bereits einen Wert von 35×10^9 m^3/a aus (F.-W. Wellmer & J.D. Becker-Platen, 2001).

Immer häufiger werden die Schlagzeilen von Schreckensmeldungen über Naturkatastrophen wie Starkbeben, Überschwemmungen (Sommer 2002), Rutschungen, Murenabgänge usw. dominiert. In den alpinen Regionen unseres Landes kommen noch Felsstürze dazu. Stehen kriegerische Auseinandersetzungen im Blickpunkt medialer Berichterstattung, ist der wahre Hintergrund oft der Kampf um die Macht über Rohstoffe, wie etwa die Erdöl- und Wasserreserven im Nahen Osten. Das Jahr 2003 als Internationales Jahr des Süßwassers hat gezeigt, dass die gesicherte Wasserversorgung mehr denn je ein heißes Thema der Daseinsvorsorge ist. Dazu gehören aber auch die Energievorsorge und die Sicherung von Lagerstätten (Baurohstoffe, Industrieminerale, Erze). Viele dieser Ressourcen sind zwar in ausreichender Menge vorhanden, was aber vielfach fehlt, ist der verantwortungsvolle Umgang im Sinn einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft mit einer über mehrere Generationen vorausblickenden Planung.

Der Mensch verändert aber auch die Atmosphäre, in der die Konzentration von Treibhausgasen seit Mitte des 20. Jahrhunderts stetig ansteigt. Er stört damit das empfindliche Gleichgewicht, das den Planeten Erde über Millionen Jahre auszeichnete. Alle Vorgänge auf der Erde unterliegen Wechselwirkungen und beeinflussen mehr oder weniger stark das System Erde. Das Überleben der Menschheit - und des Lebens selbst - hängt jedoch von diesem System ab.

Hier kommen die Geowissenschaften ins Spiel, die ein umfangreiches Wissen über die Erde und die Prozesse, die auf ihr wirken, angehäuft haben. Noch vor rund 50 Jahren gehörten sie zu jenen Disziplinen, die eher abschätzig mit dem „Sammeln von Briefmarken“ verglichen wurden. Ozeanographie, Klima- und Umweltforschung sowie Geophysik waren in den Kinderschuhen. Mit der Erkenntnis über Konvektionsströme im Erdmantel änderte sich dieses Bild: Heute sind die Geowissenschaften umfassend gefordert. Viele Lebensbereiche sind auf geologische Grundlagen angewiesen. Der Bogen spannt sich von der Sicherung mineralischer Rohstoffe und Wasser über das Abschätzen von Naturgefahren, über die Grundlagen für große Bauvorhaben bis hin zum Freizeitbereich.

Im digitalen Zeitalter wird für die Geowissenschaften fachübergreifendes Arbeiten im Netzwerkverbund immer notwendiger. Nicht die Natur kennt verschiedene Disziplinen, sondern der Mensch ist bestrebt, alle Dinge zu ordnen und zu strukturieren.

Die folgenden Zustandsberichte über das komplexe System Erde spiegeln den augenblicklichen Forschungsstand über die Geo-, Hydro- und Atmosphäre wider. In diesem Netz von Interaktionen und Feedback-Mechanismen fällt dem Menschen eine Schlüsselrolle zu. Obwohl deren Tragweite erst in Konturen sichtbar wird, sind von den Geowissenschaftern in Kooperation mit politischen Entscheidungsträgern heute jene Maßnahmen zu setzen, die die Ressourcen von morgen sichern.

2.1. Über den Zustand der Erde

Im Wissenschaftsmagazin „Science" sind von Mitte November bis Mitte Dezember 2003 eine Reihe kurzer Standpunkte aus der Hand namhafter Experten erschienen, die sich mit den die gesamte Menschheit betreffenden universellen Gemeingütern der Erde („global commons") beschäftigen wie die Atmosphäre, das Süßwasser, die nutzbaren Fischreserven in den Weltmeeren, der Boden in den Tropen als eine Grundlage für die Nahrungsproduktion sowie die Energieressourcen. In weiteren Artikeln zeigen sie die Entwicklungstrends im Bevölkerungswachstum, in der Biodiversität und im Klimawandel auf. Diese Übersichten sind keine Antworten auf aktuelle Fragen der Gesellschaft, sondern fassen den gegenwärtigen Kenntnisstand und die möglichen Folgen für das zukünftige Leben auf der Erde zusammen.

Der Herausgeber erinnert mit dieser Sammlung an den Essay von Garret Hardin, der vor 35 Jahren unter dem Titel „Tragedy of the Commons" in „Science" erschienen ist. Mit der Aktualisierung der seinerzeitigen Thematik wird bezweckt, die Aufmerksamkeit verstärkt auf allgemeine ökologische und sozioökonomische Zusammenhänge zu lenken, eine größere Sensibilität für umweltrelevante Themen zu erreichen und im Geiste von „forewarned is forearmed" auf offene Fragen hinzuweisen, die von Seiten der Politik wie der Forschung erhöhter Anstrengungen bedürfen. Insbesondere in Bezug auf den globalen Klimawandel sprechen nach dem Jahr 2003, das vermutlich das wärmste des vergangenen Jahrtausends war, viele Anzeichen dafür, dass sich das ozeanische Zirkulationssystem derzeit ändert und eine Trendumkehr höchst ungewiss erscheint (R.A. Kerr in Science, 303, 35, 2004).

Die nachstehend ausschnittweise wiedergegebenen Meinungen zu verschiedenen geowissenschaftlich relevanten Themenfeldern in „Science" werden durch zwei Darstellungen über „Mineralische Rohstoffe" und „Naturgefahren" ergänzt.

2.1.1. Bevölkerungswachstum

Im Jahr 2050 wird die Weltbevölkerung von derzeit 6,3 Milliarden Menschen um 2 bis 4 Milliarden zugenommen haben; vorausgesetzt es kommt zu keinen ungewöhnlichen Katastrophen.

Allein in den vergangenen 40 Jahren hat sich die Bevölkerung verdoppelt. In Entwicklungsländern wachsen vor allem die Städte, während die Industrieländer von einem langsameren Wachstum bei gleichzeitigem höherem Lebensalter gekennzeichnet sind. Im kommenden Jahrzehnt wird rund die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten leben. Während um 1800 rund 2 % in Städten lebten, waren es um 1900 rund 12 % und im Jahr 2000 mehr als 47 %.

Die jährliche Zunahme der Bevölkerung um 77 Millionen Menschen verursacht in vielen Entwicklungsländern große Probleme, da sie im Vergleich zu den Industrieländern mit jährlichen Wachstumsraten um 0,25 % eine zehnfach höhere Zunahme um 2,41 % haben. Jedoch wird sich ab dem Jahr 2050 die globale jährliche Bevölkerungszunahme auf einen Durchschnittswert von 0,33 % stabilisieren.

Im Jahr 2050 werden rund 66 Menschen auf 1 km^2 siedeln. Da nur etwa 10 % der Erdoberfläche bewohnbares Land sind, steigt die Populationsdichte um den Faktor 10. Diese Entwicklung wird vor allem in den Ländern der Dritten Welt in der Landnutzung erhebliche Probleme bereiten. Dies zieht wieder Folgen in der Nahrungsversorgung, bei Unterkünften, der Erziehung, der Gesundheit und der Arbeit nach sich.

Lit.: Cohen, J.E., Science, 302, 1172-1175, 2003.

2.1.2. Globale Süßwasser-Ressourcen

Das „Jahr des Süßwassers 2003" ist noch in frischer Erinnerung. Aber weiterhin sind rund 1,2 Milliarden Menschen ohne sauberes Trinkwasser, für rund 2,4 Milliarden Menschen fehlen ausreichende sanitäre Einrichtungen.

Ob als „Blaues Gold" oder als „Öl des 21. Jahrhunderts" - die Bedeutung von Wasser als knappe Ressource wird derzeit weltweit diskutiert. Vieles deutet sogar darauf hin, dass dieses Thema zur Metapher für den Nord-Süd-Konflikt wird.

In der internationalen Politik herrscht weitgehende Einigkeit, dass bis zum Jahr 2015 die oben genannten Zahlen halbiert werden müssen. Dazu gehören aber auch die Lösung regionaler und internationaler Konflikte über die Wassernutzung, die Einschränkung übermäßiger Entnahmen von Grundwasser, die Notwendigkeit einer besseren Vorhersage über die Folgen eines möglichen Klimawandels, die Installierung eines Monitoring-Programms über die globale, regionale und lokale Wasserbalance und die Herstellung eines „guten" Wasserzustandes.

Für die Zukunft geht die Wasserwirtschaft grundsätzlich von drei Szenarien aus, nämlich
1. exponentielle Zunahme des Wasserbedarfs aufgrund des Bevölkerungswachstums und anderweitiger Nutzungen
2. gleichbleibender Verbrauch von Wasser
3. abnehmender Wasserverbrauch.

Anstelle des bisher geübten „harten Weges" mit der Errichtung von Großanlagen mit gewaltigen Eingriffen in die Natur sieht der „sanfte Weg" komplementäre dezentrale, vernetzte Wasserversorgungsanlagen vor, die sich nach marktwirtschaftlichen Kriterien am Bedarf des Verbrauchers orientieren, den Einsatz neuer Technologien für die Nutzbarmachung und dem Verbrauch von Wasser sowie seine effizientere Nutzung in Landwirtschaft und Recycling. Mit verschiedenen Maßnahmen wird so eine Änderung des Bewusstseins über den Rohstoff Wasser eingeleitet und damit eine Verbrauchsoptimierung erzielt, ohne dass der Einzelne negative Folgen zu tragen hat.

Lit.: Gleick, P.H., Science, 302, 1524-1527, 2003.

2.1.3. Mineralische Ressourcen

Die gesamte Menschheit benötigt pro Jahr insgesamt rund 32 Milliarden Tonnen nicht-erneuerbare Rohstoffe mit einem Wert von ca. 800 Milliarden Euro. Die nicht-metallischen Bau- und Energierohstoffe bilden in einer Mengenpyramide die Basis, Metalle die obere Hälfte, Edelmetalle, Metalle für die Elektronik und Edelsteine die Spitze. In der Wertpyramide sind die Energierohstoffe das Fundament, besondere Nichtmetallrohstoffe hingegen die Spitze.

Mineralrohstoffe sind Materialien, die in der Erdkruste in lokal angereicherter Form als Lagerstätten vorkommen. Sie sind nicht gleichmäßig auf der Erde verteilt, sondern müssen exploriert, gefördert, transportiert und je nach Nutzung aufbereitet und weiterverarbeitet werden. Jede Wertschöpfung in der Wirtschaft einschließlich des Dienstleistungssektors benötigt Mineralrohstoffe, seien es Baurohstoffe für den Hausbau und die Infrastruktur, Energierohstoffe für den Transport oder Düngemittel in der Landwirtschaft für die Ernährung. Dennoch ist der Anteil des Bergbausektors am Bruttoinlandsprodukt in einem hochindustrialisierten Land relativ gering.

In Bezug auf die Verfügbarkeit stellen die Reserven eine dynamische Größe dar, die von verschiedenen Parametern abhängt wie Explorationsintensität, Kostenstruktur und Lagerstättentyp. Das Verhältnis zwischen Reserven und Verbrauch ist somit ein statistisch ermittelter Index, der die momentan kalkulierte Lebensdauer von Reserven eines Rohstoffs widerspiegelt, und schwankt von 20 Jahren bei Blei und Zink, 28 bei Kupfer, 34 bei Nickel, 40 bei Erdöl, 70 bei Wolfram, 127 bei Chromit, 202 bei Aluminium (Bauxit), 213 bei Vanadium, 40 Jahren bei Erdöl bis fast 400 Jahre bei Kali.

Auch wenn es derzeit keine Anzeichen gibt, dass es global betrachtet mittelfristig zu einem Engpass in der Versorgung der Weltwirtschaft mit Mineralrohstoffen kommen könnte, ist Mitteleuropa heute bei vielen Rohstoffen von Importen abhängig.

Rohstoffe erfüllen in der Wirtschaft verschiedenste Funktionen, was sich gerade im Falle ihrer Verknappung zeigt. Ersatzlösungen, ebenso wie Effizienzsteigerungen in der Gewinnung, Substitution, verstärktes Recycling oder neue Technologien können hier Lösungsansätze bieten, erfordern aber einen erhöhten Forschungsaufwand. So ist heute der Bedarf an innovativer und interdisziplinärer Rohstoffforschung größer denn je. Umfassende mineralogische, geochemische und geologische Kenntnisse bilden dabei eine unverzichtbare Ausgangsbasis.

Daraus haben sich neue wissenschaftliche Themenfelder durch den Wechsel der Prioritäten von der grundlegenden Rohstoffsicherung hin zur Rohstoffoptimierung und nachhaltigen Rohstoffnutzung ergeben. Dazu gehören u.a. die Optimierung der Exploration durch den Einsatz innovativer geophysikalischer Methoden wie luftgestützte elektromagnetische Messinstrumente und Schweremessungen, möglichst selektive Abbaumethoden, eine verbesserte Rohstoffeffizienz, Abfallmengenreduzierung, Fragen der Substitution und Maßnahmen der Rekultivierung.

Lit.: Wellmer, F.-W. mit Unterstützung von Leifeld, D., Röhling, S. & Wagner, H. (2003): Z. dt. geol. Ges. 154, 1-27, 2003; Borg, G., 2003, Mager, D., 2003.

2.1.4. Energieressourcen und globale Entwicklung

Zwischen 1980 und 2001 ist der weltweite Verbrauch von Öl, Kohle und Erdgas um respektive 22, 27 und 71 % angestiegen. Gleichzeitig stieg auch die jährliche CO_2-Emission von $5x10^9$ auf $6,6x10^9$ t CO_2.

Die auf der Erde nachgewiesenen gewinnbaren fossilen Brennstoffe betragen nahezu 10^{12} t Kohle, mehr als 10^{12} Barrels Rohöl und über $150x10^{12}$ m^3 Erdgas. Dazu kommen über 3 Millionen Tonnen Uran für die Energiegewinnung.

Der globale Energieverbrauch stützt sich auf drei große Quellen: Öl (44 %), Erdgas (26 %), Kohle (25 %) und drei kleinere Quellen: Wasserkraft (2,5 %), Atomenergie (2,4 %) und erneuerbare Energie (0,2 %). Jährlich werden bei Kohle 0,5 % der Reserven verbraucht, 1,6 % der Reserven von Erdgas bzw. 3 % des Erdöls und 2 % der Reserven von Uran zur Gewinnung von Elektrizität (Abb. 1).

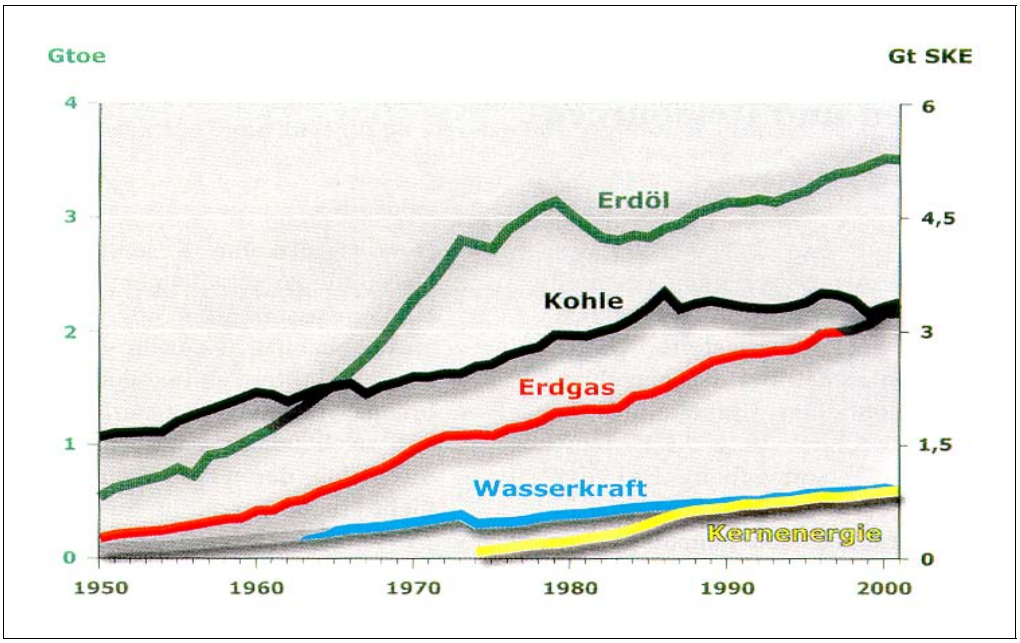

Abb. 1: Entwicklung des weltweiten Primärenergieverbrauchs (PEV) nach einzelnen Energieträgern ohne Biomasse (aus: Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien, Heft XXVIII, BGR 2003).

Der Weltenergieverbrauch ist mangels Alternativen in der Transportwirtschaft und im industriellen Sektor zu 95 % auf fossile Energieträger angewiesen, nur 5 % kommen derzeit von anderen Quellen. Berichte über neue Vorkommen von Energierohstoffen halten sich mit dem gegenwärtigen Verbrauch die Waage, so dass ein weiteres wirtschaftliches Wachstum auch in den kommenden Jahren gewährleistet erscheint. Dazu kommen neue Technologien, mit denen bisher als unwirtschaftlich angesehene Vorkommen ausgebeutet werden können.

Die Endverbraucher sind fünf größere Sektoren wie Industrie, Transportgewerbe, Landwirtschaft, öffentliche Serviceeinrichtungen und der Privatbereich. In den Industrieländern ist der größte Verbraucher die Transportwirtschaft, gefolgt von der Industrie und dem Privatbereich; in den Entwicklungsländern ist die Reihung umgekehrt. In allen Sektoren weisen die Industrieländer einen um 3-14-mal höheren Energieverbrauch auf als Entwicklungsländer.

Die Exploration, Gewinnung und Produktion fossiler Energieträger hat meist negative Folgen für die Umwelt. Aber auch andere Energieformen wie Wasserkraft und Atomenergie verursachen hohe Kosten für die Umwelt und die Gesellschaft, was deren Einsatz stark begrenzt. Generell muss davon ausgegangen werden, dass jede Art von Energiegewinnung einschließlich erneuerbarer Energieformen Auswirkungen auf die Umwelt hat und daher ein gewisses Konfliktpotenzial birgt.

Daraus resultiert ein erhöhter Forschungsbedarf, zum einen in der Verträglichkeit der verschiedensten Energieformen, einschließlich deren Gewinnung in Hinblick auf die Erhaltung rezenter Ökosysteme, zum anderen auch in der Entwicklung von Optimierungsmaßnahmen im gesamten Energie- und Transportsektor.

Lit.: Chow, J., Kopp, R.J. & Portney, P.R.: Science, 302, 1528-1531, 2003.

2.1.5. Globaler Klimawandel

Nach 90 %iger Wahrscheinlichkeit wird die Temperatur von 1990 bis 2100 zwischen 1,7 und 4,9°C ansteigen. Allerdings hängt das Ausmaß dieses Anstiegs vom Umfang zukünftiger Emissionen und von der Richtigkeit von Klimamodellen ab. Eine der wahrscheinlichen Folgen dieser Entwicklung haben uns Ereignisse wie das Sommerhochwasser 2002 drastisch vor Augen geführt.

Der gegenwärtige Klimawechsel übersteigt die natürliche Variabilität und wurde durch den Menschen induziert, der die Zusammensetzung der Atmosphäre verändert hat. Diese Störungen wurden hauptsächlich durch Emissionen verursacht, zu denen lokal auch das Anwachsen von Städten und die Landnutzung beigetragen haben. Trotz besseren Verständnisses über die dem Klima zugrunde liegenden Parameter bleiben jedoch immer noch eine Reihe wissenschaftlicher, technischer und institutioneller Fragen zu beantworten, um den Klimawandel in seiner Gesamtbreite verstehen zu können. Dies betrifft die Zunahme von Extremtemperaturen und Niederschlägen, die Abnahme des saisonalen und jährlichen Schneefalls und Bildung von Gletschereis sowie das Ausmaß des Meeresspiegelanstiegs.

Zum atmosphärischen Treibhauseffekt tragen zu rund 60 % Wasserdampf bei, zu 25 % Kohlendioxid und zu 8 % Ozon. Der Rest stammt von Spurengasen wie Methan und Stickoxiden; dazu kommt die Wirkung der Wolken.

Wechselnde Intensitäten der Sonnenstrahlung und Vulkanausbrüche können kurzfristige klimatische Auswirkungen haben, doch sind sie für größere und länger andauernde Änderungen von Temperaturen eher vernachlässigbar. Erwiesen ist hingegen der menschliche Einfluss als dominierende Ursache für den Klimawandel.

Durch menschliche Aktivitäten emittierte Treibhausgase haben eine lange Verweildauer (Jahrzehnte bis Jahrhunderte) in der Atmosphäre, deren Zusammensetzung sie signifikant verändern und damit die Ausstrahlung in den Weltraum hemmen. So hat seit vorindustriellen Zeiten der Gehalt von CO_2 um 31 % zugenommen (von 280 ppm auf 370 ppm), wobei die Hälfte des Anstiegs ab 1965 eintrat* (Abb. 2 und 3).

* Anlässlich der Herbsttagung 2003 der Amerikanischen Geophysikalischen Union wurde von W.F. Ruddiman in einem viel beachteten Vortrag (siehe Eos Trans. AGU, 84 [46], Fall Meeting, Abstract, 2003; Climate Change, 61, 261-293, 2003; Nature, v. 427, 582-583, 2004) die Ansicht vertreten, dass der weltweite CO_2-Anstieg bereits vor 8000 Jahren durch verstärkte Rodungen begann, gefolgt durch Reisauspflanzung vor 5000 Jahren, die erhöhte Konzentrationen von Methan in der Atmosphäre bewirkte.

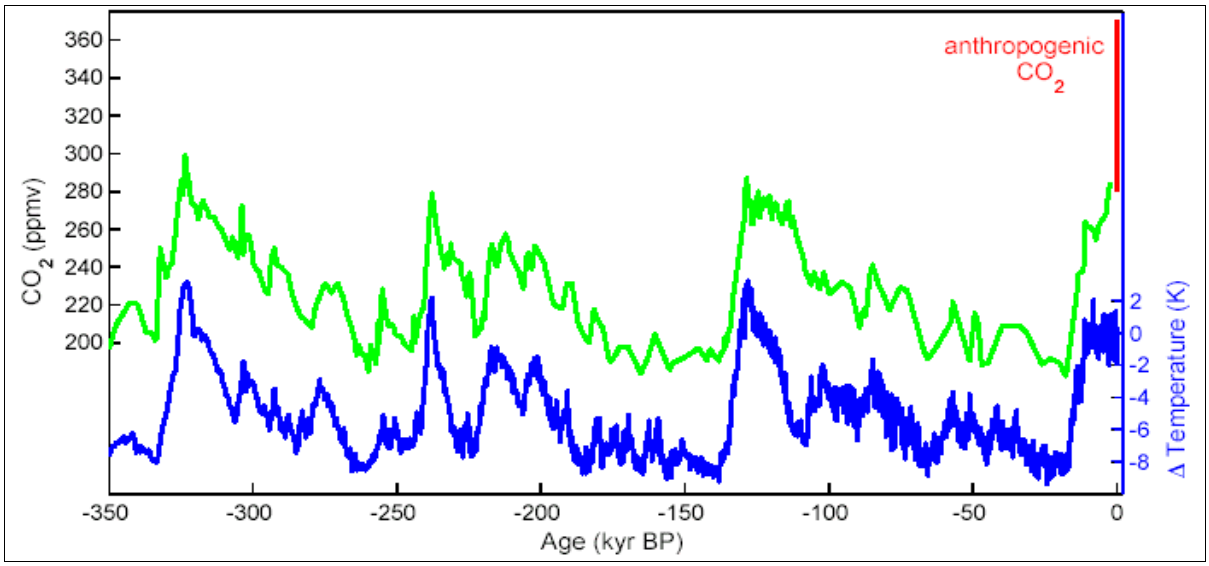

Abb. 2: CO_2-Gehalte (grün) und Temperaturwerte (blau) während der vergangenen 350.000 Jahre nach Analyse des Vostok-Eiskernes (nach Petit et al., 1999). Der gegenwärtige durch den Menschen hervorgerufene Anstieg der CO_2-Konzentration (IPCC; 2001) ist rot markiert (aus S. Rahmstorf et al., 2004).

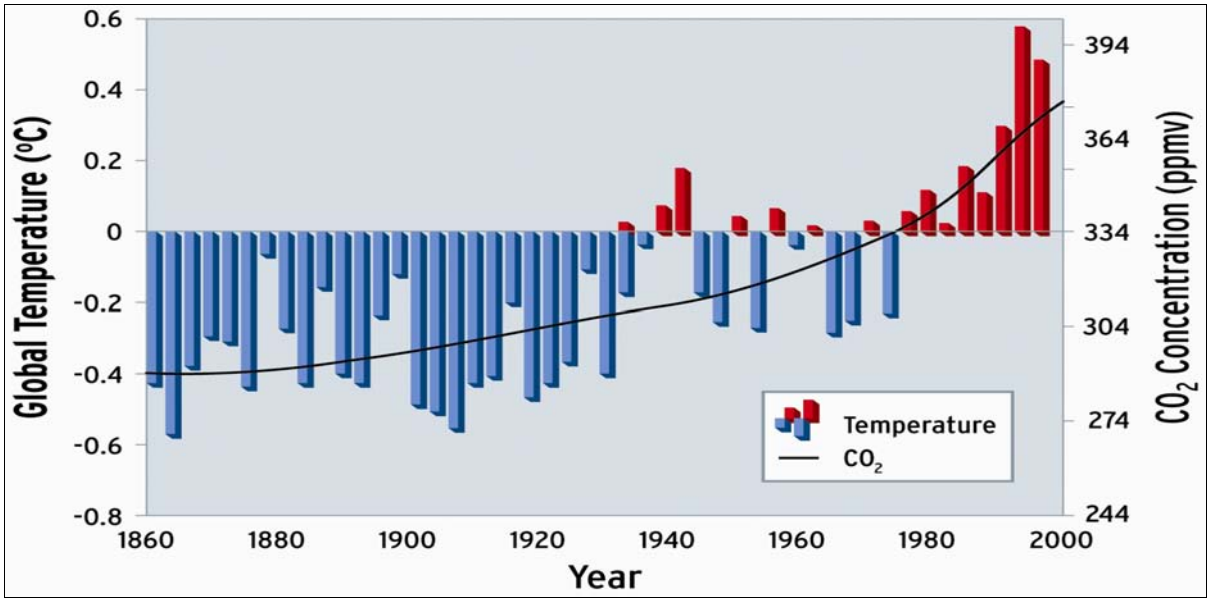

Abb. 3: Globale Temperaturzunahme bezogen auf eine zwischen 1961 bis 1980 gemessene Basisperiode für eine globale mittlere Temperatur von 14°C (blaue und rote Balken) und für einen mittleren CO_2-Gehalt von 334 ppmv (schwarze Linie) (aus Science, v. 302, S. 1720, 2003, verändert).

Der Ausstoß von Treibhausgasen nimmt noch immer um jährlich 0,5 bis 1 % zu, wahrscheinlich auch der von Aerosolen. Die Folge ist eine globale Erwärmung mit einem Anstieg der mittleren Temperaturwerte als eine von mehreren Konsequenzen. Seit 1980 wird die Bandbreite der natürlichen Variabilität überstiegen, die Magnitude von menschlichen Einflüssen auf das Klima also größer. Die mittlere globale Jahrestemperatur von heute 15,3 Grad nähert sich langsam aber stetig einer äußerst kritischen Grenze. Ab einem Wert von 16,6°C befürchten Klimatologen eine unkalkulierbare Entwicklung des gesamten Klimasystems.

Um die verschiedensten Aspekte des Klimas mit allen noch bestehenden Unsicherheiten besser erfassen und evaluieren zu können, ist es notwendig, die biologischen, chemischen und physikalischen Komponenten des Systems Erde in globale Klimamodelle zu integrieren (Abb. 4). Hierbei lassen Forschungsergebnisse aus bereits vergangenen erdgeschichtlichen Epochen erahnen, wie die Welt aussehen könnte. Ein Beispiel ist aus der Jüngeren Dryas vor 11.500 bis 12.700 Jahren bekannt: In Folge orbitaler Veränderungen, wahrscheinlich auch durch vermehrten Süßwassereintrag infolge des Abschmelzens riesiger Eisfelder, kam es zu einer Kaltzeit und zu Änderungen der ozeanischen Meeresströmungen.

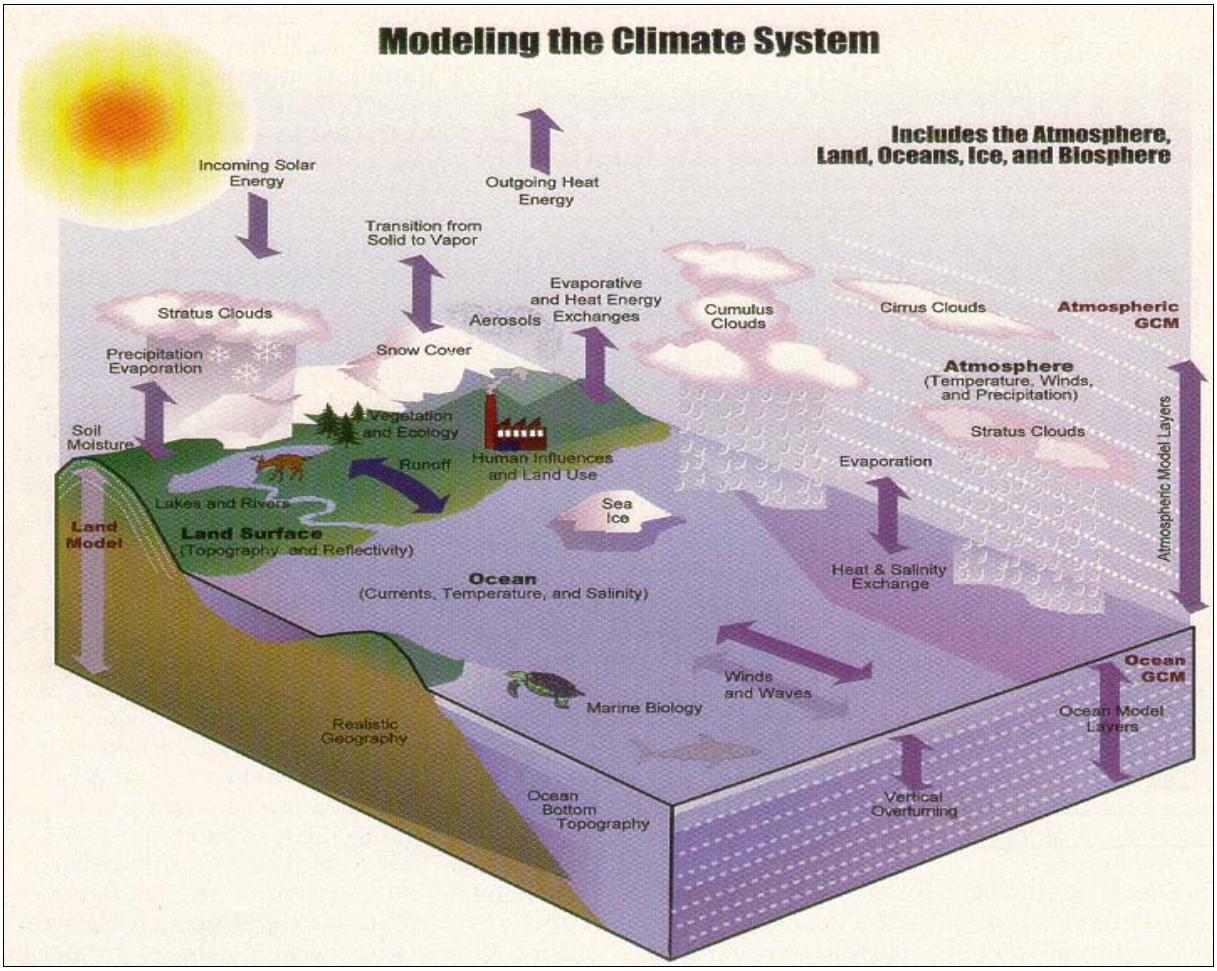

Abb. 4: Komponenten des Klimasystems und ihre Interaktionen einschließlich des Menschen. Alle diese Komponenten sind unter Einschluss des Ozeans, der Atmosphäre, des Festlandes und der Kryo- und Biosphäre in Modellberechnungen miteinander zu koppeln (aus Science, v. 203, S. 1722, 2003).

Das Verständnis über das Klimasystem wird vor allem durch bisher nicht im vollen Ausmaß verständliche Feedback-Faktoren erschwert wie die Auswirkungen von mehr Wasserdampf in der Atmosphäre, der Abfluss von Niederschlägen, die Speicherkapazität von Wärme in den Ozeanen und vor allem das Verhalten von Wolken. Letztere können Strahlung reflektieren, aber auch absorbieren. Dazu kommt der Eis-Albedo-Effekt. Dennoch sind sich die meisten Klimaforscher einig, dass es in den kommenden Jahrzehnten zu einer Zunahme von Extremereignissen wie häufigeren Hitzewellen, Dürren und Starkniederschlägen kommen

wird. Im Zusammenhang damit werden auch Hitzestress und Waldbrände zunehmen, die Vegetationszonen werden sich verschieben und der weltweite Meeresspiegel ansteigen. Derzeit wird mit einem Anstieg zwischen 1,5 und 2,0 mm pro Jahr gerechnet (L. Miller & B. Douglas in Nature, v. 428, 406-408, 2004).

Lit.: Karl, T.R. & Trenberth, K.E.: Science, 302, 1719-1723.

2.1.6. Weltweite Naturgefahren 2003 im Rückblick

Dem Jahresrückblick der Münchner Rückversicherung (TOPICS geo) zufolge wurde die Erde 2003 von einer Serie katastrophaler Naturereignisse betroffen, bei denen weit mehr Opfer als in den vergangenen Jahren zu beklagen waren (Abb. 5, 6).

- Weltweit verloren bei Naturkatastrophen über 50.000 Menschen ihr Leben; allein die Hitzewelle in Europa und das Erdbeben im Iran hat über 20.000 Tote gefordert.
- Die Anzahl von großen Naturkatastrophen war 2003 gleich hoch wie im Vorjahr und betrug rund 700 Schadensfälle.
- Die Katastrophen, ausgelöst durch Tornados, Hitzwellen, Waldbrände und Überschwemmungen in Amerika, Asien und Europa, verursachten einen wirtschaftlichen Schaden von über 600 Milliarden US Dollar.
- Die Kosten für die Versicherungen stiegen auf 15 Milliarden US Dollar an, von denen allein die Tornados im Mittelwesten der USA Kosten von mehr als 3 Milliarden US Dollar verursachten.

Im vergangenen Jahr wurden weltweit etwa 70 Erdbeben registriert, die Schäden von insgesamt rund 6 Milliarden US Dollar anrichteten. Davon betrug der versicherte Schaden lediglich 100 Millionen US Dollar.

Die Hauptbebengebiete lagen 2003 in China (Februar), Algerien (Mai), Kalifornien und Iran (beide Dezember). In den genannten Gebieten besteht aufgrund einer hohen Erdbebenaktivität in seismisch aktiven Kollisionszonen zwischen Plattengrenzen und entlang aktiver Störungszonen ein sehr hohes Risiko von tektonischen Beben.

Sturmschäden und extremes Wetter waren 2003 für rund ein Drittel der weltweiten Schäden verantwortlich. Hauptbetroffen war der mittlere Westen der USA in den Monaten April und Mai mit Versicherungsschäden von etwa 5 Milliarden US Dollar. Im September kam dazu an der Ostküste der Hurrikan Isabel, der einen wirtschaftlichen Schaden von 5 Milliarden US Dollar anrichtete.

Europa wurde hingegen 2003 von Stürmen weitgehend verschont; allein ein Wintersturm suchte Frankreich, die Schweiz und Deutschland im Jänner heim.

Als außergewöhnliches Ereignis ging der vergangene Sommer in die Klimaarchive ein. Die Rekordtemperaturen im Zeitraum Juni bis August entsprechen einem 450-Jahr-Ereignis. Sollte diese Situation allerdings anhalten, ist ab 2020 alle 20 Jahre mit solchen Wetterkapriolen zu rechnen. Die wirtschaftlichen Schäden der Hitzwelle werden auf 13 Milliarden US Dollar hochgerechnet.

Im vergangenen Jahr kam es auch zu ausgedehnten Buschfeuern und Waldbränden. Betroffen davon waren Australien, Südwesteuropa, Kanada und die westlichen Bundesstaaten der USA. Hier verursachten die Feuer einen versicherten Schaden von etwa 2 Milliarden US Dollar.

Indien, Bangladesch und Pakistan waren im Juni und September nach einer Hitzewelle von Überschwemmungen betroffen, in China überflutete der Huai und der Yangtze etwa 650.000 Häuser und verursachte einen Schaden von 8 Milliarden Dollar. Auch Südfrankreich wurde im Dezember von einer Überschwemmung heimgesucht, als die Rhone und andere Flüsse über die Ufer traten und wirtschaftliche Schäden von ca. 1,5 Milliarden Dollar anrichteten.

Lit.: www.munichre.com

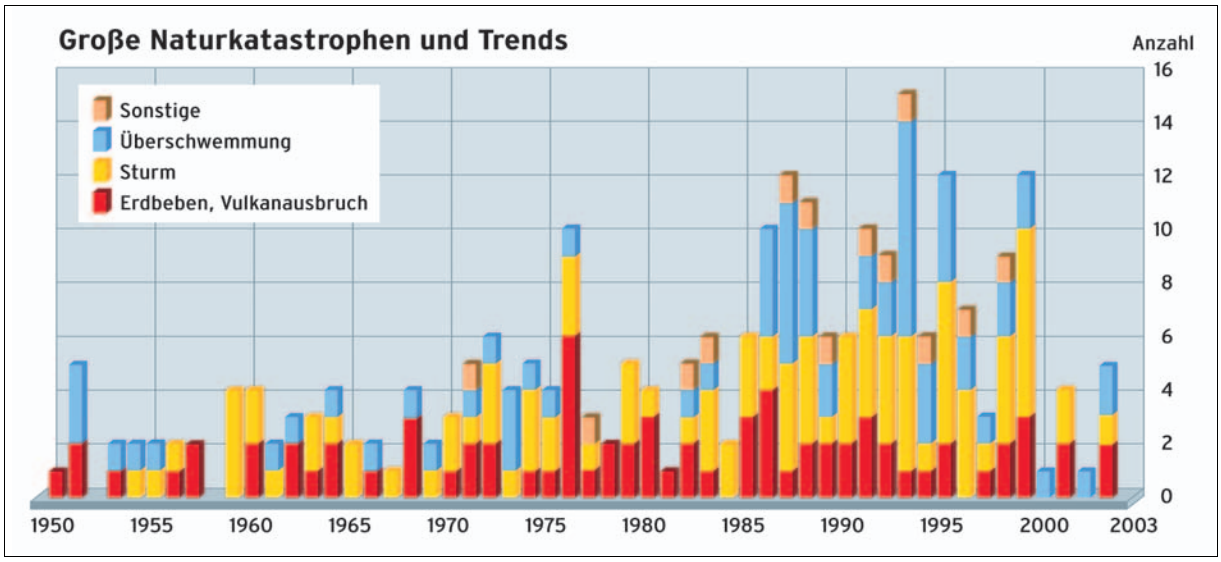

Abb. 5: Langzeitstatistik 1950-2002 von großen Naturkatastrophen mit Trends. Als „groß“ werden Naturkatastrophen bezeichnet, wenn sie überregionale und internationale Hilfe erforderlich machen, die Zahl der Todesopfer in die Tausende, die Zahl von Obdachlosen in die Hunderttausende geht oder substanzielle volkswirtschaftliche Schäden verursacht werden (nach Münchener Rückversicherungs-Ges., 2004, verändert).

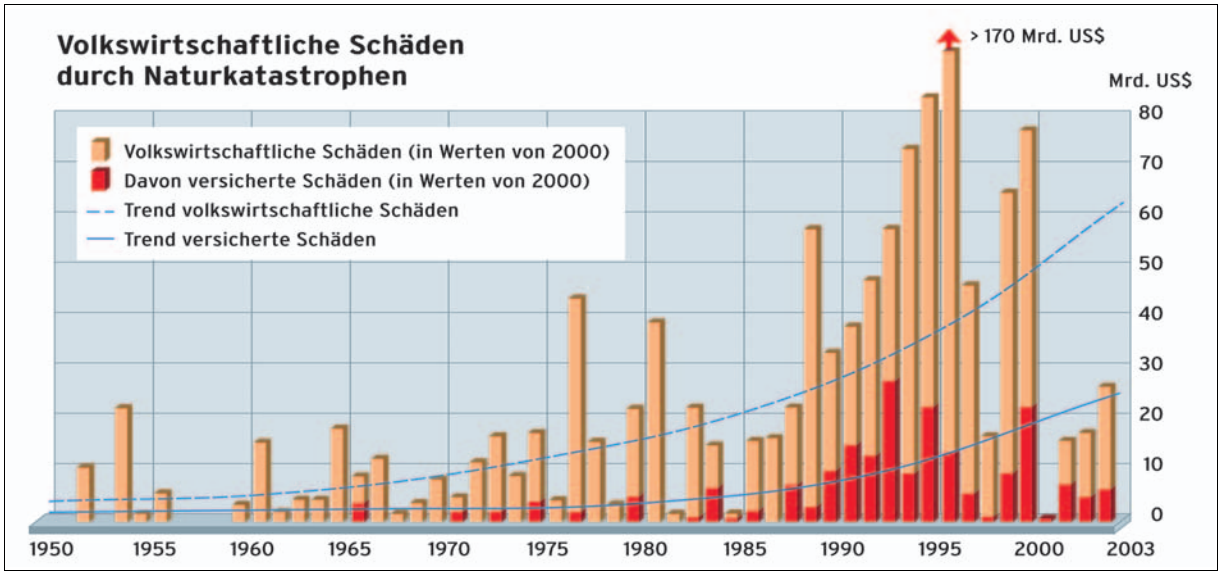

Abb. 6: Langzeitstatistik 1950-2002 über volkswirtschaftliche Schäden und Trends von Naturkatastrophen (nach Münchener Rückversicherungs-Ges., 2004, verändert).

3. Definitionen von Forschung und Entwicklung

3.1. Definition von F&E nach dem Frascati-Handbuch

Für Erhebungen über Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten einer Institution bildet das Frascati-Handbuch der OECD seit rund 40 Jahren die methodische Basis in Form internationaler, weltweit gültiger Standards, Richtlinien und Empfehlungen. Auf dieser Grundlage werden solide statistische Daten erhoben, die aktuelle Vergleiche mit anderen EU- und OECD-Mitgliedsstaaten ermöglichen und für Benchmarking-Zwecke zwischen nationalen Forschungspolitiken herangezogen werden.

Nach der jüngsten Ausgabe des Frascati-Handbuchs im Jahr 2002 wird Forschung und experimentelle Entwicklung (Research and experimental development - R&D) wie folgt definiert:

F&E ist die systematische, schöpferische Tätigkeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens einschließlich des Wissens über den Menschen, die Kultur und die Gesellschaft sowie die Verwendung dieses Wissens mit dem Ziel, neue Anwendungsmöglichkeiten zu finden.
Das Element der Neuheit und Originalität (neue Erkenntnisse, neues Wissen, neue Wissensordnung, neue Anwendungen) ist das wichtigste Kriterium, F&E von den anderen wissenschaftlichen und technischen Tätigkeiten zu unterscheiden.

F&E umfasst drei Aktivitäten: Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung.

(1) Grundlagenforschung ist nicht erwerbsorientierte wissenschaftliche Forschung, die in erster Linie auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse über den zugrundeliegenden Ursprung von Phänomenen und beobachtbaren Tatsachen gerichtet ist, ohne auf eine besondere Anwendung oder Verwendung abzuzielen.
Grundlagenforschung analysiert Eigenschaften, Strukturen und Beziehungen mit dem Zweck, Hypothesen, Theorien oder Gesetze zu formulieren und zu überprüfen. Im Allgemeinen werden die Ergebnisse nicht zum Kauf angeboten, sondern in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert oder an Interessenten weitergegeben.

(2) Angewandte Forschung ist gleichfalls experimentelle oder theoretische Arbeit mit dem Ziel, den Stand des Wissens zu vermehren, jedoch mit Ausrichtung auf ein spezifisches praktisches Ziel.
Die Ergebnisse der angewandten Forschung finden hauptsächlich für ein einzelnes oder wenige Produkte, Operationen, Methoden oder Systeme Anwendung. Angewandte Forschung entwickelt Ideen für die operationelle Durchführung. Das dabei erzielte Wissen wird entweder patentiert oder bleibt geheim.

(3) Unter experimenteller Entwicklung versteht man den systematischen Einsatz des Wissens mit dem Ziel, neue oder wesentlich verbesserte Materialien, Vorrichtungen, Produkte, Verfahren oder Systeme hervorzubringen.

Im Frascati-Handbuch werden die einzelnen Kategorien ausführlich erläutert. Unter anderem werden auch Tätigkeiten aufgelistet, die nicht zur Kategorie von Forschung und Entwicklung zählen wie beispielsweise allgemeine Arbeiten zum Zweck der Datensammlung. Dazu gehören auch die üblichen geologischen Berichtslegungen und Gutachten („routine geological surveying“).

Wie in Kap. 6.4.1. näher erläutert wird, erfüllt nach Meinung von Geologischen Diensten hingegen die geologische Landesaufnahme („geological mapping“) - im Gegensatz zur topographischen Landesaufnahme - alle Kriterien für eine Forschungstätigkeit.

Zur Abgrenzung von Tätigkeiten, die forschungs- und entwicklungsrelevant sind, von verwandten Tätigkeiten nennen die Autoren Kriterien zur Unterscheidung: Ausschlaggebend sind vor allem der Grad der Neuheit und das Ausmaß der Originalität. Weitere Kriterien sind der Zweck und der innovative Charakter eines Projektes, der Umfang bisher nichtbekannter Phänomene, Strukturen und Beziehungen, die Anwendung neuer Lösungsansätze, die Erwartungshaltung für neue Erklärungen, die Aussichten auf eine Patentierung der Ergebnisse oder der Personal- und Methodeneinsatz für ein Projekt.

Die im Frascati-Handbuch enthaltenen Definitionen und Standards wurden ursprünglich für den Leistungsvergleich zwischen den OECD-Staaten auf dem Wirtschafts- und Technologiesektor eingeführt. Nach Meinung der Geologischen Bundesanstalt werden sie den Bedürfnissen der außeruniversitären Forschung und hier speziell von Geologischen Diensten, aber auch anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen, nur bedingt gerecht. Der Hauptgrund liegt in der im Bereich der geowissenschaftlichen Forschung unklaren Trennung zwischen Grundlagenforschung und Angewandter Forschung, die vor allem Tätigkeiten wie die Geologische Landesaufnahme betrifft. Während diese nach dem Frascati-Handbuch hauptsächlich dem angewandten Forschungsbereich zuzuordnen ist, wird sie nach dem Modell von D.E. Stokes als „use-inspired basic research“ angesehen (siehe Ausführungen im Kap. 6.4. [Kernaktivitäten und Interaktionen] und Kap. 6.7. [Anteil von F&E an den Gesamtressourcen der GBA].

3.2. Definition von F&E nach D.E. Stokes

Donald E. Stokes unterscheidet in seinem 1997 erschienenen Buch „Pasteur’s Quadrant, Basic Science and Technological Innovation“ zwischen „pure basic research“, „use-inspired basic research“ und „pure applied research”, deren jeweilige Vertreter Bohr, Pasteur und Edison sind. Diese Aktivitäten unterscheiden sich im Grad der Ausrichtung auf ein praktisches Ziel oder Anwendungsgebiet (Abb. 7).

Stokes meint, dass ein zweidimensional ausgerichtetes Konzept den tatsächlichen Gegebenheiten in der Forschung eher gerecht wird als ein eindimensionales „Grundlagen-Angewandte-Forschungs-Konzept“. In diesem bildet Grundlagenforschung wie beispielsweise die Arbeit von Niels Bohr über die Atomstruktur die vertikale Achse, während strikt angewandte Forschung, wie von Thomas Edison praktiziert, die horizontale Achse bildet. Den Raum zwischen diesen Achsen bezeichnet Stokes als „Pasteurs Quadrant“. Er begründet dies damit, dass die Arbeit Pasteur’s exemplarisch das (nicht eindimensionale) Ineinandergreifen von Grundlagen- und Angewandter Forschung demonstriert. Das Konzept von Stokes ist dem von Pasteur insofern ähnlich, als in der Praxis häufig angewandte, praktische und Grundlagenforschung zugleich durchgeführt werden.

In der Zwischenzeit sind die vor einigen Jahren von Stokes geäußerten Vorstellungen für viele Bereiche bereits zur Realität geworden. Fachübergreifende vernetzte Forschung führt zu praktischen, direkt nutzbaren Anwendungen, die wiederum das Verständnis über grundlegende Zusammenhänge heben. Neugierde bleibt zwar weiterhin die Triebfeder jeder Forschung, doch bieten sich wesentlich mehr Möglichkeiten in einer von sozioökonomischem Nutzen inspirierten Forschung („use-inspired research“).

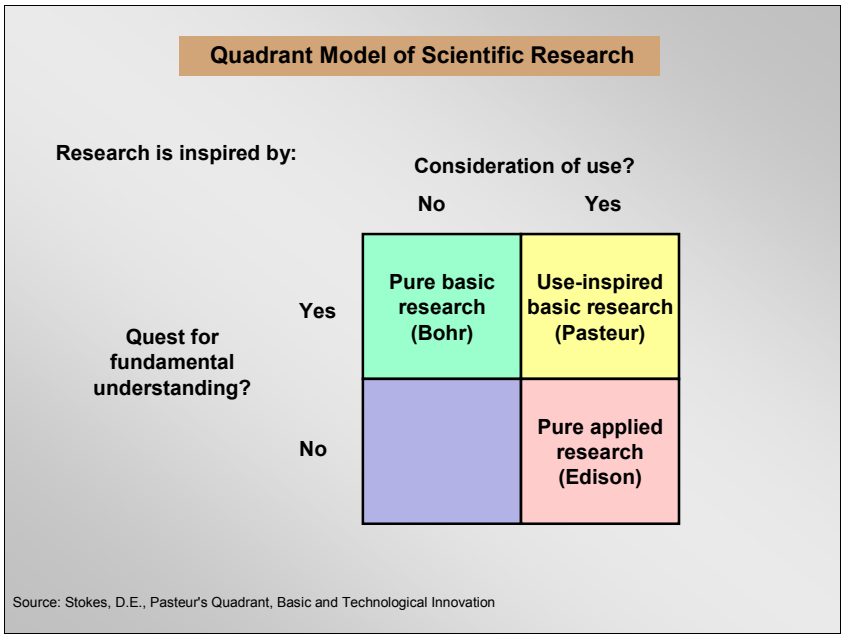

Abb. 7: Das Modell von D.E. Stokes über wissenschaftliche Forschung.

3.3. Definition von F&E nach Vorstellung der GBA

An der Geologischen Bundesanstalt wird der Anteil der Ressourcen für F&E gemäß der im Frascati-Handbuch genannten Standards und Empfehlungen in erkenntnisorientierte Grundlagen- und angewandte Forschung sowie experimentelle Entwicklung unterteilt, wobei der Bereich der „Angewandten Forschung" weiter in eine „Anwendungsorientierte Forschung" und eine „Nutzungsbetonte Entwicklung" untergliedert wird (Abb. 8). Eine diesen Kategorien folgende Aufgliederung der F&E-Aktivitäten an den einzelnen GBA-Fachabteilungen wird unter 6.4. und 6.5. gegeben. Dennoch darf nicht übersehen werden, dass zwischen Grundlagenforschung und Angewandter Forschung vielfach Überschneidungen bestehen.

Danach sind die an der Anstalt ausgeübten Haupttätigkeiten als angewandte geowissenschaftliche Forschung zu werten, die auf dem Forschungsorganisationsgesetz 1981 i.d.g.F. basieren.

Zu den „Routinearbeiten" ohne Forschungscharakter (nach dem Frascati-Handbuch als „routine geological surveying" bezeichnet), gehören

- Arbeiten zum Zweck der Datensammlung und Dokumentationen
- Bibliothekarische Tätigkeiten
- Sammlungen, Archive
- Geologische Berichtslegungen
- Verfassen von Publikationen
- Erstellung von Gutachten
- Datenbank-Eingaben
- Routine-Laboranalytik.

Die Art dieser Dokumentationsarbeiten ist in den unter 6.4. und 6.5. gezeigten Tabellen in der Spalte „Dokumentation" dargestellt.

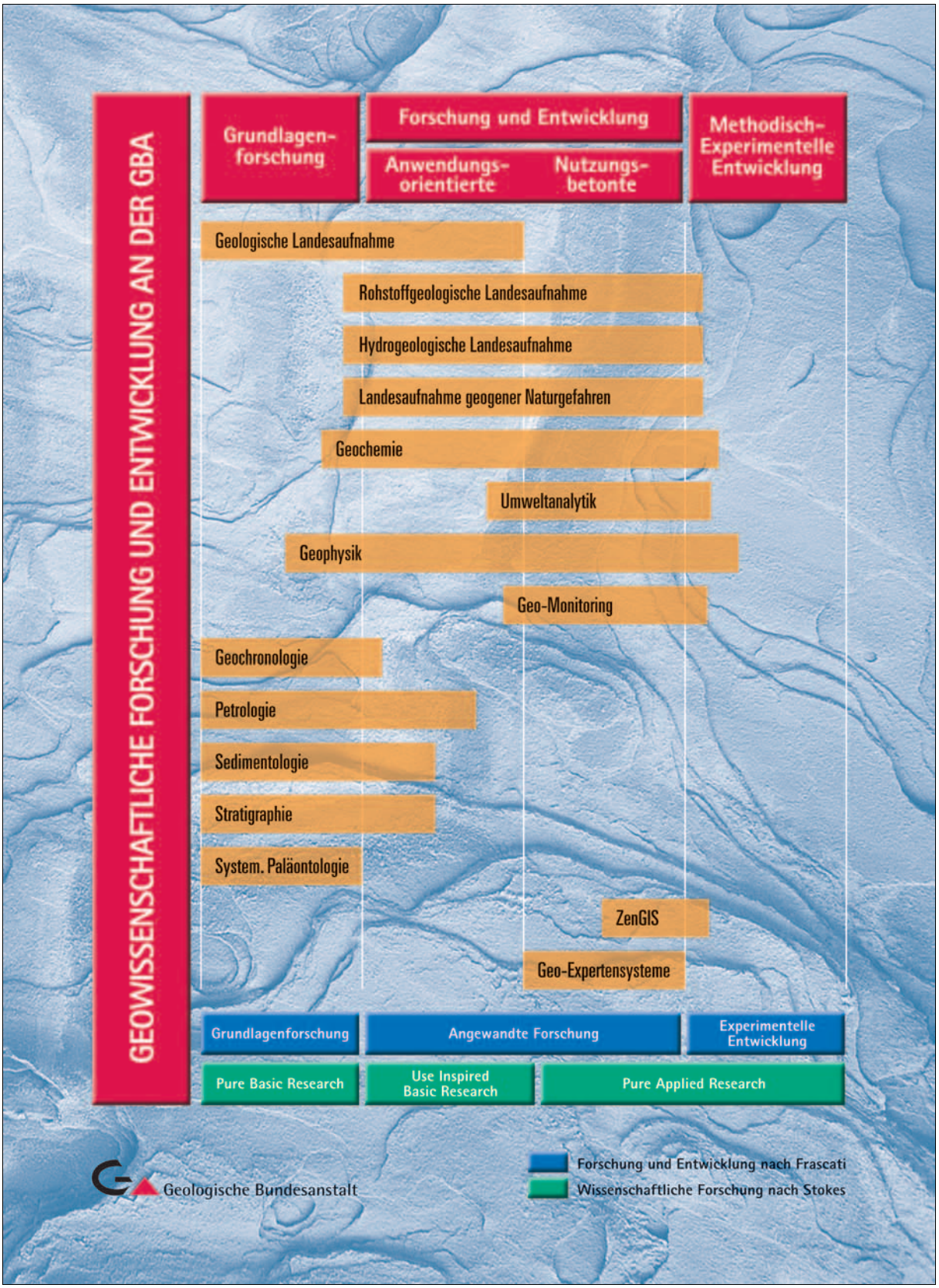

Abb. 8: Zuordnung forschungsrelevanter geowissenschaftlicher Aktivitäten an der Geologischen Bundesanstalt (orange) in Bezug zur Definition des Frascati-Handbuchs (blau), nach D.E. Stokes (grün) und nach GBA-internen Kategorien (rot).

4. Geologie als Wissenschaftsdisziplin in Österreich

Ohne Forschung keine Innovation, ohne Innovation kein wirtschaftliches Wachstum. Dieser Leitsatz aus der Wirtschaft gilt gleichermaßen für technische Wissenschaften wie für naturwissenschaftliche Disziplinen und für die Geowissenschaften im Besonderen. Eine Wirtschaft ohne Rohstoffe und Wasser ist undenkbar.

Geowissenschafter haben einen eigenständigen kognitiven Ansatz. Was bewegt Geologen bei ihrer Suche nach neuen Erkenntnissen?

Ist es wirklich alleine die Neugierde, der unstillbare Drang und die Suche nach neuen Erkenntnissen über Zusammenhänge von universalen Dimensionen, die Geologen ständig neue Fragen stellen lässt?

- Wie ist die Verbreitung der Gesteine und welche Beziehungen haben sie zum Nebengestein?
- Wo und in welcher Quantität und Qualität ist Wasser hier und dort vorhanden?
- Führt diese oder eine andere Trasse für eine Straße oder Bahnlinie durch sicheres geologisches Terrain?
- Steht dieses Bauwerk auf einem stabilen Fundament oder: warum bewegt sich der Boden gerade hier?
- Wo finden sich Baurohstoffe, die ohne Nutzungskonflikte gewonnen werden können?

Vor einiger Zeit veröffentlichte Robert H. Dott, Jr. in der Zeitschrift „GSA Today" einen Artikel mit dem provokanten Titel *„Is Geology Science?"* Darin zitiert er u.a. Ernest Rutherford, der eher abschätzig die neben der Physik existierenden naturwissenschaftlichen Disziplinen mit dem Sammeln von Briefmarken verglichen hatte. Lord Kelvin wird der Ausspruch zugeschrieben, dass als Wissenschaft nur gilt, was quantifizierbar ist *(„Nothing is science if it cannot be quantified").*

Die zitierten Extremstandpunkte, zu einer Zeit formuliert, als die Physik eine der wissenschaftlichen Leitdisziplinen repräsentierte und die Geologie ihre geognostische Pionierphase bereits lange hinter sich hatte, sind Wissenschaftsgeschichte und rufen heute höchstens nostalgische Erinnerungen an manche abenteuerliche Erlebnisse von Geologen in der unerforschten Wildnis wach - Geologie hat sich seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts längst als rational begründete Wissenschaftsdisziplin etabliert.

Geologie in der vorwissenschaftlichen Periode

Geologische Phänomene und der interessante geologische Inhalt der Erdkruste (Gesteine, Erze, Fossilien, Mineralien, Edelsteine, Kohle, Erdöl, Erdpech, Bernstein) kennzeichnen die Anfänge der menschlichen Kultur. Das belegen der nachgewiesene urzeitliche Bergbau (z.B. Antonshöhe bei Mauer in Wien, Mitterberg am Hochkönig) und der frühe Handel mit Bergbauprodukten, Edelsteinen, Bernstein und Werkzeugen aller Materialien.

Die Menschen des Altertums schrieben geologische Erscheinungen (Erdbeben, Vulkanausbrüche, Naturkatastrophen) göttlichen Verursachern zu. In Mesopotamien entwickelte sich eine Schöpfungsgeschichte, die einem einzigen Gott zugeschrieben wurde und bis heute als Text in der Bibel erhalten geblieben ist. In der Bibel lassen sich noch weitere Ereignisse durch geologische Phänomene erklären! Im Altertum beschrieb man geologische Phänomene und Objekte und überlieferte diese der Nachwelt (Plinius). Im Mittelalter befassten sich

arabische und europäische Schriftsteller mit geologischen Objekten. Das Interesse an ihnen galt vor allem dem praktischen Nutzen in der Medizin und im frühen Gewerbe. In den Klöstern entstanden Kräuterbücher, in denen auch über Gesteine, Mineralien und Fossilien geschrieben wurde. Im Volksglauben bzw. im Aberglauben des einfachen Volkes haben sich viele Ansichten bis ins 18., ja sogar gar bis ins 19. Jahrhundert erhalten.

Im ausgehenden Mittelalter begannen der weltliche und geistliche Adel mit dem Sammeln von Büchern und Kuriositäten. Der Besitz einer Wunderkammer bestehend aus Büchern, Handschriften, Gesteinen, Fossilien, Mineralien, ausgestopften Tieren, Waffen und getrockneten Pflanzen waren der Stolz eines jeden geistlichen oder weltlichen Fürsten. In Österreich gilt Erzherzog Ferdinand von Tirol, Graf von Tirol (1529-1595) als erster bedeutender Habsburger, der sich im Schloß Ambras bei Innsbruck eine Sammlung von Erzen, Mineralien, Waffen, Büchern, Kunstgegenständen u.a. in einem als Wunderkammer genannten Raum einrichtete. Nach Ferdinands Tod gelangte seine Sammlung im Laufe der Jahrhunderte teilweise an die Universität Innsbruck und zuletzt im 19. Jahrhundert an das naturhistorische Hofmuseum in Wien.

Am Beginn der Neuzeit entstanden auch in Österreich erste Handschriften über den Bergbau. Das Schwazer Bergbuch von Ludwig Lässl (1556) und Abraham Schnitzers (1540-1602?) „Metallspiegel“ sind die ersten schriftlichen Zeugen über den Bergbau in Österreich, in denen auch von geologischen Objekten die Rede ist. Diese Werke wurden bereits zu einer Zeit verfasst, in der die Bedeutung des Bergbaues in Tirol stark im Rückgang begriffen war.

In der Barockzeit war es in weiten Teilen Europas üblich, Sammlungen bzw. Wunderkammern der Fürsten zu beschreiben und in eigenen Katalogen zu veröffentlichen. Zweifellos kamen auch der Buchdruck und die Vervielfältigungskunst mit Tiefdrucken der Verbreitung dieser Werke zugute. Die Entwicklung und Herausbildung der Geowissenschaften als eigenständige Disziplin hat somit im engen Verband mit der Entwicklung des europäischen Berg- und Hüttenwesens vom 16. bis 18. Jahrhundert stattgefunden.

Die Übergangsperiode

Ein weiterer wichtiger Schritt zur Eigenständigkeit der Geologie war die Gründung der kaiserlichen Sammlung in Wien durch Franz Stephan von Lothringen, den Gemahl Maria Theresias im Jahre 1748. Hier versammelten sich Ärzte und Naturwissenschafter, die sich mit dem Ordnen und der wissenschaftlichen Bearbeitung der Sammlung beschäftigten. Auf dem Gebiete der Mineralogie leistete Ignaz von Born (1742-1791), Großmeister der österreichischen Freimaurerei, die ersten Beiträge von hohem wissenschaftlichem Rang. Im Rahmen der Freimaurerei gründete er auch die ersten wissenschaftlichen Zeitschriften.
Bereits im 18. Jahrhundert setzte sich die Erkenntnis durch, dass wissenschaftliche Forschungsergebnisse zu veröffentlichen und zu verbreiten sind. Außerhalb des habsburgischen Machtbereiches gründete Karl Maria Ehrenbert Moll (1760-1838) in Salzburg die Zeitschrift „Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde“, in welchen erstmals geologische Beobachtungen aus Österreich und auch geologische Karten veröffentlicht wurden.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert kam es in Europa und in Amerika zur Gründung von montanistisch orientierten Lehranstalten. So gründete Kaiserin Maria Theresia 1762 die erste Berg- und Forstakademie der Habsburgerländer in Schemnitz, damals in Oberungarn gelegen (heute Banska Stiavnica, Slowakei). Zu dieser Zeit wurden die Geowissenschaften noch als Teilgebiet der Bergbau- und Hüttenwissenschaften angesehen, die jedoch getrennt von diesen gelehrt wurden. Gleichzeitig erschienen die ersten Lehrbücher wie der von Thaddäus Peithner im Jahr 1768 herausgegebene „Grundriß sammentlicher metallurgischer Wissenschaften“.

In dieser Zeit begann Abraham Gottlob Werner (1749-1817) an der berühmten Bergakademie in Freiberg (gegr. 1765) in Sachsen das Fach „Geognosie“ (ein älterer Ausdruck für Geologie) zu lehren. Seine Lehre vom Neptunismus, der unter anderem den Basalt als ein im Meer entstandenes Sediment ansah, entfachte eine Auseinandersetzung mit den Plutonisten unter dem aus Schottland gebürtigen James Hutton (1726-1792), die schließlich im 19. Jahrhundert die Oberhand bekommen sollten. Die Plutonismus-Neptunismus-Kontroverse lieferte dabei einen der zentralen Impulse für die Herausbildung der Geologie als eigenständiges Fach.

Friedrich Mohs, der Begründer der Geologie als Wissenschaft in Österreich

Die Geowissenschaften und die mit ihnen verbundenen Bergbau- und Hüttenwissenschaften waren im 18. Jahrhundert nicht nur als Hochschulfach eingeführt worden, sondern ihre Vertreter schlossen sich zu einer ersten internationalen wissenschaftlichen Gesellschaft zusammen. Unter der Leitung von Ignaz von Born wurde 1786 in Schemnitz die „Societät der Bergbaukunde“ gegründet. Zwei Arbeitsgebiete dieser internationalen Vereinigung waren den Geowissenschaften gewidmet, nämlich (1) die physische Erdbeschreibung und (2) die Mineralogie und Chemie. Diese Gesellschaft bestand allerdings nur 5 Jahre.

Das Jahr 1786, in dem es zur Gründung der Vereinigung der Bergbaukunde in Schemnitz gekommen war, kann nach Meinung der Geologischen Bundesanstalt als endgültiger Durchbruch der Geologie als selbständige Wissenschaftsdisziplin angesehen werden.

Die politische Entwicklung gegen Ende des 18. Jahrhunderts und Anfang des 19. Jahrhunderts war jedoch der raschen Weiterentwicklung der Geowissenschaften wenig förderlich. Der Hauptgrund lag im Misstrauen des österreichischen Kaiserhauses, das in allen Neuerungen Angriffe auf seine Existenz bzw. auf das feudale System sah. Eine Ausnahme bildete der Habsburger Erzherzog Johann (1782-1859), der die geowissenschaftliche Erforschung des Österreichischen Kaiserstaates als lebensnotwendig ansah. Da der Westen Österreichs im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts unter französisch-bayerischer Kontrolle stand, gründete er 1811 in Graz ein Museum. An dieses berief er den Mineralogen Friedrich Mohs (1773-1839), den er mit der geognostischen Durchforschung des Herzogtums Steiermark beauftragte.

Nach der Berufung Mohs’ als Nachfolger Werners an die Bergakademie Freiberg setzte Matthias Joseph Anker (1772-1843) seine Arbeit fort und legte Anfang 1830 die erste geognostische Karte der Steiermark vor. Friedrich Mohs kehrte jedoch 1826 enttäuscht aus Freiberg nach Österreich zurück, wo er in Wien an der Universität und am Hofmineraliencabinett Vorlesungen über Mineralogie hielt.

Diese Zeit markiert den Beginn der geowissenschaftlichen Forschungen in Österreich gemäß den für wissenschaftliches Arbeiten geltenden strengen Kriterien.

Von 1800 bis etwa 1835 war die geologische Erforschung der Monarchie interessierten Privatleuten wie Leopold von Buch, Ami Boué (1794-1881) oder den Engländern Roderick Impey Murchison (1792-1871) und Adam Sedgwick (1785-1873) überlassen, die ihre Beobachtungen meist im Ausland veröffentlichten.

Eine Wende in der geowissenschaftlichen Forschung Österreichs trat nach dem Tod von Kaiser Franz I. von Österreich ein. Unter der Leitung von Fürst Lobkowitz, dem Präsidenten der Hofkammer für das Münz- und Bergwesen, wurde im Gebäude des Münzamtes am Heumarkt eine Mineraliensammlung eingerichtet. Diese sollte alle Gesteine, Mineralien, Erzstufen, geologische Karten, Berichte und vieles andere aus dem Österreichischen Kaiserstaate sammeln. Gleichzeitig sollten hier Weiterbildungskurse auf dem Gebiete der Geowissenschaften für Absolventen der Bergakademie in Schemnitz abgehalten werden, da an keiner österreichischen Universität diese Fächer ausreichend unterrichtet werden konnten. Als Leiter wurde Friedrich Mohs bestellt, der aber schon 1839 im Verlaufe einer Reise in Oberitalien überraschend starb.

Nahezu gleichzeitig mit der Gründung der Mineraliensammlung in der Hofkammer für das Münz- und Bergwesen, dem späteren Montanistischen Museum, wurden in den Kronländern Tirol und Vorarlberg, Steiermark, Österreich usw. so genannte montanistisch-geognostische Vereine gegründet. Auf ihren Auftrag hin begannen „Begehungskommissäre“ mit der systematischen geologischen Landesaufnahme. Ihre Ergebnisse wurden in Jahresberichten veröffentlicht.

Nach dem Tod Friedrich Mohs´ wurde Wilhelm Karl Haidinger (1795-1871) mit der Leitung des Montanistischen Museums betraut. Unter Haidingers Wirken kam es zur Durchführung von Kursen für die Bergbaupraktikanten aus Schemnitz und zur Veröffentlichung der ersten gedruckten „Geognostischen Übersichtskarte des Österreichischen Kaiserstaates“ (1845).

Wilhelm Haidinger entwickelte sich in den 40er und 50er Jahren des 19. Jahrhunderts zu einer zentralen Integrationsfigur der Geowissenschaften in Wien und darüber hinaus im gesamten Österreichischen Kaiserstaat. Er organisierte die Sammlungen des Montanistischen Museums, errichtete eine Fachbibliothek und begann regelmäßig wissenschaftliche Sitzungen abzuhalten. Daneben bemühte er sich um die Gründung einer naturwissenschaftlichen Gesellschaft, die unter der Bezeichnung „Freunde der Naturwissenschaften“ ins Leben gerufen wurde. Sie gaben eine Zeitschrift und eine Monographieserie heraus, in welcher erstmals österreichische Autoren ihre Forschungsergebnisse veröffentlichen konnten. Darüber hinaus unterstütze Haidinger auch die Gründung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien 1847.

Die politischen Veränderungen durch das Jahr 1848 und der Beginn der Regierungszeit von Kaiser Franz Josef I. führten zur Gründung der Geologischen Reichsanstalt im Jahre 1849, in der das Montanistische Museum aufging. Wilhelm Haidinger wurde die Direktion übertragen. Mit wenigen Mitarbeitern organisierte er einen geologischen Staatsdienst, dem es gelang, in wenigen Jahren eine geologische Übersichtsaufnahme des gesamten Kaiserstaates zu erstellen. Die geologische Kartierung stand im Vordergrund. Daneben schuf Haidinger eine Fachbibliothek, ließ ein Archiv anlegen und richtete ein Chemisches Laboratorium ein. Haidinger veranlasste einen intensiven Schriftentausch und führte eine lebhafte Korrespondenz mit Zeitgenossen in aller Welt.

Haidingers Bemühungen ist es zu verdanken, dass an der Universität Wien 1862 eine Lehrkanzel für Geologie eingerichtet wurde, die mit Eduard Sueß (1831-1914) besetzt wurde, der schon vorher am Hofmineralien-Cabinett in Wien tätig war und ab 1857 eine unbezahlte Professorenstelle für Paläontologie innehatte. Die Gründung weiterer Institute an Österreichs Universitäten folgte.

Die Internationalisierung der Geologie in Österreich

Die Novara-Expedition 1857-1859 als erste moderne wissenschaftliche Mission unter der Beteiligung des Geologen Ferdinand Hochstetter leitete die internationale Dimension in der österreichischen Geologie ein. Neben neuen geologischen, erdmagnetischen und völkerkundlichen Beobachtungen und Entdeckungen wurde dabei auch die Ozeanographie als eigene Wissenschaft etabliert. Ihr folgte die österreichisch-ungarische Nordpolarexpedition 1872-1874, die ebenfalls wertvolle naturwissenschaftliche, insbesondere geophysikalische Ergebnisse erbrachte. In den letzten Jahren haben österreichische Geowissenschafter an diese Tradition wieder angeschlossen und im Franz-Josef-Land neue Forschungsziele gesetzt.

Eduard Sueß begründete in Wien die Wiener geologische Schule, die sich erstmals intensiv stratigraphischen Problemen widmete. Sueß erkannte den Zusammenhang des gemeinsamen Ablagerungsraumes in der Trias der Alpen und des Himalaya, der von namhaften Experten jener Zeit wie vor allem Bittner, Diener, Feistmantel, Griesbach, v. Richthofen und Mojsisovics in mehreren Auslandsaufenthalten bestätigt werden konnte. Er wies auch den Weg zur tektonischen Unterscheidung zwischen alten Kontinenten („Kratonen“) und jüngeren Kettengebirgen.

Sueß' wichtigste Werke wurden in Fremdsprachen übersetzt und erreichten damit eine weltweite Verbreitung. Selbst im „Wilden Westen“ der USA fanden seine Arbeiten Anerkennung. So stützt sich bereits der Vater der Geologie des Staates Colorado, Arthur Lakes (1844-1917), auf Sueß' Monumentalwerk „Das Antlitz der Erde“.

Eduard Sueß hat in seinen Werken eine der dauerhaftesten und glänzendsten Synthesen der globalen Geologie geliefert. In Österreich genoss Sueß auch hohes Ansehen als selbstloser und sozial engagierter Politiker, dem es ein großes Anliegen war, die schlechten sanitären und hygienischen Verhältnisse der breiten Massen der städtischen Bevölkerung zu verbessern.

Die Schüler Eduard Sueß' und deren Nachfolger haben wesentliche Erkenntnisse in der Geologie hervorgebracht. Otto Ampferer (1875-1947) gilt als Wegbereiter der seit Anfang der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts sich durchsetzenden Plattentektonik. Leopold Kober (1883-1970) beschäftigte sich vorwiegend mit dem tektonischen Bau von Kettengebirgen, den er aufgrund des schon sehr reichlich vorhandenen Kartenmaterials interpretierte.

*

Mit diesen hier nur exemplarisch aufgezeigten Leistungen haben Österreichs Geowissenschafter entscheidend zu einem neuen geologischen Weltbild beigetragen.

Die internationale Wertschätzung der österreichischen Geowissenschaften hat sich nach dem 2. Weltkrieg in verschiedenen Fachgebieten einschließlich Wissenschaftsgeschichte, Dokumentation und Information wesentlich ausgeweitet. Ihre wissenschaftlichen Leistungen, die sich in vielfältigen internationalen Kooperationen und in einer weit gestreuten Thematik in verschiedenen Gebieten der Erde manifestieren, finden heute weltweite Beachtung.

5. Geowissenschaftliche Forschung in Österreich

5.1. Universitäten

Derzeit gibt es geowissenschaftliche Institute an folgenden österreichischen Universitätsstandorten: Universität Wien, Technische Universität Wien und Universität für Bodenkultur in Wien, weiters an der Universität in Graz, der Montanuniversität Leoben, der Technischen Universität in Graz, der Universität Salzburg und an der Universität Innsbruck.

Die Geologische Bundesanstalt hat im März 1998 eine ausführliche Stellungnahme zur Frage einer Neuorganisation und Zusammenführung mit Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen, insbesondere dem damaligen Geotechnischen Institut der ÖFPZ Arsenal Ges.m.b.H. abgegeben. Mit Argumenten gestützt, wurde dabei seitens der Geologischen Bundesanstalt nachdrücklich die Meinung vertreten, dass der Status dieser Einrichtung des Bundes mit wissenschaftlichen Aufgaben in dem weiter zu optimierenden Ist-Zustand beibehalten werden soll, wobei eine Ausweitung der Kompetenz als Berater der öffentlichen Hand anzustreben ist.

Mit der Überführung der österreichischen Universitäten in die neue Rechtsform mit voller Autonomie mit Datum 1.1.2004 hat sich nach Meinung der Geologischen Bundesanstalt das Verhältnis zwischen Geologischer Bundesanstalt und den Geologischen Instituten an den Universitäten im Wesentlichen nicht verändert. Mit Ende Mai 2004 wird die Auswertung einer bibliometrischen Analyse für alle erdwissenschaftlichen Universitätsinstitute in Österreich erwartet, deren Ergebnis für weitere Entscheidungen im BMBWK sowie an den jeweiligen Universitätsstandorten dienen soll.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass im österreichischen Wissenschaftssystem die Universitäten dominieren; sie erhalten einen Anteil von rund 70 % der öffentlich finanzierten F&E-Mittel.

Aufgrund der Universitätsreform lässt sich derzeit die künftige Entwicklung des Geosektors im universitären Bereich noch nicht absehen. Offene Fragen betreffen insbesondere das künftige Verhältnis zwischen Lehre und Forschung, die Kontinuität und Stabilität auf der Standortebene, die interuniversitäre Konkurrenz, das Verhältnis zur außeruniversitären Forschung, eine mögliche „Deckelung“ der Mittel für Forschung und Entwicklung und die Weiterentwicklung auf dem Fachhochschul-Sektor. Die Geologische Bundesanstalt wird bemüht sein, zu gegebener Zeit Aussagen über weitere wünschenswerte Synergien und Kooperationen mit den Universitäten zu machen.

5.2. Außeruniversitäre Einrichtungen

Außeruniversitäre geowissenschaftliche Forschung unterscheidet sich grundsätzlich von jener an den Universitäten. Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen erbringen primär zielgerichtete, auf Anwendung und am Bedarf der Wirtschaft orientierte Forschungsleistungen. Hingegen werden an den Universitäten in der Regel selbst gewählte wissenschaftliche Themen zu bestimmten geologischen Phänomenen mit dem Ziel der Wissensvermehrung untersucht und die ihnen zugrunde liegenden Ursachen erforscht.

Im Positionspapier „Zur Zukunft der außeruniversitären Forschung“, herausgegeben im Jahr 1999 von Vertretern der wirtschaftsnahen außeruniversitären Forschungsszene in Österreich gemeinsam mit dem damaligen BM für Wissenschaft und Verkehr (heute BMVIT), wird

die im österreichischen Innovationssystem unterrepräsentierte und stark zersplitterte außeruniversitäre Forschung als wichtiges Element einer antizipatorischen Forschungs- und Technologiepolitik positioniert und eine antihierarchische, aber streng funktionelle Organisation für dieses Forschungssegment vorgeschlagen. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit von organisatorischen Innovationen zur Bewältigung von neuen Herausforderungen aufgezeigt und typische Aufgaben einer neu orientierten außeruniversitären Forschung genannt. Sie betreffen u.a. das Erarbeiten von technischen Lösungen und die Entwicklung von Prototypen, die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit regionalen Entwicklungsprogrammen, das Management von Netzwerken, strategisches Nischenmanagement, die Entwicklung und den Einsatz von Mess- und Prüfverfahren sowie von Normen und Standards, die Entwicklung und Bereitstellung von Infratechnologien, Politikberatung und die Sicherstellung des Wissenstransfers.

Weiters wird die Meinung vertreten, dass außeruniversitären Forschungseinrichtungen eine zentrale Rolle dort zufällt, wo die Architektur des Innovationssystems und dessen Wandel im Vordergrund stehen, heterogene Akteure involviert sind, großer gesellschaftlicher Bedarf nach Re-Design des Innovationssystems besteht und eine hohe Wissensintensität vorliegt. Sie sollten imstande sein, einen wesentlichen Beitrag zur Innovation zu leisten und zur Erneuerung der Systemarchitektur beitragen, innerhalb derer wissenschaftliche und ökonomische Innovationen stattfinden. Hier bieten sich für die außeruniversitäre Forschung mit ihren vielfältigen Fähigkeiten zusätzliche Aufgaben und Chancen.

Leitlinien zur Dynamisierung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen und Maßnahmen zur Offensive behandeln strategische Gemeinsamkeiten, die Definition von Zielgruppen, Erhöhung der Flexibilität und Fragen des Knowledge-Managements. Dazu ist es notwendig, Netzwerke mit „verteilter Intelligenz“ einzurichten, eine neue Forschungsmanagementkultur zu entwickeln und ein neues Bewusstsein für „Wissensbasiertes Wirtschaften“ zu schaffen, das Wissen und Information als ökonomische Güter definiert und sich mit der textlichen Fassung von Wissen beschäftigt.

Im genannten Papier wurde auf die Rolle der Geowissenschaften im außeruniversitären Bereich nicht eingegangen.

An der **Österreichischen Akademie der Wissenschaften** (ÖAW) wird geowissenschaftliche Forschung in drei Kommissionen abgewickelt, die eingereichte Projektanträge evaluieren und gegebenenfalls für eine finanzielle Unterstützung empfehlen:

1. Kommission für Grundlagen der Mineralrohstoffforschung. Aufgaben sind u.a. Förderung und Koordinierung von Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet mineralischer Rohstoffe, Förderung der Zusammenarbeit der verschiedenen Forschungsdisziplinen, Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Bedeutung der Mineralrohstoffforschung, Identifizierung wichtiger Forschungsbereiche, Vergabe von Forschungsprojekten, Öffentlichkeitsarbeit.
2. Kommission für die paläontologische und stratigraphische Erforschung Österreichs. Aufgaben sind u.a. Förderung der paläontologischen und stratigraphischen Erforschung Österreichs durch Herausgabe wissenschaftlicher Monographien und Proceedings der Stratigraphischen Arbeitsgruppe, Erstellung von Datenbanken über Typusarten (Oetyp), Fossilbeschreibungen/-sammlungen (Austrofossil) und Formationsbezeichnungen (Lithstrat) sowie Durchführung von Arbeitstagungen zu stratigraphischen Themen.
3. Kommission für Quartärforschung. Aufgabe ist u.a. die Förderung der Kenntnis über die Quartärablagerungen in Österreich und ihr paläontologischer Inhalt.

Darüberhinaus werden georelevante Forschungsaktivitäten im Rahmen der von der UNESCO initiierten Programme „International Geoscience Programme (IGCP)“ und „International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)“ sowie die Programme „Geophysik der Erdkruste“ und „Hydrologie Österreichs“ nach einer internen Evaluierung gefördert.

Die **Austrian Research Centers (ARC)** und ihre Tochterunternehmen sind nach Eigendefinition Österreichs größter anwendungsorientierter, interdisziplinärer Forschungskonzern. In ihrer Tochter ARC Seibersdorf Research GmbH werden insgesamt sechs Bereiche wahrgenommen, darunter der Bereich Umwelt- und Lebenswissenschaften mit den Geschäftsfeldern Toxikologie, Biotechnologie, Umweltforschung, Chemische Analytik, Wasser, Prozessoptimierung, Rohstoffe und Georisken. Erdwissenschaftlich relevante Forschungsschwerpunkte betreffen insbesondere Wasserressourcen, integriertes Wassermanagement und Wassertechnologien, mineralische Roh- und Reststoffe sowie ingenieurgeologische Fragen einschließlich der Bewertung von Massenbewegungen und anderer geogener Risiken. In den letzten Jahren ließ sich eine sinkende Bedeutung der geowissenschaftlich orientierten Sparten innerhalb der ARC feststellen. Besonders deutlich wird dies aus einem Vergleich der Geschäftsberichte von ARC Seibersdorf und dem ehemaligen Arsenal research, des vormaligen Bundesforsch- und Prüfzentrums Arsenal, jener geowissenschaftlichen Forschungsinstitution, die in die ARC Seibersdorf integriert wurde. Eine Zusammenarbeit zwischen ARC Seibersdorf und der Geologischen Bundesanstalt ergibt sich gegenwärtig im Bereich der Geochemie (Analytik der umweltgeochemischen Beprobung der Bundesländer),

Joanneum Research (JR) gehört mit 15 Forschungseinheiten zu den größten außeruniversitären Forschungseinrichtungen für angewandte Forschung in Österreich. Die Aufgaben orientieren sich am Bedarf der Wirtschaft und umfassen sechs Fachbereiche. Die Geowissenschaften, einst als eigenes Institut geführt, sind nunmehr dem Bereich Umwelt und Energie zugeordnet. Die Forschungsschwerpunkte liegen insbesondere in der nachhaltigen Nutzung von Trinkwasservorkommen, in abfall- und abwasserwirtschaftlichen Fragestellungen, in der geogenen und biogenen Risikobewertung und in der angewandten Geophysik zur Erkundung des Untergrundes. Im Vordergrund steht eine ganzheitliche und interdisziplinäre Behandlung von ökologischen und ökonomischen Themen mit geowissenschaftlichem, umweltpolitischem und energietechnischem Bezug. Die geowissenschaftlich relevanten Tätigkeiten konzentrieren sich einerseits auf das Institut für WasserRessourcenManagement, dessen Leistungsspektrum von der Erkundung über die Erfassung bis zur Erarbeitung von Konzepten für Erschließung, Schutz und Management von Wasserressourcen reicht. Andererseits ist am Institut für digitale Bildverarbeitung ingenieurgeologisches und rohstoffgeologisches Expertenwissen angesiedelt und tätig. Eine ergänzende Zusammenarbeit zwischen Joanneum Research und der Geologischen Bundesanstalt ergibt sich gegenwärtig im Bereich der Hydrogeologie (Hydrogeologische Karte von Kärnten) und bei lagerstättengologischen Aufnahmen (regionale steirische Beiträge im Rahmen des Bergbau- und Haldenkatasters).

Das neu eingerichtete **Kompetenznetzwerk Wasserressourcen GmbH (KNET Wasser)**, eine Tochterfirma von Joanneum Research, verfolgt das Ziel, eine wirtschaftliche Nutzung des Wasserreichtums Österreichs bei gleichzeitiger Sicherung der Ressourcen zu fördern und die internationale Konkurrenzfähigkeit der wasserbezogenen Wirtschaft durch eine Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft zu stärken. Der Mehrwert des Kompetenznetzwerkes liegt u.a. in der Bündelung von Fachkompetenzen und dem gemeinsamen Auftreten und Wirken von Wirtschaft und Forschung.

Über die genannten Einrichtungen hinaus wird geowissenschaftliche Forschung in Österreich an verschiedenen Museen wie hauptsächlich am Naturhistorischen Museum in Wien und dem Landesmuseum Joanneum in Graz betrieben.

6. Die Geologische Bundesanstalt – Profil einer außeruniversitären österreichischen Forschungsinstitution

Der Geologischen Bundesanstalt kommt innerhalb der außeruniversitären geowissenschaftlichen Forschung ein besonderer Stellenwert zu, da sie staatliche Kernaufgaben wahrnimmt, die systematische Bearbeitung des Bundesgebiets betreibt, die von ihr durchgeführten Programme von Kontinuität und Stabilität geprägt sind und sie bei ihrer Aufgabenerfüllung den Leitsätzen von Objektivität und Nachhaltigkeit verpflichtet ist.
Welche Stärken weist der Geologische Staatsdienst im Vergleich zu den Universitäten auf?

- Die GBA weist strukturelle Unterschiede gegenüber der universitären Forschung auf, die mit Inkraftreten des UG 2002 noch erheblich zugenommen haben.
- Basierend auf über 150-jähriger kontinuierlicher Datenerhebung sind an der GBA umfassende Informationsquellen vorhanden, die eine rasche Verfügbarkeit von Geodaten gewährleisten.
- Die einzelnen Fachabteilungen an der GBA haben klare Aufgabenstellungen und weisen für deren Erfüllung die erforderlichen Kompetenzen und das Know-how mit einem hohen Maß an Flexibilität auf. Die Abdeckung vieler geowissenschaftlicher Teildisziplinen innerhalb der Struktur der Anstalt stellt eine wesentliche strategische Stärke dar.
- Die personellen und infrastrukturellen Ressourcen der Universitäten unterscheiden sich durch ihre schwerpunktmäßige Ausrichtung auf Lehre und Grundlagenforschung von denen, die an der GBA zur Erfüllung ihres gesetzlichen Auftrages mit Schwerpunkt in der anwendungsorientierten Forschung erforderlich sind.
- Auf operativer Ebene weist die Geologische Bundesanstalt einen ausgeprägten Schwerpunkt im angewandten Bereich auf.
- Die Geologische Bundesanstalt verfolgt lang- und mittelfristige, am Bedarf der Gesellschaft orientierte Forschungsziele, die in entsprechenden strategischen Zielsetzungen festgehalten sind.
- Die Entwicklung von Kernkompetenzen erfordert Kontinuität in den jeweiligen Forschungsprogrammen, die im Besonderen bei der Durchführung der geologischen Landesaufnahme und von Langzeit-Monitoring-Programmen zum Tragen kommt.
- Die Geologische Bundesanstalt führt bundesweite systematische Erhebungen durch, ist aber auch in der Lage, für aktuelle Notwendigkeiten flexibel Ressourcen zur Verfügung zu stellen.
- Die Geologische Bundesanstalt nimmt Aufgaben von öffentlichem Interesse wahr.

6.1. Gesetzliche Grundlagen der Geologischen Bundesanstalt

Nach dem Forschungsorganisationsgesetz (FOG), BGBl. Nr. 341/1981 i.d.g.F. ist die Geologische Bundesanstalt eine Einrichtung des Bundes und untersteht der Bundesministerin oder dem Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Sie dient dem Bund als zentrale Informations- und Beratungsstelle im Bereich der Geowissenschaften und hat bei ihrer Tätigkeit auf die Entwicklung der Wissenschaften, auf die Wirtschaftlichkeit und auf die gesellschaftlichen Bedürfnisse Bedacht zu nehmen.

Ihr Aufgabenkatalog umfasst wissenschaftliche Untersuchungen und Forschungsaktivitäten in verschiedenen Bereichen der Geowissenschaften, insbesondere

- Untersuchungen und Forschungen in den Bereichen der Geowissenschaften und Geotechnik mittels dem jeweiligen Stand der Technik und Forschung entsprechender Methoden. Im Besonderen sind dies
  die geowissenschaftliche Landesaufnahme,
  die Erfassung und Bewertung von geogen bedingten Naturgefahren,
  von Vorkommen mineralischer Roh- und Grundstoffe mit dem besonderen Zweck der Durchforschung des Bundesgebietes nach nutzbaren Lagerstätten, sowie
  die hydrogeologische Erfassung und Bewertung von Trink- und Nutzwasservorkommen
- Erstellung von Gutachten und Planungsunterlagen in diesen Bereichen,
- Sammlung, Bearbeitung und Evidenthaltung der Ergebnisse ihrer Untersuchungen und Forschung sowie die Dokumentation über diese Bereiche unter Anwendung moderner Informationstechnologien,
- Zusammenarbeit mit den Einrichtungen des staatlichen Krisenmanagements.

6.2. Forschungsleitbild der Geologischen Bundesanstalt

Das Forschungsleitbild der Geologischen Bundesanstalt orientiert sich an den gesetzlichen Grundlagen der Anstalt mit den darin festgeschriebenen Aufgaben und der Kompetenz ihrer Mitarbeiter. Die nachstehenden Leitlinien bilden den Rahmen für alle Aktivitäten auf dem F&E-Sektor:

- Die Geologische Bundesanstalt setzt ihre wissenschaftliche Kompetenz auf dem Gebiet der Geowissenschaften und das Know-how ihrer Mitarbeiter ein und leistet damit einen Beitrag für den Schutz der Umwelt, die Verbesserung der Lebensgrundlagen der österreichischen Bevölkerung und die nachhaltige Daseinsvorsorge.
- Die Geologische Bundesanstalt hat ein eigenständiges und unverwechselbares Profil in der außeruniversitären Forschung in Österreich.
- Das Forschungsorganisationsgesetz 1981 i.d.g.F. bildet den Handlungsrahmen und die Anleitung für alle nach innen und außen gerichteten Forschungsaktivitäten.
- Die Forschungsziele sind in langfristigen Leitlinien, dem mittelfristigen strategischen Programmpaket und dem dreijährigen Businessplan klar festgelegt und vom Beirat für die GBA approbiert.
- Für die GBA ist anwendungsorientierte innovative erdwissenschaftliche Forschung eine Investition in die Zukunft, um die gegenwärtigen und kommenden gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen.
- F&E erfolgt an der GBA aus eigener Initiative, ist anwendungs- und bedarfsorientiert und konzentriert sich unter Einsatz moderner Messgeräte und zeitgemäßer Mittel der Information und Kommunikation auf die strategischen Zielsetzungen der GBA und ihre effiziente Umsetzung.
- Die Geologische Bundesanstalt betreibt Forschung nicht nur eigenständig, sondern auch in Kooperation mit kompetenten Partnern im In- und Ausland, mit Bundes- und Landesdienststellen, Universitäten und Privaten. Diese Kontakte werden laufend vertieft und ausgeweitet.
- Die Planung und Umsetzung der Forschungsaktivitäten obliegt einem Forschungsmanagement, das organisatorisch und personell in die bestehende Anstaltsordnung integriert ist.

6.3. Geologische Themenfelder von besonderer Aktualität in Österreich

Geologische Dienste sind für die wachsenden Anforderungen einer modernen Industrie- und Wissensgesellschaft unverzichtbar. Die von ihnen bereitgestellten Basisinformationen des täglichen Lebens, deren volkswirtschaftlicher Wert kaum zu quantifizieren ist, bilden die Grundlage für vielfältige ökonomische und ökologische Entscheidungen.

Im Sinne einer nachhaltigen Nutzung von natürlichen Ressourcen sind die Geowissenschaften heute umfassend gefordert. Viele Lebensbereiche sind auf geologische Grundlagen angewiesen, die von unabhängigen, objektiven, wissenschaftlich orientierten und auf Kontinuität ausgerichteten Forschungseinrichtungen erarbeitet und verwaltet werden. Mehr denn je kommt daher Geologischen Diensten eine zentrale Bedeutung zu. Ohne sie ist eine Daseinsvorsorge für zukünftige Generationen nicht denkbar. Der Bogen spannt sich von der Sicherung mineralischer Rohstoffe und des Grundwassers über die Geothermie als wichtige erneuerbare Energiequelle, das Abschätzen von Naturgefahren, die Abfall- und Altlastenentsorgung, die Grundlagen für große Bauvorhaben bis hin zum Freizeit- und Bildungsbereich. Hier muss die Geologische Bundesanstalt Grundlagen und Informationen liefern, sei es in Form von geologischen Karten, wissenschaftlichen Publikationen, In-situ-Untersuchungen, Laboranalysen oder anderweitigen Recherchen - und das mit der größten Genauigkeit und den Möglichkeiten, die das digitale Zeitalter bietet.

Nach Meinung der Geologischen Bundesanstalt betreffen aktuelle Themen im Spannungsfeld Mensch, Natur und Umwelt in Österreich u.a. folgende Bereiche*:

- Nachhaltiger Umgang mit Baurohstoffen (Sand, Kies, Ton): Pro Jahr wird in Österreich die Masse von 20 bis 25 Cheops-Pyramiden mineralischer Rohstoffe verbraucht. Da diese nicht erneuerbar sind, ist ein besonders verantwortungsvoller Umgang mit ihnen notwendig. Reduktion an Primärrohstoffen, Substitution und Recycling sind zwar Alternativen zu den noch immer anhaltenden Verbrauchszuwächsen, doch kann ein nachhaltiges, am Bedarf orientiertes Wirtschaften nur durch verstärkte Anstrengungen in der umfassenden Rohstoffforschung erreicht werden. Dieses Thema beinhaltet die Behandlung von Vorkommen, Verfügbarkeit, Sicherung und das Potenzial von Rohstoffen, Fragen der Raumordnung, aber auch Qualität, Verbrauch, Einsatz und Transport von Rohstoffen sowie die davon ausgehende Umweltbelastung (Abb. 9).
  Laut Österreichischem Montan-Handbuch 2003 unterschied sich die allgemeine Entwicklung des Bergbaus in Österreich im Jahr 2002 mit Ausnahme des Salz- und Eisenglimmerbergbaus, bei denen gesteigerte Exporte zu verzeichnen waren, nicht von der des Vorjahres. Im Inland produzierten rund 600 Rohstoffgewinnungsbetriebe sowie drei Erdöl- und Erdgasunternehmungen. Entsprechend dem am 1.1.1999 in Kraft getretenen Mineralrohstoffgesetz (MinroG, BGBl. I Nr. 38/1999 i.d.g.F.) kam es jedoch bei der Rohstoffgewinnung zu Strukturveränderungen, deren Ursachen vor allem im rechtlichen Umfeld liegen.

* Nach C. Groat (Direktor USGS, Vortrag Unesco Paris, 11.2.2004) bewegen die US-amerikanische Öffentlichkeit vor allem die Themen Sicherheit des Einzelnen, gefolgt vom Schutz des Eigentums und dem Freizeit-Bereich. In Österreich hat eine Befragung unter Jugendlichen ergeben, dass sie Forschungsschwerpunkte vor allem in den Bereichen Gesundheit, Krebs und Umwelt wünschen (Ch. Smoliner, Vortrag Kick-off-Veranstaltung ProVision, 9.3.2004).

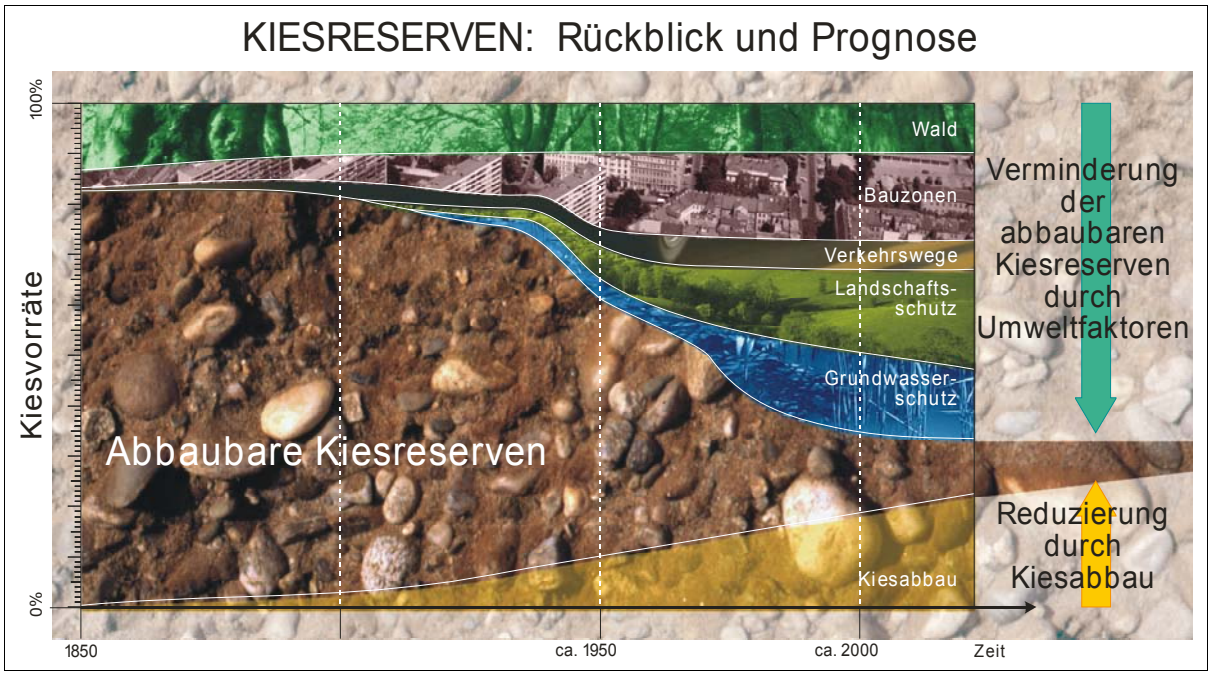

Abb. 9: Die konkurrierenden Nutzungsansprüche des Rohstoffes Kies (nach Kündig et al., 1997, und Jäckli & Schindler, 1986, verändert).

Beim Bergbau auf bergfreie mineralische Rohstoffe ist gegenüber dem Vorjahr 2002 die Kohleproduktion um 18 % angestiegen, auch die Eisenerzproduktion lag mit +5 % über dem Vorjahresergebnis. Ebenso waren Produktionsanstiege bei Gips und Magnesit zu verzeichnen (+6 % bzw. +7 %). Bei Kaolin und Ton mussten hingegen deutliche Rückgänge um -43 % bzw. -17 % hingenommen werden.
Bei den grundeigenen mineralischen Rohstoffen wurde die Produktion von Kalkstein und Quarzkies um bis zu 17 % gesteigert, während sie bei Quarz und Quarzit sowie Quarzsand stark zurückging.
Die Erdölförderung ging im Jahr 2002 gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig zurück (1,032 Mio.t gegenüber 1,050 Mio.t), die Förderung von Erdgas stieg hingegen leicht an (2,015 m^3n gegenüber 1,954 m^3n). Diese Produktionssteigerungen werden auf verbesserte Explorationsmethoden, erfolgreiche Aufschlussbohrungen und eine Verbesserung des Entölungs- bzw. Entgasungsgrades zurückgeführt.

- In der Allgemeinheit kaum bekannt, werden in Österreich für Verkehrs- und Wirtschaftszwecke, vor allem aber durch die rege Siedlungstätigkeit pro Jahr zwischen 54 und 91 km^2 Bodenfläche anderweitigen Nutzungen auf Dauer entzogen. Das ist jedes Jahr ungefähr die halbe Fläche des Neusiedlersees! Aus der Tatsache, dass nur 40 % der Landesfläche Österreichs besiedelbar sind, sollten dringend Maßnahmen zu einem flächenschonenden Umgang mit der Ressource Boden ergriffen werden. Daher bedarf es im Besonderen der Kenntnis über den oberflächennahen geologischen Aufbau eines Gebietes und einer verantwortungsvollen vorausschauenden Planung, um einerseits Konflikte in der Nutzung vorhandener Flächen für Verkehrs-, Siedlungs- oder andere Infrastruktur-Vorhaben zu vermeiden und andererseits - bei allem Bemühen um eine Reduktion der Material- und Stoffströme - die Versorgung der Gesellschaft mit Bedarfsgütern weiter sicherzustellen. Zur Umsetzung dieser Ziele sind umfassende geologische Informationen notwendig.

- Wo gibt es Wasser, wie ist es beschaffen und in welcher Menge steht es wie lange zur Verfügung? Das sind aktuelle Fragen, die die Menschen bewegen und eine intensive Beschäftigung mit dem nur vordergründig „kühlen“ Nass erfordern. Wie wir nach dem Sommer 2003 wohl endgültig wissen, steigt der Bedarf an sauberem Trinkwasser ständig, zugleich erfordert die Trinkwassersuche und -nutzung immer intensivere Eingriffe in die Natur. Aufgabe der Geowissenschaften ist es, grundlegende Informationen zum Thema Wasser bereitzustellen und Vorschläge für gesicherte Vorsorgemaßnahmen für diese kostbare Ressource anzubieten (In-situ-Untersuchungen). Die europäische Wasserrahmenrichtlinie bildet hier den Leitfaden für die auf nationaler Ebene durchzuführenden Maßnahmen, in die die Geologische Bundesanstalt einbezogen ist.

- Wann immer in den vergangenen Jahren Überschwemmungen, Vermurungen, Bergrutsche, Sturmschäden oder katastrophale Lawinenabgänge in den Alpen traurige Schlagzeilen machten, wurde sogleich ein Zusammenhang mit dem weltweiten Klimawandel hergestellt.
  Auch die Hitze des Sommers 2003 sollte gleichsam ein Beispiel geliefert haben, was den Menschen in Europa in Zukunft bevorstehen könnte.
  Atmosphären- und Klimaforscher haben in zahlreichen Modellrechnungen und Klimasimulationen festgestellt, dass eine erhöhte Treibhausgas-Konzentration eine Intensivierung des Wasserkreislaufs und eine Zunahme von extremen Niederschlagsereignissen zur Folge hat (vgl. Ch. Schär et al., 2004) (Abb. 10 und 11). Der Grund liegt in der stärkeren Erwärmung der oberen Wasserschichten der Ozeane, die eine höhere Verdunstung bewirkt.
  Die globale Erwärmung soll sich in Europa dahingehend auswirken, dass sich die Westströmung verstärkt und Tief- und Hochdruckgebiete mit mehr Niederschlägen in rascherer Folge und höheren Windgeschwindigkeiten als bisher über die Alpen und ihr Vorland ziehen. Durch die Kombination von großer Hitze im Mittelmeer und Transport von warmen feuchten Luftmassen aus dem Nordatlantik gegen den Kontinent besteht vor allem im Frühjahr und Herbst die Gefahr, dass sich verstärkt Tiefdruckgebiete ausbilden, die dann in Teilen Europas Starkniederschläge und extreme Windschäden verursachen.
  Tatsächlich sprechen schon heute viele Beobachtungen in unserem Bundesgebiet dafür, dass sich das Klimasystem verändert und damit auch die negativen Auswirkungen auf die Umwelt zunehmen. In die Entscheidung über entsprechende Vorsorgemaßnahmen in der Entwicklung des alpinen Raumes sind auch die Geowissenschaften einzubeziehen, die zu diesem Thema ein umfangreiches Wissen und Know-how anbieten können.

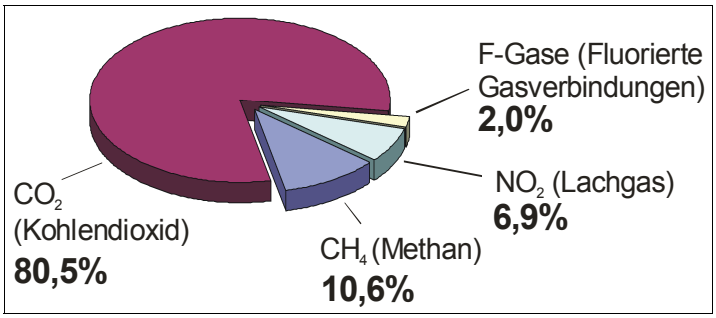

Abb. 10: Treibhausgase in Österreich 2001 mit Anteilen einzelner Treibhausgase (%) an den gesamten Emissionen (nach UBA).

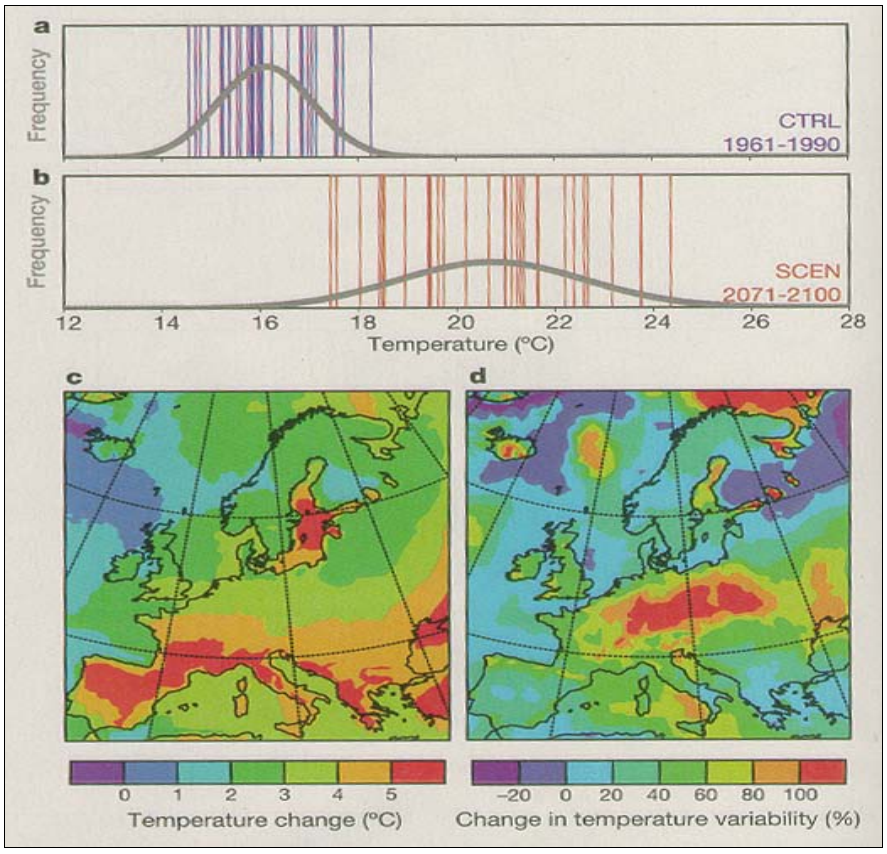

Abb. 11: Regionales Klimamodell-Szenario mit Darstellung der gegenwärtigen (1961-1990) und zukünftigen Verhältnisse (2071-2100) unter verstärkten Treibhausgas-Bedingungen.
a,b: Statistische Verteilung von mittleren Sommertemperaturen für beide Perioden bezogen auf einen Rasterpunkt in der nördlichen Schweiz. **c**: Wechsel der Temperaturen für die Periode 2071-2100. **d**: Relative Zunahme der Temperatur-Variabilität mit einem deutlichen Signal für Mitteleuropa (nach Ch. Schär et al., 2004).

- Die Natur birgt Gefahren, die geologischen Ursprungs sind und latente Bedrohungen für die Bevölkerung im dicht besiedelten Alpenraum darstellen. Meldungen über Murenabgänge, Felsstürze, Erdrutsche u.dgl. gehören bereits zum Tagesgeschehen in den Medien. Potenzielle Schäden können aber durch Präventivmaßnahmen vermindert werden. Regel Nummer 1 muss daher lauten: Geologische Risiken erkennen, Gefahrenzonen ausscheiden und diese gemeinsam mit den Katastrophendiensten, der Raumordnung und den Sektionen der Wildbach- und Lawinenverbauung in den Bundesländern bewerten.

- Im Rahmen der Transeuropäischen Projekte (TEN) werden in den kommenden Jahren fünf grenzüberschreitende Verkehrsprojekte von der EU gefördert: Der Brenner-Basistunnel, der Ausbau der Donau östlich von Wien, die Autobahn Wien - Brünn, die Bahnverbindung Wien - Ödenburg - Budapest und der Straßenausbau Wien - Bratislava. Bereits in der Planungsphase sind für diese europäischen Infrastruktur-Projekte qualitativ hochwertige geologische Unterlagen von erstrangiger Bedeutung, um die Kosten für umweltrelevante Begleitmaßnahmen und eine nachhaltige Raumnutzung in einem ökonomisch und ökologisch sinnvollen Gleichgewicht zu halten.

- Österreich ist Tourismusland! Laut Österreich-Werbung beliefen sich im Jahr 2003 die direkten Wertschöpfungseffekte des Tourismus auf 21,6 Mrd., was 9,6 % des BIP entspricht. Die fünf wichtigsten Inlandsreiseziele sind Kärnten, Steiermark, Salzburg, Tirol und Oberösterreich. Klar zeichnet sich auch der Trend hin zum Naturtourismus und zum Erlebnistourismus in der Natur ab.
  Voraussetzung dafür ist allerdings eine intakte Natur und Bergwelt. Wesentliche Eckpfeiler stellen dabei die Geotope dar. Zu diesen zählen laut Definition „Schluchten, Klammen, Wasserfälle etc.“, diese sind meist als Naturdenkmal geschützt. In den letzten Jahren hat sich international die Geotopforschung an der Schnittstelle zum Tourismus als eigenständige Disziplin mit Arbeitsgruppen und Kongressen innerhalb der Erdwissenschaften etabliert. In Österreich werden die Agenden der Geotopforschung vor allem an der GBA wahrgenommen. Sichtbare Zeichen sind nicht nur eine Reihe von Publikationen und Vorträgen, sondern auch Geologische Lehrpfade („Geotrails“), die die GBA in Kooperation mit lokalen Tourismusorganisationen in Kärnten (Karnische Region, Mölltal/Raggaschlucht) und Niederösterreich (Furth/Göttweig; Land um Laa a. d. Thaya) verwirklicht hat. Auch die Errichtung von zwei Geoparks (Kulturpark Kamptal und Steirische Eisenwurzen), die schließlich als „European Geoparks“ internationale Anerkennung fanden, erfolgte in Kooperation mit der GBA. In weiterer Folge wurde von der GBA das Portal www.geoadventure.at eingerichtet, das in Kooperation mit den Bundesländern vertiefende Informationen in verständlicher Sprache zu geologisch relevanten Themen beinhaltet. Dieser allgemein verständliche Dialog mit der Öffentlichkeit zur Weitergabe von Forschungsergebnissen wird auch in Zukunft beibehalten werden.

- Die Geologische Bundesanstalt ist per Gesetz zur Mitarbeit am staatlichen Krisenmanagement verpflichtet. Im Lichte der gegenwärtigen Diskussion um die Sicherheit benachbarter Kernkraftwerke sowie der jüngsten internationalen Ereignisse gewinnt diese Aufgabe eine besondere Bedeutung: Die Geowissenschaften verfügen über aeroradiometrische Messinstrumente, mit denen eine Unterscheidung zwischen natürlicher radioaktiver Strahlung des Bodens und der durch einen Unfall verursachten Strahlung möglich ist. Damit können mittels Hubschrauber in kurzer Zeit unfallbedingt kontaminierte Flächen festgestellt werden und Daten an das Krisenmanagement weitergeleitet werden.

- Die Brückenfunktion Österreichs zwischen West und Ost hat eine lange Tradition. Sie schließt auch die Geowissenschaften ein, die seit Jahrzehnten auf der Basis von Regierungsabkommen und bilateralen Forschungsvereinbarungen eine enge Zusammenarbeit mit Ungarn, Tschechien, Slowakei und in jüngerer Zeit auch Polen und Slowenien pflegen. Diese intensive Kooperation mit den östlichen Nachbarstaaten versetzt die österreichischen Geowissenschaften in die Lage, auf erdwissenschaftlichem Gebiet eine führende Rolle beim laufenden Erweiterungsprozess der Europäischen Union einzunehmen.

Diese wenigen Beispiele sind geeignet, ein Bild von der neuen sozioökonomischen Rolle zu vermitteln, die die Geowissenschaften am Beginn des 21. Jahrhunderts und speziell in Österreich einnehmen. Für diese Bereiche sind daher von der Geologischen Bundesanstalt Grunddaten und Fachinformationen zu erarbeiten und kundengerecht allfälligen Nutzern in zeitgemäßer Form zur Verfügung zu stellen (Abb. 12).

Die Geologische Bundesanstalt bemüht sich seit Jahren um verstärkte Präsenz in der breiten Öffentlichkeit und in den Medien, um auch von dort für die Anliegen der Geowissenschaften unterstützt zu werden. Der Weg an die Öffentlichkeit ist mühsam, doch bleibt den Geowissenschaften keine andere Wahl. Er muss unter Zuhilfenahme moderner Informations- und Kommunikationstechnologien verstärkt fortgesetzt werden und dabei muss die gesamte Breite und Relevanz erdwissenschaftlicher Kompetenz und Expertise für die Gesellschaft aufgezeigt werden.

6.4. Kernaktivitäten und Interaktionen

6.4.1. Geologische Landesaufnahme im 21. Jahrhundert

Die Herstellung von Geologischen Karten gehört zu den grundlegenden Aufgaben der Geologie. Vor rund 200 Jahren, am Beginn der Industrialisierung, hatten sie in vielen Ländern zunächst große praktische Bedeutung: für Planung und Bau von Transportwegen (Bahnlinien, Straßen, Kanäle, Tunnels), die Erkundung und Sicherung von Lagerstätten und von Wasservorkommen. Geologische Karten lieferten erste Planungsgrundlagen zur Landnutzung.

Die Darstellung der physischen, zeitlichen und räumlichen Eigenschaften von Festgesteinen, Böden und nicht verfestigten Sedimenten unterscheidet die geologischen Wissenschaften von allen anderen wissenschaftlichen Disziplinen.

Heute konzentriert sich die Geologie auf die sehr vielfältig gewordenen Bedürfnisse der Gesellschaft. Die detaillierte Kenntnis über die Beschaffenheit des Untergrundes sind unverzichtbare Voraussetzungen für unterschiedliche praktische Anwendungen im Hoch- und Tiefbau wie die Projektierung neuer Verkehrswege und der ober- wie untertägigen Infrastruktur, in der Rohstoff-, Wasser- und der Abfallwirtschaft. Am Bedarf orientierte geologische Karten repräsentieren den augenblicklichen Stand der Information und Interpretation über die Verbreitung von verfestigten und unverfestigten Materialien an der Erdoberfläche. Aber auch Aussagen über die räumliche Ausdehnung von Gesteinen im Untergrund lassen sich interpretativ ableiten. Geologische Karten bilden den Rahmen, innerhalb dessen Ergebnisse von Forschungsarbeiten im Gelände effektiv und schlüssig kommuniziert werden können. Zugleich dienen sie der Interpretationen und Rekonstruktion der geologischen Geschichte von Gesteinen, die im wörtlichen Sinne die Grundlage für unser Dasein bilden.

Die geologische Landesaufnahme war und ist steten Wandlungen und Entwicklungen unterworfen. Vorbei sind die Zeiten, als ein Geologe nur mit Hammer und Kompass durch die Lande zog und seine Beobachtungen auf Karten und im Feldbuch notierte. Heute werden zusätzliche innovative Methoden eingesetzt und die Fragestellungen sind komplexer geworden. Der Trend von der einfachen Beschreibung eines Gebietes geht hin zu einer ganzheitlichen Analyse, in der vermehrt das Prozessdenken zum Selbstverständnis des Geologen gehört (Abb. 13). Diese Entwicklung äußert sich sowohl im Grundlagen- als auch im angewandten Bereich, in die immer häufiger abstrakte mathematische Rechenmodelle Eingang finden, die auf physikalischen und chemischen Kennwerten und Gesetzen beruhen und einen möglichst unmittelbaren Bezug zur Natur haben.

Nach Meinung vieler Geologischer Dienste entspricht der moderne kartierende Geologe den Kriterien für einen Forscher und Entdecker. Seine Arbeit im Gelände wird nie zur Routine. Dafür sorgen ein engmaschiges Begehungsnetz und neue künstliche Aufschlüsse, die immer wieder Überraschungen bereithalten und eine Revision älterer Karten bedingen. Die geologische Aufnahme eines Gebietes ist denn auch nie zu Ende, sondern stets nur ein Spiegelbild des aktuellen Kenntnisstandes, in methodischer und regionalgeologischer Sicht.

Heute muss ein in Kristallingebieten in der Landesaufnahme tätiger Geologe aber nicht nur ein intimer Kenner eines regional abgegrenzten Gebietes mit allen darin vorkommenden Gesteinen und ihrer auf moderner geochronologischer Grundlage erarbeiteten morphotektonischen Entwicklungsgeschichte sein, sondern viele zusätzliche Spezialgebiete überblicken bzw. beherrschen, die in interdisziplinärer Teamarbeit zur Lösung komplizierter wissenschaftlicher und angewandt-geologischer Fragestellungen eingesetzt werden. Dazu zählen z.B. Kenntnisse auf dem Gebiet der Strukturgeologie, die sich der Analyse von tektonisch ent-

standenen Gesteinsgefügen, Trennflächen und des Bewegungsablaufs an Störungen widmet, ebenso wie auch das breite Gebiet der Geochronologie und der Petrologie. Aber auch die mechanischen Eigenschaften von Gesteinen, das Potenzial eines Gebietes für die Rohstoffgewinnung, die hydrogeologischen Verhältnisse, der Boden sowie der Natur- und Umweltschutz gehören heute zu den Fragestellungen des kartierenden Geologen.

Abb. 12: Geowissenschaftliche Kernbereiche und anwendungsorientierte und nutzungsbetonte Forschungsthemen an der Geologischen Bundesanstalt.

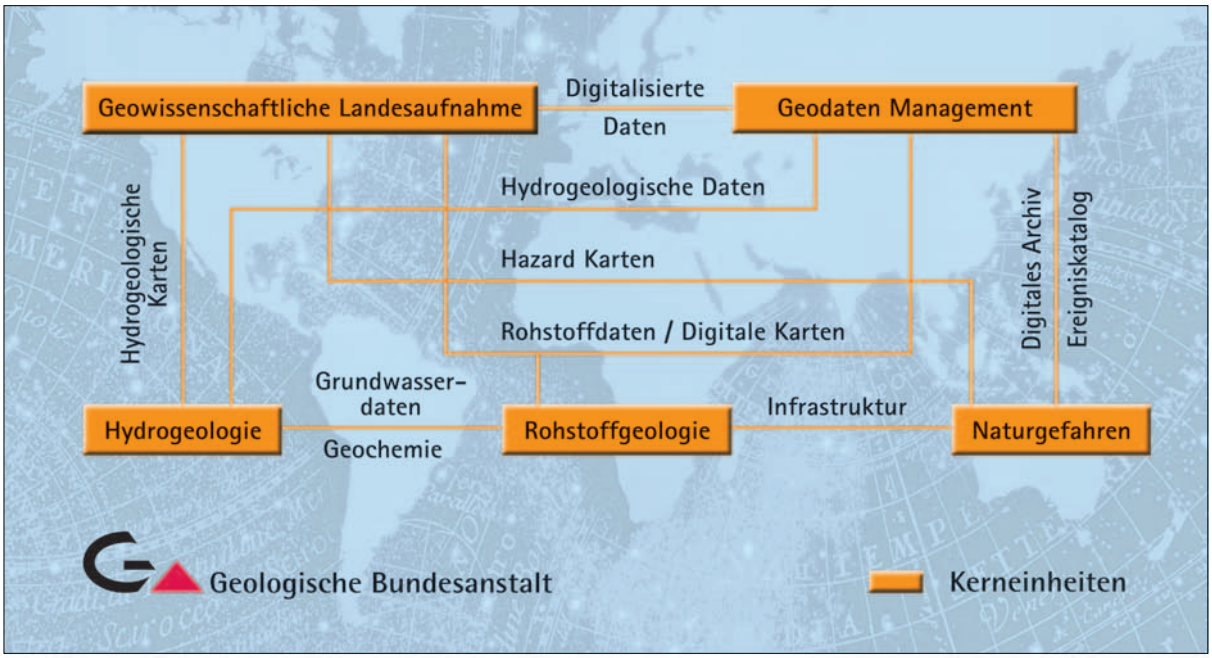

Abb. 13: Anwendungsorientierte und nutzungsbetonte Forschung an der Geologischen Bundesanstalt in den Kernbereichen Geowissenschaftliche Landesaufnahme, Geodaten-Management, Naturgefahren, Rohstoffgeologie und Hydrogeologie und daraus resultierende Interaktionen.

Gleiches gilt für die Arbeit in Gebieten, die von Sedimentgesteinen aufgebaut werden. Hier sind bei der Arbeit im Gelände ebenso wie im Anschluss daran Spezialkenntnisse auf den Gebieten der Sedimentologie, Fazieskunde, Stratigraphie und wiederum der Strukturgeologie gefragt.

Die Auswertung von Luftbildern, digitalen Höhenmodellen und geophysikalischen Datensätzen erweitern die Gelände- und Laborbefunde um eine weitere Dimension.

So wird letztendlich aus vielen „Mosaiksteinchen“ ein kohärentes Bild über den zeitlich-räumlichen Werdegang und den geologischen Bau des bearbeiteten Gebietes zusammengesetzt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine zeitintensive, fachübergreifende, von Spezialwissen geprägte, physisch anstrengende, jedoch sehr kreative Arbeit im Gelände notwendig, in der Beobachtungen gegeneinander abgewogen, geprüft, bestätigt oder verworfen werden. Ergänzt werden die Geländeaufnahmen durch moderne Laboruntersuchungen. Nur auf diese Weise sind zuverlässige und nachvollziehbare Aussagen über den geologischen Untergrund zu erzielen, die für weit reichende Entscheidungen benötigt werden.

Das Endprodukt der geologischen Aufnahme ist eine neue geologische Karte mit einem gegenüber einer älteren Karte stark erweiterten Informationsgehalt über den geologischen Aufbau eines bestimmten Gebietes, der aber auch wieder nur eine „Momentaufnahme“ darstellt. Die neuen Techniken der Digitalisierung geologischer Karteninhalte, die Speicherung zusätzlicher Spezialinformationen in verschiedenen Ebenen und deren interaktive Vernetzung ermöglichen - je nach Fragestellung - die Verschneidung und Darstellung von Daten aus unterschiedlichen Quellen sowie eine ständige Nachführung und Aktualisierung des jeweiligen Kenntnisstandes über ein Gebiet (Abb. 14).

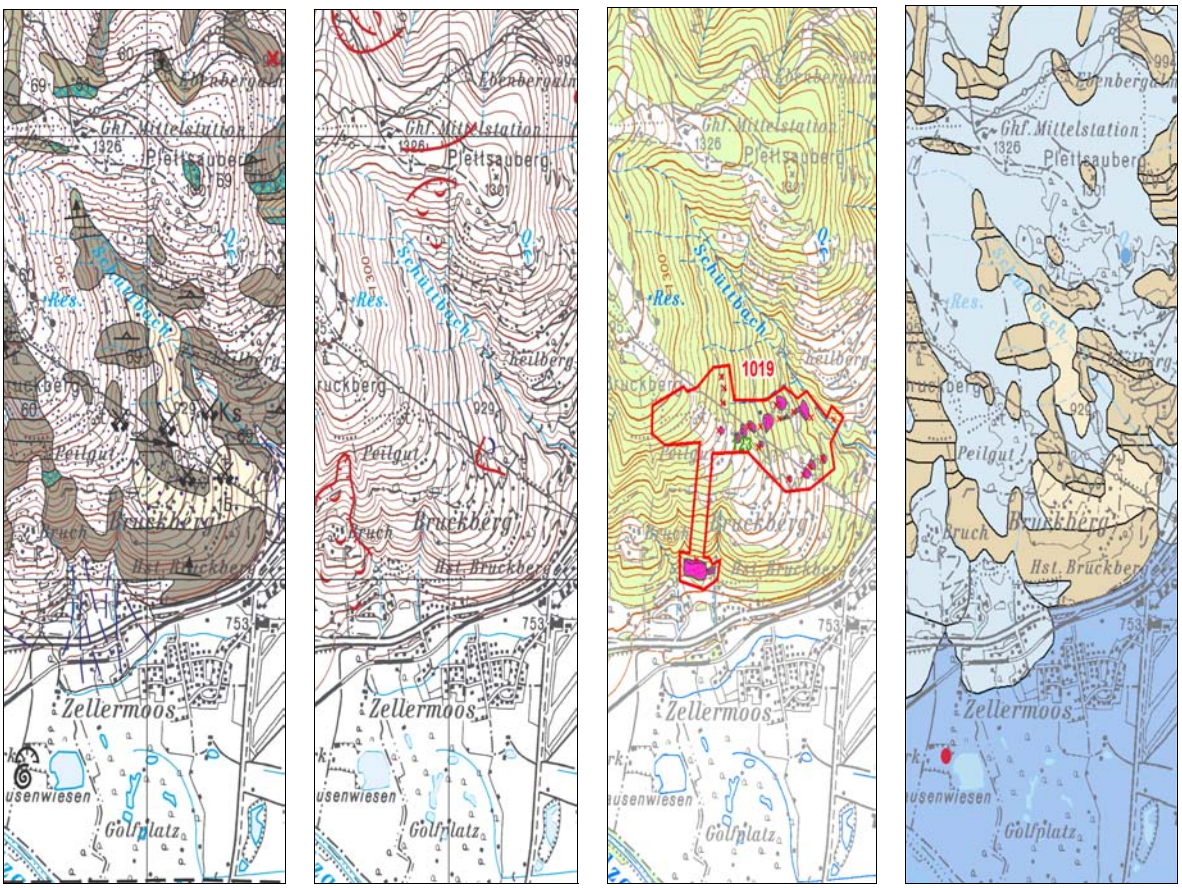

Abb. 14: Vier Ebenen einer geologischen Karte mit Darstellung von Geologie, Georisiken, Rohstoffen (Reviergrenzen der Cu-Vererzung, Halden) und Hydrogeologie.

Geologische Karten sind eine wertvolle Hilfe bei der Entscheidungsfindung in der Raumordnung, Mineralrohstoff-Exploration, Infrastruktur und anderen Fragen von wirtschaftlicher Relevanz. Aber auch im sozioökonomischen Kontext einschließlich der Erfassung und Bewertung von Naturgefahren und anderen umweltrelevanten Fragen sind geologische Karten unverzichtbar.

Neben der Erstellung von geologischen Karten im Spezialkartenmaßstab 1:25.000 und 1:50.000 auf Basis von Detailkartierungen ist auch die Konzeption und Kompilation von geologischen Übersichtskarten (Maßstab 1:100.000 und darüber) eine zentrale Aufgabe der GBA. Besonders die geologischen Karten 1:200.000 entwickeln sich in den letzten Jahren zu einer wichtigen Planungsgrundlage bei (über)regionalen Themen. Im Zuge der Legendenerstellung und der Konzeption der tektonischen Gliederung müssen dabei zahlreiche grundlegende Fragestellungen behandelt werden, was wiederum zu durchaus neuen Erkenntnissen und Ansatzpunkten für weitere Forschungsarbeiten führt (Abb. 15).

Hauptabteilung Geologische Landesaufnahme	Allgemeine Grundlagen-forschung	Anwendungs-orientierte	Nutzungs-betonte	Methodisch-experimentelle Entwicklung
		Forschung und Entwicklung		
		Geschätzte Anteile in %		
Neukartierung für geologische Spezialkarte	50	50	0	0
Konzeption von geologischen Übersichtskarten	15	85	0	0
Komplementäre geologische Disziplinen	70	30	0	0
Tektonik	60	40	0	0
Sedimentologie	70	30	0	0
Geochronologie	80	20	0	0
Petrologie	50	50	0	0
Paläogeographie	100	0	0	0
Paläontologische Disziplinen	80	20	0	0
Stratigraphie	50	50	0	0
Systematik	100	0	0	0
Paläoökologie	100	0	0	0

Abb. 15: Der Anteil von F&E in der Hauptabteilung Geologische Landesaufnahme.

6.4.2. Landesaufnahme geogener Naturgefahren

Die Fachabteilung „Ingenieurgeologie“ verfolgt einerseits bundesweit konzipierte Basisaufgaben, wie die

- Erhebung und Auswertung sämtlicher verfügbarer publizierter und nicht publizierter Unterlagen über Georisikofaktoren, aus der Bibliothek der GBA und von einschlägigen Institutionen (wie Landes- und Bezirksämter, Wildbach- und Lawinenverbauung, Agrarbehörden etc.). Diese Daten werden im Rahmen weiterer Untersuchungsmethoden, wie beispielsweise der Auswertung von Luftbildern, geophysikalischen und hydrogeologischen Daten ergänzt, geordnet und in Karten dargestellt.
- Archivierung und Bereitstellung aller relevanten Daten einschließlich Literaturerhebungen und Implementierung in einer Datenbank als Teil eines in Entwicklung befindlichen „Zentralen Geoinformationssystems - ZenGIS“.
- Erfassung von boden- und felsmechanischen Eigenschaften wie Scherfestigkeit, E-Modul, Druckfestigkeit, Spannungsverhältnisse, Verwitterungszustand, Durchlässigkeit, Quellfähigkeit, etc.

Andererseits werden Arbeiten im Gelände durchgeführt, sei es im Rahmen der Geowissenschaftlichen Landesaufnahme, in Geopotenzial-Projekten oder in spezifischen Studien (Abb. 16). Dabei handelt es sich stets um

- Geländeaufnahmen der geogenen Naturgefahren, also um aktuelle und latente Massenbewegungen, Auflockerungszonen, tektonische Strukturen, Erosionsgefährdung, Hangvernässungen, insbesonders relevant für Bereiche, in denen eine Bedrohung von Siedlungsräumen, Verkehrswegen u. dgl. zu vermuten ist. Dabei sind Zonen anzugeben, in denen im Falle von Eingriffen Schwierigkeiten geologisch-geotechnischer Natur zu erwarten sind. „Homogenbereiche" mit geotechnisch kritischen Gesteinseigenschaften sind übersichtlich darzustellen, also z.B. rutschanfällige Gesteinskomplexe, Zonen starker Tektonisierung, veränderlich feste Gesteine u.a.m.

Landesaufnahme geogener Naturgefahren	Allgemeine Grundlagen-forschung	Anwendungs-orientierte	Nutzungs-betonte	Methodisch-experimentelle Entwicklung
		Forschung und Entwicklung		
		Geschätzte Anteile in %		
Bundesweite und regionale Übersichten		5	90	5
Regionale Georisikopotenzial-Studien		25	70	5
Spezifische Untersuchungen	10	55	30	5

Abb. 16: Der Anteil von F&E in der Landesaufnahme geogener Naturgefahren.

6.4.3. Rohstoffgeologische Landesaufnahme

Die zukunftsfähige Entwicklung ökonomisch, ökologisch und sozial tragfähiger Maßnahmen zur schonenden und umweltverträglichen Nutzung der nicht erneuerbaren mineralischen Rohstoffe ist ein immer dringlicheres Gebot der Forschungsfelder Umwelt und Nachhaltigkeit. Die Herausforderung zur langfristigen Vorsorge für Natur und Gesellschaft prägt die Arbeiten der Fachabteilung Rohstoffgeologie der Geologischen Bundesanstalt. Flexible, innovative und zugleich kontinuierliche Forschungs- und Dokumentationstätigkeit auf dem Gebiet der Lagerstätten benötigter mineralischer Rohstoffe Österreichs und ihrer Konflikt- und Raumrelevanz werden durch die gesetzlichen Grundlagen und den Handlungsrahmen gefördert. Einen Beitrag zu einem zukunftsfähigen Rohstoffmanagement zu leisten, bedeutet aber nicht nur den Einsatz von sektoralem Spezialwissen, sondern immer mehr

- Einbeziehung fachlicher Multidisziplinarität
- Einbeziehung nationaler und internationaler Kooperation und
- breite Öffnung des Zuganges zur Expertise.

Insbesondere auf den Gebieten

- gesellschaftlich relevante Bau- und Industrierohstoffe
- integrative Auswertung von erdwissenschaftlichen Basis- und Spezialaufnahmen
- Umweltgeochemie und -mineralogie vor erdwissenschaftlichem Hintergrund und
- Einsatz von GIS-Technologien für komplexe Auswertungen und innovative Darstellungen

verfügt die Fachabteilung über eine F&E-Kapazität, die auf den Kernaufgaben nach dem FOG

- Durchforschung des Bundesgebietes nach nutzbaren Lagerstätten,
- Sammlung, Bearbeitung und Evidenz dieser Untersuchungen und
- Dokumentation unter Anwendung moderner Informationstechnologien

basiert und daraus kreative Forschungsimpulse gewinnt.

Die projektorientierte Arbeit der Fachabteilung fördert innovative Problembewertungen, lösungsorientierte Methodenwahl und zielorientierte Kooperationen. Konkrete Forschungsprojekte der FA Rohstoffgeologie werden aufgrund des Lagerstättengesetzes im Auftrag des BM für Bildung, Wissenschaft und Kultur und des BM für Wirtschaft und Arbeit durchgeführt. Vielfach ergibt sich dabei eine Kooperation mit den Bundesländern, die sich am Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen und Ideen als „Unterbau" der praxisbezogenen Aufgaben der Bundesländer orientiert.

Die Forschungsprojekte betreffen
- Untersuchungen spezifischer Rohstoffe (z.B. hochreine und weiße Karbonatgesteine, Tone) und mehrfach beanspruchter Lagerstätten (z.B. Baurohstoffe - Grundwasser) und
- umfassende Geopotenzialstudien ländlicher Regionen und städtischer Ballungsräume.

Sie zielen auf
- Nutzung kurzfristiger Bauaufschlüsse für neue Erkenntnisse sowie auf bundesweite Übersichten wie
  - Bergbau- und Haldenkataster
  - Erfassung der Baurohstoffe
  - Entwicklung einer Generallegende der Locker- und Festgesteine in Österreich als Gerüst für lithologisch-rohstofforientierte Bewertungen
- Konzeption und Anwendung automationsgestützter Archiverfassungen und Datenaustauschmöglichkeiten.

Einen aktuellen Schwerpunkt zum Gewinn neuer Erkenntnisse über Art und Komplexität der Rohstoffvorkommen, über ihre vielfältigen Nutzungsauswirkungen und zur systematischen Anwendung des Wissens im Hinblick auf eine Neuordnung von Teilaspekten der Raumentwicklung bildet die führende Mitarbeit der FA Rohstoffgeologie am Österreichischen Rohstoffplan. Der Österreichische Rohstoffplan ist ein Generationenvertrag zur Sicherung der künftigen Versorgung Österreichs mit mineralischen Rohstoffen auf der Basis der Idee der Nachhaltigkeit.

Im Hinblick auf die Rolle der Geologischen Bundesanstalt als zentrale geowissenschaftliche Informations- und Beratungsstelle fallen der Fachabteilung Rohstoffgeologie neben der Forschungstätigkeit vielfältige Aufgaben zu (Abb. 17). Sie reichen von Kundenwünschen zum betreuten Einblick in die umfangreichen Sammlungen von Bergbauunterlagen über Stellungnahmen in mineralrohstoffgesetzlichen Verfahren bis zur Koordination und Auswertung von komplexen Untersuchungen zur Charakteristik des Gesteinsuntergrundes von Weinbaulagen.

Rohstoffgeologische Landesaufnahme	Allgemeine Grundlagenforschung	Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung	Nutzungsbetonte Forschung und Entwicklung	Methodisch-experimentelle Entwicklung
	Geschätzte Anteile in %			
Bundesweite Übersichten	0	50	45	5
Regionale Geopotenzial-Studien	0	85	15	0
Spezifische Untersuchungen	10	70	15	5

Abb. 17: Der Anteil von F&E im Bereich Rohstoffgeologische Landesaufnahme.

6.4.4. Hydrogeologische Landesaufnahme

Die mit der Erfüllung dieses Programmes verbundenen Aufgaben (Abb. 18) werden womöglich in Zusammenarbeit mit anderen Fachabteilungen (Geochemie, Geophysik, Rohstoffgeologie) wahrgenommen. Eindeutiger Schwerpunkt der letzten Jahre war die Erstellung von hydrogeologischen Übersichtskarten in diversen Maßstäben und für diverse Auftraggeber.

Neu hinzugekommen ist das Projekt GeoHint: zur Abschätzung österreichweiter, regionalisierter hydrochemischer Hintergrundgehalte von oberflächennahen Grundwasserkörpern werden im Rahmen dieses vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft beauftragten Projektes die in Österreich vorhandenen umfangreichen Datensammlungen zusammengeführt und entsprechend ausgewertet. Dazu werden Datenbanken für geochemische und hydrochemische Analysen aufgebaut und geostatistisch errechnet. Darauf aufbauend sollen die Ergebnisse nach fachlich logischen Gesichtspunkten bewertet und mit dem Ziel interpretiert werden, Bandbreiten erwartbarer, geogen bedingter Konzentrationen chemischer und physikalischer Parameter in oberflächennahen Grundwässern für das gesamte Bundesgebiet abzuleiten.

Internationale Aktivitäten (Post Graduate Course on Groundwater Tracing Techniques, Erstellung des Exkursionsführers für den Internationalen Geologenkongress 2004) und Akquirierung neuer Projekte („Geologische Untersuchung zum Problem der unbeobachteten Einzugsgebiete - GeoPUB“, Nanutiwa = Nachhaltige Nutzung von Tiefen-Grundwasser) sowie Vorbereitungen einer Ausstellung zum Jahr des Süßwassers (www = Wasser, Wissen, Weisheit) waren weitere Schwerpunkte der Abteilungsagenden.

Hydrogeologische Landesaufnahme	Allgemeine Grundlagen-forschung	Anwendungs-orientierte	Nutzungs-betonte	Methodisch-experimentelle Entwicklung
		Forschung und Entwicklung		
		Geschätzte Anteile in %		
Bundesweite und regionale Übersichten	5	10	80	5
Regionale Hydropotenzial-Studien	5	70	20	5
Spezifische Untersuchungen	5	20	70	5

Abb. 18: Der Anteil von F&E im Bereich Hydrogeologische Landesaufnahme.

6.4.5. Geodaten-Management

Über mehr als 150 Jahre werden von der Geologischen Bundesanstalt „Daten“ aus allen Bereichen der Geowissenschaften bundesweit erhoben, archiviert, interpretiert, publiziert und für potenzielle Nutzer bereitgehalten. Dieser Aufgabenbereich wurde schon in den Gründungspapieren der Geologischen Reichsanstalt festgehalten und wird auch im FOG ausdrücklich angeordnet.

Diese „Geodaten“ sind sehr vielfältig, wie die folgende Liste (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zeigt:

- Gesteinsproben
- Bohrkerne
- Mineralien
- Erze
- Fossilien (Belegsammlungen, systematische Sammlungen, z.T. weltberühmt)
- Dünnschliffe
- Analysen-Rückstellproben
- Analysen-Ergebnisse
- Berichte (intern oder veröffentlicht)
- Zahlreiche Datenbanken verschiedenster Thematik
- Manuskripte
- Thematische Karten (eigene und aus aller Welt)
- Gedruckte geologische Karten und Manuskriptkarten
- Bergbaukarten und -pläne
- Bücher, z.T. wertvolle alte Drucke
- Wissenschaftliche Zeitschriften
- Fotos, Grafiken, Gemälde
- Erinnerungsstücke an Mitarbeiter der Vergangenheit, z.B. Feldtagebücher
- Akten (Amtsarchiv).

Diese Informationen sollen vollständig für den internen Dienstgebrauch und mit gewissen Einschränkungen (wie sie z.B. für Firmendaten aus Projekten für Auftraggeber aus der Wirtschaft gelten) auch für die Öffentlichkeit zugänglich sein (Abb. 19).

Die GBA ist bestrebt, ihren Umgang mit Geodaten so transparent wie möglich zu gestalten. Das Prinzip dabei muss sein: Alles was im Auftrag und auf Kosten des Steuerzahlers erhoben, erforscht, gesammelt, dokumentiert wurde, muss ihm auch kostengünstig zur Verfügung stehen. In diesem Sinne ist auch die erdwissenschaftliche Forschungslandschaft „Kunde“ der GBA. Sei es ein Universitätsinstitut, das für ein Forschungsprojekt Vergleichsmaterial sucht, sei es ein Ingenieurbüro, das für ein Kraftwerksprojekt in Österreich oder irgendwo in der Welt geologische Basisinformationen braucht - sie alle wenden sich an die GBA, um nutzbare Informationen zu finden. Als außeruniversitäre Forschungseinrichtung unterstützt die GBA die akademische Forschung, die alleine nicht in der Lage wäre, erdwissenschaftliche Basisinformationen über das gesamte Bundesgebiet im erwünschten Umfang und systematisch zu sammeln, zu archivieren und für einen großen Nutzerkreis aktuell zur Verfügung zu halten.

Im Zeitalter der Informationstechnologien und der Wissensökonomie eröffnet sich die Möglichkeit, einer weitaus größeren Öffentlichkeit als bisher Einblick in die Archive der GBA zu gewähren und sie zur Nutzung einzuladen. Via Internet könnten Interessenten durch Sammlungen surfen, schriftliche Aufzeichnungen lesen, die Verkaufspalette sichten und sich interaktiv in Archiven, Karten und Publikationen informieren. Teilweise sind diese Möglichkeiten bereits vorhanden.

Die stürmische Entwicklung der Geoinformationssysteme und der Informationstechnik hat in den letzten zwei Dekaden zu tief greifenden Veränderungen von Verfahren, Methoden und Arbeitsabläufen im gesamten Bereich der Geowissenschaften und bei benachbarten Fachdis-

ziplinen geführt. Die bereits in mehreren Strategiepapieren und Businessplänen der GBA definierten Prioritäten nennen daher den Aufbau eines Zentralen Geowissenschaftlichen Informationssystems (ZenGIS) an prominenter Stelle.

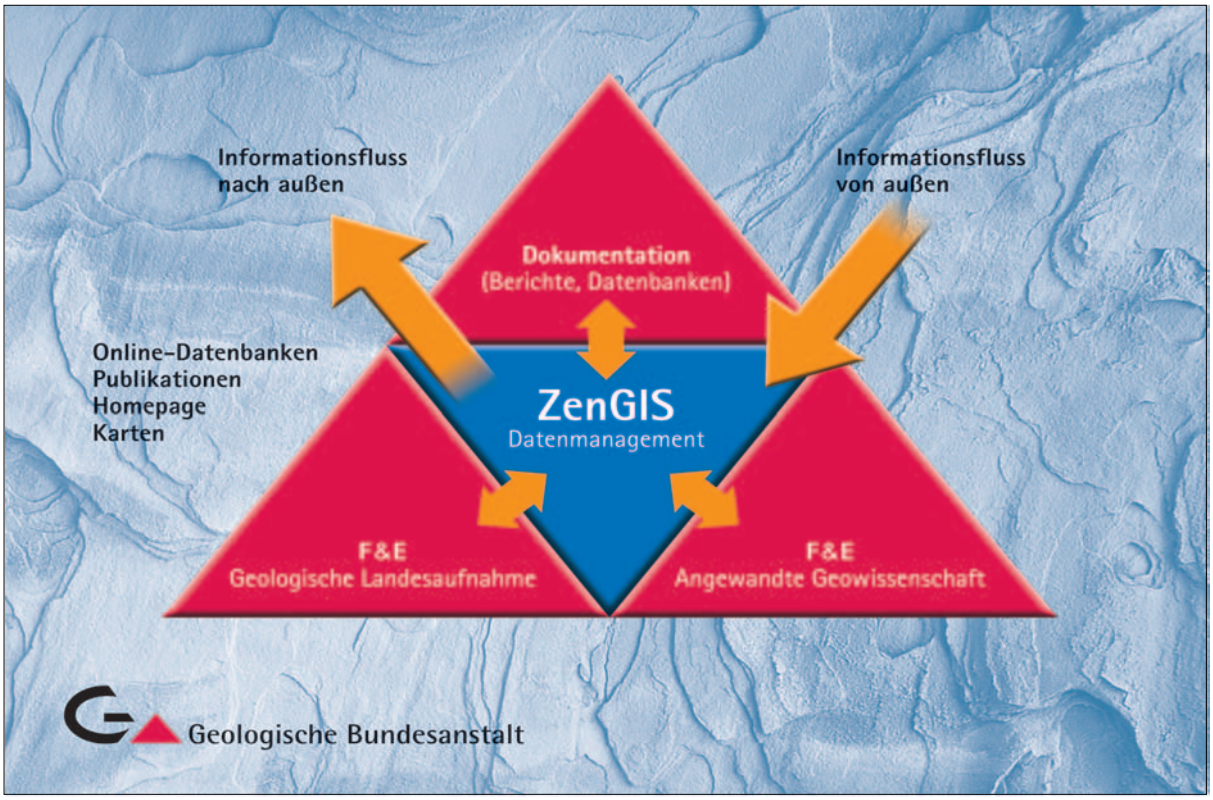

Abb. 19: Der Informationsfluss zwischen den operativen Haupteinheiten der Geologischen Bundesanstalt und dem Zentralen Geoinformationssystem (ZenGIS).

ZenGIS verfolgt den Zweck, das umfangreiche geowissenschaftliche Datenmaterial der GBA zentral zu verwalten und zu speichern, es sowohl für interne Arbeiten als auch für externe Anfragen über das Internet in marktgerechter, kosten-, zeit- und personalsparender Form bereitzustellen und damit der Servicefunktion der GBA gerecht zu werden. ZenGIS bildet den Überbau zu so genannten Fachinformationssystemen (FIS), die bereits teilweise in den Fachabteilungen lokal aufgebaut wurden, und soll diese in ein einheitliches System integrieren.

In einer raum-, flächen- und zeitbezogenen Wissenschaft wie der Geologie gibt es zwei sehr häufige Gruppen von Fragen:

1) Was ist von einem bestimmten Punkt oder einem bestimmten Gebiet an geologisch relevanten Informationen bekannt? Gibt es dort Bohrungen, Grundwasser-Spiegelstände, bearbeitete Proben, Analysen, Fossilfunde, Aufsammlungen, Kartendarstellungen? Oder, allgemeiner gefragt, gibt es punkt- oder flächenbezogene Informationen über das betreffende Interessensgebiet?
2) Sind die Ergebnisse, die bei einer Untersuchung zustande kamen, auch schon aus anderen Gebieten bekannt? Wo treten ähnliche oder gleiche Phänomene, Fossilfunde, Analysenwerte, Bohrprofile u.a. zu Tage? Oder, wieder allgemeiner gefragt, womit kann man die eigenen Ergebnisse vergleichen?

Zur Beantwortung dieser Fragen waren bisher eine profunde Kenntnis regionaler Gegebenheiten oder mühsame, zeitraubende und umfangreiche Literaturrecherchen notwendig. Gleichzeitig wurden parallel zur Entwicklung der Informationstechniken Hoffnungen genährt, dass aus dem PC-Arbeitsplatz und umfangreichen Datenbanken im Hintergrund ein leistungsfähiges Recherche-Instrument werden könnte.

Die Entwicklung und der Aufbau eines Geoinformationssystems für die Fakten- und Objektdokumentation, welche Daten über Analysen, Bohrungen und Bohrbeschreibungen, Fossil- und Mineralfundstellen, Rohstoffvorkommen, Lagerstätten, Georisikofaktoren, Schutzgebiete etc. enthalten soll, beschäftigen die GBA seit mehr als 20 Jahren. Die Analyse und Festlegung der Datenarchitektur für die oben genannten Fachbereiche wurde bereits sehr früh durchgeführt und ständig aktualisiert. Auch konnten wesentliche Teilbereiche eines solchen Informationssystems getrennt aufgebaut werden. Diese Vorgangsweise hat sich unter den engen personellen Rahmenbedingungen zwar grundsätzlich bewährt, jedoch wurden dadurch sehr heterogene, lokale Datenbanken geschaffen, die nicht mehr ohne weiteres verknüpfbar und abfragbar waren.

Die Entwicklung erfordert aber, Informationen aus unterschiedlichen geowissenschaftlichen Datenquellen zu bündeln, zu filtern, zu verschneiden und den Anwendern aufbereitet zur Verfügung zu stellen. Informationen und somit Wissen sind jedem Mitarbeiter in den Fachabteilungen zugänglich zu machen. In weiterer Folge kann diese raumbezogene Geoinformation der Öffentlichkeit und kommerziellen Anwendern in gleichsam „maßgeschneiderter“ Form zugänglich gemacht werden.

Daher wird seit dem Jahr 2000 intensiv an der Entwicklung eines „Zentralen Geoinformationssystems (ZenGIS)“, aufbauend auf einem unternehmensweiten Datenmodell, gearbeitet. Damit wird sich die Geologische Bundesanstalt ihrem Ziel eines „One stop shop“ für die Geowissenschaften nähern und auf dem Informationssektor alle jene Aufgaben erfüllen, die von einem modernen geologischen Staatsdienst erwartet werden.

Neben diesen modernen Methoden der Informationsvermittlung spielen herkömmliche Methoden nach wie vor eine zentrale Rolle: Bibliotheken und Archive sind unverzichtbar, auch das Papier hat als Informationsträger noch lange nicht ausgedient. Daher werden die Publikationen der GBA sowohl konventionell als Zeitschriften als auch in einer Volltextdatenbank über das Internet angeboten, beginnend mit dem Jahrgang 1995 und mit dem Plan, nach Maßgabe der Ressourcen auch ältere Publikationen einzuscannen.

6.4.6. Komplementäre Forschungsaktivitäten

Komplementär zu den in den Kernbereichen wahrgenommenen Aufgaben spielt an der Geologischen Bundesanstalt angewandte und wissenschaftliche Spezialforschung eine zentrale Rolle, da es ihr die Durchführung von integrierten geowissenschaftlichen Programmen auf dem Umweltsektor, bei mittel- und langfristigen Monitoringprogrammen und verwandten Themenfeldern ermöglicht, um daraus gut gestützte Ergebnisse abzuleiten, die für verschiedene Zwecke der Entscheidungsfindung auf unterschiedlicher Ebene wertvolle Unterlagen bieten. Zu diesen Tätigkeiten zählen die Fachgebiete Sedimentologie, Kristallingeologie einschließlich Geochronologie und Petrologie, Paläontologie, Geophysik und Geochemie (Abb. 20). Ihr Einsatz ist für die fundierte Beantwortung von geowissenschaftlichen Fragestellungen eines modernen Geologischen Dienstes unverzichtbar.

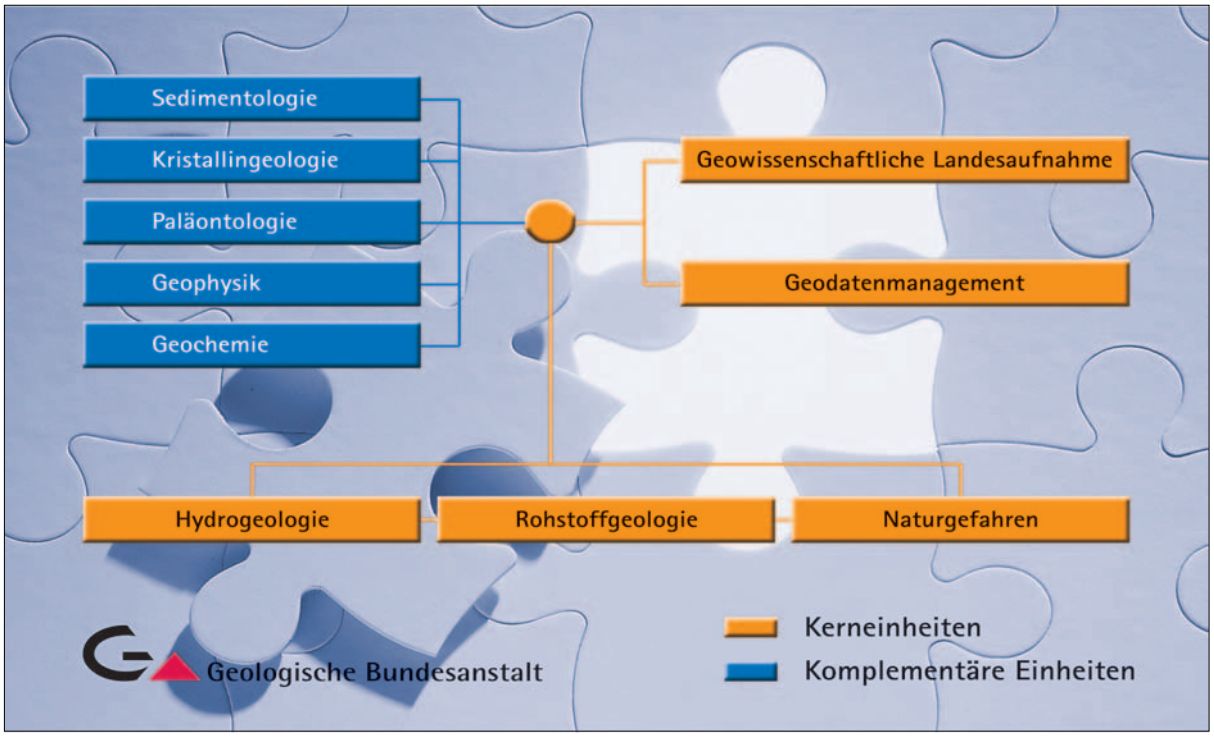

Abb. 20: Das Verhältnis von forschungsintensiven Kerneinheiten und komplementären Forschungseinheiten an der Geologischen Bundesanstalt.

6.4.7. Sedimentologie

Sediment- oder Absatzgesteine bilden den geologischen Untergrund von weiten Teilen des österreichischen Staatsgebietes. Geologische Großeinheiten wie die Molassezone (entspricht geographisch dem Alpenvorland), die Flyschzone oder die Nördlichen und Südlichen Kalkalpen bestehen aus Sedimentgesteinen. Dabei werden Fest- und Lockergesteine unterschieden. Letztere sind z.B. überwiegend am Aufbau der von den Eiszeiten hinterlassenen Moränen, Flussterrassen und Talfüllungen beteiligt.

Die Arbeitsrichtung der Sedimentologie beschäftigt sich mit der Untersuchung, Beschreibung, Klassifikation und genetischen Interpretation von Sedimentgesteinen und stellt damit eine der fundamentalen Teildisziplinen der Geologie dar (Abb. 21).

Die eingesetzten Methoden reichen von der Dokumentation aller äußeren Erscheinungsmerkmale im Gelände (Fotos, Zeichnungen, Notizen und diverse Messungen), über Korngrößenuntersuchungen, Schwer- und Leichtmineralanalysen, mikroskopische Dünnschliffbearbeitung usw. bis hin zum Einsatz von Elektronenmikroskop, Röntgendiffraktometer und anderen hochtechnisierter Gerätschaften.

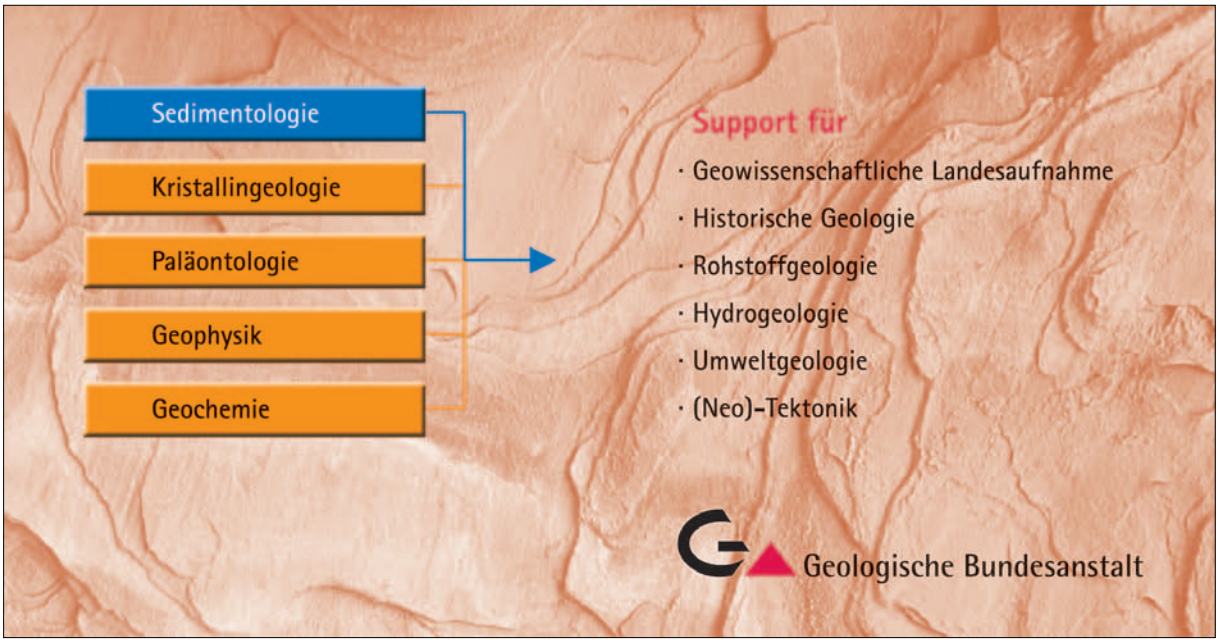

Abb. 21: Anwendungsgebiete der geowissenschaftlichen Methoden der Sedimentologie.

Praxisbeispiel 1

Die Ortschaft Musterdorf liegt auf einem großen Schwemmkegel, der sich an der Einmündung eines Seitentales in das weitgehend mit eiszeitlichen Seetonen verfüllte Haupttal gebildet hat. Die Ortschaft benötigt sauberes Trinkwasser. Da die feinkörnigen Seetone im Haupttal nicht als möglicher Grundwasserspeicher in Frage kommen, wird überlegt, in den sandig-kiesigen Sedimenten des Schwemmfächers eine Wasserbohrung abzuteufen. Die Wasseranalysen mehrerer Hausbrunnen weisen aber z.T. erhöhte, mit der Siedlungstätigkeit erklärbare Schadstoffwerte aus.

Auf Basis einer Studie der eiszeitlichen Talgeschichte wird ein sedimentologisches Modell entwickelt, aus dem hervorgeht, dass der Schwemmfächer sich im Laufe seiner Entwicklung zeitweise weit in das Haupttal hinein vorgebaut hat. Die dabei geschütteten grobkörnigen Sedimente sind vermutlich durch Pakete aus Seeton voneinander getrennt. Diese würden auch eine Barriere für einsickernde Schadstoffe darstellen.

Eine Bohrung im Fußbereich des Schwemmfächers bestätigt diese Annahmen. In 21 m Tiefe wird ein sandig-kiesiger Horizont angefahren, der nach oben durch ein 3 m mächtiges Seetonpaket abgedichtet ist. Ein Pumpversuch ergibt, dass reichlich sauberes Trinkwasser vorhanden ist. Die Bohrung wird zu einem Brunnen ausgebaut und an das Leitungsnetz von Musterdorf angeschlossen.

Praxisbeispiel 2

In einer großen Sandgrube am Nordrand der Molassezone wird Quarzsand gewonnen. Die Vorräte reichen nur noch für etwa ein Jahrzehnt. Daher wird ein Prospektionsprogramm nach neuen Abbaumöglichkeiten eingeleitet.

Auf der geologischen Spezialkarte des Gebietes, die gerade rechtzeitig fertig gestellt wurde, ist das Verbreitungsgebiet der Sande im Detail dargestellt. Einige Flächen kommen aufgrund der mächtigen Deckschichten oder anderer Faktoren nicht für einen kommerziellen Abbau in Frage. Es verbleiben vorerst nur drei Hoffnungsflächen, für die ein detailliertes Bohrprogramm zur Prüfung der Sandqualitäten konzipiert wird.

Praxisbeispiel 3

In einem großen Karststock in den nördlichen Kalkalpen soll das Einzugsgebiet einiger wichtiger Quellen abgegrenzt werden, um gezielt Maßnahmen für den Quellschutz ergreifen zu können.

Das Gebiet ist geologisch extrem kompliziert aufgebaut. Mehrere tektonische Decken sind am Aufbau beteiligt und an unterschiedlich alten Störungen ist der gesamte Komplex in ein Schollenmosaik zerlegt.

Auf Basis einer Detailkartierung und der Auswertung von hunderten Dünnschliffen in stratigraphischer und sedimentologischer Hinsicht kann der Karbonatgesteinskomplex in zahlreiche Formationen untergliedert werden. Dies ermöglicht eine verbesserte Entschlüsselung des tektonischen Schollenmosaiks. Der Verlauf und die Bedeutung von Störungen für die Wasserwegigkeit werden durch diese Informationen prognostizierbar. Dasselbe gilt für die Verbreitung von verkarstungsfähigen und damit wasserleitenden Kalkgesteinen und Stauhorizonten.

6.4.8. Kristallingeologie / Geochronologie / Petrologie

In geologischen Karten werden die verschiedenen Gesteine in ihrer flächenhaften Verteilung dargestellt. In Verbindung mit geophysikalischen Untersuchungen werden daraus Prognosen über den geologischen Untergrund getroffen, welche die Grundlage für geomechanische Berechnungen (z.B. Tunnel- oder Kraftwerksbau), hydrogeologische Studien (z.B. Grundwasserschutz) und die Rohstoffplanung darstellen (Abb. 22).

Die Qualität einer geologischen Karte ist maßgeblich davon abhängig, wie gut die einzelnen darin dargestellten Gesteinseinheiten definiert sind und wie gut der Bau der Erdkruste verstanden wurde. Die Definition der Gesteinseinheiten erfolgt vorerst im Gelände auf Grund ihres äußeren Erscheinungsbildes. In weiterer Folge fließen aber auch Erkenntnisse aus Laboruntersuchungen (Dünnschliffmikroskopie, Chemie) ein. Generell zeigen Gesteine, die unter ähnlichen Bedingungen gebildet wurden, ein ähnliches Erscheinungsbild, auch wenn sie unterschiedlich alt sind. So lässt sich z.B. ein vor 500 Millionen Jahren gebildeter Tonstein, Kalk, Glimmerschiefer oder Granit nicht von einem 25 Millionen Jahre alten, äquivalenten Gestein unterscheiden. Es ist daher ganz wesentlich, das Alter der verschiedenen Gesteine zu kennen. In Sedimentgesteinen lässt sich dieses zumeist über die Bestimmung von Fossilien ermitteln. In magmatischen und metamorphen Kristallingesteinen sind aber keine Fossilien vorhanden. Das Alter ihrer Bildung sowie ihre Abkühlung unter bestimmte Temperaturwerte kann aber mittels geochronologischer Methoden ermittelt werden. Für die Erstellung moderner geologischer Karten, die den für ihre Anwendung notwendigen Qualitätskriterien entsprechen, sind daher mittels geochronologischer Methoden gewonnene Altersinformationen unumgänglich.

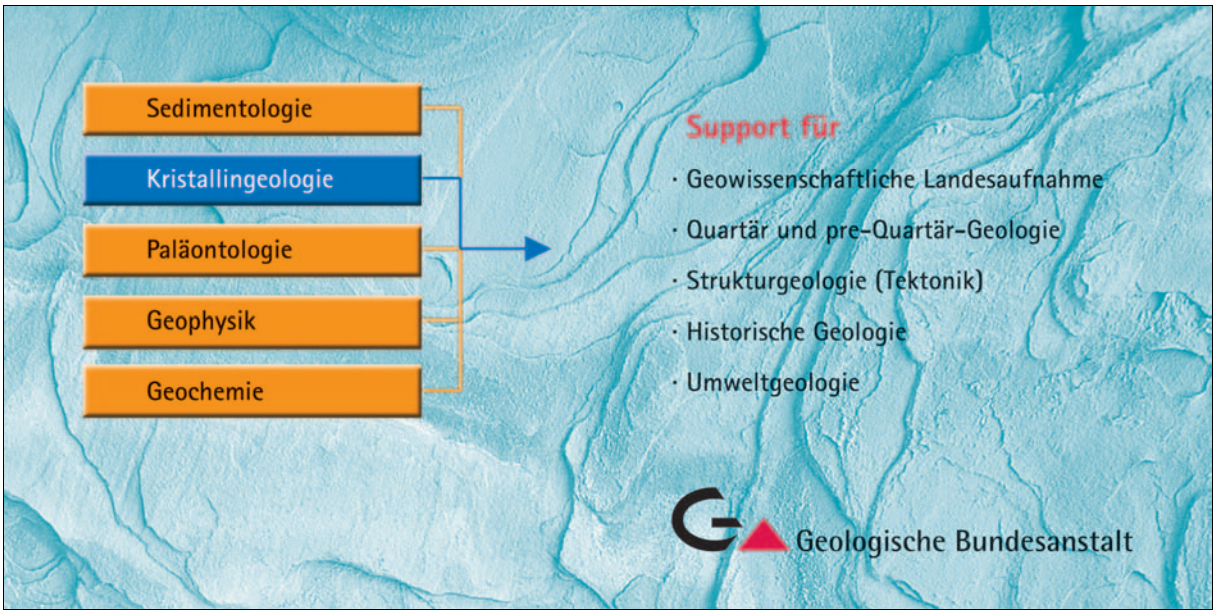

Abb. 22: Kristallingeologie / Geochronologie / Petrologie und ihre geowissenschaftlichen Anwendungsgebiete.

Prinzipiell steht eine ganze Reihe von geochronologischen Methoden zur Verfügung. Diese können an unterschiedlichen Gesteinen angewendet werden und liefern auch unterschiedliche Informationen. Derzeit werden in den Geowissenschaften vor allem die U/Pb-, Rb/Sr-, K/Ar-, Sm/Nd- und die Spaltspuren-Methode standardmäßig angewandt. Durch die U/Pb-Datierung von aus Gesteinsschmelzen kristallisierten Zirkonen lassen sich Kristallisationsalter magmatischer Gesteine (z.B. Granite) ermitteln. Die Sm/Nd-Datierung von Granat erlaubt den Wachstumszeitraum dieses Minerals im Zuge einer Gebirgsbildung zu datieren. Die Abkühlung unter 400°C wird mit der K/Ar-Methode an Hellglimmer, jene unter 300°C mit der Rb/Sr-Methode an dunklem Glimmer (Biotit) bzw. mit der Spaltspuren-Methode an Zirkon gemessen. Über die unterschiedlichen Zeiten von Bildung und Abkühlung der Gesteine lassen sich Gesteinseinheiten charakterisieren und gegeneinander abgrenzen. Weiters können Relativbewegungen zwischen einzelnen Gesteinseinheiten, die Erosionsgeschichte von Gebirgen und vieles mehr nachvollzogen werden. All dieses Wissen hilft, den Bau der Erdkruste und ihre Entwicklung durch die Zeit zu verstehen.

Ein schönes Beispiel für die gelungene Anwendung geochronologischer Methoden ist die Aufschlüsselung der verschiedenen granatführenden Glimmerschiefer in den Niederen Tauern. Hier können durch die Datierung von Granatkristallen mittels der Sm-Nd-Methode mittlerweile zwei Einheiten unterschieden werden. Im Wölz-Komplex kristallisierten die Kerne der Granatkristalle vor ca. 270 Millionen Jahren, während die Granatkerne im überlagernden Rappold-Komplex ca. 340 Millionen Jahre alt sind. Mit dieser Erkenntnis lassen sich wesentlich verbesserte Prognosen über den Gebirgsaufbau erstellen. Prognosen, die die Grundlage zur Beantwortung vieler angewandter Fragestellungen (Ingenieurgeologie, Hydrogeologie, ...) darstellen.

6.4.9. Paläontologie

Paläontologie ist, wie die Geologie, eine erdwissenschaftliche Disziplin und war daher an der Geologischen Bundesanstalt seit ihrer Gründung etabliert. Paläontologen erforschen die Geschichte des Lebens auf der Erde aufgrund der in den Gesteinen erhaltenen tierischen und pflanzlichen Fossilien. Sie hat daher auch biologische Aspekte (Abb. 23).

Fossilien geben Auskunft über das Alter, die Ablagerungsbedingungen und die Entstehung von Gesteinen.

Im Zuge der geologischen Landesaufnahme müssen daher laufend Proben aus Aufschlüssen und Bohrungen in den entsprechenden Laboratorien nach den spezifischen Methoden auf deren Fossilinhalt untersucht werden. Die Paläontologen sind vorwiegend auf Mikrofossilien spezialisiert und untersuchen Ostracoden (Tertiär), Foraminiferen (Tertiär), Nannoplankton (Kreide - Alttertiär), Conodonten, Acritarchen, Chitinozoen (Altpaläozoikum), Pollen, Sporen (Perm bis rezent) und diverse Algen zur wesentlichen Unterstützung der geologischen Landesaufnahme und als paläontologische Grundlagenforschung.

Obwohl die systematische Einordnung der Fossilien nach wie vor die Grundvoraussetzung für die altersmäßige Zuordnung der Fossilfundschichten ist, ist heute vor allem die Zeitbestimmung in hoch auflösenden Zeitscheiben von zentraler Bedeutung für das Verständnis der geologischen Zusammenhänge und die Grundlage aller geowissenschaftlichen Untersuchungen. Eine Umfrage der GBA bei den Nutzern geologischer Karten hat ergeben, dass das ausgewiesene Alter von Gesteinen von vorrangigem Interesse ist.

Die Paläontologen liefern für die geologische Landesaufnahme biostratigraphische Daten, die auf der Untersuchung von (Mikro)fossilien beruhen. In den quartären Sedimenten, die während Kalt- und Warmzeiten gebildet wurden und drei viertel des Landes bedecken, spielen Pollen und Sporen für die Alterseinstufung eine besonders große Rolle.

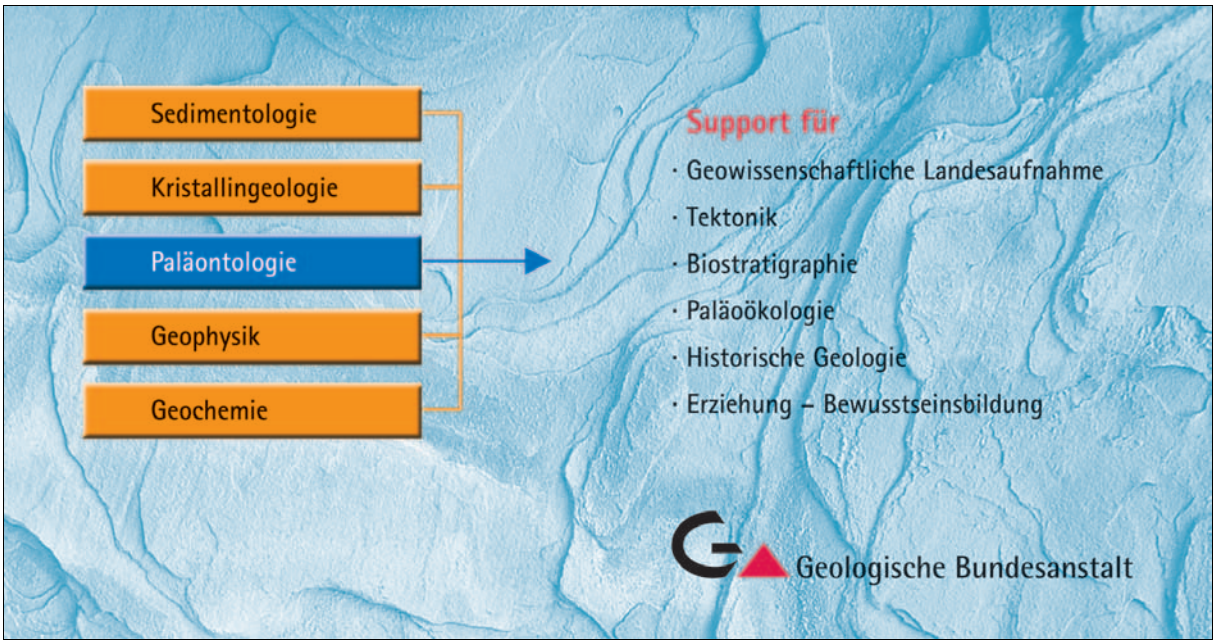

Abb. 23: Paläontologie und ihre geowissenschaftlichen Anwendungsgebiete.

Stratigraphische Grundlagen sind auch für die sedimentologischen Arbeiten unentbehrlich und Voraussetzung für die Darstellung und Rekonstruktion der Ablagerungsräume.

Die moderne paläontologische Forschung ist nicht wie in der Vergangenheit vorwiegend taxonomisch beschreibend, sondern prozessorientiert und sucht die Zusammenhänge zwischen Organismen und Umwelt in Raum und Zeit durch Grundlagenforschung im Rahmen von gemeinsamen Projekten mit anderen erdwissenschaftlichen Disziplinen (Quartärgeologie, Sedimentologie, Paläogeographie, Tektonik, Geophysik ...) zu verstehen.

Es bestehen auch Verbindungen zur geowissenschaftlichen Praxis in der Rohstoffsicherung (die elementaren Energieträger gehen auf Fossilien zurück, ebenso Bausteine). Dazu liefert die Paläontologie wichtige Informationen über den Untergrund und über die Nutzung von Ressourcen.

Darüber hinaus lassen sich aus den paläontologischen Untersuchungen wichtige Schlussfolgerungen für die Rekonstruktion des Paläoklimas und der steuernden Faktoren ableiten, aus denen das Klima der Gegenwart besser verständlich wird.

Aber auch für Unterlagen in der Raumplanung, bei Grundwasserfragen und in der Umweltproblematik sind paläontologische Untersuchungen erforderlich.

Eine Aufgabe der Paläontologen an der GBA besteht auch in der Aufnahme von Geotopinventaren zum Schutz und zur Erhaltung von Geotopen, die mithelfen, gemeinsam mit der Geologie auch das Fachgebiet der Paläontologie in der Öffentlichkeit bekannt zu machen.

Paläontologische Forschung an der GBA hat, verknüpft mit der Geologie heute und noch mehr in der Zukunft, gesellschaftsrelevante Aufgaben zu bewältigen im Interesse von Wirtschaft, Forschung und Staat.

Die Ergebnisse paläontologischer Forschungen im Geologischen Dienst liefern die Grundlage für große Datenbanken, die speziell für die Belange der GBA entwickelt werden.

Die erdwissenschaftliche Sammlung der GBA ist für die paläontologische Forschung ein Archiv von unschätzbarem Wert, das über die Grenzen des Staates hinaus viele Möglichkeiten für neue Untersuchungsmethoden, wie z.B. für die Biodiversitäts- oder Ökosystemforschung bietet.

6.4.10. Geophysik

Die Geophysik untersucht den Aufbau der Erde mit physikalischen Messmethoden. Dabei kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz:

- Verfahren zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes: Elektromagnetik, Geoelektrik, Induzierte Polarisation
- Verfahren zur Bestimmung des Erdmagnetfeldes
- Verfahren zur Bestimmung der radioaktiven Strahlung (Gammastrahlenspektrometrie)
- Verfahren zur Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von seismischen Wellen (Seismik)
- Verfahren zur Bestimmung der spektralen Eigenschaften von Gesteinen (Infrarotspektrometrie).

Aufgrund von Unterschieden der gemessenen Parameter können horizontale und vertikale Modelle des Untergrundes erstellt werden. Diese dienen als Hilfestellung bei der Beurteilung des geologischen Aufbaues, bei Fragen der Grundwasserverteilung, dem Auffinden von Rohstoffen bis hin zum Lokalisieren von Altlasten (Mülldeponien) und dem Strahlenschutz (Abb. 24).

Die Mitarbeiter der GBA-Fachabteilung Geophysik sind mit der Durchführung von geophysikalischen Messungen in ganz Österreich befasst. In Zusammenarbeit mit anderen Fachabteilungen werden bestimmte Messgebiete ausgewählt und je nach Fragestellung kommen verschiedene Messverfahren zum Einsatz (Abb. 26).

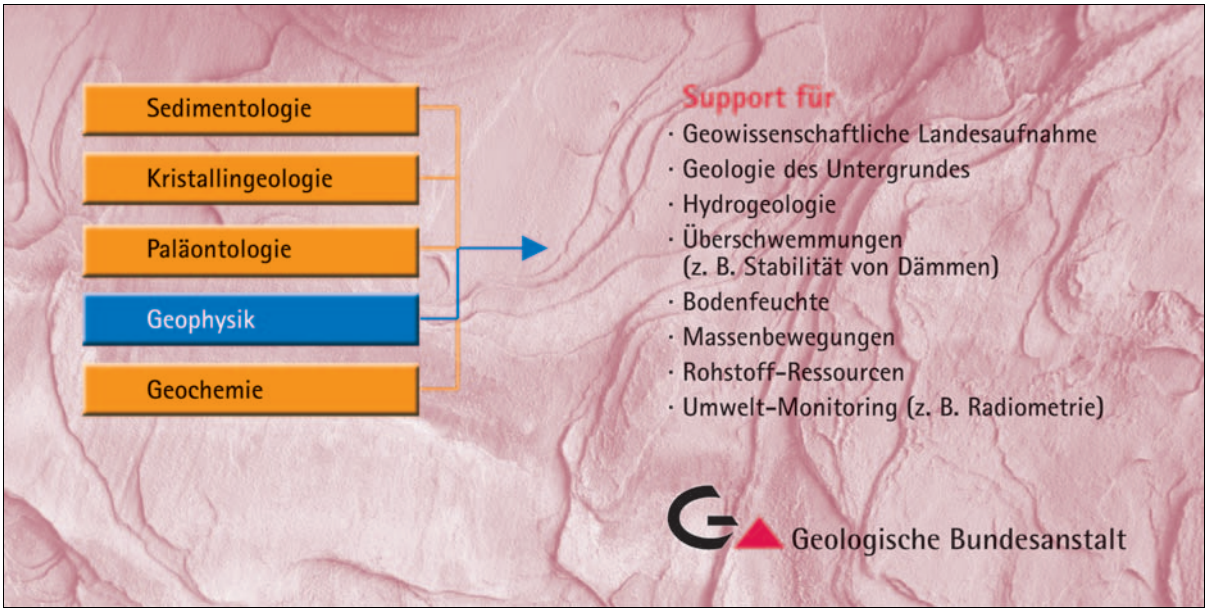

Abb. 24: Anwendungsgebiete der Geophysik.

Bodengeophysik

Bodengeophysikalische Untersuchungen liefern Informationen über die Verteilung bestimmter physikalischer Eigenschaften (je nach Methode) von Gesteinen im Untergrund. Daraus kann man auf den geologischen Aufbau der obersten Erdschichten Rückschlüsse ziehen. Die FA Geophysik bedient sich folgender Methoden:

- Magnetik
- Gleichstromgeoelektrik (Multielektroden)
- Elektromagnetik - Frequenzbereich
- Elektromagnetik - Zeitbereich
- Bohrlochgeophysik
- Seismik
- Radiometrie.

Aerogeophysik

Die Fachabteilung Geophysik führt seit 1980 in Zusammenarbeit mit dem Wirtschafts- und Verteidigungsministerium aerogeophysikalische Messungen durch. Dieses in Kanada in den 60er Jahren entwickelte Verfahren umfasste zunächst nur magnetische und elektromagnetische Messungen, welche im Zuge der Erzexploration zum Einsatz kamen. Im Laufe der Zeit wurden diese Methoden um Messgrößen erweitert und die Anwendungen dehnten sich auf die Bereiche Strahlenschutz, Grundwassererkundung und Umweltschutz aus. Der Vorteil der entwickelten Methoden liegt in einer relativ schnellen, flächenhaften Informationserfassung über ein großes Gebiet.

Die Befliegung in Österreich erfolgt mit einem Hubschrauber der Type Agusta-Bell 212 des österreichischen Bundesheeres (Abb. 25). In den meisten Fällen wird ein Gebiet in Profilen im Abstand von 200 m abgeflogen. Der Hubschrauber fliegt in einer konstanten Höhe von 80 m über Grund mit einer Geschwindigkeit von ca. 100 km/h. Die Daten werden mit einer Sampling-Rate von 0,1 bis 1 Sekunde aufgezeichnet. Dies entspricht einem Messpunktabstand von 3 bis 30 Metern. Die Endprodukte dieses Verfahrens sind flächenhafte Darstellungen der einzelnen Messgrößen (Isolinienkarten). Die Messergebnisse und Auswertungen werden in Berichten der Geologischen Bundesanstalt für jedes einzelne Messgebiet festgehalten und können jederzeit eingesehen werden. Bis zum Beginn des Jahres 2002 wurden etwa 14 % der Gesamtfläche Österreichs beflogen.

Abb. 25: Geophysik-Monitor im Flugbetrieb.

Infrarotspektrometrie

Einer der Forschungsschwerpunkte der Fachabteilung Geophysik ist die Evaluierung und Weiterentwicklung der Einsatzmöglichkeiten der Methodik der Infrarotspektrometrie bei geologischen und umweltrelevanten Fragestellungen. Die Grundlage der Infrarotspektrometrie ist die charakteristisch unterschiedliche und wellenlängenabhängige Reflexion elektromagnetischer Strahlung im Infrarotbereich von Festkörpern wie z.B. von Mineralien und Gesteinen. Atome und Moleküle absorbieren einen Teil der eintreffenden Energie (Sonnenstrahlung oder künstliches Licht) aufgrund ihrer spezifischen Strukturen. Die für jedes Material charakteristischen Absorptionen werden in einem Spektrum sichtbar und können z.B. für eine mineralogische bzw. lithologische Identifizierung herangezogen werden. Die Stärke dieser Methodik liegt in der Identifikation von verschiedenen Schichtsilikaten wie z.B. Tonmineralien und Glimmern sowie von Karbonaten und Sulfaten. Im internationalen MINEO-Projekt konnte die FA Geophysik der GBA infrarotspektrometrische Untersuchungen an Böden und Gesteinen mit Hilfe des PIMA (Portable Infrared Mineralogical Analyzer) Feldspektrometers und unter Verwendung von Landsat TM (Thematic Mapper) Fernerkundungsdaten durchführen und deren Anwendung in der Rekultivierung von Bergbaugebieten testen.

F&E-Aktivitäten auf dem Gebiet der Geophysik	Allgemeine Grundlagen-forschung	Anwendungs-orientierte	Nutzungs-betonte	Methodisch-experimentelle Entwicklung
		Forschung und Entwicklung		
		Geschätzte Anteile in %		
Programme in Unterstützung der GBA-Kernaktivitäten	20	40	20	20
Spezifische Untersuchungen	15	30	30	25
Spezifische Entwicklungen	10	0	75	15

Abb. 26: Der Anteil von F&E auf dem Gebiet der Geophysik.

6.4.11. Geochemie

Die Geochemie befasst sich mit dem stofflichen Aufbau und der Verteilung von Elementen und Isotopen in der Erde.

In der FA Geochemie werden die Analysen von Gesteinen, Erzen, Bohrkernen, Bach- und Flusssedimenten, Böden, Oberflächen- und Grundwässern sowie organischen Materialien mit einer Palette moderner Analysengeräte durchgeführt (Abb. 27) wie

- Induktiv gekoppelte Plasma-Atomemissionsspektrometrie (ICP-AES)
- Atomabsorptionsspektrometrie mit Grafitrohrtechnik (AAS-HGA)
- Energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse (ED-RFA)
- Ionenchromatografie
- Elementaranalyse (C, S).

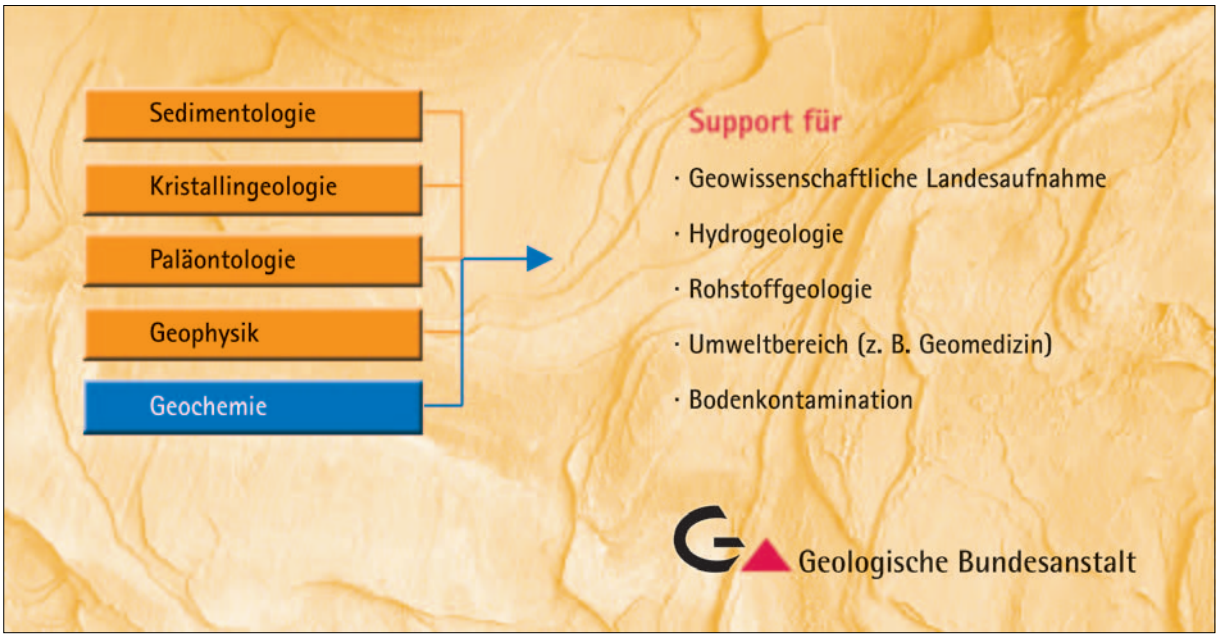

Abb. 27: Anwendungsgebiete der Geochemie.

Die Ergebnisse dieser geochemischen Untersuchungen werden vor allem in der Rohstoffgeologie, Umweltgeologie, Hydro- und Ingenieurgeologie sowie der geologischen Landesaufnahme zur Beantwortung der jeweiligen Fragen- und Aufgabenstellungen genutzt; sie sind aber auch Bestandteil eigener fachbezogener Grundlagenforschung (Abb. 28).

F&E-Aktivitäten auf dem Gebiet der Geochemie	Allgemeine Grundlagen-forschung	Anwendungs-orientierte	Nutzungs-betonte	Methodisch-experimentelle Entwicklung
		Forschung und Entwicklung		
		Geschätzte Anteile in %		
Programme zur Unterstützung der GBA-Kernaktivitäten	20	50	20	10
Spezifische Untersuchungen	15	40	30	15
Spezifische Entwicklungen			100	

Abb. 28: Der Anteil von F&E auf dem Gebiet der Geochemie.

Geochemische Daten charakterisieren die Qualität des Lebensumfeldes des Menschen - die Nährstoff-, Spurenelement- und Schadstoffverteilung in Untergrund, Böden, Gewässern sowie Grund- und Quellwässern.

In dem langfristig ausgelegten Programm der Geochemischen Landesaufnahme wurde mit der Herausgabe des „Geochemischen Atlas der Republik Österreich“ im Jahre 1989 ein Meilenstein gesetzt. Dem folgten aber zahlreiche weitere regionale und methodische Projekte, deren aktueller Ergebnisstand in einer Metadatendokumentation ersichtlich ist (www.geolba.ac.at/meta/start.htm).
Primär ging die Zielvorgabe für die geochemische Basisaufnahme von der Rohstoffsuche aus. In der Zwischenzeit beziehen sich die Programminhalte auf große Bereiche der Umweltforschung.

Geochemische Daten werden eingesetzt für
- die Charakterisierung geologischer Formationen und die Abklärung ihrer Bildungsbedingungen
- Aufsuchen und Bewerten von Mineralrohstoffen
- Abklärung der Quellen von Spurenelementen (z.B. Schwermetallen) und ihrer Herkunft (geogen oder technogen)
- Definition von Hintergrundverteilungen als Vergleichsdaten für Monitoringprogramme sowie Grenz- und Richtwertdiskussionen
- Fragen der Abfallwirtschaft und des Boden- sowie Grundwasserschutzes
- zahlreiche Detailfragen bei Umweltzustandsbewertungen, Risikoanalysen, Umweltverträglichkeitserklärungen u.a.
- Fragen der langfristigen Nahrungsmittelqualität und der Geomedizin.

Um die Anwendung und Interpretation von geochemischen Daten stärker in Umweltmonitoring-Programmen einzubinden und neue Impulse zu setzen, wurde ein Konzept „Angewandte Geochemie mit Raumbezug 1999-2010“ erarbeitet. Die Durchführung des Programms erfolgt koordiniert durch mehrere Forschungsinstitutionen (Geologische Bundesanstalt, ARC Seibersdorf Research GmbH, Joanneum Research, Büro GEOÖKO). Die Geologische Bundesanstalt leitet und koordiniert das Programm und ist die zentrale Dokumentationsstelle. Folgende Ziele und Schwerpunkte stehen in den nächsten Jahren im Vordergrund:

- Vervollständigung und Erweiterung um die <40-µm-Fraktion der flächendeckenden Bachsedimentgeochemie. Die Bundesländer Burgenland und Vorarlberg werden bearbeitet; Kärnten und Steiermark sind für die nächsten Jahre vorgesehen.
- Internationale Einbindung des Programms durch Mitarbeit bei Geochemistry Task Force der FOREGS (Forum of European Geological Surveys) und entsprechenden Arbeitsgruppen (z.B. GEOURBAN) innerhalb der EuroGeoSurveys.
- Aufbereitung aller vorhandenen Daten unterschiedlicher Probenmedien für alle Fragen der Umweltforschung und -bewertung (z.B. GeoHint: Österreichweite Abschätzung von regionalisierten, hydrochemischen Hintergrundgehalten in oberflächennahen Grundwasserkörpern auf der Basis geochemischer und wasserchemischer Analysedaten zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie 2000/69/EG).
- Weiterentwicklung der Methodenkombinationen für die Bewertung der Belastungsdynamik in Ballungs- und Industriegebieten.
- Verknüpfung der Methoden von Biologie und Geochemie für den Problemkreis des Schwermetalltransfers in Wasser- und Nahrungskreislauf als Teilaspekt der Geomedizin. Das interdisziplinäre Arbeitsgebiet der „MEDICAL GEOLOGY" beschäftigt sich mit den Wechselbeziehungen zwischen der Gesundheit von Mensch und Tier und der geologischen Umgebung. Erst die Kenntnis der geologischen Zusammenhänge ermöglicht es, verbesserte Vorsorgestrategien zu entwickeln, damit einerseits die Umweltbelastung auf ein für jeden Organismus unbedenkliches Maß reduziert wird und andererseits die natürlichen, für jedes Leben erforderlichen Mineralstoffvorkommen besser bekannt und genutzt werden.
- Abklärung und Korrelation geochemischer Daten (Flusssedimente, Böden, Gesteine, Wässer) mit medizinisch-epidemiologischen Daten (z.B. „Todesursachenatlas") für geoepidemiologische Studien.
- Aufbereitung aller vorhandenen hydrochemischen Daten für einen flächendeckenden „Hydrochemischen Atlas von Österreich".
- Aufbereitung aller vorhandenen gesteinschemischen Daten für einen flächendeckenden „Gesteinschemischen Atlas von Österreich".

6.5. Wissensbilanz („immaterielles Vermögen") an der GBA

Der Faktor „Wissen" gewinnt im Zeitalter der Informationsgesellschaft („Dotcom-Ära") immer mehr an Bedeutung. Wissen ist ein gefragtes Gut und wird zur kreativen Ressource. Wissensökonomie, Wissensmanagement und wissensbasierte Gesellschaft sind Schlagwörter, die Wissen als **d e n** Motor für das Wirtschaftswachstum im 21. Jahrhundert signalisieren sollen. Wissen bedeutet aber auch „Macht" und verspricht ökonomische Vorteile, die positive Auswirkungen auf ein Unternehmen haben können. Ebenso wird lebenslanges Lernen als Rezept für den beruflichen Erfolg und private Zufriedenheit empfohlen.

Der Wert eines Unternehmens wird üblicherweise nach Vermögenswerten und klassischen Bilanzen gemessen. Daneben bestimmen aber heute auch andere Faktoren den Börsenwert eines Unternehmens wie die Anzahl zufriedener Kunden, Motivation der Mitarbeiter und die „Marke". Sie bilden das immaterielle Vermögen, das sich auf die intellektuellen Fähigkeiten aller Mitarbeiter stützt. Dieses wertvolle Kapital („intellectual capital", „human capital"), das zu Initiative, Inspiration, Innovation und Steigerung des Know-hows führt, muss erkannt, gefördert und genutzt werden, da es eine nachhaltige Performance bewirkt und langfristig hohe Renditen abwirft.

Die Geologische Bundesanstalt hat in der im Jahre 2002 veröffentlichten Analyse über „Die staatlichen Aufgaben der Geologischen Bundesanstalt“ die im Haus verborgenen Wissensschätze aufgelistet. Danach betreffen immaterielle Werte u.a. das Fachwissen über geowissenschaftliche „Contents“ des Bundesgebietes, das akkumulierte allgemeine Fachwissen über mehr als 150 Jahre geowissenschaftlicher Forschung und die Langzeitstabilität und Kontinuität im Sammeln und Dokumentieren von geowissenschaftlichen Fakten, Gesteins- und Fossilproben aller Art.

Diese Angaben sind jedoch für die Erstellung einer für Stakeholder wichtigen internen Gesamtleistungsbilanz unzureichend. Ein möglichst vollständiges Bild über nicht greifbare Vermögenswerte („Intangible assets“) bedarf zusätzlicher quantitativ erfassbarer Richtgrößen aus dem Mitarbeiter- und Kundenstand. Dazu gehören solche Performance-Indikatoren wie

- Anzahl der pro Jahr durchgeführten Projekte
- Herausgabe von geologischen Karten
- Verkauf von geologischen Publikationen und anderer Produkte
- Teilnahme an Seminaren und Kursen zur Weiterbildung
- Anzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen im In- und Ausland
- Vortrags- und Ausstellungstätigkeit im In- und Ausland
- Lehrtätigkeit an Universitäten
- externe Forschungsaufenthalte
- Exkursionsführungen
- technologische und methodische Innovationen
- Medienkontakte
- Zugriffe auf die Homepage
- Kundenzufriedenheit.

Diese nicht greifbaren Assets des wissenschaftlichen Personals der Geologischen Bundesanstalt einschließlich der teilrechtsfähigen Einrichtung sind teilweise in der folgenden Bilanz für die Berichtsjahre 2001-2003 zusammengefasst (Abb. 29).

Die große Anzahl von Publikationen und internen Berichten, die im Durchschnitt im Jahr 2003 zwei pro Mitarbeiter betragen hat, spiegelt in erster Linie die Dokumentation von Ergebnissen von Projektarbeiten (im Jahr 2003 wurden nahezu 100 meist über mehrere Jahre währende Projekte abgewickelt) einschließlich der Kartierergebnisse der Geologischen Landesaufnahme, IGCP-, FWF-Projekte sowie von EU-Aktivitäten wider. Ihre Erschließung und Archivierung nach den Regeln der Österreichischen Bibliotheksordnung macht sie für die Allgemeinheit zugänglich. Nur ein Bruchteil der Ergebnisse von Forschungsarbeiten ist hingegen in internationalen Zeitschriften veröffentlicht, die einem Peer-Review-Verfahren unterzogen werden.

Der im universitären Forschungsbetrieb übliche „Citation-Index“ als Maß für die Beurteilung ihrer Leistung kann bei Geologischen Diensten nur beschränkt Anwendung finden, da ihr Aufgabenspektrum auch die Dokumentation von lokalen Phänomenen einschließt.

Die Geologische Bundesanstalt erfüllt mit dem Beobachten und Sammeln von lokalen und regionalen geowissenschaftlichen Phänomenen über das österreichische Bundesgebiet und mit ihrer Dokumentation in Form von Berichten, Karten und Analysen den ihr vom Gesetzgeber übertragenen Auftrag (Abb. 30). Diese Informationen sind für weiterführende Entscheidungen in nutzer- und kundengerechter Form aufzubereiten und der Öffentlichkeit zur

Verfügung zu stellen. Neben geologischen Karten gehören dazu u.a. Arbeiten auf den Gebieten der Hydrogeologie einschließlich anthropogen verursachter Schadstoffeinträge in das Grundwasser, die Sicherung von Massenrohstoffen und die Dokumentation von geogenen Naturgefahrenhinweisen sowie Fragen der Raumplanung, des Naturschutzes und die Altlasten- und Deponieproblematik. Die aus diesen Tätigkeiten resultierenden innovativen Produkte stellen einen erheblichen Mehrwert für jeden Anwender dar.

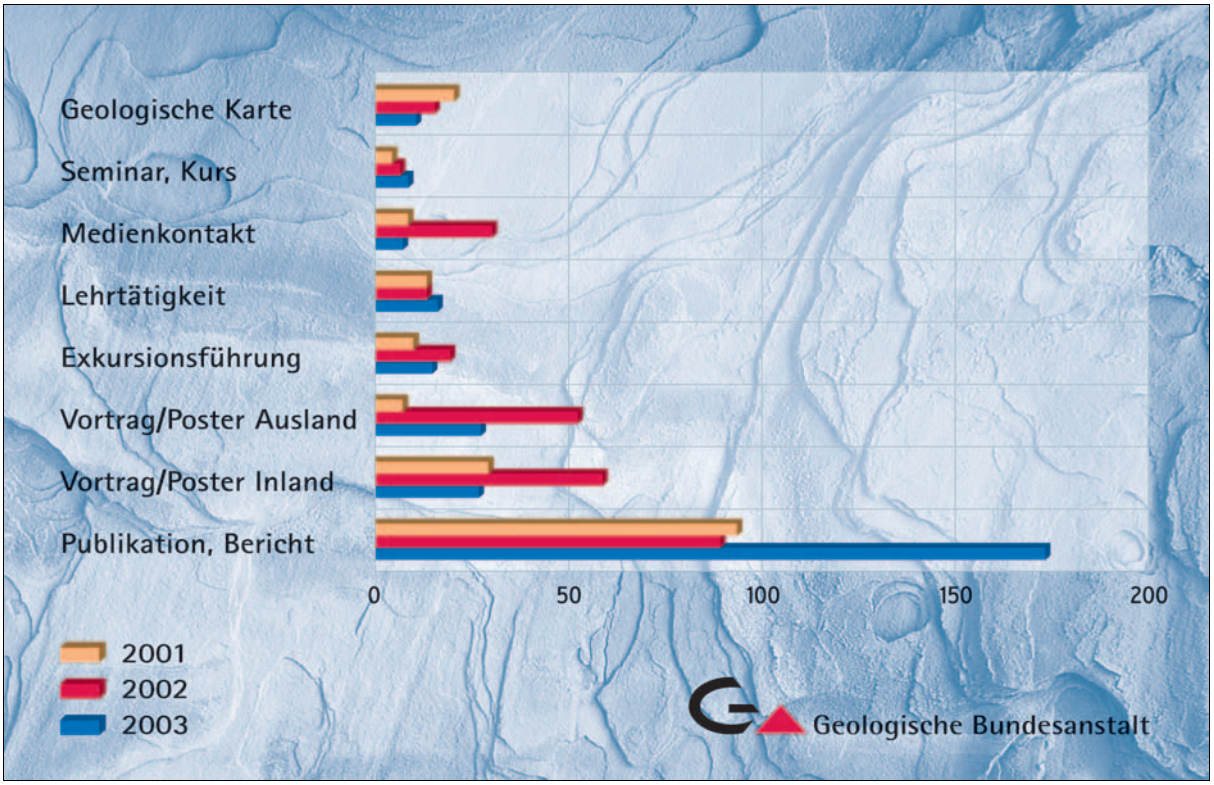

Abb. 29: Darstellung der immateriellen Vermögensbilanz der wissenschaftlichen Mitarbeiter an der Geologischen Bundesanstalt für den Zeitraum 2001 bis 2003.

Die damit einhergehenden, auf kommunaler, Bezirks- oder Landesebene durchgeführten Forschungsarbeiten und umfangreichen wissenschaftlichen Recherchen gehören zu den zentralen Aufgaben eines Geologischen Dienstes wie der Geologischen Bundesanstalt. Der tatsächliche ökonomische Wert des immateriellen Vermögens lässt sich mangels einer Kosten-Nutzen-Analyse kaum beziffern. Mit dem nun beschrittenen Weg der Datenimplementierung in ein integratives elektronisches Geoinformationssystem mit Online-Zugang (ZenGIS) wird jedem interessierten Nutzer die Möglichkeit geboten, direkt auf die gewünschten Daten oder Metadaten zugreifen zu können.

Die neuen Möglichkeiten der Kommunikation entheben die Geologische Bundesanstalt allerdings auch in Zukunft nicht der bereits heute praktizierten Verpflichtung, neue und über den lokalen Rahmen hinausgehende wissenschaftliche Ergebnisse einerseits in renommierten Fachzeitschriften zu veröffentlichen und sich dem internationalen Wettbewerb auf dem Publikations- und Präsentationssektor zu stellen, andererseits die breite Öffentlichkeit über sie interessierende allgemeine Themen in verständlicher Form und Sprache zu informieren.

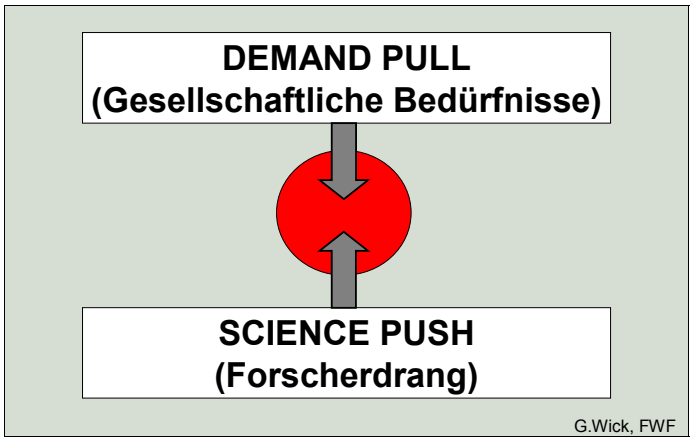

Abb. 30: Forschungsförderung im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Neugierde und gesellschaftlichen Bedürfnissen (nach G. Wick, FWF).

6.6. Der Anteil von F&E an den Gesamtressourcen der Geologischen Bundesanstalt

(Abb. 31)

Im Zusammenhang mit den Ausführungen im Kap. 3.3. wird festgestellt, dass

- an der Geologischen Bundesanstalt am Bedarf orientierte geowissenschaftliche Forschung betrieben wird, die die im Gesetz verankerten Kernaktivitäten umfasst und die im Businessplan sowie in den langfristigen Leitlinien enthaltenen Vorgaben erfüllt,
- der Anteil an angewandter Forschung, der auf ein Programm wie z.B. die Geologische Landesaufnahme entfällt, von Qualitätskriterien einerseits und von ökonomischen Zwängen andererseits bestimmt wird,
- Grundlagenforschung zum Erkenntnisgewinn und zur Überprüfung und Absicherung geowissenschaftlicher Hypothesen und Vorstellungen ohne unmittelbare Anwendung, hauptsächlich auf den Gebieten der Geochronologie, systematischen Mikro- und Nanopaläontologie stattfindet,
- das Ausmaß von F&E-Aktivitäten mittels Zeitaufzeichnung jedes Wisschenschafters erfasst wird,
- das exakte Ausmaß von F&E-Aktivitäten allerdings nur schwer messbar ist und neben F&E-Ausgaben auch die entsprechenden Personalkostenanteile umfasst,
- die Kosten einer geologischen Karte oder anderer Produkte werden durch Berücksichtigung der Gesamtkosten erhoben, die für ein Projekt aufgewendet werden müssen.

6.7. GeoVision - die Zukunft der außeruniversitären Geowissenschaften

Wie kommt es zu Innovationen, wie entstehen neue Erkenntnisse, die für den Menschen von Nutzen sind?

Innovation kann nur durch klare Ziele erreicht werden, die sich am Bedarf der Gesellschaft orientieren und durch Mitarbeiter erarbeitet werden, die ihre Fähigkeiten, Kreativität, Fleiß und Leidenschaft konsequent zur Erreichung der vorgegebenen Ziele einsetzen. Im Bereich der Naturwissenschaften, ebenso wie in den anderen Wissenschaftsdisziplinen, kommen aber auch weitere Attribute wie Initiative und Intuition zum Tragen.

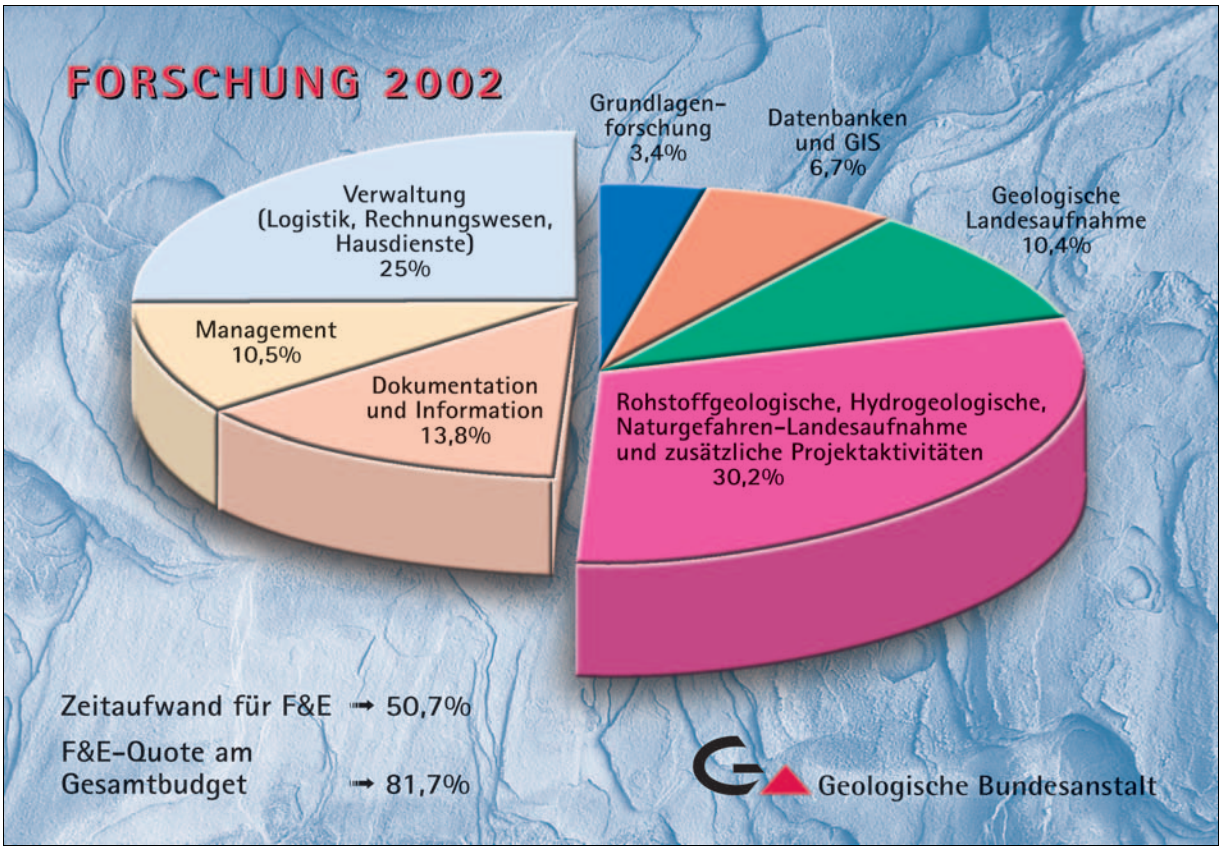

Abb. 31: Ressourceninput für F&E an der GBA im Jahr 2002. Während rund die Hälfte der Arbeitszeit forschungsrelevanten Tätigkeiten gewidmet war, wurden rund 80 % des Gesamtbudgets (einschließlich Personalkosten) für F&E aufgewendet.

Naturwissenschaften sind jene Wissenschaften, die sich mit der belebten und unbelebten Natur beschäftigen. Sie suchen nach erklärbaren und nachvollziehbaren Ursachen für alle Erscheinungen und Wechselwirkungen im komplexen Spannungsfeld der Welt. Die Geowissenschaften als Teilgebiet der Naturwissenschaften ebnen unter anderem den Weg, die Vergangenheit mit der Gegenwart zu verbinden und Prognosen über zukünftige Entwicklungen zu machen.

Beispielhaft wird dies in der Gegenüberstellung fossiler und lebender Schnecken aus rund 12 Millionen Jahre alten Ablagerungen im Wiener Becken und dem Persischen Golf demonstriert (Abb. 32). So wie Vorgänge in der Gegenwart auch in der Vergangenheit ähnlich abliefen („Aktualitätsprinzip"), so gilt auch der Umkehrschluss. Damit liefern geologische Forschungsergebnisse Lösungsansätze für Fragen von heute (z.B. hat der Klimawandel natürliche oder anthropogene Ursachen?).

Die Geologische Bundesanstalt ist seit ihrer Gründung vor 155 Jahren eine hoch angesehene Forschungsstätte von internationalem Rang. Von hier kamen im späten 19. und im 20. Jahrhundert grundlegende Erkenntnisse über den Bau der Alpen, die Gliederung verschiedener Zeitepochen der Erdgeschichte oder über geologische Parallelitäten zwischen Alpen und Himalaya. Aber auch Fragen der Rohstoffe, die Erschließung der österreichischen Erdölvorkommen und ingenieurgeologische Großleistungen im Tunnel- und Straßenbau sind eng an die Forschungsergebnisse der Geologischen Bundesanstalt gebunden.

Abb. 32: Rund 12 Millionen Jahre alter Atzgersdorfer Stein aus dem Sarmat (Miozän) mit Schalen von *Cerithium rubiginosum* (links) und lebende Nadelschnecken auf Algen im Persischen Golf (nach M. Harzhauser, NHM Wien).

Welche sind, im Sinne von „Hotspots" oder „Emerging Markets", die strategisch vorrangigen Themen, denen sich die Geologische Bundesanstalt bzw. die Geowissenschaften im Allgemeinen in den kommenden Jahren verstärkt widmen müssen?

Thema Nachhaltigkeit. Im 21. Jahrhundert ist die Politik im Umweltbereich mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert, die eines gemeinsamen Handelns verschiedener Akteure bedürfen. Neue Ansätze und Konzepte haben den gesellschaftlichen Veränderungen Rechnung zu tragen und sind insbesondere in den Bereichen Forschung, Innovation und im Bildungswesen erforderlich. Das Schlagwort der Nachhaltigkeit wird nicht nur zum Postulat und Programm erhoben, sondern - wie Ch. Smoliner kürzlich in einem Vortrag beim Kick-Off-Meeting des BMBWK-Schwerpunkt-Programmes ProVision feststellte - zur Orientierung und zu dem Kriterium künftiger Forschungsaktivitäten (Abb. 33).

Die jüngst bekannt gewordenen Vorschläge der EU zu den Strukturfonds, der Forschung und den Gemeinschaftsinitiativen orientieren sich an diesen Grundsätzen. So beschränken sich in Zukunft die Regionalprogramme auf wenige zentrale Themen wie Innovation und wissensbasierte Wirtschaft, Umwelt und Risikoprävention sowie Zugänglichkeit und Leistungen der Daseinsvorsorge. Im gewachsenen Europa gewinnt die Ökologie an Bedeutung. Ihr Stellenwert schlägt sich auch in der Strategie zur Förderung des ländlichen Raums deutlich nieder: Eines von drei zentralen Themen ist die Verbesserung von Umwelt und Landwirtschaft durch die Förderung von Raumordnungsmaßnahmen. Dafür ist die genaue Information über die geologische Beschaffenheit des „Raumes" eine Grundvoraussetzung!

Gerade zu diesem Themenkreis hat die GBA durch ihre vielfältige Erfahrung aus der Erstellung regionaler Geopotenzialstudien in Kooperation mit den einzelnen Bundesländern wesentliche Beiträge zu liefern.

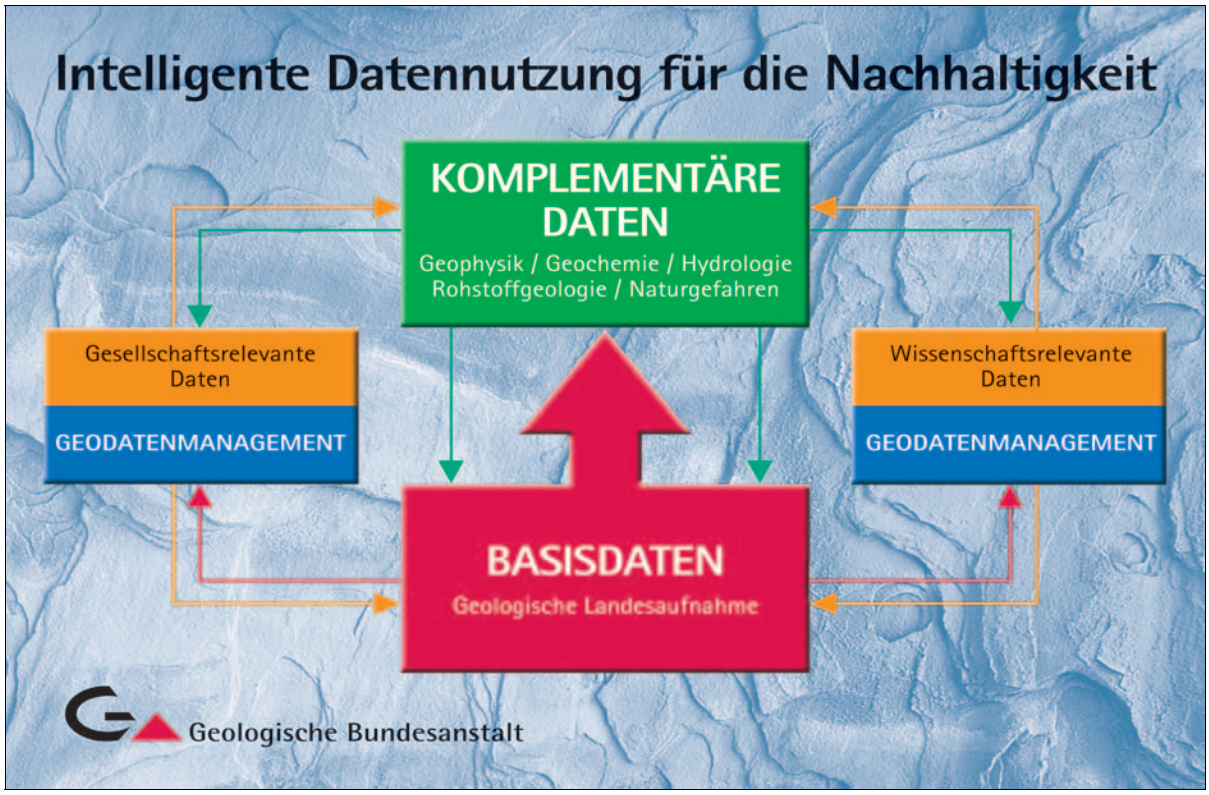

Abb. 33: Datengewinnung und Informationsfluss an der GBA. Eine intelligente Nutzung der gesellschaftsrelevanten Daten unterstützt die Ziele der Nachhaltigkeit.

Thema Sicherheit. In der Gegenwart ist Sicherheit das beherrschende Thema, das nach den weltweiten Ereignissen und gesellschaftlichen Veränderungen der jüngsten Zeit zunehmend alle Bereiche des menschlichen Lebens prägt und mittlerweile zu einer gesamtstaatlichen Angelegenheit wurde. In der Sicherheitspolitik vollzieht sich denn auch weltweit ein Wandel, dem sich Österreich nicht entziehen kann.

Von der westlichen Staatengemeinschaft wird als Reaktion auf die neuen Herausforderungen an die Sicherheit in einer sich verändernden Welt eine Verstärkung der sicherheitsrelevanten Forschung allgemein als notwendig erachtet.

In der heimischen Politik ist die Zielsetzung eines Programms zur Erhöhung der Sicherheit durch Forschung und Technologie vorerst unklar und bedarf einer Präzisierung. Derzeit hat es den Anschein, als ob eine Konzentration auf Subthemen stattfindet, in denen sich lediglich die eigenen Forschungsthemen widerfinden.

Vordringlich wäre daher zuallererst eine ganz Österreich umfassende Bestandsaufnahme auf dem Gebiet der Sicherheitforschung, der eine Bedarfsanalyse folgen müsste.

Eine umfassende Sicherheitsvorsorge beruht u.a. auf dem Prinzip der präventiven Sicherheit, d.h. der vorbeugenden Abwendung des Entstehens von Risiken und Katastrophen. Im Krisenfall ist Sicherheit abhängig von der Funktionsfähigkeit wichtiger Einrichtungen der Infrastruktur, der Sicherstellung strategischer Ressourcen wie Wasser, lebensnotwendiger Rohstoffe, Energie, Verkehr und IKT. Nach den bisher präsentierten Vorschlägen für das 7. EU-Rahmenprogramm ist vor allem die sicherheitsrelevante F&E in den Bereichen Flugverkehr, Bioterrorismus und Lebensmittelsicherheit auszubauen.

Nach der Mitteilung der Kommission vom 3.2.2004 - KOM (2004, 72) sind „vorbereitende Maßnahmen“ auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung mit dem Ziel auf dem Weg, daraus ein umfassendes Programm für die Zeit nach 2007 auszuarbeiten (7. EU-Rahmenprogramm). Als strategische Ziele werden darin genannt (1) die Abwehr von Bedrohungen (u.a. durch Terrorismus, Proliferation, Organisierte Kriminalität), (2) die Stärkung der Sicherheit in Nachbarschaft der EU und (3) eine Weltordnung auf der Grundlage eines wirksamen Multilateralismus.

Aktionsbereiche mit prioritären Aufgaben sind u.a. die Optimierung der Sicherheit und der Schutz vernetzter Systeme, die Verbesserung des Krisenmanagements und die Interoperabilität und Integration der Informations- und Kommunikationssysteme.

Die Maßnahmen sollen u. a. zum Ziel haben,

- dauerhafte und effiziente Partnerschaften, Netze und Arbeitsweisen zwischen öffentlichen Nutzern, der Industrie und Forschungseinrichtungen aufzubauen,
- Krisenmanagement, Interoperabilität und Integration der Informations- und Kommunikationssysteme zu verbesseren,
- Kapazitäten für Erkennung, Vorbeugung, Reaktionsfähigkeit und Alarmbereitschaft aufzubauen und Informations- und Kommunikationssysteme zu stärken,
- Maßnahmen zum Schutz vor Terrorismus (auch vor Bioterrorismus und Unfällen mit biologischen, chemischen und nuklearen Stoffen) zu entwickeln sowie
- kritische Bereiche zur Reduzierung der Risiken und Anfälligkeit zu identifizieren.

Zur Sicherheitsvorsorge gehört nicht nur eine kritische Beurteilung möglicher Bedrohungen, sondern auch vorausschauende Schutzmaßnahmen. Sie obliegen dem jeweiligen staatlichen Katastrophenschutz-Management, das den technisch-humanitären Beistand koordiniert, wenn Elementarereignisse mehrere Mitgliedstaaten der EU, das gesamte Bundesgebiet oder einzelne Bundesländer betreffen, wie etwa bei Störfällen in grenznahen Kernkraftwerken* oder in der Folge extremer Wettersituationen. Letztere werden übereinstimmend als Zeichen fortschreitenden Klimawandels gewertet, die sich einerseits in der Zunahme von Starkniederschlägen, Hochwässern, Murenabgängen und Bergstürzen auswirken, andererseits im gehäuften Auftreten von Trockenheiten und Dürren bis hin zur Änderung der Vegetationszonen im Hochgebirge. Für solche Fälle ist einerseits ein enges Zusammenwirken und eine breite Kommunikation zwischen Behörden, Medien, Wirtschaft und Wissenschaft anzustreben und andererseits der Austausch von Informationen, die Vernetzung von Datenbanken und die Interoperabilität von Geräten und Dateiformaten statt Insellösungen sicherzustellen.

Die GBA ist per Gesetz in das staatliche Krisenmanagement eingebunden. Konkrete Aufgaben ergeben sich u.a. für die Messung der künstlichen/natürlichen Radioaktivität des Bundesgebietes mit Hilfe der Aerogeophysik.

* In den Nachbarstaaten Österreichs sind derzeit 39 Kernkraftwerke in Betrieb

Thema Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Für die Geologische Bundesanstalt werden in den kommenden Jahren alle Aspekte der Kommunikation und Information die dominierenden strategischen Faktoren sein, an denen die Performance der Anstalt gemessen wird und die eine wesentliche Beschleunigung in der Entscheidungsfindung versprechen. Dazu muss das Zentrale Geoinformationssystem ZenGIS zu einem umfassenden Wissensmanagement ausgebaut werden, das in der Lage ist, aus dem überreichen Datenangebot jene geowissenschaftlich relevanten Informationen herauszufiltern, die ein Nutzer benötigt (Abb. 34).

Das ist vor allem dadurch ermöglicht worden, dass vormals analog erstellte geologische Karten vollständig von digitalen Karten abgelöst wurden, die die Speicherung, Darstellung und Analyse von multidisziplinär erarbeiteten geowissenschaftlich relevanten Daten und Phänomenen in verschiedenen Ebenen erlaubt.

Abb. 34: Kunden und Nutzer von geologischen Informationen in der Wirtschaft, Wissenschaft und im Privatbereich.

Thema Internationale Zusammenarbeit. Die Geologische Bundesanstalt hat eine lange Tradition in der internationalen Zusammenarbeit, die weit in das 19. Jahrhundert zurückreicht (vgl. Geo 2000, Leitlinien der Geologischen Bundesanstalt für die Zukunft, S. 20-23). In den vergangenen zwei Dekaden sind bestehende Partnerschaften bis auf bilaterale Kooperationen mangels fehlender Ressourcen weitgehend zum Stillstand gekommen.

Mit der Übersiedlung an den neuen Standort wird die Geologische Bundesanstalt erneut Überlegungen anstellen, im Rahmen der internationalen Staatengemeinschaft und der Öster-

reichischen Entwicklungszusammenarbeit (ÖEZA) bzw. der Austrian Development Agency (ADA) neue Akzente in der geowissenschaftlichen Zusammenarbeit mit ausgewählten Ländern der Dritten Welt zu setzen. Hierfür bieten sich analog den im Dreijahresprogramm der Österreichischen Entwicklungspolitik 2004-2006 festgeschriebenen Sektorschwerpunkten und Themen primär Expertisen in den Bereichen Ländliche Entwicklung (Rohstoffe), Wasser und Umwelt an, in denen die GBA über entsprechendes Know-how und bedarfsgerechte Lösungsvorschläge zum Aufbau von Kapazitäten in diesen Ländern verfügt. Wissenstransfer und Know-how-Austausch ist nicht nur ein Gebot der Stunde, sondern eine Verpflichtung reicherer Staaten gegenüber „Low-Income"-Ländern, um im Sinne eines verstärkten „Nord-Süd-Dialogs" die immer größer werdende Kluft zwischen den reichen Industrieländern und dem Rest der Welt zu verkleinern.

Thema Inter- und Multidisziplinarität. In den vergangenen Jahren haben sich in der industrialisierten Welt die Arbeitsweise und die Aufgaben der Geowissenschaften grundlegend geändert. Es ist eine stille Revolution, die vorerst nur Insider bemerken und die darin besteht, dass durch intensive Verbundforschung und Prozessdenken sowohl die eigenen Stärken jeder Forschungsorganisation als auch die Qualität der Forschungsergebnisse und letztlich das Gesamtresultat aller Akteure wesentlich verbessert werden.

Aus erdwissenschaftlicher Sicht betrifft der Paradigmenwechsel sowohl die geowissenschaftliche Landesaufnahme als auch die komplementären Forschungsbereiche. Die neuen Themenschwerpunkte orientieren sich an den vielfältigen Bedürfnissen der Kunden und Nutzer, denen die Erdwissenschaften eine breite Palette von maßgeschneiderten Daten anbieten können (vgl. Abb. 8, 12, 34). Als kompetent erweist sich jener Partner, der einen ganzheitlichen Ansatz zur Problemlösung hat.

Die Geologische Bundesanstalt ist auf die neue Entwicklung gut vorbereitet. Sie hat nicht nur geologische Themenfelder von besonderer Aktualität für Österreich identifiziert (siehe Kap. 6.3.), sondern ist die einzige Institution in Österreich, die dank ihrer personellen, fachlichen und technischen Kapazitäten zentral die meisten Bereiche der Erdwissenschaften vertritt. Andere außeruniversitäre Einrichtungen wie Austrian Research Centers, Joanneum Research oder alpS-Zentrum für Naturgefahren, aber auch einschlägige erdwissenschaftliche Institute an den Universitäten verfügen nicht über vergleichbares Fachpersonal und Know-how. Sie besitzen aber wichtige zusätzliche Ressourcen und Informationen, die zur Beantwortung eines umfangreichen erdwissenschaftlichen Fragenkatalogs notwendig sind.

Die Stärke der Geologischen Bundesanstalt liegt in ihrer Inter- und Multidisziplinarität und ihrer Kompetenz in der Erhebung, Analyse und Interpretation von geowissenschaftlich relevanten Beobachtungen, der Herstellung von digitalen geologischen Karten und im Datenmanagement. Basierend auf einem klaren gesetzlichen Auftrag liefert sie Grundlagen und Daten von öffentlichem Interesse für die unmittelbaren Lebensbereiche der Gesellschaft. Der Bogen spannt sich von der Sicherung mineralischer Rohstoffe und Wasser über das Dokumentieren und Abschätzen möglicher geologisch bedingter Naturgefahren, über die Grundlagen für große Bauvorhaben bis hin zur Raumplanung, dem Naturschutz und dem Freizeit- und Bildungsbereich. Damit wird die Geologische Bundesanstalt dem Anspruch als „Center of Excellence & Competence" für die gesamten Erdwissenschaften in Österreich des 21. Jahrhunderts gerecht.

7. Literatur

Borg, G. (2003): Ziele und Aspekte der nationalen und internationalen Rohstoffforschung. - Vortrag Symposium „Rohstoffe im Dienste der Gesellschaft", Österr. Akad. Wiss., Wien.

Chow, J., Kopp, R.J. & Portney, P.R. (2003): Energy Resources and Global Development. - Science, 302, 1528-1531, Washington.

Cohen, J.E. (2003): Human Population: The Next Half Century. - Science, 302, 1172-1175, Washington.

Dott, R.H. (1998): What is unique about geological reasoning? - GSA Today, Oct. 1998, 15-18, Boulder.

Gleick, P.H. (2003): Global Freshwater Resources: Soft-Path Solutions for the 21st Century. - Science, 302, 1524-1527, Washington.

Jäckli & Schindler (1986): Möglichkeiten der Substitution hochwertiger Alluvialkiese durch andere mineralische Rohstoffe. - Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. 68, 1-177, Bern.

Karl, T.R. & Trenberth, K.E. (2003): Modern Global Climate Change. - Science, 302, 1719-1723.

Kerr, R.A. (2004): An Early Start for Greenhouse Warming? - Science, 303, 306-307, Washington.

Kündig, R., Mumenthaler, T., Eckardt, P., Keusen, H.R., Schindler, C., Hofmann, F., Vogler, R. & Guntli, P. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. - Schweizerische Geotechnische Kommission, 534 S., Zürich.

Mager, D. (2003): Mineralische Rohstoffe - Bausteine einer zukunftsfähigen industriellen Infrastruktur unserer Gesellschaft. - Vortrag Symposium „Rohstoffe im Dienste der Gesellschaft", Österr. Akad. Wiss. Wien.

Mason, B. (2004): The hot hand of history. - Nature, v. 427, 582-583, London.

Miller, L. & Douglas, B. (2004): Mass and volume contributions to twentieth-century global sea level rise. - Nature, v. 428, 406-408, London.

Münchener Rückversicherungs-Ges. (2004): TOPICS geo, Jahresrückblick Naturkatastrophen 2003, 1-53, München.

Petit, J.R. et al. (1999): Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. - Nature, vol. 399, 429-436, London.

Rahmstorf, S., Archer, D., Ebel, D.S., Eugster, O., Jouzel, J., Maraun, D., Neu, U., Schmidt, G.A., Severinghaus, J., Weaver, A.J. & Zachos, J. (2004): Cosmic Rays, Carbon Dioxide and Climate. - Eos, Transactions AGU.

Ruddiman, W.F. (2003): The Anthropogenic Era Began Thousands of Years Ago. - Eos Trans. AGU, 84(46), Fall Meeting, Abstract.

Ruddiman, W.F. (2003). In: Climate Change, 61, 261-293

Schär, Ch., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, Ch., Häberli, Ch., Liniger, M.A. & Appenzeller, Ch. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. - Nature, v. 427, 332-336, London.

Schönlaub, H.P. (1999): Geo 2000, Leitlinien der Geologischen Bundesanstalt in der Zukunft. - Ber. Geol. B.-A., 44, 1-60, Wien.

Schönlaub, H.P. (Red.) (2002): Die staatlichen Aufgaben der Geologischen Bundesanstalt. - Ber. Geol. B.-A., 59, 1-37, Wien.

Stokes, D.E. (1997): Pasteur's Quadrant, Basic Science and Technological Innovation. - 1-180, Brookings Institution Press, Washington, D.C.

Wellmer, F.W. & Becker-Platen, J.D. (2001): World Natural Resources Policy (with Focus on Mineral Resources). - In: Our Fragile World. Challenges and Opportunities for Sustainable Development (M.K.Tolba, edit.), Encyclopedia of Life Support Systems, EOLSS Publ., 183-207, Oxford.

Wellmer, F.-W. mit Unterstützung von Leifeld, D., Röhling, S. & Wagner, H. (2003): Mineral and energy resources: Economic factor and motor for research and development. - Z. dt. geol. Ges. 154, 1-27, Stuttgart.

8. Autoren

Die vorliegende Publikation wurde unter der konzeptionellen und redaktionellen Leitung von H.P. Schönlaub mit Beiträgen von T. Cernajsek, A. Daurer, I. Draxler, H. Eichberger, M. Heinrich, T. Hofmann, P. Klein, A. Koçiu, W. Kollmann, H.-G. Krenmayr, G. Letouzé-Zezula, K. Motschka, M. Rockenschaub, R. Roetzel, A. Schedl, H.P. Schönlaub und R. Schuster verfasst.