

## Alexander Tollmann:

### **Jaderný odpad: Konečné úložiště je nevyřešený problém (s. 144-146)**

Vláda správně uvedla bezpečné konečné uložení radioaktivního odpadu jako rozhodující podmínku pro uvedení do provozu jaderných elektráren v Rakousku.

Základním odborným posudkem, z něhož vycházely všechny další úvahy a šetření, byla oficiální studie o geologickém výběru těchto lokalit v Rakousku, předložená 30. června 1975.

Jako zvláště vhodný region byl v tomto ohledu označen Waldviertel a bylo zmíněno i několik zvláštních úseků pro konečné úložiště, jako například Binderberg u Karlstiftu, Wachberg u Großpertholzu atd., které byly charakterizovány jako "staré horské klidové zóny bez regionálních poruch".

Na základě tohoto odborného posudku a dalších studií prováděných konvenčními metodami je proto Waldviertel stále favoritem pro ukládání jaderného odpadu.

Znalecký posudek je zastaralý. V poslední době se na základě nových výzkumných metod objevily nové

## Alexander Tollmann:

### **Atommüll: Endlagerung ein ungelöstes Problem (S. 144-146)**

Mit Recht hat die Regierung die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle als entscheidende Vorbedingung für die Inbetriebnahme von Atomkraftwerken in Österreich genannt.

Das grundlegende Gutachten, auf dem alle weiteren Überlegungen und Untersuchungen aufbauten, war die offizielle, am 30. Juni 1975 vorgelegte Studie über die geologische Auswahl derartiger Standorte in Österreich.

Dabei wurde vor allem das Waldviertel als eine in dieser Hinsicht besonders geeignete Region bezeichnet, beziehungsweise es wurden auch etliche spezielle Abschnitte für die Endlagerung genannt, etwa der Binderberg bei Karlstift, der Wachberg bei Großpertholz usw., die als „alte gebirgsbaulich ruhige Zonen ohne regionale Störungen“ charakterisiert waren.

Aufgrund dieses Gutachtens und weiterer Studien mit herkömmlichen Methoden ist das Waldviertel daher bis heute Favorit für die Lagerung von Atommüll.

Das Gutachten ist überholt. In jüngster Zeit haben sich aufgrund neuer Forschungsmethoden neue geologische

geologické poznatky, které tento předchozí názor zásadně převracejí.

Nedávno nám byly poskytnuty satelitní snímky pořízené americkou vesmírnou agenturou NASA pomocí družic LANDSAT z výšky 915 kilometrů. Odhalují trhlinově-tektonické členění oblasti lépe, než je kdy možné zachytit pozemními snímky - zejména v oblastech pokrytých vegetací.

Již první speciální, zlomově-tektonické vyhodnocení těchto satelitních snímků, které jsem provedl, jasně ukazuje - zejména na mapě - překvapivou skutečnost, že Waldviertel a Mühlviertel jsou oblasti Rakouska nejvíce rozčleněné dlouhotrvajícími zlomy klesajícími do velkých hloubek!

Skutečnost, že četné hlavní zlomy v této oblasti mají hloubku mnoha kilometrů, lze odvodit mimo jiné z toho, že některé z nich se zesponu prokopovaly do nadloží alpských hornin.

Zlomy ve Waldviertelu vznikly přibližně před 250 miliony let.

Mezitím se nezhojily, tj. nebyly konsolidovány rekrystalizací.

Erkenntnisse ergeben, die diese bisherige Meinung grundsätzlich umstoßen.

Seit kurzem stehen uns die von der NASA, der amerikanischen Weltraumbehörde, mit Hilfe von LANDSAT-Satelliten aus 915 Kilometer Höhe aufgenommenen Satellitenbilder zur Verfügung. Sie lassen die bruchtektonische Zerlegung einer Region besser erkennen, als man dies je durch terrestrische Aufnahmen erfassen kann – besonders in den von der Vegetation bedeckten Gebieten.

Bereits die erste spezielle, bruchtektonische Auswertung dieser Satellitenbilder, die ich durchgeführt habe, zeigt – besonders im Kartenbild – deutlich die überraschende Tatsache, dass das Wald- und Mühlviertel die am stärksten durch langanhaltende und in große Tiefen hinabziehende Brüche zerstückelten Gebiete Österreichs sind!

Dass die zahlreichen Hauptbrüche dieser Region einen Tiefgang von vielen Kilometern aufweisen, lässt sich unter anderem daraus entnehmen, dass manche davon sich von unten her in die überschobenen alpinen Gesteinsdecken der Alpen durchgepaust haben.

Die Brüche im Waldviertel sind vor rund 250 Millionen Jahren angelegt worden. Sie sind in der Zwischenzeit nicht verheilt, also nicht durch

Rozdrcená hornina mylonitizovaná podél puklinových zón spíše ponechala tyto uvolněné oblasti jako pohyblivé zóny až do současnosti.

Hluboké zvětrávání rozpadlých hornin, rovněž ve spojení s erozí, způsobuje, že jsou viditelné na satelitních snímcích.

Taková oblast není vhodná pro skladování radioaktivního odpadu z několika důvodů.

- Těsný zlomově-tektonický rozpad odstraní stabilitu horniny.
- Hluboké zvětrávání podél puklinové sítě zajišťuje v těchto zónách hluboké pronikání podzemní vody.

To v podstatně uznává i v úvodu zmíněný zásadní odborný posudek k této problematice, který na straně 5 správně uvádí:

"Nakonec byly vyloučeny oblasti s nepříznivou tektonickou situací jako zásadně geologicky nevhodné, čímž je třeba rozumět jak přítomnost zlomových zón (zlomové zóny, nadloží atd.) coby důkaz o pohyblivosti hornin, tak i seismicita."

Umkristallisation verfestigt worden. Vielmehr ließ das entlang der Zerrüttungszonen mylonitisierte, zermahlene Gestein diese Lockerstellen als mobile Zonen bis in die Gegenwart bestehen.

Die tiefgründige Verwitterung des zersetzten Gesteins bewirkt auch im Zusammenwirken mit der Erosion ihr Sichtbarwerden auf den Satellitenbildern.

Für die Lagerung radioaktiver Abfälle ist nun ein solches Gebiet aus mehreren Gründen nicht geeignet.

- Die enge bruchtektonische Zerlegung hat die Stabilität des Gesteins aufgehoben.
- Die tiefgründige Verwitterung entlang des Bruchnetzes sorgt für ein tiefes Eindringen des Grundwassers in solchen Zonen.

Das wird prinzipiell auch von dem eingangserwähnten offiziellen Grundsatzgutachten zu dieser Frage anerkannt, in dem es auf Seite fünf mit Recht heißt:

„Als grundsätzlich geologisch ungeeignet wurden schließlich Regionen mit ungünstiger tektonischer Situation ausgeschieden, worunter sowohl das Vorhandensein von Störungszonen (Bruchzonen, Überschiebungen etc.) als

Jenže v té době takové zlomově-tektonické rozpadání hornin ve Waldviertelu, konkrétně i ve zmíněných oblastech včetně Allensteigu, ještě nebylo známo.

Není tedy zaručeno, zda lze radioaktivní materiál bezpečně uložit v žulové a rulové oblasti Waldviertelu.

Naopak. V podmínkách, které zde panují - při absenci neustálé údržby po nepředstavitelně dlouhou dobu - dochází k nebezpečné interakci následujících faktorů:

1. Hluboké pronikání podzemní vody do horniny, která je těsně a hluboce rozčleněna zlomy a puklinami a protkána mylonitovými zónami,
2. pohyby, které se na těchto zlomech opakovaně vyskytovaly v geologické historii, a lze tedy očekávat, že budou pokračovat, a
3. destrukce jemné struktury vloženého materiálu koncentrovaným radioaktivním materiálem, kterou lze očekávat v důsledku dlouhodobého účinku.

Beweis gebirgsbaulicher Mobilität als auch Seismizität zu verstehen ist“ – nur dass damals noch nicht die derartige bruchtektonische Zerlegung des Gesteins im Waldviertel, speziell auch in den genannten Regionen einschließlich Allensteig, bekannt gewesen ist.

Für eine ungefährdete Endlagerung des radioaktiven Materials im Granit- und Gneisgebiet des Waldviertels ist demnach keine Sicherheit gegeben.

Im Gegenteil. Unter den dort herrschenden Bedingungen – bei Fehlen ständiger Wartung über unvorstellbar lange Zeit – wirken vielmehr die folgenden Faktoren gefährlich zusammen:

1. Das tiefe Eindringen des Grundwassers in das eng und tief durch Brüche und Klüfte zerlegte und von Mylonitzonen durchzogene Gestein,
2. die an solchen Störungen in geologischer Geschichte wiederholt nachweisbaren und demnach weiterhin zu erwartenden Bewegungen und
3. die aufgrund der Langzeitwirkung zu erwartende Zerstörung des Feingefüges des Einbettungsmaterials durch das konzentrierte radioaktive Material.

Únik radioaktivních látek hlubinnými vodami do biosféry lze tedy očekávat, takže z odpovědného geologického hlediska je třeba před tímto experimentem co nejdůrazněji varovat.

Situace je však deprimující, když ani po zjištění těchto nových faktorů nevyvíjejí odpovědné orgány žádné vážné úsilí o získání podrobnějších zkušeností s ukládáním jaderného odpadu ve Waldviertelu.

Rakouská společnost pro studium atomové energie (Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie), která je pro tuto záležitost jistě příslušná, byla o této zprávě informována odborníky v červenci 1977 s doporučením, aby se obrátila na mne jako vedoucího Geologického ústavu Vídeňské univerzity, nereagovala.

Ani ostatní strany neprojevily zájem vyslechnout varovné hlasy v této pravděpodobně rozhodující otázce.

Alternativní řešení, jako je konečné úložiště ve vysokohorských oblastech Rakouska, však nelze tak snadno

Es ist daher mit dem Austreten radioaktiver Stoffe über die Tiefengewässer in die Biosphäre zu rechnen, sodass von verantwortungsbewusster geologischer Seite vor diesem Experiment nur intensivst und mit allem Nachdruck gewarnt werden muss.

Bedrückend allerdings ist die Situation, wenn auch nach Bekanntwerden dieser neuen Faktoren bei den weiteren Überlegungen über Lagerung von Atommüll im Waldviertel seitens der zuständigen Stellen offenbar keine ernstesten Anstrengungen unternommen werden, hierüber nähere einschlägige Erfahrungen zu gewinnen.

Die hierfür sicherlich zuständige „Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie“, an die im Juli 1977 diese Informationen von Fachleuten mit der Empfehlung bekannt gegeben wurden, sich an mich als den Vorstand des Institutes für Geologie der Universität Wien zu wenden, zeigte keine Reaktion.

Auch von anderer Seite wurde kein Interesse gezeigt, in dieser wohl entscheidenden Frage auch die warnenden Stimmen zu hören.

Eine Alternativlösung – etwa die Endlagerung in den alpinen Regionen Österreichs – kann allerdings nicht so

nabídnout ad hoc.

I v tomto případě přinesla analýza satelitních snímků nové cenné poznatky, takže nyní máme k dispozici zásadní doplňující informace o významu a délce trvání tohoto jevu (tím, že zasahuje od hlavních poruch do velmi mladých sedimentů na okraji Alp), které varují před unáhlenými rozhodnutími v alpské oblasti.

V každém případě je třeba v souvislosti se jmenováním rakouských alpských zón ihned uvést jednu věc:

Solné dómy, které jsou jinak díky své suchosti v mimoalpské oblasti preferovány, rozhodně nejsou vhodné jako konečné úložiště jaderného odpadu v alpské oblasti Rakouska, protože i v současnosti - stejně jako v geologické minulosti - vykazují překvapivě vysoký stupeň částečné mobility.

Na příkladu hory Hallstätter Salzberg geodetické měření provedené Technickou univerzitou ve Vídni v letech 1954 až 1973 ukázalo, že se útvar („Gehänge“) v tomto období posunul horizontálně o 4,4 metru, tj. o 23 centimetrů za rok.

Tento pohyb je v solném dole silně cítit až do hloubky 100 metrů.

einfach ad hoc angeboten werden.

Auch hier hat die Satellitenbilddauswertung wertvolle neue Erkenntnisse gebracht, sodass wir über die Bedeutung und die Andauer der Wirksamkeit (durch Hinausgreifen von Hauptstörungen in ganz junge Sedimente am Alpenrand) heute wesentliche, zusätzliche Informationen besitzen, die vor vorschnellen Entscheidungen im alpinen Gebiet warnen.

Eines jedenfalls muss im Zusammenhang mit der Nennung der alpinen Zonen Österreichs sogleich festgestellt werden:

Die wegen ihrer Trockenheit im außeralpinen Raum sonst bevorzugten Salzstöcke fallen im alpinen Gebiet Österreichs für eine Endlagerung des Atommülls mit Sicherheit aus, da sie auch in der Gegenwart – wie in der geologischen Vergangenheit – eine erstaunlich hohe Teilbeweglichkeit aufweisen.

Am Beispiel des Hallstätter Salzberges etwa hat eine seitens der TU Wien im Zeitraum 1954 bis 1973 vorgenommene Geodimeter-Messung gezeigt, dass sich die Gehänge in dieser Zeit gleichsam fließend 4,4 Meter weit horizontal bewegt haben, sich also pro Jahr 23 Zentimeter weit verschieben. Diese Bewegung ist bis in 100 Meter Tiefe im Salzbergbau kräftig zu verspüren.

Pozorování lze rozšířit až do hloubky jednoho kilometru pod povrchem, takže lze předpokládat, že v tomto reprezentativním příkladu je v čilém a nepřetržitém pohybu masa o objemu přibližně 60 milionů metrů krychlových.

Zatímco moderní metody přinesly nové aspekty ve výše uvedené otázce, samotná otázka ochrany jaderné elektrárny Zwentendorf před zemětřesením vychází z dobře známých skutečností, které jsou v zásadě platné i dnes:

Především se v minulosti vyskytovala silná zemětřesení v oblasti východního okraje Alp, částečně v oblasti Vídeňské pánve, zejména také v oblasti Neulengbach, kde např. zemětřesení v roce 1590 dosáhlo intenzity devíti stupňů Mercalliho stupnice (dosud nejsilnější zemětřesení v Rakousku: Villach v roce 1349 s deseti stupni dvanáctičlenné Mercalliho stupnice).

Zemětřesení s epicentrem v Neulengbachu byla podrobně zaznamenána například i v minulém století.

Energie těchto zemětřesení na východním okraji Alp se však - z důvodů charakteru hlubší zemské kůry, který podrobně neznáme - šíří přednostně severním až severozápadním směrem, takže byla

Die Beobachtungen können bis ein Kilometer unter die Geländeoberfläche ergänzt werden, sodass angenommen werden kann, dass sich in diesem repräsentativen Beispiel eine etwa 60 Millionen Kubikmeter große Masse in kräftiger, andauernder Bewegung befindet.

Während in der oben angeschnittenen Frage moderne Methoden neue Aspekte erbracht haben, liegen zur Frage der Erdbebensicherung des Kernkraftwerk-Standortes Zwentendorf selbst altbekannte Tatsachen vor, die auch heute ihre grundsätzliche Gültigkeit haben:

Zunächst traten in der Vergangenheit im Alpenostrand-Bereich kräftige Erdbeben auf, teils im Bereich des Wiener Beckens, besonders auch im Raum Neulengbach, wo z.B. das Beben im Jahre 1590 eine Intensität von neun Grad der Mercalli-Skala erreichte (stärkstes Beben in Österreich bisher: Villach 1349 mit zehn Grad der zwölfteiligen Mercalli-Skala).

Auch im vorigen Jahrhundert wurde über Erdbeben mit Epizentrum Neulengbach z.B. ausführlich berichtet. Die Energie dieser Alpenostrand-Beben aber breitet sich - aus Gründen der Beschaffenheit der tieferen Kruste, die wir nicht näher kennen - bevorzugt in Richtung Nord bis Nordwest aus, sodass die Region im

přednostně zasažena oblast v Tullnerfeldu mezi Zwentendorfem a Traismauerem, jakož i dolní Kampthal a východní Waldviertel.

Rozsah takového účinku zemětřesení nelze podrobně předpovědět:

V jedné ohrožených oblastech s dostatečně dlouhou akumulací a náhlým rozptýlením energie může dojít ke zcela nečekaným katastrofám, jak ukazuje příklad Furlánska z nedávné minulosti, kde zemětřesení takové intenzity dosud nebylo známo.

#### **O autorovi:**

*Alexander Tollmann, Univ.Prof. Dr.*

*Narozen v roce 1928. Geolog a paleontolog na Univerzitě ve Vídni. Vědecké publikace na téma struktura východních Alp. Posudkové práce pro Zwentendorf (bezpečnostní opatření proti zemětřesení). Veřejná kritika při schvalovacím řízení vedla brzy k přesvědčení, že nastal čas pro založení strany pro životní prostředí. Jím založená strana „Vereinte Grüne Österreichs“ (VGÖ, „Spojení Zelení Rakouska“) ale jasně ztroskotá při volbách do Národní rady roku 1983. V*

Tullnerfeld zwischen Zwentendorf und Traismauer sowie das untere Kampthal und östliche Waldviertel bevorzugt in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Das Ausmaß einer derartigen Erdbebenwirkung ist nicht im einzelnen vorhersehbar: In einmal gefährdeten Gebieten und bei genügend langer Speicherung und plötzlicher Auflösung der Energie kann es zu gänzlich unerwarteten Katastrophen kommen, wie das Beispiel Friaul aus jüngster Vergangenheit zeigt, wo ein Beben derartiger Intensität zuvor unbekannt war.

#### *Zum Autor:*

*Alexander Tollmann, Univ.-Prof.Dr.*

*Geboren 1928. Geologe und Paläoontologe an der Universität Wien. Wissenschaftliche Publikationen über den Bau der Ostalpen. Gutachtertätigkeit bei Zwentendorf (Erdbebensicherheit). Öffentliche Kritik am Genehmigungsverfahren führen bald zur Überzeugung, dass die Zeit für eine Umweltpartei reif ist. Die von ihm gegründeten Vereinten Grünen Österreichs (VGÖ) scheitern aber bei der Nationalratswahl 1983 deutlich. In späteren Jahren widmete er sich immer mehr esoterischen und eschatologischen Themen. Er prophezeite eine weltweite*



*pozdějších letech se věnoval stále více ezoterickým a eschatologickým tématům. Předpovídal světovou katastrofu v srpnu roku 1999. Zemřel v roce 2007.*

*Katastrophe für August 1999.  
Verstorben 2007.*

**Překlad:**

**Helga Grimmová, Hana Jílková**

**Úprava:**

**Helga Grimmová, Bernhard Riepl**