

# Ist eine Katastrophe bei einem Endlager für radioaktive Abfälle möglich?

von Eike Roth

E-Mail [Eike.Roth@energie-fakten.de](mailto:Eike.Roth@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Radioaktive Abfälle fallen in der Medizin und Technik und vor allem bei Kernkraftwerken an. Weltweit wird das Konzept verfolgt, hochradioaktive Abfälle in stabilen geologischen Formationen in mindestens 500 Meter Tiefe einzuschließen und damit langfristig von der Biosphäre fernzuhalten. Je nach Konzept und Randbedingungen betragen die erforderlichen Einschlusszeiten einige hundert bis zu mehr als eine Million Jahre.

Von einem intakten Endlager geht keinerlei Strahlenbelastung der Bevölkerung und damit auch kein Gesundheitsrisiko aus. Risiken können nur durch Zugang zum Endlager oder durch undicht Werden des Einschlusses entstehen.

Die Risiken bei einem gezielten und absichtlichen Zugang zu einem Endlager sind mit heutiger Technik zuverlässig beherrschbar. Auch wenn man den Verlust des Wissens über ein Endlager und dessen späteres unbeabsichtigtes Anbohren unterstellt, sind die dabei zu erwartenden Probleme mit unserem heutigen Können

zweifelsfrei beherrschbar, zumindest so weit, dass dabei keine katastrophalen Auswirkungen entstehen.

Unterstellt man zusätzlich einen Bruch in der Zivilisation mit Technikverlust, muss man berücksichtigen, dass ein Zugang zu einem Endlager prinzipiell nur dann möglich ist, wenn die dann lebenden Menschen (wieder?) technisch in der Lage sind, Bohrungen bis in mehr als 500 Meter Tiefe durchzuführen. Alles Weitere ist spekulativ, aber man kann wohl sicher sein, dass sie das Anbohren eines Endlagers erkennen, spätestens wenn sie plötzlich auf dicke Metallbehälter stoßen. Und nach allem menschlichen Ermessen müsste es ihnen mit ihrer keinesfalls primitiven Technik auch gelingen, die dabei auftretenden Probleme ohne katastrophale Folgen zu lösen. Schwieriger wird das Erkennen zwar, wenn man ein vorheriges Wegkorrodieren der Metallbehälter der Abfallgebinde unterstellt, doch ist das in einem Salzstock nur bei unplanmäßiger Entwicklung mit

dem Zutritt größerer Mengen von Wasser zum Endlagerbereich möglich. Das wiederum ist beim heutigen Stand des Wissens für viele Jahrtausende auszuschließen. Wenn es danach doch auftreten sollte, ist bis dahin die Radioaktivität der Abfälle unausweichlich schon sehr weit abgeklungen, sodass das Vermeiden katastrophaler Folgen nochmals leichter fällt. Ein unvermutetes Anbohren eines Endlagers ist zwar immer problematisch, bei nüchterner Betrachtung aber wohl doch stets ohne große Katastrophen lösbar.

Der Einschluss der radioaktiven Abfälle im Endlager geschieht durch mehrere, ineinander geschachtelte Barrieren. Für den Austritt radioaktiver Substanzen müssen alle zerstört werden. Zumindest für die stabile geologische Formation kann eine komplette Zerstörung innerhalb relevanter Zeiten ausgeschlossen werden. Möglich ist höchstens eine Kluftbildung, die bis zum Endlagerbereich reicht. Es ist kein Prozess bekannt, der zu einem Austrag größerer Mengen Feststoff durch

diese Klüfte führen könnte. Als relevanter Freisetzungspfad kommt daher nur der Wasserpfad in Frage (Eindringen von Wasser, Lösen radioaktiver Materialien, Ausbringen dieser mit dem Wasser). Infolge der gezielt gewählten Auslaugebeständigkeit der Materialien sind die Lösungsraten jedoch auf jeden Fall sehr gering. Außerdem werden die im Wasser gelösten Stoffe über Adsorptions- und Desorptionsvorgänge im Gestein nur sehr langsam weitertransportiert. Laugenkonzentration

und Verzögerungszeit hängen dabei entgegengesetzt von der Durchflussmenge ab: Viel Durchfluss heißt kurze Kontaktzeit mit den radioaktiven Abfällen, also nur geringe Laugenkonzentration, dafür aber auch relativ geringe Verzögerungszeiten beim Weitertransport, geringer Durchfluss führt zu deutlich höheren Konzentrationen, aber auch zu wesentlich längeren Rückhaltezeiten. Ein Prozess, der zu katastrophalen Freisetzungen führen könnte, ist nicht bekannt.

Sowohl beim Zugang zum Endlager, als auch bei einem eventuellen undicht Werden, können Katastrophen daher mit sehr hoher Zuverlässigkeit ausgeschlossen werden. Die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle ist natürlich kein leichtes Problem, aber auch keine Technik, bei der größere Katastrophen zu befürchten sind. Beim heute erreichten Stand des Wissens ist die Lösbarkeit des Problems gewährleistet.

# Ist eine Katastrophe bei einem Endlager für radioaktive Abfälle möglich?

von Eike Roth

E-Mail [Eike.Roth@energie-fakten.de](mailto:Eike.Roth@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

### 1. Definition

Das Wort „Katastrophe“ wird sehr unterschiedlich verwendet: Manchmal werden schon finanzielle Verluste damit bedacht, meist jedoch bezieht es sich auf Ereignisse mit Todesfolgen. Aber auch da ist der Sprachgebrauch uneinheitlich. Wenn z. B. irgendwo in der Welt ein Flugzeug mit 100 Menschen an Bord abstürzt, ist das zweifelsfrei eine Katastrophe, dass aber jeden Tag ein Vielfaches davon im Straßenverkehr zu Tode kommt, wird einfach hingegenommen, solange man nicht unmittelbar im Familien- oder Freundeskreis davon betroffen ist. Oder, wenn bei einem Grubenunglück irgendwo in der Welt 50 Kumpel verschüttet werden, ist das natürlich eine Katastrophe, die jährlich über 10000 verunglückten Bergarbeiter werden aber fast immer ignoriert, nur weil sie bei „kleinen Ereignissen“ umkommen. Selbst die jährlich vielen Millionen Toten durch Hunger und Elend werden nur selten mit dem Wort „Katastrophe“ belegt. Die Beispiele ließen sich fortsetzen.

Für den Zweck dieser Arbeit hier sei – etwas willkürlich – eine „Katastrophe bei einem Endlager für radioaktive Abfälle“ dann als gegeben angenommen, wenn in solch einem Endlager ein Ereignis eintritt, bei dem eine größere Zahl von Menschen (jedenfalls deutlich mehr als 10) durch die Wirkung ionisierender Strahlung zu Tode kommt.

### 2. Radioaktive Stoffe

Radioaktive Stoffe gibt es überall in der Natur, sei es als Überbleibsel aus der Entstehung der Erde, oder als Folge laufender Neubildung durch die kosmische Höhenstrahlung. Es sei nur z. B. daran erinnert, dass die Erdwärme (Geothermie) zum überwiegenden Teil aus dem Zerfall radioaktiver Stoffe entsteht, die es buchstäblich überall gibt. Allerdings kommen radioaktive Stoffe in der Natur nur in relativ geringen Konzentrationen vor, sodass von ihnen im Allgemeinen keine Gefahr ausgeht.

Künstlich erzeugt werden radioaktive Stoffe, um sie gezielt als Nutzstoffe in Medizin und

Technik einzusetzen (wo sie dann nach Gebrauch als Abfall anfallen), oder sie fallen (in wesentlich größerem Umfang) als unvermeidliche Nebenprodukte bei der Energiegewinnung in Kernkraftwerken an. Wieweit diese Nebenprodukte noch nutzbar in Medizin und Technik eingesetzt werden können, unterliegt der ständigen Weiterentwicklung, sofern das nicht durch (umstrittene) gesetzliche Regelungen untersagt ist. Die nicht mehr weiter einsetzbaren Stoffe sind ebenfalls Abfall.

Diese künstlichen radioaktiven Abfälle können wesentlich stärker konzentriert sein als die natürlichen radioaktiven Stoffe. Sie müssen daher gesichert entsorgt werden. Später einmal wird es vielleicht möglich sein, die langlebigen radioaktiven Stoffe künstlich in stabile oder zumindest kurzlebige radioaktive Stoffe umzuwandeln (an dieser sogenannten „[Transmutation](#)“ wird z. Z. in vielen Ländern der Welt gearbeitet), dann kann das Problem ihrer Gefährlichkeit durch relativ kurzfristige überwachte

## LANGFASSUNG

Lagerung gelöst werden. Bis dahin ist eine langfristige geologische Lagerung mit Abschluss von der Biosphäre, die sogenannte „Endlagerung“, erforderlich. Wieweit von solch einem Endlager eine Katastrophe im definierten Sinne ausgelöst werden kann, ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Dabei sei nicht die Bau- und Betriebszeit eines solchen Endlagers betrachtet, sondern nur die Zeit danach, wenn das Endlager ordnungsgemäß verschlossen und sich selbst überlassen ist.

### 3. Gefährlichkeit des radioaktiven Abfalls

Zunächst sei aber noch eine kurze Betrachtung über den zeitlichen Verlauf der Gefährlichkeit des radioaktiven Abfalls eingeschoben. Der Ausgangsstoff für die Energiegewinnung durch Kernenergie ist Uran. Das ist ein natürlicher radioaktiver Stoff mit sehr langer Halbwertszeit (Uran-235 713 Millionen und Uran-238 sogar 4,5 Milliarden Jahre). Beim Einsatz im Kernreaktor wird ein Teil dieses Urans durch Kernspaltung in andere Materialien umgewandelt, die meist eine deutlich kürzere Halbwertszeit haben. Dadurch zerfallen nun in wesentlich kürzerer Zeit 50 % der vorhandenen Atome, was eine deutliche Zunahme der Radioaktivität (Zerfälle pro Sekunde) bedeutet. Dadurch strahlt der radioaktive Abfall zunächst sehr viel stärker, als sein Ausgangsstoff Uran. Derselbe Prozess führt aber zwangsweise auch dazu, dass die Radioaktivität nun sehr viel schneller abnimmt. Die Gefährlichkeit des

radioaktiven Abfalls sinkt also relativ rasch ab (im Gegensatz zu chemisch toxischen Abfällen, z. B. Schwermetallen, die eine Halbwertszeit von unendlich haben, also immer gleich giftig bleiben). Nach einiger Zeit sinkt die Radiotoxizität des Abfalls, also seine Giftigkeit aufgrund seiner Strahlung, sogar unter diejenige, die das Uran dann noch hätte, wenn man es nicht gespalten hätte. Dieser „break-even-point“ wird je nach Randbedingungen (vor allem je nach im Abfall verbleibenden, also nicht rezyklierten Stoffen) nach einigen 100 bis zu mehr als einer Million Jahren erreicht. Danach geht von einem Endlager für radioaktive Stoffe definitiv keine erhöhte Gefahr mehr aus.

### 4. Das Endlager für radioaktive Abfälle

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Kategorien von radioaktiven Abfällen: Schwachaktive, nicht Wärme entwickelnde (über 90 %) und hochaktive, Wärme entwickelnde Abfälle (unter 10 %). Die Anforderungen an ein Endlager sind für diese beiden Kategorien sehr unterschiedlich. Hier sollen nur die hochaktiven, Wärme entwickelnden Abfälle betrachtet werden, die prinzipiell die riskantere Kategorie darstellen. Für diese Abfälle ist weltweit ein gesicherter Abschluss von der Biosphäre durch Einschluss in tiefen, geologisch stabilen Formationen vorgesehen. Als Wirtsgestein kommen insbesondere Salz, Ton, Granit und Tuff in Frage, die Lagerung wird generell in Tiefen von 500 bis 1000 Metern

geplant. In Anbetracht der insgesamt sehr kleinen Mengen wärmeentwickelnder Abfälle (millionenfach kleiner als die Abfallmengen bei konventioneller Stromerzeugung: Im Falle der direkten Endlagerung haben die bei einem Kernkraftwerk pro Jahr anfallenden wärmeentwickelnden Abfälle bequem in einem Würfel von 4 Metern Seitenlänge Platz, mit Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente sind es nochmals viel weniger) ist die Lagerkapazität grundsätzlich kein großes Problem, wohl aber müssen die Abfälle über die oben genannten Zeiten sicher von der Biosphäre ferngehalten werden. Das ist die Herausforderung an die Ingenieure.

Der Abschluss gegenüber der Biosphäre wird in allen Konzepten durch ein System aus mehrfachen, ineinander geschachtelten technischen, geotechnischen und geologischen Barrieren („Mehrbarrierensystem“) gewährleistet. Die radioaktiven Abfälle werden in auslaugebeständiger, fester Form (z. B. als erstarrte Glasschmelze, der 5 bis 10 % radioaktive Stoffe zugesetzt sind) in stabile Spezialbehälter aus nicht rostendem Metall verpackt und mit diesen in Hohlräume eingebracht, die zuvor im Wirtsgestein geschaffen worden sind. Diese Hohlräume werden dann mit Versatzmaterial verfüllt und alle Zugänge werden verschlossen. Nach Verschluss wird das Endlager sich selbst überlassen (Anmerkung: Bei Endlagern mit planmäßiger Rückholbarkeit der radioaktiven Stoffe bleiben Zugänglichkeiten erhalten, auf

## LANGFASSUNG

diese Besonderheiten wird hier nicht näher eingegangen).

### 5. Mögliche Ereignisse, die zu einer Strahlenexposition von Menschen führen können

Solange ein Endlager intakt ist, sorgen die verschiedenen Barrieren einschließlich Wirtsgestein für eine völlige Abschirmung der Strahlung. Von einem intakten Endlager geht keinerlei Gefährdung aus. Zu einer Exposition von Menschen mit Strahlung kann es prinzipiell nur auf zwei Wegen kommen: Durch Zugang von Menschen zum Endlager, oder durch undicht Werden des Endlagers und dadurch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Biosphäre.

#### 5.1 Zugang zum Endlager

Einen gezielten, absichtlichen und wissentlichen Zugang zum Endlager brauchen wir wohl nicht weiter zu betrachten. Wenn Menschen absichtlich und in vollem Bewusstsein ein Endlager anbohren wollen, werden Sie auch die nötigen Vorsichtsmaßnahmen treffen, dass dabei nichts Schlimmes passiert. Da alle Abfälle als Feststoffe vorliegen und keine explosionsfähigen Materialien vorhanden sind, ist das auch ganz sicher kein besonderes Problem.

Aber das Wissen über das Endlager könnte ja auch im Laufe der Zeit verloren gegangen sein, und die dann lebenden Menschen könnten das Wirtsgestein aus irgendwelchen anderen Gründen anbohren und dann zufällig auf das Endlager stoßen. Für dieses Szenarium sind zwei Fälle

zu unterscheiden: Eine einigermaßen kontinuierliche Entwicklung der Menschheit, nur eben mit Verlust des Wissens über dieses konkrete Endlager, und ein „Bruch in der Zivilisation“ mit allgemeinem und massivem „technologischen Rückschritt“.

Zur Bewertung des Falles „kontinuierliche Entwicklung“ können wir versuchen, grob abzuschätzen, was denn heute in so einem Fall passieren würde. Wir stellen uns also vor, wir nähern uns beim Bohren oder Abteufen eines Schachtes in mehr als 500 Metern Tiefe einem unbekanntem Endlager. Wir würden wahrscheinlich bereits recht früh ungewöhnliche Temperaturen feststellen. Wir würden sehr wahrscheinlich die Änderung der Materialeigenschaften beim Erreichen des Versatzmaterials in den seinerzeit offenen Hohlräumen merken. Und spätestens, wenn wir plötzlich auf einen massiven Metallbehälter stoßen, würden wir „etwas Ungewöhnliches“ erkennen. Wir würden vielleicht eine Zeit lang überlegen, aber wir würden messen und dann wäre alles klar und wir würden entsprechende Maßnahmen treffen. Dass eine solche „unerwartete Begegnung“ in eine Katastrophe führen würde, ist nur schwer vorstellbar. Beim „morgigen“ Stand von Wissenschaft und Technik wird das noch schwerer vorstellbar. Auch dieser Fall ergibt sicher keine Katastrophen.

Wenden wir uns daher dem möglichen „Bruch in der Zivilisation“ zu. Über die dann vorliegenden Verhältnisse können wir natürlich nur spekulieren. Aber immerhin müssen die dann le-

benden Menschen technisch in der Lage sein, über 500 Meter tiefe Löcher zu bohren oder Schächte abzuteufen. Einen einigermaßen hohen technischen Entwicklungsstand können wir daher zweifelsfrei voraussetzen. Wahrscheinlich werden auch diese Menschen bei Annäherung an das Endlager ungewöhnliche Temperaturen feststellen, und sie werden vermutlich beim Treffen auf das Versatzmaterial stutzig. Kaum vorstellbar ist es aber, dass sie das Treffen auf massive Metallbehälter nicht erkennen würden. „Nichts merken“ können wir wohl auch da ausschließen. Und mit ihrer keinesfalls primitiven Technik werden sie wahrscheinlich auch erkennen können, um was es sich handelt und wie sie sich verhalten sollen. Wenn wir aber auch das als nicht gegeben unterstellen, hängen die Folgen zunächst einmal vom Zeitpunkt ab (Abklingen der Strahlung): Wann erfolgt der Bruch in der Zivilisation? Wann ist die Technik wieder so weit entwickelt, dass entsprechende Tiefbohrungen möglich sind? Wann kommt es zum Zufallsereignis „Anbohren des Endlagers“? Außerdem hängen die Folgen natürlich auch davon ab, was die Menschen tatsächlich weiter machen. Wie viele Behälter graben sie aus? Wie viele Menschen halten sich wie lange in welcher Entfernung von den Behältern auf? Öffnen sie die Behälter und was machen sie mit dem Material da drinnen? Wie lange dauert es, bis sie seine Gefährlichkeit erkennen? Lauter Fragen, die man nicht gesichert beantworten kann. Szenarien mit schlimmen

## LANGFASSUNG

Folgen sind prinzipiell denkbar, aber nachdem es sich zwangsweise um eine relativ weit entwickelte Zivilisation handelt, wohl eher unwahrscheinlich.

Beim Erkennen des Endlagers haben die Metallbehälter der Abfallgebinde eine wichtige Rolle gespielt. Das geht natürlich nur, solange diese noch nicht wegkorrodiert sind. Denkt man an Salz als Wirtsgestein und nimmt man eine „planmäßige Entwicklung“ an, halten die Behälter praktisch unendlich lange, jedenfalls länger, als der Abfall gefährlich ist. Ursache hierfür ist das geringe Feuchteangebot im Salz. Nur, wenn man einen massiven Wassereintritt unterstellt, ist ein Wegkorrodieren der Behälter möglich. Das würde dann einige Jahrhunderte oder Jahrtausende dauern. Und dann liegt immer noch ein gegenüber dem Salz wesentlich verändertes Material vor, das mit größter Wahrscheinlichkeit beim Bohren erkannt wird. Höchstens beim Szenarium mit Bruch der Zivilisation ist Anderes vorstellbar. Aber das ist dann schon die Kombination einer „unplanmäßigen Entwicklung des Salzstockes“ mit einem „Bruch der Zivilisation“ und einem „Zufälligen Treffen auf ein Endlager“, also extrem unwahrscheinlich. Aber unwahrscheinlich hin oder her, nach unserem heutigen Wissen kann ein solches Kumulationsereignis keinesfalls heute oder morgen auftreten, sondern wenn überhaupt erst in sehr viel späteren Zeiten. Einige Jahrtausende hält ein Salzstock auf jeden Fall. Dann ist der radioaktive Abfall aber sicher schon sehr weit abgeklungen. Es bleibt

wohl dabei, eine Menschheit, die über 500 Meter tiefe Löcher bohren kann, wird wahrscheinlich auch mit den Problemen fertig werden, die ihr dort aus einem unvermuteten Endlager radioaktiver Abfälle erwachsen.

### 5.2 Undicht Werden des Endlagers

Der Langzeitabschluss von der Biosphäre wird bei einem Endlager – wie angegeben – durch tiefe, stabile geologische Formationen bewerkstelligt. Dass diese Formationen innerhalb der relevanten Zeiträume (siehe Ziff. 2) völlig zerfallen oder sich völlig auflösen, kann sicher ausgeschlossen werden. Die Salzstöcke der norddeutschen Tiefebene z. B. bestehen schon seit etwa 200 Millionen Jahren. Diese Zeit haben sie problemlos überstanden. In manchen Salzstöcken findet man auch in Hohlräume eingeschlossene Gase, die über viele Millionen Jahre nicht entweichen konnten und so die Langzeitdichtheit der Salzstöcke eindrucksvoll beweisen. Verglichen mit dem Alter der Salzstöcke sind die für das Endlager relevanten Zeiträume nicht viel mehr als ein Wimpernschlag.

Was allenfalls passieren kann, ist, dass durch Kluftbildung und dergleichen Wegsamkeiten (durchgehende Verbindungen durch Spalten und Risse) bis hin zum eigentlichen Lagerbereich entstehen. Wie ebenfalls schon angegeben, liegen die radioaktiven Abfälle im Endlager als Festkörper, verpackt in korrosionsfeste Spezialbehälter, vor. Ein größerer Materialaustrag fester Stoffe durch diese Klüfte kann

zuverlässig ausgeschlossen werden, hierfür ist ganz einfach kein geeigneter Prozess bekannt. Möglich wäre höchstens, dass durch die gebildeten Klüfte Wasser bis in den eigentlichen Endlagerbereich vordringt. Solange die metallischen Behälter noch nicht durchkorrodiert sind, passiert dann auch nichts. Erst wenn sie durchkorrodiert sind, was je nach Annahmen mindestens ein paar Jahrhunderte, eher aber viele Jahrtausende dauert, kann das Wasser mit den eigentlichen radioaktiven Stoffen in Berührung kommen. Aus dem auslaugebeständigen Material (z. B. Glas) kann das Wasser aber nur sehr geringe Mengen und die nur sehr langsam herauslösen. Trotzdem wird dadurch das Wasser radioaktiv. Bleibt dieses radioaktive Wasser im Wirtsgestein eingeschlossen, passiert weiter auch nichts. Nur wenn es aus diesem heraus in die Biosphäre tritt, kann das zu einer Strahlenexposition von Menschen führen. Man weiß allerdings, dass beim Wassertransport durch Gestein im Wasser gelöste Stoffe meist nicht einfach direkt mitgenommen werden, sondern unterwegs am durchflossenen Gestein mehrfach adsorbiert und wieder desorbiert werden. Dadurch wird ihre Freisetzung in die Biosphäre nochmals erheblich verzögert, was auf jeden Fall ein deutliches weiteres Abklingen der Strahlung bewirkt. Untersuchungen an früheren natürlichen Kernreaktoren in Uranerzlagern in Afrika haben gezeigt, dass in allen untersuchten Fällen die radioaktiven Stoffe infolge dieser Adsorptions- und Desorptions-

vorgänge in vielen Jahrillionen nur wenige Meter weit gewandert sind. (Weitere Informationen: [Kernreaktoren und nukleare Endlager – eine Erfindung des Menschen?](#)) Auf ein Endlager übertragen würden die radioaktiven Stoffe den Nahebereich innerhalb des Wirtsgesteins niemals verlassen. Natürlich kann man einen Austrag bis in die Biosphäre bei anderen Strömungsverhältnissen nicht ganz ausschließen, aber erstens ist das sehr unwahrscheinlich, und zweitens muss dabei der gegenläufige Einfluss der Durchflussmenge auf Auslaugung und Verweilzeit beachtet werden: Bei großer Durchflussmenge ist die Kontaktzeit mit den radioaktiven Abfällen relativ kurz, sodass auch nur relativ kleine Konzentrationen radioaktiver Materialien im Wasser erreicht werden. Diese werden dann aber – wieder infolge kurzer Kontaktzeit – mit relativ geringer Verzögerungszeit durch das Wirtsgestein hindurch transportiert. Kleiner Durchsatz heißt hingegen längere Kontaktzeiten, sodass sich höhere Konzentrationen ergeben können, dafür aber auch wesentlich längeren Rückhaltezeiten durch Adsorption und Desorption. In beiden Fällen ist das, was schließlich doch noch aus dem Wirtsgestein heraus kommen kann, nur mehr relativ schwach radioaktiv. Es soll nicht verharmlost werden, aber wenn überhaupt Radioaktivität austritt, so ist das wahrscheinlich nicht sehr viel mehr, als eine weitere radioaktive Quelle, wie wir schon tausende auf der Erde haben. Sie mag ungenießbares Wasser führen, aber das tun

viele andere Quellen auch. Eine Katastrophe im definierten Sinne ist auch in solch einem Fall nur schwer vorstellbar.

## 6. Zusammenfassende Bewertung

Intakte Endlager stellen keinerlei Gesundheitsgefährdung dar. Auch der spätere absichtliche Zugang zu einem Endlager ist sicher ohne unbeherrschbares Risiko möglich. Bei einem unbeabsichtigten Anbohren eines in Vergessenheit geratenen Endlagers sind beim Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Randbedingungen Konsequenzen mit begrenzten Personenschäden zwar nicht auszuschließen, doch ist anzunehmen, dass eine Zivilisation, die technisch in der Lage ist, so tiefe Löcher zu bohren, auch in der Lage ist, mit den dann auftretenden Problemen ohne katastrophale Folgen fertig zu werden.

Die stabile geologische Formation des Wirtsgesteins gewährleistet einen zuverlässigen langfristigen Abschluss der radioaktiven Stoffe gegenüber der Biosphäre. Eine komplette Zerstörung der geologischen Formation in relevanten Zeiträumen kann ausgeschlossen werden. Denkbar hingegen ist die Bildung von Klüften, die bis in den eigentlichen Endlagerbereich reichen. Ein Austrag relevanter Mengen radioaktiver Abfälle als Feststoffe durch diese Klüfte kann jedoch ausgeschlossen werden, hierfür gibt es keinen geeigneten Mechanismus. Als möglicher Freisetzungspfad verbleibt nur der Wasserpfad. Durch die Klüfte eindringendes Wasser kann nach Durchkorrodieren der Metallbehälter auch die

eingelagerten radioaktiven Materialien auslaugen. Durch deren hohe Auslaugebeständigkeit und durch weitere zurückhaltende Prozesse im Wirtsgestein können aber auch dabei katastrophale Folgen zuverlässig ausgeschlossen werden. Katastrophen durch undicht Werden sind bei einem Endlager für radioaktive Abfälle nach der Maßgabe menschlicher Erkenntnisfähigkeit auszuschließen.

Das mag überraschen, sehen doch Viele die angeblich ungelöste Entsorgung der Kernenergie als deren größtes Handicap an. Aber das entspricht nicht den Tatsachen. Es wird nur die Diskussion im politischen Raum von interessierter Seite gezielt in diese Richtung gesteuert. Und dass manche Kräfte in der Politik diesen Zustand unbedingt so lange wie möglich aufrecht erhalten wollen, erkennt man am Besten daran, dass diese Kräfte mit allen ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln versuchen, jegliche Fortschritte bei der Realisierung eines Endlagers zu verhindern. Die Fortsetzung des politisch erzwungenen Moratoriums für die weitere Erkundung des Salzstockes bei Gorleben auf seine Eignung für ein Endlager spricht für sich. In unzähligen Diskussionen zur Kernenergie habe ich die Frage gestellt, nach welchem glaubhaften Szenarium bei einem Endlager für radioaktive Abfälle es zu katastrophalen Freisetzungen radioaktiver Stoffe kommen könnte. Es hat mir niemand eines angeben können. Ich glaube, die Aussage, es gibt kein solches, ist berechtigt. Die „ungelöste Entsorgung“ ist ein politisch hochgespieltes Problem, für das es keine reale Basis gibt. ■