

Kirche und Gesellschaft

Herausgegeben von der
Katholischen Sozialwissenschaftlichen
Zentralstelle Mönchengladbach

Nr. 83

Sicherheits- probleme bei der Atomenergie

von Heinz Maier-Leibnitz

Verlag J. P. Bachem

Die Reihe „Kirche und Gesellschaft“ behandelt jeweils aktuelle Fragen aus folgenden Gebieten:

- Kirche in der Gesellschaft
- Staat und Demokratie
- Gesellschaft
- Wirtschaft
- Erziehung und Bildung
- Internationale Beziehungen / Dritte Welt

Die Numerierung der Reihe erfolgt fortlaufend.

Die Hefte eignen sich als Material für Schul- und Bildungszwecke.

Bestellungen sind zu richten an die
Katholische Sozialwissenschaftliche Zentralstelle
Viktoriastraße 76
4050 Mönchengladbach 1

Redaktion:
Katholische Sozialwissenschaftliche Zentralstelle
Mönchengladbach

Die Frage der friedlichen Nutzung der Atomenergie ist bei uns heftig umstritten. Die deutschen Bischöfe haben sich im September 1980 in ihrer Erklärung „Zukunft der Schöpfung – Zukunft der Menschheit“ zu den sittlichen Problemen der Umwelt und der Atomenergie geäußert. Im Kern jeder verantwortlichen Urteilsfindung steht die Frage nach der Sicherheit. Wie sicher können Atomkraftwerke heute sein? Die Antwort auf diese Frage kann nicht der Theologe geben. Hier ist der Naturwissenschaftler herausgefordert. Der Verfasser des folgenden Beitrags, Professor Maier-Leibnitz, ist ein auch international bekannter Atomphysiker, der über eine mehr als 40jährige Erfahrung in Fragen der Kernphysik und der Reaktoren verfügt. Er war lange Jahre Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft und hat Papst Johannes Paul II. im Kölner Dom begrüßt, als dieser anlässlich seines Deutschlands-Besuches zu den Wissenschaftlern sprach.

Die Redaktion

Die Diskussion über die Atomenergie hätte wohl nie die Bedeutung erreicht, die sie heute hat, wenn nicht – sicher im Gefolge der sehr berechtigten Angst vor der Atombombe – das Unbehagen, ja die Furcht vor den Gefahren möglicherweise freiwerdender Atomstrahlungen weite Kreise ergriffen hätte. Dabei ist es aber nicht geblieben. Die Diskussion über die Atomenergie ist das Verwirrteste und zum Teil Einseitigste, was man sich vorstellen kann. Das liegt daran, daß es um viel mehr geht als nur um die Sicherheit. Persönliche und wirtschaftliche Interessen sind im Spiel, vor allem aber geht es darum, daß Bürger die Autorität des Staates und die Notwendigkeiten der Wirtschaft nicht mehr anerkennen wollen, wenn es sich um Dinge handelt, die ihnen wichtig erscheinen: Sicherheit, Erhaltung der Umwelt, einfacheres Leben, weniger Bürokratie, weniger Macht für Politiker und Parteien, weniger Gehorsam gegenüber Gesetz und Autorität. Die Atomenergie ist zum Mittel größter politischer Machtkämpfe und von Auseinandersetzungen über die Gesellschaftsstruktur geworden.

Abhilfe kann man nur erhoffen, wenn man das Problem differenziert, gleichsam in seine Teile zerlegt und diese einzeln, unabhängig voneinander diskutiert. In diesem Aufsatz sollen die Gefahren der Atomenergie besprochen werden, unabhängig von den wirtschaftlichen und politischen Entscheidungen, für die sie freilich mit Grundlage bilden. Man weiß über diese Gefahren heute genug, um sie objektiv darstellen zu können; ja man kann sagen, daß ein eigentlicher Dissens kaum mehr über die Gefahren selbst, wohl aber über ihre Beurteilung im Licht verschiedener Ziele und verschiedener Anschauungen besteht.

Abhilfe ist allerdings unter diesen Umständen nur möglich, wenn man bereit ist, einander zuzuhören und gemeinsam die Wahrheit zu suchen. Dazu gehört, daß die eine Seite zugibt, daß bei der Atomenergie Gefahren bestehen, daß man diese nicht alle mit voller Sicherheit vermeiden kann und daß es auch künftig Reaktorunfälle oder Verseuchung mit radioakti-

ven Stoffen geben kann. Darüber hinaus muß man zugeben, daß auch ein erfahrener und gutwilliger Wissenschaftler irren kann, daß man nicht erwarten darf, daß er Tag und Nacht recht hat, daß andererseits jedoch ein Irrtum eines Experten noch nicht bedeutet, daß deshalb alle Sachkundigen und Wissenschaftler immer unglaublich sind. Dazu gehört schließlich auch, daß allmählich wieder Vertrauen wächst zwischen denen, die etwas von der Sache verstehen, sich aber nicht für unfehlbar halten, und anderen, die keine Scharlatane sind und die Wahrheit lernen wollen, kritisch, aber konstruktiv.

Wir werden über die Gefahren sprechen so, wie wir das aus einer langen Erfahrung und vielen Diskussionen heraus für realistisch und ehrlich halten. Der in diesem Aufsatz gebotenen Kürze halber werden wir Aussagen in Thesenform machen, und wir können nicht auf immer wieder vorgebrachte Einwände, die längst ausdiskutiert sind, eingehen wie: Aber wie ist es um die Sicherheit eines Kernkraftwerkes bestellt bei einem Flugzeugaufprall? Wie steht es mit Sabotage? Gibt es nicht noch unbekannte Gefahren? Wir können auch nicht auf den immer wieder erhobenen Vorwurf eingehen, dieses oder jenes sei noch nicht genug bekannt, man müsse warten, bis auch das genau untersucht sei. Dieser Vorwurf trägt nicht, wenn auch eine pessimistische Vorbeurteilung nichts am Gesamtbild zu ändern vermag.

Es wird auch Einwände von der anderen Seite geben, die von uns angegebenen Gefahren seien zu hoch eingesetzt. Dies ist zum Teil beabsichtigt, und zwar aus folgendem Grund: Alle Sicherheitsbetrachtungen sind mit Ungewißheiten behaftet wegen unvollkommener Daten oder noch nicht ausgeführter Messungen, wegen nicht voll entwickelter Methoden, auch wegen der Urteilsängel derjenigen, die den Sachverhalt analysieren. Bei dieser Lage ist es durchaus sinnvoll, nicht von den durchschnittlich möglichen und zu erwartenden Gefahren auszugehen, sondern von den größtmöglichen Gefahren, auch wenn die Wahrscheinlichkeit, daß diese Gefahr eintreten wird, praktisch gleich Null ist.

Eine Lücke hat dieser Bericht: Wir beschäftigen uns – mangels eigener Kenntnis – nicht mit den Problemen, die im Fall eines Krieges auftreten können, und mit den Maßnahmen, die dafür vorgesehen sind. Hier käme es darauf an zu untersuchen, ob die im Kriege möglichen Schäden an Atomanlagen und dadurch freigesetzte Strahlungen Gefahren erzeugen können, die im Vergleich mit anderen Kriegsgefahren besonders schwerwiegend wären.

1. Ein Reaktor kann nicht wie eine Atombombe wirken. Er ersetzt vielmehr den Dampfkessel eines konventionellen Kraftwerkes.

Der Reaktor „verbrennt“ statt Kohle Uran, indem die Urankerne durch Neutronen – das sind Teilchen wie die Atomkerne von Wasserstoff, aber ungeladen – gespalten werden. Dabei wird Wärme erzeugt und zugleich neue Neutronen, die weitere Urankerne spalten können. Die Wärme wird

mit einem Kühlmittel abgeführt, bei den heutigen Reaktoren meist mit Wasser, bei dem sogenannten schnellen Brüter, der für die Zukunft die größte Bedeutung hat, mit flüssigem Natrium, und bei anderen Reaktoren mit einem Gas. Uran und Kühlmittel sind durch Kühlrohre getrennt, und der ganze Hauptteil des Reaktors, der das Uran enthält, der sogenannte Reaktorkern, ist durch mehrere Schutzwandungen gegen die Außenwelt abgesichert.

Dies ist also das, was dem Kessel eines normalen Kraftwerkes entspricht. Ein Kessel kann explodieren; beim Reaktor kann sich die Leistung versehentlich stark erhöhen (wenn eine Leistungsexkursion stattfindet) und damit können auch Temperatur und Druck von Wasser oder Dampf stark ansteigen. Dem allerdings wirkt man mit allen Mitteln entgegen, vor allem durch mehrere Umhüllungen. Daß ein Reaktor „durchgeht“, kann man mit Sicherheit ausschließen, auch in einem extremen Fall wie etwa bei Sabotage. Das gilt für alle Reaktortypen; auch beim schnellen Brüter kann man jetzt Leistungsexkursionen mit Sicherheit vermeiden.

Es gibt aber einen wesentlichen Unterschied zum Dampfkessel: Das eingesetzte Uran verwandelt sich im Lauf der Betriebszeit zu etwa 4 Prozent in neue Elemente, nämlich in Plutonium und vor allem in Spaltprodukte. Diese sind zunächst und zum Teil über viele Jahre radioaktiv, das heißt, sie zerfallen unter Strahlenausendung in andere Elemente. Dabei wird Energie frei, die sich bei der Absorption der Strahlen in Wärme verwandelt. Wenn man den Reaktor abschaltet, wird diese Wärme über Stunden und Tage weiter erzeugt, und wenn man den Reaktor aus irgendwelchem Grunde nicht mehr kühlen, also die erzeugte Wärme abführen kann, kommt es zum Schmelzen von Hüllmaterial und Brennstäben (man bezeichnet dies als Kernschmelzen), und die ungeheure Menge von Radioaktivität ist nicht mehr so sicher eingeschlossen wie vorher.

Das Kernschmelzen zusammen mit anderem Versagen der verschiedenen Hüllen, durch die ein Reaktor gesichert ist, das ist der größte mögliche Reaktorunfall. Er hat sich in Harrisburg angedeutet, wenn auch ohne ernste Folgen außer der Aufregung. Seit Harrisburg rechnet man bei der Sicherheitstechnik auch mit der Möglichkeit des Kernschmelzens und ihren Folgen. Vorher glaubte man, diesen Unfall sicher verhindern zu können, weshalb auch der Frage, wie den möglichen Folgen begegnet werden kann, nicht übermäßige Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

2. Alle Gefahren, die von einem Reaktor im Unterschied zu konventionellen Kraftwerken ausgehen können, sind Strahlengefahren von radioaktiven Stoffen,

jedenfalls außerhalb des Zauns. Direkte Strahlung und auch Neutronen, die ja bei der Spaltung entstehen, spielen dort praktisch keine Rolle. Das Hauptproblem der Reaktorsicherheit ist also, das Auftreten radioaktiver Stoffe zu verhindern oder auf ein annehmbares Minimum zu begrenzen.

Die Reaktorsicherheitstechnik ist ein hochentwickeltes Gebiet; sie wurde durch die Proteste und durch den Harrisburgschreck noch verbessert. Absolute Sicherheit gibt es freilich nirgends; deshalb hat man sich bemüht, das sogenannte Restrisiko zu berechnen, das heißt, man berechnet die Auswirkungen aller denkbaren Unfälle (wieviel Radioaktivität tritt aus, wieviel verbreitet sich mit Luft und Wasser, wieviele Menschen erhalten eine wie große Dosis in welchen Organen?). Und dann versucht man, die Wahrscheinlichkeit abzuschätzen, daß ein solcher Unfall tatsächlich passiert. Diese Methode ist mit großen Unsicherheiten behaftet, aber man hilft sich damit, daß man von mehreren möglichen Annahmen immer die pessimistischste macht. Dann braucht man das Resultat nicht zu glauben, aber man kann recht sicher sein, daß die Wirklichkeit nicht schlimmer ist. So ist bei der Deutschen Risikostudie verfahren worden, auf die wir uns hier weitgehend stützen.

Alle Strahlenschäden an Mensch und Tier werden dadurch verursacht, daß Betastrahlen (schnelle Elektronen) im Gewebe an Atomen oder Molekülen die Elektronen, die in diesen die chemischen Eigenschaften bestimmen, anregen oder ein Stück wegschleudern, wodurch chemische Veränderungen und die Schädigung wichtiger Stoffe und Zellbestandteile im Körper möglich werden.

Die Betastrahlen oder schnellen Elektronen ihrerseits können durch Strahlung aus Luft, Wasser, Erdboden ausgelöst werden (durch sogenannte Gammastrahlen, das sind Strahlen wie Röntgenstrahlen, nur energiereicher, die von radioaktiven Stoffen ausgesandt werden), oder sie können im Körper selbst entstehen durch den radioaktiven Zerfall von ihm aufgenommenen Stoffe. Das letztere ist besonders gefährlich, weil manche Stoffe selektiv in bestimmten Organen sich ansammeln (z.B. Jod in der Schilddrüse oder Strontium und Plutonium im Knochenmark). Dort bleiben manche Stoffe jahrelang, und wenn die Radioaktivität eines Stoffes nicht rasch abfällt, dauert die schädigende Wirkung entsprechend lang; sie ist sowieso stark, denn wenn die radioaktiven Stoffe in einem Organ konzentriert sind, geben die Betastrahlen, die im Körper nur einige Millimeter weit fliegen, ihre ganze Energie dort ab.

Die Aufnahme der radioaktiven Stoffe geschieht direkt aus Luft und Wasser oder aber durch den Verzehr von Tieren oder Pflanzen, die ihrerseits Radioaktivität aufgenommen haben, auch aus verseuchtem Wasser oder Erdreich, wobei wie beim Menschen erhöht Speicherung in gewissen Organen vorkommt. Dies alles kennt man im Prinzip, aber im einzelnen ist noch viel zu erforschen.

3. Der Mensch war schon immer Strahlungen aus dem Weltraum und von radioaktiven Stoffen aus der Luft, dem Boden oder etwa von Hauswänden ausgesetzt,

und er hat schon immer zum Beispiel Radium im Körper aufgenommen. Auch die Wirkung von Röntgenstrahlen ist im Prinzip dieselbe wie diejenige der Gammastrahlen. Und in der medizinischen Diagnostik und Therapie werden heute im Körper aufgenommene radioaktive Stoffe in großem Umfang verwendet. Daß die Meinung, die Strahlungen aus der Kernspaltung seien etwas Einmaliges und Besonderes, so weit verbreitet ist, wirft ein bezeichnendes Licht auf den Stand der Diskussion.

Da also bei der radioaktiven Strahlung nichts qualitativ Neues vorliegt, kommt es auf das quantitative Maß, auf die Dosis an. Strahlendosen werden in rem gemessen, und wir brauchen darüber nur zu wissen, daß 200 rem im ganzen Körper möglicherweise und 1000 rem sicher tödlich wirken. Die Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen, aus der Umgebungsstrahlung, liegt etwas bei 0,1 rem (100 millirem) pro Jahr. Sie ist örtlich verschieden, in Gegenden mit Granitgestein um 0,15 rem (150 millirem) pro Jahr, und sie wächst mit der Höhe: In 2000 Meter ist sie um 50 Prozent erhöht. Dazu kommt eine Strahlenbelastung durch medizinische Diagnostik, die heute im Mittel bei der Bevölkerung etwas kleiner ist als die Umgebungsdosis. Aus der Radioaktivität, die sich während der Atombombenversuche über die ganze Atmosphäre verbreitet hat, muß man heute noch mit einer Strahlendosis von 0,005 rem (5 millirem) pro Jahr rechnen.

Um die Strahlenbelastung, die durch gewerbliche Anwendung und durch Verunreinigung von Wasser, Luft und Boden entsteht, möglichst klein zu halten, hat man Grenzdosen aufgestellt, deren Überschreiten mit allen Mitteln zu verhindern ist. Die Obergrenze beträgt für diejenigen, die berufsmäßig solchen Strahlen ausgesetzt sind, maximal 5000 millirem (also 5 rem) pro Jahr, für die Bevölkerung in der Nähe eines Kernkraftwerks 60 millirem (also 0,06 rem) pro Jahr über die natürliche Strahlenbelastung hinaus, und natürlich äquivalente Grenzen für die im Körper aufgenommene Radioaktivität. Wir werden auf diese Grenzdosen zurückkommen.

4. Plutonium wirkt etwa wie Radium.

Es wirkt praktisch nur bei der Aufnahme im Körper. Seine Strahlung (Alphastrahlen) ist wirksamer als die der Betastrahlen, sie wird deshalb in rem höher bewertet. Die oft behauptete besonders chemische Giftigkeit (unabhängig von der Strahlenwirkung) scheint ein Märchen zu sein.

Man müßte von Plutonium nicht besonders reden, wenn man daraus nicht Bomben machen könnte. Atombomben werden aus Uran hergestellt, bei dem das wirksame Isotop U^{235} hoch angereichert ist, oder aus Plutonium, das im Reaktor entsteht. Um sogenanntes Waffenplutonium

zu bekommen, darf man den Reaktor jeweils nur kurz betreiben und muß dann das entstandene Plutonium abtrennen. Bei längerem Betrieb des Reaktors enthält das dann entstandene Plutonium zu viele für Bomben ungünstige Isotope. Um festzustellen, ob Plutonium gewonnen worden ist, wird deshalb bei der internationalen Reaktorkontrolle, der sich die meisten Staaten unterworfen haben, die Einsatzdauer der Brennelemente kontrolliert. In jedem Fall bräuchte man zur Bombenherstellung zusätzlich eine Aufarbeitungsanlage für bestrahlte Brennelemente.

Hier ist nicht der Platz, über die „Proliferation“, also die Ausbreitung der Atombombenbesitzer in der Welt zu sprechen. Ich möchte mich mit zwei entschiedenen Feststellungen begnügen. Die erste ist, daß die Proliferation auch ohne das Plutonium aus Kernkraftwerken in vollem Gange ist. Die Fachleute zweifeln nicht, daß die Zahl der Atombomben besitzenden Länder bald zweistellig sein wird. Und zweitens: Plutonium aus der Bundesrepublik wird auch in der Zukunft nicht zur Herstellung von Atombomben verwandt werden, es sei denn, die deutsche Regierung wünschte, selbst solche Waffen zu produzieren, was ich nicht glauben kann. Das widerspräche nicht nur den Pariser Verträgen vom 23. 10. 1954, in denen die Bundesrepublik auf die Herstellung von ABC-Kampfmitteln verzichtete. Eine Verletzung dieser Verträge würde sicher eine sofortige Aktion der Großmächte auslösen.

5. Transport, Aufarbeitung und Endlagerung von bestrahltem Kernbrennstoff stellen keine beunruhigenden oder schwer lösbaren Probleme dar.

Man neigt heute zu der Ansicht, die beste langfristige Sicherung von Reaktorabfällen bestehe darin, daß man die bestrahlten Brennelemente in einer speziellen chemischen Fabrik, wie sie zum Beispiel in Frankreich existiert und auch in Deutschland vielleicht gebaut werden soll, aufarbeitet, wobei das Uran, das Plutonium und die radioaktiven Stoffe abgetrennt werden: Dann kann man das Plutonium in neuen Brennelementen einsetzen, wohingegen die radioaktiven Stoffe in Endlagern unter der Erde (etwa Gorleben) zusammengefaßt werden sollen. Die Gefährdung der Bevölkerung ist, wenn man alle bekannten Sicherheitsmaßnahmen ergreift und nicht absichtlich und unnötig Strahlenbelastungen oberhalb vernünftiger Grenzen schafft, gering, verglichen mit den möglichen Gefahren aus den Reaktoren selbst, auch wenn man berücksichtigt, daß hier zum Teil Sabotage leichter möglich ist als bei Reaktoren.

Die Kampagne etwa gegen Gorleben ist nur zu verstehen als Versuch, über eine Verhinderung der Endlagerung den Ausbau der Kernenergie überhaupt zu stoppen. Es muß noch viel getan werden, um die besten Methoden für größte Sicherheit zu finden, aber der Ausgang kann nicht zweifelhaft sein, auch nicht für die Sicherheit nach vielen Jahren. Geologische Veränderungen, die allenfalls die Sicherheit der Endlagerung beeinträchtigen könnten, dauern viele tausend Jahre. Aber schon nach

weniger als 1000 Jahren wird die Radioaktivität in einem Endlager nach Aufarbeitung der Brennelemente nicht größer sein als die einer normalen Uranerzlagerstätte.

Das sind wieder sehr kategorische Aussagen, bei denen ich, allerdings in voller Überzeugung, meine Glaubwürdigkeit aufs Spiel setze. Ich stütze mich dabei, neben vielen anderen Erfahrungen, auf den Ausgang des Gorleben-Hearings vor drei Jahren. Daß in der Öffentlichkeit auch hier ganz andere Vorstellungen mächtig sind, ist leider wieder ein Zeichen für den chaotischen Zustand der Diskussion und Information.

6. Trotz weiter zunehmender Sicherheit wird es auch in der Zukunft Unfälle nach der Art von Harrisburg geben.

Die Angaben über die Wahrscheinlichkeit größerer Unfälle in den Risiko-studien sind nicht nur mit großen Unsicherheiten behaftet, man kann auch wenig damit anfangen. Wenn der Anlieger eines Reaktors lernt, daß er einmal in 10 000 Jahren einen großen Unfall erwarten muß, so kann er sich vorstellen, daß 10 000 Jahre einen Zeitraum von 300 Generationen ausmachen, und daß es nach so langer Zeit vielleicht gar keine Reaktoren mehr geben wird. Aber, und dies ist die Kehrseite, der Unfall kann sich auch schon nächstes Jahr ereignen, wie in Harrisburg, und unter diesen Umständen fühlt er sich gegenüber seinen weit entfernt wohnenden Mitbürgern gefährdet (wir finden deshalb die Idee nicht so abwegig, daß man den Anliegern eines Kernkraftwerks irgendwie, etwa beim Strompreis, entgegenkommen könnte, weil sie in der Tat ein höheres Risiko tragen).

Weltweit sieht die Sache anders aus. Wenn es einmal tausende von Reaktoren geben sollte, dann werden aus 10 000 bald nur wenige Jahre, bis sich der nächste Unfall ereignen wird – vielleicht nicht in Deutschland, wo der Stand der Reaktorsicherheitstechnik anerkannt hoch ist –, aber es wird bestimmt Länder geben, wo das Reaktorpersonal noch schlechter ausgebildet ist, als es in Harrisburg war. Tatsache ist: Wir müssen schon heute auf ein nächstes, vielleicht schlimmeres Harrisburg warten. Und dabei wird es um die Zukunft der ganzen Reaktorindustrie gehen. Die Aufmerksamkeit der ganzen Welt wird sich dann auf diesen Unfall richten, alle richtigen und alle falschen Gegenargumente werden neue Nahrung erhalten, die Angst wird wachsen und mit ihr der Zwang für die Politiker, etwas zu tun. Der Ausgang ist ungewiß. Und das gilt, obwohl die Schäden auch eines großen Unfalls weltweit nicht größer sein werden als ein Dammbruch oder die Flugzeugunglücke eines Jahres. Es sind die besonderen Umstände, die die Menschen schrecken: die unsichtbare Strahlung, die Evakuierung, die radioaktive Wolke, die ihnen vielleicht folgt, die Angst vor Spätschäden, Chaos und Panik. Bei solchen Unfällen wird es wahrscheinlich nie viele Tote durch direkte Strahlenwirkung mit hohen Dosen (über 200 rem) geben. Schon eine Zahl von 1000 Toten ist kaum denkbar. Aber man kann einen großen Unfall nicht mit Vernunftgründen allein betrachten.

Andererseits: Alle Beteiligten, voran die Reaktorbauer, wissen um diese Gefahren. Dies wird zu besonderen Anstrengungen führen, um große Unfälle zu vermeiden; die Reaktorsicherheit wird davon profitieren. Man kann annehmen, daß auch bei voller Entwicklung der Atomenergie die Zahl der schweren Unfälle in der Welt nicht größer sein wird als etwa ein Unfall in fünf Jahren. Diese Zahl ist entstanden aufgrund einer Vermutung und aufgrund einer Behauptung. Wir vermuten, daß die Aufregung in der Welt nach jedem, auch kleineren Unfall so groß sein wird, daß eine Wiederholung nach fünf Jahren ernste Folgen für künftige Sicherheitsforderungen, vielleicht sogar für das ganze Reaktorprogramm, haben wird. Und wir behaupten, gestützt auf die bisherige Entwicklung der Reaktorsicherheit und der Unfallstatistik, daß die Industrie, welche die Reaktoren baut oder betreibt, die dann verschärften Sicherheitsforderungen wird erfüllen können, so daß also nie ein Zustand eintreten wird, wo es zu mehr als einem ernststen Unfall in fünf Jahren kommen wird, auch wenn die Zahl der Kernkraftwerke weiter anwachsen wird. Sollte diese Behauptung falsch sein, so vermuten wir wiederum, daß das Reaktorprogramm eingeschränkt wird. Bei solchen Unfällen wäre die Zahl der direkten Todesfälle, wie schon gesagt, nicht besonders hoch. Aber: Ist nicht schon ein Toter zuviel? Und liegt das Schwergewicht der Strahlengefahren nicht bei den Langzeitwirkungen?

7. Geringe Strahlendosen können Krebs erzeugen und genetische Schäden bewirken.

Zunächst zum Krebs: Man weiß (zum Beispiel aus den Untersuchungen nach Hiroshima), daß die Bestrahlung etwa eines empfindlichen Organs wie der Schilddrüse oder des Knochenmarks mit dem 200fachen der natürlichen Umgebungs-dosis – diese beträgt, um es nochmals zu wiederholen, 0,1 rem (100 millirem) pro Jahr, und dieser Strahlung ist jeder Mensch ausgesetzt – über längere Zeit hinweg die Krebs-häufigkeit, die ohne Strahlung auftritt, verdoppelt. Mit höherer Dosis nimmt die Krebs-häufigkeit zu, mit niedrigerer Dosis nimmt sie ab. Man weiß allerdings nicht, wie es bei sehr kleinen Dosen ist, etwa bei einem Zehntel der Umgebungsstrahlung (also 2000 mal weniger als die Dosis, bei der die doppelte Anzahl an Krebsfällen als ohne Strahlung auftritt). Die Theorie ist zu unsicher, um darüber Aussagen machen zu können, und messen kann man so seltene Effekte nicht. Deshalb muß man – und dagegen darf niemand etwas einwenden, auch wenn er nicht daran glaubt – eine pessimistische Annahme machen, und die lautet: Auch bei 2000 mal kleinerer Dosis entsteht immer noch Krebs, aber eben 2000 mal seltener. Diese Annahme wird heute in der Regel gemacht. Man könnte noch pessimistischer vorgehen und 1000 mal statt 2000 mal sagen. Aber es ist auch möglich, daß bei so kleinen Dosen überhaupt keine zusätzliche Krebserzeugung erfolgt. Wissen werden wir das erst, wenn es eine bessere Kenntnis und Theorie der Krebsentstehung gibt.

Wir wollen nun wieder eine, zugegebenermaßen nicht beweisbare Vermutung über die künftige Kernenergie aussprechen: Man darf annehmen, daß man sich immer bemühen wird, die Strahlenbelastung der Menschheit klein zu halten, und wir vermuten, daß weltweit die Krebshäufigkeit durch Strahlung aus Atomenergie nicht mehr als um ein Zehntausendstel erhöht werden wird. Das setzt voraus, daß es durch Schutzmaßnahmen aller Art gelingt, die Strahlenbelastung durch Umgebungsstrahlung und in den empfindlichen Organen inkorporierte Strahlung aus Kernenergie im Mittel für alle Menschen unter 0,002 rem (2 millirem) pro Jahr zu halten. Die Argumentation, mit Vermutung und Behauptung, verläuft in ähnlicher Weise wie im vorherigen Abschnitt.

Ein Zehntausendstel aller Krebsfälle: das ist auf der einen Seite wenig, denn man kann so geringe relative Häufigkeiten nie nachweisen. Dies gilt genauso, wenn es hundertmal mehr wären, also ein Hundertstel statt ein Zehntausendstel. Diese Überlegung ist ein bißchen gespenstisch, weil sie folgendes Ergebnis beinhaltet: Den unbekannten Krebstoten durch schwache Strahlung wird es wahrscheinlich geben, aber man kann ihn nie finden und sagen: Hier ist er. Der Nachweis, ob der Krebstod durch Strahlung oder durch andere Faktoren verursacht wurde, ist nicht zu erbringen. Auf der anderen Seite ist ein Zehntausendstel aber auch viel, denn ein Sechstel aller Menschen stirbt an Krebs. Ein Zehntausendstel davon sind deshalb immer noch viele. In Deutschland sterben jährlich 150 000 Menschen an Krebs. Eine um ein Zehntausendstel erhöhte Strahlenbelastung würde bedeuten, daß weitere 15 Krebstote pro Jahr durch Strahlung aus Kernenergie zu beklagen wären, wenn unsere Vermutung sich bewahrheitete.

Jeder Tote ist zuviel. Man kann Kernenergie nur verantworten, wenn man eine Bilanz aufstellen kann, daß andere Energien oder auch der Verzicht auf Kernenergie ebensoviel oder mehr Tote fordern, oder daß durch einen Zivilisationsstand, wie er nur mit Kernenergie möglich ist, solche Fortschritte etwa in der Medizin möglich werden, daß zum Beispiel die Krebshäufigkeit überhaupt sinkt.

Das ist die entscheidende Frage, über die harte Kontroversen im Gange sind. Was nun die Zahl von möglichen Opfern durch Reaktorunfälle (oder auch von verlorenen Lebensjahren durch Strahlenschäden) betrifft, so kann die Wissenschaft den Nachweis geben, daß die Atomenergie im Vergleich zu anderen Energien trotz aller Gefährdung gut abschneidet. Leider ist den meisten Menschen nicht bewußt, daß die traditionellen Energien nicht unschädlich sind, sondern sogar schlimmere Folgen bewirken als dies bei der Kernenergie der Fall ist. Die Verbrennung von Kohle und Öl bewirkt Schädigungen der Umwelt und auch Belastungen für die Menschen, von denen man zwar meint, sie könnten geduldet und in Kauf genommen werden, die aber in Wirklichkeit größer sind als diejenigen der Kernenergie.

Von manchen wird die Atomenergie als Symbol eines aufwendigen Wirt-

schaftslebens bekämpft. Wenn wir weniger Energie hätten, so wird gesagt, dann könnten die Menschen ein einfaches, aber würdiges Leben führen und sie bräuchten keine Angst vor den Unfällen zu haben. Auch wirft man den entwickelten Industrienationen oft vor, daß sie viel mehr Energie verbrauchen als die übrigen Länder der Dritten Welt zusammen. Nun wäre gewiß etwa eine Halbierung des Energieverbrauchs in einem Land wie Deutschland denkbar – mit Opfern allerdings in wirtschaftlicher, sozialer und politischer Hinsicht: Eine ernsthafte Rückkehr zum einfachen Leben aber würde einen Verzicht auf Technik und auf Wissenschaft beinhalten. Dann könnten wir auch den vielen notleidenden Menschen in aller Welt nicht mehr so helfen, wie sie das von uns heute mit Recht erwarten. Diese Konsequenz darf man nicht verschweigen.

Bei den genetischen Schäden ist die Lage noch undurchsichtiger als beim Krebs. Man weiß von Tierversuchen, daß Strahlung Mutationen, das heißt Veränderungen der Erbmasse, hervorrufen kann. Merkwürdigerweise sind solche Veränderungen am Menschen auch nicht bei den gewiß extremen Belastungen in Hiroshima beobachtet worden. Das heißt natürlich nicht, daß es genetische Strahlenschäden beim Menschen nicht gibt. Aber man muß bedenken, daß genetische Veränderungen ganz allgemein sehr häufig auftreten und daß es dafür auch Reparaturmechanismen gibt, die vielleicht auch durch Strahlung beeinflußt werden. Von der Theorie erhält man freilich auf diesem Gebiet bisher wenig Hilfe. Man kann vermuten, daß durch Kernenergie eine Erhöhung der Strahlung um ein Zehntausendstel, vielleicht auch um ein Tausendstel eintreten wird. Eine solche Erhöhung muß nach zwei Richtungen hin bedacht werden: Erstens die dadurch entstehenden Krankheits- und Pflegefälle. Diese werden weniger zahlreich oder weniger schwer sein als beim Krebs. Dennoch gilt für die Beurteilung das, was schon beim Krebs gesagt wurde: Schäden solcher Art können nur geduldet werden, wenn sie durch Fortschritte auf anderen Gebieten aufgewogen werden (genetische Schäden entstehen ja aus vielen, zum Teil aus vermeidbaren Ursachen).

Zweitens eine dadurch ausgelöste Änderung der Mutationsrate in der Welt. Wenn es zutrifft, daß die Entwicklung der Lebewesen durch zufällige Erbveränderungen und gleichzeitige dauernde Auslese im Sinn von Darwin vor sich geht, dann würde diese Entwicklung um ein Zehntausendstel oder um ein Tausendstel beschleunigt. In dieser Veränderung vermag ich keine Gefahr für die Menschheit zu sehen. Manche behaupten, daß der Mensch mit der heutigen Mutationsrate und der heutigen Umwelt ein Gleichgewicht erreicht habe, das nicht gestört werden dürfe. Diese Behauptung erscheint mir schon angesichts der derzeitigen Umweltveränderungen nicht gültig. Wenn hier eine Gefahr besteht, kommt sie von der Umweltveränderung und nicht von einer um ein Tausendstel erhöhten Mutationsrate.

Zusammenfassend muß man sagen, daß die Existenz oder die zukünftige Qualität der Menschheit durch die Atomenergie nicht gefährdet ist. Dies gilt sowohl für den heutigen Zustand als auch für denjenigen, der durch

den konsequenten Ausbau der Atomenergie über viele Jahre hinweg und durch die dadurch bedingte Ansammlung von radioaktiven Substanzen entstünde.

8. Die Kernenergiediskussion hat mitgeholfen, das Sicherheitsdenken in vielen Bereichen zu verbessern.

Man mag die Heftigkeit und die Unsachlichkeit der Atomdiskussion bedauern. Aber es ist sicher, daß dadurch die öffentliche Aufmerksamkeit gesteigert wurde; öffentliche Aufmerksamkeit ist etwas Wichtiges; und man muß Folgen, auch überraschende Folgen erwarten. Eine Folge ist schon gewesen, daß die Atomenergieentwicklung verzögert und wesentlich verteuert wird. Andererseits muß man zugeben, daß durch diese Diskussion die Sicherheit der Reaktoren, der Strahlenschutz und der Schutz vor den radioaktiven Abfällen ganz außerordentlich verbessert worden sind und weiter verbessert werden. Es gibt wohl kein technisches Feld, in dem das Sicherheitsdenken so umfassend und mit so hohen Mitteln entwickelt worden ist wie bei der Atomenergie. Man wird sogar vermuten dürfen, daß die Atombewegung dem Sicherheitsdenken in vielen anderen Feldern neue Impulse gegeben hat.

Daß heute überall noch mehr auf Sicherheit geachtet wird als früher, darüber kann kein Zweifel sein. Zum Beispiel hat sich die Zahl der tödlichen Unfälle im Haushalt seit 1973 von 11 000 auf 7700 pro Jahr verringert; die Zahl der Toten durch Verkehrsunfälle sinkt ebenfalls, obwohl die Dichte des Verkehrs noch zunimmt. Das alles spricht für eine allgemeine Bewegung hin zu mehr Sicherheit, die vielleicht ohne die Atomgegner nicht so stark und so wirksam geworden wäre. Sicher sind manche der von ihnen erhobenen Forderungen übertrieben. Aber übertriebene Forderungen führen oft dazu, daß jedenfalls die vernünftigeren Maßnahmen durchgesetzt werden.

Auch daß es keine absolute Sicherheit geben kann und daß alle Tätigkeiten Gefahren in sich bergen, wird allmählich allgemein bekannt. Ja, man hat sogar gelernt, daß der Preis für Sicherheit seine Grenzen hat. Der Ausspruch „keine finanziellen Gesichtspunkte, wenn es um Sicherheit geht“ ist auch dann falsch, wenn ein Minister ihn erhebt. Man kann jede technische Entwicklung verhindern, wenn man Sicherheitsforderungen auf Sicherheitsforderungen häuft. Die Amerikaner, praktisch und kalt-schnäuzig, haben einmal versucht, einen Preis für Sicherheit anzugeben: 10 Millionen Dollar für ein Menschenleben. Die staatlichen oder staatlich geforderten Aufwendungen für die Reaktorsicherheit in Deutschland dürften in dieser Größenordnung oder sogar weit darüber liegen (die diesbezügliche Unsicherheit liegt bei der Zahl der zu rettenden Menschen). Wenn man die Zahl der Unfalltoten im Straßenverkehr um 5000 pro Jahr, also etwa um ein Drittel, verringern wollte, so müßte demnach dafür ein Aufwand von 100 Milliarden DM veranschlagt werden. Es gibt niemanden, der diese Forderung aufstellt; andererseits läßt dieses

Rechenbeispiel das Gewicht erkennen, das der Reaktorsicherheit zugemessen wird.

9. Neben den Sicherheitsfragen werden in wachsendem Maße andere wichtige Fragen darüber entscheiden, ob die Kernenergie ausgebaut werden soll.

Die Antwort auf folgende Fragen wird vordringlich: Wie wichtig ist es, bald die Abhängigkeit vom Öl zu mindern, und welche Rolle spielt dabei die Kernenergie? Wieviel Energie ist notwendig, damit die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft erhalten bleibt und damit wir unsere Stellung und Tätigkeit als entwickeltes Land fruchtbar und innovativ weiterführen können? Wieviel Energiesparen ist nützlich, durchführbar und nicht zu teuer? Hat eine freiwillige Bewegung zu einem einfachen Leben Chancen? Kann man es verantworten, die Ängste oder Forderungen einer Minderheit zu berücksichtigen und die friedliche Nutzung der Atomenergie einzuschränken oder gar auf sie zu verzichten, auch wenn damit schwerwiegende Nachteile für alle entstehen?

Das sind alles wichtige Fragen, und sie zu behandeln ist hier nicht der Platz. Was wir damit sagen wollen: Von diesen Problemen und nicht nur von der Frage der Sicherheit der Atomenergie wird unsere Zukunft bestimmt werden. Das zeichnet sich sehr deutlich ab, wenn man die Entwicklung der Energiediskussion aufmerksam betrachtet.

Alle mir bekannten Politiker, die Verantwortung für Entscheidungen auf dem Atomgebiet tragen, sind zu der Überzeugung gelangt, daß Sicherheitsmaßnahmen sehr sorgfältig behandelt werden müssen, daß aber die Risiken aus der Atomenergie keinesfalls größer sind als diejenigen Risiken, die auf anderen technischen Gebieten allgemein akzeptiert sind. Hier muß noch ein Wort zu den Diskussionen gesagt werden, die unter Fachleuten oder mit informierten Atomgegnern über Fragen der Sicherheit geführt werden. Für den Bürger ist es oft unverständlich, warum es auch unter Wissenschaftlern verschiedene Auffassungen gibt und sich die bisweilen entgegengesetzten Aussagen nicht auf einen Nenner bringen lassen. Es wurde schon an anderer Stelle darauf hingewiesen, daß auch Wissenschaftler irren können. Was hier jedoch berücksichtigt werden muß, ist noch etwas anderes. Die Diskussionen konzentrieren sich meist auf bestimmte Sachfragen, wo verschiedene Aussagen bestehen. Diese lassen sich fast immer auf relativ geringfügige Meinungsunterschiede zurückführen. Problematisch wird die Sache erst, wenn es sich um eine Gesamtbewertung handelt. Die dann einsetzende Diskussion leidet nicht selten darunter, daß die Gesprächspartner, auch wenn sie Wissenschaftler sind, nicht die nötige Gesamtinformation besitzen. Es wäre gerade die Aufgabe einer Diskussion, die Begrenztheit bestimmter Aussagen offenzulegen und im Hinblick auf die Zusammenfügung der Teilbereiche zu einem Ganzen zu korrigieren. Wenn dies nicht immer gelingt, dann deshalb, weil dieser höchst mühsame Vorgang leicht die

Geduld der Beteiligten strapaziert, weil ihr Interesse einem partikulären Gebiet gilt. Es ist aber durchaus zu erwarten, daß in der Zukunft die Fragenbereiche abnehmen, bei denen heute die Bewertungen und Ansichten noch auseinandergehen.

10. Nachrichten und Veröffentlichungen in den Massenmedien sind nicht immer geeignet, die Information des Bürgers zu vergrößern.

Zuviel ist davon einseitig, nicht auf Richtigkeit geprüft und ohne Vergleich mit anderen Daten nicht verständlich. Auch die Äußerungen der Politiker bedürfen fast immer einer Übersetzung, weil sie mit dem Versuch, sich gegenüber den Wählern abzusichern, vermischt sind.

Es hat sich auch die Gewohnheit herausgebildet, daß jeder Diskussions Teilnehmer – außerhalb eines sehr klein gewordenen Kreises von Wahrheitssuchern – nur die Argumente benützt, die seiner Überzeugung und seinem schon festliegenden Standpunkt dienlich sind. Dieses „System“ ist sehr vervollkommen worden, seinen Verfechtern ist es fast gelungen zu erreichen, daß es als eine legitime Art der Diskussion gilt. Es gibt 1000-Seiten-Bücher, in denen aus der gewaltigen Literatur alles das steht, wodurch der eigene Standpunkt untermauert wird, Richtiges und Falsches, oft aus dem Zusammenhang gerissen, in dem es beurteilt werden könnte. Damit hat man für jede Diskussion reiches Material zur Verfügung. Der Versuch, einzelne Punkte zu widerlegen, scheitert schon an ihrer Zahl und an der Leichtigkeit, mit der man bei Bedarf einfach auf einen anderen Punkt springen kann.

Die einzige Lösung ist, einseitige Darstellungen grundsätzlich abzulehnen und über strittige Fragen nur dann zu diskutieren, wenn die Beispiele, die dafür oder dagegen vorgebracht werden, vorher beiden Seiten ausführlich bekannt gemacht worden sind.

Noch eine andere Schwierigkeit ist zu bedenken. Wenn ein Atomgegner die Sicherheit einer Reaktoranlage bestreitet, so braucht er damit nicht Recht zu haben. Kann er sich mit seiner Meinung durchsetzen, dann werden, wenn möglich, zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen überlegt und verwirklicht werden. Wenn ihm aber nachgewiesen werden kann, daß er Unrecht hat, so braucht ihn dies keineswegs zu stören. Er wird aus einem anderen Grund wiederum die Sicherheit in Frage stellen. Anders verhält es sich beim Wissenschaftler und beim Sachverständigen. Wenn er Kriterien für die Sicherheit nennt, so wird erwartet, daß diese in jedem Fall der Kritik standhalten. Meldet sich ein anderer Experte oder auch ein „Halbexperte“ zu Wort, der widerspricht, so ist davon zunächst die Glaubwürdigkeit des Wissenschaftlers betroffen. Unter diesen Umständen ist es verständlich, wenn der Wissenschaftler bzw. der Experte eine solche Situation vermeiden möchte und danach trachtet, sich national und auch international mit den übrigen Forschern und Fachleuten abzusprechen über das, was als „sicher“ gelten kann. Man möchte sich selbst absichern. Neben die Sachgründe, die bei der Frage nach der Sicherheit

allein zählen und den Ausschlag geben können, treten Erwägungen ganz anderer Art, nämlich sozialer Art. Wenn sich auf diese Weise Ungereimtheiten, ja Irrtümer einschleichen, weil man sich zu sehr auf „die anderen“ verlassen hat, dann kann es zu fragwürdigen Hypothesen kommen, die im Fall Harrisburg in der Tat eine gewisse Rolle gespielt haben. Was not tut, ist die Versachlichung der Diskussion, bei der nicht mehr die Interessenstandpunkte, sondern die Argumente und die Kriterien maßgeblich sein müssen. Der Experte muß in aller Unbefangenheit alles sagen, was er weiß, ebenfalls darlegen, was er für richtig hält. Die Tatsache, daß er irren kann, darf nicht gegen gesicherte Erkenntnisse und bewährte Einrichtungen ausgespielt werden.

Ein Grundproblem bleibt immer: das Unbehagen des Laien an der Atomenergie mit ihren unsichtbaren Strahlungen, das Ausgeliefertsein an Entscheidungen, die man nicht durchschaut und deren Auswirkungen auf das eigene Leben man nicht abschätzen kann, der Streit zwischen Atomgegnern, denen man nur halb vertraut, und Befürwortern, hinter denen man wirtschaftliche Interessen vermutet. Man weiß nicht, ob man irgend jemand vertrauen kann. Die Zerstörung des Vertrauens ist mit großem Erfolg betrieben worden. Aber ohne Vertrauen geht es in unserer komplexen Welt nicht mehr. Jeder von uns, auch der größte Experte, muß zahllose Behauptungen und Aussagen von anderen Fachleuten ungeprüft hinnehmen. Wenn ich selbst nicht wüßte, wem ich vertrauen kann, dann wäre ich verloren. Zum Glück gibt es von denen, die Kritik und Selbstkritik besitzen und die mit Tatsachen sorgfältig und unparteiisch umgehen, noch viele, jedenfalls sehr viele mehr, als es die heutige Propaganda wahrhaben will.

Natürlich wird das Unbehagen von interessierter Seite genährt, das kann nicht anders sein; denn die Atomdiskussion ist Teil einer allgemeinen Bewegung, die jetzt auch große politische Bedeutung erlangt hat.

Wenn wir den Herausforderungen unserer Zeit gerecht werden wollen, dann gilt es die Einseitigkeit und Engführung zu überwinden, in die die Diskussion um die friedliche Nutzung der Atomenergie in der Bundesrepublik Deutschland geraten ist. Es kommt darauf an, die Bemühungen und Ergebnisse der Wissenschaft, der Technik und der beteiligten Wirtschaft um eine hinreichende Sicherheit der Atomreaktoren zur Kenntnis zu nehmen. Die Gefährdungen durch Atomenergie können nur hingenommen werden, wenn und insofern sie geringer, jedenfalls nicht größer als andere Gefährdungen sind. Vor allem aber ist es dringend erforderlich, aus der selbst gewählten Isolation auszubrechen und zu erkennen, daß die Frage der Sicherheit auch im Gesamt der anderen Lebensfragen der Menschheit gesehen werden muß. Atomenergie betrifft alle oder keinen, niemand kann eine Entscheidung für sich allein verlangen. Man muß das Beste für alle suchen.

Zur Person des Verfassers

Dr. phil. Heinz Maier-Leibnitz, em. o. Professor an der Technischen Universität, München.