

Mülldeponie Arktis?

Umwelt- und Gesundheitsprobleme in der kanadischen Arktis

Von Joachim W. Haertling

Der Hohe Norden Kanadas ist der Urlaubstraum vieler Menschen, die in einer paradiesisch sauberen Umwelt hautnah Natur erleben wollen. Inwieweit stimmt dieses Bild vom unberührten Norden mit der Realität überein? Daß der kanadische Norden durchaus dem Werbeslogan von der „Faszination hautnaher Natur“ gerecht wird, zur selben Zeit aber regionale Umweltprobleme und vor allem die globale Umweltverschmutzung auch die nordamerikanische Arktis erreicht haben, zeigen beispielsweise die Ergebnisse von fünfjährigen Forschungsarbeiten des Autors in der östlichen kanadischen Arktis. Dabei ging es um die momentane Situation zur radiologischen, biologischen und chemischen Verschmutzung der kanadischen Arktis.

Im Vergleich zu anderen Gebieten dieser Erde ist die Beunruhigung über die radiologische und chemische Verseuchung und die daraus resultierenden Gesundheitsprobleme für die Bevölkerung in der kanadischen Arktis ein recht junges Phänomen. Mit Ausnahme weniger älterer Studien begann der Großteil der Forschungsarbeit Mitte der siebziger Jahre als Konsequenz des gestiegenen globalen Umweltbewußtseins. Dies und die logistischen Probleme des polaren Raumes erklären zumindest teilweise das Fehlen von Basisdaten und die Tatsache, daß die Literatur zu diesem Themenbereich heute noch äußerst fragmentarisch ist.

Die wichtigsten kanadischen Bundesinstitutionen, die sich mit der Erforschung von Umwelt- und Gesundheitsproblemen in der kanadischen Arktis befassen, sind das Ministerium für Indianer-Angelegenheiten und Entwicklung des Nordens (DIAND), das Umweltministerium (DOE), das Fischereiministerium (DFO), das Gesundheitsministerium (NHW), und das Ministerium für Energie, Bergbau und Rohstoffe (EMR). Dazu kommen die territorialen Abteilungen und die Forschungsinstitutionen wie dem Borealen Institut für Nordlandstudien (BINS) und dem Arktischen Institut von Nordamerika (AINA).

Auch Umweltorganisationen wie das „Canadian Arctic Resources Committee“ (CARC) oder Organisationen der einheimischen Bevölkerung, wie z.B. die „Inuit Tapirisat of Canada“ (ITC) haben wertvolle Beiträge zu Umwelt- und Gesundheitsfragen geleistet. Unter dem steigenden Druck nach umweltbewußtem Verhalten haben auch die Bergbau-, Gas- und Ölgesellschaften, die in der Arktis operieren, einen wesentlichen Anteil an der Erstellung von Basisdaten. Vor allem die Umweltverträglichkeitsprüfungen (EIA) führten zu intensiven Umweltstudien.

Die gesetzgeberische Situation ist ähnlich verwirrend und fragmentarisch wie die wissenschaftliche Literatur. Momentan werden drei Dutzend Bundesgesetze und zahllose territoriale Verordnungen, die Abschnitte zu Umweltbelangen des Nordens beinhalten, von neun Bundesabteilungen und den zwei territorialen Regierungen verwaltet. Die wichtigsten Gesetzestexte zu Gesundheitsfragen in der kanadischen Arktis sind die Gesundheitsverordnungen der beiden arktischen Territorien Kanadas, Northwest Territories (NWT) und Yukon (Abb. 1).

Die ursprüngliche Bevölkerung des kanadischen Nordens, Inuit, Inuvialuit und Dene,

führte ein semi-nomadisches Leben und ernährte sich von Sammeln, Jagen und Fischen. Praktisch alle Bestandteile von Tieren und Pflanzen wurden für Ernährung, Kleidung, Heizen, etc. genutzt, und die wenigen anfallenden Abfälle waren organischer Natur und leicht biologisch abbaubar. Dies änderte sich bei den ersten Kontakten mit Walfängern, Missionaren und Geschäftsleuten, die nur schwer abbaubare und teilweise toxische Abfallprodukte in die Arktis einführten.

Als die ersten Goldsucher um die Jahrhundertwende den Chilkoot-Paß überquerten, wurde die arktische Umwelt zum ersten Mal in größerem Ausmaß verschmutzt. Quecksilber, Potassiumcyanid und starke Säuren wurden zur Identifizierung, Konzentrierung und Reinigung des wertvollen Metalls benutzt. Die Probleme verstärkten sich während der 30er Jahre, als die ersten modernen Bergwerksgesellschaften in der Arktis Einzug hielten (Port Radium, 1932; Con Mine Yellowknife, 1934). Zu dieser Zeit wurden auch die ersten erfolgreichen Erdöl- und Erdgasbohrungen bei Norman Wells niedergebracht. Während des zweiten Weltkrieges wurden als Teil der alliierten

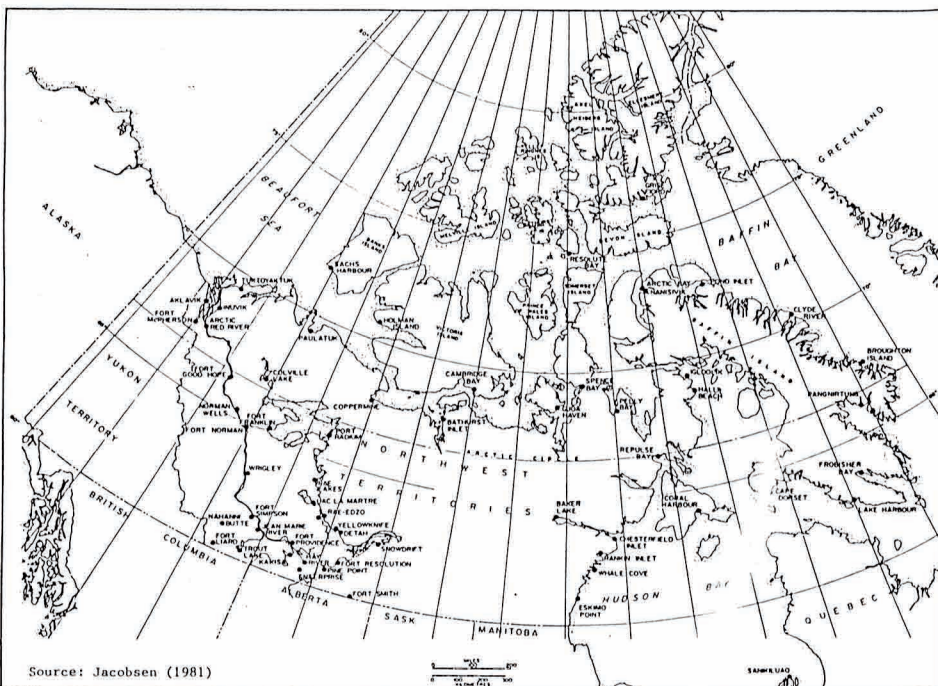


Abb. 1: Der kanadische Polarraum: Northwest Territorien (NWT) und Yukon Territorium, mit den Hauptstädten Whitehorse und Yellowknife.

Kriegsanstrengungen nicht nur Wetterstationen und Flugfelder gebaut, sondern auch enorme Mengen an Militärpersonal und an Materialien in den Norden gebracht. Allein 1943 waren über 50 000 U.S.-Soldaten in den Territorien. Die Errichtung des Frühwarnsystems „DEW Line“ während der 50er Jahre führte dazu, daß weitere anorganische und organische Kontaminanten in die kanadische Arktis eingebracht wurden. Ausgelöst durch die riesigen Erdöl- und Erdgasfunde in Prudhoe Bay, Alaska, entwickelte sich dann in den späten 60er und in den 70er Jahren die Erdöl- und Erdgas-Exploration vor allem im Mackenzie Delta mit rasender Geschwindigkeit. Zur selben Zeit aber wuchsen auch die Bedenken wegen der radiologischen und chemischen Verschmutzung und ihrer Auswirkungen auf die Menschen.



Abschmelzendes Sees – Beispiel der Ästhetik und Kraft der nordischen Landschaften.

Fotos: Haertling

Radiologische Verseuchung

Verseuchung durch radioaktive Elemente in der kanadischen Arktis geschieht vor allem durch atmosphärischen Niederschlag (fall-out) und beim Abbau der örtlichen Uranerzlager. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es keine aktive Urangewinnung in den NWT, obwohl sich die Deutsche Urangesellschaft bemüht, die Vorkommen bei Baker Lake (Kiggavik Mine) in Betrieb zu nehmen. In früheren Jahren wurde bei Port Radium und Rayrock Uran gewonnen. Neuere Studien zeigen, daß die gemessene Radioaktivität in diesen ehemaligen Abbaugebieten kein Gesundheitsrisiko mehr für die Anwohner darstellt. Heute ist der Zugang zu den Minen verboten und die Reststrahlung wird in unregelmäßigen Abständen gemessen.

Während der 50er und frühen 60er Jahre gelangten erhebliche Mengen an Radionukleiden durch thermonukleare Waffentests in die Atmosphäre. Diese globale Verseuchung erregte besonders in der Arktis Besorgnis, da Flechten und Moose, die direkt oder als Teil der Nahrungskette indirekt (Moose/Flechten-Karibou-Mensch) einen großen Anteil der traditionellen Ernährung darstellen, starke Bioakkumulatoren von radioaktiven Elementen sind. Daher veranlaßte die Abteilung für Strahlenschutz 1963 mehrere Studien zum Cäsium-137-Gehalt in Teilen der nördlichen Nahrungskette und im Menschen. Den Ergebnissen zufolge liegt die durchschnittliche Cäsium-137-Belastung für die Bewohner des Nordens unter den Richtlinien der kanadischen Gesundheitsbehörde. Im Vergleich dazu stellen die häufigen Röntgenuntersuchungen, denen sich die Menschen in der kanadischen Arktis wegen Tuberkulose unterziehen mußten, eine weitaus größere Strahlungsbelastung dar.

Durch den Bann von atmosphärischen Tests durch Großbritannien, die USA und die UdSSR im Jahre 1963, durch die veränderte Ernährungsweise und die Verringerung der Strahlungsintensität und Häufigkeit von Röntgenuntersuchungen nahmen die Strahlungsbelastungen während der 70er und 80er Jahre erheblich ab. Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, UdSSR, wachte das Interesse an der radiologischen Verseuchung der nördlichen Umwelt wieder auf. Obwohl Messungen von 1988 eine 15prozentige Zunahme der Cäsium-137-Konzentrationen in Flechten, Moosen und Karibou nachwiesen, liegen die Konzentrationen noch erheblich unter denen der zentral- und nordeuropäischen Länder und auch derjenigen früherer Jahre in der kanadischen Arktis.

Biologische Verseuchung

Wie in jedem Gebiet dieser Erde, ist auch der Mensch im kanadischen Norden von den verschiedensten mikrobiologischen Krankheitserregern (Viren, Bakterien, Parasiten) bedroht. Die Erreger wurden teilweise von den Europäern eingeschleppt, teilweise repräsentieren sie aber auch endemische Krankheitsquellen. Drei wichtige Bereiche biologischer Kontamination sind (a) die Wohnverhältnisse, (b) die Ernährung und (c) die Feststoffabfälle und Abwässer.

(a) Durch die Entsorgung der – vor allem in der Vergangenheit – teilweise beengten und unhygienischen Lebensbedingungen der einheimischen Bevölkerung, wurden viele Men-

schen des Nordens von ansteckenden Haut- und Darmkrankheiten gequält. Obwohl auch jetzt noch eine sehr starke Nachfrage nach Wohnraum in der kanadischen Arktis besteht, haben sich die Wohnverhältnisse in den letzten Jahren so verbessert, daß in naher Zukunft mit einer Annäherung an nordamerikanische Standards gerechnet werden kann.

(b) Da die traditionelle Ernährung größtenteils durch Land- und Meeressäuger und Fische erfolgt, stellen Wurmkrankheiten (Trichinellose, Fischbandwurmerkrankungen) und bakterielle Krankheiten (Brucellose, Botulismus) eine besondere Bedrohung dar. Dies könnte durch adäquates Kochen oder Räuchern vermieden werden, aber leider besteht immer noch ein Großteil der einheimischen Diät aus rohem Fleisch oder Fisch.

(c) Die meisten Gemeinden des Nordens werden mittlerweile mit adäquatem Trinkwasser versorgt, die Entsorgung von Fäkalien und toten Tieren aber ist immer noch ein Problem. Tote Tiere und anderer organischer Abfall werden einfach auf die nächste Deponie geworfen und verrotten, während Kinder die nicht eingezäunten und abgedeckten Müllhalden als Spielplatz benutzen. Urin und Fäkalien, welche die verschiedensten Viren, Bakterien und Parasiten enthalten, werden teilweise direkt in Seen und Flüsse eingeleitet, in denen auch gefischt wird. Wenige Ortschaften besitzen Klärteiche, und die existierenden Becken werden von Problemen geplagt (Abb. 2). Noch nicht veröffentlichte Untersuchungen des Autors wiesen 1.3×10^6 fäkale coliforme Bakterien pro 100 mL in Sickerwasser von der offenen Mülldeponie in Pond Inlet nach und im



Abb. 2: Das Klärbecken in Iqaluit, Baffin Island. Alljährlich bricht der Damm des Beckens unter dem Ansturm von Wasser und Eis, und die ungeklärten Abwässer fließen direkt in die Bucht von Iqaluit (Kojesse Inlet).

Vorfluter des Klärteiches von Iqaluit wurden sogar über $8,6 \times 10^6$ fäkale Coliformen gefunden. Beide Gemeinden befinden sich auf Baffin Island.

Chemische Verseuchung

Die chemischen Kontaminanten, die dem Gesundheits- und Umweltpersonal in der kanadischen Arktis die größten Probleme bereiten, sind Schwefelverbindungen, Schwermetalle (Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei) und verschiedene chlorierte organische Verbindungen, wie DDT oder polychlorierte Biphenyle (PCBs). Die chemische Verseuchung des arktischen Lebensraumes geschieht durch eine Kombination von allgemeiner globaler Verschmutzung über Meeresströmungen und Atmosphäre (hauptsächlich aus den dichtbesiedelten Industriegebieten in Eurasien und Nordamerika), und durch örtliche Emmissionsquellen, wie zum Beispiel Bergwerke, Schmelzöfen, Erdöl- und Erdgasförderstationen, Mülldeponien, Abwasserlagunen und Müllverbrennungsanlagen.

Seit der Einführung des Kanadischen Arktischen Aerosol Netzwerkes (CAASN) im Jahre 1979 wird die chemische Zusammensetzung der arktischen Luftmassen systematisch überwacht. Im Vergleich zu kontaminierten südlichen Regionen sind die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Schwermetallen und organischen Verbindungen in der arktischen Atmosphäre wesentlich niedriger. Bis jetzt gibt es keine Studien, die eine direkte Verbindung zwischen allgemeiner Luftverschmutzung in der Arktis und z.B. einem Anstieg an Lungen-

erkrankungen nachweisen können. Die Situation wird allerdings komplizierter, wenn man sich die lokalen Emissionen betrachtet (Abb. 3).

Während der 40er und 50er Jahre verursachten z.B. Arsen trioxid-Emissionen der Goldschmelzen in Yellowknife gefährliche Konzentrationen von Arsen in der Luft, was erst Jahre später durch den Einbau von Filtern be-

hoben wurde. In den 60er und 70er Jahren wurden mehrere Untersuchungen der Arsenkonzentrationen an Bewohnern von Yellowknife durchgeführt. Sie zeigten, daß die Bevölkerung im allgemeinen nicht gefährdet ist, die Hochofenarbeiter in den Schmelzen aber unverhältnismäßig hohe Konzentrationen von Arsen im Urin (> 100 ppb) und in den Haaren (> 75 ppm) aufwiesen. Die genannten Werte stellen Grenzwerte der Gesundheitsbehörden dar, bei deren Überschreiten es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen kann. Obwohl es nur wenige Beispiele gibt, in welchen luftverfrachtete Kontaminanten überhöhte Werte bei Bewohnern der kanadischen Arktis verursachten, ist dennoch anzunehmen, daß globale Luftverschmutzung, gekoppelt mit örtlichen Emissionsquellen und den in arktischen Gemeinden häufig auftretenden Inversionswetterlagen, für den Anstieg bestimmter Krankheiten der Atemwege mitverantwortlich sind. Diese Vermutung wird durch Forschungsergebnisse aus der europäischen Arktis gestützt, die den Zusammenhang zwischen lokaler Luftverschmutzung und einer erhöhten Anzahl von Krebserkrankungen der Atemwege nachweisen.

Die meisten Schwermetalle werden ebenfalls durch lokale Quellen in den arktischen Raum eingeführt, in erster Linie durch Bergwerke, Schmelzöfen und Mülldeponien. Die primären Quellen von Cadmium, Blei und Zink in den NWT sind die Blei/Zink-Minen von Nanisivik, Polaris und Pine Point. Da diese Minen die Erze nicht weiter verarbeiten, ist die Gefahr berufsbedingter Kontaminierung allerdings gering. Dagegen kann das Einlassen von Minenrückständen in den Ozean oder in Seen



Abb. 3: Die meisten Mülldeponien in der kanadischen Arktis werden nicht abgedeckt oder nach Gebrauch renaturiert. Normalerweise werden die Abfälle einfach zusammengeschoben und teilweise verbrannt, was zu lokaler Luftverschmutzung führen kann.

hohe Konzentrationen von toxischen Metallen in der lokalen Flora und Fauna verursachen. Ein Beispiel hierfür sind die erhöhten Cadmiumwerte (bis 118 ppm Cd in Narwal) in der marinen Fauna in der Umgebung der Nanisivik Mine (normalerweise liegen die Konzentrationen erheblich unter 1 ppm). Schwermetalle werden auch durch atmosphärischen Niederschlag, Müllverbrennungsanlagen und Mülldeponien eingebracht. Vor allem Sickerwasser aus Mülldeponien stellt eine häufig unterschätzte Quelle von Schwermetallen dar. Jüngste Untersuchungen des Autors zeigten, daß, obwohl die Gesamtmengen der eingeleiteten Metalle normalerweise gering ist, die hohen Konzentrationen (z.B. mehr als 5 ppm gelöstes Blei in Sickerwasser in Pangnirtung) zu erheblichen lokalen Auswirkungen führen können (Abb. 4).

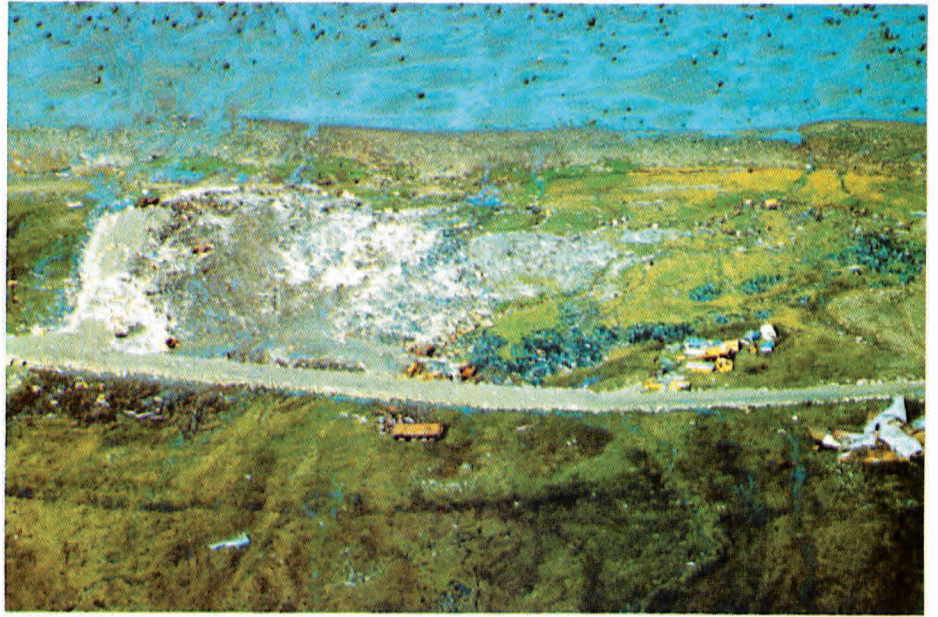


Abb. 4: Die Mülldeponie in Pangnirtung, Baffin Island. Die Abwässer dieser Deponie wiesen 1986 eine hohe Belastung von gelöstem Blei und Eisen auf und fließen direkt in den Fjord. Man beachte den raschen Übergang vom Deponiekörper zum Watt im oberen Bildbereich.

Quecksilber gelangt vor allem durch natürliche Quellen, wie anstehendes Gestein, und durch Abflüsse von Goldminenhalde in die arktische Umwelt. Ein Teil dieses Quecksilbers wird bakteriell in das toxische Methylquecksilber umgewandelt, das beim Durchlaufen der Nahrungskette eine hohe Bioakkumulation erfährt. So sind Quecksilberkonzentrationen im Zooplankton verhältnismäßig gering, während sie bei Seehunden und Eisbären stark angereichert sind (bis zu 420 ppm in Seehundleber, normal wäre < 10 ppm). Während der späten 70er Jahre wurden auch bei Indianern und Inuit hohe Quecksilberwerte gemessen (> 100 ppb im Blut). Trotz dieser hohen Konzentrationen (klinische Toxizität ist in Kanada auf 100-200 ppb in Blut angesetzt) konnten in keiner Untersuchung eindeutige Merkmale von Quecksilbervergiftung (Mina-

mata-Krankheit) nachgewiesen werden – wahrscheinlich wegen der kompensatorischen Wirkung durch das zusammen mit Quecksilber auftretende Selenium.

Als andere wichtige Kontaminanten sind vor allem halogenorganische Verbindungen zu nennen. Diese Verbindungen werden fast ausschließlich durch atmosphärischen Niederschlag und Transport durch marine Lebewesen, die diese Stoffe in südlicheren Gebieten zu sich nehmen und in die Arktis migrieren,

eingeführt. Halogen-organische Verbindungen sind lipophil und von daher starke Bioakkumulatoren, d. h. sie tendieren dazu, sich im Fettgewebe einzulagern. Die Konzentrationen von DDT, HCH, Toluol, Chlordan, Toxaphen etc. sind in der Arktis relativ niedrig, wiederum mit den geringsten Konzentrationen in den unteren Mitgliedern der Nahrungskette, während Eisbär, Seehund, Walroß und Wal wesentlich höhere Werte aufweisen können. Diese Stoffe stellen in den vorgefundenen Konzentrationen keine Probleme für die Menschen des Nordens dar. Auch ergab sich bei vielen Verbindungen während der letzten Jahre bereits ein deutlicher Rückgang.

Eine wichtige Ausnahme bilden die polychlorierten Biphenyle (PCBs). PCBs werden in Transformatoren und Kapazitoren als Kühlflüssigkeit benutzt, was zu einer hohen lokalen Verschmutzung führen kann. Lokale Quellen von PCBs finden sich vor allem an existierenden oder aufgelassenen DEW Line-Stationen und den damit assoziierten Mülldeponien (Abb. 5). Die Gesamtmenge der PCBs an diesen Stationen wird auf über 10 000 L geschätzt. Seit den 70er Jahren wurden von den verantwortlichen Abteilungen Aufräumarbeiten unternommen. An vielen Stationen sind die PCB-verseuchten Flüssigkeiten allerdings schon in den Boden oder in Sedimente eingedrungen und können nur unter großen Schwierigkeiten entfernt werden. Die Biomagnifikation von PCBs ist enorm: Die Konzentrationen erfahren vom Zooplankton zu den oberen Mitgliedern der Nahrungskette (Eisbär, Mensch) eine zwei- bis dreimillionenfache Anreicherung.

Die potentielle Gesundheitsgefährdung der nordischen Bevölkerung durch PCBs wurde

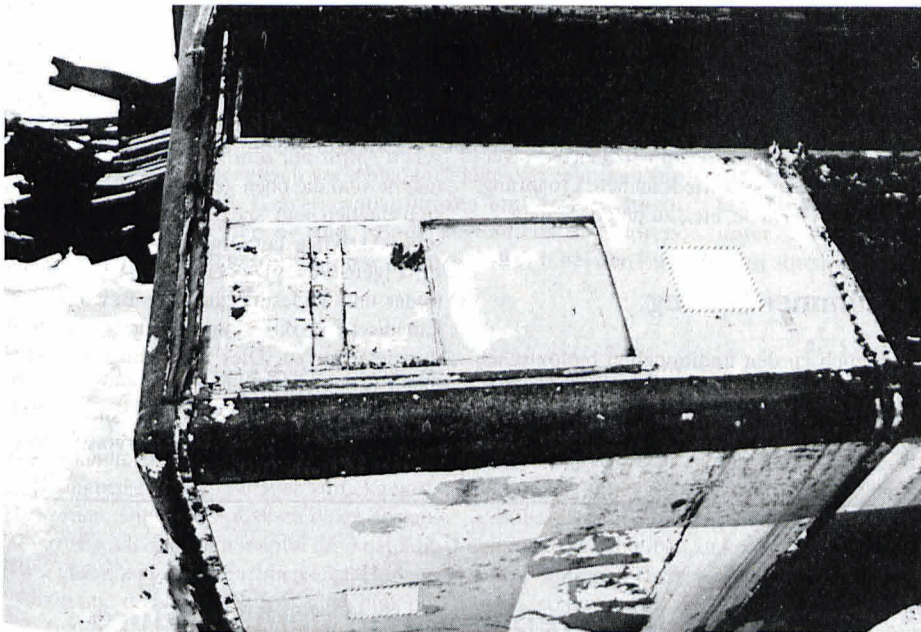


Abb. 5: Quellen von PCBs sind vor allem Transformatoren und Kapazitoren, hier auf der ehemaligen Militärdeponie in Iqaluit, Baffin Island. Man beachte den PCB-Aufkleber, der von der Umweltbehörde EPS angebracht wurde.

am eindrucklichsten am Beispiel von Broughton Island, NWT, belegt. Eine Untersuchung der kanadischen Gesundheitsbehörde zeigte, daß 63 Prozent der Kinder und 39 Prozent der gebärfähigen Frauen im Blut PCB-Konzentrationen aufwiesen, die über dem von der Gesundheitsbehörde angesetzten Grenzwert von 5 ppb liegen. Diese Konzentrationen stellen kein direktes Gesundheitsrisiko dar. Untersuchungen über Langzeitauswirkungen liegen noch nicht vor. Es zeigt aber, daß globale Umweltverschmutzung, gekoppelt mit lokalen Quellen und der traditionellen Ernährungsweise der Inuit (die bis zu 90 Prozent durch marine Tiere erfolgt) zu Konzentrationen von PCBs bei den Bewohnern des Nordens führen kann, die weit über denen der eigentlich stärker verschmutzten südlichen Gegenden liegen.

Gesundheitliche Folgen

Abgesehen von Fällen von berufsbedingten gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Arbeiter in Bergwerken, an Hochöfen, etc.) läßt sich ein Zusammenhang zwischen der zunehmenden Umweltverschmutzung der kanadischen Arktis und dem Gesundheitszustand der Bevölkerung nur sehr schwer herstellen. Medizinische Daten von neoplastischen Krankheiten in den NWT lassen allerdings durchaus einen solchen Zusammenhang vermuten. Zwischen 1950 und 1981 wurde bei 750 Menschen in den NWT Krebs als Todesursache diagnostiziert. Abb. 6 differenziert den Anteil der sechs häufigsten Todesarten in den NWT. Sie zeigt, daß zum einen die Fälle von Neoplasmen nicht nur absolut, sondern auch im Vergleich zu anderen Erkrankungen zunehmen und mittlerweile eine der häufigsten Todesursachen darstellen. So nahmen maligne Neoplasmen 1965 auf dieser Liste Platz sechs ein, während Erkrankungen der Atemwege, Unfälle, Verletzungen und Gewalttaten und allgemeine kardiovaskuläre Erkrankungen das Gros der Todesursachen darstellten. Maligne Neoplasmen, die heute Platz 1 bis 3 einnehmen, waren zu dieser Zeit noch an letzter Stelle. Außerdem haben sich die Arten von neoplastischen Krankheiten stark geändert. Neoplasmen der Speicheldrüse, Leber und des Nasen- und Rachenraumes, die typisch für die traditionelle Lebensweise der Inuit waren, werden immer mehr von typischen Zivilisationskrebsen, Neoplasmen des Halses und der Lunge, abgelöst. Ähnliche Entwicklungen werden auch

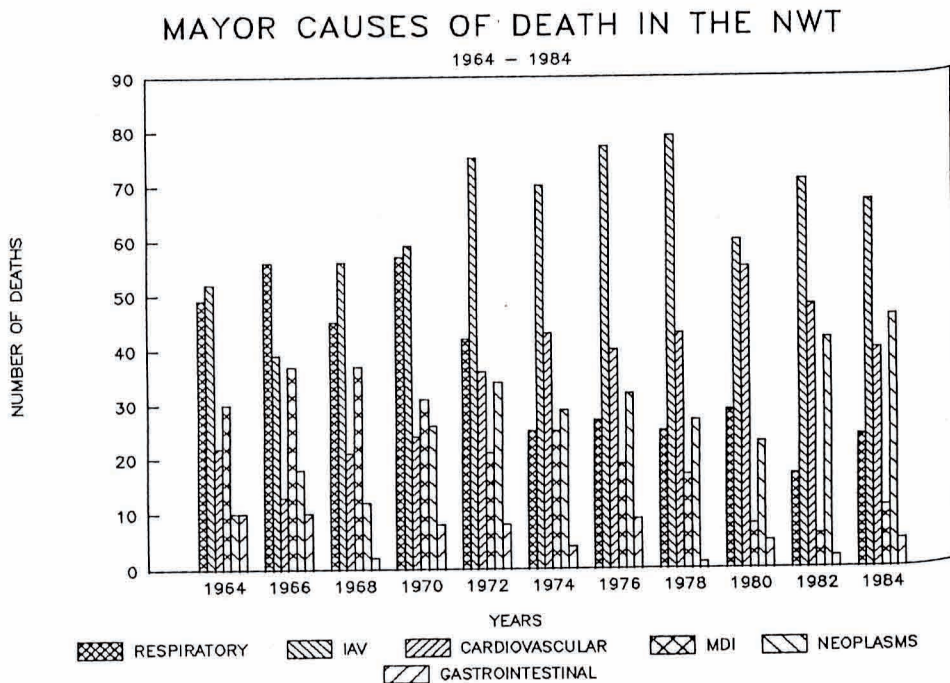


Abb. 6: Der Anstieg der diagnostizierten Krebsfälle als Todesursache in den NWT von 1964 bis 1984.

von anderen zirkumpolaren Gebieten gemeldet.

Der ursprüngliche Report der Gesundheitsbehörde erklärt diese Entwicklung dadurch, daß ein immer größerer Anteil der Bevölkerung ein höheres Alter erreicht. Andere Studien weisen jedoch darauf hin, daß karzinogene Substanzen und ionisierende Strahlung in beträchtlichem Ausmaß für das Auftreten von neoplastischen Krankheiten verantwortlich sein können. Dr. Schaefer und seine Mitarbeiter von der Gesundheitsabteilung der NWT betonten zum Beispiel, daß Rauchen, krebserregende Luftverschmutzung und ionisierende Strahlung als Mitverursacher von Lungenkrebs wirken. Es ist allerdings schwierig (und bis jetzt liegt noch keine solche Untersuchung vor), Einflüsse der Umwelt von denen des veränderten Lebensstils wie Rauchen, Ernährung, Kleidung, Gebäude, etc., zu unterscheiden.

Zusammenfassung

Zusätzlich zu den traditionellen biologischen Krankheitserregern, wird die kanadische Arktis auch von der globalen chemischen und radiologischen Umweltverschmutzung erfaßt.

Insbesondere die durch die Luft und durch Meeresströmungen leicht transportierbaren radioaktiven Spaltprodukte, die halogenorganischen Verbindungen und einige Schwermetalle werden mittlerweile in allen Teilen der kanadischen Arktis nachgewiesen. Die gemessenen Werte liegen normalerweise noch erheblich unter denen in den intensiv industrialisierten Mittleren Breiten. Lokale Emissionsquellen können allerdings zu einer erheblich höheren Belastung führen.

Aufgrund der lückenhaften Datenlage und insbesondere aufgrund des Fehlens von langjährigen epidemiologischen Untersuchungen, läßt sich ein Zusammenhang zwischen Umweltverschmutzung und daraus resultierenden Gesundheitsproblemen in der kanadischen Arktis nur sehr schwer herstellen. Ausnahme sind die oben genannten lokalen Emissionsquellen und spezifische, durch biologische Aktivität hervorgerufene Krankheiten. Im allgemeinen gleichen sich die Krankheitsbilder und Todesursachen der Bewohner der kanadischen Arktis immer mehr denen der Industrieländer an. Dies wird vor allem durch einen veränderten Lebensstil und eine veränderte Ernährung, aber auch durch die angestiegene Umweltverschmutzung hervorgerufen.

Heute werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um Umwelt- und Gesundheitsprobleme in der kanadischen Arktis zu vermindern. Daß Umwelterhaltung – wenigstens auf dem Papier – zum wichtigsten Ziel in der Arktis geworden ist, wird im 'Weißen Buch' des Umweltministeriums deutlich, wo es explizit heißt, „...daß alle Dimensionen nördlicher Entwicklung Umwelterhaltungskonzepte einschließen müssen“. Dieser hohe Anspruch ist in der Praxis schwer umsetzbar; man muß aber zugeben, daß die größten Umweltprobleme in der kanadischen Arktis vor allem von Altlasten und von der globalen Umweltverschmutzung herrühren und sich die heutigen Praktiken im Vergleich zu denen anderer Länder durchaus sehen lassen können.

Das heißt nicht, daß man die Hände in den Schoß legen sollte, im Gegenteil. Vor allem im Bereich der Abwasser- und Abfallentsorgung werden in den nächsten Jahren noch erhebliche Anstrengungen notwendig sein, um die lokale Umweltverschmutzung zu reduzieren. Es herrscht aber bei den Menschen des Nordens und bei den verantwortlichen Behörden mittlerweile eine erfreuliche Bereitschaft, etwas für die Umwelt und die Gesundheit zu tun. Die größte Hilfe für den arktischen Lebensraum läge in der Reduzierung der globalen Umweltverschmutzung und im weiteren Abbau der teilweise noch kolonial anmutenden Hierarchie der Entscheidungsträger im Umweltbereich.

Zum Autor:

Joachim Haertling,
Jahrgang 1959, promoviert z.Zt. mit der Thematik „Abwasser- und Abfallforschung in der Baffin Region, Northwest



Territorien, Kanada“ bei Prof. Dr. Lorenz King (Geographie) in Gießen. Nach Studienabschlüssen in Freiburg (Geographie/Sport) und Kingston, Kanada (Geographie, Schwerpunkt Umwelt), war der Autor von 1988 bis 1990 als Dozent an der Gesundheits- und Umwelta Abteilung der Technischen Universität Ryerson in Toronto tätig. Neben der Lehre in Angewandter Ökologie, Physiologie/Pathologie, Bauökologie und Grundlagen der Ökologie richtete er in Zusammenarbeit mit Kollegen einen neuen Studiengang in Umweltplanung ein und entwickelte gemeinsam mit Prof. Pat Robinson einen Fernkurs in Angewandter Ökologie. Der Forschungsschwerpunkt liegt seit 1986 auf Umwelt- und Gesundheitsproblemen in der kanadischen Arktis. Teile des vorliegenden Artikels wurden in *Environmental Health Review* (1990a; 1990b) und *Arctic* (1989) veröffentlicht.

hsystemen oder Einstellvarianten beim Aus-
elle und objektive Methode zur Qualitätsbe-
ide wünschenswert. Übliche Bewertungssyste-
en sind meistens sehr zeitaufwendig, unterlie-
fälligen Fehler, und die untersuchten Proben
präsentativ. Zur Beurteilung von Bodenbear-
t, insbesondere bei Sekundärbodenbearbei-
mung von Aggregatgrößen und -verteilungen
tende objektive Vergleichsmethoden notwen-
forderungen in der landwirtschaftlichen Ver-
gene Entwicklung von Beurteilungsverfahren
der automatischen Bildanalyse (BA) kann
Beitrag leisten.

besonders wertvoll, wenn bei ersten Analysen Erkenntnisse gewonnen werden, die vorab in keiner Weise vermutet wurden und das Datenmaterial nochmals nach anderen Parametern auswertbar ist. Speziell bei der Erfassung von Bewegungsabläufen bei Tieren und Menschen können neben der objektiven quantitativen Auswertung zusätzlich qualitative Kriterien mit einbezogen werden.

Geht man von einem beschreibenden Vorgehen im off-line-Verfahren zur on-line-Verarbeitung über, d. h. zur direkten Steuerung auf-