

Biofakte des Atomzeitalters

Strahlende Entwicklungen in Ghanas Landwirtschaft

VON LUKAS BREITWIESER UND KARIN ZACHMANN

Überblick

Seit den frühen 1960er Jahren forcierte die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft durch Projekte der sogenannten technischen Hilfe. Nach der Vorstellung der Behörde sollte die Atomtechnik zu einer Schlüsseltechnologie der Landwirtschaft im globalen Süden werden. Einer der ältesten Mitgliedstaaten der IAEA aus dem subsaharischen Afrika, dessen Behörden zudem ab dem Jahr 1960 versuchten, die Anwendung der Kerntechnik in den Bereichen der Landwirtschaft durch technische Hilfsprojekte voranzubringen, ist Ghana. In Zusammenarbeit mit der IAEA sollte vor allem die Kakaopflanze als die wirtschaftlich wichtigste Cash-Crop-Pflanze des Landes optimiert werden. Die technische Steuerung des natürlichen Wachstums der Kakaopflanze und ihrer Früchte erfolgte mit dem Ziel, die Erträge zu steigern, längere Haltbarkeiten zu erreichen oder schneller wachsende und gegen Schädlinge resistente Pflanzen zu züchten. Der auf Wissenschaft und Technik gegründete Eingriff in biologische Abläufe von Organismen transformiert Gewordenes in Gemachtes und produziert Mischwesen, die wir mit Karafyllis als Biofakte bezeichnen. Der Aufsatz thematisiert wie und warum Kakaopflanzen in Ghana in *Biofakte des Atomzeitalters* verwandelt werden sollten, welche Vorstellungen von natürlicher, politischer und wirtschaftlicher Entwicklung dem zugrunde lagen und auf welche biologischen und gesellschaftlichen Grenzen das stieß. Es wird untersucht, wie die Möglichkeit der Herstellung von technisch manipulierten Pflanzen die wissenschaftlichen Praktiken in den Laboratorien des Landes beeinflusste und in welchen strukturellen (An-)Ordnungen sich diese relationalen Prozesse der Technisierung des Lebendigen in Ghana materialisierten.

Abstract

Since the early 1960s, the International Atomic Energy Agency (IAEA) intensified the application of nuclear energy in the field of agriculture by means of the so-called technical assistance projects. The agency's underlying idea was that nuclear energy should become a key technology in the global south. Ghana is one of the first IAEA-member states in sub-Saharan Africa. From 1960 on, its agencies tried to promote the application of nuclear energy in the field of agriculture by technical assistance projects. These collaborative

projects sought to optimize the cocoa plant, because it is the most important cash crop of the country. The technical control of the natural growth of the cocoa plant was supposed to lead to increased yields, improved storage life, and to faster-growing and pest-resistant plants. The technical intervention in biological processes transformed the cocoa plant into something between organic growth and artificial technology. According to Karafyllis these hybrid beings are ‘biofacts.’ This article explains how and why the cocoa crop in Ghana turned into what we call biofacts of the atomic age. Which conceptions of natural, political, and economic development formed the basis of this project, and which biological and social borders did this project face? The article analyses furthermore how the possibility of producing technically manipulated plants influenced scientific methods in Ghana’s laboratories and which structural arrangements materialized out of these mechanization processes of the living.

Das friedliche Atom in der Landwirtschaft

Der Einsatz der Kerntechnik in der Landwirtschaft war ein Projekt des Kalten Krieges. Obwohl erste Ideen zur Nutzbarmachung der Radioaktivität im Agrar- und Ernährungsbereich bereits kurz nach ihrer Entdeckung auftauchten, begannen kontinuierliche Entwicklungsarbeiten erst im Kontext der im globalen Rahmen aufgeführten Systemauseinandersetzung. Eine wichtige Zäsur setzte hier der vom Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika, Dwight D. Eisenhower, auf der Generalversammlung der Vereinten Nationen am 8. Dezember 1953 artikulierte Appell an die Weltgemeinschaft, sich mit den USA für die friedliche Anwendung der Kerntechnik einzusetzen. Als Präsident jenes Staates, der die ersten Atombomben gezündet hatte, verwies Eisenhower eindrücklich auf die in ihrer Größenordnung noch nie dagewesenen Gefahren des militärischen Einsatzes der Kerntechnik, die, so sein strategisches Kalkül, abgebaut werden könnten, wenn spaltbares Material nicht für die Herstellung von Bomben, sondern für friedliche Anwendungen zum Einsatz käme.¹ Hier seien die Potenziale der Atomtechnik unerschöpflich, die wie ein Füllhorn zu globalem Wohlstand und Überfluss führen würden.² Neben der Energiegewinnung und dem Einsatz der Kerntechnik in der Industrie und der Medizin nannte Eisenhower auch die Landwirtschaft als ein Anwendungsfeld dieser ambivalenten Technik.

Zur Verwirklichung der „Atoms for Peace“-Initiative beschloss die Generalversammlung der Vereinten Nationen im Jahre 1954 zwei von der

-
- 1 Vgl. John Krige, *Atoms for Peace. Scientific Internationalism and Scientific Intelligence*, in: *Osiris* 21, 2006, S. 161–181; Richard Hewlett u. Jack M. Holl, *Atoms for Peace and War, 1953–1961. Eisenhower and the Atomic Energy Commission*, Berkeley 1989.
 - 2 Vgl. Karin Zachmann, *Grenzenlose Machbarkeit und unbegrenzte Haltbarkeit? Das „friedliche Atom“ im Dienst der Land- und Ernährungswirtschaft*, in: *Technikgeschichte* 78, 2011, S. 231–253, hier S. 242; dies., *Risky Rays for an Improved Food Supply? National and Transnational Food Irradiation Research as a Cold War Recipe*, München 2013, S. 7.

Eisenhower-Administration konzipierte Maßnahmen. Das war erstens die Durchführung einer Konferenz, zu der Forscher aus allen Bereichen der Atomwissenschaft aus der ganzen Welt eingeladen werden sollten, um einen Überblick über die vielfältigen Arbeiten und damit die Potenziale der zivilen Kerntechnik zu erhalten. Sie wurde im August 1955 als erste Atomkonferenz in Genf durchgeführt.³ Dort wurde in 85 Vorträgen die Anwendung der Atomtechnik im Ernährungs- und Agrarbereich behandelt.⁴ Und zweitens war dies die Errichtung einer Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA).⁵ Die 1957 gegründete Behörde sollte nicht nur über die von den USA, der Sowjetunion und Großbritannien bereitgestellten Vorräte an spaltbarem Material verfügen, sondern ebenso die internationale Forschung vorantreiben und kontrollieren.⁶

Ein Schwerpunktgebiet der Tätigkeit der IAEA war die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft. Diesen Bereich bearbeitete sie zuerst parallel zur Welternährungsorganisation (FAO) und ab 1964 gemeinsam mit der FAO in einer Joint Division.⁷ Seit den frühen 1960er Jahren forcierte die IAEA die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft durch Projekte der sogenannten technischen Hilfe, die im Rahmen des von der UNO 1965 aufgelegten UN Development Program (UNDP) bzw. seinem Vorläufer EPTA unterstützt und finanziell gefördert wurden.⁸ Dabei konzentrierten sich diese Projekte neben Lateinamerika immer mehr auf die Gebiete Asiens und Afrikas.

- 3 Drei weitere Atomkonferenzen organisierte die UNO in den Jahren 1958, 1964 und 1971.
- 4 Der US-amerikanische Pflanzen- und Strahlengenetiker Ralph Singleton hat 1958 einen Teil der Vorträge publiziert und alle gehaltenen Vorträge aufgelistet. Ralph Singleton (Hg.), *Nuclear Radiation in Food and Agriculture* (= The Geneva Series on the Peaceful Use of Atomic Energy), Toronto u.a. 1958; ausführlicher dazu Zachmann, *Grenzenlose Machbarkeit* (wie Anm. 2), S. 234.
- 5 Zudem gab es zahlreiche öffentlichkeitswirksame Inszenierungen, z.B. einen Disney-Film mit dem Titel „Our Friend the Atom“ im Jahr 1957, in dem die Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der jungen Technik gepriesen wurden, ebenso Ausstellungen an prominenten Orten in vielen Ländern. Die erste Ausstellung in Europa fand 1954 in Rom statt und wurde dann als Wanderausstellung durch Europa, Asien, Lateinamerika und Australien gesandt; vgl. dazu Irene Cieraad, *The Radiant American Kitchen: Domesticating Dutch Nuclear Energy*, in: Ruth Oldenziel u. Karin Zachmann (Hg.), *Cold War Kitchen. Americanization, Technology, and European Users*, Cambridge MA u. London 2009, S. 113–136, hier S. 116; Alexander von Schwerin, *Österreich im Atomzeitalter: Anschluss an die Ökonomie der Radioisotope*, in: Silke Fengler u. Carola Sachse (Hg.), *Kernforschung in Österreich. Wandlungen eines interdisziplinären Forschungsfeldes 1900–1978*, Wien u.a. 2012, S. 367–394, hier S. 368.
- 6 Vgl. o.V., *Supply of Nuclear Materials*, in: IAEA Bulletin 1, 1959, H. 2, S. 19–20; Catherine Caufield, *Das strahlende Zeitalter. Von der Entdeckung der Röntgenstrahlen bis Tschernobyl*, München 1994, S. 201.
- 7 Zur spannungsreichen Zusammenarbeit zwischen IAEA und FAO vgl. Jacob Darwin Hamblin, *Let there be Light ... and Bread: the United Nations, the Developing World, and Atomic Energy's Green Revolution*, in: *History and Technology* 25, 2009, H. 1, S. 25–48; Zachmann, *Grenzenlose Machbarkeit* (wie Anm. 2).
- 8 UNDP war der Nachfolger von EPTA (Expanded Programme of Technical Assistance), das schon 1949 im Kontext der UNO begründet worden war; vgl. <http://atom.archives.unesco.org/united-nations-extended-programme-of-technical-assistance;isaar> [Stand: 26.8.2016].

Die von der IAEA koordinierte Entwicklungsarbeit im Bereich der Landwirtschaft erfolgte über die Beratung durch Experten vor Ort, die Organisation von Studienreisen in die in der Kerntechnik führenden Industrieländer, die Bereitstellung von Stipendien für Forscher aus den Entwicklungsländern im Laboratorium der Behörde in Seibersdorf bei Wien, die Organisation koordinierter Forschungsprogramme mit Beteiligung von Entwicklungs- und Industrieländern und Hilfe bei der technischen Ausrüstung von Kernforschungszentren für die Landwirtschaft.⁹ Diese Projekte forcierten die globale Zirkulation von Menschen, Gütern, Technik, Wissen, Ideen und Visionen und verstärkten die spannungsgeladene, weltweite Verflechtung der Atomtechnik mit der Landwirtschaft. Die Atomtechnik sollte, so die Vorstellung der IAEA, zu einer Schlüsseltechnologie der Landwirtschaft im globalen Süden werden, denn letztere war hier in fast allen Ländern der dominante Wirtschaftsbereich und bildete damit das ideale Anwendungsfeld, um die friedliche Nutzbarkeit des Atoms zu demonstrieren.¹⁰ Die Manipulation der biologischen Pflanzenentwicklung mit kerntechnischen Methoden wurde infolgedessen zu einem zentralen Bestandteil gesellschaftlicher Entwicklungspolitik, in der verschiedene Akteure ganz unterschiedliche Interessen verfolgten. Was sie einte, waren ihre Anstrengungen zur Technisierung des Lebendigen auf Grundlage der technischen Steuerung des natürlichen Wachstums.

Aus diesen Prozessen entstanden technisch manipulierte Pflanzen, die wir als *Biofakte des Atomzeitalters* bezeichnen. Der von Nicole C. Karafyllis in die philosophische Diskussion eingeführte Begriff der „Biofakte“ besteht aus einer Verbindung der Wörter „Bios“ und „Artefakt“. Als Neologismus soll er „den Bereich des Wachsenden zwischen den Sphären von ‚Natur‘ und ‚Technik‘ besiedeln“. Biofakte sind „natürlich-künstliche Mischwesen, die durch zweckgerichtetes Handeln in der Welt sind“¹¹ und als solche zwar wachsen, aber nicht von selbst, um ihrer selbst willen. Die Bedingungen ihres Zur-Welt-Kommens und ihres Wachstums wurden gesetzt. Daher zeigen sie Spuren von Natürlichkeit und Technizität zugleich. Karafyllis unterscheidet drei Typen von Biofakten nach den verschiedenen Zeitpunkten, an denen die technische Steuerung des Wachstums erfolgt: (I) vor dem Zur-Welt-Kommen (z.B. durch Gentechnik), (II) im Wachstum (z.B. durch Herbizideinsatz) und (III) zur Reproduktion (z.B. durch Klonen). Wir nehmen hier vornehmlich

9 Zachmann, Grenzenlose Machbarkeit (wie Anm. 2), S. 238.

10 Bei vielen Gelegenheiten betonte die Behörde, dass die Anwendung der Radioisotopentechnik in der Landwirtschaft ein primär für Entwicklungsländer nützlicher Arbeitsbereich sei; vgl. u.a. IAEA, Box 33033, GOV/1182, S. 16.

11 Nicole C. Karafyllis, Biofakte – Grundlagen, Probleme, Perspektiven, in: EWE 17, 2006, H. 4, S. 547–633, hier Punkt (2); zur Frage nach der Rolle der Natur in Industrialisierungsprozessen in historischer Perspektive vgl. Edmund Russell, Introduction. The Garden in the Machine: Toward an Evolutionary History of Technology, in: Susan R. Schrepfer u. Philip Scranton (Hg.), *Industrializing Organisms. Introducing Evolutionary History*, New York u. London 2004, S. 1–16.

den Biofakte-Typ II in einer historischen Perspektive in den Blick. Es geht folglich um pflanzliche Organismen, deren Wachstum technisch modelliert und gelenkt wurde.

Hierbei wurde das Erreichen des gewünschten Wuchses durch Wachstumsregulatoren unterstützt, um auf diese Weise unerwünschtes Wachstum und Mindererträge zu vermeiden.¹² Einen solchen Wachstumsregulator stellt die Strahlenbehandlung dar, also der Einsatz von ionisierenden Strahlen mit dem Ziel, Veränderungen in Zellen hervorzurufen oder Pilze und weitere Mikroorganismen zu zerstören.

Gegenstand dieses Aufsatzes sind die Aktivitäten der Atomenergiebehörde in Zusammenarbeit mit Akteuren vor Ort, die Radioisotopentechnik als ein Modernisierungsprojekt für die Entwicklung der Landwirtschaft in Ghana einzuführen. Das Land wurde 1957 als erster Staat Subsahara-Afrikas unabhängig und bekannte sich wenig später offiziell zur Bündnisfreiheit. 1960, drei Jahre nach der Unabhängigkeit, wurde Ghana offizielles Mitglied der IAEA und versuchte die Anwendung der Kerntechnik in den Bereichen der Landwirtschaft durch Kooperationen mit der internationalen Behörde ab den frühen 1960er Jahren national zu forcieren. Ghanas Geschichte ist wirtschaftlich und gesellschaftlich eng mit der Kakaopflanze als einer Cash-Crop-Pflanze verknüpft, die eigens für Exportzwecke angebaut wurde. Sie sollte im Zuge der Zusammenarbeit mit der IAEA technisch aufgerüstet werden. Diese Pflanze wird hier als ein Gegenstand der Technikgeschichte behandelt und ebenso wie die internationalen Kooperationen und vielschichtigen Zirkulationsprozesse auf ihre strukturbildende Wirkung hin befragt. Es wird dabei nicht nur untersucht, unter welchen historischen Bedingungen die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft in Ghana auf Grundlage der Kooperation mit der IAEA vorangetrieben wurde. Vielmehr wird im Besonderen danach gefragt, welche Rolle den strahlenbehandelten pflanzlichen Organismen zukommt, die wir im Rahmen unseres Forschungsverbundes als Biofakte des Atomzeitalters betrachten. Wie wirkte sich der technische Eingriff in pflanzliche Organismen aus, wie beeinflusste die Möglichkeit der Herstellung *von* und der Forschung *an* technisch manipulierten Pflanzen die wissenschaftlichen Praktiken in den Laboratorien des Landes und in welchen strukturellen (An-)Ordnungen materialisierten sich diese relationalen Prozesse der Technisierung des Lebendigen in Ghana?

Die Materialgrundlage der Untersuchung bilden vor allem Veröffentlichungen der IAEA und Quellen aus dem Archiv der Behörde. Besonders wichtig sind dabei erst im Jahr 2016 freigegebene Direktoriumsberichte, aber auch Forschungs- und Laborberichte aus dem Kontext der technischen Hilfsprojekte. Diese Quellen ermöglichen einen Blick auf historische Diskurse, Praktiken und Materialisierungen der Technisierung des Lebendigen, der

12 Ebd., Punkt (31).

hier bis auf die Ebene des Laboratoriums in Ghana reicht. Damit begibt sich diese Studie auf ein noch kaum beackertes Terrain, denn sowohl die Prozesse der Techniknutzung und -anwendung im sogenannten „globalen Süden“ als auch der spezielle Fall der Anwendung von Kerntechnik in der postkolonialen Landwirtschaft wurden bislang nur selten beforscht.¹³

Ghanas Eintritt ins Atomzeitalter: Von der imperialistischen zur modernisierenden Atomtechnik

Die Atomeuphorie und die damit verbundenen Entwicklungsvorstellungen der Ersten und der Zweiten Welt¹⁴ trafen in den Ländern des globalen Südens zunächst auf ein verhaltenes Echo. Auf der Konferenz im indonesischen Bandung im Jahr 1955 formulierten zahlreiche Staaten Asiens und Afrikas Forderungen nach der Unabhängigkeit aller Kolonien. Einige Nationen bekannten sich im Kontext dieser Konferenz offiziell zur Politik der Bündnisfreiheit – darunter Ghanas erster Präsident Kwame Nkrumah.¹⁵ Sie wollten einen dritten Weg einschlagen, jenseits der beiden Großmächte des Kalten Krieges, was letztlich zur Bezeichnung der „Dritten Welt“ führte und diese zugleich in den Aufmerksamkeitsfokus der beiden Großmächte rückte, welche wiederum mit der Vergabe von Entwicklungshilfeprojekten um die Gunst der bündnisfreien Staaten buhlten.

Neben dem zentralen Topos der Unabhängigkeit wurde in Bandung ebenfalls über die Atomtechnik diskutiert. Eisenhowers Appell zur friedlichen Nutzung der Kerntechnik fand kein großes Echo. Vielmehr kritisierten die 29 teilnehmenden Staaten wie Liberia, Goldküste, Sudan, Ägypten, Indonesien oder Indien vornehmlich Nukleartests der Franzosen auf afrikanischem Boden, welche die Atmosphäre und das Wasser der Ozeane vergiften würden. Nkrumah beschrieb die Atomtechnik als eine Form des nuklearen Imperialismus und prangerte einen neuen nuklearen Kolonialismus an.¹⁶ In Ghana kam

- 13 Zur Forderung nach einem verstärkten Fokus der Technikgeschichte auf Technikentwicklung und -nutzung im „globalen Süden“ vgl. David Arnold, *Europe, Technology, and Colonialism in the 20th Century*, in: *History and Technology* 21, 2005, S. 85–106; David Edgerton, *The Shock of the Old. Technology and Global History since 1900*, London 2006. Zur Kerntechnik in der postkolonialen Landwirtschaft vgl. Jacob Darwin Hamblin, *Quickening Nature's Pulse: Atomic Agriculture at the International Atomic Agency*, in: *Dynamis* 35, 2015, H. 2, S. 389–408; ders. (wie Anm. 7); Zachmann, *Risky Rays* (wie Anm. 2).
- 14 Ausführlich zur Euphorie um das „friedliche Atom“ in den USA vgl. Angela Creager, *Life Atomic. A History of Radioisotopes in Science and Medicine*, Chicago 2013. Für die US-amerikanische Landwirtschaft vgl. Helen Anne Curry, *Evolution Made to Order: Plant Breeding and Technological Innovation in Twentieth-Century America*, Chicago 2016.
- 15 Vgl. Gabrielle Hecht, *Being Nuclear. Africans and the Global Uranium Trade*, Cambridge u. London 2012, S. 26. Ein reichhaltiger Überblick zur Literatur über den ersten Präsidenten Ghanas findet sich bei Harcourt Fuller, *Building the Ghanaian Nation-State. Kwame Nkrumah's Symbolic Nationalism*, New York 2014.
- 16 Jean Allmann, *Rethinking Power and Politics in the African Diaspora. Nuclear Imperialism and the Pan-African Struggle for Peace and Freedom, Ghana 1959–1962*, in: *Souls* 10, 2008, H. 2, S. 83–102, hier vor allem S. 89.

es zu öffentlichen Protesten gegen die Kerntechnik, die als eine neue Form der Einflussnahme von außen gegen die eigenen Unabhängigkeitsbemühungen gedeutet wurde.¹⁷ Die staatliche Tageszeitung *Ghana Evening News* publizierte Ende der 1950er und Anfang der 1960er Jahre zahlreiche Illustrationen, die die Atomtechnik in einen kolonialen Kontext rückten, „supporting Nkrumah’s view that Ghana should actively support the antinuclear movement.“¹⁸ Die euphorische Sicht der Industriestaaten auf die Atomtechnik wurde folglich von vielen Staaten in der in Bandung entstandenen „Dritten Welt“ zunächst nicht geteilt.¹⁹

Erstaunlicherweise waren aber wenige Jahre nach der Konferenz von Bandung zahlreiche Teilnehmerstaaten Mitglieder der IAEA geworden.²⁰ Auch Ghana hatte noch im Februar des Jahres 1960 einen Antrag auf Mitgliedschaft bei der Behörde in Wien gestellt.²¹ Die Erwartungen an eine solche Zugehörigkeit und damit verknüpft die Teilhabe an atomaren Projekten, formulierte der erste Präsident des Landes Kwame Nkrumah, zugleich Präsident der *Ghana Academy of Science*, ganz pathetisch wie folgt:

„We have been compelled to enter the field of Atomic Energy, because this already promises to yield the greatest economic source of power since the beginning of man. Our success in this field will enable us to solve the many-sided problems which face us all, in all the spheres of our development in Ghana and Africa.“²²

Anders als noch auf der Konferenz der blockunabhängigen Staaten in Bandung im Jahre 1955, wo Nkrumah die Atomtechnik als nuklearen Imperialismus bzw. neue Form eines nuklearen Kolonialismus verurteilt hatte, pries er die Atomenergie jetzt als Quelle ökonomischer Macht, die für die Entwicklung Ghanas und Afrikas eingesetzt werden müsse und die zweifelsohne in der Lage sei, vielschichtige Probleme zu lösen. Kurz nachdem die Atomenergie-

- 17 Vgl. Hecht (wie Anm. 15), S. 27; Vincent J. Intondi, *African Americans against the Bomb. Nuclear Weapons, Colonialism, and the Black Freedom Movement*, Stanford 2015, Kapitel 3.
- 18 Kevin K. Gaines, *American Africans in Ghana. Black Expatriates and the Civil Rights Era*, Chapel Hill 2006, hier S. 106. Als Befreier Ghanas und Afrikas vor der imperialistischen Technik wurde zumeist Nkrumah selbst inszeniert, der z.B. als Wind personifiziert die Atomtechnik aus dem Land bzw. vom ganzen Kontinent pustete; vgl. Allmann (wie Anm. 16).
- 19 Vgl. Jawaharlal Nehru, *Speech to Bandung Conference Political Committee*, in: G.M. Kahin, *The Asian-African Conference*, New York 1956, S. 64–72.
- 20 U.a. Ägypten, Ghana, Indien, Indonesien, Iran, Japan, Sudan, Sri Lanka/Ceylon, Pakistan, Thailand, Vietnam. Ausführliche Liste der Mitgliedstaaten der IAEA: <https://www.iaea.org/about/memberstates> [Stand: 3.4.2016].
- 21 Vgl. IAEA General Conference: *Applications for Membership of the Agency. Application by Ghana (GC (IV)/110)*, Wien 1960. Digitalisiert unter: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/41/122/41122052.pdf [Stand: 3.4.2016].
- 22 Kwame Nkrumah, *Socialism without Science Is Void. Speech Delivered at the Laying of the Foundation Stone of Ghana’s Atomic Reactor at Kwabenya, Kwabenya on 25th November 1964*, in: *Ghana Today* 8, Nr. 21, 16.12.1964.

behörde Ghanas (GAEC) im Jahr 1963 durch einen Parlamentsbeschluss unter der Schirmherrschaft der IAEA offiziell ins Leben gerufen wurde,²³ führen bereits mobile Isotopenlabore der IAEA durch Ghana,²⁴ um die Vorzüge der Technik zu preisen. Fortschritt und Entwicklung „verbanden sich im Medium der Technik“.²⁵ Entwicklung sollte durch den Einsatz von Technik gesteuert werden.²⁶ Nach dem Zweiten Weltkrieg betrafen diese Entwicklungsvisionen zunächst den Wiederaufbau Europas, ehe sie im weiteren Verlauf des Kalten Krieges als politisches Instrument auf die gesamte Welt wirken sollten.²⁷

Wie kam es in Ghana zu der beschriebenen Umdeutung in der Bewertung der Atomtechnik? Als Ghana als erstes westafrikanisches Land im März 1957 die politische Unabhängigkeit von Großbritannien erlangte, entschieden sich Nkrumah und seine Regierungspartei für einen am sowjetischen Modell orientierten Entwicklungsweg. Zu dem Zeitpunkt befand sich das Land in einer wirtschaftlich günstigen Situation, nicht zuletzt dank der hohen Weltmarktpreise für Rohkakao.²⁸ Nkrumah und seine Regierungspartei *Convention People's Party* (CPP), der seit dem ausgehenden Jahr 1949 ebenfalls der *Ghana's Farmers' Congress* angehörte,²⁹ vertraten eine afrikanisch-sozialistische Weltanschauung. Die Regierung verringerte durch staatliche Kontrollen den Einfluss von privaten oder ausländischen Wirtschaftsinteressen und verstaatlichte zahlreiche Großfirmen.³⁰

Das ‚friedliche Atom‘ sollte ab den 1960er Jahren eine gewichtige Rolle im Kontext der Entwicklungspolitik des jungen Staats spielen. In seiner Rede zum Start des Nuklearreaktor-Projekts der GAEC im Jahr 1964 stellte der Präsident seine Erwartungen und Hoffnungen an die friedliche Nutzung der Atomtechnik im Land öffentlichkeitswirksam dar. Deutlich traten hierbei die Modernisierungsvisionen hervor, die Nkrumah an die Technik band. Die Atomtechnik würde es Ghana ermöglichen, an den modernen Entwicklungen

- 23 Republic of Ghana (Hg.), The Two Hundred and Fourth Act of the Parliament of the Republic of Ghana. The Atomic Energy Commission Act, 1963. Digitalisiert unter: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/24/073/24073094.pdf [Stand: 3.4.2016].
- 24 Vgl. IAEA, Box 8619, SC/216-AFR-1, Report Josef Häupl, Kwabenya und Accra.
- 25 Daniel Speich Chassé, Fortschritt und Entwicklung, in: Docupedia-Zeitgeschichte vom 21.9.2012, hier S. 3.
- 26 Zur Entwicklungshilfe als machtpolitisches Instrument: Arturo Escobar, *Encountering Development. The Making and Unmaking of the Third World*, New Jersey 1995.
- 27 Vgl. Michael J. Hogan, *The Marshall Plan. America, Britain, and the Reconstruction of Western Europe, 1947–1952*, Cambridge 1987. Zu technisch manipulierten Pflanzen als Modernisierungsinstrument in BRD und DDR vgl. den Beitrag von Franziska Torma in diesem Themenheft.
- 28 Vgl. Bianca Murillo, *Ideal Homes and the Gender Politics of Consumerism in Postcolonial Ghana 1960–70*, in: *Gender & History* 21, 2009, H. 3, S. 560–575, hier S. 562.
- 29 Vgl. Francis Danquah, *Cocoa Diseases and Politics in Ghana, 1909–1966*, New York 1995, hier S. 102.
- 30 Trotz der sozialistischen Ausrichtung der Politik unter der CPP wurde auch mit den USA kooperiert. Dieses Projekt unterstützte Infrastruktur Großprojekte wie den Akosombo-Damm und den Hafen von Tema.

auf dem Feld der Wissenschaft teilzuhaben. In diesem Kontext sprach er von einer „atomic revolution“, die Ghana und Afrika keinesfalls verpassen dürfe, um nicht hinterherzuhinken. Mehrfach betonte der Redner, dass vor allem eine industrialisierte sozialistische Gesellschaft – das war seine Vision für Ghana – diese Technik einsetzen müsse. Die Anwendungsbereiche der Atomtechnik sah Ghanas Präsident auf den Gebieten der Energiegewinnung, der Medizin und der Landwirtschaft. Vor allem in den Bereichen der Landwirtschaft sei es möglich, viele Probleme zu lösen, welche Nkrumah konkret benannte: Radioisotope könnten eingesetzt werden, um Pflanzen vor Krankheiten und Schädlingen zu schützen, die Aufnahme von Dünger unter lokalen Bedingungen zu studieren, oder um bessere landwirtschaftliche Erträge durch genetische Veränderungen in Pflanzen zu ermöglichen.³¹

Nkrumah bezog seine Erwartungen aus Veröffentlichungen der IAEA, die seit ihrer Gründung im Jahre 1957 die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft als einen ihrer Arbeitsbereiche aufgebaut hatte. Der Politiker bewertete die Atomtechnik als eine Art Modernisierungsmaschine, die das Land durch die technische Manipulation des natürlichen Wachstums pflanzlicher Organismen zu wirtschaftlichem Wachstum und damit in eine bessere Zukunft führen könne. Für die konkreten Zukunftspläne hatte diese technische Manipulierbarkeit von Wachstumsprozessen eine zentrale Bedeutung. Wie sich zeigen wird, waren die Industrialisierungsvisionen Nkrumahs nicht nur an technische Systeme,³² sondern ebenso an pflanzliche Organismen geknüpft, die alsbald in den Laboratorien des Landes miteinander verflochten werden sollten.

Die Kakaopflanze und ihre Samen

Welche pflanzlichen Organismen sollten im Sinne dieser Modernisierungsvisionen durch den Einsatz der Atomtechnik manipuliert werden? Die Kakaopflanze rückte in den Fokus, um nach Nkrumahs Vorstellungen ein industrialisiertes

31 Die Rede Nkrumahs aus dem Jahr 1964 findet sich in digitalisierter Form auf der Internetseite der Atomenergiebehörde Ghanas: <http://gaecgh.org/dr-kwame-nkrumah-s-ghana-atomic-reactor-foundation-stone-laying-speech> [Stand: 9.6.2016].

32 Im internationalen Entwicklungsdiskurs galt bis in die 1970er Jahre Industrialisierung als ein Königsweg in die Moderne. Vgl. Corinna R. Unger, Agrarwissenschaftliche Expertise und ländliche Modernisierungsstrategien in der internationalen Entwicklungspolitik, 1920er bis 1980er Jahre, in: *Geschichte und Gesellschaft* 41, 2015, S. 552–579, hier S. 574; Philipp Lepenies, Lernen vom Besserwisser. Wissenstransfer in der „Entwicklungshilfe“ aus historischer Perspektive, in: Hubertus Büschel u. Daniel Speich (Hg.), *Entwicklungswelten. Globalgeschichte der Entwicklungszusammenarbeit*, Frankfurt a.M. 2009, S. 33–66; Niels P. Petersson, „Großer Sprung nach vorn“ oder „natürliche Entwicklung“? Zeitkonzepte der Entwicklungspolitik im 20. Jahrhundert. In: Büschel/Speich (wie Anm. 32), S. 89–111; Dirk van Laak, *Imperiale Infrastruktur. Deutsche Planungen für eine Erschließung Afrikas 1880 bis 1960*, Paderborn u. Zürich 2004.

Ghana zu entwickeln.³³ Der Präsident finanzierte seine wirtschaftlichen Entwicklungsprogramme größtenteils aus den Devisen des Kakaoexports. In den 1950er Jahren wurden 80% der sogenannten Modernisierungsprojekte durch Kakaodevisen finanziert, was vor allem durch die hohen Weltmarktpreise für das Handelsgut Rohkakao möglich war.³⁴ Damit sollte nicht nur der Wohlstand in der Bevölkerung angehoben werden, sondern auch unter der Vielzahl der Bevölkerungsgruppen eine nationale Identität gestiftet werden.³⁵

Die Pflanze war (und ist bis heute) von großer wirtschaftlicher und sozialer Bedeutung.³⁶ Überdies offenbarte sie aufgrund ihrer biologischen Eigenheiten Problemkonstellationen,³⁷ die den technischen Eingriff durch die Atomtechnik als sinnvoll erscheinen ließen: Die Kakaopflanze wächst nur im tropischen heiß-feuchten Klima, was sie gegenüber Schimmelbildung und Pilzbefall anfällig macht. Die Lagerung in hoher Luftfeuchtigkeit birgt die Gefahr, dass sich Schadpilze ausbreiten und die Samen zu keimen beginnen. Gekeimte Samen wiederum werden schneller von Insekten befallen.³⁸ Aufgrund der großflächigen Kultivierung führten die biologischen Ausbreitungsmechanismen der Pflanze zu verstärktem Schädlingsbefall, denn das Gewächs vermehrt sich hauptsächlich durch Zoochorie. Das heißt, die Früchte des Baumes werden von Säugetieren, Vögeln aber auch Insekten gefressen, wodurch die Kakaosamen wiederum verstreut werden. Im Falle der Landwirtschaft bedeutete dies, dass zahlreiche Schädlinge Ernten bedrohten, indem sie die Pflanzen oder ihre Früchte und Samen fraßen oder Krankheiten übertrugen.³⁹ So vernichtete etwa das von Insekten übertragene Cocoa-Swollen-Shoot-Virus (CSSV) in

33 Vgl. Kwame Nkrumah, Christmas Broadcast, 22. December 1961, in: Samuel Obeng (Hg.), *Selected Speeches of Kwame Nkrumah*, Vol. 2, Accra 1979, S. 161–170, hier S. 161.

34 Vgl. Fuller (wie Anm. 15), S. 63.

35 Zur nationalen Identitätsstiftung Ghanas und der Rolle von Symbolen vgl. ebd.

36 Vgl. Andrea Durry u. Thomas Schiffer, *Kakao. Speise der Götter*, München 2012, S. 227; zudem Michael D. Coe u. Sophie D. Coe, *Die wahre Geschichte der Schokolade*, Frankfurt a.M. 1997, S. 242; Frederick Cooper, *Africa since 1940. The Past of the Present*, Cambridge 2009, hier S. 95f.; Christoph Marx, *Geschichte Afrikas. Von 1800 bis zur Gegenwart*, Paderborn 2004, S. 191; Ryan Saylor, *State Building in Boom Times. Commodities and Coalitions in Latin America and Africa*, Oxford u. New York 2014, hier S. 160f.; Gwendolyn Mikell, *Cocoa and Chaos in Ghana*, New York 1989.

37 Aufgrund des hohen Fettanteils ist der Kakaosamen ein widerständiges Objekt für die Sammlungen der Genbanken (Hinweis von Nicole Karafyllis); vgl. auch den Beitrag von Nicole C. Karafyllis und Uwe Lammers in diesem Themenheft.

38 Vgl. Silke Elwers, *Zusammensetzung und histologische Verteilung der phenolischen Substanzen in Samen von Massen- und Edelkakao-Varietäten (Theobroma cacao L.)*, Hamburg 2008; James Gordon, *Pests and Diseases*, in: John Simmons (Hg.), *Cocoa Production. Economic and Botanical Perspectives*, New York u.a. 1976, S. 30–45; Christina Rohsius, *Die Heterogenität der biologischen Ressource Rohkakao (Theobroma cacao L.)*, Hamburg 2007, hier S. 9.

39 Vgl. Danquah (wie Anm. 29), S. 9.

den 1930er Jahren mehr als 50% der Kakaopflanzen.⁴⁰ In den 1950er Jahren geriet der damalige Premierminister Nkrumah selbst aufgrund der Ausbreitung des Virus in eine Konfliktsituation mit den Landwirten: 1953 ordnete er das Ausreißen von ca. 16 Millionen Kakaopflanzen an, um die Ausbreitung des CSSV einzudämmen.⁴¹ Diese Praktik geht auf das Kolonialregime zurück, das im Dezember 1946 die *Swollen Shoot Disease of Cocoa Order Number 148* verabschiedete, welche das Ausreißen infizierter und nichtinfizierter benachbarter Kakaopflanzen vorschrieb. Aufgrund der biologischen Eigenschaften der Kakaopflanze, sie beginnt erst nach vier bis sieben Jahren zu blühen und zu fruchten, betrachteten zahlreiche Bauern diese Problemlösung als eine reale Bedrohung ihrer Existenz, die zudem die gesamte Wirtschaft des Landes bedrohte.⁴² Allerdings schien diese Methode alternativlos zu sein, denn biologische und chemische Lösungen hatten sich als wenig erfolgversprechend herausgestellt: Die seit den 1910er Jahren eingesetzte biologische Schädlingsbekämpfung zum Schutz der Pflanzen durch den Einsatz von Echsen, Spinnen und roten Ameisen erwies sich als unzureichend. Erfolgreicher wurden zur selben Zeit Chemikalien eingesetzt, die vornehmlich Pilze und ihre Sporen vernichteten. Die Ausbreitung des Virus durch Wanzen konnten sie jedoch nicht verhindern.⁴³

Die biologische und die chemische sollten nun um die atomare Kontrolle der Kakaopflanze ergänzt werden, ganz im Sinne Nkrumahs, der stets wissenschaftlich-technische Lösungen präferierte.⁴⁴ Die Strahlentechnik wurde im Kontext erfolgreicher, moderner Entwicklung verortet. Mit der Anwendung des Atoms verbanden die Akteure nicht nur die Hoffnung, Nukleartechnik in Ghana in einem größeren Rahmen einzuführen und in den Dienst der nationalen Entwicklung zu stellen,⁴⁵ sondern ebenso die Möglichkeit, Wachstumsprozesse pflanzlicher Organismen nach eigenen Vorstellungen technisch zu manipulie-

40 Sarah Grossman-Greene u. Chris Bayer, *A Brief History of Cocoa in Ghana and Cote d'Ivoire*, Tulane 2009, S. 8.

41 Vgl. The Information Service Department Gold Coast (Hg.), *Golden Harvest. The Story of the Gold Coast Cocoa Industry*, Accra 1953, S. 38; Ebenezer Obiri Addo, *Kwame Nkrumah. A Case Study of Religion and Politics in Ghana*, Lanham u.a. 1999, S. 182.

42 Konfliktreich war dies auch, da viele befallene Kakaopflanzen noch einige Jahre Erträge bringen; vgl. Saylor (wie Anm. 36), S. 165; Danquah (wie Anm. 29), S. 89; zur familiären, kleinbäuerlichen Struktur der Kakaowirtschaft vgl. Christine Okali, *Cocoa and Kinship in Ghana. The Matrilineal Akan of Ghana*, London u. New York 2009.

43 Vgl. Danquah (wie Anm. 29), S. 39.

44 Vgl. Nkrumah (wie Anm. 22).

45 Vgl. GAEC (Hg.), *Status Report 1962–1973*. Accra 1976, S. 3; Ghana Atomic Energy Commission at a Glance, S. 1; http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/061/29061226.pdf [Stand: 21.4.2015]. Zur nationalen Identitätsstiftung unter einer Vielzahl von Bevölkerungsgruppen siehe Terence Ranger u. Eric Hobsbawm (Hg.), *Invention of Tradition*, Cambridge 1983; Andreas Eckert, *Tradition – Ethnizität – Nationsbildung. Zur Konstruktion politischer Identitäten in Afrika im 20. Jahrhundert*, in: *Archiv für Sozialgeschichte* 40, 2000, S. 1–27.

ren. Damit wurde die technische Steuerung natürlich-biologischer Prozesse in eine neue Dimension überführt. Ziel war es, den Kakaosamen haltbarer zu machen und die Pflanze vor dem CSSV sowie Schädlingen zu schützen. Es ging also darum, durch die Unterbindung unerwünschten Wachstums mit Hilfe radioaktiver Strahlung das Verderben der Pflanzen zu verhindern. Die Anwendung der Atomtechnik wurde damit umbewertet und nun nicht mehr als eine imperialistische verurteilt, sondern als industrialisierende Technik gefördert. Diese von Nkrumah nun als revolutionär und modern benannte Lösung sollte die Kakaopflanze in nur wenigen Jahren nach der Unabhängigkeit in den Fokus nationaler Entwicklung und prestigeträchtiger Forschung rücken.

Die Umdeutung der Atomtechnik fand in Ghana folglich erst mit der Verwirklichung einer ihr neu zugewiesenen Funktion statt, nämlich jener der Manipulation von wirtschaftlichen und biologischen (Wachstums-)Prozessen, um damit die Zukunft auf in der damaligen Gegenwart favorisierte Zukunftsvorstellungen festzulegen. Nach der noch am Ende der 1950er Jahre negativen Bewertung der Atomtechnik als Instrument des Imperialismus und Kolonialismus wurde sie nun im historischen Kontext des Kalten Krieges und der in ihm aus strategischen Gründen entfachten Atomeuphorie, sowie der Dekolonisierung und der Entstehung der Dritten Welt als ein Mittel zur nationalen Selbstbestimmung umgedeutet. Die notwendigen Bedingungen für die erfolgreiche Aneignung der Technik umfassten nicht nur die technischen Anlagen und Laboreinrichtungen sowie die (Forschungs-)Infrastrukturen und Wissenschaftler, sondern auch die strahlenbehandelten Organismen selbst.

Entwicklungshilfe und internationale Kooperationen

Die IAEA pries die Anwendung der zivilen Atomtechnik ganz pauschal als Mittel für schnellere Lösungen von zahlreichen praktischen Problemen für die „unterentwickelten“ Staaten an.⁴⁶ Für die Anwendung der Kerntechnik in der postkolonialen Landwirtschaft brachten die Protagonisten das Bevölkerungswachstum als ein zentrales Argument in Stellung.⁴⁷ Die in der Rede von der „Bevölkerungsbombe“ dramatisierte Notwendigkeit zur Erweiterung des Nahrungsspielraumes der Erde rückte den bislang als rückständig stigmatisierten Agrarbereich ins Zentrum von Entwicklungspolitik und technischer Hilfe. Die dabei verfolgten Intentionen waren vielfältig.

46 Maurice Fried u. Carl G. Lamm, The Joint FAO and IAEA Programme, in: IAEA Bulletin 23, 1981, H. 3, S. 22–26, hier S. 22.

47 Damit argumentierte auch der Gesandte Ghanas 1962 auf der General Conference der IAEA in Wien. Vgl. IAEA (Hg.), General Conference 1962: GC (VI)/OR.67, S. 3. Dieses Bedrohungsszenario wurde in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre mit Parallelen zur atomaren Bedrohung als „Bevölkerungsbombe“ konzipiert, die komplexe Versorgungsprobleme mit sich bringen würde. Vgl. Sabine Höhler, Die Wissenschaft von der „Überbevölkerung“. Paul Ehrlichs „Bevölkerungsbombe“ als Fanal für die 1970er Jahre, in: Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History 3, 2006, H. 3, S. 460–464.

Eisenhowers Vorgänger Harry Truman formulierte das Ziel einer internationalen Zusammenarbeit dahingehend, dass die Industrienationen zukünftig den „Unterentwickelten“⁴⁸ helfen müssten und dass deren Probleme durch den Einsatz von Technik beseitigt werden könnten. Die IAEA griff diese Vorstellung auf und argumentierte Ende der 1950er Jahre, dass gerade für diese „unterentwickelten“ Nationen die technische Hilfe im Agrarbereich essenziell sei, da sie zu einer rapiden Entwicklung führe.⁴⁹ Dabei war für die IAEA essenziell, dass sie mit „technischer Hilfe“ dazu beitragen konnte, die Atomforschung weiter voranzutreiben, sie in neuen Forschungskontexten zu etablieren und übertragbares Wissen zu produzieren.⁵⁰ Weiter bestand so die Möglichkeit, die Effizienz und Sicherheit der Forschung zu kontrollieren.⁵¹

Größter Bedarf bestand laut Anfragen aus den sogenannten unterentwickelten Staaten an die internationale Behörde in den 1960er und 1970er Jahren darin, Radioisotope in den Bereichen der Landwirtschaft einzusetzen. Davon erhofften sich die anfragenden Länder die Einführung moderner Technik in die Landwirtschaft, wodurch das „technologische Gefälle“ geschlossen und Exportgewinne realisiert werden sollten.⁵² Für die Landwirtschaft verausgabte die IAEA den größten Teil der für technische Hilfe vorgesehenen Mittel. Die von der IAEA dafür bereitgestellten Finanzmittel stiegen kontinuierlich an: 1958 wurden 124.000 US-Dollar, 1968 1,3 Mio. und 1978 bereits 7,1 Mio. US-Dollar aufgewendet.⁵³ Damit investierte die Behörde in die Projekte der Landwirtschaft mehr Gelder als in jeden anderen Bereich der technischen Hilfe.⁵⁴ Die Anwendung von Radioisotopen und Strahlentechnik im Agrar-

48 Vgl. Harry S. Truman, *Years of Trial and Hope*, Doubleday 1955, S. 227.

49 IAEA, Box 33027, GOV/100-149 A, GOV/141, Initial Consideration of the Draft Programme and Budget for 1959.

50 Zur Zirkulation von Experten vgl. Donna C. Mehos u. Suzanne M. Moon, *The Use of Portability: Circulating Experts in the Technopolitics of Cold War and Decolonization*, in: Gabrielle Hecht, *Entangled Geographies. Empire and Technopolitics in the Global Cold War*, Cambridge u. London 2011, S. 43–74.

51 Vgl. IAEA, Box 33029, GOV/400-449 A. GOV/443 und 446, Technical Assistance Matters; o.V., *Technical Assistance Given Around the World*, in: IAEA Bulletin 15, 1973, H. 6, S. 2–10, hier S. 2; o.V., *Supply of Nuclear Materials*, in: IAEA Bulletin 1, 1959, H. 2, S. 19–20; Caulfield (wie Anm. 6), S. 201.

52 IAEA, Box 33040 GOV/1888/Add.1, Board of Governors. Technical Assistance 1977, S. 14f.

53 IAEA, Box 33031, GOV/1066, Board of Governors. Technical Assistance 1964, S. 10; Box 33040 GOV/1888/Add.1, Board of Governors. The Annual Report for 1977, S. 3; o.V., *Atomic Assistance in 1961*, in: IAEA Bulletin 3, 1961, H. 2, S. 16–18, hier S. 16; o.V., *Technical Assistance Given Around the World*, in: IAEA Bulletin 15, 1973, H. 6, S. 2–10, hier S. 5 u. 8.

54 IAEA, Box 33040 GOV/1888/Add.1, Board of Governors. Technical Assistance 1977, S. 14.

bereich wurde mit der technischen Hilfe zu einem globalen Phänomen, das prozentual in Afrika und Asien die höchste Verbreitung fand.⁵⁵

Zu Beginn des Jahres 1960 beantragte Ghana die volle Mitgliedschaft bei der IAEA.⁵⁶ Damit begannen die Bemühungen um produktive Anwendungen der Kerntechnik. Während noch in den 1950er Jahren Ghanas Aktivitäten auf die Beherrschung der Gefahren aus den von den Atommächten durchgeführten Kernwaffentests gerichtet waren,⁵⁷ rückten in den frühen 1960er Jahren die Bemühungen um produktive Anwendungen der Kerntechnik, und damit um die Teilhabe an der nun positiv konnotierten „atomic revolution“⁵⁸ in den Mittelpunkt. Indikator dafür war das nationale *Kwabena Nuclear Reactor Projekt*.⁵⁹ Die Absicht war es, einen Forschungsreaktor als ein technisches Prestigeprojekt zur Stärkung der nationalen Identität Ghanas zum Einsatz zu bringen.⁶⁰ Um diese Vision zu verwirklichen, baute der Präsident auf Kooperationen mit der Sowjetunion und der IAEA. „With the aid of specialists and scientists provided by the Government of the Soviet Union“⁶¹, so die Erwartungen Nkrumahs, sollte der Reaktor bis zum Jahr 1966 einsatzfähig sein. Im Kontext dieser Planungen wurde die nationale Atomenergiebehörde 1963 durch einen Parlamentsbeschluss gegründet.⁶² Die Anträge für technische Hilfe an die IAEA führten jedoch nicht zur Bewilligung eines Forschungsreaktors.

- 55 In den 1960er und 1970er Jahren war die „Distribution of Technical Assistance by Field of Activity and Region“ in den Regionen Afrika und Asien im Durchschnitt mit etwa 30% konstant doppelt so hoch wie in Lateinamerika und Europa. Vgl. IAEA, Box 33035–33042, Distribution of Technical Assistance by Field of Activity and Region; Application of Isotopes and Radiation in Agriculture; Distribution by Technical Co-Operation Inputs by Field and Region.
- 56 IAEA General Conference, Applications for Membership of the Agency. Application by Ghana (GC (IV)/110), Wien 1960.
- 57 Die Anwendung radioaktiver Stoffe auf lebendige Organismen in Ghana geht laut der Atomenergiebehörde Ghanas auf das Jahr 1952 zurück. In diesem Jahr wurden unter dem Einsatz von Radiostrontium, einem der häufigsten Spaltprodukte überhaupt, Versuche an Affen durchgeführt. Belege hierfür sind jedoch spärlich und vornehmlich im Kontext der Physiker der GAEC zu finden; vgl. GAEC (Hg.), Ghana Atomic Energy Commission at a Glance. Kwabena 1997, S. 1; Josef K.A. Amuzu, The Nuclear Option for Ghana, in: Helen Lauer (Hg.), Ghana: Changing Values/ Changing Technologies. Ghanaian Philosophical Studies, II., Legon 2000, S. 281–291, hier S. 282. Im Auftrag des Verteidigungsministeriums des 1957 unabhängig gewordenen Staates wurde 1958 ein „fallout monitoring service“ eingerichtet, was auf die Sorge um mögliche negative Auswirkungen von Atomwaffentests für die Bevölkerung zurückging.
- 58 <http://gaecgh.org/dr-kwame-nkrumah-s-ghana-atomic-reactor-foundation-stone-laying-speech> [Stand: 9.6.2016].
- 59 Amuzu (wie Anm. 57), S. 282f.
- 60 GAEC (wie Anm. 57), S. 1.
- 61 Die Kooperation mit den USA beschränkte sich vornehmlich auf das Infrastrukturgroßprojekt des Volta River; vgl. Nkrumah (wie Anm. 22).
- 62 Parlament of the Republic of Ghana, Atomic Energy Commission Act, 1963 (Act 204). Digitalisiert unter: www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/24/073/24073094.pdf [Stand: 2.5.2016].

Ein Inspektionsbesuch des bekannten Physikers Sir John Cockcroft im Auftrag der IAEA führte zu dem Entschluss, dass ein Reaktor überflüssig sei, da er zum einen für die Anwendungen auf dem Gebiet der Medizin und Landwirtschaft nicht erforderlich wäre, zum anderen würde er zu viel Personal beanspruchen, was der Forschung nicht zuträglich sei.⁶³ Eine Korrespondenz aus dem Jahr 1981 lässt den Schluss zu, dass sich die Regierung Ghanas daraufhin an die Sowjetunion wendete, um einen entsprechenden Reaktor zu erhalten. Auch in diesem Falle scheiterte das Vorhaben, dieses Mal aufgrund eines Mangels an lokalen Mitteln.⁶⁴ Erst im März 1995 wurde der erste Forschungsreaktor, der GHARR-1, durch die Kooperation der ghanaischen, der chinesischen sowie der internationalen Atomenergiebehörde in Betrieb genommen.⁶⁵

Aber schon seit den 1960er Jahren förderte die IAEA zahlreiche Projekte der Anwendung der Isotopentechnik in Ghana. Die IAEA versprach, mit Hilfe der Strahlenbehandlung die Zirkulation von landwirtschaftlichen Produkten international zu erhöhen.⁶⁶ Die Argumentationen dafür, welche Pflanzen technisch umfangreichen Versuchen zu unterziehen seien, ähnelten sich länderübergreifend dahingehend, dass pflanzliche Organismen ausgewählt wurden, die in den jeweiligen Staaten im Agrarsektor eine wichtige Rolle spielten, ob als Nahrungsmittel im Inland oder wie im Falle des Rohkakaos vor allem als Exportgut für das Ausland.⁶⁷ Damit wurde die „Nuklearlandwirtschaft“⁶⁸ an wirtschaftliche Schwerpunktbereiche angeschlossen und das trug dazu bei, den Agrarbereich aufzuwerten. Die Landwirtschaft reüssierte nun als Einsatzbereich moderner Wissenschaft und Technik wie vordem nur die Industrie. In Ghana führte dies dazu, dass nicht mehr von Kakao- oder Landwirtschaft, sondern von Kakaoindustrie und „agricultural industry“⁶⁹ gesprochen wurde,

- 63 Vgl. IAEA, General Conference. Records of the Eleventh Regular Session (GC (XI)/OR.117). Wien 1968, S. 4. Digitalisiert unter: www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/41/096/41096910.pdf [Stand: 2.5.2016]; Amuzu (wie Anm. 57).
- 64 IAEA, Box 19333 TA 125, TA/GHA/5/007, Recent Agency-Supported Activities in Ghana, S. 2.
- 65 Vgl. Ghana Atomic Energy Commission (Hg.), Ghana – The Nuclear Agenda. Ghana Atomic Energy Commission 1963–2013, Accra 2013, S. 14.
- 66 IAEA (Hg.), Application of Food Irradiations in Developing Countries. Report of a Panel on Application of Food Irradiation in Developing Countries held in Vienna (Technical Reports Series No. 54), Wien 1966, Vorwort.
- 67 IAEA (Hg.), Food Irradiation Information No. 1 (November 1972), No. 12 (November 1982), No. 10 (June 1980), S. 54; vgl. auch IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Appendix No. 2, Februar 1964; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Februar 1964, S. 3; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Korrespondenz: Golikov – Cervenka, Mai 1963.
- 68 Zur Vision eines neuen Typs der Forschung unter diesem Begriff vgl. Zachmann, Grenzenlose Machbarkeit (wie Anm. 2), S. 245f.
- 69 Vgl. IAEA, Box 33031, GOV/1066. Board of Governors. Technical Assistance 1964, S. 6; Carl G. Lamm, The Application of Nuclear Science to Agriculture at Piracicaba, in: IAEA Bulletin 18, 1976, H. 3/4, S. 35–36; o.V., Irradiation Pilot Plants and Experimental Facilities

auch wenn der Anbau der Pflanzen im kleinbäuerlichen Umfeld stattfand.⁷⁰ Landwirtschaftliche Projekte, die sich sonst häufig nur schwerlich mit den optimistischen Fortschrittsvisionen der postkolonialen Regierungen verbinden ließen, etwa aufgrund der geringen Prestigewirkung und öffentlichen Sichtbarkeit,⁷¹ wurden im Falle der Anwendung der Radioisotopentechnik in den zeitgenössischen Entwicklungs- und Modernisierungsdiskurs Ghanas eingereiht.

Radioisotopentechnik für die Landwirtschaft in Ghanas Laboratorien

Im Zentrum des folgenden Abschnittes stehen die Laboratorien des Landes als ein Mikroraum globaler Vergesellschaftung, in dem geforscht wurde und ebenso politische Positionen und Vorstellungen von Technik und Natur verhandelt wurden.

Noch vor der Gründung der nationalen Atomenergiebehörde bemühte sich die Regierung Ghanas in Kooperation mit der IAEA seit den frühen 1960er Jahren darum, geeignete Wissenschaftler für die Anwendung der Radioisotopentechnik in der Landwirtschaft zu engagieren. Ghana richtete ebenso wie andere Mitgliedstaaten der IAEA entsprechende Anfragen an die Behörde. Jene wiederum behielt sich vor, die Anfragen zu evaluieren und zu priorisieren. Die Anfragen mussten im Forschungskontext der nationalen Programme stehen und die Rationalität der Projekte sollte plausibel begründet sein.⁷² Aus Ghanas Anfrage an die Behörde geht hervor, dass das Ziel der technischen Hilfe die Etablierung der Isotopentechnik in der Landwirtschaft samt der Installation der hierfür notwendigen Laboratorien und Institute war. In diesem Rahmen sollte beispielsweise die *Central Agricultural Station* bei Kwadaso bei der Einrichtung eines Labors unterstützt werden.⁷³ Unter Zustimmung des Außenministeriums Ghanas wurde der aus der Sowjetunion stammende und auf dem Gebiet der Agrarwissenschaften promovierte Forscher V.A. Golikov als erster Spezialist für die Anwendung der Radioisotopentechnik in der Pflanzenernährung im Jahr 1962 eingestellt.⁷⁴ Golikovs Engagement in Ghana korrespondierte mit den Sympathien Nkrumahs für den sozialistischen Entwicklungsweg.⁷⁵ Damit war der Beginn der Kooperation mit der IAEA

Available for Food Preservation, in: IAEA Bulletin 17, 1975, H. 6, S. 44–53; o.V., Atomic Prospects in four African States, in: IAEA Bulletin 3, 1961, H. 3, S. 16–19.

70 Vgl. Okali (wie Anm. 42).

71 Unger (wie Anm. 32), S. 555.

72 Vgl. IAEA, Box 33034, GOV/1135, Board of Governors. Technical Assistance. 1965, S. 12.

73 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Job description I.A.E.A. – Ghana-2, 1962.

74 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Korrespondenz: J.C. Webb, Director Technical Assistance – Ako Adjei, Minister of Foreign Affairs Ghana 1962; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3; Korrespondenz: Cervenka – Sudhir Sen, 1962. Zur genaueren Einordnung Golikovs müssen weitere Quellen erschlossen werden.

75 Die Gewährung technischer Hilfe auf dem Gebiet der Kerntechnik gehörte zu einem wichtigen Schauplatz des Kalten Krieges. Hier ging es um die Sicherung von Einflussphären der beiden Supermächte.

auch personell in den frühen 1960er Jahren verwirklicht worden. Finanziert wurden die Projekte der technischen Hilfe aus dem General Fund der IAEA, der aus freiwilligen Beiträgen der Mitgliedstaaten bestand. Reichten diese Mittel nicht aus, konnten Projekte zudem durch das *United Nations Development Programme* (UNDP) finanziert werden.⁷⁶

Die Korrespondenzen und Berichte aus dem Archiv der IAEA dokumentieren vielfältige Forschungspraktiken, die im Rahmen von Projekten zur technischen Hilfe umgesetzt wurden. Sie geben Aufschluss darüber, wie an der Herstellung *von* und der Forschung *an* strahlenbehandelten Organismen in den Laboratorien in Ghana gearbeitet wurde und welche strukturbildenden Wirkungen diese Prozesse hatten.

Die Forschung widmete sich der Anwendung verschiedener Radionuklide, d.h. instabiler und folglich radioaktiver Atome unterschiedlicher Halbwertszeiten. Diese strahlenden Stoffe konnten nicht in Ghana hergestellt werden, sie mussten importiert werden.⁷⁷ Um die Versorgung mit Radioisotopen nicht nur in Ghana, sondern in allen Mitgliedstaaten der IAEA ohne eigenen Reaktor logistisch sichern zu können, unterhielt die Behörde seit 1961 verschiedene Kooperationen mit der *International Air Transport Association*, der *International Cargo Handling Co-ordination Association* und zahlreichen weiteren internationalen Organisationen.⁷⁸

Zum Einsatz in den Laboratorien kamen Radioisotope bei den wissenschaftlichen Praktiken des sogenannten ‚tracer use‘, ‚measuring‘ und der ‚irradiation‘. Durch diese technischen Verfahren wurden keineswegs ausschließlich Kakaopflanzen und ihre Samen behandelt. Auch wenn die Wissenschaftler in Anträgen für Forschungsmittel gegenüber den für die Projektbewilligung Verantwortlichen der IAEA die immens wichtige Rolle des Rohkakaos in der nationalen Wirtschaft Ghanas stets hervorhoben,⁷⁹ wurden auch andere Pflanzen wie Zuckerrohr-, Gummi-, Reis- und Kaffeepflanzen sowie Hirse technisch manipuliert.⁸⁰

Das Markierungsverfahren wurde genutzt, um den Weg von Stoffen wie Wasser oder Dünger in Pflanzen zu verfolgen. Dazu wurde dem Wasser, das die Pflanze aufnimmt, ein Radionuklid beigegeben. Die von der Pflanze in der Folge ausgehende radioaktive Strahlung konnte dann in zeitlichen Abständen gemessen werden und Aufschluss darüber geben, in welchem Teil der Pflanze

76 Vgl. o.V., Technical Assistance Given Around the World, in: IAEA Bulletin 15, 1973, H. 6, S. 2–10.

77 Vgl. u.a. IAEA, Box 19334/TA/126, TA/GHA-7, Korrespondenz F.A. Medina – O. Roivainen 1962; IAEA, Box 19334/TA/126, TA/GHA-7, Korrespondenz M. Mutru – O. Roivainen 1966; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/0/002, Order for Radioisotopes 1971.

78 IAEA (Hg.), General Conference. List of Non-Governmental Organizations to which Consultative Status has been Granted (GC[V]INF/43) 1961, S. 1.

79 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Appendix No. 2, Februar 1964.

80 Vgl. Box 19334 TA/126, TA/GHA-7, Submission for Projects to be Financed in 1965, Project Description.

der strahlende Stoff war und wie er sich im Organismus verteilt hat. Für diese Verfahren wurde häufig mit radioaktivem Phosphor, Kohlenstoffdioxid oder Schwefel markierter Dünger oder Tritiumoxid verwendet, um den Mechanismus des Pflanzenwachstums und den Austausch dieser Elemente mit der Umgebung zu verfolgen.⁸¹ Mit dieser Methode ließen sich Veränderungen in der Reaktion der Organismen bestimmen, etwa Mengenbestimmungen in Bezug auf die Aufnahme von Dünger. Die radioaktiv markierten Verbindungen erfahren stets die gleichen chemischen Reaktionen wie ihre nicht radioaktiven Äquivalente, sie sind jedoch deutlich besser zu unterscheiden und aufzufinden.⁸² Auch bei niedrigen Konzentrationen ist in der Folge der technische Eingriff auf der Ebene des Labors sichtbar. Diese Sichtbarmachung biologischer Prozesse sollte zu einem besseren Verständnis der Reaktionsmechanismen pflanzlicher Organismen führen und in einem weiteren Schritt dazu beitragen, eine intendierte Verbesserung der pflanzlichen Eigenschaften zu ermöglichen. Technik wurde hier dazu eingesetzt, um biologische Prozesse von Gewachsenem besser zu verstehen und das Wachstum zugleich technisch zu durchdringen, um es nach menschlichen Vorstellungen und Zielsetzungen manipulieren zu können.

Neben dem Einsatz der Radioaktivität als Markierungselement spielte ebenso das Messen eine Rolle in den alltäglichen Forschungspraktiken. Es wurden Experimente zur Bodenfeuchtigkeit und -dichte durchgeführt. Dabei wurde der Wassergehalt des Bodens bestimmt.⁸³ Mit dem Durchstrahlungsverfahren konnte die Dichte von Bestandteilen der Pflanzen ermittelt werden: Je stärker das Wachstum von Pflanzen ist, desto weniger Radioaktivität kann sie durchdringen. Die Intensität der hindurchtretenden Strahlung ist somit ein Maß für die Dichte und damit das Wachstum der Pflanze.

Ein weiteres Verfahren, das angewendet wurde, war das der Bestrahlung. Das Hauptziel bestand darin, landwirtschaftliche Erträge zu erhöhen, indem der Verlust nach der Ernte verringert werden sollte. Um dies zu erreichen, wurde im Bestrahlungsverfahren die Eigenschaft radioaktiver Strahlung genutzt, chemische, biologische oder physikalische Veränderungen in organischen Zellen hervorzurufen. Die Strahlentechnik wurde eingesetzt, um Schimmel, Mikroorganismen und Schädlinge zu vernichten. Das Ziel war es, auf diese Weise unerwünschtes Wachstum wie Fäulnisprozesse in den Samen oder Ertragsverluste durch Krankheiten, die letztlich zum Absterben der Pflanzen führen würden, zu verhindern. Die direkte Bestrahlung sollte dadurch z.B. die Lagerung großer Mengen Kakaosamen trotz der hohen Luftfeuchtigkeit von mehr als 75% ermöglichen.⁸⁴ Auch Schädlinge sollten durch Bestrahlung

81 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Brief Description of the Research Work in Kwadaso and Tafo 1963.

82 Peter W. Atkins u. Loretta Jones, Chemie – einfach alles, Weinheim 2006, S. 797.

83 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Notes for Discussion with Mr. Golikov, 1962.

84 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Report No. 1752, S. 2f.

beseitigt werden, was zugleich die Übertragung des CSSV durch selbige auf die Kakaopflanzen einschränken könnte.⁸⁵ Die Wirkung des Verfahrens basiert auf der Zerstörung des Genoms und damit der Fortpflanzungs- und Überlebensfähigkeit der bestrahlten Insekten. Jene sterben in der Folge, werden aber selbst nicht radioaktiv. Es wurden verschiedene Testreihen durchgeführt, um die entsprechende Strahlendosis zu ermitteln. Besonderes Gewicht lag hierbei auf der Dosimetrie. Dosimeter mussten in ausreichender Anzahl in Position gebracht werden, um eine zuverlässige Berechnung der maximalen, durchschnittlichen Strahlendosis zu ermöglichen. Insekten gingen bei einer Strahlung von 0,8 Kilogray (kGy)⁸⁶ innerhalb von fünf Tagen ein, die Schimmelbildung ließ sich bei einer Dosis von 4 kGy verhindern. Auch die Kakaosamen wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Praktik der „irradiation“ behandelt. Da ionisierende Strahlen nicht nur Mikroorganismen oder Schädlinge zerstören, sondern ebenfalls Veränderungen in den Samen hervorzurufen vermögen, fanden Experimente statt, die die Unbedenklichkeit des technischen Eingriffs für den menschlichen Konsum beweisen sollten. Hierfür wurden Ratten mit bestrahlten Kakaosamen gefüttert und auf physiologische und organische Auffälligkeiten untersucht, welche nicht festgestellt werden konnten.⁸⁷ Der Einsatz der Strahlenbehandlung zur Keimhemmung und damit dem Haltbarmachen von Samen und Knollen, fand im Falle der Kakaopflanze nicht statt, da die fermentierten Samen nicht mehr keimfähig sind. Eingesetzt wurde dieses Verfahren hingegen zur Verhinderung von Wachstum von Süßkartoffeln, Zwiebeln und Ingwer.⁸⁸

Im Fall der Bestrahlung von Mikroorganismen oder sogenannten Schädlingen wurde häufig der Begriff *Kontrolle* verwendet. Die Kerntechnik sollte die Kontrolle über die Natur ermöglichen, indem sie bestimmte Teile davon manipulierte oder vernichtete.⁸⁹ Die Untersuchungsgegenstände selbst, die wachsenden Organismen, wurden von den Akteuren für gewöhnlich *Objekte* genannt. Diese Objekte sollte wiederum in den Laboratorien technisch beeinflusst werden, um den Einfluss natürlicher Bedingungen (etwa tropisches

85 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Februar 1964, S. 1; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3; Korrespondenz: Goswami – Golikov, Dezember 1963.

86 Die Größe Kilogray gibt die durch ionisierende Strahlung verursachte Energiedosis an und beschreibt die pro Masse aufgenommene Energie.

87 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Food Irradiation Programme of GAEC, S. 2f. Die Bestimmung der Sicherheit der Lebensmittelbestrahlung war und ist allerdings umstritten. Zu den Auseinandersetzungen um die Lebensmittelbestrahlung vgl. Karin Zachmann, Atoms for Peace and Radiation for Safety. How to Build Trust in Irradiated Foods in Cold War Europe and Beyond, in: *History and Technology* 27, 2011, S. 65–90.

88 Abraam Adu-Gyamfi, Kwamina Banson u. Josephine Nketsia-Tabiri, Challenges to Implementation of New and Emerging Technologies: The Case of the Utilization of Ionizing Radiation, Accra 2011, S. 3.

89 Vernichtet wurden unerwünschte Mikroorganismen und Schädlinge. Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Report No. 1752, S. 2; IAEA, Box 19334 TA/126, TA/GHA-7, Field Report No. 7, 1967.

Klima, Befall durch sogenannte Schädlinge) mittels der Strahlentechnik zu beherrschen, um unerwünschtes Wachstum zu verhindern und so eine ertragreichere Agrarproduktion zu erreichen.⁹⁰ Auf der Ebene des Labors erschien die Entwicklung lebendiger pflanzlicher Organismen als eine Aufgabe für Wissenschaft und Technik. Die Pflanzen sollten nicht von selbst, sondern auf ein bestimmtes Ziel hin wachsen.

Die Radioisotopentechnik mit ihren drei Anwendungsfeldern ‚tracer use‘, ‚measuring‘ und ‚irradiation‘ diente zum einen dem Einwirken auf pflanzliche Organismen unter lokalen Problemkonstellationen wie der Schimmelbildung bei hoher Luftfeuchtigkeit. Zum anderen wurde sie von der IAEA als ein Schwerpunkt der Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft hervorgehoben und als internationaler Standard der Forschung inszeniert.⁹¹ Die Dispositionen, also die Möglichkeiten des Einwirkens auf Handlungen, um das friedliche Atom und seinen Einsatz in der Landwirtschaft sowie die Praktiken der Wissenschaftler vor Ort, verwirklichten sich in Strukturen, die standardisierend auf die Prozesse der Forschung wirkten. Über die Vereinheitlichung der Durchführung, Auswertung und Interpretation der wissenschaftlichen Praktiken sollte eine Vergleichbarkeit, Austauschbarkeit und Zusammenarbeit ermöglicht werden. Diese Standardisierungsprozesse wurden wiederum zu einem Schlüsselement der Forschung und Produktion von strahlenbehandelten Organismen.⁹² Die IAEA setzte und vermittelte ihren Mitgliedstaaten Standards im Hinblick auf die wissenschaftliche Forschung, wobei die Mitglieder bemüht waren, diese zu etablieren.⁹³ Die Forschungspraktiken in den Laboreinrichtungen in Tafo in Ghana und in Seibersdorf bei Wien unterschieden sich demnach nicht grundlegend, sondern folgten den gleichen Standards.

-
- 90 Das wird in vielen Dokumenten der IAEA zur technischen Entwicklungshilfe in Ghana konkret ausgeführt. Vgl. z.B. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Appendix No. 3, Februar 1964, S. 9; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Februar 1964, S. 3; IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Request for Technical Assistance, Februar 1979.
- 91 Vgl. z.B. o.V., Picture Story, in: IAEA Bulletin 3, 1961, H. 1, S. 19–20; o.V., Development of International Standards and Codes, in: IAEA Bulletin 3, 1961, H. 2, S. 3–10.
- 92 Zur Standardisierung als fundamentaler Technik der industrialisierten Welt vgl. Alexander von Schwerin, Heiko Stoff u. Bettina Wahrig, *Biologics: An Introduction*, in: dies. (Hg.), *Biologics, a History of Agents Made from Living Organisms in the Twentieth Century*, London u. Vermont 2013, S. 1–31, hier S. 22. Zur Verschachtelung von Standards und Standardisierungsprozessen vgl. Martha Lampland u. Susan Leigh Star, *Reckoning with Standards*, in: dies. (Hg.), *Standards and their Stories. How Quantifying, Classifying, and Formalizing Practices Shape Everyday Life*, Cornell 2009, S. 5–24, hier S. 5f.
- 93 Auf der General Conference 1962 der IAEA argumentierte Ghanas Delegierter Hr. Amamoo, dass Entwicklungen und Standardisierungen auf dem Gebiet der Kerntechnik stimulierend für die gesamte Wirtschaft seien. Vgl. IAEA (Hg.), *General Conference 1962: GC (VI)/OR.67*, S. 5f.

Materialisierungen

Ein wesentlicher Unterschied bestand jedoch in den verfügbaren technischen Anlagen und Einrichtungen. Daher erschien den Wissenschaftlern wie der Regierung Ghanas seit den frühen 1960er Jahren der weitere Ausbau der technischen Anlagen und Laboreinrichtungen grundlegend, ebenso die Vernetzung dieser Einrichtungen auf nationaler wie internationaler Ebene.⁹⁴ Für die Strahlenbehandlung von Organismen war es erforderlich, bestehende Laboranlagen zu erweitern oder komplett neue Anlagen aufzubauen.

Wie Präsident Nkrumah verfolgte auch der sowjetische Forscher Golikov das Ziel, einen Forschungsreaktor in Ghana zu installieren. Er verwies auf dessen potenzielle Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen der Landwirtschaft.⁹⁵ Die Stärkung der landwirtschaftlichen Forschung sei, so der Wissenschaftler, von zentraler Bedeutung für die Zukunft Ghanas. Golikov argumentierte, dass der junge Staat Ghana mit Hilfe der Kerntechnik zu einer modernen Nation gemacht werden könne.⁹⁶ Diese Zukunftsvision ging mit der Vorstellung einher, dass der Modernisierungsprozess durch den Einsatz wissenschaftlicher Technik in der Landwirtschaft beschleunigt werden könne.⁹⁷

Für die Verwirklichung dieser Zielvorstellung war nicht nur die Perfektion wissenschaftlicher Methoden und die Planung zukünftiger Projekte entscheidend, sondern ebenso die Beschaffung von technischen Geräten sowie die Einrichtung und Ausstattung entsprechender Laboratorien. Dementsprechend wurden weitere Projekte, welche die Forschung zu tropischen Pflanzen und Insekten mit Hilfe nuklearer Techniken beinhalteten, auf den Weg gebracht, z.B. Arbeiten zur Strahlen-genetik oder Untersuchungen zum Pflanzenwachstum durch Anwendung verschiedener Arten radioaktiver Strahlung.⁹⁸ Die Bandbreite der eingesetzten Radioisotope wurde erhöht, um die Anwendungsmöglichkeiten entsprechend auszuweiten.⁹⁹ Strahlende Stoffe zirkulierten ebenso wie Laborausstattung, Wissen und die Forscher selbst.¹⁰⁰

Dies ermöglichte nicht nur die Anwendung der Kerntechnik in den Bereichen der Landwirtschaft, sondern brachte ebenso neue Abhängigkeiten hervor:

-
- 94 Die ersten Einrichtungen zur Nuklearwirtschaft am Physik Department der Universität von Ghana sind in Kooperation mit der Sowjetunion entstanden; vgl. Nkrumah (wie Anm. 22); Amuzu (wie Anm. 57).
- 95 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Februar 1964, S. 3; vgl. auch IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Korrespondenz: Golikov – Cervenka, Mai 1963.
- 96 Zum Zusammenhang von Kerntechnik und nationaler Souveränität für das geteilte Deutschland vgl. Karin Zachmann, *Peaceful Atoms in Agriculture and Food. How the Politics of Cold War Shaped Agricultural Research Using Isotopes and Radiation in Post War Divided Germany*, in: *Dynamis* 35, 2015, H. 2, S. 307–331, hier S. 319.
- 97 Vgl. Hamblin (wie Anm. 13), S. 400.
- 98 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Februar 1964, S. 4.
- 99 Hierfür wurden u.a. die Isotope Ca-45, C-14, Mn-54 und Zn-65 vorgestellt.
- 100 In Bezug auf das Wissen um die strahlenbehandelten Kakaopflanzen und -samen im akademischen Kontext vgl. Vanessa M. Wilkinson u. Graham W. Gould, *Food Irradiation. A Reference Guide*, Cambridge 1998, hier S. 25f.

Es entstanden Probleme, wenn es aufgrund logistischer Schwierigkeiten zu Lieferungsverzögerungen kam,¹⁰¹ technische Geräte aus der Sowjetunion und Europa untereinander nicht kompatibel waren¹⁰² oder es an Personal mangelte, da sich lokale Wissenschaftler beispielsweise auf Lehrgängen im Ausland befanden.¹⁰³ Ein häufig beklagter Mangel an Spezialausrüstung zeigt nicht nur die Abhängigkeiten der Forscher von der Verfügbarkeit technischer Artefakte, sondern offenbarte überdies Lösungsstrategien der Akteure vor Ort: So wurden im ersten Projekt der technischen Hilfe Forschungen in Tafo, Kwadaso und Kade, den drei Hauptforschungszentren Ghanas, durchgeführt. Allerdings verfügte die Einrichtung in Tafo, dem in der Kolonialzeit gegründeten Kakaoinstitut, nicht über die für die Versuchsdurchführung benötigte Spezialausrüstung. Diesem Umstand begegneten die Praktiker damit, dass sie Bestrahlungs- und Messgeräte von dem gut ausgestatteten Labor in Kwadaso je nach Bedarf nach Tafo und Kade transportieren ließen. Aufgrund des Mangels an Ausrüstung hatte sich diese Praxis der räumlichen Mobilität in den frühen 1960er Jahren etabliert.¹⁰⁴ Hier zeigt sich auf der einen Seite die Abhängigkeit von notwendigen technischen Anlagen, zugleich treten auch alternative Lösungsstrategien in den Fokus. Die starr erscheinende relationale (An-)Ordnung wurde hier durch technische Mobilitätspraktiken beweglich gemacht, um die Forschung an und die Konstruktion von strahlenbehandelten Pflanzen weiter standardisieren zu können.

Die Forschungspraktiken und Diskurse um die Kernforschung in der Landwirtschaft führten zu strukturellen Anordnungen, die sich an bestimmten Orten in physischen Objekten wie (Forschungs-)Infrastrukturen, technischen Anlagen, Laboratorien und ebenso in den technisch manipulierten Organismen manifestierten.¹⁰⁵ Diese materialisierten Ordnungen erwiesen sich als überaus widerständig gegenüber Veränderungen. Im Ghana der 1960er Jahre reichte die Bandbreite solcher Materialisierungen vom Ausbau bestehender bis hin zu komplett neu angelegten Forschungseinrichtungen und Institutionen. Wie der seit der Mitte der 1960er Jahre am *Cocoa Research Institute* (CRI) in Tafo tätige finnische Forscher Osmo Roivainen richtig vermutete, sollte selbst der gewaltsam herbeigeführte politische Bruch durch den Militärputsch gegen

101 Vgl. IAEA, Box 19334/TA/126 T/GHA-7, Korrespondenz: Roivainen – Mutru, Mai und August 1967; ebd. Korrespondenz Roivainen – Medina, November 1966.

102 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125 TA/GHA/0/002, Korrespondenz: Garbrah – Lloyd, September 1970.

103 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125 TA/GHA/0/002, Korrespondenz: Goswami – Quartey, Juni 1969.

104 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Korrespondenz: Golikov – Cervenka, Mai 1963.

105 Vgl. Michel Foucault, *Dispositive der Macht. Über Sexualität, Wissen und Wahrheit*. Berlin 1978, hier S. 126; Christoph Hubig, „Dispositiv“ als Kategorie, in: *Internationale Zeitschrift für Philosophie* 1, 2000, S. 34–47.

Nkrumah „not have a serious effect.“¹⁰⁶ Die richtungsweisende Vision einer strahlenden Zukunft der Landwirtschaft Ghanas war in eine materielle und damit langlebige persistente Form gegossen. Obgleich die hohen Erwartungen an die Anwendung der Atomtechnik in der Landwirtschaft im Sinne einer raschen Industrialisierung bislang nicht erfüllt wurden, materialisierten sich Diskurse und Praktiken in persistenten Strukturen.

Seit dem ersten Projekt der technischen Hilfe und dem Beginn der internationalen Kooperation mit der IAEA sollte durch das sogenannte ‚Re-equipment‘ der bestehenden Anlagen Ghanas die Laborinfrastruktur an die neuen Anwendungsfelder angepasst werden.¹⁰⁷ Diesbezüglich wurde im Detail geplant, wie die Räumlichkeiten nach internationalen Standards einzurichten und auszustatten sind. Hierbei standen die für die Bestrahlungsverfahren notwendigen technischen Artefakte im Vordergrund, etwa Bestrahlungsanlagen und -kammern, in denen die Pflanzen und ihre Samen bearbeitet wurden, Szintillationsspektrometer zur Bestimmung von gemischten Strahlenfeldern aus Radionukliden, Dosimeter und andere Instrumente zur Messung der Strahlendosis, Autoklaven, Tiefkühlschränke, Öfen und Inkubatoren zur thermischen Behandlung von Stoffen sowie die Radioisotope selbst, die nach einem genau festgelegten Plan in den Projektphasen zumeist monatlich geliefert wurden.¹⁰⁸ Ebenso wurden im Hinblick auf die Sicherheit Stahltüren zum Schutz vor Strahlung installiert und die Ausstattung für den täglichen Forschungsbedarf – mit Schutzkleidung, Monitoren, metallischen Pfannen und speziellen Abfallcontainern – berücksichtigt. Auch kam es zum Neubau ganzer Räume, z.B. in Form von Gewächs- und Insektenhäusern, sanitären Anlagen mit Duschkabinen, Garderoben oder Aufenthaltsräumen für die Angestellten.¹⁰⁹ Nach diesem Muster wurde beispielsweise das CRI im Hinblick auf die neuen Anwendungsmöglichkeiten der Kerntechnik baulich angepasst.¹¹⁰

Die internationalen Kooperationen führten zur Standardisierung der wissenschaftlichen Praktiken, die wiederum einen Standard an Infrastruktur verlangten,¹¹¹ welcher in den drei Hauptforschungszentren Ghanas Stück für Stück etabliert wurde. Nur ein Jahr nach der Gründung der nationalen Atomenergiebehörde GAEC waren im Jahr 1964 bereits „5 agricultural centers

106 IAEA, Box 19334/TA/126 T/GHA-7. Field Report No. 1, Februar 1966.

107 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Appendix No. 2, Februar 1964, S. 7.

108 Vgl. beispielhaft IAEA, Box 19334 TA/126, TA/GHA-7, Korrespondenz Roivainen – Mutru 1967.

109 Vgl. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA-3, Report No. 6, Appendix No. 2, Februar 1964, S. 8.

110 IAEA (Hg.), General Conference. Official Record of the Sixty-Seventh Plenary Meeting (GC (VI)/OR.67), Wien 1962, S. 6.

111 Ein Standard zieht häufig weitere Standardisierungen nach sich. Zu Standardisierungsprozessen vgl. Star (wie Anm. 92).

[...] actively engaged in research work involving the use of radioisotopes¹¹². Darunter befanden sich die Universität Ghanas, das Kakaoinstitut und die zentrale Versuchsstation für Landwirtschaft, die dem Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft unterstanden, sowie die GAEC, die spezialisierte Institute etablierte. So wurden kerntechnische Forschungen zur Steuerung pflanzlichen Wachstums in dem 1963 gegründeten *National Nuclear Research Institute* (NNRI)¹¹³ der Atomenergiebehörde Ghanas durchgeführt. Gleiches gilt für die an die Bedingungen der neuen Anwendungsmöglichkeiten der Bestrahlung angepassten und ausgebauten Institute des *West African Cocoa Research Institute* (WACRI) und der *Central Agricultural Station* (CAS).¹¹⁴ Vier Jahre darauf brachte die GAEC die Idee vor, ein weiteres spezialisiertes Institut zu gründen, das sich ausschließlich mit der Radioisotopenforschung beschäftigen sollte.¹¹⁵ Ein solches entstand im darauffolgenden Jahr 1969 mit dem *National Centre for Radioisotope Applications*.¹¹⁶ Hier wurden Forschungsprojekte zur Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft und Medizin umgesetzt. Planungen für ein Institut, welches sich ausschließlich der nuklearen Landwirtschaft widmen würde, begannen Anfang der 1980er Jahre und mündeten in die Gründung des *Biotechnology and Nuclear Agriculture Research Institute* (BNARI) 1994, welches das *Department of Biology, Food and Agriculture* als Institut der GAEC ersetzte.¹¹⁷ Durch die Erweiterung der Anwendungsfelder wie der Lebensmittelbestrahlung und der Mutationszüchtung ermöglichte jenes Institut die Erhöhung der Eingriffstiefe in pflanzliche Organismen.¹¹⁸ In einer Selbstbeschreibung des BNARI aus dem Jahr 2007 wird das neue Institut als Aufwertung gegenüber dem älteren Department beschrieben. Die Erweiterung der Institutsbezeichnung um die Begriffe ‚Technology‘ und ‚Nuclear‘ soll hier folglich als Indikator für Modernität stehen.

112 IAEA, Box 19334/TA/126, TA/GHA-7, Submission for Project to be Financed in 1965 from the Working Capital and Reserve Fund, 1964, S. 1.

113 Vgl. z.B. IAEA, Box 19333 TA/GHA/0/002, GOV/COM.8/37, Annex XVII; 19333 TA/GHA-7, Korrespondenz: Roivainen – Ahenkorah 1966.

114 IAEA, Box 19334/TA/126, TA/GHA-7, Submission for Project to be Financed in 1965 from the Working Capital and Reserve Fund, 1964, S. 1.

115 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, TA Report No. 1752; Box 19333 TA/125, TA/GHA/0/002, GOV/COM.8/43/Add.1, GOV/1487/Add.1, S. 15.

116 Vgl. IAEA (Hg.), General Conference. Official Record of the Sixty-Seventh Plenary Meeting. (GC (VI)/OR.67), Wien 1962, S. 6; IAEA (Hg.), General Conference. Seventeenth Regular Session: 18–24 September 1973 (GC(XVII)/OR.164), Wien 1974, S. 10f.

117 IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Establishment of a Centre for Nuclear Agriculture at Kwabena Nuclear Research Establishment of the GAEC, S. 4.

118 Vgl. u.a. IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007, Korrespondenz: Amoako-Atta – Klu, September 1980; ebd., Korrespondenz: Micke – Constantin, August 1980; ebd., Request for Technical Assistance, Februar 1979. Der Thematik der Mutationszüchtung, die in den 1980er Jahren in Ghana eingesetzt wurde, wird ein eigenständiger Aufsatz auf Basis von historischen Quellen der GAEC gewidmet werden.

Obwohl diese strukturellen Anordnungen seit den 1960er Jahren erweitert und verdichtet wurden, konnte sich die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft Ghanas bis heute nicht im großtechnischen Maße durchsetzen. Die hohen Erwartungen einer schnellen Industrialisierung Ghanas durch Atomtechnik unter Nkrumah erwiesen sich als unrealistisch und dennoch wirken sie bis in die Gegenwart hinein. Dem BNARI sind die hohen Hindernisse für die Anwendung der Atomtechnik in den Bereichen der Landwirtschaft – in Form geringer Rentabilität, kontroverser Verbraucherakzeptanz sowie gesetzlicher Einschränkungen – durchaus bewusst.¹¹⁹ Gleichwohl verweist das von dem Institut in der jüngsten Vergangenheit ausgegebene Ziel der nachhaltigen Schaffung von Wohlstand durch den Einsatz der Atomenergie in der Landwirtschaft deutlich auf die Visionen der 1960er Jahre.¹²⁰

Biofakte des Atomzeitalters

Das Relationengefüge des Atomzeitalters hat im Kontext des Kalten Krieges, der Dekolonisierung und Entstehung der sogenannten Dritten Welt sowie zeitgenössischer Entwicklungs- und Modernisierungsdiskurse bewirkt, dass die Maßnahmen der Anwendung der Kerntechnik als wirksames Instrument für die Technisierung der Landwirtschaft erschienen – etwa um den Ertrag zu steigern, längere Haltbarkeiten zu erreichen oder schneller wachsende, resistenterer Pflanzen zu züchten – kurz um gewünschtes Wachstum zu forcieren und unerwünschtes Wachstum zu vermeiden. Die internationale Zusammenarbeit ermöglichte die Zirkulation von Wissen, Visionen, technischen Anlagen, strahlenden Stoffen sowie Forschern und Technikern. Diese Zirkulationen sind keinesfalls als nivellierende Prozesse zu denken, sondern sie bekräftigten vorhandene Ungleichheit. Gleichwohl brachten sie internationale Institutionen mit ghanaischen Forschern zusammen, die alle dem Leitbild folgten, Entwicklung technisch zu erzeugen – ob auf der Ebene der Entwicklung einer jungen Nation im Kontext der technischen Hilfe oder auf jener der Entwicklung vermeintlich besserer Pflanzen in den Laboratorien. Gesellschaftliche Entwicklung und biologische Evolution erschienen gleichermaßen durch technische Eingriffe beeinflussbar.

Technik wirkte hierbei als Instanz der Ermöglichung, obgleich sie nicht nur zu neuen Dispositionen, sondern ebenfalls zu neuen Restriktionen innerhalb der relationalen, wechselhaften, mannigfaltigen Verknüpfungen der Komponenten des Atomzeitalters führte. Technik wirkte auf Handlungen ein und koordinierte und konstruierte damit Machtbeziehungen, die sich in einer strukturellen Anordnung im Relationengefüge des Atomzeitalters verwirklichten. Sie manifestierten sich an bestimmten Orten wie technischen

119 A. Adu-Gyamfi, Food Irradiation: An Emerging Opportunity for African Countries, in: Ghana Journal of Agricultural Science 35, 2002, S. 165–173, hier S. 165.

120 IAEA, INIS –GH – 082 (2007), Biotechnology and Nuclear Agriculture Research Institute (BNARI): At a Glance. Providing Agricultural Solutions for Wealth Creation.

Anlagen, Laboreinrichtungen, (Forschungs-)Infrastrukturen samt zirkulierendem Wissen und Wissenschaftlern sowie in neu entstandenen Instituten. An diesen Punkten kam es zu Materialisierungen, die eine persistente, gegen Änderungen widerständige Ordnungsstruktur aufwiesen.¹²¹ Hier wirkten die strahlenbehandelten pflanzlichen Organismen als ein Kristallisationskern von Macht. Sie konstituierten Möglichkeitsräume. Sie wirkten auf Diskurse, etwa darüber, dass Entwicklungsprozesse durch den Einsatz von moderner wissenschaftlicher Technik in der Landwirtschaft beschleunigt werden können. Ebenso wirkten sie auf Praktiken wie die der Standardisierung der Forschung im Laboratorium nach internationalen Normen.

Diese sich materialisierenden Möglichkeitsräume waren widerständig gegen zukünftige Veränderungen, womit auch der richtungsweisenden Vision einer strahlenden Zukunft der Landwirtschaft Ghanas eine materielle und damit langlebige Form gegeben war. Jene Relationengefüge ermöglichten die Forschung an pflanzlichen Organismen. Zugleich waren sie Bedingung der Konstruktion von *Biofakten*, von „natürlich-künstliche[n] Mischwesen, die durch zweckgerichtetes Handeln in der Welt sind, aber dennoch wachsen können.“¹²² So war etwa die strahlenbehandelte Kakaopflanze nicht nur das Resultat jener Standardisierung wissenschaftlicher Praktiken und technischer Anlagen sowie Institutionalisierungen und (inter-)nationaler Kooperationen, sondern zugleich Triebkraft dieser Prozesse. Als Biofakt konnte die Kakao-pflanze nicht von selbst wachsen, sondern sie sollte im Hinblick auf ein gesetztes Ziel hin wachsen, „mit dem ein bestimmter Zweck verbunden“ war.¹²³ Sie war Gewordenes und Gemachtes zugleich. Wenngleich der Aspekt ihres Gemachtseins, der technische Eingriff, jenseits der Laboratorien weitestgehend unsichtbar blieb, so trat er dadurch in Erscheinung, dass die zielgerichtete Entwicklung von Pflanzen als Aufgabe für Wissenschaft und Technik gesehen wurde. Erst durch einen kerntechnischen Eingriff erschienen Problemkonstellationen, wie die Schimmelbildung oder der Schädlingsbefall, die auf biologische Eigendynamiken der Pflanzen zurückzuführen sind, auflösbar. Die Kerntechnik, eingesetzt als Wachstumsregulator, sollte unerwünschtes Pflanzenwachstum und Mindererträge vermeiden, was zur Folge hatte, dass die Bedingungen des Wachstums der Kakaopflanze technisch gesetzt wurden.

Landwirtschaftliche Projekte, die sich im Vergleich zu Infrastrukturgroßprojekten nur schwerlich mit den optimistischen Modernisierungsvisionen der postkolonialen Regierungen in Verbindung bringen ließen,¹²⁴ erlangten mit der kerntechnischen Aufrüstung die Aura von Industrieprojekten. Als materialisi-

121 Vgl. Foucault (wie Anm. 105).

122 Karafyllis (wie Anm. 11), Punkt (2).

123 Nicole C. Karafyllis, *Hybride und Biofakte. Ontologische und anthropologische Probleme der aktuellen Hochtechnologien*, in: Hans Poser (Hg.), *Herausforderung Technik*, Berlin 2008, S. 195–216, hier S. 197.

124 Vgl. Unger (wie Anm. 32), S. 555.

sierter Ausdruck technischer und planerischer Dispositionen schienen Biofakte den Aufbruch und den Weg in eine neue Zeit zu bahnen. Als Gewachsenes, das aber wie Artefakte im Hinblick auf einen bestimmten Nutzen gemacht worden ist, spiegelten Biofakte nicht nur die Verflechtung von kerntechnischen und landwirtschaftlichen Entwicklungsprojekten, sondern sie waren zugleich Symbol für den beabsichtigten Wandel einer traditionellen Agrargesellschaft hin zu einer modernen Industriegesellschaft. Auch wenn sich die Anwendung der Kerntechnik in der Landwirtschaft Ghanas bis heute nicht in großtechnischem Maße durchsetzen konnte, so hatten die Biofakte dennoch eine immense Wirkung, denn die technische Aufrüstung von pflanzlichen Organismen zu Biofakten verortete jene im zeitgenössischen Modernisierungsdiskurs und ließ Entwicklung und Evolution als grundsätzlich planbar, kalkulierbar und steuerbar erscheinen.

Geplante Entwicklung als gestaltender Vorgriff auf die Zukunft trug zur Entstehung zahlreicher Materialisierungen bei, die über die Materialität der Pflanzen selbst hinauswiesen. Durch die Konstitution immer weiterer Forschungsinfrastrukturen trugen Biofakte zur Standardisierung der Forschungspraktiken bei, was wiederum dazu führte, dass die technische Eingriffstiefe in biologische Prozesse erhöht werden konnte, so z.B. durch Experimente zu Mutationszüchtungen in den 1980er Jahren.¹²⁵ Auch wurde gezeigt, dass das Wirken der Biofakte einen Anteil daran hatte, dass es während des Kalten Krieges zu vielfältigen internationalen, blockübergreifenden Kooperationen kam, in deren Kontext die junge Nation als nominell gleichberechtigter Partner auftrat und ein Forum für die Darstellung ihrer eigenen politischen Ansichten und Ziele schuf.¹²⁶

Die Analyse der *strahlenden Entwicklungen in Ghanas Landwirtschaft* im Grenzbereich von Werden und Machen soll hier nicht nur als ein Beitrag zur Technisierung des Lebendigen und der Landwirtschaft verstanden werden, sondern auch das im Konzept der Biofakte liegende erweiterte Erkenntnispotenzial demonstrieren.

Anschrift der Verfasser: Prof. Karin Zachmann, Professur für Technikgeschichte, Technische Universität München, School of Education und MCTS, c/o Deutsches Museum, 80306 München, Email: karin.zachmann@tum.de; Dr. Lukas Breitwieser, Mitarbeiter an der Professur für Technikgeschichte, Technische Universität München, School of Education und MCTS, c/o Deutsches Museum, 80306 München, Email: lukas.breitwieser@tum.de

¹²⁵ IAEA, Box 19333 TA/125, TA/GHA/5/007.

¹²⁶ 1964 nutzte Ghanas Vertreter auf der General Conference der IAEA jene Plattform, um die Apartheid anzuprangern. Unrechtsregime wie Portugal oder Südafrika sollten nicht am „friedlichen Atom“ teilhaben dürfen, so die Argumentation; vgl. IAEA (Hg.), General Conference 1964: GC (VII)/OR.78, S. 29.

