

GEOGRAPHISCHE ASPEKTE DES ALGENBAUS IN JAPAN

Mit 7 Abbildungen, z. T. als Beilage V

GERHARD AYMAN

Takekazu Ogura gewidmet

Summary: Geographical aspects of seaweed cultivation in Japan

Seaweeds had been gathered in Japan in their natural habitat, the coastal rocks washed by the half tide, for at least one thousand years, before some recourseful people, in 1682, succeeded in expanding the natural habitat of the winter growing red algae (*Porphyra* species) by setting up branches as a base for the algae spores to settle on in the waters off the coast. A further step ahead in what was to become the cultivation of seaweeds took place in 1938, when it was discovered that certain coastal waters lent themselves more to the collection of algae spores, while others were more suitable for the actual cultivation of the seaweeds growing up from the spores collected. This discovery led to a functional separation of the coastal waters into "spore waters" and "cultivation waters". Economically, the result was a considerable increase in seaweed production. The autumnal appearance of the algae spores, however, remained subject to regional fluctuations which were technically overcome in about 1948, when the cumbersome branches as a base for the spores to settle on were substituted by lattice-work and nets. In this way, transportation costs for algae spores were very much reduced, and spore collectors were enabled to send their product to any coast in which it was in demand.

The most important development in seaweed production, the rearing of algae spores in fully controllable basins, began only after 1960. It goes back to the discovery of the natural life cycle of *Porphyra umbicalis* by the British phycologist K. M. DREW (1949). She studied and described the life cycle of the seaweed mentioned in its hitherto unknown summer phase and thus laid the foundation-stone to present day seaweed cultivation techniques in Japan. The summer phase of the life cycle of the *Porphyra* species cultivated in Japan to-day takes place in large basins which are fully controllable as far as the production of algae spores is concerned. Algae spores, of whatever *Porphyra* species, can now be produced in Japan to serve even a world market. The location of seaweed cultivation in Japan itself, however, is undergoing great changes, since the large cities are growing into the waters hitherto occupied by seaweed production.

Viele Zweige der Meereswirtschaft sind in Japan seit dem Zweiten Weltkrieg weiterentwickelt worden, doch ist das nirgendwo in gleichem Maße gelungen wie im Algenbau, dessen Produktion der wachsenden Nachfrage immer wieder angepaßt und dessen Produktivität den Wettbewerbsverhältnissen entsprechend immer wieder gesteigert werden konnte. Diese Entwicklung geht auf eine völlig neue Anbautechnik zurück, die u. a. auch dazu geführt hat, daß der Algenbau von seinen früheren natürlichen Standortvoraussetzungen weitgehend unabhängig geworden ist und daher heute auch an vielen, früher nicht nutzbaren Standorten betrieben wird. Allerdings haben auch Kräfte von außen an die-

ser Standortverlagerung mitgewirkt, vor allem die auf das Meer hinausdrängenden Städte und Industrien, denn diese sind gerade an den flachen Algenwassern als aufschüttbare Entwicklungsflächen interessiert gewesen und geblieben.

Die hier im Mittelpunkt stehende Frage nach den Standorten des Algenbaus hätte sich noch vor 20 Jahren sehr einfach unter Hinweis auf die natürlichen Verbreitungsgebiete der Anbaualgen beantworten lassen, denn die Anbaugelände sind damals mit den natürlichen Verbreitungsgebieten der jeweiligen Algenart noch weitgehend identisch gewesen. Das ist heute bei den Anbaualgen nicht mehr der Fall. Insgesamt werden in Japan viele hundert Algenarten auf diese oder jene Art und Weise gesammelt, teilweise auch an ihren natürlichen Standorten geeght, jedoch nur einige wenige regelrecht angebaut (T. INO, 1951). Die wichtigsten unter ihnen sind die „nori“ genannten Algen, deren Thalli frisch zu einer Blattmasse zerhackt werden, aus der man das Enderzeugnis „hoshi-nori“ herstellt. Das sind durch Entwässern und Trocknen der zerhackten Blattmasse gewonnene rechteckige, papierdünne Blätter, die ohne jede weitere Verarbeitung in diesem getrockneten Zustand, aber stets zusammen mit anderen Nahrungsmitteln, gegessen werden und überall in Ostasien als Delikatessesse gelten.

Zum nori zählen verschiedene Grünalgen (aonori) und Rotalgen (kuronori), die unter natürlichen Bedingungen nur den zwischen der Hoch- und Niedrigwasserlinie gelegenen Streifen felsiger Küsten besiedeln, und zwar nur im Winterhalbjahr. Unter den hier auftretenden Grünalgen sind vor allem *Monostroma nitidum* Wittrock (hitoe-gusa) und *Enteromorpha linza* (Linné) Agarth (usuba-aonori) als häufig genutzte Arten zu nennen, doch treten diese in der Natur meist vermischt mit anderen, als weniger schmackhaft geltenden *Enteromorpha*-Arten auf. Im Algenbau spielen die Grünalgen insgesamt gesehen jedoch eine wesentlich geringere Rolle als die Rotalgen, unter denen heute *Porphyra yezoensis* Ueda (susabi-nori) an erster Stelle zu nennen ist (A. MIURA, 1975), gefolgt von *P. tenera* Kjellman (asakusa-nori), *P. pseudolinearis* Ueda (up-puri-nori), *P. kuniedai* Kurogi (maruba-asakusa-nori), *P. akasakai* Miura (murone-amanori) und *P. seriata* Kjellman (ichimatsu-nori). Diese Rotalgen unterscheiden sich in verschiedener Hinsicht, nicht zuletzt durch teilweise stark voneinander abweichende Standortansprüche, doch haben sie alle einen recht verwickelten Lebenszyklus gemeinsam, der erst 1949 durch die Arbeiten einer britischen Phykologin über *P. umbicalis* Linné (K. M. DREW, 1949) und darauf aufbauend 1952

durch die Arbeiten japanischer Phykologen über *P. tenera* Kjellman bekannt geworden ist (M. KUROGI, 1963).

1. Der natürliche Standort und der Lebenszyklus der angebauten Rotalgen

Die Entdeckung des Lebenszyklus der *Porphyra*-Arten hat die Voraussetzungen für den modernen Algenbau geschaffen, der bis dahin nur eine, wenn auch hoch entwickelte, so doch stark naturabhängige Sammlerwirtschaft war. Ihr Standort ist seit dem 17. Jahrhundert das durch Kunstgriffe vergrößerte natürliche Verbreitungsgebiet der *Porphyra*-Arten gewesen. Dieses ist ein schmaler, sich nur im Winter an Küstenfelsen ausbildender Gürtel, dessen Breite vom örtlich unterschiedlichen Abstand der Hoch- und Niedrigwasserlinie bestimmt wird. Da diese beiden täglichen Wasserstandslinien nicht längere Zeit an der gleichen Stelle liegen, sondern sich im Winterhalbjahr zuerst nach oben, dann nach unten parallel zueinander verschieben, wechselt auch der optimale Standort der *Porphyra*-Arten an den Felswänden. Die *Porphyra*-Arten sind deshalb auf diesen schmalen, gürtelartigen Standort beschränkt, weil ihre Thalli sich nur dann normal entwickeln, wenn sie ein- oder zweimal täglich für mehrere Stunden aus dem Wasser auftauchen. Das können sie aber nur passiv, durch die Abfolge von Hoch- und Niedrigwasser an ihrem Standort, da ihre starken Haftkörper sie fest an die felsige Grundlage klammern.

Kleine Thalli lassen sich mit bloßem Auge im Mittelwasserbereich der Felswände im Spätherbst feststellen und zwar wenige Wochen nachdem das Meerwasser sich örtlich auf unter 23° C abgekühlt hat (Abb. 1). Diese Entwicklung setzt meist in der letzten Oktoberhälfte im Norden Japans ein und pflanzt sich in etwa drei Wochen bis in den Süden der Hauptinseln fort. Die in 40 bis 50 Tagen voll ausgewachsenen Thalli (*Porphyra tenera* Kjellman: 25–30 cm lang, 4–7 cm breit) bilden in dieser Zeit geschlechtlich Karposporen aus, die ins Wasser fallen und von der Ebbeströmung meerwärts getragen werden. Während diese erste, oberflächennahe Phase des kuronori schon seit langem bekannt ist, ist die zweite, die bodennahe Phase erst durch die eben erwähnten Arbeiten von K. M. DREW und M. KUROGI bekannt geworden. Sie weisen nach, daß die in den kälteren Monaten gebildeten, durch die Ebbeströmung von der Küste fortgetragenen und dann in einiger Entfernung auf den Meeresboden abgesunkenen Karposporen sich vornehmlich auf den Schalen verendeter Bivalven und anderer Schalentiere niederlassen, diese durchbohren und dann fadenförmige Gestalt annehmen. Diese fadenförmigen Körper der bodennahen Phase wachsen im Gegensatz zu denen der oberflächennahen Phase in den wärmeren Monaten des Jahres heran und bilden schließlich ungeschlechtlich Monosporen aus, die sie mit Beginn des Herbstes, mit dem Absinken der Wassertemperatur auf unter 23° C, in das Meerwasser ab-

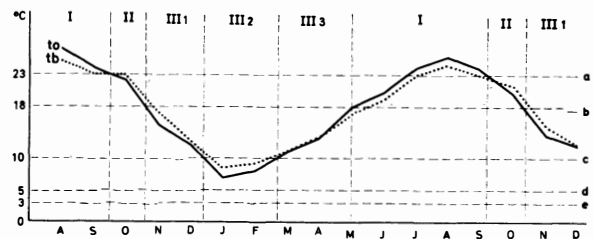


Abb. 1: Der Lebenszyklus der angebauten Rotalgen (*Porphyra yezoensis* Ueda und andere) in Abhängigkeit von der Temperatur der Küstengewässer (Schematische Darstellung)

The life cycle of the cultivated red algae (*Porphyra yezoensis* Ueda and others) in its dependence on the temperature of the coastal waters (schematic presentation)

- to Monatsmittel der oberflächennahen Wasserschichten in °C
- tb Monatsmittel der bodennahen Wasserschichten °C
- I to und tb über 23° C: Bodennahe Phase des Lebenszyklus. Die fadenförmigen, auf Bivalven am Meeresgrund lebenden Körper bilden ungeschlechtlich Monosporen aus.
- II to und tb 23–18° C: Herbstliche Inversion der Wassertemperaturen. Die fadenförmigen Körper geben die in den wärmeren Monaten gebildeten Monosporen frei und sterben ab.
- III,1 to und tb 18–10° C: Oberflächennahe Phase des Lebenszyklus. Die Monosporen werden durch die Flut an die Küste getragen, lassen sich dort im Mittelwasserbereich nieder und bilden Thalli aus.
- III,2 to und tb 10–7° C: Optimale Wachstumsbedingungen für die Thalli, die jetzt auch ungeschlechtlich neutrale Sporen heranbilden. Kritische Tiefsttemperatur zu 3° C.
- III,3 to und tb 10–18° C: Frühlommerliche Inversion der Wassertemperaturen. Die allmählich welkenden Thalli bilden geschlechtlich Karposporen heran, die durch die Ebbe von den Küsten fortgetragen werden, sich vereinigen und auf den Meeresboden absinken. Sie bilden dort wieder die fadenförmigen Körper der bodennahen Phase ihres Lebenszyklus aus, die alle abgestorbenen Schalen von Bivalven usw. durchbohren und wieder Monosporen entwickeln. Die oberflächennahen Thalli sterben bei Erreichen der kritischen Höchsttemperatur to 18° C ab.

geben. Die sich nicht selbst bewegenden Monosporen werden hierbei von der über dem Meeresboden einströmenden, stets landwärts gerichteten Flutwelle erfaßt und zur Küste getragen. Sie vergrößern hierbei allmählich ihr Volumen, steigen daher im Wasser langsam auf, setzen sich auf jeder geeigneten Unterlage fest und bilden bald wieder die nur im Winter wachsenden Thalli aus, die nach kurzer Zeit erneut Karposporen erzeugen.

Porphyra tenera Kjellman und das übrige kuronori pflanzen sich jedoch nicht nur über die im Winter wachsenden, geschlechtlich Karposporen erzeugenden Thalli zu den im Sommer heranreifenden, ungeschlechtlich Monosporen bildenden Körpern fort, sondern auch auf

dem sehr viel kürzeren Wege über neutrale Sporen, die von den jüngeren Thalli den ganzen Winter über gebildet werden. Diese zweite Vermehrungsart ermöglicht es den Sammlern, die jeweiligen Bestände völlig abzurnten, ohne dabei die Aussicht auf weitere Ernten an der gleichen Stelle und in der gleichen Saison zu zerstören, obwohl der erstgenannte Prozeß, das Aufkommen von Thalli aus Monosporen, wegen der inzwischen zu niedrigen Wassertemperaturen nicht mehr stattfinden kann.

Dieser Lebenszyklus der *Porphyra*-Arten wird vor allem von der Temperatur des Meerwassers gesteuert. Das Wachstumsoptimum in der winterlichen, oberflächennahen Phase liegt zwischen 5° C und 10° C (Abb. 1), die untere kritische Grenze bei 3° C und die obere bei 18° C. Sinkt die Temperatur des Meerwassers, etwa durch Zufluß großer Mengen kalten Flußwassers, für mehrere Stunden unter 3° C ab oder steigt sie, etwa infolge einer warmen Flutwelle, auch nur für wenige Stunden auf über 18° C an, so sterben die Thalli ab.

Obwohl die Lebenszyklen der als nori genutzten Algen insgesamt von der Temperatur des Meerwassers gesteuert werden, scheint diese auf die Verbreitung der einzelnen Arten einen geringeren Einfluß zu haben als der Salzgehalt des Meerwassers. Grundsätzlich gilt, daß die *Enteromorpha*-Arten wie auch die übrigen Grünalgen natürlicherweise stärker am landwärtigen Ende der Buchten auftreten, dort, wo der Einfluß des Flußwassers stärker ist, während die rotschwarzen *Porphyra*-Arten besser in salzhaltigerem Wasser der Buchtflanken gedeihen (M. KUROGI, 1963). Aber auch unter diesen gibt es nicht unerhebliche Unterschiede. Während nämlich *P. tenera* und *P. kuniedai* sich auch in vergleichsweise salzarmem Wasser gut entwickeln, benötigen *P. yezoensis* und *P. angusta* eine salzreichere Umgebung. Diese Unterschiede führen jedoch nicht zu reinen Artbeständen. Vielmehr treten von Natur aus stets verschiedene nori vergesellschaftet auf, wobei die Anteile der einzelnen Arten räumlich und zeitlich stark schwanken. Reichliche Süßwasserzufuhr an wenigen wachstumsentscheidenden Tagen kann beispielsweise dazu führen, daß die Grünalgen besser aufkommen als die Rotalgen und diese zurückdrängen. Im allgemeinen herrschen die Grünalgen jedoch nur zu Beginn der Saison vor, weil die Flüsse in der winterlichen Trockenzeit immer weniger Frischwasser in die Algenbestände des Meeressaumes abgeben und so die Standortbedingungen zugunsten der Rotalgen verändern.

Großräumig betrachtet läßt sich feststellen, daß sich in jedem Winter, von Norden rasch vordringend, ein schmaler, oft nur meterbreiter Gürtel von nori um alle japanischen Küsten legt. Dieser Gürtel ist hier und da wohl nur schütter ausgebildet, doch ist er nur dort wirklich unterbrochen, wo Akkumulation, Erosion und Abrasion ein Aufkommen dieser winterlichen Meeresvegetation verhindern. Das ist vor allem an den Mündungen stark sedimentierender Flüsse der Fall, ferner

an Sandstränden und auf ausgesprochenen Abrasionsplatten. Aber selbst hier wie auch an den Kaimauern verschmutzter Häfen sind immer einige dieser winterlichen Meerespflanzen anzutreffen. Seine größte Dichte weist das nori im allgemeinen jedoch an allen Felsküsten auf, wo es als dichtbewachsener, fast undurchsichtiger Streifen im Mittelwasserbereich erscheint.

2. Die Entwicklung der Nutzungstechnik

Die Fischer, die den „fudoki“ zufolge schon im 4. Jahrhundert Algen gepflückt und durch Trocknen an der Luft für einen späteren Verzehr haltbar gemacht haben (K. AKIMOTO, 1958), sind ihrer Sammlertätigkeit sicher nur im natürlichen Verbreitungsgebiet des nori, im winterlichen Gezeitensaum der Küstenfelsen, nachgegangen. Erste Ansätze, das natürliche Verbreitungsgebiet des nori durch Kunstgriffe zu vergrößern und dadurch größere Ernten zu erzielen, sind im frühen 17. Jahrhundert in der Bucht von Tokyo zu finden (H. YUKO, 1950). Die ursprünglichen Sammelgründe der Stadt Edo, dem späteren Tōkyō, haben im heutigen Stadtteil Asakusa gelegen. Diese Sammelgründe hat man im Laufe des 17. Jahrhunderts jedoch aufgeben müssen, da die unter Tokugawa Ieyasu (1542–1616) im Bereich der Burg und der Stadt begonnenen Flußumleitungen und Landaufschüttungen nach und nach alles natürliche Algenwachstum erstickt haben. Die durch diese weitflächigen Stadtentwicklungsmaßnahmen von ihren herkömmlichen Plätzen verdrängten Algenhändler haben schließlich neue Sammelgründe in den Dörfern Ōmori, Shinagawa und Kōjiga gefunden, die heute Teile des südlichen Tōkyō sind. Der winterliche Algenansatz ist hier jedoch lange Zeit recht unsicher gewesen und so hat man jahrzehntelang immer wieder neue Versuche zur Erhöhung des Algenansatzes unternommen. Den erwünschten Erfolg hat schließlich das seit 1682 geübte Aufstellen von Ästen und Zweigen, oder kurz von Astwerk (soda-hibi), im Mittelwasserbereich gebracht. Dem hat die Erfahrung zugrunde gelegen, daß die im Spätherbst aufkommenden Algen sich nicht nur an den Küstenfelsen, sondern auch vor der Küste an allen ortsgebundenen Gegenständen festsetzen, die in diesem Bereich hineinragen.

Abb. 2 beschreibt den natürlichen Standort des nori und das Verfahren, das zur ersten flächenhaften Ausdehnung der Algengewinnung über den natürlichen Standort hinaus geführt hat: Die im Herbst von der Flut landwärts verfrachteten Monosporen lassen sich innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsraumes an der eigentlichen Küste (Aa) und an den ihr vorgelagerten Klippen (Ab) nieder. Dieser natürliche Verbreitungsgürtel wird durch das Astwerk vergrößert: Wo der Untergrund felsig ist, werden die Äste zwischen aufgeschichteten Steinen befestigt (Ba); wo er nur aus Geröll, Sand oder Schlick besteht und nicht allzu tief unter der Niedrigwasserlinie liegt, werden die Äste einfach eingesteckt (Bb); wo der Untergrund aus Geröll

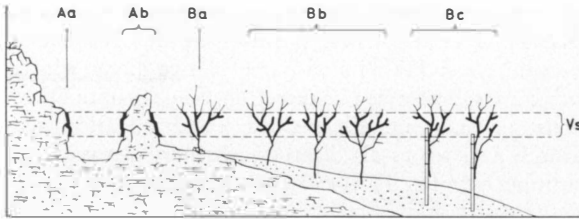


Abb. 2: Der vertikale Verbreitungssaum der angebauten Rotalgen an der Küste (Aa), an Klippen (Ab), am Astwerk (soda-hibi) eingesteckter Äste auf felsigem Untergrund (Ba), auf sandigem Grund bei geringer Wassertiefe (Bb), und bei größerer Wassertiefe (Bc)

Vs = Verbreitungssaum zwischen Hoch- und Niedrigwasserlinie

The vertical distribution range of the cultivated red algae: on the coast (Aa), on rocks (Ab), on branches (soda-hibi) implanted on rocky ground (Ba), on sandy ground at low depth of water (Bb) and at greater depth of water (Bc)

Vs: Distribution range between the high and low water line

usw. besteht, aber zu tief unter der Niedrigwasserlinie liegt, werden Stangen eingerammt und an deren oberen Ende die eigentlichen Algenträger festgebunden (Bc).

Obwohl keine Nachrichten aus dem 17. Jahrhundert über die damals erzielten Ertragssteigerungen vorliegen, kann man sich von ihnen ein recht genaues Bild machen. Anbautechniker berichten, daß von einem nur 100 m breiten, mit Astwerk bestückten Küstenstreifen 20- bis 30mal soviele Algen zu ernten sind wie von einem entsprechend langen Streifen der Felsküste (T. YAGI, 1961). Dennoch ist das Aufstellen von Astwerk im Mittelwasserbereich allenfalls als Übergang vom Algensammeln zum Algenanbau anzusehen, war man doch nach wie vor vom natürlichen Auftreten der Monosporen abhängig. Allerdings war dieses Verfahren gegenüber dem Algensammeln am natürlichen Standort wesentlich arbeitsintensiver, hat man doch nicht nur die erforderlichen Äste und Zweige beschaffen, sondern auch den ganzen Winter über an ihrem Platz warten müssen, da jede stärkere Wasserbewegung das Astwerk losreißen und alle bis dahin geleistete Arbeit zunichte machen konnte.

Erstaunlich ist, daß diese Vorform des Algenanbaus trotz ihrer Vorteile nur sehr langsam Verbreitung gefunden hat. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts war sie noch nicht über ihr Innovationszentrum hinaus gelangt und erst 1818 erreichte sie noch immer auf die Bucht von Tokyo beschränkt, auch die Gegenküste in der Präfektur Chiba. Erst nach weiteren Jahrzehnten ist sie auch außerhalb der Bucht von Tokyo anzutreffen gewesen, um 1830 in der Nähe von Shimizu in der Präfektur Shizuoka und um 1854 auch in Maeshima in der Präfektur Aichi (A. OGASAKI, 1965). Einer raschen Verbreitung des neuen Verfahrens standen vor allem die Algenhändler im Wege, die kein Interesse daran hatten, das als Delikatesse geschätzte nori zu einem Massen-

nahrungsmittel werden zu lassen. Dies wäre infolge der Verbesserung der Produktionstechnik durchaus möglich gewesen, doch war der Markt für Meeresprodukte in Japan traditionellerweise weder ein Erzeuger- noch ein Verbrauchermarkt, sondern ein Händlermarkt. Einer raschen Verbreitung des verbesserten Verfahrens Algen zu gewinnen, standen aber auch die herkömmlichen Rechte zur Nutzung des Meeres im Wege, die bis in viele Einzelheiten hinein festlegten, wer, wo, wann, was und womit hat fangen oder sammeln dürfen (G. AYMANS, 1976). Niemand, der nicht im Besitz der entsprechenden Rechte war, hätte überhaupt Algen sammeln, geschweige denn das Küstenvorland für diese Zwecke nutzen können.

Erst als diese Verhältnisse sich kurz vor dem Zweiten Weltkrieg, infolge einer neuen Agrar- und Fischereipolitik, langsam zu ändern begannen, geriet auch die Algengewinnung wieder in Bewegung. Es kam erneut zu technischen Verbesserungen und diese wirkten sich abermals auf die Standortverhältnisse aus. Das Innovationszentrum lag auch jetzt wieder in der Bucht von Tokyo.

Die Grundlage der abermals verbesserten Anbautechnik ist die durch Erfahrung gewonnene Einsicht gewesen, daß bestimmte küstennahe Gewässer im Herbst mehr oder weniger regelmäßig große Mengen von Monosporen hervorbringen, den hieraus entstehenden Thalli jedoch keine sehr guten Entwicklungsmöglichkeiten bieten, während andere Gewässer nur sehr unregelmäßig oder örtlich sehr stark schwankend Monosporen hervorbringen, den Thalli aber hervorragende Wachstumsbedingungen bieten. In der Bucht von Tokyo haben derartige Unterschiede vor allem zwischen den Küstengewässern der Stadt Tokyo und denen der gegenüberliegenden Küste der Präfektur Chiba bestanden. Während vor den Küsten Chibas im Herbst regelmäßig große Mengen Monosporen aufsteigen und dort in wenigen Stunden alles an geeigneter Stelle aufgestellte Astwerk dicht bedecken, ist dies im Nordwesten der Bucht, im Einflußgebiet der großen Flüsse, nicht der Fall. Hier sind jedoch umgekehrt hervorragende Wachstumsbedingungen für die Thalli der Algen anzutreffen. Diese ökologischen Unterschiede gehen auf das Zusammentreffen der dortigen Fluß- und Gezeitenströmungen zurück.

Die im Stadtgebiet von Tokyo ansässigen Algenbauern haben das seit 1682 benutzte Verfahren, Astwerk zum Sammeln von Monosporen im Mittelwasserbereich aufzustellen und an Ort und Stelle bis zur Ernte der Thalli stehen zu lassen, 1938 endgültig aufgegeben und statt dessen sporenbeflecktes Astwerk aus den Dörfern der Gegenküste von Chiba bezogen und aufgestellt (Abb. 3). Dieses ist nämlich fast immer so dicht mit Sporen bedeckt gewesen, daß sich ein Sporensammeln in der Meeressmarkung von Tokyo nicht mehr lohnte. Auf diese Art und Weise vollzog sich seit 1938, zunächst nur in der Bucht von Tokyo, eine funktionale Trennung der Algengewässer in Sporengewässer

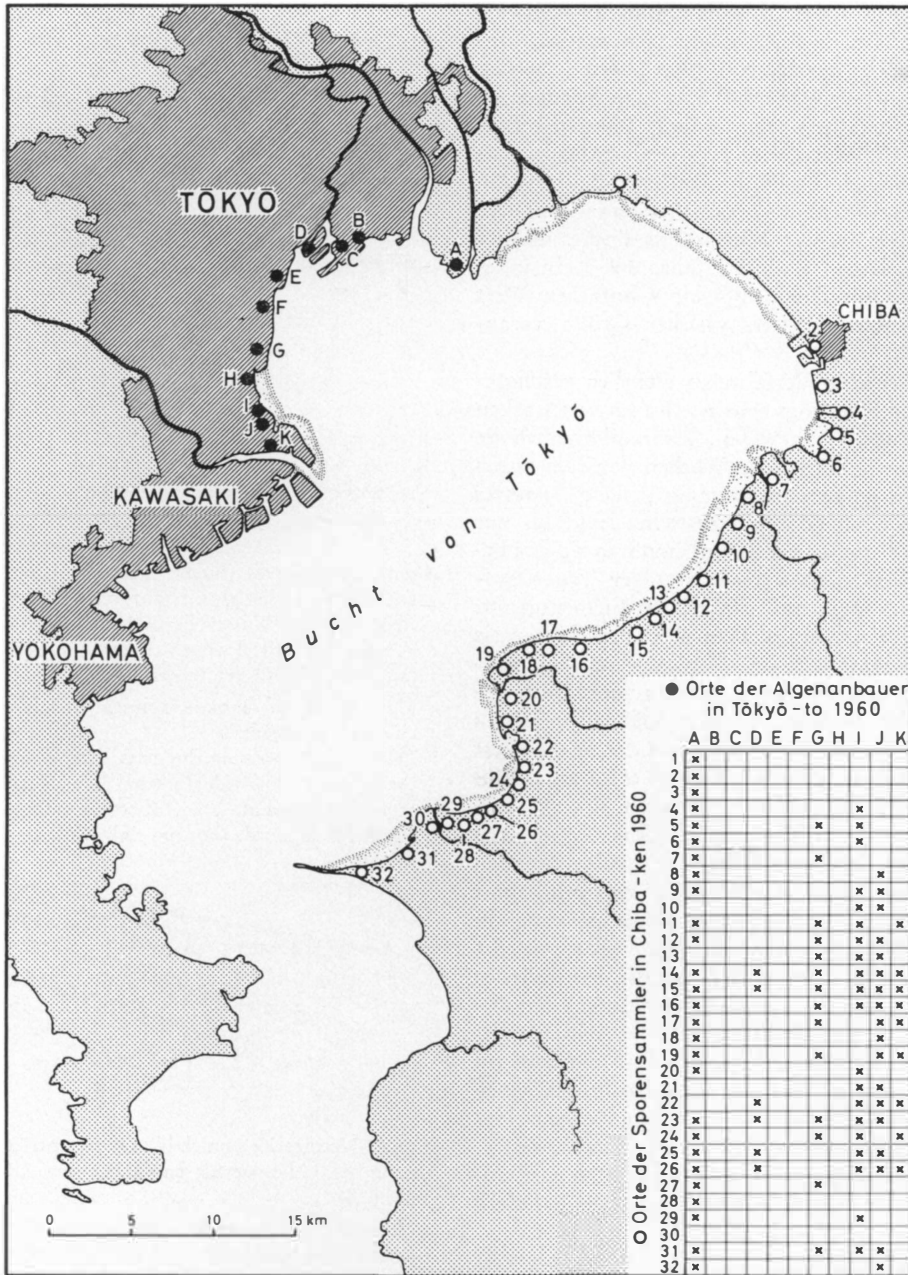


Abb. 3: Die Sporensammler-Genossenschaft in der Präfektur Chiba und die Algenbauern-Genossenschaften im Stadtgebiet von Tōkyō im Jahre 1960

Das Schaubild rechts unten zeigt den Sporensend zwischen den Sporensammler-Genossenschaften (Zahlen) und den Algenbauern-Genossenschaften (Buchstaben) im einzelnen.

The spore-collectors co-operatives in the prefecture of Chiba and the seaweed farmers co-operatives in the city wards of Tōkyō in 1960

The diagram, bottom right, shows the dispatch of spores from the spore collectors co-operatives (numbers) to the seaweed farmers co-operatives (letters) in detail.

(Küstenvorland von Chiba) und Anbaugewässer (Küstenvorland von Tokyo), die bis zur endgültigen Aufgabe des Algenbaus vor der Küste der Hauptstadt im Frühjahr 1963 erhalten blieb.

Obwohl die Initiative der Trennung der Algenge- wässer in Sporen- und Anbaugewässer ursprünglich bei den Algenbauern von Tokyo lag, ging sie schon nach wenigen Jahren auf die Sporensammler von Chiba

über, da die Nachfrage nach Sporen, auch aus weit entfernt gelegenen Anbaugebieten, sehr rasch wuchs. Ähnliches galt schon bald auch von allen übrigen Gewässern, die ein sicheres und reiches Sporenaufkommen zu verzeichnen hatten. Sie waren in dieser Phase der Entwicklung sehr viel wertvoller als die eigentlichen Anbaugewässer, weil deren Flächenertrag vor allem von einem dichten Sporenbesatz des Astwerks abhängig war. Die Fischer in der Matsushima-Bucht, an der Sanriku-Küste, haben noch im Jahre 1962 ein gutes Sporengewässer mit dem fünf- bis zehnfachen Wert eines guten Anbaugewässers gleicher Größe veranschlagt.

Die durch das neue Verfahren wesentlich gesteigerten Erträge sind allerdings arbeitstechnisch von starken Arbeitsspitzen begleitet gewesen. Während nämlich die Algenbauern bis dahin bereits Wochen vor dem ersten Auftreten der Sporen darangegangen waren, nacktes Astwerk als Sporenfänger aufzustellen (und bis zur Ernte der Thalli stehen zu lassen), mußten sie das bereits sporenbefüllte Astwerk in wenigen Tagen aufstellen, da die Sporen außerhalb ihres Elementes nur wenige Tage lebensfähig bleiben. Technisch hätten sie diese Arbeiten zwar auch – wie bisher – auf viele Wochen verteilen können, wenn sie das sporenbefüllte Astwerk in den Sporengewässern auf Abruf hätten stehen lassen können, doch stand dem der große Wert der Sporengewässer während des nur etwa zwei Wochen dauernden Sporenaufstiegs entgegen.

Die technischen Vorgänge sind denkbar einfach. Es genügt bisweilen schon, das Astwerk wenige Stunden an der richtigen Stelle zu verankern, um es dicht mit Sporen zu bedecken. Es wird daher möglichst schnell in die Anbaugewässer geschafft, um den Vorgang in der kurzen Zeit des Sporenaufstiegs so oft wie möglich wiederholen zu können. Die Gewässer des Küstenvorlandes von Chiba sind bis in die 60er Jahre hinein allwinterrlich so sporenrächtig gewesen, daß die dortigen Fischerbauern von wenigen Hundert ha ihrer Wasseroberfläche nicht nur die rund 30 qkm großen Algenfelder von Tokyo, sondern darüber hinaus noch weitere 100 qkm Algenfelder an den anderen Küsten des Landes mit sporenbefüllten Substraten haben beliefern können.

3. Die Einbeziehung überörtlicher Gunstfaktoren in den Algenbau

Das Astwerk hatte sich als Sporenfänger und Algenträger solange bewährt, wie das Fangen der Sporen und der Anbau der Algen an der gleichen Stelle betrieben werden konnte. Als die Algenwasser nach und nach jedoch überall funktional in Sporengewässer und Anbaugewässer getrennt worden und immer größere Entfernungen zu überwinden waren, erwies sich das Astwerk (soda-hibi) als zu sperrig und transportkostenungünstig. Man hat daher zahlreiche neue, leichter zu transportierende Sporenfänger und Algenträger kon-

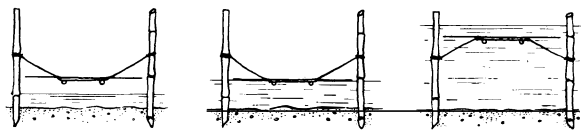
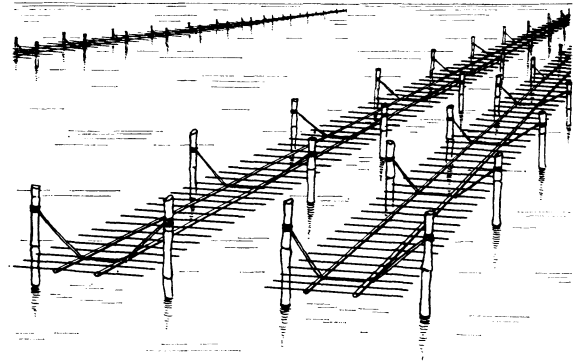


Abb. 4: Lattenwerke (sudare-hibi) als Algenträger

Die Lattenwerke hängen aufgrund ihrer Befestigung bei Ebbe über der Wasseroberfläche (unten links), schwimmen auf ihr bei Mittelwasser (unten Mitte) und sind eingetaucht bei Flut (unten rechts).

Mats made of bamboo-splinters (sudare-hibi) used to cultivate seaweeds

Due to their mooring the mats hang above the surface of the water at low tide (bottom left), float on the surface at an intermediate stage (bottom centre), and are submerged at high tide (bottom right).

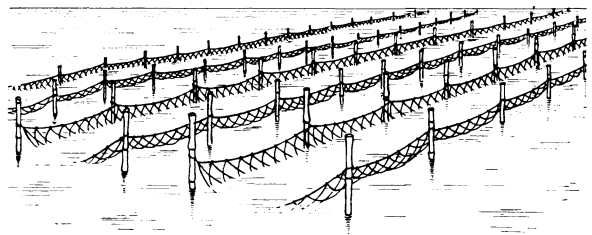


Abb. 5: Netzwerke (ami-hibi) als Algenträger. Die Befestigung der Netzwerke entspricht der der Lattenwerke (Abb. 4)

Nets (ami-hibi) to cultivate seaweeds. The mooring of the nets corresponds to that of the mats of bamboo-splinters (Fig. 4)

struiert, von denen zwei sich durchgesetzt haben, nämlich das Lattenwerk (sudare-hibi) und das Netzwerk (ami-hibi) (Abb. 4 u. 5). Das Lattenwerk besteht aus schrittlangen, daumenbreiten Bambusspleißen, die zu teppichartigen, aufrollbaren Matten zusammengebunden werden. Das Netzwerk ist hingegen ein längliches, einfaches Netz aus Hanf- oder Kunstfaserstricken mit einer Maschenweite von etwa 15 cm. Beide Konstruktionen werden parallel zur Wasseroberfläche an Pfählen befestigt, die in den Grund gerammt sind.

Die Vorzüge dieser Geräte gegenüber dem einfachen

Astwerk liegen zunächst einmal in der besseren Transporteignung, läßt das Lattenwerk sich doch zusammenrollen und das Netzwerk sich zusammenfalten. Darüber hinaus eignen sich beide ebensogut als Sporenfänger wie als Algenträger und beide sind auch sehr viel haltbarer als das Astwerk. Da sie auch dem Angriff der Wellen besser standhalten können als das Astwerk, sind sie nicht zuletzt auch dazu benutzt worden, die Anbauflächen aus den geschützten Buchtteilen hinaus in das bewegtere, bislang nicht nutzbare Wasser voranzutreiben. Dieser Vorzug ist gerade seit den 60er Jahren wichtig geworden, da der Algenbau seit dieser Zeit unter dem Druck der sich auch meerwärts ausdehnenden Städte und Industrien steht, die ihm seine alten, küstennahen Standorte im Inneren der Buchten streitig machen (Abb. 7, Beilage V).

Mit dem Gebrauch der neuen Geräte haben sich auch neue Erkenntnisse über die günstigsten Wachstumsbedingungen der Algen-Thalli eingestellt. So haben die Algenbauern in einfachen Experimenten herausgefunden, daß die Thalli der Rotalgen am besten gedeihen, wenn sie täglich 4–5 Stunden aus dem Wasser herausragen, während die Thalli der Grünalgen eher 6–7 Stunden verlangen. Diesen optimalen Zeitwerten tragen sie im Anbau dadurch Rechnung, daß sie die Latten- und Netzwerke in entsprechender Höhe befestigen und mit dieser Befestigung den saisonalen Gezeitenständen folgen. So bringen sie die Befestigung der Latten- und Netzwerke bis zum Eintritt der winterlichen Hochflut alle 14 Tage etwa 10 cm höher und von dann an alle 14 Tage etwa 10 cm niedriger an, um den Streifen optimaler Wachstumsbedingungen so genau wie eben möglich zu treffen. Bei der Verwendung des Astwerks als Algenträger war eine derartige Feineinstellung technisch gar nicht möglich.

Die Vorzüge der neuen gegenüber dem alten Algenträger hat sich auch in erheblich höheren Erträgen niedergeschlagen (Y. HIRAZAWA, 1961), die jedoch zum größeren Teil von den jetzt notwendig gewordenen Investitionen aufgezehrt worden sind. Während die Algenbauern das Astwerk nämlich in der Regel aus ihren eigenen Holzungen beschafft und selbst bearbeitet hatten, haben sie das Latten- und Netzwerk sowie Halterstangen, Anker und dergleichen kaufen müssen. Deshalb nahmen viele Familien ihre Nutzungsrechte am küstennahen Meer nicht mehr wahr und schieden aus dem Algenbau aus, ohne jedoch auf ihre Anbaurechte zu verzichten, da diese im Falle einer Umwidmung der Küstengewässer oder einer zwangsweisen Einstellung des Algenbaus durch staatliche Anordnungen, etwa bei starker Verschmutzung der Gewässer, kompensationsfähig sind. Dennoch sind hier und da auch noch die früheren Formen der Algengewinnung im Winter anzutreffen. Gerade ältere Menschen betreiben noch das reine Sammeln von Algen an ihrem natürlichen Standort, den Küstenfelsen, oder das Sammeln vom Astwerk, das sie im Herbst in den Mittelwasserbereich sandiger Buchten einstecken.

Die Verwendung der Latten- und Netzwerke hat nicht nur zu einer intensiveren Nutzung und Ausweitung schon bestehender Algenfelder und zur Erschließung bislang unnutzbarer Gewässer für den Algenbau geführt, sondern auch zu einer nachhaltigen wirtschaftlichen Stabilisierung dieses erfolgreichsten Zweiges der japanischen Meereswirtschaft. Die wirtschaftliche Stabilisierung des Algenbaus geht insofern auf die Verwendung der Latten- und Netzwerke zurück, als man diese mit Lastwagen durchaus wirtschaftlich aus jedem Sporengewässer in jedes Anbaugewässer des Landes schaffen konnte. Das hat man aus vielerlei Gründen getan, vor allem aber um die Arbeitsspitzen beim Aufstellen der sporenbefleckten Algenträger zu kappen. Erst jetzt, nachdem transportfähige Algenträger zur Verfügung standen, hat man den Umstand wirtschaftlich nutzen können, daß die Algensporen im Herbst zuerst im Norden des Landes und mit einer Verzögerung von rund drei Wochen im Süden aufkommen. Dementsprechend haben zahlreiche Algenbaugenossenschaften die erforderlichen Sporen zuerst von hier, dann von dort bezogen und so die zu Beginn der Saison anfallenden Arbeiten zeitlich besser verteilen können. Nicht zuletzt hat die Transportfähigkeit der neuen Geräte auch dazu geführt, daß man in keinem Anbaugbiet mehr vom Zufallsergebnis des örtlichen Sporenaufkommens abhängig gewesen ist, da man jetzt optimale besetzte Sporenträger von hier und dort hat kaufen können. Der Algenbau hat sich in den letzten 50 Jahren also zuerst nur lokale, dann auch regionale und schließlich auch überregionale Gunstfaktoren nutzbar machen können.

Abb. 6 zeigt die im Jahre 1960 Latten- und Netzwerke liefernden Sporengewässer und die belieferten Anbaugewässer. Offensichtlich hatten die Algenbauern der Ise-Bucht ihre Bezugsgebiete am weitesten gestreut und die benötigten Sporen sowohl von der Sanriku-Küste und der Fukushima-Küste in Tohoku als auch aus der Inlandsee und der Bucht von Tokyo bezogen. Umgekehrt lieferten sie aber auch die Sporen in die Bucht von Tokyo. Bezeichnenderweise bestanden derartige Beziehungen jedoch, von einer einzigen Ausnahme abgesehen, nur an den Küsten zum Pazifischen Ozean, nicht aber auch an denen zum Japanischen Meer. Die Ausnahme ist das schützend von der Halbinsel Noto umschlossene Algenanbaugbiet der Nanao-Bucht. Die übrigen Küsten zum Japanischen Meer sind für den Algenanbau völlig ungeeignet. Zum einen würden die im Winterhalbjahr vorherrschenden, bisweilen Sturmstärke erreichenden sibirischen Winde aus Nordwest alles vor der Küste aufgestellte Gerät zerschlagen, zum anderen würden die von diesen Winden herbeigeführten Schneemassen die Algen zum Absterben bringen, weil sie diesen beim Schmelzen die erforderliche Mindesttemperatur von 3° C immer wieder einmal entziehen. Diese Umstände verhindern den Algenbau an den Küsten zum Japanischen Meer, obwohl sich auch hier allwintertlich im Mittelwasserbereich ein deutlicher

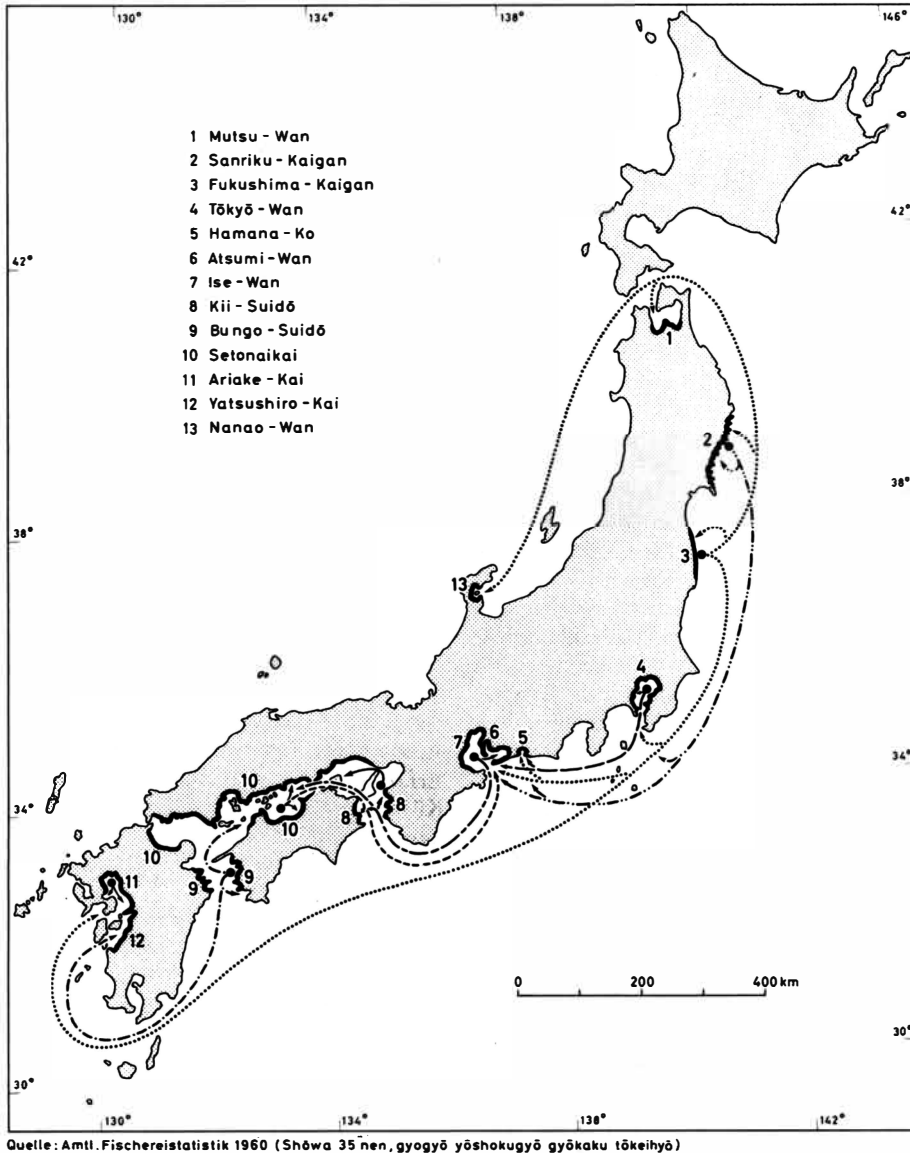


Abb. 6: Die Herkunfts- und Zielgebiete sporetragender Lattenwerke (sudare-hibi) und Netzwerke (ami-hibi) im Jahre 1960

The regions of origin and of destination of spore-covered mats of bamboo splinters (sudare-hibi) and nets (ami-hibi) in 1960

Algenstreifen herausbildet. Hier, an seinem natürlichen Standort, ist dieser Streifen kaum gefährdet, da ihm hier weder der Sturm noch der Schnee etwas anhaben kann. Diese können erst wirksam werden, wenn der Standort, wie an den Küsten zum Pazifischen Ozean, und sei es auch nur um ein paar Schritte, meerwärts verlängert wird.

Die meisten der in Abb. 6 unterschiedenen Küstengebiete sind um 1960 zumindest in kleinräumiger Differenzierung Sporen- und Anbaugewässer zugleich gewesen, doch hat es auch Ausnahmen gegeben. Hierzu sind die Küsten von Fukushima zu zählen, die prak-

tisch nur Sporengewässer gewesen sind, weil es hier keine ausgedehnten Buchten gibt, deren Schutz für ein sicheres Festmachen der Latten- und Astwerke erforderlich ist. Dennoch ist das ohnehin nur zwei Wochen dauernde Sammeln von Sporen auch an diesen Küsten möglich, da das Gerät hierzu nur ein paar Tage fest verankert werden muß. Bei diesen Arbeiten kommt es sehr viel weniger auf große Sorgfalt als vielmehr auf eine metergenaue Kenntnis der sporenrächtigen Stellen an.

Eine Ausnahme anderer Art ist der östlich der Ise-Bucht gelegene frischwasserreiche Hamano-See, ein

vom Pazifischen Ozean durch Nehrungsbildung und Verlandungserscheinungen fast abgeschlossenes Gewässer, das sich aufgrund seiner physischen Eigenschaften nur als Anbaugewässer eignet, und auch das nur für die *Monostroma*- und *Enteromorpha*-Arten des aonori sowie für die Frischwasser liebenden *Porphyra*-Arten des kuronori. Ansonsten gilt jedoch, daß die in Abb. 6 unterschiedenen Algenbaugebiete Sporen- und Anbaugewässer zugleich gewesen sind, wenn auch die konkreten Stellen bis zu einigen Dekakilometern voneinander entfernt gelegen haben können.

4. Die technische Überwindung der natürlichen Standortbedingungen

Hat nun schon die bis hierhin geschilderte Entwicklung zu beachtlichen Ertragssteigerungen und Produktivitätsfortschritten sowie zu weitflächigen Standorterweiterungen und Standortverlagerungen im Algenbau geführt, so gilt das in noch höherem Maße von der allerjüngsten Entwicklungsphase, die von etwa 1963 an spürbare Veränderungen, gerade auch in räumlicher Hinsicht, mit sich gebracht hat. Sie ist viel stärker als alle früheren von wissenschaftlich-technischen Versuchen begleitet gewesen, deren Hauptziel es war, nunmehr auch die bodennahe, sommerliche Phase des Lebenszyklus der Rotalgen anbautechnisch zu steuern. Das hierzu entwickelte, inzwischen allgemein verbreitete, Verfahren ist technisch sehr einfach. Aus Stahlbeton gefertigte Becken von den Ausmaßen kleiner Schwimmbäder werden mit Meerwasser gefüllt, ihr Boden mit den Schalen von Bivalven bedeckt und an der Wasseroberfläche algenträgende Netzwerke befestigt. Die Thalli bilden hier wie im Meer im Winterhalbjahr Karposporen aus, die auf den schalenbedeckten Grund absinken und hier die bodennahe Phase ihrer Entwicklung durchmachen. Diese Phase ist in den Becken mit Hilfe einfacher Einrichtungen, die die Wassertemperatur erhöhen bzw. erniedrigen, voll steuerbar. Im einfachsten Falle reichen zwei Dutzend gleichmäßig im Becken verteilte Tauchsieder und eine entsprechende Zahl einfacher Kühlaggregate aus Eisstränken, um die in den Algengewässern natürlicherweise auftretenden Temperaturen zweckentsprechend ein wenig zu unterschreiten und zu überschreiten.

Mit Hilfe derartiger einfacher Anlagen ist es möglich, die Freilassung der Monosporen, die von den fadenförmigen Algenkörpern während der Sommermonate gebildet werden, auf den Tag genau zu bestimmen. Man hängt zum gewählten, durch künstliche Temperaturerniedrigung herbeigeführten Zeitpunkt Netzwerke in die Becken und schafft sie schon nach wenigen Stunden dicht mit Sporen bedeckt in die Anbaugewässer. Zwei oder drei kleine Becken reichen aus, den Sporenbedarf einer durchschnittlichen Genossenschaft voll zu befriedigen. Hier und da besitzen sogar einzelne Algenbauern derartige Sporenbecken.

Die Vorteile der künstlichen Sporengewinnung

gegenüber dem herkömmlichen Sporensammeln im Meer sind sehr zahlreich. Vor allem ist das Verfahren sehr viel zuverlässiger, da es erlaubt, innerhalb weiter Grenzen beliebig viele Sporen zu erzeugen. Ein weiterer Vorteil der Sporengewinnung im Becken ist die nunmehr gegebene Möglichkeit zur zeitlichen Ausdehnung der Algensaison. Ihr Beginn ist ja im wesentlichen von den Wassertemperaturen an zwei Standorten abhängig, von Temperaturen unter 23° C in den bodennahen Schichten der Sporengewässer und von Temperaturen unter 18° C in den oberflächennahen Schichten der Anbaugewässer. Nur dort, wo diese jeweils kritischen Höchsttemperaturen durch die herbstliche Abkühlung gleichzeitig an beiden Standorten erreicht werden, können sich die Monosporen von ihren Erzeugerpflanzen lösen und sich an ihren natürlichen Standorten und auch an den Netzwerken festsetzen und ihre Thalli ausbilden. Gerade in der südlichen Landeshälfte Japans ist es doch häufig so, daß die Anbaugewässer schon Wochen hinreichend abgekühlt sind, ehe das auch in den Sporengewässern der Fall ist, so daß die Freisetzung der Algensporen recht spät erfolgt. Mit Hilfe der Sporengewinnung aus den vollsteuerbaren Becken können diese Wartezeiten umgangen werden.

Schließlich hat die Sporengewinnung im Becken auch die Möglichkeit der Trennung der Anbaualgen nach Arten geschaffen. Die Sporensammler hatten zwar aus Erfahrung gewußt, daß an bestimmten Stellen der Küste zuerst vorwiegend die Sporen der einen und dann erst die einer zweiten und dritten Art aufsteigen, doch haben sie den Artenbesatz an ihren Netzwerken nicht im eigentlichen Sinne steuern können. In den Becken ist dies hingegen ohne weiteres zu bewerkstelligen. Diese Möglichkeit wird jetzt allenthalben genutzt. Ausgewählt wird die Art, die den besonderen Eigenschaften des jeweiligen Anbaugewässers, insbesondere dem Salzgehalt und den saisonalen Temperaturverhältnissen, am besten angepaßt ist. Dieser Tatbestand hat erneut zur meerwärtigen Erweiterung der Algengewässer, ja zur Erschließung neuer, im Algenbau bislang nicht nutzbarer Meeresflächen beigetragen. In diesem Zusammenhang hat dann auch *Porphyra yezoensis* Ueda, die in einem salzreicheren Gewässer besser vorankommt als *Porphyra tenera* Kjellman, letztere als häufigste Anbaualge verdrängt (A. MIURA, 1975).

Allerdings wäre die meerwärtige Ausweitung der Algengewässer kaum durchzuführen gewesen, wenn die nunmehr mögliche Auswahl der anzubauenden Arten nicht auch von einer Weiterentwicklung der in den Algenbaugewässern benutzten Gerätschaften begleitet gewesen wäre. In der Bucht von Tokyo sind nie tiefere Gewässer als solche bis zu 5 m Wassertiefe als Anbaugewässer genutzt worden (vgl. Abb. 7, Beilage V), weil das hierzu erforderliche Gestänge zum Aufhängen der Netzwerke viel zu teuer gewesen wäre. Heute werden jedoch auch weiter meerwärts gelegene Gewässer von 40–50 m Wassertiefe als Anbaugewässer genutzt. Hierzu sind Geräte zum Aufhängen der Netz-

werke entwickelt worden, die auf der Wasseroberfläche treiben oder auch solche aus einem System verankerter Bojen, die so miteinander verbunden sind, daß die Netzwerke – im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Stabaufhängung – bei Ebbe im Wasser liegen und bei Flut, durch den Druck des steigenden Meeresspiegels auf das Bojensystem, über die Wasseroberfläche hinausgehoben werden.

Die Ertragslage des Algenbaus ist durch die künstliche Gewinnung von Sporen ausgewählter Algenarten sowie durch die Weiterentwicklung der Algenträger und ihrer Aufhängungssysteme in den letzten 20 Jahren sehr wesentlich verbessert worden, doch haben diese technischen Entwicklungen auch zum Ausscheiden vieler Familien aus dem Algenbau geführt. Die größten Nachteile haben die Sporensammler gehabt, deren Gewässer für den Algenbau in wenigen Jahren überflüssig geworden sind, obwohl ihr Wert noch zu Beginn der 60er Jahre um ein Vielfaches über dem der eigentlichen Anbaugewässer lag. Damit ist auch der erst in den 50er Jahren aufgebaute Sporenversand (Abb. 6) zusammengebrochen, da seine Vorteile, die ja in einem geschickten Ausnutzen des regional unterschiedlichen Beginns des natürlichen Sporenaufstiegs gelegen hatten, von der künstlichen Sporengewinnung aufgehoben wurden. Aus dem Algenbau ausgeschieden sind aber auch all jene Familien, die diesen bis dahin als einen zwar arbeitsintensiven, aber kapitalextensiven Nebenerwerb betrieben hatten, da die neue Technik weniger auf Arbeitsintensität als auf Kapitalintensität angelegt ist. Soweit die Algenbauern die jetzt erforderlichen Investitionen nicht haben leisten können oder wollen, ist es für sie lohnender gewesen, sich im Algenbau als Tagelöhner zu verdingen als diesen selbständig zu betreiben. Das hat jedoch sehr schwierige Rechtsfragen aufgeworfen, da die große Fischereirechtsreform von 1949 alle damals bestehenden Abhängigkeitsverhältnisse beseitigte und der Küstenfischerei eine genossenschaftliche Organisationsform gegeben hat, um hier auch in Zukunft keine Abhängigkeitsverhältnisse aufkommen zu lassen.

5. Der Algenbau und seine Standortkonkurrenten

Obwohl die einzelnen Zweige der küstennahen Meereswirtschaft vor allem untereinander um den Raum konkurrieren, hat der Algenbau unter dieser Konkurrenz nicht zu leiden. Er ist aufgrund seiner großen Anpassungsfähigkeit, die technisch auf die nunmehr gegebene Wahlmöglichkeit unter verschiedenen Algenarten mit sehr unterschiedlichen Standortflächen zurückgeht, im Gegenteil den anderen Meereskulturen wie Perlzucht, Austernhaltung, Fischmast und Krustazeeenzucht deutlich überlegen, da er praktisch an jedweden Standort ausweichen kann, der überhaupt für eine Meereskultur in Frage kommt. Allerdings hat es der Algenbau unter den derzeitigen Verhältnissen gar nicht nötig, den konkurrierenden Meereskulturen zu weichen.

Er dringt im Gegenteil in deren Gewässer ein, weil der Preis für getrocknetes nori nach wie vor sehr hoch ist und der Erlös aus dem investierten Kapital und der aufgewandten Arbeit sich schon wenige Wochen nach Beginn der Saison einzustellen beginnt. Demgegenüber leiden die übrigen Meereskulturen vor allem unter der langen Zeit, die zum Heranwachsen ihrer Erzeugnisse erforderlich ist, und den damit verbundenen, langfristig zu leistenden Aufwendungen an Kapital und Arbeit, mögen ihre Flächenerträge bisweilen auch höher sein. Die Konkurrenzverhältnisse der Meereskulturen untereinander werden insgesamt jedoch weniger von den örtlichen Ertragsmöglichkeiten bestimmt als vielmehr vom mehrheitlichen Willen der örtlich ansässigen Fischer. So haben sogar weltberühmte Perlzuchtunternehmen in den 60er Jahren ihre über Jahrzehnte in der Ago-Bucht aufgebauten Betriebe (G. AYMANS, 1965) in andere Gewässer verlegt, weil die Fischer dort sich immer stärker dem Algenbau zugewandt haben, der mit der großen Fläche seiner schwimmenden Gerätschaften den gezeitengesteuerten Wasseraustausch in dieser Bucht beeinträchtigt und damit die Perlzucht behindert hat. Die Verdrängung der großen Perlzüchter aus der Ago-Bucht steht dennoch im Einklang mit dem Gesetz (Bill of the Fisheries Law, Tōkyō 1949), sind die Behörden bei der Vergabe von Nutzungsrechten an den Küsten doch gehalten, den Anträgen der Fischergruppierungen den größten Vorrang einzuräumen, in denen sich mindestens zwei Drittel der ortsansässigen Fischer zusammengefunden haben. Kleinere Zusammenschlüsse ortsansässiger Fischer werden durchaus auch anerkannt, doch genießen sie einen geringeren Vorrang. Einzelne Unternehmer, ob ortsansässig oder nicht, stehen auf der untersten Vorrangstufe.

Diese Rechtsordnung hat nicht eine höchstmögliche Nutzung der Küstengewässer zum Ziel, obwohl sie diese auch nicht ausschließt, sondern den Schutz der einfachen Fischer. Diese sollen die Küstengewässer nach ihren eigenen Überlegungen bewirtschaften können und auch dann nicht von einzelnen oder einigen wenigen Unternehmern behindert werden, wenn diese die Küstengewässer wirtschaftlicher nutzen können. Da die Algenbau treibenden Fischer in aller Regel zumindest auch eine kleine Landwirtschaft betreiben, kommt ihnen der winterliche Algenbau als Betriebszweig sehr gelegen, haben sie im Winter als meist viehlose Bauern doch praktisch keine landwirtschaftlichen Arbeiten zu erledigen. Die Konkurrenzverhältnisse in den Küstengewässern Japans sind also sehr komplexer Natur und nur Fall für Fall zu verstehen, doch spielen technische, wirtschaftliche und rechtliche Tatbestände meistens so zusammen, daß man den Algenbau als die an jedem Standort stärkste Meereskultur ansprechen darf. Der Algenbau behauptet seine Standorte nicht nur gegen jede andere Meereskultur, er dringt sogar in deren Standorte ein.

Dennoch hat auch der Algenbau mächtige Konkurrenten, denen er nicht gewachsen ist. Das ist an keinem

Beispiel überzeugender zu zeigen als an dem der Bucht von Tokyo, die schon von 300 Jahren Innovations- und Anbauzentrum der japanischen Algenwirtschaft zugleich gewesen und bis in deren letzte Entwicklungsphase hinein geblieben ist. Der amtlichen Fischerei-statistik zufolge ist noch 1955 die Hälfte der gesamten Algenernte des Landes in der Bucht von Tokyo eingebracht worden. Dennoch ist heute jeglicher Algenbau aus dieser Bucht verschwunden, da er, beginnend mit den infrastrukturellen Vorbereitungen der Olympischen Spiele von 1964, dem Druck der auf das Meer hinausdrängenden Hauptstadtregion hat weichen müssen. Über diese Konkurrenzverhältnisse gibt Abb. 7 (Beilage V) Auskunft, deren Gegenstand die Verbreitung des Algenbaus kurz vor dessen endgültiger Aufgabe (Stand 1960) und die der seither erfolgten Stadterweiterung durch Landaufschüttungen (Stand 1980) ist (vgl. hierzu auch W. FLÜCHTER, 1975).

Der Druck der Stadtregionen auf die bis zu Beginn der 60er Jahre vom Algenbau eingenommenen Flächen war im Falle der Bucht von Tokyo besonders groß, doch ist er auch in den übrigen Gewässern vor den großen Städten am Pazifischen Ozean wirksam gewesen, weil die – damals – für den Algenbau geeigneten Küstenstreifen ganz überwiegend die flachen Schwemmkegel jener Flüsse waren, an deren Mündung auch die großen Städte liegen. Etwas vereinfachend, aber auf etwa 70% der Algenfläche Japans um 1960 zutreffend, läßt sich folgende Feststellung machen: Die größten Algenflächen liegen in den innersten Winkeln der großen Buchten, am Rande der größten Ebenen, auf den größten Schwemmkegeln und im Mündungsgebiet der größten Flüsse. In der unmittelbaren Nachbarschaft liegen im allgemeinen aber auch die größten Städte des Landes, und diese waren es, die dem Algenbau die bis dahin von ihm allein behaupteten Standorte streitig gemacht haben. Die anderen Meereskulturen wie Perlzucht oder Austernhaltung, die stets dem Algenbau weichen, wenn dieser auftritt, sind der übermächtigen Konkurrenz der Städte im allgemeinen nicht ausgesetzt, da sie flußwasserbeeinflusste Küstengewässer im allgemeinen meiden und so auch nicht in der Nähe sich ausdehnender Städte liegen.

Die räumliche Nähe der um 1960 bewirtschafteten Algengewässer zu den großen Stadtregionen hat es mit sich gebracht, daß der Algenbau seine damaligen Standorte genau in dem Maße hat aufgeben müssen, in dem die Stadtregionen sich ausgedehnt haben. Das aber ist in einer hierarchischen, von der Stadtregion Tokyo angeführten Reihenfolge geschehen, die nicht zuletzt darauf zurückzuführen ist, daß in Japan auch bei der Vergabe raumwirksamer Investitionen keinem Kriterium so große Bedeutung beigemessen wird wie dem der *Bewährung in der Vergangenheit* (K. TANAKA, 1973). Auf das Problem einer Vergrößerung der Hafenskapazität des Landes bezogen, bedeutet Bewährung in der Vergangenheit, daß man nicht danach fragt, welche Häfen sinnvollerweise auszubauen

sind, sondern danach fragt und an den Umschlagziffern mißt, welche Häfen sich in der Vergangenheit am meisten bewährt haben, und genau in dieser Reihenfolge die verfügbaren Investitionsmittel verteilt. Auf diese Art und Weise bleibt die Hauptstadtregion Tokyo stets an der Spitze aller räumlichen Entwicklungsvorhaben, in gebührendem Abstand gefolgt von der Stadtregion Osaka, der Stadtregion Nagoya usw. Genau dieser Rangfolge entsprechend wurde dann auch der Algenbau in Mitleidenschaft gezogen und von seinen alten Standorten verdrängt. Aus der Bucht von Tokyo und von den Küsten Osakas und seiner Nebenstädte ist er völlig verschwunden, und in der Ise-Bucht, insbesondere in der Nähe Nagoyas, ist er stark eingeschränkt worden. Daß der Algenbau sich dennoch insgesamt nicht nur hat behaupten, sondern abseits der großen Städte erheblich hat ausdehnen können, ist auf die jüngere Entwicklung der Anbautechnik zurückzuführen, die dieser Meereskultur weite Flächen erschlossen hat, die ihr noch vor 20 Jahren völlig verschlossen gewesen sind.

6. Zusammenfassung

Die Küstenbewohner Japans haben schon in grauer Vorzeit Algen an ihren natürlichen Standorten gesammelt und durch Trocknen an der Luft für einen späteren Verzehr haltbar gemacht. Technisch vorangekommen ist diese Sammlerwirtschaft aber erst 1682, als findige Leute den natürlichen Standort der nur im Winter auftretenden Rotalgen (*Porphyra spezies*) durch Aufstellen von Ästen im Mittelwasserbereich flächenhaft erweiterten. Einen weiteren Schritt vorangekommen ist die Algenwirtschaft 1938, als man entdeckte, daß bestimmte Küstenabschnitte sich eher zum Sammeln von Algensporen, andere hingegen eher zum eigentlichen Anbau eigneten. Dies führte zu einer funktionalen Trennung der Küstengewässer in Sporengewässer und Anbaugewässer sowie zu einer beachtlichen Steigerung der Algenerzeugung. Die großen regionalen Schwankungen des natürlichen Sporenaufkommens ließen sich jedoch erst seit 1948 leidlich auffangen, als man die sperrigen Äste als Haftgrundlage für die Algen durch sogenannte Lattenwerke und Netzwerke ersetzte, die zu erträglichen Kosten aus jedem Sporengewässer des Landes in jedes Anbaugewässer zu transportieren waren und so vor allem zur Stabilisierung der Algenwirtschaft beigetragen haben.

Den entscheidenden, bis heute bestimmenden Fortschritt hat jedoch die voll steuerbare Anzucht der Algensporen in großen Becken gebracht, die seit etwa 1963 den Algenbau beherrscht. Sie geht auf die Entdeckung des natürlichen Lebenszyklus der angebauten Rotalgen durch K. M. DREW (1949) zurück, die insbesondere die Lebensvorgänge der Rotalgen in ihrer sommerlichen Phase am Meeresgrund erforscht und im Algenbau unmittelbar anwendbar beschrieben hat. Die bis dahin unbekannte sommerliche Phase der Rotalgen

am Meeresgrund findet heute in großen Becken statt, mit deren Hilfe sich nicht nur fast jede beliebige Menge von Algensporen, sondern auch jede Art in Reinkultur erzeugen läßt. Damit ist der Algenbau von seinen natürlichen Standortbedingungen weitgehend unabhängig und technisch in die Lage versetzt worden, auch eine unerwartet hohe Nachfrage voll befriedigen zu können. Die hierzu notwendigen Meeresflächen liegen jedoch zum größten Teil weit außerhalb der herkömmlichen Anbaugelände, in die immer stärker die meereswärts strebenden Städte eindringen.

Literatur

- AKIMOTO, K. (Hrsg.): Fudoki. Tōkyō 1958.
- AYMANS, G.: Strukturwandlungen und Standortverlagerungen in der japanischen Perlzucht. In: Erdkunde, Band XIX, Lfg. 2, 1965.
- : Die japanische Küstenschifferei; Bemerkungen über ihre äußere und innere Ordnung. In: W. LEUPOLD et al. (Hrsg.), Der Staat und sein Territorium. Wiesbaden 1976.
- DREW, K. M.: Conchocelis-phase in the life-history of *Porphyra umbicialis* (L.) Kütz. In: Nature, vol. 164, 1949.
- FLÜCHTER, W.: Neulandgewinnung und Industrieansiedlung vor den japanischen Küsten. Bochumer Geographische Arbeiten. Heft 21. Paderborn 1975.
- HIRAZAWA, Y.: Gyogyō seisan no hatten kōzō (Strukturwandlungen der Fischereierzeugung). Tōkyō 1961.
- INO, T.: Systematic List of Economic Aquatic Animals and Plants in Japan. SCAP, Natural Resources Section. Report No. 151 (Tōkyō) 1951.
- KUROGI, M.: Recent Laver Cultivation in Japan. In: Fishing News International. July/September 1963.
- MIURA, A.: Porphyra cultivation in Japan. In: J. TOKIDA et al. (Hrsg.), Advance of Phycology in Japan. The Hague 1975.
- OGAZAKI, A.: Purple Laver Industry of Japan. Tōkyō 1965.
- TANAKA, K.: Building a new Japan. Tōkyō 1973.
- YAGI, T.: Senkai zō-yōshoku gyogyō no keizaiteki seikaku (Wirtschaftliche Merkmale der Meereskulturen in Küstengewässern). In: Norin gyogyō kinyū kōko. (Tōkyō) 1961.
- YUKO, H.: Tōkyō-wan in okeru asakusa-nori yōshoku ni tsuite (On the Laver Industry of Tōkyō Bay). In: Shakai Chiri, no. 28. 1950.

ZENTRENAUSRICHTUNG IM RAUM TOKYO: CHARAKTERISTIKA UND PROBLEME AUS ZENTRALÖRTLICHER UND RAUMPLANERISCHER SICHT¹⁾

Mit 1 Abbildung im Text und 4 Abbildungen als Beilage VI

WINFRIED FLÜCHTER

Summary: Central place preference in the Tokyo Region: characteristics and problems as interpreted by central place and spatial ordering approaches

This study is concerned with the exposition of principles of important and typically Japanese orientations of the suburban and *Umland* population of Tokyo as to central places. While taking into account the fact of employment in the city, the power of attraction of diverse urban foci to the people of the region of the capital is interpreted here especially from the point of view of spatial ordering.

The introduction (Chapter I) is followed by a description of the centres and their characteristics in the Tokyo Region (Chapter II). The main investigation (Chapter III), after providing a rough orientation for the inner city central place preference (III.1), is divided into case studies of the topics: shopping (III.2), subdivided according to goods of daily, periodic and episodic requirement and "going out/pleasure" (III.3), especially from the commuter's point of view; it also includes the question of the citizens' consciousness of identity with "their" city (III.4). The second main part, is a summary and spatially orienting analysis (Chapter IV), treats the following themes: (1) problems of inner city processes of concentration by way of frequent identity of "work trips" with "social trips" and "shopping trips",

and the accordingly correlated community of location of office-, shopping and pleasure centres; (2) and (3) continuity of the attractiveness of inner city centres (main centres and ring centres) in spite of a starting increase in the attractiveness of sub-centres in the suburban and *Umland* zones; (4) considerable centrifugal extension of the network of the gravitational centres into the *Umland* with short-lived though considerable instabilities in the hierarchy of centres as well as the alignment of centres; (5) competition between large and small retail trade as a social and micro-locational problem; (6) significance of daily shopping trips for the local and neighbourhood centres; (7) position of importance of an effective means of transport by rail for the visitors to the centres and for the continuing power of the urban centres' radiation, which, being lively foci of city life, humming with people, do not have to fear competition by large drive-in shopping centres.

I. Einordnung, Begriffsklärung, Arbeitsziel

Innerhalb der Zentralitätsforschung ist das Thema „Zentrenausrichtung“ ein noch relativ junger Forschungsweig. Hauptgegenstand solcher Untersuchungen sind nicht die Zentren selbst, ihre Ausstattung mit zentralen Gütern und Versorgungsfunktionen für das Umland, sondern die auf Versorgung angewiesenen, zentrale Leistungen in Anspruch nehmenden Gebiete und ihre Bevölkerung.

¹⁾ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft fühle ich mich zu großem Dank verpflichtet für eine Reisebeihilfe (Mai/Juni 1976). Für wertvolle Anregungen und Diskussionen danke ich Herrn Prof. Dr. P. Schöller (Ruhr-Universität Bochum).

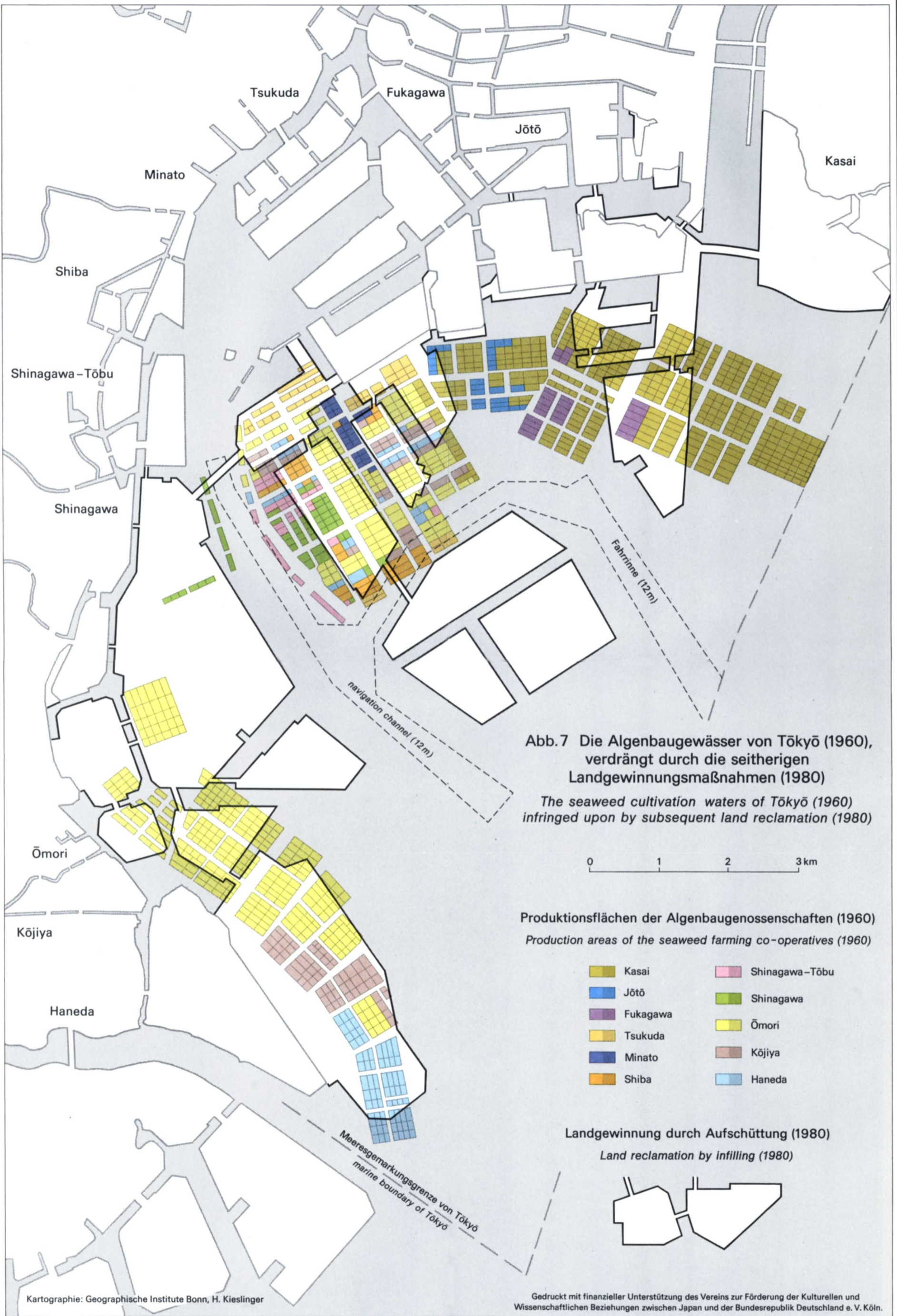


Abb. 7 Die Algenbaugewässer von Tōkyō (1960), verdrängt durch die seitherigen Landgewinnungsmaßnahmen (1980)

The seaweed cultivation waters of Tōkyō (1960) infringed upon by subsequent land reclamation (1980)

0 1 2 3 km

Produktionsflächen der Algenbaugenossenschaften (1960)
Production areas of the seaweed farming co-operatives (1960)

- | | |
|--|---|
| Kasai | Shinagawa-Tōbu |
| Jōtō | Shinagawa |
| Fukagawa | Ōmori |
| Tsukuda | Kōjiya |
| Minato | Haneda |
| Shiba | |

Landgewinnung durch Aufschüttung (1980)
Land reclamation by infilling (1980)

