

Als das Zeitalter begann

dritter Teil

Um ca. 600 n.u.Z. brachen Gruppen von Menschen von den Marquesas - Inseln zu einer Expedition auf, um neuen Lebensraum zu erkunden. Ihre Katamarane trugen sie über ungeheure Meeresdistanzen. Sie kannten weder Kompaß noch Uhr, noch Seekarte und doch erreichten sie ihr Ziel mit bemerkenswerter Präzision. Hunderte Atolle und vielleicht genau soviel Riffe mußten beim Passieren der Tuamostus - Inseln umfahren werden. Richtungsweisende Unterwasserblitze, das durch viele Inseln beeinflusste Wellenbild des Meeres, Vogelflug und Wolkenbildung wiesen ihnen den Weg. Und dann gab es den Sternenhimmel, diese mit höchster Tonreinheit klingende Symphonie der Anordnung von Sternen und ihren großen Lichtern - Sonne und Mond -.Der Sternenhimmel war Wegweiser zum Ziel neuer Horizonte.

So benutzt die polynesische Seefahrt eine Navigation, die nachweisbar in mehr als 2.000 Jahren gewachsen ist. Dagegen ist die europäische Navigation erst ca. 600 Jahre alt. In den 2.000 Jahren der polynesischen Entwicklung hat sich eine Seerorientierung entwickelt, die nur vervollkommen werden konnte, weil sich das bestehende Gesellschaftssystem im Verlaufe dieser Zeit nicht verändert hat. Alle wissenschaftlichen Methoden, die wir Europäer heute kennen, waren den Polynesiern als Steinzeitkultur selbstverständlich nicht bekannt. Dennoch die Art der Navigation mußte besser sein, als die bestehende Entwicklungsstufe, sonst hätten die Polynesier nie ein Land über die Weiten der Meere besiedelt. Mit der Übertragung der europäischen Zivilisation im 17., 18. und 19 Jahrhundert auf das Gebiet Polynesiens verschwand scheinbar diese Art der Navigation Die Europäer hätten lernen können,... und heute erst wird versucht den wertvollen (wissenschaftlichen) Charakter dieser Navigation zu erkennen.

Wissenschaftlich gesehen kannten die Polynesier „nur“ das Horizontsystem - Azimut (Richtung) und Höhe -. Es waren Steinzeitmenschen, die aber aufgrund ihrer Anpassung an die See, der Natur (Strand , Wasser, Wellen, Vögel usw.) ihr Orientierungssystem genauso umsetzen konnten, wie z. B. die Nomadenvölker Asiens oder Afrikas ihre Orientierung in der Prärie oder Wüste gestalten mußten.

Man richtet den Kurs nach einem Stern aus, der in der Zielrichtung auf - oder untergeht. Wenn dieser Stern dann im Laufe der Zeit zu hoch steigt, wählt man einen anderen. Diese Art der Kursbestimmung bezeichnet sich als Navigation auf dem Sternenzug, in der polynesischen Sprache unter dem Begriff *Kaveinga* bekannt.

Diese Menschen, die in die Ferne aufbrachen, weil ihnen ihre eigene Insel, auf Grund der Übervölkerung keine Nahrung mehr geben konnte, gelangten schließlich nach monatelangen Segeln an ein besonderes Eiland, welches ihnen die Nahrung sichern und damit eine neue Heimstatt werden konnte. Sie brachten alles mit, was sie zum Leben brauchten. Ihre Boote, ihr Werkzeug, ihre Kultur, ihren Glauben und ihr Wissen und ihre Erfahrung. Sie trafen auf eine Insel, die etwa einhundert Pflanzenarten beherbergte. Im Vergleich zu anderen ozeanischen Kulturen war es ein sehr geringer Artenumfang, was in der Abgelegenheit von der übrigen Welt lag. Unter diesen Pflanzen war nur eine einzige Baumart vorhanden. Es war der Tormiro, eine Baumart, die der europäischen Eberesche in der Größe ähnlich ist. Die Insel war dicht mit dieser Baumart bewachsen.. Doch war es das Holz, welches die Inselbevölkerung als Grundlage ihrer Kultur brauchte. Wieviel Holz nun als Feuerholz zum Kochen und Garen oder zum Bau der Boote oder zur Gestaltung ihrer mitgebrachten Glaubenskultur gebraucht

wurde, läßt sich heute nicht mehr eindeutig zurück verfolgen. Auf jeden Fall brauchte man Holz und so wurde der Holzbestand im Laufe der Jahrhunderte immer weniger. Mit dem Abholzen der Wälder hat sich diese Inselbevölkerung ihr eigenes Todesurteil eingeläutet, nur wußten sie selbst nicht diese Katastrophe vorher zu bewerten. Heute können wir diese Fehlentscheidung beurteilen. Man hätte nur Bäume nach zu pflanzen brauchen, aber tun wir heute nicht das Gleiche? Der Unterschied besteht darin, daß uns die Wissenschaft heute sagt, was falsch und richtig ist und wir doch nicht danach handeln. Die Umstände und Verhältnisse auf dieser Insel hält den Vergleich mit unserer heutigen unsere Erde.

So lebten die Menschen im Regenwald des Amazonas eins im Einklang mit der Natur, jetzt jedoch werden in ungeheurem Maße Brandrodungen durchgeführt, viele Tausende von Bäumen werden jährlich gefällt. So ist in der brasilianischen Provinz Rondonia seit 1970 ein Waldgebiet von der Größe Belgiens abgeholzt worden. Auch wurden durch Satelliten z.B. im Jahre 1987 innerhalb von drei Monaten fast eine viertel Million Waldbrände beobachtet, die ein Achtel von Rondonias Regenwälder zerstörten. Aber nicht nur in Brasilien werden die Wälder abgeholzt. Auch in Indien, verursacht durch einen hohen Bedarf an Ackerland und Viehweiden, oder in Kanada, hier spielt der Holzexport eine große Rolle, werden ständig große Waldflächen zerstört. Zentralasien am Aralsee. Dieser See ist der größte Süßwassersee der Erde. Jetzt ist er nur noch halb so groß, weil seine beiden Zuflüsse für die Bauwollbewässerung benutzt wurden und so der See seinen Wasserhaushalt nicht mehr genügend regulieren konnte. In der kurzen Zeit von 1986 bis 1991 schrumpfte der See auf die Hälfte.

Um 1700 schließlich bewohnten zehn Stämme, das heißt 5.000 bis 6.000 Menschen diese Insel. Diese zehn Stämme, ihrer Lebensgrundlage nun entzogen, denn Holz gab es nach 2000 Jahren faßt nicht mehr, suchten den Ausweg. Ihnen blieb nur noch der gegenseitige Krieg, um den Nachbarn, daß zu nehmen, was sie selbst kaum mehr besaßen. Als man archäologische Untersuchungen anstellte, bestätigten die Ergebnisse einen letzten erbitternden Krieg. Man machte zahlreiche Waffenfunde auf dieser Insel, die der Herstellung von besonderen, für die Kriegführung geeigneter Sperrspitzen galten. So wurden bei Ausgrabungen Sperrspitzen aus Vulkanglas (Obsidian) gefunden, die genau mit dem letzten großen Krieg im Zusammenhang stehen. Die Entstehung dieser für den Menschen gefährlichen Waffen ging auf die Zeit zwischen 1650 und 1850 zurück. Es war die Zeit, als die verheerenden Kriege zwischen den Stammesverbänden stattfanden. Schließlich lieferte sich die Bevölkerung eine letzte entscheidende Schlacht. Faßt die gesamte Inselbevölkerung fand den Tod und die Insel erholte sich bis heute nicht von dem betriebenen Raubbau.

Aber wer waren diese Menschen, woher kamen sie und worin besteht das Geheimnis ihrer Kultur und Glaubenswelt? Wollen wir uns ein wenig bei diesen Menschen und auf dieser Insel aufhalten, um diese Kultur zu ergründen, die heute fast untergegangen ist.

Rapa Nui ist eine Insel mit einer Größe von 180 km². Auf ihr befinden sich zwanzig erloschene Vulkane und eine jetzt baumlose Landschaft. Bis zur chilenischen Küsten müssen 3500 km und bis zur nächsten polynesischen Insel, der Insel Mangareva müssen 3000 km offenes Meer überwunden werden. Diese Insel zu entdecken und darauf auch wieder zu finden, bedeutet eine Stecknadel im bekannten Heuhaufen suchen zu wollen.. Die Navigation, gleich wohl mit welchen Mitteln und nach welcher Methode sie ausgeführt wird, muß schon von sehr präziser Art sein, will man in den Weiten des Meers nicht für immer verloren gehen. „Mata Ki Te Rangi“, das heißt „Augen, die in den Himmel blicken“, ob mit den Augen wohl die gewaltigen Vulkankrater gemeint waren? Vielleicht war die Insel selbst das Auge, welches einsam im Ozean in den Sternenhimmel blickte? Wir können es nur vermuten. Später wurde diese Insel „Te Pito o te Henua“, das heißt „Nabel der Welt“ genannt. War es

für die polynesische Kultur auf Rapa Nui wirklich der Mittelpunkt der Welt? Auch hier lassen sich nur Vermutungen anstellen. Aber wir kennen den Namen des ersten Königs der Insel. Es war der Polynesier Hotu Matua. Es war der Entdecker der Insel. Danach folgt ein Stammbaum von achtundfünfzig Namen weiterer Könige, der mit dem Namen des letzten Königs Gregor, der Kleine endet, so man den mündlich überlieferten Legenden und Mythen der Insulaner glauben schenken will. Als nun die ersten Polynesier das erste Mal ihren Fuß auf die Insel setzten, waren auch die polynesischen Rituale und Zeremonien auf dieser Insel zu Hause. Da ist Ao, das rituelle Pattel, da ist die Figur des Tangata Manu, des Vogelmenschen, dessen Arme wie zu einer Umarmung ausgebreitet sind, während das Haupt dem Kopf eines Vogels gleicht. Da ist das Motiv des weiblichen Geschlechtsorgans, Ko Mari (Vagina), als Zeichen der Fruchtbarkeit zu finden. Und auch der wichtigste Gott der Bevölkerung von Rapa Nui, Make Make ist eingekehrt. Der Vogelmensch war unter dem Volk der wichtigste Mann, sozusagen war er ein lebender Gott auf Erden. Er wurde jährlich ausgewählt. Die Führer der Stammesgruppen wählten einen Kandidaten, der in der Lage war einen harten Wettkampf zu gewinnen. Der Gewinner brachte dessen Führer dann den Titel des Vogelmenschen ein. Der Wettkampf bestand darin, das erste Ei einer schwarzen Seeschwalbe, genannt Manu Tara zu finden und vorzuzeigen. Die Schwierigkeiten, die es zu überwinden galt, waren erheblich, galt es doch auf die kleine benachbarte Insel Motu Nui zu schwimmen, dort die Felsen zu erklettern, ein Ei zu suchen und zu bergen und dieses unzerbrochen wieder zurück zu bringen.

Und dann sind da noch die heute weltbekannten Monumente, die Moias, die Verkörperung der Ahnen des Volkes. Die Gesichter gleichen einem Ei dem anderen, nur die Größe dieser Statuen unterscheidet sich merklich, während die Beine völlig fehlen. Der Legende nach wurden die Moais von Priestern, den Ivi Atua, in Bewegung gesetzt, bis diese Unbelebten in Begleitung der Lebenden an ihrem Bestimmungsort angelangt waren. Dort standen sie dann und stehen dort noch bis in alle Ewigkeit. Tatsächlich wurden die Moais aus dem weichen Tuffstein regelrecht herausgemeißelt, welches zahlreich in den Kraterbergen der Vulkane verfügbar war. Diese Steinfiguren wurden größer und größer gebaut. Im Laufe der Jahrhunderte, wahrscheinlich von 1100 bis 1700 n.u.Z. entstanden so mehr als 700 Figuren. Die Figuren, die größte wiegt ca. 80 to, „wanderten zu ihren Stellplätzen, weil sie von ihrer Baustelle, den Abhängen des Vulkans Rano Raraku, mit Hilfe von Seilen aufrecht gekippt und gekantet wurde, bis sie ihren Aufstellungsort erreicht hatten. Im Verlaufe der Existenzkämpfe stürzte man viele Ahnen der benachbarten Feinde um. Viele zerbrachen dabei.

Schließlich war es das Geheimnis der Götter, *Mana* genannt, jene große übernatürliche Kraft, die nur besonderen Menschen, wie Königen, Häuptlingen, Priestern und Vogelmännern verliehen (vererbt) wurde, die die Weisheit hatten, die richtige Wahl des Wegs für das Volk finden zu können. Sie führten und berieten das Volk. Und sie waren es auch, die die große Kunst um die Sternennavigation kannten, die ihresgleichen ausbildeten, so daß sie ihre Boote jederzeit richtig in Kenntnis des Windes, der Meereswellen, des Vogelfluges und anderer Erscheinungen zu navigieren wußten. Das Mana war jenes große Geheimnis, welche die Boote von einer Insel zur anderen brachte. Es ist jene spirituelle Kraft kosmischen Ursprungs, die Göttern, einigen Menschen und auch einigen Dingen und Orten innewohnt. Diese Kraft ist unpersönlich und körperlos. Nach der Lehre des polynesischen Weisen und Gelehrten Paiore von den Tuamotu - Inseln ist diese immaterielle Substanz über der ganzen Welt verstreut. Nicht jedem Menschen wird sie aber in gleichen Maßen zuteil. Man muß lernen sie kennenzulernen und zu gebrauchen. So waren vor allen die polynesischen Häuptlingen, Priester, Künstler und Handwerker mit dieser Kraft vertraut. Sie wurde weiter vererbt, indem sie weiter gelehrt wurde. Natürlich war dadurch den unfreien und rechtlosen Menschen der polynesischen

Gesellschaft der Gebrauch dieser Kraft nicht bekannt. Als eine besondere Eigenschaft und somit nur einer besonderen Schicht der Gesellschaft zugänglich, formten sich Vorrechte und der eigentliche aristokratische Charakter der polynesischen Gesellschaftsordnung. Die vorhandene Menge jener übernatürliche Kraft in einem Menschen bestimmte somit Rang und Stellung und diese waren erblich. So wurde jene Kraft zum Symbol der Trennung von Menschen in Schichten und Klassen. Aber es lag an den Menschen in ihrem Streben nach Macht diese Trennung zu wollen und nicht an der Kraft selbst.

Im der chinesischen Weisheitslehre dem Taoismus ist eine Kraft benannt die sich Qi (auch: Ch'i) nennt. In Hamburg fand 1999 ein Qi Gong Kongreß statt. Hier wurde von einem chinesischen Qi Gong Meister anschaulich der Gebrauch dieser universellen Kraft demonstriert. Die praktische Unmöglichkeit einen Stein mit einem Schlag des Zeigefingers zu zerteilen, wurde erfolgreich herbeigeführt. Die Vermutung, daß Wahrnehmungen nicht nur durch unsere fünf Sinnesorgane registriert werden, sondern mittels Qi an anderen Orten des Nervensystems auftreten können, ist Grundlage der chinesischen ganzheitlichen medizinischen Behandlung von erkrankten Menschen. Jene universelle Kraft, die materiell weder zu definieren, wohl aber zu erfassen ist, kommt in ihrer bisherigen Definition der Kraft des polynesischen Mana gleich. Es kann eigentlich nur davon ausgegangen werden, daß hier ein und die selbe Kraft gemeint ist. Sie ist nur auf spirituellen Wege und durch spezielle Übungen mit den eigenen Körper faßbar und anwendbar zu erlernen. Jede schamanische Grundlehre auf der Welt definiert jedoch diese Kraft in einer anderen Ausdrucksform, jedoch dem Wesen nach insgesamt gleich. Es ist deshalb davon auszugehen, daß es sich intuitiv beobachtet, da anders bisher nicht nachweisbar, um ein und die gleiche Kraft handelt.

Das Mana war es auch, das die Erbauer der Tempelheiligtümer inspirierte, diese in der richtigen Art zu bauen. Diese Tempel, Ahus oder auch Marae genannt, waren Plattformen mit einem meist rechteckigen Grundriß. Der ansteigende Zugang, mit jeweils einem Flügel aus Stein flankiert, ist stets der Landseite zugekehrt. Die Rückseite des Bauwerks ist der See zugewandt. Sie wurden aus Basaltblöcken genau auf den Millimeter zusammengesetzt, wobei ein Block ungefähr 500 kg wiegt. An der höchsten Stelle steht dann in der gleichen Form, wie der der Moais die heilige Statue. Diese zur Bestattung dienenden Heiligtümer und die dort in angrenzender Nähe liegenden Dörfer umgaben einen Zeremonienplatz, als das Zentrum des polynesischen Lebens. Auf Rapa Nui gibt es nun zwei heilige Plattformen, die besonders auf Grund ihrer Baurichtung aufgefallen sind. Während die eine Plattform in einer Richtung von 91,5° gegen Osten gebaut wurde, zeigt die andere Plattform in die südöstlicher Richtung von 114°. Die erste Richtung bezeichnet das Azimut der aufgehenden Sonne zum Zeitpunkt der Tag - und Nachtgleichen. Die andere Richtung, allerdings mit einer Abweichung von unerheblichen zwei Grad, zeigt das Azimut der aufgehenden Sonnen zur Zeit der Sommersonnenwende. Übrigens wurde 1878 eine Plattform natürlicher Art durch Fornander auf Hawaii entdeckt. Sie liegt zwischen zwei Klippen an dem Punkt, wo die aufgehende Sonne zur Sommer- und Wintersonnenwende gerade den nördlichen und südlichen Klippenfelsen berührt.

Es war der 6. April 1722 und es war zu Ostern. Der holländische Kapitän Jacob Roggeven steuert mit drei Schiffen eine Insel an, die er zuvor noch nie gesichtet hatte. Am Bord befindet der Mecklenburger Carl Friedrich Behrens. Er, eingeschifft als Kommandant der niederländischen Marine, beschreibt die Entdeckung dieser neuen Insel, als Insel der Götzenbilder. Als ein wenig später die nächste Beschreibung dieser Insel Europa erreicht, war es kein Geringerer, als ein siebzehnjähriger Naturforscher, der sich dieser Aufgabe annahm. Georg Forster, Sohn des großen deutschen Naturforschers Reinhold Forster, mit seinem Vater unter dem Kommando von James Cook stehend, beschreibt am 13. März 1774 das nach dem Entdeckungsdatum, als Osterinsel bezeichnetes Eiland, als

„verwüstetes, ödes Land“, ein Land, das „von der Sonne verbrandt“ ist und einen steinigen „unfruchtbaren Boden“ besitzt. Die großen Monumente auf Rapa Nui erschienen dem Vater, wie dem Sohn recht rätselhaft und wie „Überbleibsel vormaliger besserer Zeiten“, auch dürfte das Volk vorher „weit zahlreicher, wohlhabender und glücklicher gewesen seyn“. Beide vermuteten recht vorausschauend, daß eine Katastrophe die Ursache dieser Verwüstung der Insel gewesen war. Wie richtig diese Feststellung war, konnte erst heute durch exakte wissenschaftliche Untersuchungen belegt werden. Heutige Untersuchungen haben auch ergeben, daß in der Blütezeit der Insel, ca. um 1700, fünf- bis sechstausend Menschen hier gelebt haben. Ab dem Jahr 1862 begannen skrupellose peruanische Seefahrer den Rest der polynesischen Ureinwohner der Osterinsel zu verschleppen. Sie wurden als billige Arbeitsklaven in den Guanominen und auf den Haciendas in Südamerika eingesetzt, wo sie unter den unmenschlichen Verhältnissen elend zu Grunde gingen. 1876 zählte man noch dreiundfünfzig Männer, sechsundzwanzig Frauen und einunddreißig Kinder auf der Insel. Sie hatten sich in den Höhlen vor Sklavenjägern versteckt.

Dieser kleine Ausschnitt der Weltgeschichte mag heute noch so manche Frage offenhalten, aber er gestattet auch über dieses nicht frei erfundenen Beispiel der Geschichte nachzudenken.

Die erste Erkenntnis mag in Ableitung brandaktueller Bedeutung unsere Erde berühren. Die Bewohner der Osterinsel haben es geschafft, ihre einsame ozeanische Heimat auf Grund unüberlegter menschlicher Umweltveränderungen preiszugeben. Mag uns dieses Beispiel der Geschichte mahnen. Denn heute wissen wir es besser. Aber dennoch gehen wir mit unserer Erde genauso um, wie die Polynesier es mit ihrer Insel taten. Ihnen, die als Steinzeitmenschen so große Entdeckungen vollbrachten, sei bescheinigt, daß sie auf Grund ihrer gesellschaftlichen Entwicklungsstufe nicht anders handeln konnten. Sie kannten den Ausweg nicht, denn nichts war entwickelt, was ihnen den Ausweg zeigen konnte. So pflanzten sie keine Bäume an, weil sie die Baumzucht nicht kannten. Wir können sie somit auf keinen Fall verurteilen. Aber heute im Range moderner Aufklärung stehend, ist es technisch und wissenschaftlich möglich, globale Konzepte für den Planeten, für unserer Umwelt zu entwickeln. Aber ein globales Vorhaben scheitert ebenso. Es ist ja noch nicht Punkt zwölf, erst fünf Minuten vor Zwölf. Wird sich also der Mensch erst zum Handeln zwingen, wenn unmittelbar sein Existenz bedroht ist, oder wird er neue rechtzeitig neue Wege gehen. Werden die Ansätze, die die Menschen in unserem Jahrhundert zeigen, nur Ansätze bleiben? Oder werden wir enden, wie die Osterinsel, wie der Mars oder die Venus?

Die zweite Erkenntnis ist mehr von philosophischer Natur, aber dennoch nicht weniger interessant. Der Versuch die Glaubenswelt eines menschlichen Kulturkreises mit den materiellen Bedürfnissen in Abhängigkeit zu bringen, läßt die Erkenntnis gewinnen, daß die Entstehung eines Glaubens auch immer eine Anbindung der menschlichen Gesellschaft an die Erfüllung materieller Bedürfnisse beinhaltet. So war es im eigentlichen Sinne nicht der Ruf dem Gott des Glaubens zu folgen, wenn die Polynesier neue Horizonte suchten, sondern es war der Kampf ums Überleben. Ständig vergrößerte sich die Bevölkerung in der polynesischen Inselwelt. Ständig waren die Insulaner auch gezwungen neuen Lebensraum zu suchen. Diese Suche prägte im Laufe der Jahrhunderte den Lebensinhalt und das Lebensgefühl. Der Glauben entstand und war von dieser Lebensauffassung geprägt und durchdrungen. Sie waren so die Nomaden zur See. So besiedelten die Polynesier, zur austronesischen Sprachfamilie gehörend, im Laufe der Jahrhunderte das gesamte ozeanische Gebiet. Ein Gebiet, welches in der Ost - Westausdehnung ca. 12 000 km und in der Nord - Südausdehnung ca.

8 000 km beträgt und ca. 30 000 Inseln beherbergt. Diese polynesische Inselwelt deckt sich mit einem riesigen Dreieck, welches im Norden durch die Hawaii - Inseln, im Westen durch Neuseeland und im Osten durch die Osterinsel begrenzt wird und an dessen Westflanke sich die nicht weniger interessanten Kulturgebiete Melanesiens und Mikronesiens anschließen. Die Inseln nördlich um Neuguinea gelten als Kernland dieses von hochseefahrenden Händlern abstammenden Volkes. Etwa um 1300 v. u. Z. gelangten sie über das weite Meer bis zu den Fidschi - Inseln Das protopolynesische Lapita - Volk ließ sich auf Tonga und Santa Crus nieder. Etwa um 1100 v.u.Z. wurde auch Samoa besiedelt. Immer weiter östlich zog sich die Gewinnung der neuen Lebensräume hin, schließlich wurden auch Tahiti, die Cook - Inseln, die Tuamotu - Inseln besiedelt. Um ca. 600 n.u.Z. wurden etwa gleichzeitig die Osterinseln und die Hawaii - Inseln besiedelt. Neuseeland wurde etwa 200 Jahre später entdeckt. Heute wissen wir, daß diese Entdeckungsreisen keine Zufälle gewesen sein können. Erst als auf den größeren der bewohnten Inseln der Ackerbau zur Anwendung kam, hörten gleichsam mit der Zunahme der Verbreitung dieser Existenzgrundlage die großen Entdeckungsfahrten auch mehr und mehr der Vergangenheit an. Die Hochseefahrt blieb zwar, hatte aber ein anderes Ziel. Galt sie doch nun mehr der Ausprägung des Handel, des Verkehr und der Kriegführung. und nicht mehr der Existenserhaltung im Allgemeinen. So darf nicht ausgeschlossen werden, daß einige Gebiete, die vorerst entdeckt und besiedelt wurden, auf Grund der Abgelegenheit einen eigenen kulturellen Weg gingen, weil vielleicht die Verbindung zum jeweiligen Ausgangsgebiet abriß. So haben sich verschiedene Teile Polynesiens auch verschieden in der Gestaltung in der Glaubenswelt entwickelt. Den Vogelmann kann man nur auf den Osterinseln entdecken, während andere Gottheiten z. B. des Gottes Tane auf eine gemeinsame Wurzel der Glaubenswelt hinweisen. Auch scheinen die heiligen Rituale des Mana eine gemeinsame Wurzel zu haben, denn alle polynesischen Kulturgebiete kannten die Anwendung dieser schamanischen Grundlagen und sie kannten auch die Orientierung nach den Sternenpfaden.

So dient die dritte Erkenntnis, wenn wir uns mit den Sternenpfaden beschäftigen, der Methodik der Durchführung der Navigation der Polynesier. „Kann das Geheimnis um *Kaveinga* wirklich heute noch angewandt werden?“ fragen wir, und „Kann es wirklich eine Navigation geben, die ohne Uhr, ohne Seekarte und ohne Hilfsgerät auskommt?“ Um dieses herauszufinden, müssen wir für einen Augenblick vergessen, daß wir im zwanzigsten Jahrhundert leben. Wir müssen tief hinein tauchen in die astronomische Navigation, um das richtige Verständnis für die Sache zu entwickeln. Wenn es eine solche Navigation wirklich gegeben hat, so muß sie uns auch als wissenschaftlich nachweisbar erscheinen. Also wollen wir ohne an die Anwendung des Prinzips dieser Navigation zu zweifeln, diese Methode um „Kaveinga“ auch wissenschaftlich, aber dennoch allgemeinverständlich belegen.

Im Süden des Stillen Ozeans befindet sich Inselgruppe, die den Namen Tona trägt. Es ist eine Inselgruppe, die, seit 1875 konstitutionelle Monarchie, von 1899 bis 1970 britisches Protektorat und seit dem 4. 6. 1970 ein unabhängiges Königreich ist. Auf der größten der einhundertachtundfünfzig Inseln, die dem Königreich angehören, mit Namen Tongatapu, befindet sich ein steinernes Bauwerk. Dieses Bauwerk scheint auf Grund seiner Form und seiner Bauweise einmalig in der polynesischen Inselwelt zu sein, und nur die Moais auf den Osterinseln scheinen in ihrer Dimension diesem Bauwerk gleichzukommen. Dieses Werk der polynesischen Baukunst, die Archäologen nennen es auf Grund seiner Bauform Trilithon, besteht aus drei großen Quadern und ist als riesiges Steintor ausgelegt. Der polynesischen Sage nach hat es der Götterheld Maui gebaut. Und so trägt es seinen Namen bis in die heutige Zeit. Die Säulen dieses Tores sowie dessen waagerechter Torbalken weisen eine Länge von sechs Meter auf und wiegen annähernd einhundert Tonnen. Warum hat der Gott Maui dieses Bauwerk so

und nicht anders geschaffen? Der wahre Grund liegt in einer Untersuchung, die der König von Tonga, gleichzeitig seit 1965 Staatsoberhaupt Taufa' ahau Tupou IV. selbst durchgeführt hat. Er hat eine eigenartige Zeichnung auf dem Querbalken des Denkmals festgestellt. Die Hauptlinie dieser Zeichnung zeigt das Azimut der aufgehenden Sonne am Tag des 21. Juni, also zum Zeitpunkt der Tag - und Nachtgleichen an. Er entdeckte auch, daß die Haamonga eigentlich einen großen Kalender darstellt. Eine steinerne Uhr somit, die den Jahresanfang anzeigt. Wozu wurde dieses Tor wohl in vergangenen Zeiten genutzt? War es ein Hilfsmittel für die Durchführung von astronomischen Beobachtungen, genauso wie andere Bauwerke in Polynesien? Wir können es wohl annehmen.

Tau bedeutet in der Sprache der Tonganer Jahr. Genau diesen Ausdruck verwendet die Bevölkerung der Freundschaftinseln für die Yamernte. Dieses Tau hatte zwölf Monate: 1. Liha Mua; 2. Liha Mui; 3. Vai Moa; 4. Vai Mui; 5. Fakaafu Mui; 6. Fakaafu Mate; 7. Hilinga Kelekele; 8. Hilinga Meaa; 9. Adao; 10. Fufuune Kinanga; 11. Ulu Enga und 12. Tanu Manga. Der Monat wurde nicht in Tage, sondern in Nächte eingeteilt. Wochen waren verständlicher Weise, da sie auf die jüdische Kulturwelt zurück gehen, nicht bekannt. Der Tag begann bei toe laa, dem Sonnenaufgang und er endete mit dem efiafi, dem Abend. Aber hier endeten die astronomische Begriffsausfassung dieser eigentlichen Steinzeitkultur keinesfalls. So hatten die Tanganer den Himmel in drei Teil geteilt. Es gab einen südlichen, einen mittleren und einen nördlichen Teil der Himmelskugel. Jeder Teil hatte seine besonders auffälligen Sternbilder. Im südlichen Teil war es Tolo, das Kreuz des Südens und Lua a Tangana, das Sternbild der Zwillinge Castor und Pollux, während im mittleren Teil das Sternbild Mataliki, die Plejaden und Matamemea, der Mars vorherrschend waren.

Von den Gilbert - Inseln ist bekannt, daß dessen Astronomen mit Hilfe der Plejaden jeden zehnten Tag einen bestimmten Standort an Land festlegten. Mit Hilfe von Antares wurde dann die herbstliche Tag - und Nachtgleiche fixiert. Für die Durchführung der Beobachtungen wurden Plattformen angewandt, dessen Steinfiguren spitz waren und die eine Höhe von 0,6 m bis 3,7 m hatten. Das Ritual dieser morgendlichen Beobachtung, das te kauti, sollte Kraft für die Liebe und für den Krieg verleihen. Auch befinden sich auf den Gilbert- Inseln zwei große Steinkomplexe. Die eine Plattform liegt am Nordrand des Butaritari-Atolls. Sie stellt ein steinernes Kanu mit einer Länge von 18 m dar und ist so aufgestellt, daß ein Sternennpfad zu den 264 km entfernten nordwärts liegenden Marschall - Inseln erkennbar ist. Die zweite Plattform befindet sich im Südteil der Gilbert Insel. Er wird Te Atibu ni Borau genannt. Als E. V. Ward 1946 diese Plattform untersuchte fand er dreizehn Korallenplatten unverändert vor. Er konnte dieser Anordnung noch weitere vier Platten hinzufügen. Aus der bestehenden Anordnung dieser Steinplatten in Dreiergruppen konnte man die Richtung zu den verschiedenen Inseln ablesen.

Und während die polynesischen Gesänge die Götter lobpreisen und alte Sagen und Legenden wiedergeben, ist es der südliche Sternenhimmel, der gleich Uhr, gleich Kompaß, gleich Sextant ist. Jenes große Mana, welches den Polynesiern den Weg in die Zukunft weißt, scheint nun etwas gelüftet und wir, die zivilisierte Welt, lernen davon.

So beweisen die vorhandenen astronomischen Beobachtungsstationen auf Tonga, auf den Gilbert - Inseln, auf Rapa Nui usw., daß alle polynesischen Inselgruppen von Menschen des gleiches Kulturkreises bewohnt worden sind, da sie eine gleiche Navigation durchführten. Aber es lassen sich noch andere Nachweise der kulturellen Zusammengehörigkeit finden. Nun muß man feststellen, daß die Beweisführung erst in heutiger Zeit nachhaltig gelungen ist. Hier sprechen soziologischen, kulturelle und geschichtliche Untersuchungen eine eigene Sprache. So sehr sich zwischen der polynesischen

Inselwelt auch Unterschiede, vor allen in den kulturellen Gebräuchen und Riten aufzeigen, so sehr aber auch muß eine mehr übergeordnete Zusammengehörigkeit angenommen werden. Sichtlicher Beweis scheint die Verehrung des Gottes Tane zu sein, der gleichzeitig auf den Osterinseln und vor allem auch auf Maori in Neuseeland sowie auf weiteren polynesischen Inseln bekannt war. Auch ist die polynesische Zeichenkunde, von einer Schrift kann man bislang nicht sprechen, verbindendes Element zwischen den Inseln. Die Rongorongotafeln der Osterinseln sind so eine Zeichensprache, obwohl die Bedeutung gerade dieser Tafeln bis heute noch nicht übersetzt bzw. interpretiert werden konnte. In den rituellen Gesängen auf Rapa Nui findet man viele Hinweise auf Tahiti, Borabora und Morea (Insel Raiatea). Sicher ließen sich noch viele Beweise gerade im sozialen Umfeld z. B. der Gliederung und gegenseitigen Abhängigkeit der verschiedenen Schichten und Klassen der polynesischen Bevölkerung benennen und bewerten, die auf einen gemeinsamen Kulturkreis zwischen den weit entfernten Inseln hinweisen. Für uns jedoch sollen diese Hinweise genügen. Wollen wir mehr der Frage nachgehen, wie die Polynesier diese Inseln besiedeln konnten und welche Sternpfade es waren, die die Polynesier an jeden entferntesten Ort führen konnten.

**Wehe, wehe, o Tawhiri-matea, Gott der Winde!
 Laß deinen Westwind wehen,
 damit er uns auf der Seestraße gleich nach Hause
 trägt,
 nach Hawwaiki.
 Schließ, o schließ deine Augen,
 die nach Süden blicken, damit dein Südwind schläft.**

Gesang des neuseeländischen Sternennavigators Kahu-koka auf seinen Weg von Neuseeland nach Hawaiki, dem heutigen Raiatea in der Nähe von Tahiti

Man muß nun zwei Wege nennen, die die Richtigkeit bzw. Glaubwürdigkeit dieser polynesischen Art der Navigation bestätigen helfen. Der erste Weg ist der geschichtliche Nachweis, auf Grund von Zeugenaussagen, archäologischen Funden, diversen Testfahrten u. ä., die diese Durchführung der Navigation bestätigen können. Der zweite Weg ist die rechnerische Nachvollziehung an Hand unserer europäischen Navigationsmethoden. Hier werden wir die sphärische Astronomie bemühen müssen.

Die Polynesier haben ihr Orientierungssystem zur See nie europäisch umgesetzt, denn es gab und gibt keine Veranlassung dazu. Anders haben die Europäer mitunter bewußt oder unbewußt den Polynesiern das europäische Navigationssystem, während der allgemeinen „Zivilisierungs-Aktion“ aufgezwungen, aber ernsthaft vergessen, wurde diese Art der Navigation dennoch nicht.

Soziologische, kulturelle und geschichtliche Untersuchungen beweisen heute, daß alle polynesischen Inselgruppen von Menschen des gleiches Kulturkreises bewohnt worden sind. Aber es lassen sich noch andere Nachweise der kulturellen Zusammengehörigkeit finden. Hier sprechen die vorhandenen astronomischen Beobachtungsstationen auf Tonga, auf den Gilbert-Inseln, auf Rapa Nui usw., eine eigene Sprache, wenn es um die polynesische Astronomie geht. So sehr sich zwischen der polynesischen Inselwelt auch Unterschiede, vor allen in den kulturellen Gebräuchen und Riten aufzeigen, so sehr aber auch muß eine mehr übergeordnete Zusammengehörigkeit angenommen werden. Sichtlicher Beweis scheint die Verehrung des Gottes *Tane* zu sein, der gleichzeitig auf den

Osterinseln und vor allem auch auf Maori in Neuseeland sowie auf weiteren polynesischen Inseln bekannt war. In den rituellen Gesängen auf Rapa Nui z. B. findet man viele Hinweise auf Tahiti, Borabora und Morea (Insel Raiatea).

Die Polynesier besiedelten 1300 v.u.Z. von ihrem südostasiatischen Ursprungsland, den Inseln nördlich Neuguinea kommend die Fidschi-Inseln. Um ca. 1100 v.u.Z. erreichten sie Tonga, Santa Cruz und auch Samoa. Weiter gingen ihre östlichen Entdeckungsfahrten nach Tahiti, den Cook- und den Tuamotu-Inseln. Die Osterinsel (Rapa Nui) und Hawaii wurde vermutlich 600 u. Z.: besiedelt. Zwei Jahrhunderte später wurde dann Neuseeland entdeckt und besiedelt. Das besondere Seefahrzeug ist allen gemeinsam das Doppelkanu.

Dieses polynesisches Doppelboot ist ca. 20 m lang, 40 bis 70 Personen fanden Platz, einschließlich lebender Tiere und Frischwasser. Aber auch Boote bis zu 40 m Länge und 10 m Breite und mit Platz für zwei- bis dreihundert Personen wurden gebaut. Die Geschwindigkeit betrug (nach J. Cook) 7 bis 9 kn. Für eine Fahrt z. B. von Tahiti nach Hawaii, das sind 2200 sm, wurden ca. 20 Tage benötigt. Die Seetüchtigkeit dieser Boote war besser als die der Wikingerboote. Zwei Anker aus Stein, vorn einen großen, hinten einen kleineren zur Bestimmung der Abdrift gehörten ebenso zur Ausrüstung, wie das Segel und das Pattel. Schließlich hatte man sogar eine Feuerstelle an Bord.

In der Volksdichtung der Polynesier sind zahlreiche Erzählungen von Langfahrten überliefert. So berichtet beispielsweise die Dichtung vom einem Häuptling *Te Fatu* von der westpolynesischen Insel Rotuma, der mit seinem Sohn Maro *Te Tini* eine der längsten Hochseefahrten unternahm. Sie besegelten, so die Sage, zunächst alle Gesellschaftsinseln, danach südlich die Tubuai-Inseln und dann weiter nordwestlich die Cook-Inseln (Rarotonga). Von den Cook-Inseln segelten sie dann weiter zur Nordinsel Neuseelands um von dort aus zur Insel Rotuma, der Heimatinsel des Seefahrers zu gelangen. Schließlich kehrte *Te Fatu* nach mehreren Jahren wieder zu seiner Frau namens *Toa Huri Papa* auf Bora Bora zurück. Anlässlich dieser Reise steht ein Heiligtum zum ewigen Gedenken namens *Fare Rua* „das Haus der beiden“ (gemeint ist Vater und Sohn) an der Meeresküste der Insel Bora Bora. So ist dieser Navigator mittels der polynesischen Navigation durch die halbe Südsee gesegelt.

Solche und andere Hinweise auf eine polynesische Navigation lassen sich auf vielen ozeanischen Inseln finden. So wurde durch Fornander 1878 eine astronomische Plattform natürlicher Art auf Hawaii entdeckt. Die aufgehende Sonne berührt hier zur Sommer- und Wintersonnenwende gerade den nördlichen und südlichen Klippenfelsen .

Aber hier endete die astronomische Begriffsauffassung dieser eigentlichen Steinzeitkultur keinesfalls. So hatten die Tonganer den Himmel in drei Teile geteilt, die sie *Fanakanga* nannten. Es gab einen südlichen, einen mittleren und einen nördlichen Teil der Himmelskugel. Jeder Teil hatte seine besonders auffälligen Sternbilder. Im südlichen Teil war es *Tolo*, das Kreuz des Südens und *Lua a Tangana*, das Sternbild der Zwillinge Castor und Pollux, während im mittleren Teil das Sternbild *Mataliki*, die Plejaden und *Matamemea*, der Mars vorherrschend waren.

Die Hawaiianer unterschieden zwischen *Hokupaa* (Fixsternen) und *Hokuhele* (Planeten). Die Venus hieß *Mamamalo*, wenn sie als Morgenstern und *Naholoholo*, wenn sie als Abendstern sichtbar war. Auf anderen Inseln hieß die Venus auch *Taurua*. Die Plejaden hießen *Mata Rii* (kleine Augen), auf manchen Inseln auch die „sieben kleinen Schwestern“. *Das Kreuz des Südens hieß Taua, der Orion Uru Merenore, der Mars Fetia Uru* „flammender Stern“

Die polynesischen Navigatoren wußten, welche Sterne zu welcher Zeit über welche Inseln ziehen. Der Antritt einer Fahrt erfolgte meistens nachmittags bei schönem Wetter. Die Fahrt richtete sich nach

einem oder mehreren nacheinander anzusteuern den Leitsternen. Da bestimmte man zwei Hilfssterne, links und rechts davon, die nicht höher als ca. 40° standen.

Die Fahrt wurde angetreten, wenn der Leitstern in einer für die Navigation günstigen Position stand. Die Navigatoren von den Kiribati-Antollen wußten z. B., daß sie den größten Erfolg für den Verlauf ihrer Fahrt hatten, wenn Antares (Sternbild Skorpion) an der Ostseite (im Juli) aufzugehen begann.

Der Neuseeländer Dr. David Lewis, der Jahre lang mit den letzten polynesischen Navigatoren durch die Südsee gesegelt, um die geheimnisvolle Kunst um Kaveinga kennen zu lernen, hat praktisch und theoretisch bewiesen, daß es möglich ist, eine andere ausgefeiltere Navigation anzuwenden, als die europäische.

Als Levin hörte, daß ein Sternennavigator und Priester der Insel Raiatea namens Tupia den berühmten englischen Kapitän James Cook jede Inselgruppe Polynesiens mit Ausnahme der Hawaii-, der Osterinseln und Neuseelands beim Namen nennen und auch dessen Lage beschreiben konnte, war Levin so sehr fasziniert, daß er unbedingt die Grundlage dieses Wissens finden wollte, denn er lebte schließlich seit seiner Kindheit auf Neuseeland und auf Rarotonga, den heutigen Cook Inseln. Und so lauschte er seinen polynesischen Vettern, die von Taten großer Seefahrer aus längst vergangenen Zeiten zu berichten wußten. Er wollte den realen Kern dieser Mythen und Legenden ergründen. So besuchte er einen tonganischen Aristokraten alter Schule mit Namen Sione Feiloakitau Kaho, der ihn in seinem Zwei-zimmer-Wellblechhaus empfing. Levin wollte etwas über dessen Urgroßvater, dem blinden Tuita-Navigator Kaho Mo Vailahi zu erfahren. Dabei entdeckte er an der Wand ein Bildnis Kaiser Wilhelm II. Es trug die Inschrift „Für meinen Freund Kaho. Wilhelm“. Er stellte sich die Frage, wie dieses Bild wohl in die Südsee gelangen konnte und warum diese Inschrift dieses Bild zierte. Lewis hörte einen Bericht, der eigentlich beide Probleme beantwortete. So erzählte Sione Feiloakitau Kaho über seinen Großvater:

„Die Königliche Marine von Tonga kehrte um 1815 von Samoa zurück, wo der König sich sein Hinterteil hatte tätowieren lassen, wie es damals üblich war (Anmerkung in eigener Sache: Samoa war zu diesem Zeitpunkt deutsche Kolonie). Um diese Zeit besaßen Tuita (Anm. in eigener Sache: die polynesischen Navigatoren) noch keinen besonderen Rang. Chefnavigator von Tonga war Akauola, der sich an Bord des Kalia, des 100 Menschen umfassenden königlichen Doppelbootes befand. Tag um Tag verging, aber es kam kein Land in Sicht. Das Unerwartete war geschehen: Der Chefnavigator wußte keinen Rat mehr! Der König ließ den blinden Tuita Kaho rufen, der sich mit seinem Sohn Pooi und seiner Mannschaft an Bord eines kleineren Kalia befand. Ob Kaho sagen könne, wo sie sich befänden? Kaho fragte seinen Sohn Pooi, meinen Großvater, von welchem Stern her der Wind wehe, und tauchte die Hand ins Wasser. 'Das ist kein Fidschi - Wasser und kein Tonga - Wasser', erklärte er und nannte den Kurs, den die Boote nehmen mußten. Am nächsten Morgen tauchte am Horizont Tongatapu auf.“

Wie es kam, daß er den richtigen Kurs wußte, wollte Levin wissen. „Mein Vater hat immer gesagt, daß jeder wahre Seemann den Breitengrad anhand der Wassertemperatur bestimmen könne.“ antwortete der Enkel. An der Glaubwürdigkeit dieses Berichtes mochte Levin nicht zweifeln. Er zog die Nord - Südausdehnung des Gebietes, welches die Tonganer im 19. Jh. mit ihren Seereisen durchwanderten, und das mit 1600 km doch recht groß ist, in Betracht und stellte fest, daß der Unterschied der Wassertemperatur bei ca. 4°C liegt.

Schließlich testete Levin selbst mit seinem Katamaran Rehu Moana, benannt nach dem Maoriwort für „Meeresgisch“, die Anwendung der polynesischen Navigation. Er segelte von Europa

kommend durch die Magellan - Straße, danach Kurs nehmend auf die Osterinseln und weiter bis Neuseeland. Mit den entsprechenden Sternenkursen, die ihm Kupes, der legendäre Entdecker Neuseelands, empfohlen hatte. „Er sollte im November einen Kurs halten, der ein wenig links von der untergehenden Sonne lag“ war einer seiner Empfehlungen. Levis erreichte ohne Anwendung einer Seekarte oder anderen nautischen Instrumenten schließlich Neuseeland mit einer Abweichung von nur 26 Seemeilen. Die Navigation auf dem Sternennpfad war bewiesen.

Aber nicht immer verlaufen Beweisführungen so vorteilhaft. Als am 29 November 1992 ein Richter aus München mit einer sechsköpfigen Crew in einer 16 m langen Yacht von den Kanaren nach Barbados aufbricht, um den Atlantik zu überqueren, will er beweisen, daß man auch ohne moderne Navigationsgeräte auskommt. Bobby Schenk, Deutschlands bekanntester Yachtnavigator, hat ganz sicher eine Glanzleistung hinsichtlich der Anwendung alter europäischer Navigationsmethoden erbracht, aber hat er den Begriff „Kaveinga“ wirklich gekannt? So bescheinigt er ausdrücklich, daß es keine polynesishe Hochseeravigation gibt. Er begründet seine Einschätzung damit, daß er jahrelang in der Südsee gelebt hat. Nach seiner Darstellung benutzen die Polynesier den Kompaß nicht, etwa weil sie ihn nicht brauchen, sondern weil sie damit nicht umgehen können. Und da sie immer ihr Ziel am Horizont sehen können, kennen sie auch keine Navigation im eigentlichen Sinne. Es mag vielleicht heute in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts so sein, denn die polynische Navigation wurde durch die wissenschaftlich - technische Navigation der Europäer ersetzt. Doch die Geschichte und der astronomische Nachweis der Richtigkeit dieser Navigation vermittelt ein anderes Bild. Doch kehren wir zurück zu Dr. Levis.

„Man richtet den Kurs nach einem Stern aus, der auf dem geplanten Kurs unter - oder aufgeht, oder segelt in einem bestimmten Winkel zu ihm. Wenn dieser Stern zu hoch steigt, wählt man einen anderen der gleichen Reihe. Bis Tagesanbruch braucht man vielleicht acht oder zehn davon. Dies ist, was wir den Kaveinga nennen, den Sternennweg.“ Als Dr. Levis diese Navigationstheorie von dem tonganischen Kutterführer Kienga vernimmt, muß ihm klar geworden sein, daß eine Navigation ohne Uhr, ohne Seekarte usw. funktionieren muß. Aber Levis hört noch andere Berichte.

Der Navigator Veetutu Pahulu beschreibt die Navigation am Tage so:

„Am Tage steuert man nach dem Winkel zur Sonne. Man merkt sich die Position, an der die Sonne gerade aufgeht, am Schattenwurf des Mastes, und um zwölf Uhr mittags wird sie genau nördlich von einem stehen (Tonga liegt in der südlichen Hemisphäre). Den jeweiligen Stand der Sonne am Vor - und am Nachmittag muß man sich nach und nach einprägen, bis man irgendwann ‚eine Uhr im Kopf‘ hat. Außerdem wird man von den verschiedenen Meeresdünungen und Winden geleitet, denn sowohl Wind wie Dünung folgen unverkennbaren Mustern.“

Der Navigator Sione Feiloakitau Kaho sagt weiterhin,

„Mein Vater, der Sohn Poois, hat mir erzählt, daß sich Seefahrer die Punkte, an denen bestimmte Sterne auf - und untergingen, als eine Art Sternenuhr nach dem Muster einer Sonnenuhr merken.“

(Dem magnetischen Instrument habe sein Vater nie getraut.) „Ein Kompaß kann die falsche Richtung zeigen, die Sterne tun das nie.“

So warnte er, denn der Magnetkompaß unterliegt tatsächlich der geographischen Mißweisung, die örtlich und zeitlich verschieden groß ist und erhebliche Abweichungen vom wahren Kurs

verursachen kann. Levis navigierten nach komplizierteren Sternenkompassen, als er sich in Mikronesien aufhielt. Und schließlich bemerkt er, daß auch andere Völkerkulturen eine ähnliche Art der polynesischen Navigation kannten. So skizziert ihm der Kapitän einer indonesischen hochseegehenden Prahue ein gleiches Konzept. Auch sein Studium alter arabischer Bücher bestätigt ihm, daß die Navigation nach den Sternenpfaden in früherer Zeit weltweit üblich war. So trug Dr. David Lewis Puzzle um Puzzle zusammen. Er bereiste die australische Wüste, um von den dort lebenden Aborigines Indizien einer Sternennavigation zu erhalten. Auch die Tschuktschen in der russischen Arktis besuchte er. Das Bild rundete sich. Ihm wurde klar, wie die Inder, Araber und auch die Chinesen die Breite mit Hilfe des Polarsterns bestimmten. Hier muß man die Stellung seiner Wächter kennen, um die Abweichung des Polarsterns vom Himmelspol zu bekommen. Und selbst wenn der Polarstern in südlichen Breiten nicht sichtbar ist, so geben andere Methoden Auskunft. Das Segeln nach den Zenitsternen war ihm genauso geläufig., denn Lewis besuchte den damaligen Gouverneur von Haapai, der gleichzeitig Chef des Navigatoren - Clans der Tuita war. Er, Veehala berichtete ihm: „Du mußt den Stern beobachten, der im Zenit steht.“ Veehala nannte den Sirius, der in seiner Bahn über Tahiti und Fidschi seinen höchsten Stand erreicht. Aber selbst wenn die Sterne, die Sonne, die Dünung und die Winde so etwas wie einen Kompaßstrich vermitteln und die Zenitsterne auf den ungefähren Breitengrad hinweisen, bleibt noch das Problem der genauen Orientierung in Küstennähe. „Wie soll der Seefahrer nach einer Fahrt von 500 Seemeilen ein Atoll finden, dessen Kokospalmen sich allenfalls aus einer Entfernung von 10 Seemeilen erkennen lassen.“ Aber auch hier hatte Veehala dafür eine Antwort:

„Nur sehr wenige Pazifikinseln liegen für sich allein. Die meisten gehören zu Archipelen, die sich über hunderte von Seemeilen erstrecken, die Tonga-Gruppe beispielsweise mißt etwa 500 mal 200 Seemeilen. Siehst Du die Puko-bäume dort?“ Und er zeigte Levin ein kleines Gehölz. „Wir Tuita haben ein Sprichwort: Halte nicht nach dem einzelnen Baum Ausschau, sondern steuere den Hain an.“ So muß der Navigator auf einen Archipel zu halten und dann nach Anzeichen für Land suchen - nach Vögeln, Wolken und Dünungen, die durch diese fernen Inseln gebrochen werden. Weiter schreibt Lewis:

„Im Jahr 1898 wurde der deutsche Kapitän Winkler auf seltsame Konstruktionen aus Palmwedel-Rippenkonstruktionen aufmerksam, die mit Tauwerk zusammengebunden waren. Sie sind später als „Stab-Diagramme“, von den Einheimischen *mattang* genannt, bekannt geworden. Winkler fand heraus, daß sie nicht mit auf See hinaus genommen wurden, sondern als Anschauungsmaterial dienten. Die Diagramme demonstrierten, wie regelmäßige Meeresdünung durch in der Ferne liegendes Land gebrochen wird. Sie zeigen, wie der Passat und die westlichen Dünungen das Land umrunden, einander und die vom Strand zurückflutende Strömung kreuzen. Die niedrigen Atolle der Marshall-Inseln lassen sich aus höchstens zehn Seemeilen Entfernung erkennen, aber ein geübter Navigator kann die regelmäßige Wellenbrechung noch in 30 Seemeilen Entfernung ausmachen und deuten. Winklers klassische Studie, 1901 veröffentlicht, beruhte weitgehendst auf Informationen eines Navigators von den Marshall-Inseln namens Joachin de Brum. Stab-Diagramme fanden sich früher nur auf den Marshall-Inseln, aber ich habe gesehen, wie Mau Piailug, der letzte Navigator auf der Karolonen-Insel Satawal, der dieses Verfahren beherrschte, ein fast identisches Gerät baute, um seine Schüler zu unterrichten. Und im fernen Tikopia malte der Kanufahrer Tupuai exakt die gleichen Dünungs-Diagramme in den Sand. „Man braucht diese Wellen gar nicht zu sehen, man fühlt sie“, erklärte Rafe, ebenfalls ein Tikopianer. Das ist doch Navigation mit dem Hosenboden, dachte Lewis, aber der Navigator fuhr fort: „Als ich Tikopia mit einem gestohlenen Kanu verließ, um nach Vanikolo zu entkommen, waren die Sterne hinter Wolken verborgen. Ich wußte nicht, wie weit das nächste Land

entfernt war. Dann schlugen die Wellen gegen das Kanu und schüttelten es, als wollten sie es zurücktreiben. Das habe ich in den Eiern gespürt!“ Wir rechneten aus, daß Rafe bei seiner 115-Seemeilen-Fahrt etwa 30 Seemeilen vom nächsten Land entfernt gewesen sein muß, als er den Wellen begegnete, die von Vanikolo zurückgeworfen wurden.“

Auch weiß Dr. Lewis vom polynesischen Meisternavigator Tevake, dessen Name „Tropenvogel“ bedeutet, zu berichten. Dieser Navigator hat einen legendären Ruf. Sein Name ist von den Santa-Cruz-Inseln bis hin zur Republik Vanuatu und dem abgelegenen Tikopia in der ganzen Südsee bekannt. Dr. Lewis und sein Sohn Barry segelten mit ihm, als von Taumako zu den Koralleninseln von Santa Cruz zurück kehrten. Auch für diese Fahrt hatte Lewis auf seiner Gaffelketch „Isbjorn“ Kompaß, Uhr und Seekarte an Land zurück gelassen. Die 60 Seemeilen Passage aufs offene Meer hinaus hatten sie allein mit der Hilfe von Sternen bewältigt. Doch kurz bevor Lewis die beiden letzten Inseln hinter sich liegen ließ, zogen schwere Wolken auf. Starke Windböen ließen das Boot an der Leeseite stark in die See eintauchen. Der Wind drehte ständig und Lewis schreibt selbst, daß er jede Orientierung verlor. „Spürst Du die Welle nicht nach der wir steuern? Wenn wir sie genau achten halten, bleiben wir auf Kurs. Wir nennen sie *hoa delatai*, die Meereswooge. Man spürt sie nur etwa alle fünf Minuten, weil sie von weit her kommt.“, sprach der nackt, nur mit einem Wickelrock, der *lava lava*, bekleidet und mit weit gespreiztesten Beinen fest auf dem Vorderdeck stehende alte Meisternavigator Tevake. „Bei Gott“, so dachte Lewis, „diese Ostnordost-Dünung mußte aus der Region des Nordostpassats stammen, etwa 1000 Seemeilen nördlich von Vanikolo jenseits des Äquators und seines windstillen Kalmengürtels, den sie durchlaufen hatte.“ Als nach acht langen Stunden auf See Backbord voraus schließlich Land auftauchte, zeigte der alte Navigator schließlich auf eine zweite Insel, Fenualoa, die Steuerbord in Sicht kam. So hatte der alte Navigator einen perfekten Kurs zwischen den beiden Inseln gesteuert, die jetzt nach einer Navigation von 50 Seemeilen, ohne einen einzigen Stern gesehen zu haben, nur eine halbe Stunde auseinander lagen.

Auf einer anderen Fahrt weiß Lewis von der Erscheinung *te lapa* zu berichten. Auch hier klärte Tevake Dr. Lewis auf: „Natürlich weißt Du auch alles über *te lapa*...“, Lewis betritt diesen Begriff je gehört zu haben. „Dann sieh mal hin.“ sagte Tevake. So sah Lewis bei wolkenverhangenen Nachthimmel, sie lagen beigedreht, um auf den Tagesanbruch zu warten, denn sie wollten sich zwischen den berühmten Matema-Riffs hindurch navigieren, was Tevake mit *te lapa* bezeichnete. „Sie mal, die Unterwasserblitze“, sagte Tevake. So sah Lewis Lichtstreifen, die ca. zwei Meter unter der Wasseroberfläche, nach zwei Richtungen zuckten und die heute noch ein ozeanisches Rätsel darstellen. Man nimmt an, daß es sich hierbei um fluoreszierende Organismen handelt, die von Meeresströmungen erfaßt worden sind. Eine sichere Erklärung dafür gibt es aber heute noch nicht. Die einen, so erklärte Tevake kämen von den heiligen Vulkan Tinakula, die anderen von Ndeni. Bei Tageslicht entdeckte Lewis, daß die beiden Inseln, jede zwanzig Seemeilen entfernt, genau in der Richtung lagen, die der Navigator angedeutet hatte. „In dunklen Regennächten halten wir nach diesen Lichtern Kurs“ sagte Tevake.

Lewis forschte weiter. Auch in Mikronesien, auf den Karolinen-Inseln fand Lewis etwa fünfzig Sternenweg-Navigatoren. Hier traf er auf einen Mann namens Hipour. Er war am ganzen Körper tätowiert. Da es schon zwanzig Jahre vor Lewis' Zusammentreffen zurück lag, daß Hipour in die Geheimnisse der Navigation eingeweiht worden war, so konnte Lewis auch hier die große Kunst kennenlernen. Hipour besegelte in seiner acht Meter langen Proa immer wieder dieses Seegebiet und so

konnte sich Lewis persönlich wider einmal von der hohen Kunst der Sternenwegnavigation überzeugen. Lewis schreibt: „Eine erste Probe seines Könnens erhielt ich, als er mich in seinem Ausleger-Kanu zu dem 40 Seemeilen weiter südlich gelegenen Pulusuk mitnahm. Damit war jedoch nicht gesagt, daß er es auch schaffen würde, die „Isbjorn“ ohne Instrumente zu der 550 Seemeilen entfernten Insel Saipan zu navigieren, die zu den Marianen gehört. Seit Menschengedenken bis zum Anfang dieses Jahrhunderts hatten Kanufahrer die Verbindung unter den beiden Inselgruppen aufrechterhalten. Hipour wollte mit Hilfe der Anweisungen navigieren, die seit vielen Generationen von Mund zu Mund überliefert worden sind. Ich fragte ihn, ob er es schaffen könne. „Natürlich“, erwiderte er voll Selbstvertrauen. Auf dem geplanten Kurs lag eine einzige kleine Insel, das 500 Meter lange Pic, 100 Seemeilen vom unserem Ausgangspunkt entfernt. Diesen Abschnitt legten wir ohne Schwierigkeiten zurück. Die verbleibenden 450 Seemeilen waren nichts als Ozean.

Wir verließen Pic während eines stürmischen Passats, und Hipour erklärte seine Strategie, die über Generationen von tapferen Männern verfeinert worden war. „Wir werden zwei gegenläufige Strömungen durchqueren. Ihre Grenzen können bis zu 60 Seemeilen am Tag schwanken. Zwar läuft der Hauptstrom nach Westen, dennoch müssen wir die herrschende Strömung sorgfältig prüfen, solange noch kein Land in Sicht ist. Der direkte Kurs nach Saipan liegt ein wenig links von dem untergehenden Kleinen Bären, aber um der Westströmung entgegenzuwirken, muß ich auf den Nordstern zu halten. Wegen des starken Ostwinds werde ich auf den ersten hundert Seemeilen jedoch eine Handbreit weiter nach Osten steuern, um präzise auf Saipan zu landen.“

Vier Tage später und 450 Seemeilen weiter nördlich beobachtete ich Hipour, als er intensiv leewärts blickte und ein paar winzige Flecken anstarrte, die ich kaum als Vögel erkannte. „Tölpel“, so verkündete er. „Man sagt, daß sie sich hier höchsten 20 Seemeilen von Land entfernen. Wenn sie heute abend nach Hause fliegen, brauchen wir ihnen nur zu folgen.“ Und tatsächlich, als die Tölpel gegen 18 Uhr ihre jagt nach Fisch beendeten, flogen sie in niedriger Höhe und schnurgerade auf etwas zu, war wir jetzt als die nebelhaften Umrisse einer Insel erkennen konnten.

Die Rückfahrt zu Hipours Heimatinsel Puluwat verlief ohne Zwischenfälle, und auch diesmal wurde die Landkennung durch einen „Schirm“ von Vögeln, reflektierte Welle und 60 Meter Korallenriffe vermittelt.

Ich bemerkte mit Freude an, daß Hipours bravouröse Leistung zu einer Wiederbelebung dieser Art des Segelns geführt hat. Ein halbes Dutzend Navigatoren auf Puluwat und dem benachbarten Satawal, darunter auch Mau Pailug, sind seitdem in eigenen Kanus nach Saipan und wieder zurück gesegelt. Die Traditionen leben weiter.“

Die wichtigsten Forschungsergebnisse Lewis' lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1.) Tonganische Navigatoren bestimmten den ungefähren Ort auf See mittels der Wassertemperatur und tatsächlich beträgt der mittlere Temperaturunterschied des Wasser zwischen dem Norden und dem ca. 1600 km entlegenem Süden des im 19. Jahrhunderts durch die Tonganer befahrenen Seegebietes 4°C.
- 2.) Die polynesischen Seefahrer prägten sich die Punkte, an denen bestimmte Sterne auf- und untergingen, als eine Art Sternenuhr nach dem Muster einer Sonnenuhr ein. Dem Magnetkompaß traute man nicht, denn so ein Kompaß kann die falsche Richtung zeigen, die Sterne tun das nie (magnetische Mißweisung).

3.) Man richtet den Kurs nach einem Stern aus, der auf dem geplanten Kurs auf- oder untergeht oder segelt in einem bestimmten Winkel zu ihm. Wenn dieser Stern zu hoch steigt, wählt man einen anderen der gleichen Reihe. Bis Tagesanbruch braucht man vielleicht acht oder zehn davon. Dies ist, was man Kaveinga nennt, den Sternenweg.

4.) Am Tag steuert man nach dem Winkel der Sonne. Man merkt sich am Schattenwurf des Mastes die Position, an der die Sonne gerade aufgeht, und um 12.00 Uhr mittags wird sie natürlich genau nördlich von einem stehen (Tonga liegt auf der südlichen Erdhalbkugel). Den jeweiligen Stand am Vor- und am Nachmittag muß man sich nach und nach einprägen, bis man irgendwann eine Uhr im Kopf hat. Außerdem wird man von den verschiedenen Meeresdünungen und Winden geleitet, denn sowohl Wind wie Dünung folgen unverkennbaren Mustern.

5.) So steuerte man auch bei wolkenverhangenen Nachthimmel nach Lichtstreifen, *-le tapa* oder auch *uloa e tahi* (Ruhm der Meere) genannt- die ca. zwei Meter unter der Wasseroberfläche, nach zwei Richtungen zuckten und die heute noch ein ozeanisches Rätsel darstellen. Man nimmt an, daß es sich hierbei um fluoreszierende Organismen handelt, die von Meeresströmungen erfaßt worden sind. Eine sichere Erklärung dafür gibt es aber heute immer noch nicht.

Lewis fand auch in Mikronesien, u. a. auf den Karolinen-Inseln etwa fünfzig Sternenweg-Navigatoren.

Als Dr. D. Lewis selbst mit seinem Katamaran *Rehu Moana*, benannt nach dem Maoriwort für „Meeresgischt“ die Anwendung der polynesischen Navigation testete, segelte er im Jahre 1965, von Europa kommend durch die Magellan-Straße, danach Kurs nehmend auf die Osterinseln und weiter bis Neuseeland. Mit den entsprechenden Sternenkursen, erreichte er ohne Anwendung einer Seekarte oder anderen nautischen Instrumente schließlich Neuseeland mit einer Abweichung von nur 26 Seemeilen.

Vor diesem geschichtlichen Hintergrund wollen wir nun das Verfahren betrachten, wonach es schließlich möglich wird, die polynesischen astronomische Navigation ohne Anwendung von Messungen, ohne Anwendung von Seekarte und Kompaß zu vollziehen.

Im eigentlichen Sinne gestaltet sich die europäische astronomische Orientierung als sehr einfach, wenn wir ein wenig Verständnis für die Beschaffenheit einer Kugeloberfläche aufbringen und diese als unsere Erdkugel ansehen.

Unsere Erdkugeloberfläche ist bekannter Weise in geographische Koordinaten eingeteilt. Diese Koordinaten Länge und Breite gestatten einen Ort exakt auf der Erdkugel festzulegen.

Die Bezugslinien, auf die man die Lage dieses Ortes bezieht sind der *Äquator* (lat. *Gleicher*), der die Erdkugel in eine nördliche und eine südliche Hälfte teilt, und der *Nullmeridian* (lat. *circulus meridianus*, Mittagskreis), der durch die alte englische Sternwarte Greenwich verläuft. Auf diesen beiden Bezugskreisen baut sich das geographische Koordinatensystem auf.. Die Breitenkreise verlaufen als Kleinkreise parallel zum Äquator (00°) und nehmen um den Kosinus der Breite zu den Polen hin ab, so daß sie an den Polen (90°) als Punkt erscheinen. Zum Nordpol hin spricht von nördlichen (+) Breiten (φN). und zum Südpol hin von südlichen (-) Breiten (φS). Die Meridiane oder Mittagskreise verbinden die Erdpole und stehen senkrecht auf den Äquator. Diese als Länge bezeichneten Großkreise zählen von 000° (Greenwicher Meridian) bis 180° Ost (E) (engl. East) und bis 180° (W). Der 180° Meridian wird gleichzeitig auch als Datumsgrenze bezeichnet. In der Astronomie werden die westlichen Längen mit einem positiven (+) und die östlichen Längen mit einem negativen (-) Vorzeichen versehen. Der Grund liegt in der Verknüpfung der geographischen Länge mit unsrem

Zeitsystem, welches 360° oder 24 Stunden zählt. Infolge der Erdrotation errechnet sich eine 360° Erddrehung zu 24 Std. Somit kann die geographische Länge auch im Zeitmaß angegeben werden. Geographische Koordinaten (lat. Zugeordnete) sind somit immer ein Längen- und ein Breitengrad. Das Grad in der 360° Einteilung ist als einzige Angabe von Koordinaten jedoch zu ungenau. Hier besteht die Teilung des Grades zu $1^\circ = 60'$ (nautische Minuten); $1' = 60''$ (nautische Sekunden) bzw. $1''$ zu $60'''$ (Meridianertien), wobei $1'$ auch einer (nautischen) Seemeile (1852 m) entspricht. Somit kann man jeden Ort der Erde einer genauen Koordinate zuordnen.

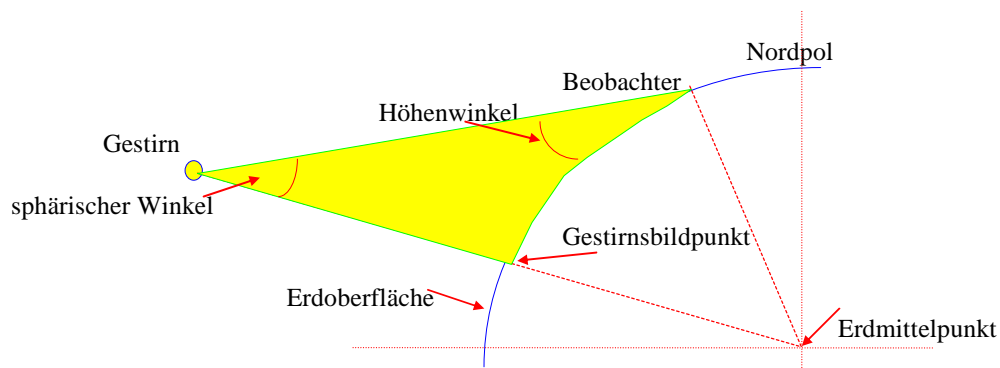
Machen wir nun die Himmelskugel mit ihren scheinbar daran befestigten Sternen so klein, daß sie genau die Größe der Erdkugel hat, und nehmen wir weiter an, daß die Sterne nicht größer sind, wie wir sie am Himmel sehen, so wird jeder Stern zu einer gleichen Zeit eine geographische Koordinate auf der Erde einnehmen können. Da sich die Abstände der Fixsterne (Planeten, Sonne und Mond einmal vorerst ausgenommen) unter einander nicht ändert, wenn wir eine kurze von vielleicht 100 Jahren annehmen. so nimmt jeder Stern im gleichen Abstand zu seinem Nachbarstern eine Bildposition auf der Erdkugel ein.

Die erdgleichgroße Himmelskugel sei fest mit dem Universum verbunden und die Erde dreht sich unter dieser hinweg, so könnten wir sehen, wie die Sterne ihre Linien in der Erdoberfläche eingravieren, wenn die Erde ihre tägliche Rotationsbewegung um sich selbst macht. Die Fixsterne würden immer die gleichen Linien auf der Erde zeichnen. Diese Linien liegen genau parallel zu den oben erwähnten Breitenkreisen. Das heißt die Sternenlinien haben immer die gleiche Breite, wenn wir von sehr geringfügigen Änderungen einmal absehen. Gleichzeitig jedoch kreuzen sie laufend die Längengrade, die ja senkrecht auf den Breitenkreisen stehen. Halten wir nun die Erdbewegung an, so sehen wir wie die verschiedenen Sterne auch auf verschiedenen Positionen der Erde stehen oder anders gesagt: Stern *a* wird immer über die Insel *A* stehen, wenn Stern *b* über der Insel *B* steht. So ist das Verhältnis der Entfernungen zwischen Stern *a* zu Stern *b* oder zu Stern *c* oder zu Stern *d* usw. immer gleich, wie die Entfernungen der Inseln oder geographischen Positionen zu einander auch gleich sind. Das bedeutet: stehen der Stern *a* über die Insel *A* und der Stern *b* über die Insel *B*, so ist die Entfernung zwischen den Inseln auch gleich der Sterndistanzen zwischen den Sternen *a* und *b*. Die Richtung zwischen Insel *A* und Insel *B* ist die gleiche die auch die Sterne *a* und *b* zueinander haben.

Man muß jetzt nur wissen, welche Sterne über welche Inseln ziehen. In Betracht kommen natürlich die hellsten Sterne unter den Sternbildern, aber hier sind es schon ca. 300 Sterne, die ein Sternennavigator kennen muß, will er sein Boot nach den Sternen steuern.

Mißt ein Navigator den Winkel zwischen der Horizontlinie und einem Stern, so erhält er die Höhe dieses Gestirns über dem Horizont in Grad, Bogenminuten und Bogensekunden. Da der Erdumfang mit 40 000 km als bekannt vermessen ist und die Bogenminute der 60. Teil eines Grades ist, ist die Länge einer Bogenminute mit 1852 Meter errechnet, das sind $\frac{40000\text{km} \cdot 360^\circ}{60'} = 1852\text{m}$.

Die Höhe eines Gestirns über dem Horizont ist auch immer gleich dem sphärischen Abstand eines Gestirnsbildpunktes auf der Erdoberfläche von der geographischen Position des Beobachters, wenn die gemessene Höhe zu 90° ergänzt und in Seemeilen ($1 \text{ sm} = 1852 \text{ km}$) umgerechnet wird. Dies mag folgendes Bild verdeutlichen.



Als Zenitbildpunkt wird die Position der Erdoberfläche bezeichnet, an der ein Gestirn genau senkrecht darüber steht. Beobachtet ein Beobachter ein Gestirn genau über sich, so steht dieses Gestirn in Zenit des Beobachters. Der Höhenwinkel wäre 90° und die sphärische Distanz wäre 0° . Steht ein Gestirn genau in der Horizontlinie, das heißt es geht gerade auf oder unter, so wäre seine Höhe 0° und sein sphärischer Abstand 90° , das sind 5400 Bogenminuten und somit 10.000 km. In einem Abstand von 10.000 km also steht das Gestirn, wenn ein Beobachter es im Auf- oder Untergange sieht, auch wieder genau senkrecht über seinen eigenen Gestirnsbildpunkt. Wenn dieser Gestirnsbildpunkt sich mit einer Insel deckt, so weiß der Navigator, das Stern x jetzt über der Insel X steht, wenn er diese Beobachtung vielleicht von seiner Heimatinsel aus macht. Gleichzeitig sieht der Navigator den Stern y nämlich über seine Heimatinsel Y im Zenit des Beobachtungsortes stehen. Diese Gestirnskonstellation kann er nur einmal am Tag machen. Da sich der Sternenhimmel dreht, werden eventuell andere Sterne an die Stelle des Sternes x treten. Das ist das Grundprinzip, mit der sich die Polynesier an der sich drehenden Himmelskugel entlang navigierten. Sie kannten somit immer die Leitsterne, die einander ablösten und nach denen sie sich richten konnten.

Die astronomische Navigation basiert auf dem Prinzip, daß der Sternenhimmel, einschließlich der Himmelskörper Sonne, Mond und Planeten

- 1.) zur gleichen Zeit auf verschiedenen Positionen der Erdkugel anders erscheint;
- 2.) zur verschiedenen Zeit auf gleichen Positionen der Erdkugel anders erscheint;
- 3.) zur verschiedenen Zeit auf verschiedenen Positionen anders erscheint.

Für die Seefahrt und für die damit verbundene astronomische Navigation trifft in der Regel für die europäischen Berechnungsmethoden der dritte Zustand zu. Während das Schiff in einer Zeitspanne (Δt) laufend seine Position wechselt, wechseln auch die Gestirne bezogen auf das geographische Koordinatensystem laufend ihren Bildpunkt auf der Erdoberfläche.

Wenn als Zeitpunkt die abgelesene Uhrzeit der Gestirnsbeobachtung gilt, so hat die astronomische Navigation den dritten Zustand zum ersten Zustand reduziert, indem zu einem festen Beobachtungszeitpunkt die Gestirnsbildpunktkoordinaten, praktisch Länge und Breite (in der Astronomie als Stundenwinkel und Deklination bezeichnet) mit Hilfe eines astronomischen Tafelwerkes (für die praktische Seefahrt, das Nautische Jahrbuch) festgestellt werden. Nebenbei wird unbewußt die vierte Dimension (Zeit) der philosophischen Rauminterpretation auf eine annehmbare dritte Dimension reduziert, denn der Sternenhimmel wird zu einem ausgewählten Zeitpunkt wie im Stillstand betrachtet. Die europäische astronomische Navigation ist eigentlich eine Betrachtung der Stillstände zwischen zwei festgelegten Zeitspannen.

Wenn die Gestirnspositionen im Zeitstillstand als geographische Bildpunktpositionen auf der als Kugel definierten Erde aufgefaßt werden, so kommt ein sphärisches kartesisches Koordinatensystem

mit den Funktionen x und y zur Anwendung. In Ableitung dieser Funktion sind nun mathematische Beziehungen zur Berechnung der Seiten und Winkel in einem sphärischen Dreieck entwickelt worden. Als Punkte dieses sphärischen Dreiecks gelten der Beobachtungsort des Navigators, der Süd - oder Nordpol der Erdkugel und der Gestirnsbildpunkt des beobachteten Gestirns.

Die Anwendung von mathematisch -sphärischen Beziehungen macht es dann möglich, im Stillstand der Zeit dieses als astronomisch-nautisches Grunddreieck bezeichnetes Dreieck auszuwerten., wenn entsprechende Eingangsargumente wie die Uhrzeit, die Gestirnskoordinaten aus der astronomischen Tafel, ein angenommener Standort des Beobachters usw. vorhanden sind. Als Ergebnis der Auswertung wird man den Richtungswinkel (als Azimut bezeichnet) und die Gestirnshöhe erhalten. Diese Werte werden dann mit den Meßwerten verglichen und man kennt letztlich seinen genauen Standort, wenn mindesten zwei Gestirnsbeobachtungen auf diese Art berechnet werden.

Mit Hilfe der verschiedensten Berechnungen der Seiten und Winkel dieses astronomischen Grunddreiecks wird es möglich, die Aufgaben der astronomischen Navigation zu bewältigen, diese Methoden haben sich in der europäischen astronomischen Navigation durchgesetzt und wir wollen uns gestatten, diese kurz vorzustellen, um dem Leser den Vergleich mit der polynesischen astronomischen Navigation zu ermöglichen.

Die erste und wichtigste Methodes stellt sich in der Bestimmung von astronomischen Standlinien nach der Höhenmethode vor. Dabei wird der Umstand ausgenutzt, daß zu einer Zeit (Δt) alle Beobachter einen gleichen sphärischen Abstand von einem Gestirnsbildpunkt haben, wenn sie die gleiche Höhe messen. Für einen ausgewählten und in seinen geographischen Koordinaten bekannten Standort wird die Höhe und das Azimut vorausberechnet. Durch Einmessen der Gestirnshöhe gelingt es die Abweichung der Standlinie des Beobachtungsortes vom angenommenen Ort zu berechnen.

Eine zweite Methode ist die Bestimmung der geographischen Breite und geographischen Länge des Beobachtungsortes durch Beobachtung eines Gestirns im Meridian, d. h. während seiner Kulmination.

Bei der Kulmination des Gestirns (das Gestirn hat hier seinen höchsten oder niedrigsten Stand während eines Tages an der Himmelskugel erreicht) fällt das schon erwähnte astronomische Dreieck als eine Linie zusammen. Wenn der Deklinationswert des Gestirns bekannt ist, kann die geographische Breite des Beobachtungsortes algebraisch bestimmt werden. Die geographische Länge wird durch Zeitvergleich zwischen der Ortszeit an Bord und der mittels einem Chronometer mitgeführten Weltzeit gewonnen. Die in Stunden, Minuten und Sekunden gemessene Zeitdifferenz zwischen der Ortszeit t_1 an einem Beobachtungsort und der vom Ort des durchlaufenden Nullmeridians (Weltzeit) mitgeführten Zeit t_0 läßt sich in die nach Grad zu messende Längendifferenz umsetzen:

Ist das Ergebnis positiv, liegt der Beobachtungsort östlich des Nullmeridian, andernfalls ist die Lagebeziehung umgekehrt.

Immer wieder angewandt wird auch die Methode der Bestimmung der geographischen Breite nach dem Nordstern (Polaris) bzw. nach einem Zirkumpolarstern.

Da der Nordstern nahe beim Himmelsnordpol steht, läßt sich auf einfache Art die geographische Breite berechnen. Es wird dabei angenommen, daß der Nordstern genau im Pol steht. Berichtigungstabellen geben Auskunft über die tägliche und stündliche Abweichung des Sternes von der wirklichen Polposition, so daß mit einer entsprechenden Beschickung die gemessene Höhe zur beobachteten Breite direkt nach der Beziehung $90^\circ - \text{Nordsternhöhe} = \text{geographische Breite}$ umgerechnet werden kann. Wird die geographische Breite nach einem Zirkumpolarstern bestimmt, so wird der Höhenwinkel h_1 und h_2 bei zwei Meridiandurchgängen (Kulminationen), die knapp 12 Stunden hintereinander liegen, gemessen. Es gilt die Beziehung: $\text{Höhe}_{\text{Stern 1}} + \text{Höhe}_{\text{Stern 2}} + \pi - 2\varphi = \pi$, daraus folgt die geographische

Breite: = $\frac{1}{2}$ (Höhe₁ + Höhe₂). Dieses Meßverfahren kann vornehmlich zur Bestimmung der Abplattung der Erde angewandt werden.

Will der Seefahrer die Richtigkeit der Anzeige seines Kompasses kontrollieren, so wird er auch hier auf die Sterne zurückgreifen können. Hier wird das berechnete Azimut eines Gestirns (die berechnete Gestirnsrichtung also) mit der Kompaßpeilung verglichen. Besonders schnell erfolgt die Berechnung des Azimuts wenn das Gestirn im wahren Auf- oder Untergang steht, da dann der Höhenwinkel des Gestirns gleich Null ist. Aber auch die Berechnung von Auf-, Untergangszeiten und Kulminationszeiten von Gestirnen ist natürlich möglich. Dabei wird halbe Tagbogen des Gestirns (von Aufgang bis Mittag bzw. von Mittag bis Untergang) berechnet. Unter Beachtung der Herausrechnung der Kulminationszeiten der Gestirne aus dem astronomischen bzw. nautischen Jahrbuch erfolgt dann das Berechnen der Auf- und Untergangszeiten von Gestirnen.

Auch Zeitkontrollen kann der Navigator durchführen. Eine Zeitkontrolle des Schiffschronometers kann nach der Methode der Mondstrecken erfolgen. Dabei wird der Winkelabstand zwischen dem schnell an den Fixsternen vorbeiziehenden Mond und einem auf der Mondbahn liegenden Fixstern gemessen. Durch Berechnung des Sollwinkelabstandes und der Mondhöhe gelingt das Herausrechnen der Uhrzeit. Angemerkt werden muß noch, daß diese Art der astronomischen Navigation nie ohne die Sichtbarkeit der Horizontlinie auskommt. Dies grenzt natürlich die Möglichkeiten während der Nacht, bei der der Horizont unsichtbar bleibt, stark ein. So kann der europäische Steuermann nur am Tag nach Sonne, bei Nacht, wenn der Mond die Horizontlinie beleuchtet oder während der Dämmerungsphasen, in der Fixsterne und Planeten und die Horizontlinie gleichzeitig sichtbar sind, einen Standort beobachten. Wir werden in der polynesischen Navigation sehen, daß die Sichtbarkeit des Horizontes hier keine Rolle spielt. So kann der Polynesier die ganze Nacht hindurch astronomisch navigieren.

So ist es ein weites Feld, wenn es um die Positionsastronomie geht und es brauchte in Europa gleich der Mathematik und Physik ca. 600 Jahre, bis diese so anwendbar wurde, wie wir sie heute vorfinden.

Wenn wir uns nun der polynesischen Navigation zu wenden, so wird dem Leser klar, welche großartige Leistung diese „Steinzeitmenschen“ erbracht haben, um ihre die Hochseeorientierung zu bewältigen. Die polynesische Navigation auf dem Sternpfad geschieht mit den gleichen Sternen, wie auch die Europäer sie benutzen. Wie sollte es auch anders sein?

Als Leitsterne dienen ihnen folgende Sterne :

Nummer im NJ	Stern (Name)	aus dem Sternbild	Stundenwinkel	Deklination
01	Sirrah	Andromeda	358°08,1'	28°59,5'N
02	Algenib	Pegasus	356°44,8'	15°09,6'N
04	Schedir	Cassiopeia	349°55,9'	56°30,8'N
05	Deneb Kaitos	Walfisch	349°09,5'	18°00,6'S
07	Mirach	Andromeda	342°49,0'	35°31,6'N
08	Achernar	Eridanus	335°36,9'	57°15,6'S
09	Polaris	Kleiner Bär	323°06,2'	89°14,6'N
10	Alamak	Andromeda	329°18,0'	42°14,7'N
11	Hamel	Widder	328°27,5'	23°22,7'N
12	Menkar	Walfisch	314°39,8'	04°01,2'N
13	Algol	Perseus	313°14,9'	40°53,3'N
14	Algenib	Perseus	309°14,3'	49°47,9'N
15	Alkyone	Stier	303°23,7'	24°03,0'N

16	Aldebraran	Stier	291°16,6'	16°28,4'N
17	Rigel	Orion	281°34,8'	08°13,3'S
18	Capella	Fuhrmann	281°09,4'	45°58,8'N
19	Bellatrix	Orion	278°57,4'	06°20,0'N
24	Beteigeuze	Orion	271°26,9'	07°24,2'N
27	Canopus	Kiel des Schiffes	264°02,1'	52°41,7'S
29	Sirius	Großer Hund	258°45,6'	16°42,7'S
32	Castor	Zwillinge	246°38,1'	31°55,7'N
33	Procyon	Kleiner Hund	245°24,5'	05°16,2'N
34	Pollux	Zwillinge	243°44,2'	28°04,1'N
38	Alphard	weibl. Wasserschlang	218°09,4'	08°38,5'S
39	Regulus	Löwe	207°57,9'	11°59,3'N
41	Dubhe	Großer Bär	194°08,3'	61°46,4'N
42	Denebola	Löwe	182°47,4'	14°35,8'N
46	Alioth	Großer Bär	166°32,6'	55°59,0'N
47	Vindemiatrix	Jungfrau	164°30,6'	10°59,0'N
48	Mizar	Großer Bär	159°03,9'	54°56,9'N
49	Spica	Jungfrau	158°45,5'	11°08,3'S
50	Benetnasch	Großer Bär	153°17,5'	49°24,1'N
53	Arcturus	Bärenhüter	146°08,1'	19°12,4'N
55	Mirak	Bärenhüter	138°48,1'	27°05,6'N
56	Zubenelgenubi	Waage	137°20,4'	16°01,3'S
57	Kochab	Kleiner Bär	137°19,6'	74°10,5'N
58	Zubeneschemali	Waage	130°48,4'	09°21,9'S
59	Gemma	Nördliche Krone	126°22,3'	26°43,9'N
60	Unuk ELhaia	Schlange	123°59,2'	06°26,5'N
61	Antares	Scopion	112°42,8'	26°25,5'S
65	Ras Alhague	Schlangenträger	096°19,0'	12°33,9'N
67	Eltanin	Drache	090°52,4'	51°29,5'N
69	Wega	Leier	080°48,1'	38°46,9'N
70	Nunki	Sagittari	076° 15,1'	26° 18,0' S
71	Atair	Adler	062°21,4'	08°51,5'N
73	Deneb	Schwan	049°40,6'	45°16,0'N
74	Alderamin	Cepheus	040°22,7'	62°34,1'N
75	Enif	Pegasus	034°00,4'	09°51,4'N
78	Formalhaut	Südlicher Fisch	015°38,9'	29°38,7'S
79	Scheat	Pegasus	014°16,4'	27°59,2'N
80	Markab	Pegasus	013°51,8'	15°10,9'N

Der polynesischer Sternennavigator kannte nun weder den Kompaß, noch die Seekarte, noch den Sextant zur Höhenwinkelbestimmung der Gestirns Höhen.

Statt dem astronomischen Jahrbuch, indem der heutige Nautiker alle scheinbaren Gestirnsorte am Firmament findet, hatte der polynesischer Sternennavigator nur seinen Erfahrungsschatz, der von Generation zu Generation weitergetragen wurde. Der heutige Navigator besitzt natürlich diesen Erfahrungsschatz nicht mehr. Er muß mit Hilfe der Mathematik sich den augenblicklichen Erkenntnisstand errechnen. Will der europäische Nautiker eine Navigation ohne nautische Geräte durchführen, so kann dieses nur in Anwendung des Nautischen Jahrbuchs erfolgen, denn das Bekannt sein der Gestirnspositionen am nächtlichen Himmel ist Grundvoraussetzung für die Durchführung der Navigation ohne Hilfe nautischer Geräte.

Grundlage dieser Navigation ist das Fahren nach Sternenazimuten (Gestirnsrichtungen), wodurch die Benutzung der Horizontlinie entfällt. Der Nautiker muß nun wissen, welche Sterne er auf seiner Kurslinie (Kurs gleich Richtung) von A nach B ansteuern muß.

Da der moderne Nautiker keinen Erfahrungsschatz in dieser Hinsicht besitzt, muß er sich vorher diese Sterne errechnen. Bei der polynesischen Art der Navigation wird weiter der Umstand ausgenutzt, daß zu verschiedenen Zeiten auf verschiedenen Positionen der Sternenhimmel anders erscheint, d. h. die laufende Bewegung der Gestirne wird bewußt beachtet. Je mehr Sterne als Leitsterne betrachtet werden, d. h. je mehr Rechenvorgänge der europäische Navigator zur Gewinnung der entsprechenden Sternenazimute durchführt, desto genauer wird die Durchführung der Navigation selbst sein, da die durchgeführten Rechnungen nur die Stillstände zwischen zwei oder mehreren Zeitspannen der Sternbewegungen betrachten. Je mehr Stillstände berechnet werden, desto mehr erfolgt die Annäherung an die tatsächliche Bewegung. Obwohl keine Positionsbestimmung zur Kontrolle des Schiffsweges erfolgt kann, ist die Methode dennoch gut für die hohe See geeignet.

Somit vollzieht sich die polynesischen Sternennavigation, die ohne den Bezug Horizont auskommt, nur mit Hilfe der Sternenazimute, der Gestirnsbildpunkte und den unterschiedlichen Richtungen und Distanzen, die verschiedenen Sterne zueinander einnehmen. Der Umstand, daß Sterndistanzen zueinander, wie auch die Deklinationswerte (Breite der Gestirnsbahn auf der Erdkugel) über lange Zeit unverändert sind, spielt dabei die entscheidende Rolle, denn davon hängt die periodische Wiederkehr der Sternbilder über bestimmte Orte bzw. Positionen der Erde ab. Es handelt sich sozusagen um eine Navigation an der drehenden Himmelskugel entlang. Die polynesischen Navigation wendet dabei folgende Verfahren an:

- 1.) Die Kursausrichtung erfolgt nach dem für den Ziel- oder Bestimmungsort geltenden Zenitstern, der über dem Bestimmungsort von Ost nach West zieht. (Alle Sterne ziehen während ihres täglichen Laufes an der Himmelskugel von Ost nach West.)
- 2.) Die Kursausrichtung erfolgt nach einem Leitstern, der die geplante Großkreisbahn d. h. die Kursrichtung des Bootes auf der Erdkugel schneidet bzw. auf dem Großkreis, d. h. in der Kursrichtung auf- oder untergeht.
- 3.) Die Kursausrichtung erfolgt nach dem geschätzten Winkel, in dem ein Stern oder mehrere Sterne zum geplanten Großkreis stehen und dieses während sie kulminieren bzw. auf- oder untergehen.
- 4.) Auch erfolgt die Kursauswahl nach der Richtung, die zwei ausgewählte Sterne untereinander verbindet. Diese Richtung ist die unveränderte Sterndistanz zweier Sterne, parallel zum Großkreis oder in einem Winkel zum Großkreis, wobei ein dritter Stern über dem Großkreis zieht.
- 5.) Und schließlich erfolgt die Kursausrichtung nach Gestirnen, die erstmals über den Horizont kommen bzw. nicht mehr über den Horizont kommen können und letztmalig sichtbar sind.

Bei dieser Art der Navigation ist zu unterscheiden zwischen Zirkumpolarsternen (das sind Sterne die niemals untergehen) und Sterne, die täglich auf- und unter gehen. Auch ist die Kenntnis von Bedeutung, wie der Großkreis, die Kursrichtung also zu den Breitenparallelen, den Sternbahnen steht, d. h. wie die Bootsrichtung zum Sternenweg am Himmel steht und in welchen Teil der auf die Erdoberfläche projizierten Himmelskugel sich der Standort des Bootes befindet. So teilt der polynesischen Sternennavigator abhängig vom Beobachtungsort den Himmel in drei Teile, in einen nördlichen, einen mittleren und einen südlichen Teil. Diese Teilung ermöglicht die Zuordnung der Gestirne, wobei es von Bedeutung ist, ob das Boot zum Beispiel in einem dieser benannten Teile verbleibt oder von einem Teil der Himmelskugel in einen anderen überwechselt. So bedeuten Nord-Südkurse, ein navigieren vorwiegend nach Kulminationssternen, Ost-Westkurse bedeuten dagegen von einem Stern begleitet zu werden. Zwischenkurse bedeuten gleichzeitig nach Kulminationssternen und

nach Begleitsternen navigieren zu müssen. Da das letzte genannte Verfahren auch vom Rechenaufwand das schwierigste und komplizierteste Verfahren darstellt, wollen wir es an dieser Stelle etwas erläutern. So wollen wir an Hand einer Atlantiküberquerung diese Art der Navigation vorstellen und beweisen.

Wir stehen mit unserem Boot am 12. August 1995 um 21. 00 Uhr (Weltzeit) im Ausgang des englischen Kanals. Die Fahrt soll mit Südwestkurs nach Puerto Rico gehen. Nach folgenden Methoden wird nun die polynesisische Navigation nachvollzogen, dabei mag der Leser verzeihen, wenn wegen der Kompliziertheit auf die Darstellung der langwierigen Rechenvorgänge verzichtet werden muß, da dies den Rahmen dieser allgemein gehaltenen Ausführungen sprengen würde.

1.) Großkreisberechnung zwischen Abfahrts- und Bestimmungsort

Zuerst führen wir die Großkreisberechnung durch, die sich zwischen der Startposition (Abfahrtsort) und der Endposition (Bestimmungsort) ergibt. Dadurch ermitteln wir die sphärische Distanz und den Anfangs- und Endkurs nach Puerto Rico.

Startposition:	$\varphi_A = 49^\circ 35' \text{ W}$	$\lambda_A = 05^\circ 00' \text{ W}$	
Endposition:	$\varphi_B = 19^\circ 00' \text{ W}$	$\lambda_B = 65^\circ 00' \text{ W}$	
Anfangskurs:	$= 259,7^\circ$	Endkurs	$= 222,4^\circ$ Distanz = 3379,92 Seemeilen.

Der Anfangs- bzw. Endkurs sowie die sphärische Distanz wird mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie und dessen mathematischen Formeln, die der Berechnung der Seiten und Winkel des astronomischen Grunddreiecks dienen, ermittelt.

Diese Distanz in Höhe umgerechnet ergibt gleichzeitig eine Höhe von $33^\circ 40' 05''$, d. h. ein im Zenit stehender Stern über Puerto Rico wird im Ausgang des englischen Kanals (Startposition) $33^\circ 40' 05''$ Höhe über dem Horizont besitzen.

2.) Feststellen der Zenitsterne, die über den Bestimmungsort ziehen

Entsprechend der geographischen Breite des Bestimmungsortes werden die Gestirne gesucht, dessen Deklination (δ) annähernd gleich der geographischen Breite des Bestimmungsortes ist. Der gefundene Stern zieht dann von Ost nach West über den Bestimmungsort. Der Stern *Arcturus*, aus dem Sternbild Bootes (Bärenhüter) erfüllt genau diese Bedingung. Er besitzt eine Deklination (δ) von $19^\circ 13,2' \text{ N}$ und zieht somit $13,2 \text{ sm}$ nördlich an Puerto Rico vorbei. Sein Sternwinkel (β) beträgt $146^\circ 09,9'$. Wenn er über Puerto Rico kulminiert, wird er von der Startposition aus in einer Höhe von $33^\circ 49' 50''$ und mit einem Azimut von $259,9^\circ$ zu beobachten sein. Das entspricht genau dem Kurs, der gesteuert werden muß. Gleichzeitig kann errechnet werden, daß der Stern *Mirak*, ebenfalls aus dem Sternbild Bootes ebenfalls in Kursrichtung 10° unterhalb von *Arcturus* zu beobachten ist. Um den Zeitpunkt zu finden, wann *Arcturus* über Puerto Rico kulminiert, müssen Kontrollsterne verwendet werden, die über der eigenen Position beobachtet werden. Die Größe der Deklination dieser Kontrollsterne wird durch die geographischen Breite des Standortes bestimmt, wobei der Sternwinkel dieser Kontrollsterne um den Längenunterschied zwischen Standort und Bestimmungsort kleiner sein muß, als der des Zenitsternes. Wenn der Stern *Eltanin*, Sternbild Draco (Drachen) sich auf der Position zwischen dem Zenitpunkt des Abfahrtsortes und dem Stern *Polaris*, Sternbild Ursa Minor (Kleiner Bär) - genau in Nordrichtung also - befindet, er durchwandert dabei gerade seine obere Kulmination, ist der Zeitpunkt gesetzt, *Arcturus* anzusteuern. Denn *Arcturus* kulminiert dann gerade über Puerto Rico. Rechnet man den

Kulminationszeitpunkt aus dem Nautischen Jahrbuch heraus, kann festgestellt werden, daß *Arcturus* am 12. August 1995 genau um 21-11-57 Uhr (Weltzeit) über Puerto Rico kulminiert und dabei auf dem Großkreis steht. Der Stern *Eltanin* hat zu diesem Zeitpunkt eine Höhe von $86^{\circ} 26' 38''$ und steht in einer Richtung am Kompaß von $304,2^{\circ}$, genau kulminiert Eltanin um 20-53-06 Uhr (Weltzeit).

So kann die Reise nach Puerto Rico also beginnen. Eltanin hat seine Kulmination gerade durchwandert und *Arcturus* und *Mirak* stehen genau auf dem Großkreis. Wir segeln und steuern *Arcturus* und *Mirak* nun geradewegs voraus an. Da sich die Himmelskugel dreht, ist die Frage: Wie lange können diese beiden Sterne mit hinreichender Genauigkeit angesteuert werden?

3.) Auffinden weiterer Leitsterne für die Nacht

Steuern wir den Sternen *Arcturus* und *Mirak* stundenlang hinterher, werden wir unsere Großkreisbahn sehr bald verlassen, denn diese Leitsterne schneiden den Großkreis und laufen nicht auf ihn mit.

Um nach weiteren Leitsternen zu fahren, dürfen diese nicht sehr hoch stehen und müssen gut sichtbar sein, denn es ist ein besseres Steuern, wenn die Sterne flach stehen. Stehen sie allerdings sehr flach, sind sie aufgrund der terrestrischen Strahlenbrechung am Horizont nicht mehr sichtbar, deshalb eignen sich am besten Gestirnhöhen zwischen 10° und 40° . Da alle Gestirne einen Gestirnsbildpunkt auf der Erdkugel annehmen, ist die Entfernung des Gestirnsbildpunktes vom Standort des Bootes ebenfalls von entscheidender Frage. Denn je weiter ein Gestirnsbildpunkt vom Beobachtungsort entfernt liegt, je geringer ist die Differenz seiner Azimutänderung in einer Zeitspanne. Die Geschwindigkeit eines Bahnpunktes auf der Erdoberfläche ist mit $15^{\circ} 02'$ bestimmt, es ist die Rotationsgeschwindigkeit der Erde in einer Stunde und im Gradmaß ausgedrückt. Das sind 902 sm/h oder 1671 km/h auf dem Äquator bzw. auf dem Deklinationparallel von 45° nur der Kosinuswert von 902 sm/h (637,8 sm/h oder 1181 km/h). Es ist in dieser Rotationsbewegung der Erde der Grund zu finden, warum der polynesischer Navigator den Himmel in drei Teile teilt und diesen Himmelsteilen die wichtigsten Sterne und Sternbilder zuordnet. Denn aufgrund dieser Tatsache überholt in einer Zeitspanne ein Stern den anderen Stern in seinem Lauf (gleich zwei Punkten auf einer Fahrradspeiche, dessen Rad sich gleich schnell dreht). Um genügend Leitsterne zur Verfügung zu haben, mußte der polynesischer Sternennavigator ca. 300 Sterne kennen. Er mußte sie nicht nur kennen, er mußte auch wissen, über welche Inseln und Positionen sie ziehen, welcher Stern welchen überholt. Dazu mußte er diese in sogenannten Sternreihen einordnen. Er mußte die Frage beantworten können: Welcher Stern ist nach dem ersten Stern weiter anzusteuern, um auf Kurs zu bleiben? Um diese schwierige Aufgabe zu bewältigen, mußte der Navigator eine Ausbildung von ca. 10 Jahren hinter sich lassen und das war noch nicht alles, wie wir vorher schon angemerkt haben.

Der heutige Nautiker muß, will er polynesischer Sternennavigation betreiben, mit dem Umstand leben, daß im Nautischen Jahrbuch nur ca. 80 Hauptsterne verzeichnet sind. Da wir aber heute über genügend Rechenmöglichkeiten bzw. Kontrollmöglichkeiten auf See (Kompaß, Uhr, Sextant) verfügen, muß dieses kein Nachteil sein. Während des Verlaufs einer Nacht benötigen wir ca. acht bis zehn Leitsterne, die den Großkreis zwischen der Bootsposition und dem Bestimmungsort bzw. auch darüber hinaus schneiden müssen. Es ist nun die Sternreihe zu berechnen, der wir folgen müssen. Mit Vorgabe der Höhe zwischen 10° und 40° und des Kurses (Azimutwinkel) auf dem Großkreis muß zunächst der entsprechende Deklinationwert (δ), die Sternbreite also, und der dazu gehörige Stundenwinkel (t) berechnet werden. Gestirnsstundenwinkel sind im Grunde Zeitwinkel nach Gradeinteilung und mit der

geographischen Länge vergleichbar) Es sind die Leitsterne gemäß ihrem Sternstundenwinkel (β) und gemäß ihrem Deklinationswert (δ) sozusagen auf den Großkreis zuzuschneiden. Dazu genügt es vom Abfahrtsort und vom Bestimmungsort und einigen dazwischen liegenden Punkten des Großkreises auszugehen. Die eigentliche Bootsposition spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. So wie der Großkreis (der geplante Weg des Bootes) die Leitsterne fesselt, binden die Leitsterne das Boot an den Großkreis. Es ist niemals umgekehrt. Der Bestimmungsort bestimmt den Großkreis, der Großkreis bestimmt die Leitsterne. Dabei ist es völlig belanglos, wie schnell das Boot sich vorwärts bewegt und auf welchen Koordinaten es sich befindet: nur der Kurs, die Fesselung des Bootes an die Leitsterne ist von Bedeutung. Die Gestirns Höhe, das Gestirnsazimut, der Stundenwinkel und die geographische Breite stehen im Verhältnis und bedingen einander.

Unter Vorgabe der gegebenen Großkreisrichtung, dem Azimut von $259,7^\circ$, der Anfangsposition von $49^\circ 35' N$, $5^\circ 00' E$, der Uhrzeit in Weltzeit (UT1) von 21.00 Uhr wird unter weiterer Vorgabe der Höhe einmal von 10° und zum zweitenmal von 40° werden die entsprechenden Deklinationswerte und Stundenwinkel errechnet.

$$h = 10^\circ \quad \delta = 1^\circ 01' 55'' N \quad t_w = 75^\circ 42' 58''$$

$$h = 40^\circ \quad \delta = 23^\circ 36' 47'' N \quad t_w = 55^\circ 20' 32''$$

Am 12. 08. 1995 um 21-11-57 zur Kulminationszeit des Sterns *Arcturus* über Puerto Rico beträgt der Greenwicher Stundenwinkel des Frühlingspunktes (Gr Υ) $278^\circ 50' 06''$. Der Sternstundenwinkel (β) errechnet für $t_w = 75^\circ 42' 58''$ mit $\beta = 161^\circ 52' 52''$

und für $t_w = 55^\circ 20' 32''$ mit $\beta = 141^\circ 30' 36''$.

Weiterhin ist am 12. 08. 95 um 19. 15 Uhr Weltzeit Sonnenuntergang und am 13. 08. 95 um 04. 50 Uhr Sonnenaufgang. Man entnehme nun alle Sterne dem Sternverzeichnis des Nautischen Jahrbuchs, dessen Deklination zwischen $1^\circ 01' 55'' N$ und $23^\circ 36' 47'' N$ und dessen Sternstundenwinkel zwischen den Werten $161^\circ 52' 52''$ und $141^\circ 30' 36''$ liegt.

Es sind dies die Sterne:

<i>Vindemiatrix</i>	Sternbild VIRGO (Jungfrau)
<i>Arcturus</i>	Sternbild BOOTES (Bärenhüter)
<i>Gemma</i>	Sternbild CORONA (Nördliche Krone)
<i>Unuk</i>	Sternbild SERPENC (Schlange)
<i>Ras Alhague</i>	Sternbild OPHIUCHES (Schlangenträger)
<i>Atair</i>	Sternbild AQUILA (Adler)
<i>Enif</i>	Sternbild PEGASUS (Pegasus)
und <i>Mirak</i>	Sternbild BOOTES (Bärenhüter)

Um nun eine Aussage zu treffen, wann diese Sterne den Großkreis schneiden, muß man von folgender Überlegung ausgehen: Da die Uhrzeit dieses Zeitpunktes nicht bekannt ist, kann der Stundenwinkel nicht errechnet werden und da die Gestirns Höhe ebenfalls nicht bekannt ist, kann die Uhrzeit nicht errechnet werden. Es muß somit die Länge des betreffenden Gestirnsbildpunktes, die sich gleichfalls als Stundenwinkel ausdrückt, unter Vorgabe eines angenommenen Stundenwinkels berechnet werden.

So gibt man den Stundenwinkel solange vor, bis man das verlangte Azimut des Großkreises errechnet. Unter Vorgabe des Stundenwinkels lassen sich nun die Passierpunkte der Gestirne über dem Großkreis errechnen. Läßt man nun noch die Orte, die das Boot bei einer Geschwindigkeit von 8 kn. (14,8 km/h) erreicht, mit in die Berechnungen einfließen, so hat man die komplette Übersicht der Gestirnsbildpunkte auf dem Großkreis und somit der Leitsterne und kann diese ansteuern.

Uhrzeit	21-11-57	21-58-38	23-26-06	00-55-30	03-22-58	05-13-16
Stern	<i>Arcturus</i>	<i>Gemma</i>	<i>Unuk</i>	<i>Ras Alhague</i>	<i>Atair</i>	<i>Enif</i>
Breite Boot	49° 35,0' N	49° 33,6' N	49° 31,6' N	49° 29,4' N	49° 25,4' N	49° 22,4' N
Länge Boot	005° 00,0' W	005° 11,9' W	005° 29,5' W	005° 47,6' W	006° 17,1' W	006° 39,1' W
t_w	146° 09,9'	051° 40,2'	070° 57,6'	065° 24,5'	067° 55,0'	066° 51,0'
Höhe	33° 49,8'	44° 33,5'	17° 12,2'	25° 25,2'	21° 00,8'	22° 27,9'
Kurs	259,9°	259,5°	259,5°	259,3°	258,8°	258,6°

So werden die Sterne direkt angesteuert oder es wird der Kurs so gelegt, daß zwischen zwei Leitsternen gesteuert wird.

Um 21. 00 Uhr wird *Arcturus* erstmalig angesteuert. *Eltanin* hat gerade kulminiert. Um 21. 12 steht *Arcturus* über Puerto Rico. Wird *Arcturus* direkt angesteuert, kann dies bis 21. 30 Uhr erfolgen. Besser geeignet ist zwischen 21. 15 und 21. 30 genau zwischen *Arcturus* und *Gemma* zu halten. Um 21. 45 wird *Gemma* dann voraus stehen. Er kann direkt angesteuert werden. Um 22. 15 muß man *Gemma* dann nach Steuerbord (rechts) auswandern lassen. Man muß wieder dazu übergehen, die Mitte zwischen *Gemma* und *Unuk* zu halten. Um 22.50 kann *Unuk* dann direkt angesteuert werden. Dieses Ansteuern muß natürlich durch leichte Kurskorrekturen allmählich erfolgen.

Man navigiert gleich den Polynesiern an der sich drehenden Himmelskugel entlang. Es ist das, was als ganzheitliche astronomische Navigation bezeichnet wird.
