RePoSS: Research Publications on Science Studies

RePoSS #1:

Wasan: Die japanische Mathematik der Tokugawa ÃĎra (1600-1868)

Marco N. Pedersen

July 2008

Centre for Science Studies, University of Aarhus, Denmark
Research group: History and philosophy of science

WASAN

Die japanische Mathematik der Tokugawa Ära (1600-1868)

Eine Einführung in den Gegenstand, eine Untersuchung der für die Entwicklung hemmenden Faktoren und eine grobe Skizze des Untergangs von Wasan.

和算　徳川時代の日本の数学

Marco N. Pedersen

マーコ　ペーダーセん

Überarbeitete Ausgabe

„Das Denken ist nur ein Traum des Fühlens, ein erstorbenes Fühlen, ein blaßgraues, schwaches Leben."

(Novalis 1802 (1984), Seite 92)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1. Danksagung

Vorweg möchte ich meiner Betreuerin Frau Dr. Kirsti Andersen vom Steno Institut der Universität in Aarhus danken; ohne ihre Hilfe und Unterstützung, ihrer Kommentare und Wegweisungen, aber auch ihrer Offenheit gegenüber diesem unorthodoxen Thema, wäre diese Diplomarbeit nicht möglich gewesen. Dank schulde ich auch Herrn Dr. Henrik Kragh Sørensen vom selben Institut, ich habe viel von seiner Kritik, die er in einem Seminar für „wie man eine Arbeit schreibt" gelernt – auch wenn es nicht meine Arbeit war, die gerichtet wurde. Besonders bedanken möchte ich mich auch bei Prof. MORIMOTO Mitsuo von der 国際基督教大学 (Internationalen christlichen Universität) in Tōkyō. Er nahm sich die Zeit, sich mit mir an einem Samstagvormittag während meines Tōkyō-Aufenthaltes im Oktober 2006, zu treffen und stand mir zu den noch offenen Fragen mit seinem Expertenwissen zur Verfügung. Er war außerdem so freundlich, mir noch unveröffentlichte englische Übersetzungen (Primärtexte von SEKI und TAKEBE), an denen er zurzeit arbeitet, bereitzustellen. Dies ist keine Selbstverständlichkeit und hat wohl meiner Arbeit eine extra Tiefe hinzugefügt. Dank schulde ich Frau YAJIMA Yoshika, ohne sie wäre das Treffen mit Prof. Morimoto wohl ein Ding der Unmöglichkeit gewesen. Frau Dr. Annette Skovsted Hansen vom Ostasiatischen Institut an der Universität in Aarhus, hat mir mit ihrem großen Wissen in Hinblick auf die kulturellen und politischen Aspekte der Tokugawa Ära sehr weiter geholfen – ich bin ihr für die fruchtbaren Diskussionen und den Literaturempfehlungen zu diesem Thema sehr dankbar. Ohne Herrn Prof. Reviel Netz von der Stanford Universität wäre mir mein Aufenthalt als „visting scholar" an jener Universität nicht möglich gewesen. Durch den Zugang zur Stanford Bibliothek hatte ich die Möglichkeit Werke zu finden, die mir wohl sonst nicht rechtzeitig zur Verfügung gestanden wären. Mein guter Freund, Herr Mag. Araz Makoo Bayat, hat in unzähligen Gesprächen meine Erklärungen und Erzählungen über Wasan über sich ergehen lassen – er war mir hierdurch eine große Hilfe. Meine Eltern standen mir immer zur Seite und ich möchte mich bei ihnen für ihre immer vorhandene Unterstützung und das Korrekturlesen dieser Arbeit bedanken. Herr Andre Pedersen war so freundlich, mir bei der 3D Illustration in Abschnitt 3.4.2.1 zu helfen (Abbildung 22, Seite 61) – ohne ihn wäre dieses pädagogische Hilfsmittel nicht realisierbar gewesen. Ich schulde meiner Lebensgefährtin Sladjana Vujovic tiefsten Dank. Dass ich ihr bei der Arbeit an ihrer Doktordissertation über „die Schultern schauen" durfte, war unschätzbar inspirierend und hat sicherlich die Qualität meiner Arbeit wesentlich verbessert.

1.2. Einleitung

Welches Thema soll man für die Diplomarbeit wählen? Diese Frage stellte sich mir schon kurz nachdem ich meinen Aufsatz für das Baccalaureat abgeschlossen hatte. Jene Arbeit schrieb ich, unter der Betreuung von Frau Dr. Kirsti Andersen am damaligen Institut für Wissenschaftsgeschichte – dem heutigen Steno Institut. Hier stiftete ich durch den Kurs „Historische und philosophische Aspekte der Mathematik" mit Wasan, der japanischen Mathematik der Tokugawa Ära, das erste Mal Bekanntschaft und war seither davon begeistert. Da mir die Arbeit mit historisch- philosophischen Aspekten der Mathematik sehr viel Freude bereitete und Wasan als solches mich sehr interessierte, merkte ich schon bald, dass hier das Thema für meine Diplomarbeit zu finden war.

Eine der größten Herausforderung, mit der ich mich schon sehr früh konfrontiert sah, war der recht bescheidene Umfang an Forschung in englischer, deutscher und überhaupt in westlicher Sprache auf diesem Gebiet. Dies und mein latentes Interesse für die japanische Kultur haben mich dazu veranlasst, an der ostasiatischen Abteilung der Universität in Aarhus, Kurse in japanischer Geschichte, Sprache und Kultur zu belegen, um dadurch mein Verständnis für jene, in vielfacher Art und Weise fremden Kultur zu verbessern – hierdurch wurden in dieser Arbeit viele Fehler schon in einem sehr frühen Stadium vermieden.

1.3. Motivation

> *„It appears safe to assume that if the isolation was not complete, then it was most nearly so, and any foreign influence on Japanese mathematics would have been minimal." (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 89)*

Warum ist gerade die japanische Mathematik der Tokugawa Ära 徳川時代 (1600-1868) für die wissenschaftsgeschichtliche Forschung überhaupt von Bedeutung? Es ist eines der Felder von denen man im Okzident noch nicht so viel gehört hat – dennoch: die existentielle Berechtigung der Forschung auf diesem Gebiete, sozusagen mit der Existenz der japanischen Mathematik, der Abwesenheit des öffentlichen Interesses und dem daraus resultierenden großen Mangel an umfassender westlicher Literatur zu begründen, wäre ungerecht. Will man die Forschung unbedingt im „westlichen Sinne" legitimieren, so kann dies ganz einfach damit getan werden, dass Japan in der Tokugawa Ära phasenweise, in variierendem Ausmaß, isoliert war und damit als Musterproband für eine vom Westen relativ unabhängige Entwicklung der Mathematik im asiatischen Raum steht. Die besondere Stellung Japans wird hier erst klar, wenn man sich vergegenwärtigt, dass China schon zu jener Zeit vom Westen massiv beeinflusst wurde und sich vom neuen Wissen leiten ließ (Smith und Mikami 1914 (2004)).

Auch wenn es vielleicht banal scheinen mag, so motivierte mich zum Studium von Wasan eine kleine Geschichte, die ich vor vielen Jahren in irgendeinem Buch las: Wenn man den Menschen des Okzidents darum bittet eine Blume zu definieren, wird dieser in einer sehr rationalen Art und Weise antworten, dass die Blume ein organisches Objekt sei, das aus Wurzel, Stängel, Blüte, usw. bestehe – wohingegen der Mensch des Ostens einfach auf eine Blume in der Wiese zeigen würde. Natürlich verhält es sich mit der von mir, aus einer schwachen Erinnerung nacherzählten Geschichte, so wie mit einem jeden Vorurteil. Meine Neugierde wurde jedoch dadurch geweckt. Was wenn die japanische Mathematik vielleicht durch politische, kulturelle Aspekte verursacht, wesensunterschiedlich von der westlichen Mathematik wäre (hierauf wird implizit im Kapitel über TAKEBE Katahiro ein wenig näher eingegangen – siehe 3.4)? Wie würde jene Mathematik vom Wesen her anders sein?

Wer sich nur ein wenig mit der japanischen Geschichtsschreibung befasst hat, wird unweigerlich auf die Götter des Schintōismus (*shintō* 神道 ist die japanische Urreligion) stoßen. *Amaterasu ō mi kami* 天照皇大神, die Sonnengöttin Japans, versteckte sich, laut der Erzählung[1] in *kojiki* 古事記 (einer alten jap. Chronik), vor ihrem Bruder in einer Höhle und rollte einen großen Stein vor den Eingang – damit verschwand das Licht, und die Welt lag in Dunkelheit. Die anderen Götter überlegten sich eine List und tanzten vor der Höhle. Von der Neugierde gelockt, öffnete *amaterasu ō mi kami* den Eingang zur Höhle. Ein Spiegel, der auf einem Baum aufgehängt war, lenkte sie ab – die anderen Götter zogen sie aus der Höhle und überzeugten sie, wieder zurückzukehren. Ich hoffe mit dieser Diplomarbeit dazu beizutragen, dass Wasan aus der Höhle, in der sie noch verweilt, herausgezogen wird und wünsche von ganzem Herzen, dass mehr westliche Forscher Interesse für diesen äußerst spannenden Bereich der Mathematikgeschichte finden.

---

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Amaterasu (Stand: 17. August 2006)

1.4. Was ist Wasan? – Eine „Definition"

Es ist auf den ersten Blick nicht ganz leicht herauszufinden, was der Begriff Wasan konkret deckt – ist es angewandte Mathematik, reine Mathematik oder gar reine Spielerei? Eine grobe etymologische Untersuchung gibt zunächst relativ wenig Information diesbezüglich: Das Wort besteht aus zwei Zeichen 和算, die sich folgendermaßen übersetzen lassen:

和: *(wa)* Japan, japanisch, Friede
算: *(san)* Zahl, rechnen

Daraus resultierend wird hier „intrinsisch japanische Mathematik" als Übersetzung für „Wasan" gewählt.

Wohingegen SHIGERU Jochi (Shigeru 2000, Seite 223) (vielleicht richtiger) den Begriff Wasan auch für die japanische Mathematik **bevor und inklusive** der Tokugawa Zeit verwendet, so wird in dieser Diplomarbeit Wasan **lediglich** über die japanische Mathematik der Tokugawa Ära decken. Dies kann auf ersten Blick vielleicht verwirrend wirken, doch im überwiegenden Teil der Literatur (siehe Literaturverzeichnis) wird und wurde Wasan jedoch in Übereinstimmung mit der Datierung in dieser Diplomarbeit verwendet[2] – wohl weil der chinesische Einfluss eben in jener Ära am geringsten war; deswegen das Wort „intrinsisch", in der von mir gewählten Definition.

Viele Artikel beschäftigen sich fast ausschließlich mit einem konkreten Bereich Wasans; und würde man, zum Beispiel nur den Artikel *Japanese temple geometry* (Rothman und Fukugawa 1998) lesen, käme man sehr leicht zu dem Irrglauben, Wasan bestünde hauptsächlich aus geometrischen Rätsel. Einer der wenigen, der brauchbare Informationen zu dieser prinzipiellen Frage beinhaltet ist NAKAMURA Kinimitsus- und MATSUMOTO Tsutomos Artikel aus dem Jahre 2002 (Nakamura und Matsumoto 2002). Hier wird beschrieben, dass die Mathematik im Laufe der Tokugawa Ära ihren Fokus änderte – so war sie in der ersten Hälfte dieser Ära eher in Richtung der Physik und praktisch orientiert, wohingegen sie sich in der zweiten Hälfte laut Nakamura und Matsumoto (ibid., Seite 100) zu einem Hobby entwickelte. Hierzu später mehr auf Seite 45. Daraus resultierend:

1.4.1. Definition von Wasan

Mit „Wasan" wird in dieser Diplomarbeit konkret jene japanische Mathematik bezeichnet, welche sich nach 1600 und bis 1868 entwickelte.

Dies mag vielleicht als eine zu breit gestaltete Definition erscheinen, dennoch wird hier die Meinung vertreten, dass eben dieses breite Spektrum von Nöten ist, um alle Bereiche der japanischen Mathematik in der Tokugawa Ära mit einbeziehen zu können.

1.5. Gegenstand der Diplomarbeit

In dieser Arbeit soll unter anderem Wasan (和算) grob introduziert werden – das Kernstück ist es jedoch zu erörtern, welche Faktoren sich für den Fortschritt Wasans als hemmend erwiesen haben und wahrscheinlich einen maßgebenden Anteil am Untergang dieses Phänomens hatten.

[2] Plus/minus drei Jahre, da man sich über die genaue Zeitspanne der Tokugawa Ära nicht einigen kann (dies ist jedoch für diese Arbeit irrelevant).

Die Problemformulierung

Welche Faktoren waren für die Entwicklung von Wasan hinderlich?

Diese Problemstellung soll implizit mit Hilfe von folgenden Unterpunkten beantwortet werden.

- In welchen Kontext soll Wasan gesehen werden?
- Was ist Wasan und wer waren die Mathematiker Japans?
- Welche Faktoren stellten sich für die Entwicklung von Wasan als hemmend dar?
- Wie äußerten sie sich in der Praxis?
- Wie ging Wasan unter?

Dies soll mit Hilfe der unmittelbar folgenden Struktur der Diplomarbeit erreicht werden.

Die Diplomarbeit im Vergleich zur Literatur

Der Aspekt der hemmenden Faktoren, ist im Vergleich zur verwendeten Literatur relativ neu, denn in ihr wird grob gesagt meist nur kurz erwähnt, Wasan fehlte der praktische Nutzen und war dadurch zum Untergang verurteilt. Oder es wird anhand eines konkreten Beispiels erläutert, dass dieses sich als hemmend für Wasan erwiesen hat. Eine umfassendere Untersuchung zu diesem Thema wurde jedoch in der Literatur vermisst.

1.5.1. Struktur der Diplomarbeit

Diese Arbeit ist so gegliedert, dass zunächst Wasan als solches introduziert wird. Dies ist notwendig, um ein essentielles Gespür und einen Überblick für den eigentlichen Gegenstand des Aufsatzes zu schaffen. Danach folgt das eigentliche Herzstück dieser Arbeit – hier werden ausgewählte Faktoren erörtert, die für den Fortschritt von Wasan als hinderlich erachtet werden. Es wird anschließend auf zwei konkrete Fallbeispiele ausführlicher eingegangen, die als eigentliche Empirie dienen sollen. Um Wasan als Thema abzurunden, wird letztendlich der Untergang Wasans erläutert.

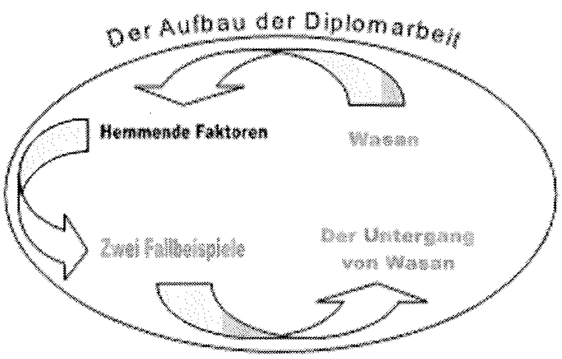


Abbildung 1: Der Aufbau der Diplomarbeit

1.5.2. Distanzierung

Es ist nicht so sehr die Intention dieser Arbeit, auf die Implementierung der Mathematik einzugehen. Das heißt, wie man in jener Zeit konkret rechnete und das „Curriculum“ Wasans sind hier nicht zentrale Gegenstände. Es werden im Kapitel über Wasan ausgewählte Beispiele und Mathematiker präsentiert – dies geschieht jedoch ausschließlich, um wie oben erwähnt, ein Gespür für den Gegenstand des Aufsatzes zu bekommen.

Ein relevanter Faktor, dem in dieser Arbeit nicht ausführlich nachgegangen werden kann, ist die Unterteilung der Tokugawa Ära in mehrere zeitliche Intervalle. Zumindest eine Gliederung in erste und zweite Hälfte der Epoche wäre ein großer Vorteil gewesen und ich denke, dass zukünftige Forschung ohne eine solche Einteilung nicht auskommen wird. Dennoch ist auf Grund der hierzu meist ungeeigneten Literatur (siehe auch Literatur 1.6), eine detaillierte Berücksichtigung dieser Gliederung nicht möglich. Es würde den Rahmen der Arbeit sprengen und ein massives Abweichen von der Zielsetzung zur Konsequenz haben. Mit der Erwähnung dieser Problematik und den sporadischen Kommentaren hierzu in dieser Diplomarbeit, sollte jedoch hierauf aufmerksam gemacht worden sein – auf eine ausführliche Erörterung des Themas wurde jedoch, aus genannten Gründen, mit Wehmut verzichtet.

Der Vergleich zwischen Wasan und der westlichen- oder chinesischen Mathematik wurde in dieser Arbeit bewusst, so gut es ging vermieden. Der Grund hierfür ist, dass die Wasanforschung noch in seinen Kinderschuhen steckt, hiervon einen qualifizierten Vergleich zu anderen Mathematiktraditionen zu wagen, würde wohl das Ausmaß einer Magister- oder Doktorarbeit haben müssen und deswegen wurde diese Tangente, so verlockend sie auch war, so weit möglich unterlassen.

Es ist jedoch meine Meinung, dass die obigen Distanzierungen keinerlei Qualitätsverlust bezüglich der Erforschung des Aufsatzgegenstands zur Folge hat.

1.6. Literatur

Jean-Claude Martzloff schreibt in seinem kurzen Artikel zum Thema Literatur über Wasan (Martzloff 1990, Seite 366), dass es eine Unzahl Werke diesbezüglich gibt und führt viele Exempel an. Dies scheint auf der einen Seite durchaus seine Richtigkeit zu haben – der Umfang an Forschung in westlicher Sprache ist wohl aber mehr als bescheiden im Vergleich zur Literatur in japanischer Sprache. Es hat sich einiges seit dem Artikel von Martzloff aus dem Jahre 1990 zum Positiven getan: Annick Horiuchi hat ihr umfassendes Werk[3] über Wasan (mit Fokus auf die japanischen Mathematiker Seki und Takebe) in französischer Sprache veröffentlicht (Horiuchi 1994a); Prof. MORIMOTO Mitsuo hat einige sehr gute Artikel über Wasan in englischer Sprache geschrieben, um nur zwei Beispiel zu nennen und ich fand heraus, dass ein anderes großes Werk (*Traditional japanese Mathematics – Problems from the 18th and 19th centuries* von Fukagawa, H. und Rigby J. F., Singapur) veröffentlicht worden sein soll (leider war es nicht möglich, dieses Werk durch die Bibliothek der Aarhus Universität zu bestellen). Dennoch wird hier die Meinung vertreten, dass der Umfang an guter Literatur in westlicher Sprache verschwindend klein und unzureichend ist. Die meisten Artikel lesen sich zum Teil wie ein Stichwortverzeichnis – der Mangel an ordentlichen, wohl argumentierten Mathematik-HISTORISCHEN[4] Artikeln ist fast beängstigend klein. Ein anderer negativer Kommentar zur vorhanden Literatur ist, dass der mathematische Inhalt meist sehr – sei es aus „Angst“ vor der Beschäftigung mit Trivialitäten oder überragender Intelligenz des Autors – unpädagogisch gestaltet ist und sich in schlecht erklärten Beispielen äußert – sobald es sich um das konkrete Rechenverfahren japanischer Mathematiker der Tokugawa Periode handelt. Jene sind außerdem fast immer nur Auszüge oder Skizzen einer Rechenaufgabe – selten wird eine Aufgabe in ihrer Ganzheit durchgegangen und ordentlich erklärt (das heißt ich habe kein solches Beispiel gefunden). Ein anderes signifikantes Problem, das sich dem Interessierten stellt, ist der Mangel an Übersetzungen von Primärtexten in westlicher Sprache. Nicht genug damit, dass man um die originalen Werke lesen zu können, ein hervorragendes Können in der japanischer Sprache als Vorraussetzung mitbringen muss – die Fähigkeit, auch *kanbun* (eine alten Schriftsprache) lesen zu können, ist eine Notwendigkeit, welche selbst für Japaner

[3] Leider konnte ich dieses Werk nur in sehr geringem Umfang verwenden (zum Beispiel zur Auffindung von Jahreszahlen, japanischer Zeichen, usw.). Der Grund hierfür ist, dass der Zeitaufwand, bei meinem bescheidenen Französisch, zu groß wäre und ich meine Ressourcen lieber auf die anderen Texte und Werke konzentrieren wollte.

[4] Es fehlt sehr oft eine ausführlichere historische Perspektivisierung.

wohl eine Herausforderung darstellen dürfte. Zur Zeit ist mir nur ein Werk bekannt, das ins Englische übersetzt, zu erstehen ist – das Werk *jinkōki*. Jenes ist jedoch nicht so gut für diese Arbeit geeignet, da es meiner Meinung nach, durch seinen eher „elementaren“ Charakter, nicht der beste Repräsentant Wasans ist. Prof. Morimoto ist im Moment dabei, einige Werke der Mathematiker Seki und Takebe ins Englische zu übersetzen und zum Glück wurde mir einen Einblick in seine Manuskripte (Stand: 21. Oktober 2006, siehe Literaturverzeichnis) gewährt. Ich bin gespannt, wie sich Wasan als Forschungsgebiet nach der Fertigstellung und Veröffentlichung seiner Arbeit entwickeln wird.

Die Forschung innerhalb Wasans ist wie erwähnt noch relativ jung und konkrete Rechenbeispiele in der Literatur tragen deutliche Zeichen hiervon. Dies kann in der Art und Weise der Präsentation jener gesehen werden. Japanische Begriffe und Operationen werden ganz einfach mit ihren modernen Pendants „übersetzt“. Dies birgt die Gefahr, dass Nuancen an Verschiedenheiten der Konzepte nicht erkannt werden können. Zum Beispiel wird das Zeichen Minus „–“ meist ohne Hinweise auf etwaige konzeptuelle Unterschiede in der Literatur verwendet, wenn man die Differenz zweier Zahlen repräsentieren will. Die moderne Notation des Minuszeichens steht für ein Konzept, das vielleicht anderer Natur wie die japanische ist. Dies kann leider mit der gebrauchten Literatur nicht ausgemacht werden und so verwende ich weitestgehend – im Mangel besseren – die hier vorhandene Notation (welches zum Beispiel für Kapitel 3 von großer Bedeutung ist). Dies birgt jedoch eine Ungewissheit mit sich und führt dazu, dass die Beispiele ungewollt zu einer Interpretation des Originals werden[5]. Dies erklärt auch warum der Fokus in dieser Diplomarbeit hauptsächlich kontextueller Natur ist. Dieser Thematik wird in Zukunft, in der Wasanforschung, hoffentlich mehr Wert beigemessen.

1.6.1. Resümee

Trotz des, auf wenige Ausnahmen beschränkten Mangels an guter Literatur in westlicher Sprache zu diesem Thema, war es möglich diese Arbeit mit bestem Gewissen zu schreiben. Es erwies sich dabei als essentiell, die Artikel und Bücher mit dem Wissen der anderen Werke im Hinterkopf kritisch zu lesen, um die Qualität des Inhaltes erwägen zu können und fragwürdige Informationen herauszufiltern. Ich habe in dieser Diplomarbeit, versucht die Literatur laufend an Stellen wo ich es für notwendig erachtete zu kritisieren.

1.7. Sonstige Bemerkungen

Der japanischen Tradition gemäß werden im Folgenden bei japanischen Namen zuerst der Nachname und anschließend der Vorname angeführt. Um etwaigen Zweifel zu entgehen, wird zusätzlich bei der Verwendung des vollen japanischen Namens der Nachname in großen Buchstaben geschrieben.

Japanische Begriffe werden *kursiv* und klein geschrieben, außer es handelt sich um Wörter, die dem deutschen Sprachgebrauch nicht länger fremd sind. Ich gestatte mir jedoch, das Wort „Wasan“ wie ein normales deutsches Hauptwort zu behandeln.

Es wurde dieser Arbeit ein Index zur leichteren Orientierung hinzugefügt – das ein Nachschlagen wesentlich erleichtern sollte. Ich möchte jedoch der Vollständigkeit halber erwähnen, dass viele der im Index verwendeten Nachschlagsworte sich auch an Stellen im Text finden lassen, die hier nicht vermerkt wurden. Die Schlagwörter des Verzeichnisses dienen ausschließlich dazu, die als am wichtigsten und am meisten dazu geeigneten Stellen schnell wieder finden zu können.

---

[5] Ich möchte Dr. Kirsti Andersen dafür danken, dass sie mich auf diese Problematik aufmerksam gemacht hat.

In der Hoffnung hierdurch einen besseren Überblick gewähren zu können, habe ich dieser Diplomarbeit eine Zeitlinie hinzugefügt (Appendix C). Hierdurch sind einige der zentralen Themen, Personen, Werke und so weiter, schnell überschaubar und leicht, zeitlich einzuordnen.

Ich habe in dieser Arbeit so gut und so oft wie möglich versucht, japanische Begriffe und Namen auch mit den japanischen Zeichen (Kanji genannt) zu schreiben, mit der Absicht, dieser Arbeit dadurch eine extra Dimension und Exaktheit zu verschaffen, welches eine sehr große Arbeitsbürde darstellte (und auch nicht immer möglich war). Es ist meine Hoffnung, dass diese ungewohnten Zeichen nicht verwirrend wirken. Aufgrund der Tatsache, dass eine Unzahl verschiedener Zeichen dieselbe Aussprache haben und fast ein jedes Zeichen mehrere Aussprachen hat – sollte hierdurch jedoch ein höheres Maß an Genauigkeit erreicht werden.

Der Diplomarbeit wurden Appendixe hinzugefügt. Der Inhalt dieser sind einige meiner Kommentare, die ich sehr wohl für die Arbeit relevant erachte, jedoch den Fluss der Arbeit stören würden. Um nicht auf eine Tangente zu geraten, sind die jeweiligen Ergänzungen deswegen am Ende der Arbeit zu finden.

Aus einer anderen wissenschaftlichen Tradition stammend, beging ich in dieser Diplomarbeit beim Referieren zur Literatur den Fehler, lediglich bei Zitaten die Seitenzahl der Referenz hinzuzufügen – sonst begnügte ich mich mit dem Namen des Autors und dem Datum der Veröffentlichung. Dieser Fehler wurde leider erst sehr spät und in manchen Fällen auch zu spät entdeckt. Ich habe versucht so gut es geht hier Korrekturen vorzunehmen, unglücklicher Weise habe ich nicht mehr Zugang zu allen Werken – so zum Beispiel das ausgezeichnete Werk *Secrecy in Japanese arts* von MORINAGA Maki Isaka (Morinaga 2005) – welches mir lediglich während meines Aufenthalts an der Stanford Universität zur Verfügung stand. Falls bei einigen Referenzen, aus den obigen Gründen, die Seitenzahlen fehlen, möchte ich mich hiermit dafür entschuldigen. Es ist wohl ein gutes Beispiel, wie verschieden Traditionen sein können.

2. Wasan – Einführung

ZIELSETZUNG DIESES KAPITELS

In diesem und dem nächsten Kapitel soll Wasan als solches introduziert werden. Sinn ist es hier nicht alle Mathematiker, mathematische Errungenschaften, usw. der Tokugawa Ära aufzulisten – sondern vielmehr soll hier ein grober Überblick gewährt werden. Jenes soll anhand von ausgewählten konkreten Beispielen, sowie historischer- und institutioneller Perspektivisierung geschehen. Hierdurch werden die für Wasan hemmenden Faktoren des Kapitels 4 auch leichter verständlich, da man implizit ein Gefühl für die Tradition aus der sie entstanden, aufbaut.

Das Kapitel besteht aus folgenden Abschnitten:

2.1 Mathematik und Bildung vor der Tokugawa Ära
2.2 Historische Perspektivisierung der Tokugawa Ära
2.3 Wasan – der Anfang
2.4 Klassische japanische Institutionen – das Iemoto-System

2.1. Mathematik und Bildung vor der Tokugawa Ära

2.1.1. Einleitung

Um das Besondere der Tokugawa Ära richtig verstehen zu können, ist es unablässig zuvor einen Blick auf die Mathematik und Bildungssituation vor der Vereinigung des Reiches (siehe Abschnitt 1.1) durch TOKUGAWA Ieyasu 徳川家康 (1543-1616) zu werfen. Es soll hier nicht die gesamte Mathematikgeschichte Japans vor der Tokugawa Zeit durchgegangen, sondern vielmehr ein sehr selektierter und zweckorientierter Überblick vermittelt werden. Das Hauptaugenmerk soll es sein, den Status Quo grob zu skizzieren, die Offenheit gegenüber anderen Ländern zu zeigen und die sehr starke Inspiration von China grob zu veranschaulichen.

2.1.2. Bemerkung zur Literatur

SUGIMOTO Masayoshis und David L. Swains Buch *Science and Culture in Traditional Japan* (Sugimoto und Swain 1978) ist ein Standardwerk im Feld der japanischen Wissenschaftsgeschichte und scheint trotz des Alters hier als Standardtext besonders geeignet zu sein. Es ist in fast allen neueren Artikel und wissenschaftlichen Werken zu diesem Thema als Referenz zu finden und wurde hier nie negativ kommentiert. Große Teile dieses Abschnitts fanden Inspiration in diesem Werk.

2.1.3. Die erste Universität

Die erste größere Organisation der japanischen Geschichte, in der Mathematik unterrichtet wurde, war eine wahrscheinlich im Jahre 690 gegründete Universität (大學寮 *daigakuryō*). Der Zugang hierzu war nur der Oberschicht gestattet. Das Curriculum bestand anfangs lediglich aus dem Studium des Konfuzianismus und der Mathematik – später wurden weitere Fächer hinzugefügt. Von 9 Professoren und 430 Studenten waren 2 Mathematik Professoren und 30 Mathematik Studenten. Die mathematischen Kurse waren dazu ausgelegt, Beamten ein Instrument zu geben, um ihnen bei ihren Arbeitsaufgaben zu helfen – d.h. bei finanziellen Angelegenheiten, Landvermessung, usw. 1177 brannte die Universität nieder und wurde nicht wiederaufgebaut.

> *„Human computers were produced, not scholars of mathematics." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 79)*

Sugimoto und Swain drücken in diesem Zitat ihren Zweifel aus, in welchem Grad man in Japan die importierte Mathematik aus China wirklich verstand oder nur nachahmte (Sugimoto und Swain 1978, Seite 83).

Andere Institutionen, die vor der Tokugawa Ära entstanden, waren zum Beispiel *kogaku* 家学 „Häuser des Lernens" (Sugimoto und Swain 1978, Seite 117). Eine Analyse der Schriftzeichen ist zunächst ein wenig verwirrend: 家 bedeutet soviel wie *Haus* oder *Heim* – 学 kann mit *lernen* übersetzt werden. Es handelt sich hierbei nicht um Lernen im eigenen Heim, sondern um vererbtes Wissen. Die Professorenschaft wurde bestimmten Familien zugeschrieben, die diese wiederum an ihre Nachfolger vererbten. Dies geschah im Bereich der Mathematik schon sehr früh – spätes neuntes Jahrhundert – und führte unter anderem dazu, dass Wissen lokal gebunden wurde (ibid.).

Grob zusammengefasst soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass den „logischen" Wissenschaften – hier der Mathematik – von japanischer Seite wenig Aufmerksamkeit gezollt wurde. Das chinesische Wissen wurde in Perioden dazu verwendet, praktische Aufgaben zu lösen.

Von der Beschäftigung mit der Mathematik, als akademischen Gegenstand im heutigen Verstand, kann nicht die Rede sein – es wurden auch keine wesentlichen Anstrengungen unternommen, das Wissen durch Forschung mit neuen Resultaten zu bereichern. Überhaupt, so scheint das Interesse an Mathematik, im Gegensatz zu anderen Wissenschaften, zum Beispiel Medizin, in Japan von 894-1401 kontinuierlich abnehmend gewesen zu sein – wahrscheinlich weil der praktische Bedarf fehlte (Sugimoto und Swain 1978, Seite 133).

In der Muromachi Periode 室町時代 (1336-1573) erhielten die meisten Samurai ihre Grundausbildung in buddhistischen Tempel. Den Wissenschaften wurde hier generell jedoch kein großer Wert beigemessen (ibid.).

Im Folgenden soll unter anderem etwas näher auf die christlichen Institutionen eingegangen werden. Für eine vollständige Beschreibung aller Institutionen vor der Tokugawa Ära kann Sugimoto und Swains Buch empfohlen werden.

2.1.4. Westliche Institutionen 1549-1639

Am 15. August 1549 kam der erste Missionar Xavier Francis (1506-1552) – welcher gleichzeitig auch einer der Gründungsväter des Jesuiten Ordens war – in Japan an. Er und seine Nachkommen konvertierten eine Unzahl Japaner zum Christentum; aber auch andere Orden wie der Franziskanerorden, kamen im Kielwasser von Xavier nach Japan um zu missionieren. Es wurde von den Jesuiten, die den größten Einfluss hatten, Schulen, Seminare und Kollegs gegründet, (Sugimoto und Swain 1978, Seite 188ff) und deswegen wird der Fokus in dieser Arbeit auf jenen Orden liegen.

Man unterrichtete unter anderen in folgenden Fächern (Sugimoto und Swain 1978, Seite 188-189 und 194):

<u>Schulen:</u>
- Grundlagen des christlichen Glaubens
- Lesen und Schreiben (Japanisch)
- Komposition
- Zeichnen
- Musik (Instrumente und Gesang)
- **Arithmetik**

<u>Seminare:</u>
- Theologie
- Philosophie

Ergänzungsfächer:
- Japanisch (Sprache und Literatur)
- Latein
- Portugiesisch
- Geschichte
- Musik
- Kunst
- Kupferdruck
- **Mathematik**

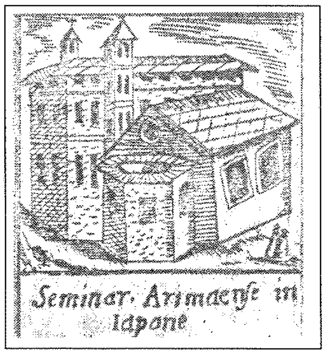


Abbildung 2: Seminar in Kyūshū[6]

[6] (ibid. Seite 191)

Kollegs:
- Theologie
- Philosophie
- Kirchenrecht
- Rechtswissenschaften
- Rhetorik
- Musik
- **Logik**
- **Naturwissenschaften**

Abbildung 3: Kolleg in Kyūshū[7]

„The Jesuit missionaries were, of course, the main agents for introducing Western learning." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 188)

In diesem Sinn wäre es sicherlich von großer Bedeutung herauszufinden, welche Mathematik konkret an den christlichen Institutionen unterrichtet wurde. Hierzu müsste man wahrscheinlich die Archive des Jesuitenordens durchkämmen – Morimoto meint, die Archive des Vatikans wären diesbezüglich auch von Interesse[8]. Sugimoto und Swain zufolge kann der Stellenwert der Mathematik an diesen Schulen wohl als ein geringer eingeschätzt werden (Sugimoto und Swain 1978, Seite 194).

Anfang der Tokugawa Ära schien die Situation für das Christentum in Japan relativ günstig zu sein. Es konvertierten immer mehr Menschen zum Christentum und es herrscht darüber Konsensus, dass die Anzahl der Christen unmittelbar vor ihrer Verfolgung das größte Ausmaß erreichte und um die 300.000 Gläubige zählte, (Ross 1994, Seite 87). Sie konnten sich zunächst unbekümmert unter ODA Nobunaga 織田信長 (1534-1582) in Japan aufhalten – dies änderte sich jedoch mit HIDEYOSHI Toyotomi 豊臣秀吉 (1536-1598) und den Tokugawa Regenten. Es kam hier immer wieder zu Zwischenfällen – so wurden zum Beispiel 1597, 26 Franziskaner gekreuzigt – und kulminierte schließlich unter TOKUGAWA Iemitsu 徳川家光 (1604–1651) mit dem vollständigen Verbot des Christentums. Von 1627-1634 gelang es, das Christentum fast gänzlich auszulöschen.

Um das Rationale für die präventive Verfolgung der Anhänger der neuen Religion etwas näher zu bringen, sollen an dieser Stelle zwei Gründe aufgelistet werden (dieses Thema ist jedoch ziemlich kompliziert und verworren – die zwei Beispiele sind auch nur als solches zu sehen. Für eine nähere Erörterung des Themas, siehe Andrew C. Ross' Buch *A vision betrayed* (Ross 1994)):

1. Im Laufe der Geschichte Japans machte man immer wieder schlechte Erfahrungen mit religiösen Gruppen, die auf einmal zuviel Macht erlangten und damit für den Staat gefährlich wurden. So gab es in der *sengoku Periode* 戦国時代 (*sengoku jidai*) 1467-1800, große buddhistische Orden, die bis auf die Zähne bewaffnet, eine Unzahl von Kriegermönchen ausbildete und mehr Macht als die lokalen Fürsten besaßen – somit ein großes Problem darstellten.
2. Ein anderer Grund für die Verfolgung der Christen war, dass man sich langsam immer mehr über die aggressive Kolonialisierungspolitik der missionierenden Länder klar wurde.

[7] (ibid. Seite 193)
[8] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

1630 wurde jeglicher Import von Büchern mit christlichem Inhalt untersagt (Sugimoto und Swain 1978, Seite 165) und von 1639 weg wurde jeglicher Kontakt mit katholischen Ländern untersagt.

Holland, das jedoch ohne Missionierungsabsichten 1600 in Kontakt mit Japan kam, erhielt ab 1608, durch die Ostindien Handelsgesellschaft einen festen Posten und wurde von Japan toleriert.

Das katholische Christentum wurde zu Beginn der Tokugawa Ära verboten, welches den Ausgangspunkt für das gängige Vorurteil ergab, dass Japan in jener Epoche vollkommen von der Welt abgeschottet war (siehe hierzu 2.2.4.1). Viele Christen wurden getötet und der Zugriff zu westlichem Wissen wurde minimiert.

Wie groß war der Einfluss des westlichen Wissens?

Den Christen war es eine Zeit lang erlaubt Institutionen zu gründen, dort zu unterrichten, und wie oben angeführt, war Mathematik ein Teil des Curriculums. Daher ist die Frage, wie groß der Einfluss des westlichen Wissens auf die japanische Mathematik war, mehr als relevant.

Ein Beispiel

Morimoto erwähnt in seinem Artikel (Morimoto 2003, Seite 3), dass MŌRI Shigeyoshi (siehe auch 2.3.3), ein Mathematiker der frühen Tokugawa Ära, im Vorwort seines 1622 erschienen Werkes *warizansho* 割算書 (siehe auch 2.3.2) über eine Geschichte mit biblischem Inhalt berichtet. Sein Schüler YOSHIDA Mitsuyoshi (siehe 2.3.4), der mit seinem Buch *jinkōki* 塵劫記 (siehe 2.3.4.1) einen Bestseller schrieb, beeinflusste durch die Ausbreitung seines Werkes sicherlich die Mathematik seiner Zeit. Hieraus könnte zunächst geschlossen werden, dass Mōri und durch ihm vielleicht auch sein Schüler, unter christlichem Einfluss standen – auch in mathematischer Hinsicht.
Morimoto (ibid) macht jedoch darauf aufmerksam, dass der Inhalt von *warizansho* traditionelle (d.h. hier japanische) Alltagsmathematik ist; es beschreibt die Handhabung des japanischen Abakusses (siehe auch 2.3.2). Es können im Moment jedoch leider keine Spuren des westlichen Wissens hier nachgewiesen werden.

An dieser Stelle kann auch bemerkt werden, dass Valignano Alessandro (1539-1609) – einer der Missionare in Japan nach Xavier – in der Physik und der Mathematik von Clavius[9] ausgebildet wurde, so Ross (Ross 1994, Seite 33); Morimoto macht darauf aufmerksam, dass Carlo Spinola (1564-1622) (auch Schüler Clavius) Arithmetik in Kyōto, um 1605 unterrichtete (Morimoto 2006a, Seite 3). Ohne näher hierauf einzugehen, sollte ein Gespür für das mathematische Potential, das hier von japanischen Mathematikern hätte ausgenützt werden können, geben worden sein.

Viel ist bezüglich dieses hochkomplexen Themas noch ungeklärt und es bedarf mehr und neuerer Forschung. Die Problematik des frühen westlichen Einflusses auf Wasan liegt bis zum heutigen Tage hinter einem dicken Nebelschleier verborgen. Christliche Schulen wurden knapp vor der Tokugawa Ära und bis kurz in sie hinein toleriert. Auch wenn nach dem Verbot des Christentums der Import westlicher Bücher untersagt war, gab es später immer wieder Auflockerungen dieses Importverbotes (siehe 2.2.4.1). Trotz des Wirrwarrs ist es unmittelbar

[9] Christoph Clavius (1538-1612) – Jesuit und einer der berühmtesten Mathematiker seiner Zeit – war Urheber vieler der mathematischen Werke des Jesuiten Ordens. Seine Bücher wurden durch die Missionsarbeit des Ordens in viele Länder der Welt gebracht (http://en.wikipedia.org/wiki/Christoph_Clavius (Stand: 11. September 2006)).

mein Eindruck nach Lesen der Literatur und dem Gespräches mit Prof. Morimoto[10], dass der Einfluss durch westliche Mathematik, speziell zu Beginn der Tokugawa Ära, sich in Grenzen hielt und vielleicht mit wenigen Ausnahmen, nur lokale Phänomene waren – es ist zu betonen, dass dies nur eine Vermutung meinerseits ist. Es sollte jedoch hier lediglich ein grober Überblick und eine Introduktion in die vorhandene Problematik geben werden. In Abschnitt wird jedoch nochmals unter anderem auf das Christentum in Japan Bezug genommen.

2.1.5. Generelle Kommentare zur chinesischen Mathematik

Der Aufbau traditioneller chinesischer Mathematikaufgaben, der von den Japanern übernommen wurde und somit das Fundament für die Entwicklung Wasans darstellte, bestand laut Horiuchi (Horiuchi 1994b, Seite 153) und Morimoto[11] aus folgenden drei Punkten, die hier kurz erwähnt werden sollten:

1) Formulierung der Problemstellung
2) der numerischen Lösung
3) der Vorgangsweise

Außerdem wurde, so Morimoto[5], falls das Problem zu schwer zu berechnen war, oft eine Interpretation (ein vierter Punkt) hinzugefügt. Die numerische Lösung war, wie der Name es vermuten lässt, das Resultat der Berechnungen mit konkreten Zahlen – und die Vorgangsweise laut Horiuchi (Horiuchi 1994b, Seite 153), die Liste der Operationen, die man auf alten „Rechengeräten" ausführte. Man kann es sich, so Morimoto[6], wie das Schreiben eines Computerprogramms für **konkrete numerische Werte** vorstellen – es war der zentrale Gegenstand der Mathematik (auch in der Tokugawa Ära). Im Folgenden wird eine kurze Introduktion, eben eines dieser Gerätschaften – den *sangi* – gegeben. Diese wurden in der Tokugawa Ära (in oftmals abgeänderter Version) verwendet und prägten die Mathematik, da sehr viele Werke eben für/über die Verwendung der *sangi* und des *soroban* (siehe 2.3.3.1) geschrieben wurden. (Für Exempel chinesischer mathematischer Werke, die in der Tokugawa Ära ihre Leserschaft fanden und zusätzlichen Informationen – siehe Abschnitt 2.3.1)

2.1.6. Sangi 算木

2.1.6.1. Einleitung

In Japan sowie China und Korea verwendete man sehr lange Zeit Stäbe in Verbindung mit Rechenbrettern zur Repräsentierung und Hantierung von Zahlen. Im Buch von MISHIMA Yoshio und Eugene Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 47) wird sogar behauptet, man gebrauche diese Methode noch heute in Korea – da jenes Buch jedoch relativ alt ist und sich meine Arbeit auf Japan konzentriert, soll die Aktualität in dieser Hinsicht nicht diskutiert werden – auch werde ich mich bei der praktischen Anwendung lediglich auf die japanische Variante beschränken.

2.1.6.2. Geschichte

Die Stäbe und ihre Anwendung kamen von China via Korea nach Japan, wann genau ist unbekannt, aber es wird berichtet (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 23), dass Kaiserin Suiko 推古天皇 (ca. 593–628) so genannte *chikusaku* (Bambusstäbe) verwendete. Sie waren hauchdünn (2 mm) und 12 cm lang. Diese Form hatte als äußerst unpraktische Konsequenz, dass die Stäbe sehr leicht wegrollten. Man änderte die Dimension in 7mm×5cm und es entstand der *sangi*. Die erste schriftliche Quelle, in der *sangi* Stäbe erwähnt wurden, ist laut Shi-

[10] 21. Oktober in Tōkyō.
[11] Aus einem Gespräch: Tōkyō, 21. Oktober 2006.

geru (Shigeru 2000, Seite 425), das Werk *taiho ritsuryo* aus dem Jahre 701 – wo sie bei der Berechnung von Steuern Anwendung fanden. Relativ viel ist jedoch in Bezug auf *sangi* unbekannt, so weiß man laut Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 23) nicht, wann genau der Übergang zum *sangi* war, ob dieser vielleicht fließend geschah und aus welchem Material man *sangi* fertigte.

2.1.6.3. Anwendung

Man arrangierte Zahlen mit Hilfe der *sangi* auf einem Schachbrett ähnlichem Brett – dem *sanban* (siehe Abbildung 6). Später verwendete man auch Papier statt dem *sanban*. Zunächst erfolgte die Repräsentation von Zahlen auf die selbe Art und Weise wie in China – diese alte Methode nannte man *son shi reppu hō* (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 28 und 29). Ich möchte im Folgenden diese „alte" Methode verwenden, da man sie (trotz japanischer Modifikation der Zahlenrepräsentation) weiterhin beim Rechnen auf Papier in der Tokugawa Ära benutzte.

Zahlenrepräsentation

Mit Hilfe der *sangi* konnten Zahlen repräsentiert werden – für „minus"-Zahlen wurden schwarze – für die der „plus"-Zahlen, rote verwendet. Später, als man Papier anstatt Holztafeln als *sanban* verwendete und die *sangi* Stäbe durch simple Striche simulierte, wurden „minus"-Zahlen durch das Durchstreichen der jeweiligen positiven Duale konstruiert.

Je nach der Position im Dezimalsystem gebrauchte man eine andere Zahlenrepräsentation, welche aus folgender Aufstellung ersehen werden kann:

Erklärung

Für $x = 1, 2, 3, \dots$ werden folgende Zahlenrepräsentationen für die n'te Dezimalstelle verwendet[12]:

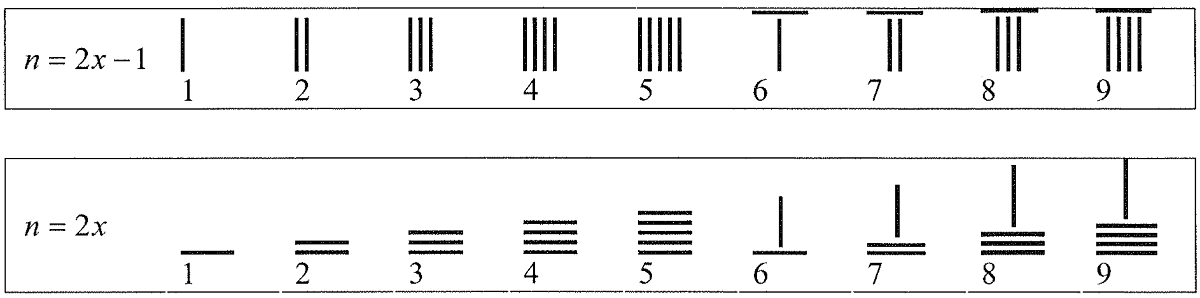


Abbildung 4: Allgemeine Zahlenrepräsentation

Ein Bespiel

Die Zahl 24.549 wird mit Hilfe der obigen Schemata auf folgender Art und Weise repräsentiert:

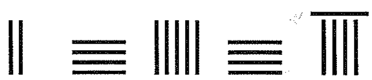


Abbildung 5: Zahlenrepräsentation der Zahl 24.549

[12] Ich habe hier versucht mit westlicher Notation zu „übersetzen" und zu supplieren, um das Verständnis zu erleichtern.

Sanban 算盤

Der *sanban* 算盤 oder von Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 24) auch *swanpan* genannt, war, wie oben beschrieben, ein kariertes Holzbrett. Der Grund für die Abweichung von der Bezeichnung *swanpan* in dieser Diplomarbeit findet sich in der Tatsache, dass es im Japanischen die Buchstabenkombination „sw" nicht gibt. In Übereinstimmung mit der Namensgebung des Nationalen Museum der Wissenschaften in Tōkyō wird hier die Bezeichnung *sanban* für die am besten geeignete Lösung erachtet.

Der *sanban* konnte folgendermaßen aussehen:

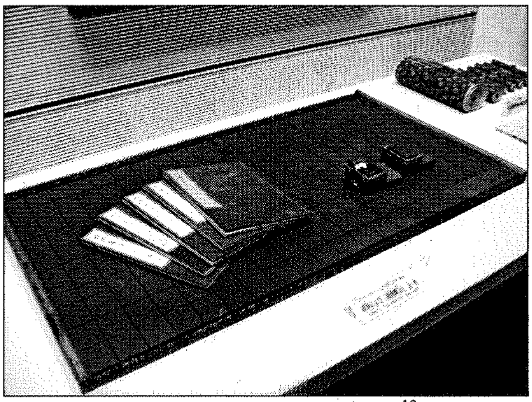


Abbildung 6: *Sanban* 算盤[13]

萬	千	百	十	一	分	厘	毫	糸
				商				
				實				
				方				
				初廉				
				次廉				
				三廉				
				四廉				
				隅				

Abbildung 7: Generelle Form des *sanban* 算盤[14]

Laut HAYASHI Tsuruichi, markiert die erste Zeile des *sanban*, die jeweilige Dezimalposition der respektiven Säulen (Hayashi 1937b, Seite 976):

	Dezimalposition		Dezimalposition
萬 (man)	10^4	**分 (fun)**	10^{-1}
千 (sen)	10^3	**厘 (rin)**	10^{-2}
百 (hyaku)	10^2	**毫 (mō)**	10^{-3}
十 (jū)	10^1	**糸 (shi)**	10^{-4}
一 (ichi)	10^0		

Die Säule in der Mitte Abbildung 7 liest sich von oben nach unten (ab der zweiten Reihe) (Morimoto 2006b, Seite 4):

商 *shō* (Quotient) – 實 *jitsu* (Realität) – 方 *hō* (Quadrat) - …

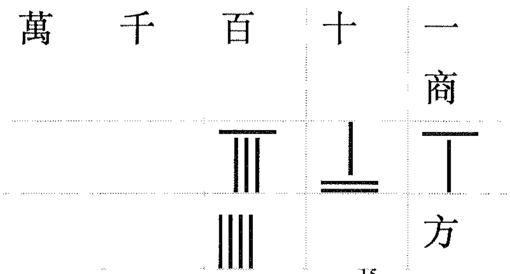
Nach Auflegen der *sangi* auf den *sanban* konnten man verschiedene Grundrechnungsarten wie Multiplikation, Division, … durchführen, aber auch komplizierte Rechenoperationen, wie zum Beispiel Quadratwurzelziehen lösen (nähere Informationen hierzu finden sich in Prof. Morimotos Artikel *The Counting Board Algebra and its Applications* (Morimoto 2006b)). Viele mathematische Werke wurden über die Hantierung von *sangi* und *sanban* geschrieben und die Geräte hatten somit natürlich großen Einfluss auf die Mathematik seiner Zeit (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 18).

[13] Vom Autor, am 26. Oktober, im Nationalen Museum der Wissenschaften in Tōkyō fotografiert.

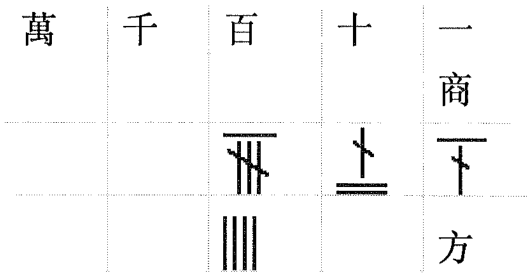
[14] Nachkonstruiert mit Hilfe von Smith und Mikami (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 24) und Hayashi (Hayashi 1937b, Seite 976)

Ein Beispiel

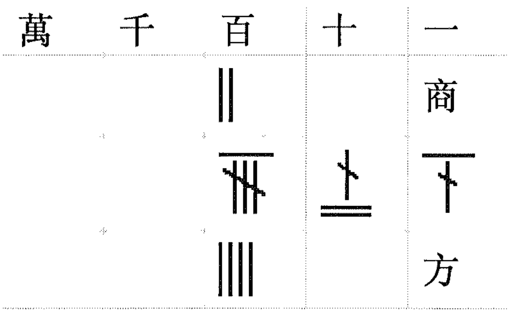
Hier soll nun ein Rechenbeispiel anhand der Division, als Repräsentant für die möglichen Operationen, gegeben werden. Die Methode stammt aus Smith und Mikamis Buch (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 25ff), es wurde jedoch hier ein anderes Zahlenbeispiel gewählt: 876/4



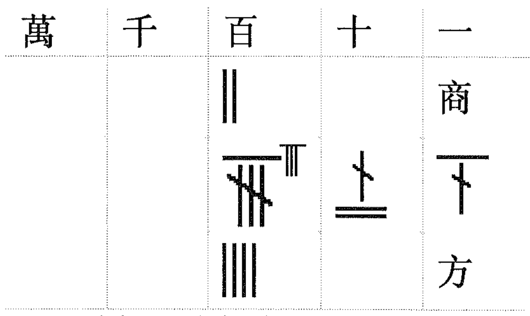
Platzierung der sangi (Divisor[15] und Dividend) am *sanban*.



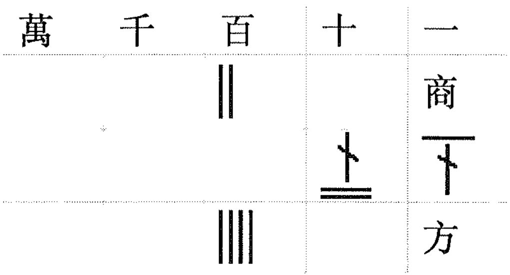
Der Dividend wird nun als „minus“- Zahl repräsentiert.



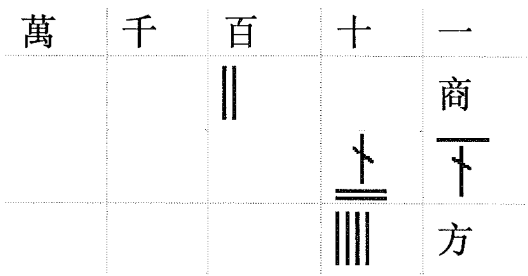
2 ist die erste Ziffer des Quotienten. Dies wird in der ersten Zeile festgehalten



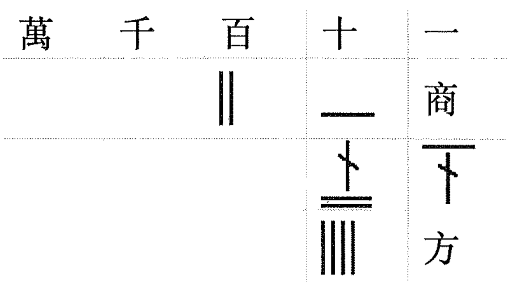
Der Divisor wird mit 2 multipliziert und zum Dividenden addiert.



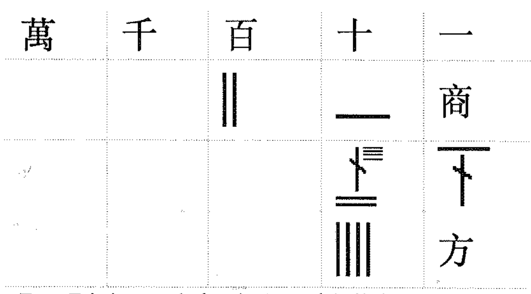
Das Resultat der letzten Operation.



Der Divisor wird nun eine Stelle nach rechts gerückt.

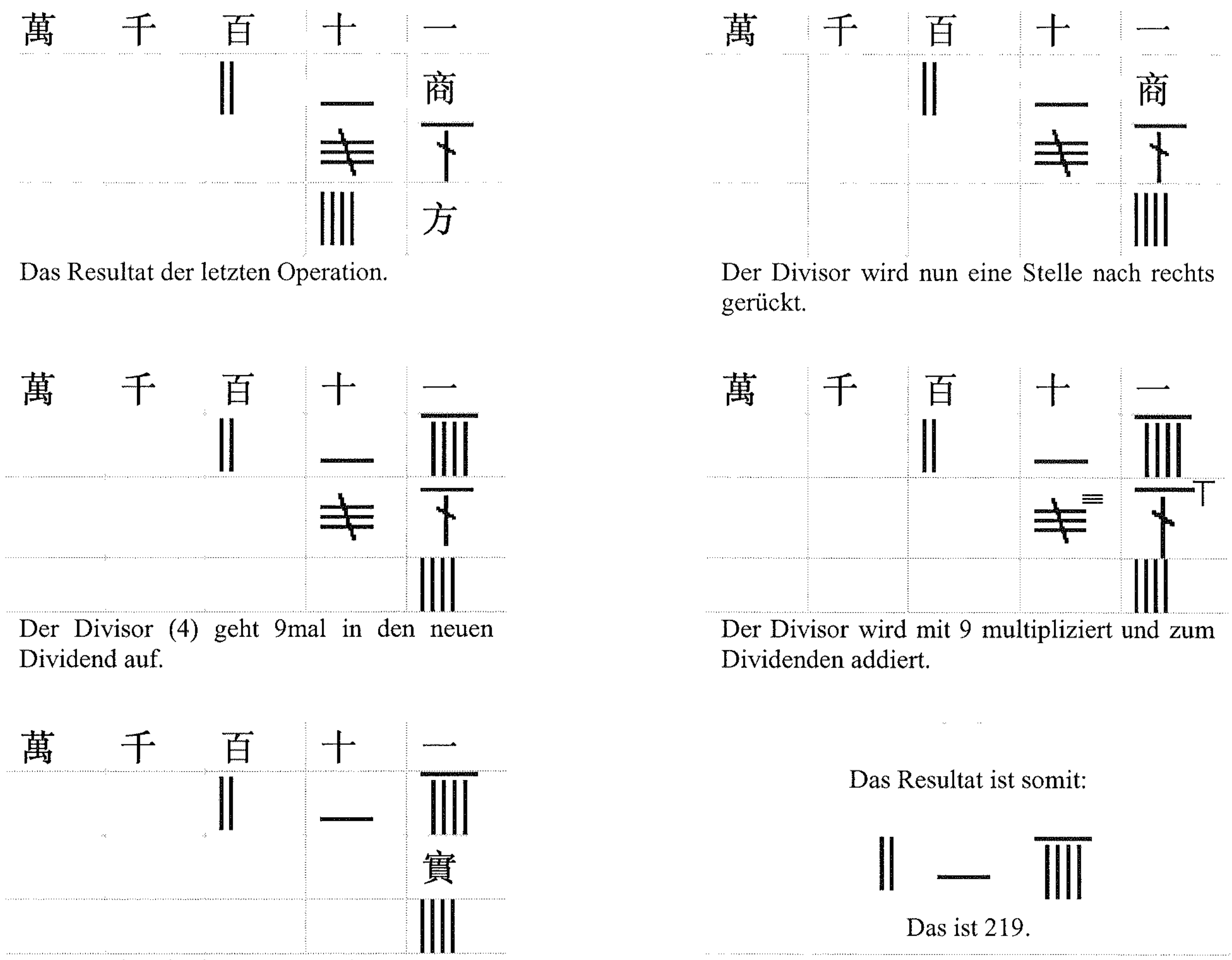


Der Divisor (4) geht einmal in den neuen Dividend auf. Dies wird wieder in der obersten Zeile vermerkt



Der Divisor wird mit 1 multipliziert und zum Dividenden addiert.

[15] Zur Erleichterung der Erklärung wurden moderne Begriffe wie Divisor, usw. verwendet.



Das Resultat der letzten Operation.

Der Divisor wird nun eine Stelle nach rechts gerückt.

Der Divisor (4) geht 9mal in den neuen Dividend auf.

Der Divisor wird mit 9 multipliziert und zum Dividenden addiert.

Das Resultat der letzten Operation.

Das ist 219.

Abbildung 8: Ein Rechenbeispiel

Es ist sehr gut denkbar, dass man in alten Zeiten nicht so viele Rechenschritte physisch durchführte – hier dient es jedoch der leichteren Verständlichkeit. Anhand dieses Beispiels ist es auch leicht ersichtlich, dass die Art und Weise der Division sich nicht so sehr von dem Divisionsalgorithmus, den man heute an europäischen Grundschulen lehrt, unterscheidet.

2.1.7. Resümee und Relevanz

Japan wurde in seiner Geschichte immer von China inspiriert – dies ist jedoch nicht verwunderlich, denn China war „das Großreich" schlechthin im asiatischen Raum und die Länder Asiens wurden von dieser Hochkultur geprägt. China war sozusagen der Puls Asiens, nicht nur in kultureller, sondern auch in wissenschaftlicher Hinsicht. So ist es natürlich, dass Japan so viel Wissen von China importierte und das chinesische Gedankengut auch den Kern der japanischen Mathematik ausmachte.

In der Tokugawa Ära entstand jedoch eine Abweichungen im Vergleich zur bis dahin chinesisch inspirierten Mathematik. Die Mathematik wurde mit Mathematikern wie Seki (siehe auch 3.3) abstrakter in dem Sinn, dass sie nicht mehr so sehr an die Anwendung in der physischen Praxis orientiert war. Es war an dieses Kapitel die Hoffnung geknüpft, dass hierdurch der Kontrast zwischen der Mathematik der „pre-Tokugawa Ära" und Wasan, welches Gegenstand des Aufsatzes ist, leichter ersichtlich werden kann. Vor Wasan waren Rechenverfahren in Japan sehr oft vom Recheninstrument diktiert und viele Werke waren Anleitungen wie man jene handhabte. Solche Werke konnten jedoch durchaus auch in der Tokugawa Ära gefunden werden – zum Beispiel in *warizansho* (siehe 2.3.2) – Wasan umfasste jedoch wesentlich mehr. Es war auch ein Hintergedanke bei der ausführlichen Introduktion der *sangi* Stäbe, welche jedoch auch an späterer Stelle wieder eine relevante Rolle spielen werden (siehe 4.3).

Christliche Missionare fanden ihren Weg nach Japan – die Frage, in wie weit ihr mathematisches Wissen die japanische Mathematik inspirierte, lässt sich nicht klar beantworten. Es kann jedoch aus obigem Abschnitt gesehen werden, dass Japan vor, bzw. bis hinein in die frühe Tokugawa Ära den „Wissensimport" nicht restringierte. Dies änderte sich jedoch und im Laufe der Epoche erlebte der Erfahrungsaustausch mit anderen Ländern eine Abschwächung und es entwickelte sich die Mathematik in eine andere Richtung als in China, wo westliches Wissen in einem höheren Grad absorbiert wurde – hiervon nachstehend mehr.

2.2. Historische Perspektivisierung der Tokugawa Ära

2.2.1. Einleitung

Um Wasan überhaupt richtig schätzen und verstehen zu können ist es notwendig, sich zunächst einen Überblick über die Tokugawa Ära zu verschaffen. Es wäre ein Unding, besonders bei der Aufgabenstellung dieser Arbeit, versuchen zu wollen, hierauf nicht einzugehen, da die Meinung vertreten wird, dass eben die Charakteristika dieser Epoche Wasan deutlich geprägt hat. So sind zum Beispiel jene, für die Entwicklung von Wasan hemmenden Faktoren, welche das Herzstück dieser Arbeit ausmachen, mit dem Repertoire des historischen Kontexts um einiges leichter verständlich (siehe zum Beispiel Abschnitt 4.5). Es soll hier auf die Vereinigung des Reiches, *sankin kōtai*, die Isolierung des Landes und das Ende der Ära eingegangen werden. Andere relevante historische Perspektivisierungen finden sich aber auch im laufenden Text der Diplomarbeit – an Stellen, die dazu besser geeignet sind. Der folgende Abschnitt basiert falls nicht anderes erwähnt auf Richard Maisons und John Caigers Buch (Mason und Caiger 2004).

2.2.2. Vereinigung des Reiches

Die Ära ummittelbar vor der Vereinigung des Landes, durch TOKUGAWA Ieyasu 徳川家康 (1543-1616) hieß *sengoku jidai* 戦国時代. Es war wie der Name[16] andeutet, die Ära eines von Krieg zerrissenen Landes. Japan bestand aus einer Unzahl Fürstentümer, die von den lokalen *daimyō* 大名 (Fürsten) gesteuert wurden und sich gegenseitig bekämpften. Der Kaiser – das Oberhaupt Japans – hatte keine reelle Macht und fungierte lediglich als eine Marionettenfigur. Der große Feldherr ODA Nobunaga 織田信長 (1534-1582) begann in der *sengoku* Periode, gefolgt von HIDEYOSHI Toyotomi 豊臣秀吉 (1536-1598) damit, das Land zu vereinen. TOKUGAWA Ieyasu gelang es schließlich Anfang des 19. Jahrhunderts, dieses Vorhaben durchzuführen und wurde Shōgun 将軍 (militärisches Oberhaupt) – genauer gesagt bekam er den Titel *sei-i-tai-shōgun*[17] (Mason und Caiger 2004, Seite 192). Der Tokugawa Clan besetzte diesen Posten seither ununterbrochen bis zum Ende der gleichnamigen Periode 1868. Diese Familie errichtete einen Verwaltungsapparat, der ihr die reelle Macht über Japan, aber auch den Frieden, für über zweihundert Jahre sichern sollte. Somit hatte man in der Tokugawa Ära Überschuss sich unter anderem mit Kultur, aber auch Wissenschaft zu beschäftigen.

Nun soll auf eines der wichtigsten Machtinstrumente der Tokugawa Regierung, die für die Sicherung des Friedens, aber auch für den Ausbau der Infrastruktur des Landes von größter Wichtigkeit war, eingegangen werden.

2.2.3. Sankin kōtai 参勤交代

Sankin kōtai 参勤交代 ist eine alte Tradition, die in der Tokugawa Ära modifiziert und wieder Anwendung fand. Ursprünglich bezeichnete man hiermit die Tradition, bei der ein Versal seinen Herren so oft wie möglich besuchte (Mason und Caiger 2004, Seite 197). Die Tokugawa Shōgune automatisierten, formalisierten und erweiterten *sankin kōtai*, sodass es als wichtiges Instrument zur Stabilisierung des Landes verwendet werden konnte; und es diese Form von *sankin kōtai,* auf die nun näher eingegangen werden soll.

Nach der Vereinigung des Landes durch Ieyasu wurde Edo 江戸 (heutiges Tōkyō) neuer Regierungssitz und das Machtzentrum Japans. Die Fürstentümer wurden jedoch weiterhin lokal

[16] *Sen* 戦 bedeutet soviel wie Krieg, *goku* 国 Land und *jidai* 時代 Zeitalter.
[17] Offiziell vom Hof 1603 bestätigt.

von den *daimyō*, relativ autonom verwaltet. Es gab zwei Arten von *daimyō* (Mason und Caiger 2004, Seite 200): *fudai- und tozama daimyō*. *Fudai daimyō* 譜代大名 waren jene Fürsten, die Ieyasu schon vor der Vereinigung des Landes zur Seite standen – *tozama daimyō* 外様大名 jene, die dem Shōgun erst danach die Treue schwuren. Erstere erhielten Lehen in der Nähe von Tōkyō, letztere wurden so weit weg wie möglich angesiedelt, da man ihnen nicht so sehr vertraute. Alle *daimyō* mussten jedes zweite Jahr nach Edo reisen und dort ein Jahr bleiben. Bei der Rückreise in ihre jeweilige Provinz wurde außerdem verlangt, dass sie ihre Frauen und Kinder in Edo zurückließen – dieses System wird als *sankin kōtai* bezeichnete. Hierdurch versprach man sich, die Fürsten von Revolten und Krieg fern zu halten, welches auch gelang. Durch die lange Abwesenheit war es ihnen unmöglich, größere strategische Offensiven zu planen. Die alle zwei Jahre stattfindende Reise nach Edo und der zu ihrem Stand passende Zweitwohnsitz, trug dazu bei, die Finanzen der *daimyō* so sehr zu schröpfen, dass ihnen die Mittel für Kriege ganz einfach fehlten. Ein anderer positiver Aspekt – neben Frieden – den *sankin kōtai* mit sich brachte war, dass das Land „kleiner" wurde – natürlich nicht physisch sondern transporttechnisch. Die auferzwungene häufige Reisetätigkeit der *daimyō* hatte als Konsequenz, dass Straßennetze aber auch die Infrastruktur wesentlich verbessert wurden. In einer Zeit, in der es keine Telefone oder dergleichen gab, stellte eben der Landweg ein wichtiges Medium für den Informationsaustausch dar. Somit war *sankin kōtai* auch eine Möglichkeit, wodurch neues Wissen in den verschiedenen Forschungsfeldern, sich in das ganze Land verbreiten konnte. Dies wird im Kapitel über die für die Forschung hemmenden Faktoren (Kapitel 4) als Gegenbeispiel in aller Kürze erwähnt.

2.2.4. Japan isoliert sich zunehmend

„By 1639 a series of measures were enacted which are commonly called the sakoku, or ‚closed country,' policy." (Mason und Caiger 2004, Seite 205)

Japan isolierte sich, wie aus dem obigen Zitat hervorgeht, zunehmend und so war es Japanern, zum Beispiel nicht mehr gestattet, ihr Land zu verlassen. Katholischen Nationen wurde verboten Japan anzulaufen und der zugelassene Außenhandel durfte nur in Dejima 出島, einer kleinen künstlichen Insel im Hafen von Nagasaki, abgewickelt werden (Mason und Caiger 2004, Seite 202ff). Japan war, wie Mason und Caiger bemerken, nie völlig isoliert und dies soll im Folgenden näher erläutert werden.

2.2.4.1. Tokugawa ein abgeschottetes Land?

In der verwendeten Literatur wäre eine bewusstere, ausführlichere und kritischere Beschreibung der Abgeschottetheitsproblematik erwünschenswert gewesen. Der Grund hierfür ist, dass eben die Frage, inwieweit Japan anderen Ländern gegenüber offen war, eine relativ große Rolle spielt (Siehe 1.3 erster Absatz). Es soll hier nicht gesagt werden, eine solche Diskussion würde gänzlich fehlen, sie wirkt jedoch in der verwendeten Literatur sehr oft wie eine selbstverständliche, beiläufige Bemerkung. Für den Inhalt des folgenden Abschnittes wurde hauptsächlich Henry D. Smith IIs erfrischender Artikel *Five myths about early modern Japan* (Smith 1997) verwendet.

Es ist richtig, dass es in der Tokugawa Ära verboten war das Land zu verlassen und es einen „Importstopp" westlicher Büchern gab. Dennoch, das Land war nicht hermetisch abriegelt, wie gängige Vorurteile es glauben machen wollen[18] und es soll im Folgenden auch das „Einfuhrverbot" der Bücher kommentiert werden. Der Grund, warum diese Periode als „abgeschlossen" empfunden wird, stammt wahrscheinlich, wie es Smith in seinem Artikel kurz be-

[18] Dies ist wohl auch der Grund für Smiths Artikel (Smith 1997, Seite 514).

schreibt (Smith 1997, Seite 520), von einer westlichen Betrachtungsweise der Geschichte, die auch von den Japanern aufgenommen wurde. Der Westen sah traditionell Japan als geschlossen, da ab 1639 jegliche Verbindungen mit katholischen Ländern untersagt wurden. Nur Holland, als westliches Land, wurde fortan toleriert. Hiervon jedoch auf die völlige Isolierung Japans in der Tokugawa Ära zu schließen, scheint westliche Augen als Betrachter der Situation vorauszusetzen. China und Korea waren, wie Smith bemerkt (ibid.), vor der Tokugawa Ära die Haupthandelspartner Japans und der japanische Außenhandel wuchs in der Tokugawa Ära sogar. China durfte, wie die Holländer auch, *dejima* (siehe oben) anlaufen und dort ihre Geschäfte abschließen. Es gelangten hierdurch, was die Mathematik und andere Naturwissenschaften anbelangte, viele Werke nach Japan. Die meisten waren wohl anfangs verboten, da sie sicherlich in irgendeiner Form eine christliche Konnotation beinhalteten. Dennoch, der Punkt ist es hier zu illustrieren, dass von einem Verbot des katholischen Glaubens und der damit involvierten Länder nicht voreilig davon ausgegangen werden kann, Japan wäre in der Tokugawa Ära der Außenwelt gegenüber vollkommen abgeschottet gewesen. Die Gefahr, auf die der Vollständigkeit halber aufmerksam gemacht werden sollte ist, dass man hierdurch ein falsches Bild der tatsächlichen Situation bekommen kann. Besonders auch mit Hinblick auf westliche Mathematikwerke variierte die Situation und es gab, wie fast immer in Japan, Ausnahmen. Zum Beispiel wurde, schon an einer früheren Stelle bemerkt, 1720 das Buch-Import-Verbot geschwächt, sodass unter anderem chinesische Übersetzungen westlicher Werke mit Relevanz für die Kalenderberechnung, importiert werden konnten so KOBAYASHI Tatsuhiko (Kobayashi 2002, Seite 1). Morimoto erwähnt auch (Morimoto 2006a, Seite 3 und 4), es gab Ende der Tokugawa Ära zwei Institutionen in Japan, die sich mit westlicher mathematischer Literatur beschäftigten. Es handelte sich hierbei um die Marine Akademie in Nagasaki 長崎海軍伝習所 und das Forschungszentrum westlicher Bücher 蛮書調所, welche offiziell eine kleine Anzahl Studenten in westlicher Mathematik ausbildete (für nähere Informationen siehe ibid.).

Chinesische Werke mit westlichem Wissen als Gegenstand

Ab 1720 wurde das Importverbot westlicher wissenschaftlicher Bücher – hierunter speziell auch der mathematischen – gelockert. Es wird berichtet, dass Shōgun TOKUGAWA Yoshimune 徳川吉宗 (1684-1751) sich sehr für den westlichen Kalender interessierte und deswegen das Verbot lockerte (Kobayashi 2002, Seite 1). Spekulationen zur Folge soll NAKANE Genkei 中根元圭 (1663-1733), ein japanischer Wasan Mathematiker, Tokugawa Yoshimune dazu geraten haben, da er das westliche Wissen hier als überlegen erachtete. Nakane und sein Lehrer, der große Mathematiker Takebe hatten Zugriff zu chinesischen Werken, die westliche Mathematik als Gegenstand hatten (ibid., Seite 6).

Bücher in westlicher Sprache

Auch wenn das Werk alt ist, findet sich ein früher Versuch der Registrierung westlicher mathematischer Werke (Hayashi 1937c), die ihren Weg nach Japan in der Tokugawa Ära fanden, in Hayashis monumentalem Werk (Hayashi 1937d, Seite 626ff). Hayashi, der versuchte noch überlebende Translateure der Tokugawa Ära zu interviewen[19] gibt zu verstehen, dass es wohl einige Mathematiker in der Tokugawa Ära gab, die Zugriff zu westlichen Mathematik Bücher hatten (ibid. Seite 627ff). Hierbei handelte es sich natürlich um Bücher aus Holland (die einzige westliche Nation, die nach dem Verbot des Christentums in Japan toleriert wurde), die über Nagasaki nach Japan kamen. Wie groß der Einfluss auf Wasan war, wird in seinem Artikel, aus Mangel an Evidenz, nicht beantwortet (ibid., Seite 626ff).

[19] Hayashi bemerkt jedoch (ibid., Seite 626), dass die zu Interviewenden leider wegen ihren hohen Alters außer Stande waren, mit aufschlussreichen Informationen beizutragen.

Das Land war somit nicht hermetisch abgeriegelt, wenn man die **komplette** Tokugawa Ära betrachtet.

In Appendix A habe ich einige Reflexionen über das Gefahrenpotential, das westliche Mathematik und Mathematikliteratur mit sich hätte bringen können hinzugefügt. Hieraus sollte ersichtlich sein, dass eine grundsätzliche, negative Haltung gegenüber dem Import von mathematischen Büchern durchaus seinen Sinn hatte. Fakt (und Sinn der obigen Erörterung) ist es jedoch, dass es keinen lückenlosen Importstopp mathematischer Werke in der Tokugawa Ära gab.

2.2.5. Das Ende der Ära

Warum die Tokugawa Ära im Jahr 1868 ihr Ende fand, ist ein hochkomplexes Thema und es gibt viele Meinungen dazu – hier soll kurz das Erklärungsmodell, das den Druck vom Ausland als eine der Ursache angibt, erwähnt werden.

Dieses Model besagt grob zusammengefasst, dass Japan sich aus Angst (siehe unten) vor dem Westen öffnete. Man wusste schon relativ früh durch Erzählungen von Missionaren und Kaufleuten über die aggressive Kolonialisierungspolitik der westlichen Großmächte Bescheid.

Commodore Mathew C. Perry (1794-1858) aus den Vereinigten Staaten, lief 1853 die Küste Edos an (Mason und Caiger 2004, Seite 262). Dies war sicherlich eine große Ungehörigkeit – denn Dejima war der Anlaufhafen für ausländische Schiffe.

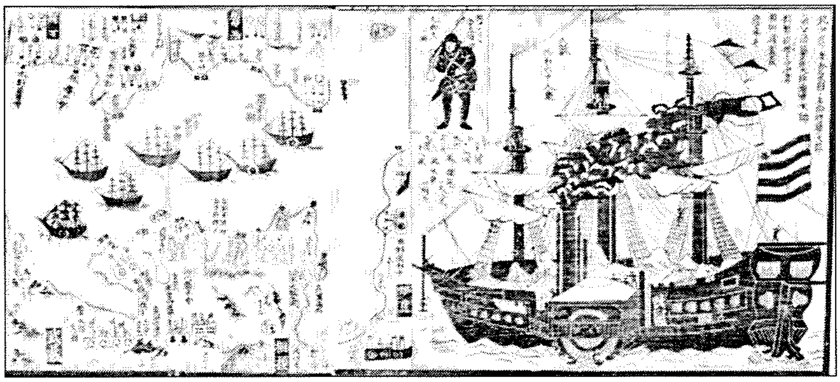


Abbildung 9: Perrys Schiffe[20]

Perry kam mit seinen „schwarzen Schiffen" und der Bitte/Ultimatum der USA, Japan für die Amerikaner zu öffnen. Man wollt Japan gerne als Zwischenstopp auf dem Weg nach China anlaufen können, um frische Reserven aufzutanken, welches nicht möglich war, da die Holländer als einzige westliche Macht toleriert wurden. Commadore Perry verließ Japan mit dem Versprechen/Drohung wiederzukommen – welches er im Jahre 1854 auch tat. Hier wurden den USA Zugeständnisse gemacht (ibid., Seite 263) und 1858 Handelsverträge abgeschlossen. Japan begann sich somit immer mehr der Außenwelt gegenüber zu öffnen. Der Druck von außen, aber auch ein innenpolitischer führten zu einer kleinen Revolution im Lande, die als Konsequenz eine realpolitischen Machtverschiebung – vom Shōgun zum Kaiser – mit sich führte. Dies war das Ende der Tokugawa Ära und der Beginn der Meiji Ära 治時代 (1868-1912) (benannt nach dem regierenden Kaiser – Meiji) (ibid.).

[20] Bildquelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/PerryIkokusen.jpg (Stand: 25. Dezember 2006)

2.2.6. Resümee und Relevanz

Es sollte hier ein Gespür für die damalige Zeit vermittelt werden, und es war mir ein Anliegen zu zeigen, dass Japan in der Tokugawa Ära durchaus nicht so abgeschottet war, wie viele Vorurteile es glauben machen wollen. Dies hat unter anderem für die Kreditierung der Wasan Mathematiker eine Bedeutung (denn es gab Inspiration von außen). Als Randbemerkung kann aber auch erwähnt werden, dass dies bis in die heutige Zeit (eine vielleicht kleine) politische Bedeutung hat: In Japan verwendet man teilweise Wasan in Schulen – zum Beispiel *sangaku hōno* (siehe 1.1) – um unter anderen ein nationales Bewusstsein der Japaner zu formen[21].

Die historische Perspektivisierung der Tokugawa Ära war mir ein großes Anliegen. Unter anderem, weil die „Abgeschottetheit" des Landes in dieser Arbeit, als einer für die Entwicklung und Fortschritt Wasans hemmenden Faktoren betrachtet wird. Somit wurde das Fundament für eine nähere Erörterung dieses Faktors aber auch anderer Faktoren geschaffen. Überhaupt wurde hierdurch eine notwendige Grundlage für eine Kontextualisierung Wasans geschaffen. Dies sollte den relativ ausführlichen Ausfall dieses Abschnittes legitimieren.

[21] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

2.3. Wasan – der Anfang

2.3.1. Der Stand der Mathematik zu Beginn der Tokugawa Ära

Laut Swain und Sugimoto stammte das Interesse an chinesischer Mathematik nicht von buddhistischen Mönchen, sondern wurde von Seite der Kaufleute motiviert, da diese durch ihren utilitaristischen Gedankengang praktische Hilfsmittel suchten, um das Alltagsleben zu erleichtern (Sugimoto und Swain 1978, Seite 204ff). Hinzu kam, dass diese Schicht unter den Tokugawa Regenten ihre Blütezeit hatte – ihr Reichtum ermöglichte es ihnen, ihre Kinder in Mathematik auszubilden. Durch den Handelsstand wurden aber auch wichtige mathematische Werke aus China mitgebracht und bildeten die Grundlage für Wasan. So können als Beispiel folgende Werke genannt werden – die, so Kobayashi, wohl eine Haupteinflussquelle Wasans waren (Kobayashi 2002, Seite 2):

Suanfa tongzong 算法統宗:

Das mathematische Werk *suanfa tongzong* (1593[22]) des Chinesen CHENG Dawei[23] 程大位 (1533- ca. 1592) handelte, wie so viele andere Werke dieser Zeit, von der Handhabung des Abakus (Sugimoto und Swain 1978, Seite 204). Es ist das älteste Buch, das eine Abbildung des chinesischen Abakus – des *suanpan* – enthält und auch die Anwendung genau beschreibt. Das Werk diente unter anderem dem berühmten Wasan Mathematiker Yoshida als Inspiration (siehe auch 2.3.4) (Mikami 1961, Seite 157).

Suanxue Qimeng 算学啓蒙:

Dieses Werk aus dem Jahr 1299[24] von ZHU Shijie[25] kam wahrscheinlich über Korea nach Japan. Die erste japanische Version stammt aus dem Jahre 1658. Das *suanxue qimeng* (auf Japanisch *sangaku keimō*) war ein in China längst verloren gegangener Text. Der Inhalt des Werkes war algebraischer Natur, welche sich der *sangi* 算木 bediente. Dieses Verfahren wurde in Japan unter dem Namen *tengen jutsu* 天元術 „Die vom Himmel stammende Methode" bekannt (Mikami 1961).

2.3.2. Die Mathematik in der frühen Tokugawa Ära

Anfangs der Tokugawa Periode entstanden mehrere signifikante, chinesisch inspirierte japanische Werke. Im Folgenden soll eine kurze Auflistung und ein Resümee einiger dieser Schriften – nach Swain und Sugimoto (Sugimoto und Swain 1978, Seite 204-208) – wiedergegeben werden.

***Warizansho* 割算書** *„Die Divisionsniederschrift"*	*Dieses Werk aus dem Jahr 1622, stammt vom berühmten Mathematiker MŌRI Shigeyoshi 毛利重能 (siehe auch 2.3.3). Sein Werk behandelt ausführlich die Division am Abakus. Wohingegen die anderen Grundrechnungsarten hier relativ einfach zu hantieren sind, ist die Division nicht ganz so leicht. Auch Areals- und Volumenberechnungen samt Landvermessungstechniken wurden hier behandelt.*

[22] Morimoto erwähnt 1592, nicht 1593 und es findet sich hier ein Datum, einer japanischen Übersetzung jenes Werkes – nämlich 1676 (Morimoto 2006b, Seite 1).
[23] Es handelt sich hierbei um die japanische Aussprache des chinesischen Namens.
[24] Morimoto erwähnt zwei Jahreszahlen für eine Übersetzung in das Japanische: 1658 und 1673 (Morimoto 2006b, Seite1).
[25] Es handelt sich hierbei um die japanische Schreibweise des chinesischen Namens.

Shokanbumono *諸勘分物* *„Verschiedene Ideen bzgl. Areal und Volumen"*	*Wie warizansho (1622) handelte dieses Werk von MOMOKAWA Chihei 百川治兵衛 von der Areals- und Volumenberechnung.*
Jinkōki *塵劫記* *„Abhandlung über große und kleine Zahlen"*	*Dieses Werk von Yoshida war wohl maßgeblich an der Verbreitung von Wasan beteiligt – es hatte eine große Leserschaft und war sehr pädagogisch aufgebaut. Näheres zu diesem Werk und Yoshida siehe Abschnitt 2.3.4*
Jugairoku *竪亥録* *„Die Aufzeichnungen eines jungen Wildschweins"*	*IMAMURA Tomoaki 今村知商 war Schüler Mōris. Das interessante an jugairoku aus dem Jahr 1639 ist, dass es nicht nur Aufgabenformulierungen auflistet sondern auch Regeln für die Lösung beinhaltete.*

Eine anderes interessantes Detail ist, dass Imamura auch ein Schwesterwerk zu *jugairoku* schrieb: *inki sanka* 因帰算歌 „mathematische Verse zur Erinnerung" aus dem Jahre 1640. Dieses Werk war als ein Hilfsmittel gedacht, damit man sich die Regeln des *jugairoku* leichter merken konnte. Das wollte Imamura dadurch erreichen, indem er diese in *inki sanka* (in Versform) niederschrieb.

2.3.3. Mōri Shigeyoshi 毛利重能 und der soroban 算盤

Es wurde lange Zeit die folgende Geschichte über Mōri erzählt:

MŌRI Shigeyoshi 毛利重能 (? – ?)[26] war ein Gefolgsmann von TOYOTOMI Hideyoshi 豊臣秀吉 (1536–1598). Der große Feldherr Toyotomi wollte seinen Hof zu einem Zentrum für Wissen machen (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 32) und sandte Mōri mit dem Auftrag nach China, sich mehr mathematisches Wissen anzueignen. In China angekommen, wurde Mōri jedoch schlecht empfangen, da er niedrigen Ranges war – und so kam er fast leeren händens nach Hause. Daraufhin gab Toyotomi ihm einen Titel und schickte ihn nochmals nach China. Erneut stieß Mōri auf Probleme, denn diesmal hatte sein Herr Toyotomi eine Invasion (Anfang 1592) in Korea gestartet, welches China wiederum missfiel. Es war deswegen zu jener Zeit gefährlich, Japaner in China zu sein und der Argwohn, den er in diesem Land zu verspüren bekam, veranlasste ihn schließlich, ohne seine Aufgabe erfüllt zu haben, nach Japan zurück zu kehren. Nichts desto trotz brachte Mōri, laut der Geschichte, viele neue Errungenschaften mit zurück von seiner Reise – unter anderem ein Exemplar des chinesischen Abakus *swanpan*. Ob die Geschichte wahr ist oder nicht, laut Mikami und Smith (ibid., Seite 35) ist es sicher, dass Mōri ein Spezialist im Umgang mit dem *soroban* 算盤 war. Er unterrichtete viele Schüler und nannte sich „Der erste Lehrer der Division in der ganzen Welt" – weniger sicher ist es jedoch ob er wirklich der erste war, der den *soroban* nach Japan brachte, denn dagegen sprechen die folgende drei Punkte (ibid.):

1) es gab im Ashikaga Shogunat einen reichen Handelsverkehr zwischen China und Japan, somit wäre es für solch eine simple Gerätschaft – besonders wenn man dessen Funktion und Nutzen in Betracht zieht – natürlicher, wenn es zuvor schon durch Händler nach Japan gekommen wäre.
2) es gab einen anderen Mori – MORI Misaburō, der in der Bun-an Ära (1444-1449) im Besitz eines *swanpan* gewesen sein soll. Mikami und Smith (ibid.) schreiben, dass dieser swanpan noch heute (also zur Zeit, wo ihr Buch geschrieben wurde) im Besitz der Kitabatake Familie ist.

[26] Leider sind diese Daten unbekannt.

3) außerdem spricht dagegen, dass HOSOKAWA Yūsai – ein Staatsmann, General und Zeitgenosse TOYOTOMI Hideyoshis (und damit auch Mōris) auch einen *swanpan* gehabt haben soll (aus Elfenbein).

Es sprechen also viele Indizien gegen Mōri. Man kann aber seinen Einfluss auf die Mathematik in Japan nicht genug hervorheben, denn er:

- hatte eine Schule in Kyōto, wo er die Arithmetik des *soroban* unterrichtete und so maßgeblich zur Verbreitung dieses Gerätes in Japan beitrug (Mikami 1961, Seite 156).
- seine Arbeiten sind leider nicht mehr erhalten, aber er schrieb ein Arithmetik-Werk in zwei Bänden mit dem Namen *kijo ranjō* und hinterließ ein Manuskript mit mathematischem Inhalt (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 34). Laut Hayashi war Mōri der erste Japaner, der jemals ein Mathematikbuch geschrieben hat – ca. 1600 (Hayashi 1937b, Seite 38).
- Mōri brachte unter anderem auch drei hervorragende Mathematiker hervor: YOSHIDA Kōyū 吉田光由, IMAMURA Chishō 今村知商 und TAKAHARA Kisshu 高原吉種 – man nannte sie mit Respekt *sanshi,* was hier soviel wie die drei geehrten Mathematiker bedeutet (Mikami 1961, Seite 157).

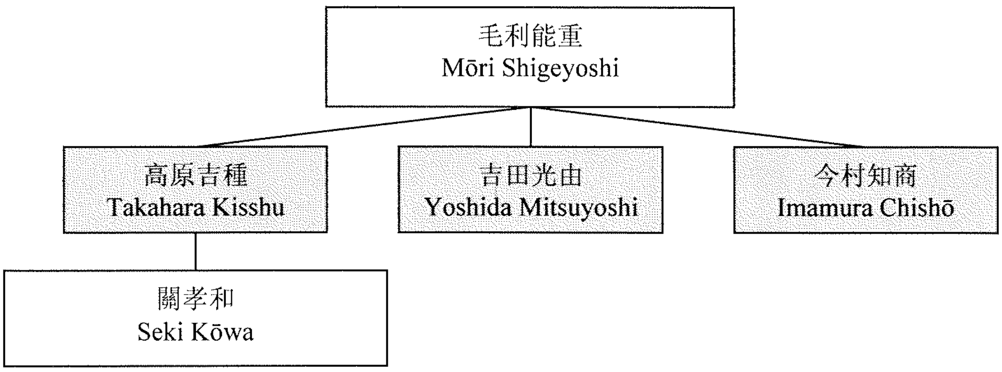


Abbildung 10: Stammbaum - *sanshi* in erster Generation (grau gefärbt)

2.3.3.1. Der soroban 算盤

Der japanische Abakus – *soroban* – hatte einen weit reichenden Einfluss auf die Mathematik Japans, denn sehr viel Mathematik wurde für dieses Gerät maßgeschneidert – so auch in der Tokugawa Ära. Ob man nun an die Geschichte Mōris glaubt oder nicht, der *soroban* ist eine Weiterentwicklung des *swanpan* und stammt aus China. Laut Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 31) ist die Herkunft des *swanpan* ungewiss – es gibt jedoch folgende drei Vermutungen diesbezüglich:

1) römischen Reich
2) zentral Asien
3) China

Es ist am wahrscheinlichsten, dass er aus dem römischen Reich kommt, da es seit langem einen Austausch zwischen Ost und West gegeben hat und der chinesische Abakus die selbe Form wie der römische aufweist (ibid.). Ist diese Behauptung wahr, so hat der japanische *soroban* Wurzel, die sich bis nach Europa verfolgen lassen könnten. Es ist wichtig festzuhalten, dass vieles, das die Bezeichnung „intrinsisch Japanisch" zu tragen scheint, auf eine lange

Entwicklungsgeschichte mit ausländischer „Teilnahme" zurückgeht. Der *soroban* ist hier ein Musterexempel.

2.3.3.2. Das Gerät

Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 31) meinen, das Wort „*soroban*" kommt entweder von:

- Einer fehlerhaften Aussprache des chinesischen Wortes „*swanpan*", welches sich wiederum vom chinesischen Wort „*chou-p'an*" herleiten lässt. Letzteres bedeutet in etwa soviel wie „Perlenbrett".
- Die andere Möglichkeit ist, dass es sich aus dem Wort „*soroiban*" ableitet, welches sich mit „ordentlich arrangiertes Brett" übersetzen lässt.

Die Namensgebung sagt also relativ viel aus darüber, was der *soroban* ist. Betrachtet man untenstehendes Bild:

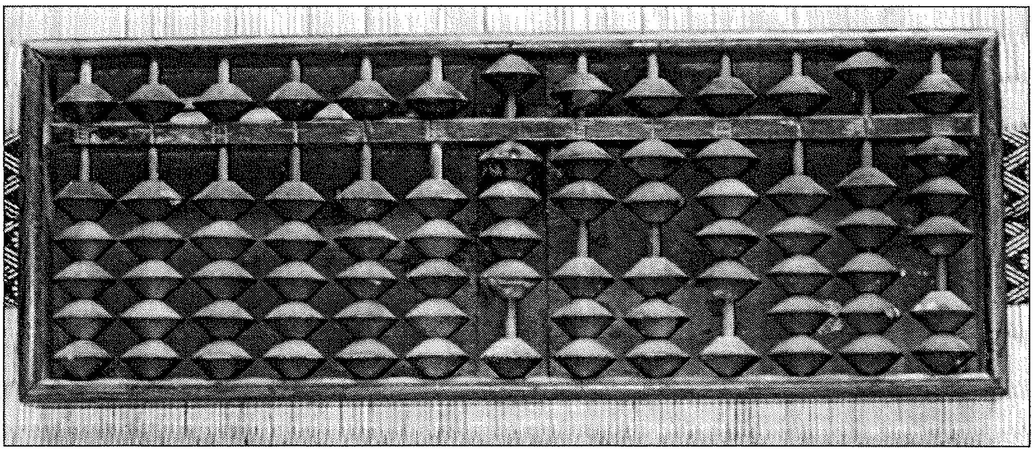


Abbildung 11: *soroban*[27]

sieht man einen Holzrahmen mit zwei, durch eine Holzleiste getrennte Abschnitte und Säulen mit Kugeln. Der japanische *soroban* ist eine Modifikation des *swanpan*. Die Hauptunterschiede finden sich in folgender, von mir zusammengefassten Tabelle:

Swanpan	**Soroban**
– *runde Kugeln* – *2 Reihen im oberen Abschnitt* – *5 Reihen im unteren Abschnitt*	– *Kugeln haben Kanten für leichtere Bedienung* – *1 Reihe im oberen Abschnitt* – *5 Reihen im unteren Abschnitt*

Figur 2.2: Unterschiede zwischen *swanpan* und *soroban*

Es sollte jedoch hier bemerkt werden, dass es durchaus auch Hybrid Versionen gab - so kann man, zum Beispiel durchaus alte japanische *soroban* mit zwei Reihen im oberen Abschnitt finden. Die Änderungen, die in Japan – man schätzt sie traditionell auf Ende des 16. Jh. (siehe Mōris Geschichte 2.3.3) – vorgenommen wurden, sind hauptsächlich praktischer Natur. Die kantigen Kugeln lassen ein schnelleres und sicheres Manipulieren zu. Auch die Rechenverfahren wurden zum Teil ein wenig verändert und ich schätze auch hier, mit Hinblick auf Schnelligkeit. Shigeru (Shigeru 2000, Seite 428) meint, die *soroban* Version – mit einer Ku-

[27] Vom Autor im Jahr 2005 in einem Haus im Ort Iwama (Ibaraki-Präfektur) fotografiert.

gel im oberen und 5 im unteren Abschnitt – wurde in der Tokugawa Zeit verwendet, wohingegen die leichtere Version – mit einer Kugel im oberen Abschnitt und nur vier im unteren – nach dem Zweiten Weltkrieg ihre Anwendung fand. Laut Georges Ifrah (Ifrah 1985, Seite 121-123) sollen geübte Hände dadurch bei Addition und Subtraktion genauso schnell Resultate hervorbringen, wie wenn man heute einen modernen Taschenrechner verwendet. Ifrah (ibid.) zitiert auch einen Artikel von Clyde Haberman, aus der Zeitung New York Times (Haberman 1983Seite 1 und 3), wo als ein Grund für die Verwendung des *soroban* die Minimierung von Eingabefehlern genannt wird. Auch in der heutigen Zeit kann man die Bedeutung, die dieses Gerät in der Zeit des Taschenrechners hat, an der Produktionszahl deutlich ablesen – so schreibt Habermann in seinem Artikel (ibid.), dass zur Zeit (das muss gegen 1982 gewesen sein) 2,1 Millionen *soroban* produziert werden.

2.3.3.3. Anwendung

Ich möchte an dieser Stelle ein simples Beispiel illustrieren, um zu zeigen wie Zahlen repräsentiert und mit ihnen gerechnete wurde. Man konnte am *soroban* addieren, subtrahieren, multiplizieren, dividieren, Kubik- Quadratwurzeln ziehen, usw. Laut Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 38) wurde bei der Multiplikation in Japan, im Gegensatz zu China, der Multiplikator links neben dem Multiplikand platziert – dieser Fortschritt wird Mōri oder Yoshida zugeschrieben. Interessant ist auch, dass unter anderem bei der Division so genannte Divisionstabellen, wie zum Beispiel *ku ki hō* verwendet wurden. In diesen fand man die passenden Quotienten und Reste. Die Divisionsmethode mit solchen Tabellen kann man in Yoshidas Werk *jingōki* (siehe auch 2.3.4.1) finden, das im Folgenden näher betrachtet wird. Die tatsächlichen Berechnungsalgorithmen sollen jedoch nicht zentraler Gegenstand dieser Arbeit sein und somit begnüge ich mich der Einfachheit halber, mit einem simplen, von mir konstruierten, Additionsbeispiel: 3.574+232

Zur Zahlenrepräsentation

Die Kugeln des oberen und unteren Abschnittes, die zum Trennbalken geschoben sind, dienen der Zahlenrepräsentation. Das heißt, die obere Kugel zählt, wenn sie zum Trennbalken geschoben ist 5 in der ersten Säule von rechts, 50 in der zweiten Säule von rechts und so weiter. Mit den Kugeln des unteren Abschnittes verhält es sich dementsprechend – zum Beispiel stellen zwei Kugeln, die in der zweiten Säule von rechts, zum Trennbalken geschoben sind den Wert 20 dar (siehe **Abbildung 12**).

Das Beispiel 3.574+232

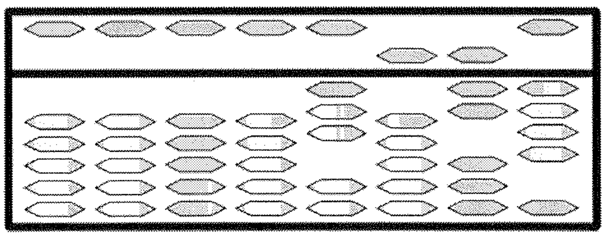


Abbildung 12: Repräsentation der Zahl 3.574 am *soroban*

Der *soroban* wird zunächst mit 3.574 kalibriert. Dies passiert auf folgender Weise: die Kugeln des oberen Abschnittes zählen je als 5'er und die des unteren als einer. Die Säulen repräsentieren schließlich die jeweiligen Dezimalstellen. Zum Beispiel (siehe **Abbildung 12** welche die Zahl 3.574 repräsentiert): In der zweiten Säule von rechts sind im oberen Abschnitt eine und im unteren zwei Kugeln in Richtung des trennenden Balkens geschoben. Dies repräsentiert die 7 der Zehnerstelle der Zahl 3.574.

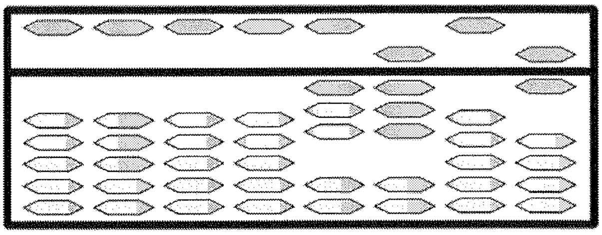


Abbildung 13: Repräsentation der Zahl 3.806 am *soroban*

Nach der Kalibrierung wird nun die Zahl 232 zu 3.574 addiert. Als erstes die erste Dezimale in der letzten Säule – hier soll 4 mit 2 addiert werden: Im unteren Abschnitt in Abbildung 12 kann nur mehr eine Kugel nach oben geschoben werden. Dies wird getan – somit ist 1 addiert worden. Es sollte aber 2 addiert werden. Das geschieht damit, dass man die 5 Kugeln des unteren Abschnittes alle nach unten verschiebt und anstatt die Kugel des oberen Abschnittes (die 5 repräsentiert) Richtung Trennbalken schiebt. Nun steht eine Kugel im unteren Abschnitt zur Verfügung und man kann die 1, die noch fehlt, Richtung Trennbalken schieben. Somit hat man das Ergebnis 6. Mit den anderen Dezimalstellen verhält es sich ähnlich und zu einer näheren Beschreibung kann Smith und Mikamis Buch (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 36) empfohlen werden. Schließlich kann das Resultat 3.806 abgelesen werden (siehe Abbildung 13).

Auch Subtraktion und Multiplikation sind relativ leicht am Abakus durchzuführen. Ein Multiplikationsbeispiel aus *jingōki* findet sich in Smith und Mikamis Buch (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 37ff). Die Division war relativ umständlich, man musste sich lange Divisionstabellen merken. Sie war anfangs der Tokugawa Ära der relativ neueste Trend[28] und galt als schwer.

Nachstehend soll nun auf den berühmten Mathematiker Yoshida und sein schon so oft erwähntes Werk, *jingōki* näher eingegangen werden.

2.3.4. Yoshida Mitsuyoshi 吉田光由

Repräsentativ für Mōris drei Hauptschüler soll hier YOSHIDA Mitsuyoshi 吉田光由 (1598–1672) erwähnt werden. Yoshida war bereits in jungen Jahren Schüler Mōris in Kyōto. Trotz der Tatsache, dass er aus einer Familie von Gelehrten kam, beherrschte er kein Chinesisch und konnte somit nicht die mathematischen Schriften seiner Zeit lesen. Yoshida begann deswegen mit dem Chinesischstudium und konnte so den Weg für seinen Fortschritt in der Mathematik bahnen. Unter anderem durch die neu erworbene Sprachkenntnis, die Mōris bei weitem übertraf, überholte Yoshida seinen Lehrmeister Mōri, was mathematisches Können anbelangte.

> *His progress in mathematics then became so rapid that it is related that he soon distanced his master, so that Mōri himself was glad to become his pupil (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 60).*

Yoshida schrieb ein Buch mit dem Namen *jingōki,* aber auch die Kalenderberechnung ließ er nicht aus. Sein Hauptwerk und was seinen Namen im mathematischen Zusammenhang, unsterblich machte, ist jedoch *jingōki* 塵劫記.

[28] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

2.3.4.1. Jingōki 塵刧記

„'Jingōki' (...) was the most famous textbook of mathematics in the Edo period of Japan." (Shimodaira 1977, Seite 95)

Da Mōris Werke nicht erhalten sind, gilt Yoshidas *jingōki* 塵刧記, welches 1627 erschien, als das erste mathematische Buch in Japan. „*jin*" 塵 bedeutet hier soviel wie „kleine Zahl", „*gō*" 刧 eine „große" und „*ki*" steht für eine „Abhandlung" – zusammengesetzt kann man, laut Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 60), „*jingōki*" mit "Abhandlung vom Kleinsten und Größten" übersetzen.

Abbildung 14: Abbildung: *jinkōki*[29]

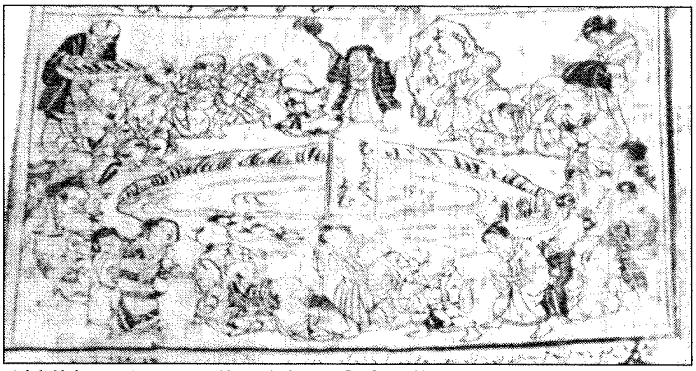


Abbildung 15: Detailansicht *jinkōki* (Illustration einer Variation des Josephus Problems)[30]

Das Werk wurde innerhalb kürzester Zeit sehr berühmt, erschien in mehreren, reich illustrierten Auflagen (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15) und die Arithmetik des soroban machte hierdurch große Fortschritte (Mikami 1961, Seite 157). Durch seine erworbenen Sprachkenntnisse konnte Yoshida *suanfa tongzong* (ca. 1593 erschienen), das Werk des chinesischen Mathematikers CHENG Dawei (siehe auch 2.3.1) lesen und man sieht deutlich die Inspiration hiervon in *jingōki*. Laut Mikami und Smith (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 60) handelt der Inhalt des Werkes hauptsächlich von arithmetischen Operationen, die einen Bezug zum *soroban* haben – wie das Berechnen von Quadrat- und Kubikwurzeln.

Jingōki beinhaltet aber auch eine Approximation von π – nämlich π = 3, 16, und im Anhang des Werkes waren ungelöste Aufgaben beigefügt, die eine sehr interessante Tradition in Japan weckte, auf die im nachstehenden Abschnitt näher eingegangen werden soll. Ab der zweiten Auflage wurden, so SHIMODAIRA Kazuo, auch spielerische Aufgaben – zur Unterhaltung – hinzugefügt (Shimodaira 1977, Seite 95). Als Beispiel für eine Unterhaltungsaufgabe kann folgendes Problem dienen:

„Some thieves talked to each other on a dry riverbed deep at night. They stole many rolls of silk textile. 'If we take seven rolls each ourselves, eight rolls are left. When we take eight rolls each ourselves, we are seven rolls short.' Someone heard it on a bridge. He knew how many thieves there were, and how many rolls there were at once." (Shimodaira 1977, Seite 103)

2.3.4.2. Relevanz für die Tokugawa Ära

Die Relevanz von Yoshidas Werk für die Tokugawa Ära ist erheblich. Ich möchte die meiner Meinung nach wichtigsten Punkte im Folgenden zusammenfassen:

[29] Vom Autor, am 26. Oktober im Nationalen Museum der Wissenschaften in Tōkyō fotografiert.

[30] Siehe Fußnote 12. Diese Abbildung wurde von mir, um eine bessere Perspektive gewähren zu können, künstlich aufgehellt. Das Original hat etwa dieselbe dunkle Farbe, wie in der vorigen Abbildung.

1) Popularität und Zugänglichkeit
2) *Idai-keishō*-Tradition

Popularität und Zugänglichkeit

Nicht zu unterschätzen ist die Tatsache, dass durch *jingōki* auf einmal Mathematik in japanischer Sprache zur Verfügung stand. Das Werk wurde ein Bestseller und Mathematik war auf einmal einem breiten Publikum zugänglich – und nicht nur den Mathematikern (Shimodaira 1981, Seite 101). Es entstanden, wie im Vorigen erwähnt, verschiede Auflagen und laut Mikami wurde das Werk teilweise sogar von Verlegern ohne das Wissen des Autors vervielfältigt (Mikami 1961, Seite 157). Mit anderen Worten wurde *jingōki* von vielen Interessierten in der Tokugawa Ära gelesen. Indem *jingōki* in Japanisch verfasst wurde, entstand ein Meilenstein innerhalb der Mathematikgeschichte Japans, denn Mathematik war nun auch für Menschen, die des Chinesischen nicht mächtig waren, zugänglich. *Jingōki* inspirierte jedoch auch auf eine andere Art und Weise:

2.3.4.3. Idai keishō Tradition 遺題継承

„Japanese mathematicians became more and more sophisticated owing to the habit of idai-kaishō." (Shimodaira 1981, Seite 94)

„The most important vehicle for highly developed mathematical concepts and skills in the seventeenth century, however, was a process initiated by Yoshida Mitsuyoshi called 'problem succession' (idai keishō). " (Sugimoto und Swain 1978, Seite 263)

Die Bedeutung dieser Tradition kann meiner Meinung nach nicht genug, für die sonst durch so viele Faktoren gehemmte Entwicklung der japanischen Mathematik, als relevant für die Tokugawa Ära gepriesen werden – denn eine Konsequenz der Tokugawa Politik war in vieler Hinsicht eine Stagnation der natürlichen Entwicklung und des Fortschrittes. *Idai keishō* 遺題継承 stellt somit für die Mathematik eines der wenigen entwicklungsfördernden Konzepte dar.

Worterklärung: Mit Hilfe Shimodaira (Shimodaira 1981, Seite 92 und 94) möchte ich idai-keisho folgendermaßen ins Deutsche übersetzen: 遺 „*i*" bedeutet soviel wie „übrig bleiben", 題 „*dai*" wird zu „Problem(e)" und 継承 „*keishō*" zu „Kette oder Folge". Hieraus resultierend bedeutet „*idai keishō*" soviel wie „Folge übrig gebliebener Probleme", welches jedoch nicht vollständig beschreibt, was *idai keisho* ist, es dürfte jedoch im Folgenden klarer werden:
Mikami und Smith nennen diese Tradition – vielleicht passender – (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 62) *idai-shōtō* welches sie mit:

„Mathematical problems proposed for solution and solved in subsequent works. " (ibid.)

übersetzten.

Shimudaira zufolge (Shimodaira 1981, Seite 87) fügte Yoshida in seiner zweiten überarbeiteten Version dem ursprünglichen Werk zwölf ungelöste Problem hinzu, womit man testen konnte, ob sich Personen, die sich als Mathematiker ausgaben, auch mit Recht so bezeichnen konnten. Laut Shimudaira schrieb Yoshida:

„If you want to know who are the real mathematicians, you had better ask them to solve these problems. "(ibid.)

Damit provozierte er viele und löste mit diesen Aufgaben die *idai-keishō* Tradition aus, denn ein jeder „ordentlicher" Mathematiker wollte seinen Status beweisen, indem er diese Probleme löste. Von Yoshida provoziert, veröffentlichten diese zusammen mit den Problemlösungen, wiederum Probleme ohne Lösungen und somit wurde ein, für die Mathematik, sehr fruchtbares „Frage-Antwort-Spiel", von Yoshida ins Leben gerufen. Sobald man für die *idai* Probleme eine Lösung fand, veröffentlichte man diese und fügte neue Probleme hinzu.

Beispiel: An dieser Stelle möchte ich ein simples Beispiel der offenen Fragen Yoshidas aus Shimudairas Artikel (Shimodaira 1981, Seite 88) sinngemäß ins Deutsche übersetzen:

> *Gegeben ist ein rechtwinkliges Dreieck. Die Längen der Hypotenuse und der zwei anderen Seiten sind respektiv a, b und c. Berechne die Länge von a, b, c und die Fläche des Dreiecks unter folgender Voraussetzung:*
>
> $$a + b = 81 \text{ ken}$$
>
> $$a + c = 72 \text{ ken}$$

Laut Shimudaira war dieses Problem für damalige Verhältnisse gar nicht so leicht, da man vergessen hatte, wie man die dafür brauchbare chinesische Algebra verwendete und nur die wenigsten in der Tokugawa Ära den Satz des Pythagoras kannten. Shimudaira zeigt außerdem in seinem Artikel (Shimodaira 1981), dass dieses und andere Beispiele in Wirklichkeit sehr nahe mit Beispielen aus *suanfa tongzong* (2.3.1) verwandt sind: Dazu wieder sinngemäß aus Shimodairas Artikel übersetzt:

> *„Gegeben ist ein 10 shaku hoher Bambusspross. Eines Tages kam ein starker Wind, der Bambusspross brach und die Spitze berührte nun den Boden. Der Abstand zwischen der Spitze und dem Anfang des Triebes beträgt 2 shaku. Wo brach der Spross?" (ibid., Seite 94)*

Wie in Shimudairas Artikel (ibid.) habe ich hier die Aufgabe aus *suanfa tongzong* graphisch illustriert. Ich habe jedoch zusätzliche Zeichenerklärungen hinzugefügt, um das Lesen zu erleichtern: Der Anfang des Triebes wird mit A bezeichnet, die Bruchstelle mit B und der Punkt wo die Spitze den Boden berührt C. Der Abstand von A zu C – also c – ist mit 2 shaku gegeben. Die Länge a+b beträgt laut Aufgabenstellung 10 shaku. Die Frage richtet sich nach der Länge des Linienstückes a.

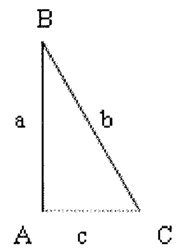


Abbildung 16: Das Beispiel Illustriert

Shimudaira (Shimodaira 1981, Seite 94) verwendet diese und andere Gegenüberstellungen um zu zeigen, dass Yoshidas Probleme eine große Ähnlichkeit mit denen aus *suanfa tongzong* hatten. Die detaillierte Behandlung dieses Artikels in dieser Arbeit war mir aus dreierlei Gründen in Bezug auf die Tokugawa Ära wichtig – nämlich:

- um zu vermitteln, was in dieser Zeit in mathematischer Hinsicht als schwierig galt,
- aber vor allem um zu zeigen, dass es vor der Abschottung des Landes in der Tokugawa Ära eine rege Beeinflussung der japanischen Mathematik durch die Außenwelt gab. Hier erwies sich Shimodairas Artikel (Shimodaira 1981) als besonders geeignet, eben dies anhand von *jingōki* (welches eine nicht zu unterschätzende Rolle in der Tokugawa Ära spielte) und des obigen Beispieles zu illustrieren.
- Shimudaira schreibt:

> *„‚Jingōki' (...) was the most famous textbook of mathematics in the Edo period of Japan. (...) The elementary education of arithmetic in the Edo perioddepended on ‚Jingōki'". (Shimodaira 1977, Seite 95)*

Horiuchi (Horiuchi 1994a, Seite 33ff) zufolge dauerte der Einfluss dieses Buches bis in die Meiji Ära (1868 – 1912).

2.3.5. Resümee und Relevanz

Es sollte zunächst in Abschnitt 2.3 ein Gefühl für die „Geburt“ Wasans gegeben werden. Hierdurch war es auch von Nöten, die chinesische Abstammung und das hieraus resultierende Erbe, sowie den möglichen Einfluss durch die christlichen Missionare anzudeuten. Die zwei wohl wichtigsten Recheninstrumente, die auch in der Tokugawa ihre Anwendung fanden wurden introduziert, genauso wie die frühen Wasan Mathematiker Mōri und Yoshida. Das Werk *jingōki* und auch die *idai kaishō* Tradition wurde grob beschrieben. Alle diese Themen haben eine Relevanz für den zentralen Gegenstand des Aufsatzes. So spielen als Exempel die Recheninstrumente unter anderem eine wichtige Rolle in 4.3 – wo dafür argumentiert werden soll, warum Samurai sehr oft die *sangi* dem *soroban* vorzogen. Die Erwähnung der *idai kaishō* Tradition stellte, da sie in dieser Diplomarbeit als eine der wenigen entwicklungsfördernden Faktoren erachtet wird, eine äußerst wichtige Rolle dar, da sie im Kontrast zu Kapitel 4 steht. Hierdurch soll einer einseitigen Analyse des zentralen Gegenstandes vorgebeugt worden sein, denn es gab auch für die Forschung und den Fortschritt von Wasans positive Parameter – wobei es meine Auffassung ist, dass die negativen überwogen – welches als einer der Gründe für den Untergang von Wasan betrachtet wird.

2.4. Klassische japanische Institutionen – das Iemoto-System

Die Ausbildung der breiten Bevölkerung erfolgte in der Tokugawa Ära von *terakoya* 寺小屋, den so genannten Tempelschulen (Sugimoto und Swain 1978, Seite 275). Es scheint hier wohl eher praktische, „primitive" Mathematik unterrichtet worden zu sein. Der Trend der Zeit ging in dieser Periode weg von zentral gesteuerten Schulen, hin zu unabhängigen Institutionen und so wurde Wasan in privaten Schulen unterrichtet (ibid., z.B. Seite 117). Mathematiker des Samuraistandes unterrichteten laut Sugimoto und Swain (ibid., Seite 366-367) in ihrer Freizeit. Arbeitslose Samurai (so genannte *rōnin* 浪人) lehrten entweder hauptberuflich Wasan in von ihnen gegründeten Akademien oder wurden als Wandermathematiker von Familien über eine gewisse Zeit angestellt, um ihr Wissen weiterzugeben (mehr hierzu auch in Abschnitt 3.2).

In der Literatur (zum Beispiel in James Bartholomews Artikel (Bartholomew 1976, Seite 121)) wird sehr oft erwähnt, dass Mathematikschulen ähnliche Merkmale wie Kampfkunstschulen, Tee Schulen, usw. mit Hinblick auf beispielsweise Geheimwissen aufwiesen – welches wiederum für die später folgende Untersuchung, der für die für die Entwicklung von Wasan hemmenden Faktoren äußerst relevant ist – siehe hierzu Abschnitt 4.8. Zu zeigen, dass dem so ist (in der Literatur vermisst), ist unter anderem ein Ziel dieses Kapitels und soll anhand eines Fallbeispieles – der Seki Schule (der Schule SEKI Kōwas 3.3) – verdeutlicht werden. Dazu ist es zunächst notwendig, einen Blick auf die klassische Organisationsstruktur von traditionellen Schulen in Japan zu werfen – das *iemoto*-System.

2.4.1. Das *Iemoto*-System

> *„ (...) the authority for all instruction at all levels is derived from the ryūha's headmaster, or Iemoto. Branch instructors (natori) link students to the iemoto, who retains full and exclusive control of the ryūha's doctrine and passes this on to only one successor per generation. Senior disciples not chosen as the next Iemoto normally remain within the structure of the ryūha as branch instructors." (Friday und Seki 1997, Seite 18)*

Iemoto 家元 kann mit Oberhaupt einer Schule (*ryū* 流 oder *ryūha* 流派) übersetzt werden. Der Begriff wird dazu verwendet, die traditionelle japanische Struktur innerhalb von Organisationen zu bezeichnen. Besonders in der Tokugawa Ära waren Schulen, zum Beispiel Tee-Schulen, Schwertkampf-Schulen, usw. nach diesem Modell strukturiert (O'Neil 1984, Seite 634ff). Laut O'Neil (ibid., Deite 637-638) weist das *iemoto*-System folgende Merkmale auf:

1. Es können lediglich Familienmitglieder die Nachfolge des *iemoto* antreten.
2. Der Unterricht ist streng traditionell und es gibt geheimes Wissen.
3. Schüler werden nach Niveau und ihrer Position eingeteilt.
4. Der Kommunikationsweg ist streng hierarchisch.
5. Es herrscht ein Pflichtbewusstsein innerhalb der Organisation.

Es gibt jedoch wie immer Ausnahmen von der Regel.

Im Folgenden soll anhand von oben stehenden Punkten versucht werden zu zeigen, dass die *seki ryū* 關流 – die Schule des berühmten Mathematikers SEKI Kōwas (siehe 3.3) – die Struktur des *iemoto*-Systems aufweist.

2.4.2. Das Fallbeispiel – die Seki Schule

Zu Punkt 1)

Seki hatte keinen Nachfolger innerhalb seiner Familie, doch seine Schule wurde von seinen Schülern weitergeführt. Auch wenn es als typisches Kennzeichen des *iemoto*-Systems erwähnt wird, dass eine Generation an die nächste nur innerhalb der Blutlinie vererbt werden konnte, so zeigten sich in der Geschichte immer wieder Ausnahmen. MORINAGA Maki Isaka zitiert in seinem Buch *Secrecy in the Japanese arts* (Morinaga 2005), zum Beispiel ZEAMI Motokiyo 世阿弥 元清 (1363–1443), einer der Gründerväter der *noh* Theatertradition:

> *„Even if the heir is the only child, however, do not pass down this teaching to an untalented person." (ibid., Seite 68)*

Oder:

> *„Iemoto can be preserved by descendants, biological or otherwise." (ibid., Seite 37)*

Es scheint also, dass es Ausnahmen gab und Schulen, die dieses Kriterium nicht erfüllten, durchaus als Repräsentanten des *iemoto*-systems angesehen wurden und werden. Deswegen wird hier die Meinung vertreten, dass eine unterbrochene Blutlinie nicht den *iemoto* Charakter der *seki ryū* 關流 schwächen sollte. Für einen Auszug der Genealogie der Schule siehe 3.3.1.

Zu Punkt 2)

Dass die Schule Sekis Punkt zwei erfüllt, kann relativ leicht nachgewiesen werden. Es gab Geheimwissen und hier können als Exempel drei von der Seki Schule geheim gehaltene Werke (Morimoto 2003, Seite 10 und 11) angeführt werden:

- *kaikendai no hō*[31] 解見題之法 (Methoden um sehbare Probleme zu lösen)
- *kaiindai no hō*[32] 解隠題之法 (Methoden um versteckte Probleme zu lösen)
- *kaifukudai no hō*[33] 解伏題之法 (Methoden um verborgene Probleme zu lösen)

Für die Erfüllung des zweiten Punktes muss noch nachgewiesen werden, dass die Unterrichtsform traditionell war. Stellvertretend hierfür soll im Sinne von nachstehendem Zitat erwähnt werden, dass Sekis wohl am meisten hervortretender Schüler Takebe, das so genannte *inka menkyo* nicht bekam (Hayashi 1937b, Seite 994) – das heißt, er bekam nicht die höchste Lizenz der Schule.

> *„In Japan, mathematics was often transmitted secretly by direct initiation of the disciple by the master, by the copying of manuscripts rather than via printed books with a large circulation." (Martzloff 1997, Seite 108)*

Takebe wurde nicht legitimer Nachfolger der Schule und somit war es ganz im Sinne der Tradition, ihm nicht alle Lizenzen und damit das gesamte Wissen zu gewähren. Das Lizenzierungssystem, das im Folgenden näher betrachtet wird, zeugt vom traditionellen Charakter des Unterrichts in der *seki ryū* – es wird jedoch aufgrund von mangelnder Literatur zu diesem Thema, nicht ausführlicher hierauf eingegangen.

---

[31] Dieses Werk ist nicht datiert (Horiuchi 1994a).

[32] Ca. aus dem Jahr 1685 (Horiuchi 1994a).

[33] Mit dem Jahr 1683 datiert (Horiuchi 1994a).

Zu Punkt 3)

Traditionell wurde zum Beispiel in den Kriegskünsten der Fortschritt eines jeweiligen Schülers damit bestätigt, dass nach Erlangen eines gewissen Niveaus, jener ein Diplom oder eine Schriftrolle erhielt (diese konnten unter anderem eine Liste der Techniken des jeweiligen Niveaus, ein Stammbaum der *iemoto* der Schule, usw. beinhalten, so Karl Friday und SEKI Humitake (Friday und Seki 1997, Seite 177)). Hierdurch wurde dem Schüler ein physischer Beweis seines Fortschrittes gegeben. Karl Friday erwähnt in seinem Buch (Friday und Seki 1997, Seite 52) über die klassische Kriegsschule – *kashima shin ryū* 鹿島神流, dass es dem Schüler erst ab Erreichen des höchsten Niveaus erlaubt war, den Namen der Schule nach außen hin zu verwenden – zum Beispiel in Duellen. Auch die Seki Schule verwendete, wie man es in den Kriegskünsten tat, Diplome und Schriftrollen, um das Stadium in dem der Schüler sich befand, zu bestätigen. Diese Tradition wurde nicht von Seki selber, sondern laut Shigeru wahrscheinlich von seinem Schüler YAMAJI Nushizumi (1704-1772) eingeführt (Shigeru 2000, Seite 430).

Eine Gegenüberstellung – Diplome der *kashima shin ryū* 鹿島神流, einer Kampfkunstschule und der *seki ryū*:

SEKI RYŪ 關流	KASHIMA SHIN RYŪ 鹿島神流
kendai menkyo[34] 見題免許	*kirigami* 切紙
indai menkyo[35] 隠題免許	*shōmenmokuroku* 正面目録
fukudai menkyo[36] 伏題免許	*shoden* 初級
betsuden menkyo[37] 別傳免許	*chūden* 中級
inka menkyo[38] 印可免許	*okuden* 奥伝
	kaiden 免許
	menkyo-kaiden 免許皆伝
(zusammengefasst aus (Hayashi 1937a, Seite 579))	*(zusammengefsstt aus (Friday und Seki 1997, Seite 52))*

Abbildung 17: Aufstellung von Schriftrollen

Im „National Museum der Wissenschaften"[39] in Tōkyō wird außerdem eine *menkyo kaiden* Schriftrolle der *seki ryū* ausgestellt, die zu jener Zeit an einen hervorragenden Mathematiker verliehen wurde.

Abbildung 18: Die Schriftrollen der *seki ryū*[40]

Die Seki Schule scheint somit die dritte Charakteristika zu erfüllen, das heißt, die Schüler wurden nach ihrem Niveau lizenziert, ebenso wie es zum Beispiel auch in den Kriegskunstschulen Praxis war. CHIKARA Sasaki (Chikara 1994, Seite 171) schreibt, dass dies auch im allge-

[34] Übersetzung: *kendai menkyo* bedeutet „Lizenz der sehbaren Themen"
[35] Übersetzung: *indai menkyo* bedeutet „Lizenz der verborgenen Themen"
[36] Übersetzung: *fukudai menkyo* bedeutet „Lizenz der geheime Themen" (*fuku* ist mithilfe von Shigeru (Shigeru 2000, Seite 430) übersetzt)
[37] Übersetzung: *butusden menkyo* bedeutet „Lizenz der geheimen Lehren" (*butsuden* ist mit Hilfe von Shigeru (Shigeru 2000, Seite 430) übersetzt)
[38] Übersetzung: *inka menkyo* bedeutet „Für die Lizenz berechtigt" (*inka* ist mithilfe von Shigeru (Shigeru 2000, Seite 430) übersetzt)
[39] http://www.kahaku.go.jp/english/ (Stand: 14. August 2006)
[40] Vom Autor, am 26. Oktober im Nationalen Museum der Wissenschaften in Tōkyō fotografiert.

meinen für Wasan-Schulen galt.

Zu Punkt 4)

Wie redete man in der Schule Sekis miteinander? War es dem Schüler möglich direkt mit Seki zu sprechen oder führte der Kommunikationsweg, wie beim Militär, nur bis zur nächst höheren Instanz – zum *sempai* 先輩 (Schüler der länger studiert hat)? Diese Fragen sind aufgrund der zu diesem Thema mangelhaften Literatur eigentlich unmöglich zu beantworten – ich möchte jedoch einen Versuch wagen, mich zu dieser Thematik indirekt zu äußern. Es kann als Hilfe lediglich dasselbe wie bei „zu Punkt 2" wiedergegeben und interpretiert werden – nämlich: Takebe – der wohl am meisten herausragende Schüler Sekis – bekam nie die *inka kaiden* Lizenz der Schule, und es wurde ihm somit auch offiziell, nicht das dazugehörige Wissen vermittelt (ob dies inoffiziell vielleicht doch geschah, kann aufgrund der verwendeten Literatur nicht beantwortet werden). Dies kann sehr wohl als Beispiel für die hierarchische Kommunikation in der Schule verwendet werden – da die Vermittlung des Wissens vom Lizenzierungsniveaus abhängig zu sein schien, und dass einem fähigen Mathematiker wie Takebe (wahrscheinlich aus nachfolgetechnischen Gründen) augenscheinlich die Vermittlung von Wissen durch die höhere Instanz (Seki) verwehrt wurde. Auf dem Niveau der Wissensvermittlung schien die *seki ryū* somit hierarchisch strukturiert gewesen zu sein. Wie man aber miteinander sprach, ist aus oben erwähntem Grund nicht nachvollziehbar und ich hoffe, es werden in Zukunft nähere Informationen auf diesem Gebiet auftauchen. Ein nicht hierarchischer Kommunikationsweg würde mich jedoch überraschen. Ob die Schule Sekis somit Punkt vier erfüllt, kann hier zugegebenermaßen nicht mit hundertprozentiger Sicherheit bestätigt werden. Es wurde jedoch hier ein Indiz gegeben, welches für die Wahrscheinlichkeit der Behauptung spricht.

Zu Punkt 5)

Seki wird nachgesagt (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 104-105), dass er gewisses Wissen (wahrscheinlich handelt es sich hierbei, zum Beispiel um *tenzan jutsu* (siehe 3.3.2.2)) nur an auserlesene Schüler weitergab und diese mit ihrem eigenen Blut schwören mussten, jenes Wissen niemanden zu verraten. Smith und Mikami (ibid.) zufolge wurde Sekis Errungenschaft ein halbes Jahrhundert sicher verwahrt und gelang in dieser Zeit nicht aus der Schule. Dies zeigt deutlich, dass es ein hohes Maß an Pflichtbewusstsein innerhalb der *seki ryū* gegeben haben muss. Das Geheimwissen von Schulen stellte sehr oft die Existenzgrundlage dar und deswegen war Pflichtbewusstsein wohl auch eine höchst geschätzte Tugend (in Abschnitt 4.8.2 wird näher auf die Problematik des Geheimwissens eingegangen).

2.4.3. Resümee und Relevanz

Einer der Gründe für die Verwendung einer solch strengen Struktur ist, wie O'Neil (O'Neil 1984, Seite 439ff) bemerkt, sicherlich ein finanzieller. Dadurch, dass das Wissen der Schule so stark gehütet wurde, war es nur schwer möglich zu „stehlen" und man konnte sein Können vermarkten. Dies hatte jedoch auch seine Schattenseiten und auf Punkt 2. und 4. wird, implizit in Abschnitt 4.8.2 näher Bezug genommen. Ob alle Mathematikschulen in der Tokugawa Ära dieser *iemoto* Struktur unterlagen, kann aufgrund der unzureichenden Literatur nicht hundertprozentig bestätigt werden – es scheint jedoch wegen der damaligen Üblichkeit sehr wahrscheinlich zu sein. Es war die Absicht an dieser Stelle das Postulat der Literatur (zum Beispiel Bartholomews Artikel (Bartholomew 1976, Seite 121)), bezüglich der *iemoto* Struktur der damaligen Mathematikschulen, anhand eines konkreten Beispiels zu bestätigen. Diese Konkretisierung wurde in der Literatur vermisst.

3. Wasan – Konkretisierung

ZIELSETZUNG DIESES KAPITELS

In diesem Kapitel soll Wasan anhand von zwei der wohl bekanntesten Mathematiker SEKI Kōwa und TAKEBE Katahiro konkretisiert werden und zuletzt werden *sangaku hōno* (das sind mathematische Opfertafel) vorgestellt. Dies ist wieder mit dem Hintergedanken verbunden, dass hierdurch das Kapitel 4 leichter zugänglich gemacht wird. Ein Exempel: Als eine der für die Entwicklung Wasans hemmenden Faktoren wird das Desinteresse an Logik erwähnt (siehe hierzu 4.9) – diese Thematik wird, nachdem man sich mit dem Werk von Takebe *tetsujutsu sankei* (siehe 3.4.2.1) beschäftigt hat, mehr Sinn machen und auch zugänglicher werden.

Das Kapitel besteht aus folgenden Abschnitten:

3.1 Mathematiker, Mathematik und ausgewählte Beispiele
3.2 Wer waren die Mathematiker in der Tokugawa Ära?
3.3 SEKI Shinsuke Kōwa 關新助孝和
3.4 TAKEBE Katahiro 建部賢弘
3.5 Sangaku hōno 算額額納 (mathematische Opfertafeln)

3.1. Mathematiker, Mathematik und ausgewählte Beispiele

Folgende Gebiete waren unter anderem Gegenstände, mit denen sich Mathematiker der Tokugawa Ära beschäftigten (Shigeru 2000, Seite 431, Shigeru verwendet hier die Arbeit von HIRAYAMA Akira):

Der Gegenstand der Mathematik

- Bosho-ho und endan-jutsu (japanisches Algebrasystem, tenzan jutsu)
- Lösung von Gleichungen höheren Grades
- Eigenschaften (z.B.: Anzahl Lösungen) Gleichungen höheren Grades
- Unendliche Reihen
- Reyaku-jutsu (approximierter Wert von Brüchen)
- Senkan-jutsu (unterdeterminierte Gleichungen)
- Shosa-ho (Methode der Interpolation)
- Berechnung der Bernoulli Zahlen – ruisai shosa-ho
- Berechnung des Flächeninhaltes von Polygonen
- Enri (Kreisprinzip)
- Newtons Formel (mit Hilfe von Kyusho)
- Berechnung des Flächeninhaltes von Kreisen
- Konische Kurvenlinien
- Hojin (magische Quadrate) und enjin (magische Kreise)
- Mamakodate (das Josephusproblem) und metuke-ji (Spiel, bei dem man einen chin. Zeichen finden soll)

Auf einige dieser Gegenstände wird in diesem Kapitel in den Abschnitten über SEKI Kōwa und TAKEBE Katahiro etwas näher eingegangen, um konkrete Beispiele für Wasan zu illustrieren. Es wird außerdem mit einem kleinen Abschnitt über *sangaku hōno* (mathematische Opferungstafel), die in der obigen Liste nicht angeführt ist, suppliert.

3.2. Wer waren die Mathematiker in der Tokugawa Ära?

Mathematiker in der ersten Hälfte der Tokugawa Ära waren hauptsächlich Samurai, die ihr „Handwerk" in Landvermessung, ... verwendeten. Dementsprechend orientierte sich Wasan hier eher an praktischen Belangen (Nakamura und Matsumoto 2002, Seite 101).

In der zweiten Hälfte der Tokugawa Ära führte die allgemeine Stagnation dazu, dass die Nachfrage nach Mathematiker des Samurai-Standes abnahm. Dahingegen erfuhr die Anzahl der Mathematiker unter der Bauernschicht einen starken Zuwachs. Wasan wurde nun zusätzlich unter dem Aspekt der Unterhaltung praktiziert und statt Mittel zur Lösung von praktischen Problem zu sein, wurde es auch als Hobby legitim (ibid.). Wasan wurde so populär, dass laut Shigeru ein jeder Stadthalter mindestens über zwei Mathematikbücher verfügte (Shigeru 2000).

Es gab „Wander-Mathematiker", die im Land herumzogen und Bauern in Mathematik unterrichteten. Der Wissensdurst der Bauern kann zunächst verwundern – doch Nakamura und Matsumoto stellten unter anderem in ihrem Artikel fest (Nakamura und Matsumoto 2002, Seite 109-110), dass Bauern der höher gelegenen Regionen des Landes sich für alles interessierten, was ihnen das Leben erleichterte. So kamen ihnen die „Wander-Mathematiker" sehr gelegen, da diese auch sehr oft westliches Wissen auf den Gebieten der Physik, Astronomie, ... mitbrachten (ibid., Seite 110).

Leider kann im Folgenden, auf Grund von Mangel an Literatur in westlicher Sprache, nicht genauer auf die letztere Form von Mathematikern, das Niveau und die Ausbreitung jener Mathematik eingegangen werden.

Als Repräsentanten für Wasan sollen nun die zwei wohl berühmtesten Mathematiker – Seki und Takebe – näher beschrieben werden.

Kommentare und Abgrenzung

Es werden in nachstehenden Abschnitten konkrete mathematische Aufgaben und Beispiele angeführt, um einen Eindruck in die Mathematik der Tokugawa Ära zu ermöglichen. An dieser Stelle soll jedoch bemerkt werden, dass bei der Auswahl jener Beispiele bewusst nicht die kompliziertesten gewählt wurden. Dies hat dreierlei Gründe: Als erstes ist die Literatur auf diesem Gebiet sehr schlecht gestaltet. Der zweite und schwerwiegendste Grund ist der, dass es ein Ding der Unmöglichkeit wäre, die schwierigen und damit aufwändigen Beispiele in dieser Diplomarbeit in einer „abgespeckten" Version wiederzugeben und zu erörtern. Der Erklärungs- und Arbeitsaufwand, der zwangsläufig mit vielen anderen Wasan Aufgaben folgt, würde den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen und nur zur Verwirrung beitragen. Der letzte Punkt wäre, dass die konkrete Mathematik nicht Hauptaugenmerk dieses Aufsatzes ist.

In meiner Definition von Wasan kamen die Worte „intrinsische, japanische Mathematik" vor. Natürlich verwendete ich das Wort „intrinsisch", um einen Abstand, besonders von der chinesischen Mathematik, zu markieren. Eine laufende Erklärung, warum die im Folgenden erwähnten Beispiele gegenüber der chinesischen Mathematik anders sind, wäre hier sicherlich erwünschenswert. Doch was in Hinblick auf die „komplizierten Beispiele" eben erwähnt wurde, gilt grob gesagt auch für einen Vergleich zwischen chinesischer Mathematik und Wasan. Um sich qualifiziert hierzu zu äußern, würde man das eigentliche Thema dieser Diplomarbeit verfehlen – da die zu studierende Literatur anders zusammengesetzt werden müsste und die von mir verwendete, zu diesem Thema nicht ausreichend ist. Alle nachstehenden Beispiele sind aus Wasan Werken, die in den Büchern, Artikel, usw., die ich in der Literaturliste angegeben habe, als Wasan klassifiziert werden. Auf die Richtigkeit dieser Literatur vertrauend, wird das Thema bezüglich der Andersartigkeit der Aufgaben, gegenüber der chinesischen Mathematik aus obigen Gründen bewusst gemieden (mit wenigen kleinen Ausnahmen), um nicht auf Kosten des Aufsatzgegenstandes auf einen Irrweg zu geraten.

Seki und Takebe, die zwei Mathematiker auf die später näher eingegangen werden soll, lebten in der erste Hälfte der Tokugawa Ära. Man könnte eben die zeitliche Platzierung als Kritik einwenden – ein Mathematiker der zweiten Hälfte der Periode hätte sicherlich einen kompletteren Überblick verschafft. Dies ist ein durchaus berechtigter und angebrachter Einwand und es wäre ganz in meinem Sinne gewesen, diesem nachzukommen. Seki und Takebe sind jedoch die, von der verwendeten Literatur bei weitem am besten dokumentierten Mathematiker und es stehen mir – dank Morimoto – auch Übersetzungen einiger ihrer Werke zur Verfügung. Deswegen wurde diese, vielleicht einseitige Wahl getroffen.

3.3. SEKI Shinsuke Kōwa 關新助孝和

Hier soll nun der wohl berühmteste Wasan-Mathematiker – SEKI Kōwa – präsentiert werden. Ich möchte einige seiner Errungenschaften grob skizzieren und ein Beispiel, aus einem seiner Werke näher erläutern.

3.3.1. Einleitung

„In the third month according to the lunar calendar, in the year 1642 of our era, a son was born to Uchiyama Shichibei, a member of the samurai class living at Fujioka in the province of Kōzuke." (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 91)

So introduzieren Smith und Mikami SEKI Kōwa. Als Geburtsjahr wird 1642 genannt, welches jedoch nach heutigem Stand des Wissen fragwürdig erscheint, sodass Horiuchi in ihrem Werk *Les mathématiques japonaises à l'époque d'Edo* das Geburtjahr Sekis gänzlich auslässt (Horiuchi 1994a, Seite 119). Jenes Jahr findet sich nicht in den offiziellen Registern, da Sekis Akte nicht erhalten wurde (Shigeru 2000, Seite 430). Shigeru schätzt jedoch, dass seine Geburt zwischen 1637 und 1642 liegen muß (ibid.). Als Geburtsort findet sich in älterer Literatur Fujioka – usw. in Hayashis Werk (Hayashi 1937b, Seite 930) oder siehe obiges Zitat – dies ist jedoch laut neuerer Forschung nicht sicher und es werden Gumma und Edo als mögliche Alternativen erwähnt. Leider ist im allgemeinen relativ wenig über Sekis Leben bekannt (Horiuchi 2006, Seite 281).


Abbildung 19: SEKI Kōwa[41]

Sein Name

SEKI Kōwa wurde in die Uchiyama Familie geboren, übernahm jedoch als Schwiegersohn von SEKI Gorozaemon dessen Familie (Shigeru 2000, Seite 429-430) (dies war durchaus üblich in Japan – Familien ohne Söhne konnten somit ihre Generation weiterführen). Sekis Vornamen können verwirren: in der Literatur sind Takakazu, Kōwa und Shinsuke angegeben und es findet sich nur selten eine Begründung, warum der eine vor dem anderen gewählt wurde. Shigerus (ibid.) und MURATAS Tamutso (Murata 1997, Seite 215) Artikel sind einige der wenigen Texte, die näher auf Sekis verschiedene Vornamen eingehen. So war Sekis offizieller Name Shinsuke 新助 – er verwendete jedoch selber, als eine Art Künstlernamen, den Vornamen Takakazu. Takakazu ist die japanische Leseweise (*on-yomi*) der Zeichen 孝和. Liest man jene in ihrer chinesischen Aussprache (*kun-yomi*) so wird „Takakazu" zu „Kōwa". Die chinesische Lesensweise ist respektvoller und wurde von seinen Schülern und den Mathematikern nach ihm, in diesem Sinne, verwendet (ibid.). In dieser Diplomarbeit wird, um jener traditionellen Konvention gerecht zu werden, Kōwa als Vorname verwendet.

Lehrzeit

Seki wird in der Literatur als „der" Mathematiker Japans vorgestellt. Smith und Mikami vergleichen ihn laufend mit Newton (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 91 und 93). Der Geschichte zufolge soll Seki schon sehr früh seine Zeitgenossen mit seinem mathematischen Talent beeindruckt haben. Es gibt verschiedene Theorien bezüglich Sekis Ausbildung; eine Vermutung ist, dass TAKAHARA Kisshu 高原吉種, einer der drei Hauptschüler Mōris (siehe

[41] Aus Sugimoto und Swain (Sugimoto und Swain (1978), Seite 267)

2.3.3), (?-?) sein Mentor war. Takahara war ein großer Lehrer der Mathematik, publizierte jedoch nichts, das wesentlich zur Mathematik seiner Zeit beitrug (ibid. Seite 64). Smith und Mikami meinen, es wäre wahrscheinlicher, dass Seki Autodidakt war, dies wird mit der Originalität und scheinbaren Abwesenheit von fremden Einfluss auf Sekis Werke begründet (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 92-93). Neuerer Forschung (Shigeru 2000, Seite 430) zufolge waren es beides – Takahara und Selbststudium – die Sekis Ausbildung ausmachten. Seki besaß chinesische mathematische Abhandlungen und war mit dem *suanxue qimeng* (siehe auch 2.3.1) vertraut (Smith und Mikami 1914 (2004), Sete 93). Aber auch *yang hui suan fa* (1275) und *sampō ketsugishō* (1659[42]) waren ihm bekannte Werke, die sich mit der Lösung von Gleichungen zweiten und dritten Grades beschäftigten (Shigeru 2000, Seite 430).

Seki war Samurai am Hof des Fürsten Kōshū und hatte eine Stelle als Schatzmeister inne. Als sein Fürst Erbe des Shōguns wurde, ernannte man Seki 1704 zum Zeremonienmeister des Shōguns. Seki Kōwa starb am 24. Oktober 1708. Er hatte keine Erben in seiner Familie, jedoch viele Schüler, die sein Werk und Schule fortsetzten.

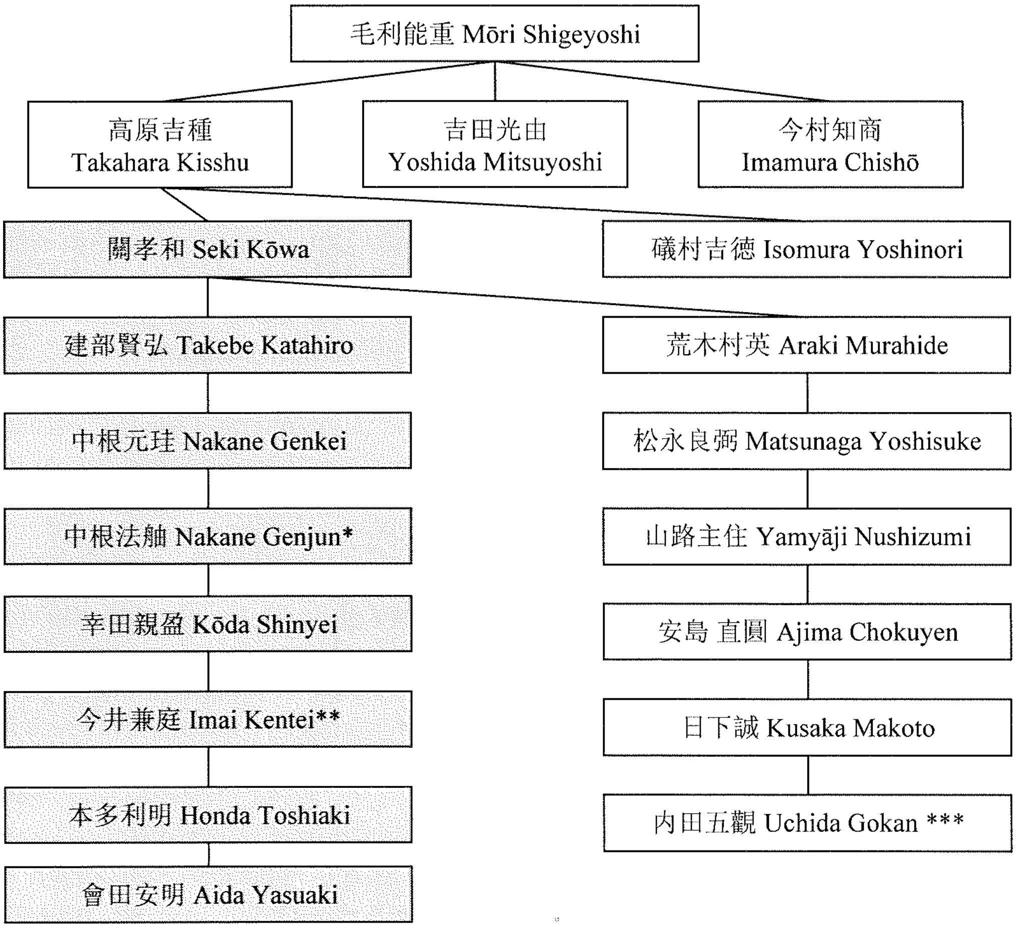


Abbildung 20: Auszug aus Hayashis Genealogie der *seki ryū*[43] [44] [45] (in grau)

[42] Die Jahreszahl ist aus Horiuchis Werk (Horiuchi 1994a, Seite 59)
[43] (Hayashi 1937, eine der ersten Seiten) *seki ryū* ist die Schule Sekis.
[44] Von mir aus dem Japanischen ins Deutsche übersetzt. Es war teilweise relativ schwer und zeitaufwändig die korrekte Leseweise für die japanischen Zeichen zu finden - http://www9.ocn.ne.jp/~wasan/keifu.html (Stand 4. Oktober 2006) war an dieser Stelle zum Teil hilfreich. * Die Leseweise des Vornamens war mir unbekannt – es ist jedoch wahrscheinlich, dass es sich hier um NAKANE Genkeis Sohn handelt, welcher laut Mikami und Smith (Mikami und Smith 2004, Seite 166) Genjun hieß. ** Von Hayashi wird ein anderes Zeichen anstatt 兼

3.3.2. Seine Werke und Errungenschaften

Nachstehend wird eine Liste einiger Arbeiten, die Seki in der Literatur ((Smith und Mikami 1914 (2004)), (Shigeru 2000), (Yoshida 1981), usw.) zugeschrieben werden, angeführt. Die Reihenfolge, in der die Werke genannt werden, ist zufällig – es soll gezeigt werden, dass die Anzahl dieser Werke beträchtlich ist.

- *kaiindai no hō (1685)*
- *kaikendai no hō*
- *hatsubi sampō*[46] *(1674)*
- *kaifukudai no hō (1683)*
- *kaihō Honhen no hō (1685)*
- *katsuyō sampō (1712)*
- *tenmon sūgaku zatcho*
- *nijūshiki chūya kokusū*
- *ensan no hō (1683)*
- *taisei sankyo*
- *juji hatsumei (1680)*
- *juji rekikei risei no hō (1681)*
- *shiyo sampō (1697)*
- *shukuyō sampō*
- *hōjin no hō*
- *shichi bu shō*[47]
- *san bu shō*[48]

Die meisten Schriften sind leider verloren gegangen, und Horiuchi bemerkt, dass es nicht immer sicher ist, ob Seki auch wirklich der Autor war (Horiuchi 2006, Seite 281). In Japan war es oft nicht von Vorteil im eigenen Namen zu publizieren, der Tradition gemäß machte es einen besseren Eindruck, wenn man sein Werk mit etwas Wohletabliertem und Angesehenem in Verbindung bringen konnte. So gab es viele mathematische Abhandlungen, die den Namen, zum Beispiel eines Fürsten trugen, jedoch in Wirklichkeit einen anderen Urheber hatten[49]. Auch wenn es nur Spekulation ist, wäre dies wohl ein möglicher Erklärungsversuch für Horiuchis Zweifel an der Urheberschaft mancher Werke, denn man könnte sich durchaus vorstellen, dass die Nachfolger Sekis ihren Publikationen zusätzliche Autorität geben wollten, indem sie jene in Sekis Namen veröffentlichten.

Im Folgenden soll auf Sekis Werk *kaiindai no hō* etwas näher eingegangen werden.

3.3.2.1. Kaiindai no hō 解隠題之法

Repräsentativität von kaiindai no hō mit Hinblick auf Wasan

Der Inhalt von *kaiindai no hō* ist in vielfacher Weise typisch für Wasan. Die Operationen die hier beschrieben werden, fanden in anderen Wasan Werken, wie beispielsweise dem *tetsujutu sankei*, ihre Anwendung. Es ist somit ein fundamentales Manual für Wasan und hat im höchsten Grad einen repräsentativen Charakter.

Das Werk

Dieser Text aus dem Jahre 1685 ist in vielfacher Art und Weise für diese Diplomarbeit von Interesse. Es handelt sich hier, wie im Abschnitt 2.4 erwähnt, um eine lange Zeit geheim gehaltene Schrift der *seki ryū*. Durch das untenstehende Exempel aus *kaiindai no hō* soll unter anderem konkret gezeigt werden, welche Art von Wissen man beispielsweise geheim hielt. Im

verwendet (Hayashi 1937). *** Das von Hayashi für den Vornamen verwendet Zeichen war mir unauffindbar, anstatt wurde 五観 verwendet.

[45] Es soll hier der Vollständigkeit halber bemerkt werden, dass Takebe nicht der offizielle Nachfolger Sekis war – seine Schule kann als Splittergruppe der *seki ryū* betrachtet werden.

[46] Hier löst Seki die von Sawaguchi (1670) gestellten 15 Probleme.

[47] Laut Murata, ein Hauptwerk von Seki, das von seinen Nachfolgern herausgeben wurde (Murata, 1997).

[48] Laut Murata, ein Hauptwerk von Seki, das von seinen Nachfolgern herausgeben wurde (Murata, 1997).

[49] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

Gegensatz zu Mathematikbücher der klassischen chinesischen Tradition, beinhaltet *kaiindai no hō*, wie Morimoto bemerkt (Morimoto 2003, Seite 10), keine konkreten Aufgaben, sondern ist ein Werk, das anhand von Rechenbeispielen zeigt, wie man Polynome miteinander addiert, mit sich selber und anderen Polynome multipliziert, usw. Morimoto argumentiert deswegen mit Referenz zu Horiuchi:

> *„ Horiuchi (...) argues that this book was a separating point of the wasan from the tradition of Chinese mathematics." (Morimoto 2003, Seite 10)*

Da mir leider in der von Prof. Morimoto in Arbeit befindlichen Übersetzung (Seki 1685) nur die ersten vier Kapitel zur Verfügung stehen, kann ein weiterer Vergleich zur chinesischen Mathematik nur schwer vorgenommen werden. Die Sekundärliteratur war (wie in der Abgrenzung in 3.2 erwähnt) diesbezüglich auch nicht sonderlich aufschlussreich. Ich möchte mich jedoch damit begnügen, generell festzustellen, dass man in China Polynome mit einer Variablen durchaus lösen konnte – Seki konnte Polynome mit mehreren Variablen hantieren[50].

Ein Exempel

Es soll nun nachstehend, mit Hilfe von Morimotos Übersetzung (Seki 1685), ein kleiner Einblick in die Handhabung von dem, was wir heute Polynome[51] nennen, gegeben werden. Dies soll durch eine Multiplikation eines Polynoms mit sich selber, als Beispiel, geschehen. Es wird hier $3-2x+x^2 = p(x)$ (aus *kaiindai no hō (ibid., Seite 3))* verwendet.

Bemerkung:
Ein Polynom wird in Wasan als eine horizontale Kolonne auf einem Rechenbrett oder Papier repräsentiert. So wird das folgende Polynom[52]

$$3-2x+x^2 = p(x)$$

durch

$$\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \tag{1}$$

dargestellt[53]. Die Positionierung der Koeffizienten bestimmt somit in (1) die Potenz der Variablen.

Seki introduziert in *kaiindai no hō* unter anderem eine Art Vorzeichenregel für die Multiplikation (die er wohl aus einem Werk ZHU Shijis[54] (siehe 2.3.1) kannte), welche eigentlich dieselben ist wie jene, die wir heute kennen. Außerdem findet sich in Sekis Werk eine Me-

---

[50] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

[51] Es wurde hier falls nichts anderes Erwähnt, dieselbe Notation wie in Morimots Übersetzung verwendet (Seki 1685) und moderne Terminologie zur Erklärung verwendet.

[52] Es wurden, im Gegensatz zur westlichen Schreibweise, die Addenden in umgekehrter Reihenfolge mit Hinblick auf die Potenz der Variablen sortiert. Dadurch sollte die Übersetzung zur japanischen Vektorschreibweise erleichtert werden.

[53] Es wurden hier westliche Zahlen im Gegensatz zum Original verwendet, da dies das Lesen erleichtern sollte. Auf die damalige Zahlenrepräsentation wird in 2.1.6.3 näher eingegangen.

[54] In der unfertigen Übersetzung Morimotos (Seki 1685, Seite 1) wird als Fußnote bemerkt, dass die Regel aus dem *Introduction to Mathematics* stammt. Der Name dieses Autors wird jedoch nicht erwähnt. Ich denke es handelt sich hier um Zhu Shijis Arbeit, da Seki von Abhandlungen dieses Mathematikers stark beeinflusst wurde und jener ein Werk mit eben diesem Titel schrieb (siehe z.B.: (Morimoto 2003, Seite 2))

thode zur Berechnung einer so genannten „Multiplikationsnummer". Seki gibt in *kaiindai no hō* keine Begründung für ihre Einführung. Auch wenn es Spekulation meinerseits ist, so scheint die Bedeutung der Nummer darin zu liegen, dass man hieraus sofort wusste wie viel Platz man für das Resultat auf dem Rechenbrett/Papier reservieren musste – denn der Grad eines Polynoms mit sich selber multipliziert ist größer-gleich dem Grad der jeweiligen Polynomfaktoren. Mit der Multiplikationsnummer konnte man den Grad eines Polynoms und des Ergebnisses einer Polynomsmultiplikation feststellen und somit auch die Länge der jeweiligen Kolonnen, die zur Repräsentation dieser notwendig waren.

Morimoto beschreibt diese **Multiplikationsnummer für ein Polynom**, als den Grad des Polynoms minus eins (Seki 1685, Seite 3) (ich habe dies mit moderner Notation durch die folgende Funktion folgendermaßen zusammengefasst: $mn(p) := \deg(p) - 1$, wobei p ein Polynom ist und $mn : p(x) \longrightarrow \mathrm{N}$ und $mn(p)$ die Multiplikationsnummer von p ist.).

Die Multiplikationsnummer für (1) ist dementsprechend 1.

Als nächsten Schritt nach der Ermittlung der Multiplikationsnummer, soll *kaiindai no hō* zufolge, die **Multiplikationsnummer für das Ergebnis** ermittelt werden.

Seki unterscheidet, ob man das Polynom mit einem anderen Polynom oder sich selber multipliziert. Ich habe hier den respektiven Inhalt von *kaiindai no hō* (Seki 1685, Seite 2 und 3) in zwei Regeln, die beschreiben, wie man die Multiplikationsnummer des Ergebnisses ermittelt, in moderner Terminologie zusammengefasst[55].

<u>Regel 1:</u>
Gegeben: Ein Polynom $f(x)$, das g mal mit sich selber multipliziert wird[56].
Die folgende Formel fasst Sekis Regel für die Ermittlung der Multiplikationsnummer des Ergebnisses zusammen:

$$mn(f^g) = g \cdot mn(f) + (g-1)$$

<u>Regel 2:</u>
Gegeben: Zwei Polynome $f_a(x), f_b(x)$.
Die folgende Formel fasst Sekis Regel für die Ermittlung der Multiplikationsnummer des Ergebnisses zusammen:

$$mn(f_a f_b) = mn(f_a) + mn(f_b) + 1$$

Zuerst berechnet Seki die Multiplikationsnummer von $\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$ und anschließend die Multiplikationsnummer des Ergebnisses:

Es handelt sich in moderner Terminologie um ein quadratisches Polynom, für welches Seki die Multiplikationsnummer 1 definiert. Da das Polynom mit sich selber multipliziert werden

[55] Ich möchte hier deutlich erwähnen, dass man in Wasan keinen Funktionsbegriff und auch kein Interesse in Verallgemeinerungen hatte – die von mir verwendete Schreibweise ist somit vielleicht ein wenig irreführend, ich habe sie jedoch hier als pädagogisches Hilfsmittel verwendet und um auch die Erläuterungen verkürzen zu können.

[56] In *kaiindai no hō* gilt: $g \in [1,2,3,4]$ – d.h. $f(x)$ wird hier bis zu 4 Mal mit sich selber multipliziert.

soll, kann Regel 1 verwendet werden und man erhält als Multiplikationsnummer das Ergebnisses drei ($2 \cdot 1 + (2-1) = 3$).

Seki startet nun damit, die beiden zu multiplizierenden Ausdrücke nebeneinander aufzuschreiben und hält dabei für die Zwischenberechnungen eine Kolonne frei.

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \\ \\ \\ \end{bmatrix} \qquad \text{(X)}$$

In *kaiindai no hō* wird nicht näher darauf eingegangen, warum die Eingänge der linken Kolonne nach unten und die der rechten nach oben verschoben werden.

Seki multipliziert die erste Zahl der linken Kolonne – das ist die 3 – mit allen Zahlen der rechten. Die jeweiligen Produkte werden als Resultate in die mittlere Säule eingetragen:

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 9 \\ -6 \\ 3 \\ \\ \\ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \\ \\ \\ \end{bmatrix} \qquad \text{(B)}$$

Dieser Schritt (B) und nicht (X) ist der erste Schritt in *kaiindai no hō*. Es erschien mir jedoch etwas pädagogischer (X) einzuführen. Als nächstes werden alle Zahlen der rechten Säule in (X) einen Eingang nach unten gerückt:

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ 3 \\ -2 \\ 1 \\ \\ \end{bmatrix} \qquad \text{(Y)}$$

(Y) wurde als pädagogisches Hilfsmittel von mir eingeführt – Seki schreibt nichts dergleichen in seinem Werk nieder (Seki 1685) – vielleicht dachte er sich (Y) dies ist jedoch Spekulation meinerseits. Danach wird der nächste Eingang von (Y) in der linken Säule – das ist die -2 – mit allen der rechten von (Y) multipliziert. Die dabei entstehenden Resultate werden in der mittleren Kolonne, im selben Niveau wie in der rechten, eingetragen.

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ -6 \\ 4 \\ -2 \\ \\ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ 3 \\ -2 \\ 1 \\ \\ \end{bmatrix} \qquad \text{(C)}$$

Nun rückt Seki alle Zahlen der rechten Säule in (Y) einen zusätzlichen Eingang nach unten.

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{(Z)}$$

Wieder ist (Z) von mir aus denselben Gründen wie (X) und (Y) eingeführt worden und kann nicht in Sekis Werk gefunden werden. Es wird danach der nächste Eingang in der linken Säule – das ist die 1 – mit allen der rechten multipliziert. Die dabei entstehenden Resultate werden in der mittleren Kolonne, im selben Niveau wie in der rechten, eingetragen:

$$\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \\ \\ 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{(D)}$$

Die rechte Säule in (Z) kann nicht mehr nach unten verschoben werden; und nun werden alle Eingänge der mittleren Säulen von (B), (C) und (D) miteinander addiert und man erhält das Resultat der Multiplikation.

$$\begin{bmatrix} 9 \\ -6-6 \\ 3+4+3 \\ -2-2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ -12 \\ 10 \\ -4 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Dieses Resultat entspricht in moderner Notation: $9-12x+10x^2-4x^3+x^4$.

All diese Berechnungen wurden wohl am *sangi* oder auf Papier durchgeführt (Spekulation meinerseits), um einen Eindruck hiervon zu bekommen, kann man sich nochmals Abschnitt 2.1.6 vergegenwärtigen. Ich finde Sekis Methode hier sehr interessant, denn in moderner Notation ist es immer notwendig, die Variablen der Polynome bei den Zwischenrechnungen mit anzuschreiben. Dies ist hier nicht notwendig, da die Positionierung der Koeffizienten dazu führt, dass hier sozusagen automatisch „Buch" geführt wird und kein Durcheinander entsteht. Es ist sehr gut vorstellbar, dass diese elegante Lösung, die konkreten Berechnungen auf einem

Rechenbrett sehr schnell durchführbar werden ließ. Diese Regeln für die Hantierung von Polynomen wurden glaube ich auch von Takebe verwendet, zum Beispiel findet sich in seinem Werk *kenki sanpō* 研幾算法 (Takebe 1683) aus dem Jahr 1683 geometrische Beispiele, welche wohl unter anderen, mit diesen Regeln gelöst wurden (ibid., Seite 12) denn Takebe war Schüler Sekis und es kann aus *tetsujutsu sankei* ersehen werden, dass er den Inhalt von *kaiindai no hō* auch kennen musste (siehe als Exempel hierzu (Takebe 1722, Seite 156)).

3.3.2.2. Überblick – Sekis Errungenschaften

Hier soll ein grober Überblick über Sekis Errungenschaften gegeben werden. Falls nichts anderes erwähnt, wurde Smith und Mikamis Werk dazu verwendet (Smith und Mikami 1914 (2004))).

- *fukudai* 不題
- *endan jutsu* 演段術
- *tenzan jutsu* 點竄術
- *enri* 圓理
- *hōjin* 方陣

Der Literatur zufolge sind alle hier angeführten mathematischen Objekte neu – und hoben sich vom bisher Existierenden ab – somit auch von der chinesischen Mathematik. Hierauf soll jedoch nicht näher eingegangen werden, da ein Konkretisieren diesbezüglich, mit der verwendeten Literatur, ein Ding der Unmöglichkeit darstellt. *Enri* und *tenzan jutsu* sind Errungenschaften mit denen man sich auch nach Seki beschäftigte – so zum Beispiel Takebe (siehe 3.4). Es war mir leider – bis auf *enri* und *tenzan jutsu* – nicht möglich herauszufinden, in welchem Ausmaß man sich in Japan, nach Seki hiermit befasste.

Probleme, die Determinanten involvieren – fukudai Probleme 不題

Sekis Schule vergab, wie in Abschnitt 2.4 bemerkt wurde, mehrere Diplome an ihre auserwählten Schüler. Darunter war das so genannte *fukudai menkyo* 伏題免許 – die dritte Auszeichnung der *seki ryū*. Hayashi (Hayashi 1937a, Seite 982) zufolge bekamen äußerst wenige Schüler die drei ersten Diplome. Die erste Stelle, an der man laut MIKAMI Yoshio in Sekis Werken auf Determinanten stößt, stammt aus dem Jahr 1683 (Mikami 1914, Seite 9). Im Westen entstand auch eine Form der Determinante, welche Leibniz zugeschrieben wird und wohl unabhängig von der japanischen entdeckt wurde. Seki war jedoch der erste im Rennen um diese Ehre. Es kann erwähnt werden, dass Leibnizs Version der Determinante lediglich zwei Gleichungen als Ausgangspunkt verwendete, Sekis willkürlich viele. Für technische Details zum Thema Determinante empfiehlt sich die an dieser Stelle angegebene Literatur. Es soll in dieser Arbeit jedoch nicht weiter auf dieses Thema eingegangen werden.

endan jutsu 演段術

Falls nichts anderes bemerkt, wurde hier zusätzlich für diesen Abschnitt Shigerus Artikel (Shigeru 2000) verwendet.

Man kannte in Japan die aus China stammende „himmlische Methode" – 天元術 – *tian yuan shu* auf Chinesisch, *tengen jutsu* auf Japanisch. Shigeru zufolge soll SAWAGUCHI Kazuyuki (?-?) 沢口一之 der erste japanische Mathematiker gewesen sein, der diese Methode meisterte. Hiermit konnte man, zum Beispiel lineare Gleichungssysteme anschreiben, wonach man sie anschließend löste. Vor Seki erklärte man jedoch nicht, wie man zur lösenden Gleichung kam.

„When a problem arises in which two or more unknowns appear there are, in general, two or more expressions involving these unknowns. These expressions Seki was wont to write upon paper, and then to simplify the relations between them until he reached an equation that was as elementary in form as possible." (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 102)

Endan jutsu bestand also darin, dass man sozusagen Informationen (Gleichungen) bewusst niederschrieb und sammelte, um anschließend durch Reflexion die Komplexität zu reduzieren. Dies ist, wie Smith und Mikami bemerken, eigentlich bloß gesunder Menschenverstand – schien jedoch nicht von anderen vor ihm so verwendet worden zu sein (ibid. S 103).

tenzan jutsu 點竄術

Beschäftigt man sich mit Wasan, wird man auch auf den Namen *tenzan jutsu* 點竄術 stoßen. Diese Bezeichnung wurde von Sekis Schüler MATSUNAGA Yoshisuke 松永良弼 (1693-1744) eingeführt. Ich habe mich dafür entschieden, wie Smith und Mikami (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 106) aber auch Hayashi (Hayashi 1937b, Seite 981), *tenzan jutsu* als verschieden von *endan jutsu* zu betrachten – dies möchte ich hier bemerken, da es auch andere Meinungen gibt[57] (leider mangelt es an Literatur, die zu diesem Problem ausgiebiger Stellung nimmt).

Wie in 3.3.2.1 gesehen werden kann, repräsentierte man Polynome (auch in China) mit Hilfe von einer Art Säulenschreibweise (sie zum Beispiel 3.3.2.1), wobei die Position der Koeffizienten die Potenz der Variablen zuordnete. Man konnte in China Gleichungen höheren Grades lösen, das Problem bestand jedoch darin, dass man immer nur eine Unbekannte nach der anderen hantieren konnte (Sugimoto und Swain 1978, Seite 267). Es war somit notwendig, ein Gleichungssystem mit mehreren Unbekannten so lange zu reduzieren, bis man nur eine übrig hatte. Seki schaffte hier einen Durchbruch:

„This tenzan method may, however, justly be called a purely Japanese product, the product of Seki's brain, and quite unrelated to any Chinese treatment." (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 105)

Tenzan jutsu war eine neue Form der Notation, die durch die Introduktion von Symbolen das Anschreiben „von" und Rechnen „mit" zusätzlichen Unbekannten zuließ.

„It will be noticed that this tenzan notation was employed in Seki's yendan method. Indeed the tenzan may be considered as the notation, while the yendan refers to the method of analysis." (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 106)

Seki führte mit dieser Methode chinesische Symbole zur Repräsentation von Variablen und die „Seitenschreibweise" – *bōsho shiki* – ein. *Bōsho shiki* bestand darin, dass Seki einen Strich oder Zahl schrieb und das was links davon stand (das konnten Zahlen oder Variablen sein), als Divisor und die rechte Seite als Dividend betrachtete. Zum Beispiel (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 105):

$\frac{35abc}{27}$ wurde mit *bōsho shiki* $27 \equiv\!\mid\mid\mid\mid\mid abc$ geschrieben. (D)

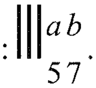
Hier wurde wieder, wie es in der Literatur so oft passiert, westliche und japanische Notation vermischt und dadurch vielleicht ein falsches Bild gegeben. Deswegen habe ich, mit der Hilfe von Abschnitt 2.1.6.3 und der Tabelle in Shigerus Artikel auf Seite 434 (Shigeru 2000, Seite

[57] Zum Beispiel: „*Seki called his method endan-jutsu or bosho-ho. Matsunaga Yoshisuke (1693-1744), a mathematician of the Seki-ryu school, renamed it tenzan-jutsu.*" (Shigeru 2000, S 433)

434) versucht, die japanische Notation zu rekonstruieren. (D) würde dementsprechend folgendermaßen aussehen:

 甲乙丙

Es war auch möglich, Potenzen von Variablen dadurch zu repräsentieren, dass man rechts neben den Koeffizienten, die Variable über die Potenz minus eins, schrieb (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 105):

$3a^6b^8$ wurde folgendermaßen repräsentiert: 

. (E)

Auf dieselbe Art und Weise wie in (D) habe ich dies zu folgendem Ausdruck rekonstruiert:

甲五 乙七[58]

Tenzan jutsu wurde in fast allen Bereichen, bis auf *enri* angewandt (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 106), und war wohl durch die neuen Möglichkeiten, die *tenzan jutsu* mit sich brachte, maßgeblich an der Einzigartigkeit Wasans beteiligt. Sugimoto und Swain schreiben bezüglich *tenzan jutsu*:

> *„This was the first and the most creative achievement of Japanese mathematics, one made, of course, on the basis of full mastery of the Chinese tradition." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 267)*

enri 圓理

Öfters auch *yenri* geschrieben – bedeutet soviel wie „das Prinzip des Kreises". Es ist laut Smith und Mikami (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 143) unsicher, ob Seki auch wirklich der Urheber *enris* war (wie es zum Beispiel von Hayashi angenommen wurde (Hayashi 1937b, Seite 981)) – es wird ihm jedoch traditionell zugeschrieben (und deswegen an dieser Stelle behandelt). *Enri* bezeichnet grob gesagt alles was zu jener Zeit mit Geometrie zu tun hatte. Morimoto zufolge[59] kann die Chronik *enris* folgendermaßen kurz skizziert werden: Zu Beginn versuchte man die Länge des Kreises zu berechnen – man begann mit 3, verbesserte den Wert auf 3,16 (das ist eine Approximation von $\sqrt{10}$). Es verwundert vielleicht, dass trotz Auftauchens wesentlich besserer Approximationen letzterer Wert sehr oft beibehalten wurde. Dies kann jedoch damit erklärt werden, dass das Rechnen am *soroban* dadurch erleichtert wurde[60]. *Enri* fand seinen Höhepunkt mit der Entdeckung von Verfahren, die der Taylor-Entwicklung und Integralrechnung ähnlich waren (hierauf soll jedoch in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden).

hōjin 方陣

Falls nichts anderes erwähnt, basiert dieser Abschnitt auf Shigerus Artikel *The dawn of wasan* (Shigeru 2000, Seite 135ff). *Hōjin* ist Sekis Bezeichnung für magische Quadrate. Shigeru definiert mit moderner Terminologie jene Objekte folgendermaßen:

---

[58] Ich glaube in der Tabelle in Shigerus Artikel (Shigeru 2000, Seite 434) hat sich ein Fehler eingeschlichen, da man in Japan die numerischen Wert einer Potenz als jenen minus 1 repräsentierte (siehe Smith und Mikami (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 105)) und Shigeru x^3 mit Hilfe von „*ko san*" niederschreibt welches aber x^4 entsprechen sollte. „*ko*" repräsentiert die Unbekannte und „*san*" die Potenz – „*san*" bedeutet jedoch drei!

[59] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

[60] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

„Magic squares involve arranging integers in a square grid such that the sums of individual rows and columns are the same. Also all the integers from 1 to n^2 (we call it an n degree magic square) are used uniquely." (Shigeru 2000, Seite 435)

Magische Quadrate wurden in Japan, im Gegensatz zu China, als Teil der Mathematik betrachtet; sie wurden für die Schulung des mathematischen Verständnisses als wertvoll erachtet (ibid., Seite 435). In Abbildung 21 wird ein einfaches chinesisches *hōjin* dargestellt.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Abbildung 21: Ein magisches Quadrat[61]

Es ist zwar nicht Sekis, dennoch ist es durch seine Überschaubarkeit hervorragend dazu geeignet, das Prinzip zu erklären. Es handelt sich mit Shigerus oben erwähnten Definition um ein magisches Quadrat dritten Grades. Alle Zahlen von eins bis neun, sind einmal repräsentiert und alle Säulen- und Reihensummen sind 15. Dieses Quadrat ist auch in der Hinsicht besonders, weil seine Diagonalen auch die Summe 15 haben. Die Quadrate werden „magisch" genannt, da die alten chinesischen *hōjin* tief in der chinesischen Philosophie verankert waren. Sekis Beitrag oder Errungenschaft besteht nun darin, dass er eine Methode entwickelte, mit der er *hōjin* willkürlichen Grades kreieren konnte. Er unterschied zwischen drei Arten von *hōjin* (zum Beispiel *ki hōjin* – welche magische Quadrate mit geradem Grad entsprachen). Die Konstruktionsmethode wird in Shigerus Artikel näher erläutert (Shigeru 2000, Seite 438ff) – es soll jedoch hierzu nicht näher eingegangen werden – da die Methode, zwar nicht kompliziert zu implementieren, jedoch relativ langwierig darzustellen ist. Ich finde *hōjin* sind insofern interessant, da sie wie erwähnt in anderen Kulturen normal nicht als Teil der Mathematik erachtet wurden, aber auch weil Seki offenbar hier ein primitives, allgemeines Verfahren entwickelt hat. Dies steht meiner Meinung nach im Gegensatz zur japanischen Tradition, wo Verallgemeinerungen eine Ausnahme darstellten (hierzu siehe auch Abschnitt 4.9).

3.3.2.3. Abschließende Bemerkungen

Sekis Beitrag zu Wasan kann nicht genug geschätzt werden, und die von mir genannten Beispiele waren nur ein kleiner Auszug seiner Errungenschaften (andere waren, zum Beispiel die Entdeckung des japanischen Pendants der Bernoullische Zahlen vor Bernoulli (Shigeru 2000, Seite 434), der Satz Pythagoras in seiner allgemeinen Form, ...) – leider war es notwendig, sich diesbezüglich einzuschränken. Sekis mathematisches Genie ist eine Seite, die Schule die er gründet war wohl mindestens genauso wichtig für Wasan, denn viele der großen Mathematiker der Tokugawa Ära, die häufig in der Literatur erwähnt werden – zum Beispiel: Ajima, Uchida, Aida, Nakane, Takebe, ... – kamen nämlich eben aus dieser Tradition und wurden dadurch von ihm inspiriert. Sugimoto und Swain beschreiben die *seki ryū* mit folgenden Worten:

„Among the wasan schools the greatest in achievements and number of disciples, as well as the longest-lasting, was that which traced its origin to Seki Takakazu." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 367)

Es wurde im Abschnitt 2.4.2 gezeigt, dass es sich hierbei um eine Schule im klassischen Sinne handelte und dass sie Geheimlehren besaß. Deshalb ist es eine gute Idee, Kapitel 4 mit Seki und seiner Schule als Kontext zu lesen. Als nächstes soll sein Schüler TAKEBE Katahiro, der Seki in keiner Weise nachstand, näher betrachtet werden.

[61] (ibid., Seite 437)

3.4. TAKEBE Katahiro 建部賢弘

3.4.1. Einleitung

TAKEBE Katahiro 建部賢弘, der zweite Mathematiker auf den in dieser Diplomarbeit näher eingegangen werden soll, kam im Juni 1664 in Edo 江戸, dem jetzigen Tōkyō 東京 als einer von drei Söhnen einer Samurai-Familie zur Welt. 1703, im Alter von zirka 39 Jahren, wurde er in den Samuraistand berufen und diente als Beamter im Ministerium für Zeremonien. Seine Fähigkeiten und die Karte, die er 1719 über Japan zeichnete, brachten ihm soviel Ruhm ein, dass TOKUGAWA Yoshimune 徳川吉宗 (1684-1751) ihn bezüglich der Kalenderberechnung und Astronomie als Berater konsultierte. Takebe starb 1739 im Alter von 75 Jahren (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 146-147).

Lehrzeit

Mit 13 Jahren (1676) (Takebe 1722, Seite 102) wurde Takebe Schüler SEKI Kōwas, welches der Beginn einer fruchtbaren Zusammenarbeit werden sollte. Schon früh trat, wie bei Seki, sein Genie zum Vorschein und führte im Jahr 1683 zur Veröffentlichung seines ersten Werkes (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 146). Seki und Takebe supplierten sich gegenseitig hervorragend – welches aus dem folgenden Zitat hervorgeht:

> *„Seki was certainly the most imaginative of the two, opening up new fields in mathematical research. During Seki's lifetime, Takebe concentrated on refining and rectifying Seki's intuitions and on improving numerical methods." (Horiuchi 1994b, Seite 150)*

Mit Hinblick auf seine Ausbildung unter Seki, bemerkt Hayashi in seinem *Werk A Brief History of the Japanese Mathematics* (Hayashi 1937b, Seite 994), dass Takebe das *inka kaiden* Diplom der *seki ryū* nie erhielt – sein Talent ihm jedoch Einblick in die Geheimlehren der Schule Sekis gab.

3.4.2. Seine Werke und Errungenschaften

Wie bei Seki, möchte ich hier zunächst einige Werke Takebes auflisten (mit Hilfe von (Morimoto 2003, Seite 3)) und anschließend näher auf seine Mathematik eingehen.

- Kenki sanpō (1683)
- Sangaku keimō genkai taisei (1690)
- Tetsujutsu sankei (1722)
- Hatsubi sanpō endan genkai (1685)
- Taisai Sankei
- Fukyū tetsujutsu (1722)

Takebe arbeitete eng mit Seki zusammen, und so schrieb er zum Beispiel *taisai sankei* mit seinem Mentor. Nachstehend soll *tetsujutsu sankei* und ein Beispiel hieraus näher betrachtet werden, um einen Einblick in die Mathematik Takebes zu gewähren:

3.4.2.1. Tetsujutsu sankei 綴術算経

Repräsentativität von tetsujutsu sankeis mit Hinblick auf Wasan:

> *„(...) Takebe's book (tetsujutsu sankei) is a marvellous illustration of the high standard of Japanese Mathematics at the beginning of the 18th century and informs us of the new reflections prompted by the last developments." (Horiuchi 1994b, Seite 149)*

Tetsujutsu sankei ist, da *tetsujutsu* eine neue Methode darstellt und es aus dem Jahr 1722 stammt, per Definition (siehe 1.4.1), automatisch auch ein Teil von Wasan. Es ist ein typisches Wasan Werk, da es Volumenberechnungen, Berechnung von π, ... enthielt. Takebe verwendet Verfahren der *seki ryū* – zum Beispiel die Multiplikation eines Polynoms mit sich selber (Takebe 1722, Seite 120) und die „Seitenschreibweise“ (Takebe 1722, in Aufgabe VI Seite 122) des *tenzan jutsu* (siehe 3.3.2.2). Somit sollte zur Genüge, für die Inklusion des Werkes in dieser Diplomarbeit und seiner Repräsentativität mit Hinblick auf Wasan, argumentiert worden sein. Das einzige, das man im Gegensatz zu anderen Abhandlungen seiner Zeit als atypisch anführen könnte ist, dass Takebe auch auf mathematikphilosophische Fragen eingeht (für ein Beispiel zu seiner Philosophie siehe Abschnitt 4.4).

Das Werk

Tetsujutsu 綴術 kann mit „Methode des Zusammenfügens“ übersetzt werden. Das zweite Zeichen *jutsu* 術 – welches „Methode“ bedeutet – zeugt davon, dass es sich hierbei um ein „Werkzeug“ (im mathematischen Sinn) handeln muss. Im Untenstehenden, fast unverständlichen Zitat aus *tetsujutsu sankei* erklärt Takebe selber, worum es sich bei dieser Methode handelt[62]:

> *„Mathematics consists of the establishment of rules, the clarification of procedures and the calculation of numbers.(...) These are arranged in direct [order] if the principle is discerned, procedures are applied and numbers are obtained by procedures, and in inverse [order] if procedures are tested according to numbers and a principle is sought by the procedures.* ***The direct and the inverse [orders] are all unified in the technique of linkage (tetsujutsu).*** *“[63] (Takebe 1722, Seite 106)*

Es ist nicht einfach, derartigen Erklärungen etwas abzugewinnen, mit Hilfe und Inspiration von Horiuchis relativ schwer verständlichen Artikels (Horiuchi 1994b), möchte ich nun trotzdem einen Erklärungsversuch dieser rätselhaften Beschreibung Takebes aus *tetsujutsu* wagen. Hierzu ist eine Begriffserklärung vonnöten:

Regeln: Rechenregeln, zum Beispiel Multiplikation.

Numerische Werte (Zahlen): Nicht nur hier, sondern für das Verständnis Wasans an sich, ist es essentiell, sich darüber klar zu werden, dass es immer Ziel einer mathematischen Aufgabe war, einen konkreten numerischen Wert zu berechnen.

Prozedere: Horiuchi (ibid., Seite 153) übersetzt diesen Begriff in eine modernere Terminologie mit „Algorithmus“. Es ist das Verfahren, mit dem man ein numerisches Ergebnis erzielt und hat eine *utilitaristische* Funktion.

Prinzipien: Horiuchi (ibid., Seite 153 und 156) ist diesbezüglich ebenso unklar wie Takebe (Takebe 1722, Seite 106). Sie beschreibt, dass das Wort „Prinzip“ bei Takebe nicht ganz, wie sonst üblich, in neo-konfuzianischer Weise verstanden werden soll (Nämlich: Nicht so sehr als „innewohnende Logik“, sondern mehr im Sinne eines „Wissensobjektes, das eine aktive Rolle in der mathematischen Untersuchung spielen kann“ (ibid., Seite 156)). Liest man *tetsujutsu sankei,* scheinen Prinzipien – so lose es auch klingen mag – Größen zu sein, die ein Verständnis der Essenz der Aufgabe beinhalten und falls man dieses Prinzip „erfährt“, automatisch die Prozedere durchschaut. Der „Zugang“ zu diesen Objekten ist von Mensch zu Mensch verschieden – Takebe, zum Beispiel meint, er selber wäre nicht so gut dazu, sie zu verstehen, wie sein Lehrer Seki (Takebe 1722, Seite 128)

[62] Ursprünglich in Horiuchis Artikel gefunden (Horiuchi 1994b, Seite 156). Nach Erhalten der Übersetzung von Morimoto und Ogawa wurde diese jedoch bevorzugt, da ich Horiuchis im Vergleich hierzu, als verwirrend empfand.
[63] Die fette Hervorhebung im Zitat wurde von mir vorgenommen.

Die tetsujutsu Methode

Takebes *tetsujutsu* Methode besteht, dem obigen Zitat zufolge, aus zwei Lösungsstrategien:

***JUN* 順 (richtig[64]):**	Man hat ein Prinzip erkannt und dadurch auch das Prozedere, welches zur Lösung der Aufgabe führt.
***GEKI* 逆 (invers):**	Man testet verschiedene Algorithmen (Prozedere) und anhand von ihren numerischen Resultaten findet man dadurch das Prinzip heraus. Hiernach kann man den numerischen Wert der Aufgabe berechnen.

Dies ist also die *tetsujutsu* Methode – auf den ersten Blick mag sie enttäuschen, da:

> *„The tetsujutsu is described here as a cognitive method which could neither be communicated orally nor be reached by a direct apprehension." (Horiuchi 1994b, Seite 155)*

Es wurde somit ein Werkzeug beschrieben, die genaue „Gebrauchsanweisung" scheint jedoch unvermittelbar[65] zu sein. Takebe behandelt in *tetsujutsu sankei* konkrete Aufgaben, die er mit Hilfe von *geki* und *jun* Strategien löst. Er erwartete sich hiermit vielleicht, dass man intuitiv durch empirische Erfahrung die *tetsujutsu* Methode verinnerlicht. In diesem Sinne schreibt Horiuchi:

> *„(...), there is no other way to grasp the outline of the investigation relying on principle than compare it with the investigation relying on numbers." (Horiuchi 1994b, Seite 156)*

Folgendes Beispiel aus *tetsujutsu sankei* – so Horiuchi (ibid., Seite 156) – wäre dazu am besten geeignet und soll auch hier wiedergegeben werden.

Ein Beispiel aus tetsujutsu sankei

Das nachstehende Exempel hat als Ziel, die Oberfläche einer Kugel zu berechnen. Dies wird in *tetsujutsu sankei,* aber auch in dieser Arbeit, auf zwei verschiedene Arten und Weisen getan. Die erste Version ist Takebes, die zweite Sekis und beide finden sich in eben genanntem Werk. Hierdurch soll der Unterschied zwischen Takebes und Sekis Mathematik verdeutlicht werden. Es ist meiner Meinung nach von größter Wichtigkeit, sich zu vergegenwärtigen, dass es das numerische Ergebnis war, auf welches es ankam. Man war nicht so sehr an Formeln interessiert und verwendete sie nur als Mittel zum Zweck. Ich habe mich mit Hinblick auf die Notation hauptsächlich an Horiuchis Artikel (Horiuchi 1994b) gehalten. Die moderne Notation kann sehr oft irreführend sein – da der Eindruck geweckt werden könnte, dass die allgemeine Formel für die Oberfläche „Zweck der Übung" war. Dem ist jedoch – wie eben erwähnt – nicht so, der numerische Wert war wohl im japanischen Kontext das Rationale für die Berechnung. Untenstehendes sollte somit mit dieser Bemerkung im Hinterkopf gelesen werden. Der Durchgang des Exempels lehnt sich an Horiuchis Artikel (Horiuchi 1994b, Seite 156 und 157) aber auch an Takebes Werk an (Takebe 1722, Seite 126 und 127). Ich habe als pädagogisches Mittel auch zwei Abbildungen (Abbildung 22 und Abbildung 23) hinzugefügt. Dies ist somit nicht eine 1:1 Wiedergabe des originalen Beispiels, sondern kann nur als Interpretation gesehen werden.

[64] Horiuchi (Horiuchi 1994b, Seite 156) hat hier „*conforming*" als Übersetzung gewählt.

[65] Dies kann man ihm nicht verdenken, denn Wasan mangelt es an einem Axiomsystem und der deduktiven Methode.

Die Aufgabenstellung:

Es soll die Oberfläche einer Kugel (O)mit einem Durchmesser (d) von einem *shaku* 尺 (ca. 30,3 cm) berechnet werden.

Takebes Lösung in tetsujutsu sankei A (DIE GEKI VERSION):

Takebe kannte das Volumen von zwei Kugeln (V_0 und V_1) mit je einem Durchmesser von 1 *shaku* d_0 und 1,001 *shaku* d_1 respektiv.

Takebe schreibt diese Volumina nicht explizit an, ich habe diese jedoch untenstehend mit den gegebenen Werten angeführt, um die weiteren Rechenschritte besser erklären zu können:

$$V_0 = 0,5235987755\ 9829$$
$$V_1 = 0,5251711432\ 4501$$

Die Lösungsidee: Takebe subtrahierte das Volumen der beiden Kugeln von einander. Man kann sich das was übrig bleibt, als Volumen einer Schale oder den Mantel einer Kugel vorstellen (siehe zur Illustration Abbildung 22). Hiernach dividierte man das Volumen der Schale durch ihre Stärke und bekommt eine Approximation der Kugeloberfläche. Anschließend werden weitere Approximationen durchgeführt, wonach Takebe das gesuchte Ergebnis findet.

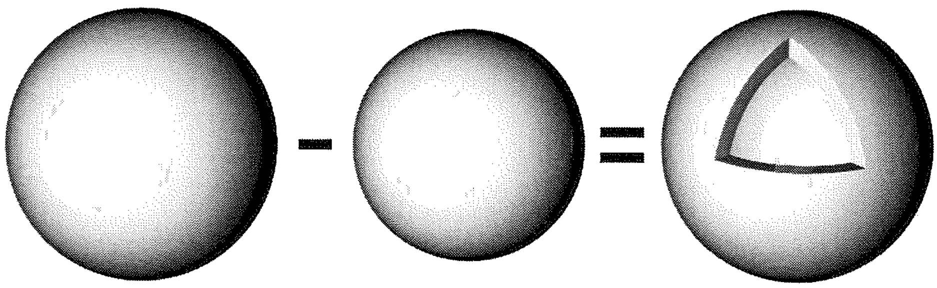


Abbildung 22: Die Schale einer Kugel

Die Stärke der Schale:

$$e_1 = \frac{d_1}{2} - \frac{d_0}{2} = \frac{1}{2}(1,001 - 1) = 0,0005$$

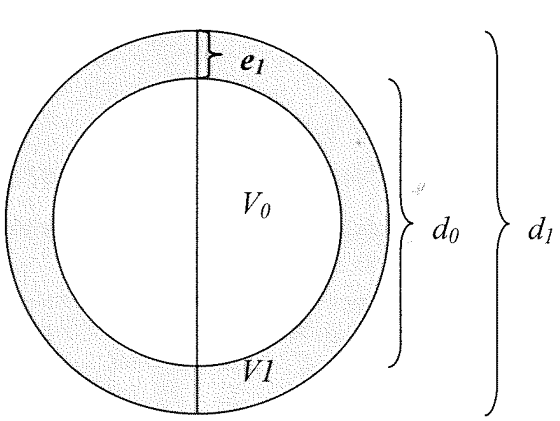


Abbildung 23: Querschnitt der hohlen Kugel und Darstellung der Stärke des Mantels.

Takebe dividiert das Volumen dieser Schale (das ist: $V_1 - V_0$), mit der Stärke e_1 (welches der Hälfte des Unterschiedes der beiden Durchmesser entsprach). Hierdurch erhielt Takebe eine Approximation der Oberfläche der Kugel, mit einem Durchmesser von einem *shaku*.

$$O = \frac{V_1 - V_0}{e_1} = 3{,}14473529344$$

Danach machte Takebe (sinngemäß) zwei weitere Approximationen der Manteloberfläche: O' und O'' – wobei für die Approximation O' das Volumen V_1' einer Kugel mit Durchmesser $d_1' = 1{,}00001$ *shaku* – und für die Approximation O'' das Volumen einer Kugel V_1'' mit Durchmesser $d_1'' = 1{,}0000001$ verwendet wurden (Bei der Wahl der Anzahl der Dezimalen, halte ich mich in diesem Beispiel an Horiuchis Artikel (Horiuchi 1994b) und Takebes Werk (Takebe 1722) – es finden sich in jenen auch keine Begründungen für die Wahl):

Zweite Approximation – O':	Dritte Approximation – O'' :
$V_0 = 0{,}52359877559829887$	$V_0 = 0{,}523598775598298873$
$V_1' = 0{,}52361448371864697$	$V_1'' = 0{,}523598932677947260$
$e_1' = \frac{1}{2}(1{,}00001 - 1) = 0{,}000005$	$e_1'' = \frac{1}{2}(1{,}0000001 - 1) = 0{,}00000005$
$O' = \frac{V_1' - V_0}{e_1'} = 3{,}14162406962$	$O'' = \frac{V_1'' - V_0}{e_1''} = 3{,}14159296775$ [66]

Tabelle 1: Approximationen[67]

Takebe bemerkt nun:

> *„Thus, as the width of the shell becomes smaller, the true number [fort he surface area] appears gradually." (Takebe 1722, Seite 127)*

Es wird hier deutlich, dass die Oberflächenwerte sich π nähern[68]. Horiuchi (Horiuchi 1994b, Seite 157) erwähnt, dass Takebe nun diese drei Approximationen (O, O' und O'') in einem Prozedere mit dem Namen *sonyaku no jutsu* (worauf hier nicht näher eingegangen werden soll) verwendet und einen vierten Wert: 3,14159265359 erhielt. Jener Wert entspricht π auf elf Dezimalen gerundet. Horiuchi schreibt:

[66] Es scheint, Horiuchi (ibid., Seite 157) und Takebe (Takebe 1722, Seite 127), haben die letzte Dezimale auf 5 aufgerundet, da ich mit derselben Anzahl Dezimalen, die Takebe (ibid.) für $V_1'' - V_0$ verwendet eine 4 statt 5 errechnete.

[67] Es wird auffallen, dass die Anzahl Dezimalen in den Berechnungen der linken und rechten Hälfte variieren. Der Grund hierfür ist, dass ich versucht habe, die Resultate Horiuchis (Horiuchi 1994b, Seite 156 und 157) und Takebes Ergebnissen (Takebe 1722, Seite 126 und 127) anzupassen – hierzu war der künstliche Eingriff erforderlich.

[68] Ich gestatte mir hier, das was Takebe als *„circular ratio"* (Takebe 1722, Seite 127) mit dem Symbol π zu ersetzen, auch wenn Takebe nur eine Approximation hiervon kannte und trotz der Tatsache, dass ich mir nicht ganz sicher bin, ob sein pi-Konzept mit dem modernen äquivalent ist.

„He guessed from this that the procedure of calculating the area was: $S = \pi\, d^2$ (where π designates the ratio of the circumference to the radius of a circle)." (Horiuchi 1994b, Seite 157)

Takebe weiß nun, dass seine pi-Approximation mit 1 multipliziert, das gewünschte numerische Resultat gibt – nämlich:

$$O = 3{,}14159265359$$

Kritik

Das unmittelbar vorher angeführte Zitat muss sehr genau und vorsichtig gelesen werden, denn es ist das **Prozedere,** welches Takebe ermittelt. Ich finde die Art und Weise in Horiuchi Artikel, wie die dort vorkommende Formel angegeben wird, relativ problematisch. Takebe verwendet den Begriff Durchmesser in der Übersetzung (Takebe 1722, zum Beispiel Seite 126), welches hier, von Horiuchi, mit der Variablen d erstattet wird. Zieht man jedoch die Konsequenz aus der Tatsache, dass es das Prozedere und die numerischen Werte waren, auf die es den Mathematikern ankam, so hatte Takebe wohl die konkrete Zahl 1 im Sinne. Deswegen ist Horiuchis Schreibweise der Formel, also die Verwendung der Variabel *d,* ohne an dieser Stelle explizit hierauf hinzuweisen, vielleicht etwas irreführend.

Takebes Lösung in tetsujutsu sankei B (DIE JUN VERSION):

Für diese Lösungsidee und seine Brillanz kreditiert Takebe seinen Lehrer Seki, es war mir jedoch nicht möglich festzustellen, ob Seki oder es Takebe ist, dem die Erklärung zugeschrieben werden soll.

„(...), regarding the center of the sphere as the apex of a cone, the radius of the sphere as the height of the cone and the volume of the sphere as the volume of the cone, we multiply the volume by the conic divisior 3, and divide this by the height of the cone to find the base area of the cone, which corresponds with the surface area of the sphere." (Takebe 1722, Seite 127)

Seki, so Takebe (Takebe 1722, Seite 128), betrachtet somit die Kugel mit Volumen V und Durchmesser 1, als geraden Kreiskegel, wobei das Volumen des Kegels V_K gleich V ist und die Höhe des Kegels der Radius der Kugel ($\frac{1}{2}$) ist. Sekis sieht ein, dass die Grundfläche G des Kegels, der Kugeloberfläche O entsprechen muss (also $G = O$). Ähnliche Lösungsansätze des Problems fanden sich in Europa schon bei Archimedes (Archimedes 1912, Seite 20ff).

Er beschreibt anschließend wie er die Oberfläche der Kugel berechnet (es empfiehlt sich hier das Folgende nicht als Formel, sondern als Prozedere zu betrachten)[69]:

$$V = \pi \cdot 1^3/6 \qquad \text{(E)}$$

Seki weiß offensichtlich wie man das Volumen des Kegels berechnet (siehe nachstehenden Kommentar), denn als nächstes multipliziert er (E) mit 3 und anschließend dividiert er (E) mit $\frac{1}{2}$ (das ist der Radius der Kugel). Hierdurch bemerkt er, dass er die Oberfläche der Kugel ermittelt hat. Danach vereinfacht Seki das eben beschriebene Prozedere zur Ermittlung der Kugeloberfläche noch zusätzlich, welches jedoch für diese Arbeit nicht relevant ist. Dies war somit die *jun* Version.

[69] Siehe Fußnote 68

Kommentar

Das Multiplizieren mit 3 und anschließende Dividieren mit dem Radius der Kugel entspricht in moderner Notation, folgende Gleichung zu lösen.

$$\frac{1}{6}\pi\, 1^3 = \frac{1}{3}G\frac{1}{2}$$

Wobei die linke Seite dem Volumen der Kugel und die Rechte dem Volumen des Kegels entspricht (dass die beiden gleich sind, hat Seki wie oben beschrieben eingesehen und auch, dass $G = O$ ist). Durch die Division mit $\frac{1}{2}$ und der Multiplikation mit 3 wird dies zu:

$$\pi\, 1^3 = G$$

Und da $G = O$ ist:

$$O = 3{,}1415926535\,9$$

3.4.2.2. Resümee und Bemerkungen:

Horiuchi (Horiuchi 1994b. Seite 155) vergleicht *tetsujutsu* mit dem Induktionsprinzip, wobei sie als Hauptunterschied den Mangel an Verallgemeinerung bemerkt. Es ist eher eine Methode, bei der man durch Zusammenfügen von Observationen ein konkretes Resultat erkennt (ibid.). Man kann hierdurch Prinzipe und daraus folgend das Prozedere zur Lösung einer Aufgabe finden – oder durch Probieren von Prozedere, mit Hilfe von konkreten Zahlen, das Prinzip erkennen. Dies hat, wie Horiuchi (ibid.) bemerkt, einen induktiven Charakter. Der Mangel an Verallgemeinerung kann damit erklärt werden, dass man lediglich daran interessiert war, konkrete Zahlen, als Lösung einer Aufgabe zu berechnen. So ist in *tetsujutsu sankei* keinen Kommentar zu finden, der den Prozess für die Berechnung der Kugeloberfläche auf andere Kugeln mit anderen Durchmessern verallgemeinert. Hierauf wird jedoch näher in Abschnitt 4.9 eingegangen.

Auch wenn es so Horiuchi (ibid., Seite 150) Werke gibt, bei denen man sich nicht sicher ist ob Seki oder Takebe der Autor war, so wurde hier ein Unterschied zwischen den beiden angedeutet. Seki schien, so Takebe, die *geki* Lösungsstrategie nicht sonderlich zu mögen, da sie zu umständlich und langwierig war:

> *„The reason Master Seki said that he could not solve this type of problem [bestimmte Volumens- und Flächenberechnung] was that he operated in a relaxed manner to find a quick and easy solution, endeavouring to solve problems immediately without any investigation ["investigation" soll hier als Untersuchung mit Hilfe von konkreten numerischen Ergebissen gelesen werden]."*[70] *(Takebe 1722, Seite 129)*

Takebe meinte, beide wären von gleicher Güte, Seki schien (so Takebe) *jun* als höher stehend zu betrachten (ibid.).

Nun soll eine der schönsten Disziplinen Wasans näher betrachtet werden - *sangaku hōno.*

[70] Kommentare im Zitat die in eckiger Klammer stehen wurden von mir hinzugeführt.

3.5. Sangaku hōno 算額額納 *(mathematische Opfertafeln)*

3.5.1. Einleitung

Zeichenerklärung:

算 Berechnung
額 Tafel
奉 Opfer
納 Bezahlung

Jene Tradition, die wohl Wasan in all seiner Schönheit am besten zu vertreten scheint ist *sangaku hōno. Sangaku hōno* (nachstehend lediglich *sangaku* genannt) wird in dieser Arbeit mit „mathematische Opferungstafeln" übersetzt. Es handelt sich hierbei um rechteckige Holzplatten (in alten Zeiten war eine Länge von 2 oder 3 Meter üblich, (Shigeru 2000, Seite 429)) auf denen mathematische Aufgaben oft sehr farbenfroh abgebildet waren. Diese Tradition entwickelte sich aus einer alten *shintō* 神道 (japanische Urreligion) Tradition (siehe Begriffserklärung) – in der man Holzplatten, die zum Beispiel mit dem Motiv eines Pferdes geschmückt waren, aufhängte.

3.5.2. Begriffserklärung

„Some scholars translate this [sangaku hōno] as 'temple geometry', but this custom was in the Shinto shrine, not in the Buddhist temple." (Shigeru 2000, Seite 448)

Shigeru bemerkt in dieser Fußnote in seinem Artikel, dass so mancher Autor *sangaku* mit „japanischer Tempelgeometrie" übersetzt hat; und dass dies fehl am Platz sei, da die Tradition einen shintōistischen Ursprung hat (ibid. Seite 428 und 448).
Es mag vielleicht auf den ersten Blick gar nicht so klar sein, wo hier der Fehler zu finden ist. Auf Japanisch unterscheidet man jedoch zwischen buddhistischen und shintōistischen Kultstätten – erstere werden mit *tera* 寺 und letztere mit *jinja* 神社 übersetzt und man bezeichnet *tera* als Tempel und *jinja* als Schreine (welches vielleicht mit Hinblick auf den normalen deutschen Gebrauch des Wortes „Schrein" verwirrend ist). Genau hier findet Shigeru meiner Meinung nach seinen Anstoß und übersetzt *sangaku hōno* deswegen religionsneutral mit „*mathematical votive picture tablets*" (Shigeru 2000, Seite 428).

Das soll nicht heißen, dass man *sangaku* nicht auch in buddhistischen Tempel finden kann, dies war laut Rothman und Fukugawa (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 84) nämlich durchaus der Fall.

3.5.3. Herkunft

„(...) may have been acts of homage – a thanks to a guiding spirit – or they may have been brazen challenges to other worshipers: Solve this one if you can!" (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 85)

Die Tradition entspringt laut Rothman und Fukugawa (ibid., Seite 84) einem shintōistischen Brauch, bei dem man, wenn man außerstande war den Göttern ein richtiges Pferd zu opfern, an seiner statt ein Bild eines Pferdes in einem Schrein opferte. Man konnte mit dem Opfer die Götter darum bitten, Probleme zu lösen.

Trotz des shintōistischen Ursprungs fand man, wie oben kurz bemerkt, sehr wohl auch *sangaku* in buddhistischen Tempel. Dies ist aus zweierlei Gründen nicht verwunderlich:

1) Shintō und Buddhismus harmonierten in Japan sehr gut – buddhistische Götter wurden, zum Beispiel zu shintōistischen und umgekehrt und es fand hier sozusagen ein interreligiöser Kulturaustausch statt.
2) Buddhistische Tempel waren Lehrstätten – auch der Mathematik – und dadurch auch ein perfekter Ort um *sangaku* aufzuhängen und damit das Können des jeweiligen Künstlers zu illustrieren.

Sangaku waren aber nicht nur an religiösen Stätten zu finden – 1789 entstand die erste Sammlung von *sangakus*, die in einem Buch zusammengefaßt wurden (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 86).

3.5.4. Die Probleme

Die meisten *sangaku* hatten meist Probleme geometrischer Natur als ihren Gegenstand, es waren Aufgaben der Berechnung von Volumina und Areals zu finden, die Calculus ähnliche Werkzeuge voraussetzten. Die meisten bestanden lediglich aus der Aufgabenstellung und der Lösung – doch es kam auch vor, dass die Lösungsmethode angeben wurde (ibid.).

3.5.5. Ein Beispiel

Das folgende Beispiel ist ein *sangaku hōno* aus FUKAGWA Hidetosis und Dan Pedoes Buch (Fukagawa und Pedoe 1989, Seite 15 und 90) zu diesem Thema und von ihnen in moderne Notation transkribiert. Es stammt aus der Niigata Präfektur, aus dem Jahre 1795. Die Tafel ist heute leider nicht mehr erhalten.

„AB is a chord of $O(r)$ and a chain of 3 contact circles $O_2(r_2)$, $O_1(r_1)$, $O_2^{'}(r_2)$ touch AB and are inscribed in the minor segment. We sppose that r is kept constant, but AB is variable. Show that $AB-2r_1$ is a maximum when

$$r_2=\frac{r}{5}“$$

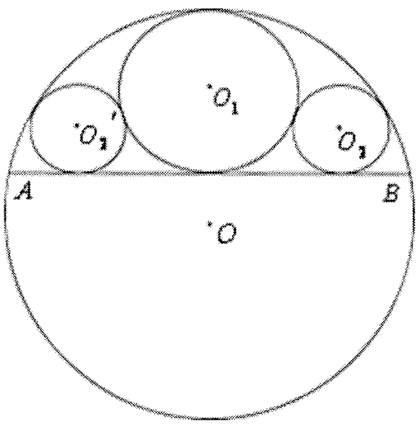


Abbildung 24: Beispiel eines *sangaku hōno*

3.5.6. Die Künstler

Laut Rothman und Fukugawa (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 89) waren nicht nur richtige Mathematiker, sondern auch Laien Urheber von *sangaku* – welches aus den oft simplen *sangaku* geschlossen werden kann. Der überwiegende Teil scheint jedoch von Samurai zu kommen, obwohl die anderen Gesellschaftsschichten auch vertreten sind (ibid.).

3.5.7. Ursache

Smith und Mikami führen folgende drei möglichen Ursachen für das Aufhängen von *sangaku* an (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 184):

1) Religiöse Ursache
2) Publikationstechnische Ursache
3) Kompetitive Ursache

Zu1) Der ersten Punkt wurde schon unter Punkt 3.5.3 behandelt. Zu 2) Smith und Mikami (ibid.) meinen, der Grund für das Aufhängen der *sangaku* in den religiösen Kultstätten könnte auch aus publikationstechnischen Ursachen geschehen sein. Dies scheint sehr vernünftig, da man doch auf diese Art und Weise billig und schnell viele Menschen erreichen konnte. Zu 3) Durch das Aufhängen von Forschungsresultaten konnten man andere Gleichgesinnte herausfordern (ibid.). Man kann sich durchaus vorstellen, dass der Betrachter eines *sangaku* durch die Schönheit der Tafeln inspiriert, sich zum Lösen eines anderen Problems herausgefordert fühlte.

Shigeru (Shigeru 2000, Seite 429) führt unter anderem folgende Punkte an, mit denen hier suppliert werden soll:

4) Öffentliche Zurschaustellung
5) Werbung

Diese zwei Punkte passen in sich hervorragend zusammen: Durch die öffentliche Zurschaustellung konnte der Verfasser eines *sangaku* sein Können allen illustrieren – *sangakus* waren durchaus ein häufig anzutreffendes Phänomen (ibid.) und dadurch war wohl auch die Bewunderung eines gewisses Publikums gesichert. Es ließ sich mit *sangaku* Werbung machen und so verwendete FUJITA Sadasuke (1734-1807) laut Shigeru (ibid.) diese Art der Reklame, um seine Mathematikschule zu propagieren. Es wird hier die Meinung vertreten, dass zwischen den Punkten 1)-4) ein „inklusives Oder" stehen sollte – denn die Punkte schließen sich nicht gegenseitig aus. Ob die Liste der Ursachen für faszinierende Tafeln erschöpfend ist, kann hier leider nicht beantwortet werden.

3.5.8. Bedeutung von sangaku hōno für Wasan

Wie eben erwähnt, waren *sangaku* laut Shigeru (Shigeru 2000) in der Tokugawa Ära sehr verbreitet und dienten nicht nur der Rekreation, sondern auch der Promotion und trugen zur Popularität der Mathematik wesentlich bei. Neben der *idai kaishō* (siehe hierzu 2.3.4.3) Tradition war *sangaku* sicherlich eine nicht zu unterschätzende Triebkraft bei der Entwicklung von Wasan.

> *„Fukagawa believes that Seki encountered sangaku on his way to the shogunate castle, where he was officially employed as court mathematician, and that the tablets pushed him to further researches. A legend? Perhaps. But by the next century, books were being published that contained typical native Japanese problems: circles within triangles, spheres within pyramids, ellipsoids surrounding spheres." (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 89)*

Es wird somit hier ein fruchtbares Wechselspiel angedeutet. Inwieweit dies jedoch richtig ist – das heißt ob die *sangaku* Tradition wirklich so großen Einfluss hatte, kann mit der vorhanden Literatur nicht mit Sicherheit gesagt werden. Er soll jedoch nicht unterschätz werden, denn viele fanden wahrscheinlich hier Inspiration und Appetit an der Mathematik.

4. Hemmende Faktoren für die Entwicklung von Wasan

ZIELSETZUNG DES KAPITELS

Die Entwicklung und der Fortschritt innerhalb von Wasan waren durch diverse Parameter beeinflusst. Nun sollen die hemmenden Faktoren näher betrachtet werden. Dies führt weit hinein in soziale, kulturelle, philosophische, ... Aspekte der Tokugawa Ära und hieraus wird auch deutlich ersichtlich, dass Wasan ein Produkt seiner Zeit war.

4.1. Einleitung

„In 1872 the Ministry of Education ordered that state schools should cease teaching Wasan 和算, or traditional Japanese mathematics, and disseminate only the Western variety." (Ravina 1993, Seite 205)

Traditionelle japanische Märchen weisen meist ein tragisches Ende als Charakteristika auf. Der Held stirbt, am Zenit angekommen sinnlos, meist für eine im Vorhinein zum Scheitern verurteilte Sache kämpfend oder durch Selbstmord. Die in westlichen Augen vielleicht „makabere" Ästhetik besteht darin, dass der Held, gleichgültig wie hoffnungslos die Situation ist, alles gibt und selbstlos seine Aufgabe erfüllt (das ist jedenfalls der Eindruck den man nach Lesen von Ivan Morris' erhält (Morris 1999). Ich finde, dass jenes Bild, welches man immer wieder in der japanischen Kultur findet, sich auch in Wasan in vielfacher Art und Weise widerspiegelt und somit das „intrinsisch Japanische" hier zusätzlich unterstreicht. Jene Mathematiktradition ignorierte in großem Ausmaß die Zeichen ihrer Umwelt und war somit zum Untergang verurteilt.

In diesem Kapitel soll auf einige der Faktoren eingegangen und präsentiert werden, die meiner Meinung nach maßgeblich am Untergang von Wasan beteiligt waren, da sie sich für die Entwicklung und Forschung wohl als hemmend erwiesen haben. Ich denke, der Versuch einer solchen Zusammenfassung stellt eine relativ neue Perspektivisierung Wasans dar, da ich nichts dergleichen in der Literatur gefunden habe. Die Problematik wird hier meist nur beiläufig erwähnt und ist nie wirklich zentraler Gegenstand der Literatur. Untenstehend finden sich die Punkte, auf die näher eingegangen werden sollen:

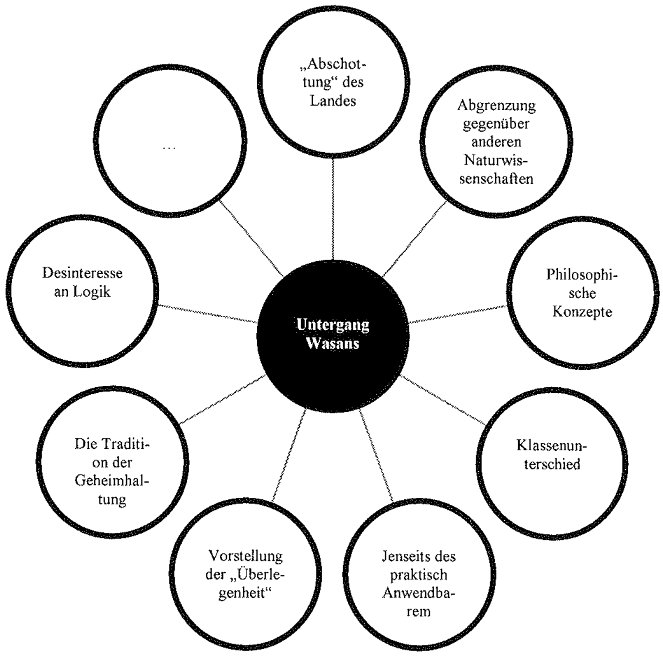


Abbildung 25: Für die Entwicklung von Wasan hemmenden Faktoren

- Abgrenzung gegenüber anderen Naturwissenschaften
- Klassenunterschied
- Philosophische Konzepte
- „Abschottung" des Landes
- Jenseits des praktisch Anwendbarem
- Vorstellung der „Überlegenheit"
- Die Tradition der Geheimhaltung
- Desinteresse an Logik

Diese Punkte stehen durchaus in einer Wechselbeziehung, sie sollen jedoch hier so gut es geht getrennt betrachtet werden. Der Vollständigkeit halber soll zusammenfassend erwähnt werden, dass es durchaus auch Parameter gab, die für die Forschung innerhalb der japanischen Mathematik förderlich waren. Einige waren, zum Beispiel Phänomene, die sich aus einem natürlichen Drang nach Erfahrungsaustausch entwickelten – die *idai kaishō keishō* 遺題継承 Tradition (siehe 2.3.4.3). Andere förderliche Faktoren konnten auch politischen Ursprungs sein – als Beispiel kann *sankin kōtai* 参勤交代 genannt werden (siehe 2.2.2), wodurch die Kommunikation und die Verbreitung von neuem Wissen erleichtert wurden. *Sangaku hōno* 算額額納 (siehe 1.1) – sicherlich auch ein in diesem Sinne nicht zu unterschätzender Faktor – war religiösen Ursprungs. In dieser Arbeit soll der Fokus jedoch auf die hemmenden Faktoren für Wasan liegen, da es meine Überzeugung ist, dass diese überwogen.

4.2. Abgrenzung gegenüber anderen Naturwissenschaften

Mark Ravina bemerkt in seinem Artikel (Ravina 1993. Seite 205), dass eine der Hauptursachen für den Untergang Wasans die Abgrenzung gegenüber anderen Naturwissenschaften war. Er schreibt:

> *„Mathematics advanced no new theories of the physical world, developed no new mechanical laws, challenged no theological principles, and produced no machines." (Ravina 1993, Seite 205)*

Trotz des Vorhandenseins der Ressourcen, d.h. guter Mathematiker und der technischen Möglichkeiten Wasans, unterließ man den Versuch, das avanciertere Curriculum mit anderen Feldern zu verknüpfen. Somit gab es fast keinen fächerübergreifenden Erfahrungsaustausch. Man hatte umfangreiches, mathematisches Wissen, welches mit etwas Willen wahrscheinlich durchaus in dieser Richtung verwendet hätte werden können. Das Potentiale wurde jedoch nicht wirklich ausgenützt. Es kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Wissenschaften nicht nur fruchtbare Resultate hervorbringt, sondern auch dazu beiträgt, das eigene Fach zu promovieren und zu legitimieren. Warum unterließ man diesen Schritt in Japan – warum gab es keine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Wasan und anderen Naturwissenschaften und damit eine Stellungsnahme zur „physischen Welt"?

Erster Erklärungsversuch

Samurai hatten offensichtlich kein Interesse an einer Verweltlichung der Mathematik; für sie war ein utilitaristischer Bezug zur Mathematik etwas Verabscheuungswürdiges (Ravina 1993, Seite 207), welches auch im nachstehenden Zitat angedeutet wird:

> *„(...) Wasan scholars were frequently criticized that they studied only useless learning." (Nobuo 1976, Seite 83)*

Wasan war für die Japaner eher eine Erholungsbeschäftigung, so wie heute Kreuzworträtsel, statt ein Werkzeug um die Welt zu verstehen und beschreiben. Es scheint, als wäre man von der Unbrauchbarkeit Wasans in dieser Hinsicht überzeugt gewesen:

> *„Even when Wasanka examined the natural world, their approach reflected an underlying suspicion that mathematics was ill-suited as a language with which to describe natural phenomena." (Ravina 1993, Seite 207)*

Im Empiriekapitel 5.4 wird unter anderem eben hierauf näher eingegangen. Der Gedanke einer Wechselbeziehung zwischen den Wissenschaften schien den Wasan Mathematikern gar nicht erst einzufallen.

Zweiter Erklärungsversuch

Man kann das Phänomen der mangelnden interdisziplinären Zusammenarbeit vielleicht auch damit erklären, dass die Zahl der Mathematiker des Samuraistandes im Laufe der Tokugawa

Ära abnehmend war und immer mehr Mathematiker auftauchten, die nicht Mitglieder des Schwertadels waren. Mit den anderen Wissenschaften verhielt sich dies genau umgekehrt (Bartholomew 1976, Seite 123). Samurai sahen hinab auf Kaufleute (siehe 4.3) und so schreibt Bartholomew:

> *„This meant, for example that a samurai student of astronomy like Takahashi Yoshitoki, endeavoring as of 1804 to translate Lalande, would never think of asking a merchant mathematician like Aida Yasuaki (1747-1817) for assistance, (...).“ (ibid, Seite 124)*

Es scheint, dass zumindest in der späteren Tokugawa Ära die Forscher der Mathematik und die der anderen Wissenschaften in zwei verschiedenen Gesellschaftsschichten zu finden waren und sie Kommunikationsschwierigkeiten miteinander hatten. Samurai, die die anderen Wissenschaften dominierten waren nicht gewillt, sich mit den anderen, niedrigeren Ständen zu beraten und dies kann wohl erklären, warum die Nachfrage nach Mathematik zur Lösung, zum Beispiel physischer Probleme nicht vorhanden war. Der hierarchische Aufbau der Gesellschaft machte den anderen Weg wohl zu einem Ding der Unmöglichkeit.

4.3. Klassenunterschied

4.3.1. Historische Introduktion

Die traditionelle Distinktion zwischen Samurai und Nicht-Samurai kann, laut Mason und Caiger (Mason und Caiger 2004, Seite 178-179) auf Hideoshis (siehe 2.2.2) sogenannte „Schwertjagd“ (1588) zurückgeführt werden. Hier wurde die Bevölkerung entwaffnet, da man der Überzeugung war, dass die Anzahl der Schwerter, die unter der normalen Bevölkerung zirkulierte, eine potentielle Gefahr für die Stabilität des Landes ausmachte. Dadurch, dass es hiernach nur Samurai gestattet war diese Waffen zu besitzen, entstand erstmalig eine Aufteilung der Gesellschaft in zwei Klassen.

Japans Bevölkerung wurde in der Tokugawa Ära, nach konfuzianischem Vorbild, offiziell in vier gesellschaftliche Stände unterteilt:

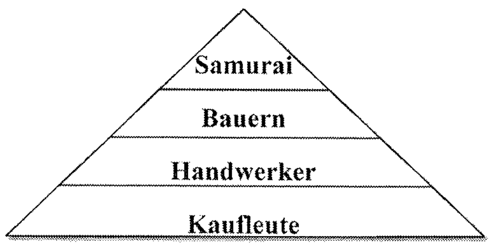


Abbildung 26: Theoretischer Gesellschaftsaufbau in der Tokugawa Ära

Es gab außerdem auch Stände die hier nicht gefunden werden können – der Hofadel, Priester und aus der Gesellschaft ausgestoßene „Menschen“ (Mason und Caiger 2004, Seite 220). Diese Aufstellung hat einen großen Schwachpunkt – sie war der Güte des Standes nach geordnet. An oberster Stelle waren die Samurai zu finden – gefolgt vom Stand der Bauern, die durch ihre produzierende Arbeit die zweite Stelle einnahmen – wohingegen Kaufleute, da sie aus der damaligen Betrachtungsweise nichts produzierten, ganz unten rangierten. Mit diesem Modell hatte man jedoch das Problem, dass die theoretische Platzierung des Standes in der Gesellschaft nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmte. Den Bauern ging es, trotz des zweiten Platzes im neo-konfuzianischen Weltbild schlecht in der Tokugawa Ära, wobei laut Charles Sheldon, die Kaufleute hier ihre Blütezeit fanden und ihr Reichtum immer mehr zunahm (Sheldon 1983, Seite 479). Smith macht in seinem Artikel (Smith 1997, Seite 518-519) darauf aufmerksam, dass die Stände sich (gegen gängigen Vorurteile) auch nicht immer klar trennen ließen: Manche Kaufleute waren, zum Beispiel so reich und hatten soviel Macht, dass sie sich mit den zwei Schwertern (den Samurai vorbehalten) in der Öffentlichkeit zeigten. Überhaupt schien es, wenn man vom theoretischen Gerüst der „vier Stände Tokugawa Ideologie" ausgeht und das Augenmerk auf die tatsächliche Situation richtet, nur eine wirklich sinnvolle Klassifikation der Stände zu geben: den Samurai und Nicht-Samurai Stand.

Die Barrieren zwischen den Klassen hatten einen Einfluss auf Wasan auf den nun, mit dem obigen Wissen als Fundament, näher eingegangen werden kann.

4.3.2. Der Einfluss des Klassenunterschiedes auf Wasan

Mathematische Fähigkeiten waren zu Beginn der Tokugawa Ära etwas, das vom Samuraistand Anerkennung fand – sich jedoch im Lauf der Zeit änderte (Bartholomew 1976, Seite 122). Dies kam darin zum Ausdruck, dass die Kommunikation zwischen den Ständen schlecht gewesen zu sein schien (hierauf wurde schon in Abschnitt 4.2 näher eingegangen). An dieser Stelle soll zunächst ein anderer Aspekt näher erläutert und zuletzt ein Erklärungsversuch gegeben werden – nämlich eine offensichtliche Abneigung der Samurai gegenüber dem *soroban*. Wie stark diese Aversion war, ist nicht ganz leicht auszumachen – folgendes Zitat soll jedoch hier ein wenig weiterhelfen:

> *„So it was in Japan in the 17th century. The samurai despised the plebeian soroban, and the guild of learning sympathized with this attitude of mind. The result was that while the soroban replaced the rods for business purposes, the latter maintained their supremacy in the calculations of higher mathematics." (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 47)*

Trotz der Überlegenheit des *soroban* gegenüber den *sangi* als Recheninstrument (Smith und Mikami 1914 (2004), Seite 47), dauerte es unnatürlich lange, bis sich die beiden ablösten. Dies hatte eine Bedeutung für Wasan, da Mathematik sehr wohl von den zur Verfügung stehenden Recheninstrumenten abhängig war (diese Korrelation zwischen Rechengerät und Mathematik wird auch von Smith und Mikami bestätigt (ibid., Seite 18). Somit, aber auch wegen den nachstehenden Gründen, wird der Klassenunterschied hier als hemmender Faktor für die Entwicklung Wasans erachtet.

> *„One view held that ‚the soroban [abacus] should never be touched by a samurai,' (...)" (Sugimoto und Swain 1978, Seite 274)*

Zusammengefasst handelt die Problematik davon, dass die Samurai scheinbar die Errungenschaft „*soroban*" mit der Kaufmannskaste assoziierten, welche wie oben erwähnt, im neokonfuzianischen Weltbild für einen Samurai als unter seiner Würde galt. Die Mathematik litt hierdurch auch einen Prestigeverlust:

> *„And mathematicians themselves did not enjoy much prestige, during the latter part of the Tokugawa period particularly, because the socially dominant samurai increasingly scorned their activities as a 'mercenary activity fit only for merchants and petty officials.'" (Bartholomew 1976, Seite 120)*

Wie im Abschnitt 4.2 beschrieben, verlagerte sich in der Tokugawa Ära jedoch auch das Interesse an Mathematik vom Samurai-Stand zum Nicht-Samurai-Stand – welches sich bei den anderen Wissenschaften genau umgekehrt verhielt. Hierdurch, so wurde argumentiert, entstand eine Barriere, die interdisziplinäre Zusammenarbeit Wasans mit anderen Wissenschaften so gut wie unmöglich machte. Der Klassenunterschied hatte somit wahrscheinlich eine erhebliche Bedeutung für die Entwicklung Wasans und so schreibt Bartholomew in diesem Sinne in seinem Artikel:

„Moreover, these shifts in the social class bases of mathematics and the rest of non-biomedical science helped to prevent a scientific revolution by making mathematics and physics-astronomy the cultural properties of mutually antagonistic social classes." (Bartholomew 1976, Seite 124)

Dieses Zitat sollte auch veranschaulichen, dass die von mir gewählten Punkte der für die Entwicklung Wasans hemmenden Faktoren, durchaus auch in einer Wechselbeziehung stehen.

4.3.2.1. Erklärungsmodell

Zunächst scheint das Problem des Einflusses des Klassenunterschiedes auf Wasan philosophischer Natur zu sein. Es soll hier jedoch ein eher weltliches Erklärungsmodell geben werden.

Samurai sind im Westen hauptsächlich als Krieger bekannt. Die Tokugawa Ära war jedoch eine Zeit des Friedens und so wurde das ursprüngliche Handwerk der Samurai überflüssig. Es fehlte ihnen im gewissen Sinne die Existenzberechtigung und im Gegensatz zu den Kaufleuten, welche eben in dieser Epoche ihren Aufstieg feierten, verarmten Samurai zunehmend immer mehr. Um den Status ihres Standes aufrechterhalten zu können, tauschten sie ihr Einkommen (welches in Reis ausbezahlt wurde) gegen Geld bei den Kaufleuten ein und verschuldete sich, laut Sheldon (Sheldon 1983, Seite 479), außerdem zunehmend immer mehr bei ihnen.

„The economic motive in turn may have induced samurai to scorn mathematics because of its growing identification with the samurai's merchant creditors, (...)." (Bartholomew 1976, Seite 122)

Dieses Abhängigkeitsverhältnis der Samurai gegenüber den Kaufleuten, kann vielleicht eine der vielen Begründungen für die lange Ablehnung des *soroban*, aber auch der Wirtschaftsmathematik gewesen sein. Die praktische Mathematik als solches verlor durch die negative Haltung der Oberschicht an Ansehen (Bartholomew 1976) und die Beschäftigung mit ihr galt als unfein.

4.4. Philosophische Konzepte

Die Einteilung der Gesellschaft in Klassen wirkte sich, wie im obigen erläutert, auf die Entwicklung von Wasan aus. Diese Gliederung hatte ihren Ursprung in der damaligen philosophischen Haltung der Machthaber. Es ist sehr aufschlussreich, etwas näher auf das philosophische Weltbild der Tokugawa Ära einzugehen:

Die Philosophie der Tokugawa Ära war der Neo-Konfuzianismus[71]. Moral, Natur und Politik waren hier traditionell miteinander und untrennbar verwoben – obwohl es auch Fraktionen gab, die versuchten dies als gesonderte Entitäten zu betrachten.

„(...) they saw the universe as an organic, moral whole and were reluctant to study nature bereft of moral connotations and for its own sake, as in the natural sciences." (Mason und Caiger 2004, Seite 245)

Das kann durchaus ein Grund dafür gewesen sein, warum Wasan nicht dazu verwendet wurde, die Natur zu beschreiben und man nicht darauf kam, sie zum Beispiel in der Physik anzuwenden. Das philosophische Hinterland war somit, aufgrund des einschränkenden Charakters, ungünstig für die Entwicklung von Wasan. Überhaupt sah man generell einen jeden Fortschritt als etwas Schlechtes und „sehnte" sich eher nach einer vergangenen „goldenen" Zeit

[71] Natürlich gab es Ausnahmen und andere Gruppierungen. Die hier repräsentierten Haltungen zum Wechselspiel zwischen Philosophie und Wasan basiert auf den Eindruck, den mir die Literatur zu diesem Thema gegeben hat.

wo alles „perfekt" war zurück (ibid.). Innovation war nicht eine von der Philosophie geförderte Disziplin und stellte somit auch einen für Wasan hinderlichen Faktor dar.

Ein anderer Parameter, welcher auch philosophischer Natur war, geht aus dem folgenden Zitat hervor:

> *Most of the samurai intellectuals who came to dominate certain levels of wasan felt that the utilitarian image of ordinary mathematics was beneath their dignity, partly because of the low regard their Confucian colleagues had for mathematics. (Sugimoto und Swain 1978, Seite 263)*

Es scheint, Samurai hätten die Mathematik als etwas gesehen, das um sich selber willens gelernt werden sollte und sich nicht rechtfertigen musste. Dies hatte wohl zur Konsequenz, dass Wasan nicht von außen (der Wirtschaft, anderen Wissenschaften, usw.) gedrängt und damit auch inspiriert wurde.

Takebe (siehe 3.4) ist einer der wenigen Mathematiker, der sich zu philosophischen Belangen der Mathematik äußerte[72]. In seinem Werk *tetsujutsu sankei* beschreibt er die Mathematik als „Weg" (Takebe 1722, Seite 149 ff). Das Konzept des „Weges" ist nichts Neues in Japan – die japanische Bezeichnung hierfür ist *dō* (oder *michi*) 道 und man findet dieses Wort auch heute noch in derselben Bedeutung in den verschiedenen Traditionen Japans wie *chadō* 茶道 (wörtlich der „Teeweg"), *jūdō* 柔道 (japanische Kampfkunst), *shodō* 書道 (Kalligraphie), ... Der „*dō*" Aspekt in den Künsten bekam, zum Beispiel in den Kampfkünsten, seinen Aufschwung in der Tokugawa Ära, wo Samurai ihr Handwerk nicht mehr auf dem Schlachtfeld verwenden konnten (die Kriege fehlten). Man sah das geistige Schulungspotential in den einst tödlichen Techniken und so wurden viele Disziplinen zu einem Weg der Erkennung des Selbst und der Umwelt. Ebenso scheint Takebe Mathematik nicht nur als Mittel zur Lösung von Problemen, sondern als Lebensweg betrachtet zu haben (ibid.). Es soll hier nicht näher auf die *dō* Thematik eingegangen werden – sondern nur auf ein mögliches Problem, das in diesem Zusammenhang auftreten kann, aufmerksam gemacht werden. Ein japanisches Sprichwort besagt, dass immer mehrere Wege auf einen Berg führen. Vertreter der japanischen Künste äußern sich sehr oft mit: hat man seine Kunst wirklich gemeistert, so gewinnt man automatisch auch eine Einsicht in alle anderen Künste. Diese, in den „*dō*" Traditionen vertretene Haltung birgt jedoch die Gefahr, dass man sich zu sehr auf sein eigenes Feld konzentriert. Ob man durch ein „perfektes" Verständnis seiner Kunst die anderen Künste auch versteht, soll hier nicht diskutiert, sondern kritisch bemerkt werden, dass wohl die wenigsten ein solches, angestrebtes Niveau erreichen. In dieser Diplomarbeit wird die Meinung vertreten, es werden durch einen zu starken Fokus auf den eigenen Gegenstand, die anderen Künste leicht ignoriert und mit Hinblick auf die Mathematik: die Wissenschaften; welches Einseitigkeit zur Folge haben kann. Ich finde, dies scheint Wasan sehr gut zu charakterisieren, denn die Literatur unterstreicht eben dieses Verhalten, wie im Abschnitt 4.2 gesehen wurde. Das *dō* Konzept, wie es unter anderem von Takebe vertreten wurde, scheint somit durchaus, wenn man es zu streng befolgt, ein für die Entwicklung Wasans hemmender Faktor gewesen zu sein.

4.5. „Abschottung" des Landes

Auf dieses Thema wurde auch schon in Abschnitt 2.2.4 näher eingegangen. Nun soll jedoch ein anderer Blickwinkel verwendet werden.

[72] Inwieweit seine Meinungen repräsentativ für die Haltung anderer Wasan Mathematiker war, kann leider aufgrund der raren Stellungsnahme der japanischen Mathematiker der Tokugawa Ära hierzu nicht beantwortet werden.

Durch die „reservierte“ Außenpolitik Japans in der Tokugawa Ära kann wohl gesagt werden, dass für Wasan der Vergleich mit kontemporärer, westlicher und auch chinesischer Mathematik verzögerte und verlangsamt wurde. Natürlich wäre, falls man in Japan, zum Beispiel die westliche Mathematik in großem Umfang adaptiert hätte, der spezielle Charakter Wasans vielleicht verloren gegangen oder verwischt worden. Die geringe Inspiration von außen hatte für Wasan somit etwas Beflügelndes, es schaffte einen halkyonisches Moment, indem die japanische Mathematik Zeit für sich selber fand und sich dadurch formieren konnte.

Auf der anderen Seite entzog sich Wasan durch die „Einkehr in sich selber“, in einem gewissem Ausmaß, der Dynamik und Inspiration eines „grenzenlosen“ Wissensaustausches. Aus vielerlei Gründen, die auch in diesem Kapitel Gegenstand der Untersuchung sind, wurde Wasan oft lediglich eine Spielerei oder Freizeitvertreib auf sehr hohem Niveau – ein Kuriosum der Zeit und damaligen Umstände. Der Untergang der Tokugawa Ära war auch der von Wasan. Durch einen offenen Erfahrungsaustausch hätte man sich vielleicht rechtzeitig über die Wichtigkeit der Weltbezogenheit der Mathematik bewusst werden können, aber auch der Möglichkeiten, die sich in diesem Instrument verbargen (für zum Beispiel Wirtschaft und Wissenschaft). Deswegen wird in dieser Diplomarbeit dieser Punkt zu den für die Entwicklung hemmende Faktoren gezählt. Ob nun dadurch das japanische an Wasan zerstört hätte werden können oder nicht, kann leider nicht beantworten werden, aber Wasan hätte vielleicht auf diese Weise die Tokugawa Ära überlebt.

4.6. Jenseits des praktisch Anwendbarem

Es soll zunächst wieder bemerkt werden, dass die angeführten, für die Entwicklung hemmenden Faktoren durchaus in Wechselbeziehung zu einander stehen. Das heißt, die philosophischen Grundlagen, Klassenunterschiede, die Abgrenzung gegenüber anderen Wissenschaften usw. können offensichtlich als Grundlage dafür angesehen werden, dass der Gegenstand Wasans so oft jenseits des Praktischen anzufinden war. Indizen für das Fehlen der praktischen Anwendbarkeit können schon darin erahnt werden, dass man in der Tokugawa Ära zum Beispiel an der westlichen Mathematik mit Hinblick auf die Kalenderberechnung und der Verwendung für das Militär – großes Interesse fand (Chikara 1994, Seite 173ff). Chikara (ibid., Seite 170) meint, Wasan hätte im Vergleich zur westlichen Mathematik folgende „Schwächen“ aufzuweisen:

1) Mangel an einer axiomatischen Methode und des synthetischen Beweises.
2) Mangel an interdisziplinären Relationen außer Berechnungen für den Kalender.
3) Mangel des Funktionskonzeptes
4) Mangel des Koordinatensystems
5) Mangel an einer Reform bzgl. mathematischer Symbole
6) Mangel des Winkelkonzeptes

Man hatte eine Art „Integrationsverfahren“ – auf japanisch *tatamu* 畳む – und konnte statische Objekte mit Wasan hantieren, um aber Kanonenbahnen berechnen zu können, brauchte man jedoch das Konzept eines Graphs einer Funktion und Tangentialplans, welche jedoch fehlten[73]. Winkel sind wohl auch ein nicht wegzudenkendes Hilfsmittel für eine jede Form der Navigation. Logarithmen fanden in der Tokugawa Ära den Weg von Übersee nach Japan, wurden aber von den Wasan Mathematikern als praktisch orientiertes Hilfsmittel angesehen (ibid., Seite 173). Welches wie aus den folgenden Zitaten von NOBUO Kawajiri, Sugimoto und Swain, ersehen werden kann, als nichts Positives erachtet wurde.

[73] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

„Originally, the first step of Wasan involved ordinary practical calculations, but after this stage, it began immediately to despise practical utility. This can be said to represent a natural outcome in a society which had neither natural science nor technology based on it. For administrative purposes, surveying and tax calculation were studied. However, these were despised by pure Wasan scholars beyond what was absolutely necessary." (Nobuo 1976, Seite 81)

„Wasan developments subsequently veered away from concrete interests and eventually degenerated largely into trivialities – a high price to pay for sophistication." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 263)

Zwischen den verschiedenen Schulen gab es Konkurrenzkämpfe, die auf den ersten Blick etwas eher Entwicklungsförderndes zu sein schienen und es war sicherlich eine treibende Kraft, die Wasan auf ein höheres Niveau brachte.

„But within the cliquish guilds the arts could become elaborate and sophisticated, so that Wasan mathematicians proposed to other mathematicians increasingly difficult problems which were often useless, in order to demonstrate the excellence of their skills" (Chikara 1994 Seite 171)

In dieser Diplomarbeit wird jedoch die Meinung vertreten, dass diese Art von Aufgaben, die von Chikara im obigen Zitat als „useless" bezeichnet werden, sicherlich auch zum Untergang Wasans beigetragen haben – denn dieses Kräftemessen der Wasan-Schulen schlug in eine – mit Hinblick auf praktische Anwendbarkeit der Mathematik – verblüffend unproduktive Richtung ein. Anstatt Quelle für Aufgabenstellungen neuerer Natur (damit vielleicht auch praktischer) zu sein, forcierte dies eher den Fokus auf „nutzlose" und immer kompliziertere Aufgaben. Die Entwicklung Wasans war somit in punkto praktischer Anwendbarkeit stark eingeschränkt.

Die weltferne und anwendungsfeindliche Haltung von Wasan war (wie auch generell in der Literatur immer wieder bemerkt wird) sicherlich ein Hauptgrund dafür, dass sie später von der von „bodenständigeren", westlichen Mathematik ersetzt wurde.

4.7. Vorstellung der „Überlegenheit"

Als einen der anderen, für die Entwicklung von Wasan hemmenden Faktoren kann ein Überlegenheitsgefühl oder Stolz, von Seiten der damaligen Mathematiker, genannt werden. Es gab Disziplinen, wo man die Überlegenheit der westlichen Errungenschaften anerkannte und sie sogar aufsuchte, so zum Beispiel in der Kalenderberechnung. Nun betrachtete man diese aber, speziell in der späteren Tokugawa Ära, nicht als richtige Mathematik – sie waren sozusagen unter dem Niveau von Wasan – und überhaupt war man von der Überragenheit Wasans (im Vergleich zur ausländischen Mathematik) überzeugt, welches aus den folgenden Zitaten ersichtlich ist:

„Wasan mathematicians were so proud that, although from the end of the eighteenth century they imported numerous treatises on astronomy and mathematics from Holland, they thought that there were no foreign books treating mathematics of advanced nature. (...) But Wasan mathematicians considered their 'pure' mathematics much better than that of the West." (Chikara 1994, Seite 172)

To the extent that they took cognizance of Europe's pure mathematics at all, wasan practitioners thought its methods clumsy and unnecessarily complicated, and all of it certainly inferior to wasan. (Sugimoto und Swain 1978, Seite 361)

Es waren vielleicht sprachliche Barrieren, Logik (siehe hierzu 4.9) und Stringenz, die schuld an dieser Haltung der Wasan Mathematiker waren. Auch wenn die westliche Mathematik auf den ersten Blick umständlicher erschien, so war es gefährlich, sie zu ignorieren – denn letzten Endes war es sie, die Wasan nicht nur ablöste, sondern auch überflüssig werden ließ. Man hätte, mit etwas mehr Respekt vor dem Neuen, vielleicht eingesehen, woran es Wasan fehlte und möglicherweise auch die potentielle Gefahr der eigenen Stagnation und Einseitigkeit erkennen können. Damit findet sich hier sicherlich ein für die Entwicklung Wasans hemmender Faktor.

4.8. Die Tradition der Geheimhaltung

Wie im Abschnitt 2.4 anhand des Beispieles der *seki ryū* gezeigt wurde, waren die damaligen Mathematikschulen, der Tradition gemäß, nach dem *iemoto*-System aufgebaut. Die Geheimhaltung von Teilen des Wissens war ein Charakteristikum dieses Systems und es soll im Folgenden auf die negative Seite diesbezüglich eingegangen werden. Zuvor wird jedoch der Gegenstand der Geheimhaltung näher betrachtet werden.

4.8.1. Der Gegenstand

Was qualifiziert sich im traditionellen, japanischen Sinn als geheimes Wissen? Morinaga zitiert an dieser Stelle Nishiyamas[74] vier Eigenschaften, die traditionelles Geheimwissen – *hiden* 秘伝 – mit sich bringen sollen (hier von mir ins Deutsche übersetzt) (Morinaga 2005, Seite 21):

1) Wissen wird durch experimentelles/sinnliches Training angeeignet,
2) es wird nicht durch intellektuelle Logik erklärt,
3) es kann durch Verschwiegenheit geheim gehalten werden,
4) es wird durch die Übung des Körpers, (...) angeeignet

Mit Hinblick auf Punkt 4), der zunächst für die Mathematik problematisch scheint, meint Morinaga jedoch (Morinaga 2005), dass die Charakterisierung von Nishiyama zu eng sei, da der Begriff *hiden* in so vielen verschiedenen Künsten verwendet wird – und als Konsequenz daraus, zu viele traditionelle Künste ausgeschlossen werden müssten. Als Beispiel nennt Morinaga „den Weg der Poesie", das ist die traditionelle japanische Poesie, die sehr wohl ohne die Übung des Körpers auskommt und *hiden* Wissen besitzt – welches jedoch nicht mit dem Punkt 4) in Einklang steht. Hierdurch wurde gezeigt, dass Punkt 4) sehr wohl auch Ausnahmen zulassen sollte – somit auch was Wasan anbelangt.

Der einzige Reibungspunkt, der zurückbleibt ist der oben erwähnte Punkt 2), da Mathematik sehr wohl experimentelle Züge aufweist – 1); und bekannt ist, dass bewußt Wissen verschwiegen wurde – 3).

Es lässt sich leider nicht richtig feststellen, wie man das geheime Wissen in den Wasan Schulen vermittelte und erklärte. Der Logik wurde in Japan jedoch von Seiten der Mathematiker relativ wenig Beachtung gezollt, welches Gegenstand von Abschnitt 4.9 ist. Horiuchi schreibt, zum Beispiel über Takebe:

> *„One could also note the little importance Takebe attached to logical reasoning or to deduction." (Horiuchi 1994b, Seite 162)*

Honda schreibt bezüglich Wasan:

> *„However, the wasan had seveal fatal faults: firstly, it was not logical, but intuitive or inductive." (Honda 1977, Seite 2)*

[74] Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um den Historiker NISHIYAMA Matsunosuke, welcher diesen Begriff maßgeblich nach dem Zweiten Weltkrieg geformt hat – http://en.wikipedia.org/wiki/Iemoto (Stand: 12. Jänner 2007). Leider steht mir Morinagas Buch (Morinaga 2005) nicht mehr zur Verfügung und deswegen ist es unmöglich, hier hundert Prozent sicher zu sein.

Deswegen scheint es mir unwahrscheinlich, dass man trotz Mangel eines Axiomsystems, der offensichtlichen Abneigung gegenüber der Logik, usw. – für die Erklärung von geheimem Wissen auf einmal logische Methoden verwendete und einführte. Deswegen wird hier angenommen, dass Wasan Punkt 2) erfüllt und somit qualifiziert sich sein Geheimwissen als *hiden* im traditionellen Sinn.

4.8.2. Gründe für die Geheimhaltung

Als Gründe für die „Geheimniskrämerei" können unter anderem die folgenden genannt werden (Morinaga 2005):

- Sicherung des Fortbestehens des Familienbetriebes/-einkommens
- Sozialer Aufstieg
- Absicherung, dass nur die Fähigsten das rechte Wissen bekommen

Die Vermarktung von Wissen, sei es in Tee-Schulen oder in den Kampfkünsten, schien immer größere Bedeutung zu bekommen und Morinaga (ibid.) schreibt mit Hinblick auf die Schwertkampfkunst:

> *„ (...) skills are now detached from a particular body, so that they can be sold (paid instruction) and developed (a family business)." (Morinaga 2005, Seite 23)*

Hier kann deutlich gesehen werden, dass Wissen bewußt so gestaltet wurde, dass es sich leichter vermarkten ließ. Geheimes Wissen schien als zusätzliche Motivation zu dienen, denn wer wollte nicht gerne ein Eingeweihter sein, der nicht nur einen Teil, sondern das ganze Wissen einer Schule besaß?

> *„As such, a monopoly of the teachings, that is, the source of a hereditary business, is to all intents and purposes vital." (Morinaga 2005, Seite 36)*

Ein Wissensmonopol kann somit als ein wesentlicher Überlebensfaktor für Schulen und andere Institutionen erachtet werden. In einer Zeit, in der es noch keinen „Kopierschutz" gab scheint die Geheimhaltung des wertvollen Wissens wohl eine natürliche Entwicklung gewesen zu sein. Dies wird auch von Sugimoto und Swains Anekdote bestätigt, in der HASEGAWA Hiroshi (1782-1838) einige der geheimen Lehren der *seki ryū* in einem Buch nicht nur veröffentlicht, sondern auch erklärte. Trotz der mehr wie positiven Respons, die sein Werk erzeugte, wurde Hasegawa der *seki ryū* verwiesen:

> *„It is said that Kusaka [ein Großmeister der seki ryū] took this action because Hasegawa, by puplishing a self-explanatory text, had deprived wasan teachers of their main source of livelihood – fees collected from students upon completion of a course."[75] (Sugimoto und Swain 1978, Seite 366)*

Das Wissen wurde somit auf der einen Seite „käuflich", auf der anderen Seite diente die Geheimhaltung gewisser Teile des Curriculums auch dazu, die Schüler zu selektieren und die wenigen Auserwählten zu authentifizieren. Dadurch wurde eine kleine, loyale und schulinterne Elite geschaffen. Durch die Limitierung der in allen Geheimnissen Eingeweihten, sicherte man auch, dass die kommenden Generationen eine Beschäftigung und nicht zuviel Konkurrenz hatten.

Sicherlich, das Rationale für die Geheimhaltungstaktik war groß – der ökonomische Erfolg trug dazu bei, speziell in der Tokugawa Ära, wo Geld immer wichtiger wurde, die soziale

[75] Der Inhalt der eckigen Klammer ist von mir dem Zitat hinzugefügt worden.

Position zu festigen. Ein voll ausgebildeter Schüler war gesellschaftlich natürlich mehr Wert wie ein Neuling und das besonders in einer hierarchischen Gesellschaft wie der japanischen.

Man konnte durch geheimes Wissen die Nachfolge der Schule auch so absichern, dass nur die Auserwählten die Möglichkeit dazu bekamen – dies konnte als Instrument dazu dienen, die Blutlinie zu bewahren, aber auch um die Qualität der Nachfolgerschaft zu sichern, indem man nur die Besten einweihte. Es wird jedoch in dieser Arbeit die Meinung vertreten, dass Geheimhaltung auch seine Schattenseite mit sich brachte und sich kontraproduktiv für die Entwicklung von Wasan auswirkte, welches im folgenden Abschnitt näher erläutert werden soll.

4.8.3. Das Problem der Geheimhaltung in der Mathematik

Auf der einen Seite scheint die Geheimhaltungspolitik der Mathematikschulen die Existenz und vielleicht sogar ein gewisses Niveau zu sichern. Auf der anderen wurde dadurch, dass Werke, wie zum Beispiel *Methoden um versteckte Probleme zu lösen* der *seki ryū,* nur einer ausgewählten kleinen Schar gleichgesinnter Mathematikern zugänglich war, die Möglichkeit der kollegialen Entwicklung und Zusammenarbeit stark eingeschränkt und scheint streng genommen nur schulintern möglich gewesen zu sein. Die Fruchtbare Zusammenarbeit Gelehrter verschiedener Institutionen – so wie es heutzutage Praxis ist – war hier, der Tradition entsprechend, ein Ding der Unmöglichkeit (siehe auch 4.2); und so ignorierte man den Erfahrungsaustausch der vielleicht Wasan auf ein höheres Niveau hätte bringen können. Dies scheint nicht unbegründet zu sein, denn Menschen werden von ihrer Umgebung beeinflusst. Ein fiktives Beispiel: Die Schüler einer Schule, in der man gelernt hat zu integrieren, werden sicherlich so manches mathematisches Problem anders zu lösen versuchen, als jener, in der dieses Wissen nicht vorhanden ist – dies sollte zur Genüge illustrieren, warum der Erfahrungsaustausch, zu einer schnelleren und besseren Entwicklung hätte führen können.

Zusammengefaßt: Die Hauptproblematik, die sich aus dem bewussten Verheimlichen von Wissen mit Hinblick auf Wasan ergibt, ist eine Hemmung des Fortschrittes innerhalb der Mathematik durch die Stagnation des Erfahrungsaustausches.

4.9. Desinteresse an Logik

Die Verallgemeinerung der mathematischen Resultate fand, mit nur wenigen Ausnahmen, wenig Interesse bei den Wasan Mathematikern. Es waren die konkreten, numerischen Resultate, welche das Ziel der japanischen Mathematik darstellte (Sugimoto und Swain 1978, Seite 262ff). Dies kann auch deutlich in Takebes Berechung der Kugeloberfläche gesehen werden – es ist hier das numerische Resultat und nicht so sehr die Formel, welche zelebriert wird (siehe 3.4.2.1). Der Logik und deduktiven Methode wurde ebenso wenig Aufmerksam gezollt. Es wäre interessant herauszufinden, ob dies eine direkte Konsequenz des generellen Fehlens eines Strebens nach Verallgemeinerung der Mathematischen Resultate war. Leider war mir jedoch die Beantwortung dieser Frage mit der vorhandenen Literatur nicht möglich.

> *„Because of the book's [Jinkōki] influence, computation – as opposed to logic – became the most important concept in traditional Japanese mathematics." (Rothman und Fukugawa 1998, Seite 87)*

Rothman und Fukugawa meinen in ihrem Artikel (ibid., Seite 86) – wie im obigen Zitat deutlich wird, dass *jinkōki* mit Hinblick auf die Entwicklung – weg von Logik und Axiomsystemen – ein nicht zu unterschätzender Faktor war. Durch die Popularität des Werkes wurden nämlich viele Menschen mit dieser eher praktisch orientierten Mathematik geschult. Morimoto ist jedoch der Ansicht, dass *jinkōki* eher das primitivere Ende des Spektrums Wasans darstellt[76]. Volkschüler in Europa werden auch äußerst selten mit Logik und den tiefen Abgründen der Axiomsysteme belehrt – trotzdem ist Logik hier ein latenter und nicht wegzudenkender Gegenstand der Mathematik. Deswegen wird hier die Meinung vertreten, dass man Vorsicht walten lassen sollte, *jinkōki* die Schuld an einem allgemeinen Desinteresse an Logik zuzuschreiben.

Wasans Wurzeln sind in der chinesischen Mathematik zu finden, hier wurde der Logik im Allgemeinen kein größerer Wert beigelegt – das Hauptaugenmerk war es, das Prozedere (oder Algorithmus) für die Lösung eines konkreten numerischen Problems und dessen numerische Lösung zu finden[77]. Diese Tradition wurde in Wasan weitergeführt.

> *„(...), Wasan was, like Chinese mathematics, a form of mahematics that entirely lacked the notion of deductive proof and the methods for it. (...) Wasan scholars developed their theories mainly by an intuitive basis, and although they were not clearly conscious of it, also by a kind of inductive method." (Nobuo 1976, Seite 82)*

Wasan hatte, so HONDA Kinya (Honda 1977, Seite 2), einen intuitiven, induktiven Charakter und bestand aus „*konstruierenden, heuristischen Tätigkeiten oder Versuchen*" – so Murata (Murata 1997 Seite 216).

Auch als man im Laufe der Tokugawa Ära sporadische Bekanntschaft mit westlicher Logik machte (zum Beispiel gelang ein Teil Euklids *Elemente* nach Japan), verstand man laut Sugimoto und Swain nicht die Signifikanz und das Potential, das sich hier verbarg:

> *„As for Euclid's Elements, they failed utterly to see that it was an exact logical system, thinking it much too elementary and inelegant to define with so many words things intuitively evident or to prove self-evident propositions with such labored demonstrations." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 370)*

Durch die Abwesenheit der Logik und eines axiomatischen Systems entging Wasan wohl die Stringenz, die sonst solch ein zentraler Gegenstand der westlichen Mathematik darstellt und sich als fruchtbarer Generator für mathematische Forschung zeigte. Strenge, logische und deduktive Analysen machen es auch heute noch für viele Menschen leichter, Mathematik zu verstehen und trägt dazu bei Streitigkeiten durch Verwendung von, zum Beispiel fragwürdiger Begriffe und schlechter oder gar fehlerhafte Argumentation zu vermeiden. Als Exempel eines solchen Streites kann jener zwischen den beiden Mathematikern AIDA Yasuaki 会田安明 (1747-1817) und FUJITA Sadatsugu 藤田貞資 (1734-1807) anführt werden. Der Streit, auf den nicht näher eingegangen werden soll, hatte jedoch eine produktive Nebenwirkung, denn er trug zur Begriffsabklärung innerhalb Wasans bei. Ein axiomatisches System und die deduktive Methode hätte hier Wasan sicherlich viel Ärger erspart. Die Abneigung gegenüber der Logik war somit ein, für die Entwicklung Wasans, hemmender Faktor, denn die Plattform, die zu einer leichteren und stringenteren Verständigung zwischen den Wasan Mathematikern hätte beitragen können, fehlte.

[76] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.
[77] Aus einem Gespräch mit Prof. Morimoto, am 21. Oktober in Tōkyō.

5. Empirie – Zwei Fallbeispiele

ZIELSETZUNG DIESES KAPITELS

Nach einer ausführlichen Beschreibung zweier konkrete Fallbeispiele, sollen diese mit einigen, der für die Entwicklung hemmenden Faktoren, des vorhergehenden Kapitels in Perspektive gesetzt werden. Der Hauptgrund für die Wahl der untenstehenden Beispiele war die Verfügbarkeit guter Literatur, aber es gibt sicherlich noch viele andere, hervorragend geeignete Exempel.

5.1. Landvermessung in der Tokugawa Ära

Hier wird nun auf die angewandte Mathematik – die Landvermessung – eingegangen. Dieses Beispiel illustriert unter anderem sehr deutlich den Mangel an Praxisbezogenheit Wasans, denn im Vergleich zum avancierten Curriculum Wasans, ist es eine eher elementare Mathematik, die hier angetroffen wird. Außerdem kann mit Hilfe dieses Beispiels illustriert werden, dass das Wissen des Westens bezüglich der Landvermessung, trotz vorhandener Kenntnis hiervon, nicht richtig verwendet wurde. Falls nichts anderes erwähnt, kam hier Philip C. Browns Artikel *The Mismeasure of Land* (Brown 1987) zur Verwendung.

5.2. Einleitung

Im späten 16. Jh. und Anfang des 17. Jh., beauftragten die Machthaber des Landes lehensweite Landvermessungen – so genannte *sōkenchi* 惣検地 – laut Brown (Brown 1987, Seite 120) gab es hierfür mindestens drei Gründe:

1) Einheitliche Grundsteuererberechnung
2) Festlegung von Dorfgrenzen
3) Kontrolle der Untertanen

Da die Grundsteuer eine der Haupteinnahmequellen des *bafuku* 幕府 (Militärregime) und der *daimyō* 大名 (Fürsten) war, wollte man einen lehensweiten Standard schaffen, um die Grundsteuern einheitlich berechnen zu können. Die Ermittlung des Wertes eines Grundes erfolgte, indem man den mutmaßlichen Reisertrag (dieser war von der Bodenbeschaffenheit, beziehungsweise der Fruchtbarkeit abhängig) jedem *tan* 反 (1 tan = 0,1 Hektar) zuschrieb (Brown 1987, Seite 120). Hiervon wurde anschließend die zu entrichtende Steuer ermittelt. Es ist wichtig an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Steuer dörferweise an den Fiskus entrichtet werden musste und nicht vom Einzelnen. Deswegen war die Festlegung von Dorfgrenzen auch relativ wichtig, um etwaige Streitigkeiten zwischen Dörfern zu vermeiden. Letztlich diente die Landvermessung aber auch dem Shōgun, den *daimyō*, … indem sie die hierzu verwendeten Daten zur Kontrolle ihrer Untertanen verwenden konnten. So war es ihnen beispielsweise möglich, unter Berücksichtigung des Grundwertes zu sehen, wieviel Steuern sie, auf Grund hoher Militärausgaben, … den einzelnen Ländereien auferlegen konnten. Da die Steuer als Prozentsatz des Landareals berechnet wurde, bekam die Landvermessung eine wichtige Rolle – deswegen kann es verwundern, dass:

> *„An examination of late Tokugawa and early Meiji land tax data shows that much land, almost half in fact, was not on the tax registers in the late Tokugawa period." (Brown 1987, Seite 116)*

Hierzu später mehr. Zuvor wird es jedoch von Nöten sein zu sehen, wie eigentlich vermessen wurde.

5.3. Die Vermessung

Ich möchte hier Brown folgen und die fünf Standardschritte, die sich in den damaligen Manualen fanden, von Browns Artikel (Brown 1987, Seite 126) sinngemäß übersetzt, wiedergeben:

1) Das Vermessungsteam schätzte zuerst den Wert eines jeden Feldes.
2) Auf diese Einschätzung beruhend, wurde das Land in verschiedene Kategorien eingeteilt:
– für Reisanbau geeignet
– trockenes Land
– Wohnareal

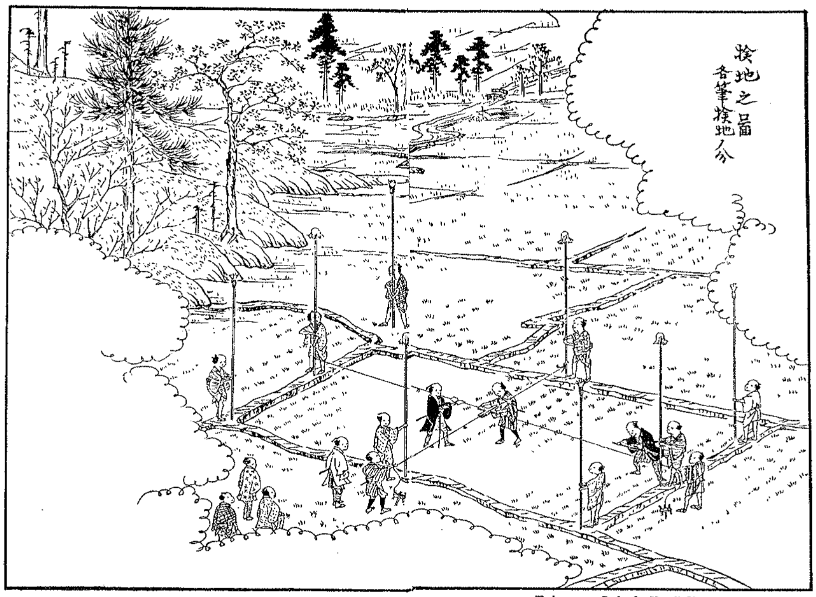
Trockenes und für Reisanbau geeignetes Land wurden wiederum, je nach Bodenbeschaffenheit, in verschiedene Grade unterteilt.

3) Jedem Grad wurde ein geschätzter Wert pro tan zugeteilt.
4) Die Größe eines jeden landwirtschaftlichen und bewohnbaren Grundes wurde gemessen.
5) Diese Flächen wurden mit den geschätzten Werten multipliziert und die Ergebnisse addiert – das Resultat war der offizielle geschätzte Wert des Grundes.

Die dahinter liegende Mathematik war also sehr simpel. Man kann in Browns Artikel (ibid, Seite 126) ein konstruiertes, simples Beispiel finden – das sei aber hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

5.3.1. Implementierung der Vermessung (Zu Punkt 4.)

Das Vermessungsteam maß die Fläche eines Grundstückes, indem es mit zwei Seilen, die an Stangen in der Höhe befestigt wurden, ein Kreuz über die Mitte des Feldes spannten. Mit dem einen Seil konnte man nun die Breite und mit dem andere die Länge des Feldes messen. Um die rechten Winkel des Kreuzes zu gewähren, stand einer der Männer in der Mitte (beim Schnittpunkt der beiden Seile) mit einem hölzernen Kreuz – *jūjiki* 十字木 (hölzernes Kreuz) – welches aus rechten Winkeln bestand, und konnte somit kontrollieren, ob die Seile auch ordentlich ausgerichtet waren (siehe untenstehende Zeichnung).



Tokugawa Bakufu Kenji Yōryaku, pp. 210-11.

Abbildung 27: Landvermessung[78]

5.3.2. Probleme

Dieses Verfahren, so leicht es auch anzuwenden gewesen sein mag, brachte einige Probleme mit sich. Viele davon erschienen vielleicht lokal als Kleinigkeit, dass globale Ergebnis der Landvermessungen war jedoch sehr schlecht. Eines der Hauptprobleme des obigen Meßverfahrens war, dass das Vermessungsteam das reale Stück Land in Form von Rechtecken und rechtwinkligen Dreiecken messen musste – dieses Verfahren nannte man unter anderem *mikomiuchi* 見込打ち. Der Chef des Vermessungsteams war für die Approximation des Feldes verantwortlich. Man platzierte vier Stangen an den Eckpunkten des Feldes um die Aufgabe zu erleichtern - aber wie Brown schreibt:

[78] (Brown 1987, Seite 127)

„Nonetheless, since many fields were irregularly shaped, estimation often took precedence over measurement." (Brown 1987, Seite 129)

Auch das Seil an sich stellte ein ernstes Problem dar, es war aus Hanf gefertigt und somit je nach Witterung nicht gleich lang. Man versuchte dem mit unterschiedlichen Maßnahmen vorzubeugen, ich möchte hier jedoch nur einen Lösungsvorschlag erwähnen, nämlich die mehrmalige Abmessung. Man Maß zu drei verschiedene Tageszeiten und reduzierte diese Ungenauigkeit dadurch drastisch. Ein anderes Problem war, dass die Seile in einer gewissen Höhe angebracht wurden und deswegen nicht immer straff waren. Man versuchte dieses Problem dadurch zu lösen, indem man Helfer beauftragte die Seile mit Stangen in die gewünschte Position zu heben – es bestand jedoch die Gefahr, dass die Helfer im Laufe einer Messung ermüdeten.

Es war möglich, das Messergebnis nachträglich zu justieren. Brown (Brown 1987, Seite 132) führt drei gängige Gründe hierfür an:

1) übertriebene Strenge bei Vermessungen
2) Gefährdung des Produktionspotentiales des Landes
3) Auf- und Abrundung

Der für die Vermessung verantwortliche Magistrat konnte bei einer übertriebenen Strenge der Vermessung das Ergebnis reduzieren, somit geschah es durchaus, dass Länge und Breite des Areals bis zu zwischen 10 und 20 Prozent reduziert wurden. Man verwendete Messungen aus Nachbardörfern zur Kontrolle. Das steuerpflichtige Areal konnte jedoch auch reduziert werden, wenn das Land zum Beispiel auf Grund äußerer Einflüsse nur schlecht bewirtschaftet werden konnte.

Ein anderer Parameter, der zum Teil erheblichen Einfluss auf die zu ermittelnde Größe hatte, war die Rundung. Länge und Breite der Vermessung wurden immer nur abgerundet. Außerdem rundete man nicht besonders fein und es gab teilweise kein Standardverfahren – so wurden bis 1690 (Brown 1987, Seite 134) lineare Messungen, die kleiner als 0,5 *ken* 見 (0,5 *ken* ≈ 1 Meter) waren, ignoriert. Auch bei den Flächen gab es Rundungen die von Zeit zu Zeit variierten und teilweise sehr ungenau waren (Brown 1987, Seite 135):

„All of these rounding practices suggest a lax attitude toward precision in measurement."

5.3.3. Andere Fehlerquellen

Größere Vermessungen wurden beispielsweise von 10.000 Mann innerhalb kürzester Zeit durchgeführt. So wurde ein kleines bis mittelgroßes Dorf in einer Woche vermessen und man schaffte bis zu tausend Dörfer in weniger als einem Jahr (Brown 1987, Seite 124). Bei solch einer großen Anzahl von Beteiligten, kann man davon ausgehen, dass sehr vielen die zur Vermessung nötige Kompetenz und Ausbildung fehlten. Die übertrieben rasche Durchführung, war sicherlich ein maßgeblicher Faktor, was die Ungenauigkeit der Messergebnisse betraf.

Mindestens die Hälfte der Fehler lassen sich auf die unterschiedlichen Messverfahren zurückführen. Um der Vollständigkeit halber ein Beispiel für andere Fehlerquellen zuführen, kann hier bemerkt werden, dass Bauern sich sehr oft dagegen sträubten, Behörden ihr Land vermessen zu lassen, da sie der Meinung waren, diese würden es nur als Vorwand benutzten, die Steuern zu erhöhen. Da der Grundwert in einem sehr hohen Grad in Bezug auf die Fruchtbarkeit des Bodens ermittelt wurde – eine eher subjektive Einschätzung – konnten die Bauern es mit Bestechung versuchen. Eine andere Möglichkeit war es aber, Äcker zu „versteckten". Das war dadurch möglich, weil die Beamten auf die Hilfe der Bauern und Lokalbevölkerung angewiesen waren, diese mussten ihnen die fruchtbaren Äcker zeigen – der widerspenstige Bauer unterließ es ganz einfach, dem Beamten alle Felder zu zeigen.

Nach Mitte des 17. Jh. fanden, abgesehen von wenigen Ausnahmen, keine lehensweiten Kontrollmessungen statt und so wurden die im Großen und Ganzen ungenauen Resultate bis 1870 als Bemessungsgrundlage der Grundsteuer verwendet. Es wurden weiterhin Vermessungen durchgeführt, denn der Fruchtbarkeitsstatus des Landes musste berücksichtigt werden – zum Beispiel war nasser Boden mehr wert wie trockener – aber auch neuer oder kaputter Boden wurden registriert. Diese Vermessungen waren jedoch von wesentlich kleinerer Größenordnung (zum Beispiel auf Dorfniveau) und somit nur kleinere Justierungen im Vergleich zu den anfänglichen *sōkenchi*. Man kann sie als Tropfen auf dem heißen Stein sehen, denn die geerbten Fehler der großen Vermessungen wurden dadurch nicht wesentlich aufgewogen. Punkt 1. und 3. in 5.3.2 konnten, laut Brown (Brown 1987, Seite 136), Vermessungsfehler bis zu 30% verschulden. Die oftmals auf Grund des unregelmäßigen Geländes eher klein ausgefallenen Äcker waren ein natürlicher Feind der groben Rundung und somit ging viel Land auf dem Papier verloren.

5.3.4. Alternative Vermessungsverfahren

Brown beschreibt in seinen Artikel (Brown 1987, Seite 136ff) zwei andere Vermessungsverfahren, die auch hier anhand des Artikels, grob skizziert werden sollen. Die Verfahren sind:

1) *Mawari kenchi* 廻り検地
2) *Ikenchi* 居検地

5.3.4.1. Mawari kenchi 廻り検地

Es gab verschiedene Gründe und Empfehlungen von Autoritäten, wann dieses Verfahren eingesetzt werden sollte. *Mawari kenchi* 廻り検地 eignete sich jedoch am besten dazu, schwieriges Gelände zu vermessen und das – so Brown (Brown 1987, Seite 137) – weil das Verfahren die Größe des Vermessungsteams und auch den Weg, den es beim Messen zurücklegen musste, minimierte. Das Team ging das Areal im Randbereich ab und notierte eine jede Krümmung mit Hilfe eines *kemban* 見盤 (ein Instrument, das mit Hilfe eines Art Kompasses zur Richtungsbestimmung verwendet werden konnte). Die Abstände und die Richtungen zwischen den notierten Wegmarken im Randbereich und bei bestimmten Hauptbezugspunkten innerhalb der Fläche, wurden auch vermerkt und anschließend konnte man aufgrund aller gesammelten Daten eine Miniaturkarte zeichnen. Auf dieser Karte trug man rechtwinklige Dreiecke und Rechtecke ein und war somit imstande, die Fläche zu berechnen[79]. Brown lobt in seinem Artikel (ibid., Seite 137) dieses Verfahren, weil die wirkliche Form der Fläche berücksichtigt – und da es vor allem bei größeren Arealen verwendet wurde, somit auch die Rundungsfehler eher gering waren. Trotzdem zog man das Standardverfahren sehr oft *mawari kenchi* vor. Brown meint, dies könnte daraus resultieren, dass man für diese Methode etwas bessere Geometriekenntnisse haben musste und man (ibid., Seite 138) somit *mawari kenchi* nicht ganz vertraute.

5.3.4.2. Ikenchi 居検地

Hier wurde das Land nicht vermessen, sondern geschätzt. Diese Form der „Vermessung" war – so Brown (Brown 1987, Seite 138) – nicht typisch für diese Zeit. Sie wurde dennoch zum Teil von Bauern und Siedlern bestellt, da sie sich hierdurch einen Vorteil erhofften. Die

[79] Aufgrund der hier mangelvollen Literatur, kann nicht näher auf die berechnungsmäßigen Raffinessen des Verfahrens, sowie den *kemban*, eingegangen werden.

Schätzung war nämlich relativ schwierig, denn es musste auf so vieles Rücksicht genommen werden (um ein Beispiel anzuführen: Bäume die Schatten werfen) und man erwartete sich ein günstigeres Ergebnis im Vergleich zu einer tatsächlichen Vermessung. Es sollte nicht von Nöten sein anzuführen, dass dieses Methode der „Vermessung" eine in aller höchstem Grade, unpräzises Ergebnis zur Folge hatte.

5.3.5. Abrundung, Resümee und Perspektivisierung mit Hinblick auf Kapitel 4

Die hohe Ungenauigkeit der Vermessungen hatte große Konsequenzen auf die ursprünglichen Zielsetzungen im Einleitungskapitel (siehe 5.2). Man hatte zwar eine Form von einheitlicher Grundsteuerberechnung, aber wegen den vielen Problemen und Fehlerquellen kann man leicht verstehen, warum Brown schreibt:

> *„Surveys were intended to estimate the land value of villages, not to yield precise measurement of each field." (Brown 1987, Seite 116)*

Durch diese Haltung, so scheint es, wenn man den erwähnten Artikel liest, entgingen dem Fiskus große Summen Geld (kritische Kommentare von mir hierzu finden sich im Appendix B).

Brown (ibid.) meint, dass es keine ordentliche Anleitungen gab, wie Feldgrenzen zu markieren waren und diese Tatsache, zusammen mit den unpräzisen „Flächenschätzungen" zur Konsequenz hatten, dass man mit dieser Grundlage keine Streitigkeiten um Land hätte schlichten können. Dazu waren die Ergebnisse aus der Landvermessung ganz einfach zu ungenau. Es scheint, als wäre man nicht im Stande gewesen, die drei zu Beginn aufgelisteten und erwünschten Eigenschaften in die Wirklichkeit umzusetzen. Das Wissen wäre wohl vorhanden gewesen, denn man kannte, trotz der Abschottung des Landes, die basalen Vermessungstechniken Europas. Es wurden auch Instrumente wie *kemban* und der Kompass, welche auch in Europa in einer entsprechenden Form zu finden waren, verwendet. Durch Kontakte zu Europa und Asien kannte so mancher auch die Vermessungstechniken des Westens, welche aber nur heimlich weitergeben werden konnten. Brown liefert einen Erklärungsversuch auf die Frage, warum man nicht die Ergebnisse durch kräftigere Mathematik verbesserte – er schreibt:

> *„Advanced mathematics was largely of interest to samurai as a form of art or entertainment, and was not considered essential to their professional lives. Although Japanese mathematicians became adept at trigonometry during the Tokugawa period, they did not apply their new knowledge to practical purposes, further encouraging surveyors to hold their efforts in contempt." (Brown 1987, Seite 151)*

Beamte, die für die Vermessungsarbeiten verantwortlichen waren, wurden hauptsächlich aus diesem Stand rekrutiert. Die im Kapitel 4 beschriebenen Faktoren – der Klassenunterschied und die Abneigung gegenüber der Praxisbezogenheit – können hier unter anderem, als für eine Verbesserung der Messverfahren hemmende Größen, wieder erkannt werden. Aber auch die „Abgeschottetheit" des Landes ist ein anzutreffender Parameter, denn Shōgun TOKUGAWA Iemitsu 徳川家光 (1604–1651), der von 1623–1651 regierte, erließ ein Verbot, westliche Mathematik bei der Vermessung zu verwenden (Bartholomew 1989, Seite 35).

Aus dem Beispiel der Landvermessung sollte ersichtlich werden, dass einige der hemmenden Faktoren Wasans solch kräftige Auswirkungen hatten, dass das Potential, das in Wasan lag, hier keine Verwendung fand und man sich anstatt durch ungenaue und „elementarer" Mathematik, mit sehr unpräzisen Ergebnissen begnügte. Die höhere Mathematik Wasans fand in der Landvermessung kaum Verwendung – und so entging Wasan einer Chance, sich selber zu legitimieren.

5.4. Versuch der Integrierung von Wasan in der Physik

5.4.1. Einleitung

Einer der Gründe warum Wasan „scheiterte" war laut Mark Ravina (Ravina 1993, Seite 205) die Unterlassung von fächerübergreifenden Beziehungen zwischen der japanischen Mathematik und den anderen Naturwissenschaften. Deswegen ist es der Mühe wert zu sehen, wo dies versucht wurde – denn es führt tief hinein in die Kultur und Philosophie Japans. Als Leitfaden für diesen Abschnitt dient, falls nichts anderes erwähnt, Ravinas Artikel *Wasan and the physics that wasn't* (Ravina 1993). Es wird hier zunächst auf SHIZUKI Tadao 志筑忠雄 und anschließend auf einen richtigen Wasen-Mathematikers eingegangen – KOIDE Shūki 小出修喜. Die Arbeit der beiden wird in dieser Diplomarbeit als Beispiel dazu verwendet, zu zeigen wie Wasan daran scheiterte in der Physik Anwendung zu finden. Es soll illustriert werden, dass einige der im Kapitel 4 beschriebenen Faktoren wieder für die Entwicklung Wasans in diesem Bereich hemmend waren.

5.4.2. Shizuki Tadao 志筑忠雄

SHIZUKI Tadao 志筑忠雄 lebte von 1760 bis 1806. Er war ein offizieller Übersetzer in Nagasaki, zog sich jedoch sehr bald, auf Grund von schlechter Gesundheit zurück und übersetzte viele Werke aus dem Holländischen. Ein Zeitgenosse Tadashi Yoshida beschreibt ihn als:

> *„(...) the best interpreter since Dutch interpreters came into existence."* (Ravina 1993, Seite 208)

Er übersetzte Werke, die Landeskunde, Mathematik, Physik, Astronomie beinhalteten und war laut Ravina (ibid., Seite 208) der erste, der Mathematik in *dōsei* 動静 einer Art Dynamik, anwandte. Ein anderer interessanter Punkt ist, dass Shizuki fast seine ganze „Mechaniklehre" von John Keill (1671-1721), einem Newton Anhänger, hatte (Ravina 1993, Seite 209) und somit ist hier, trotz der Abschottungspolitik, viel Wissen von außen durch den Hafen von Nagasaki nach Tokugawa-Japan gedrungen. John Keills Werke (Shizuki hatte eine überarbeitete Version von John Lulof) waren mathematisch gesehen relativ kompliziert und Shizuki (der selber kein professioneller Mathematiker war) suchte Wasan Mathematiker, die ihm vielleicht helfen konnten, den Inhalt leichter zu verstehen. Laut Ravina (Ravina 1993, Seite 209) war er jedoch nicht sonderlich von den japanischen Mathematikern beeindruckt. Shizukis Werk *rekishō shinsho* 暦象新書, welches Ravina (von mir ins Deutsche übersetzt) mit „Eine neue Abhandlung über Kalenderphänomene" übersetzte, ist nicht eine bloße Übersetzung von Keils Werk, sondern beinhaltete unter anderem auch eine japanische Erklärung vieler Begriffe. Es wurde hier versucht, die westliche Physik und Mathematik mit der japanischen Metaphysik zu verschmelzen. So beschreibt Shizuki zu Beginn in einem seiner Werke, zum Beispiel das Konzept – *ki* 気 (chinesisch: *chi*) – welches er zur Erklärung *jikki* 実気 (eine Art „Massebegriff) verwendete (ibid., Seite 210). Es ist interessant das Konzept *ki*, als Stellvertreter für die asiatische Metaphysik ein wenig näher zu betrachten – denn Ravinas Artikel (Ravina 1993) zeigt, wie notwendig dies ist, um zu verstehen auf welcher Grundlage Wasan gedieh und wo Wasan sich offenbar schwer verwenden ließ, weil man, zum Beispiel metaphysische Begriffe nicht auslassen wollte.

***Ki* 気**: Nielsen von der Universität in Aarhus gibt in seinem Buch (Nielsen 2003, Seite 95) zu erkennen, dass dieser Begriff sehr schwer zu beschreiben ist. *Ki* kann als eine Art Urstoff gesehen werden, der in verdichteter Form die Erde und in der ausgeweiteten, den Himmel schaffte. Nielsen bemerkt aber, dass dies nicht genug ist denn *ki* kann unter anderem auch mit Gefühlen oder den Charakter des Menschen in Verbindung gebracht werden (ibid.). Die „Diffusität“ des Konzeptes *ki* kann mit dem folgenden Zitat vielleicht ein wenig besser verstanden werden

> *„Im Westen ist Logik und semantische Klarheit ein Teil der hoch geschätzten Rationalität, wohingegen es im chinesischen Diskurs, Andeutungen und Konnotationen höher geschätzt werden als Präzision und Klarheit. Das führt mit chinesischen Augen gesehen nicht etwa zur Verwirrung sondern zur Durchsichtigkeit, welche reich an Variationen und Bedeutungen ist.“ (Nielsen 2003, Seite 51 (von mir übersetzt)).*

Ravina schreibt:

> *„It is striking how this attempt to ground Newtonian mechanics in classical metaphysics affected Shizuki's use of mathematics.“ (Ravina 1993, Seite 211)*

Shizuki versuchte also die Physik mit Hilfe von japanischer, metaphysischen Konzepten zu erklären. Auf der anderen Seite ist es bemerkenswert, dass Shizuki Wasan in Hinblick auf Mathematik, Konzepte wie *enri* 圓理 und *tenzan jutsu* 點竄術 (siehe auch 3.3) so gut es ging vermied und nun möchte ich näher darauf eingehen.

5.4.2.1. Das Meiden von enri 圓理

Shizuki brauchte Konzepte wie Infinitesimal – er verwendete jedoch nicht die entsprechenden Begriffe, die es durchaus in Wasan im Bereich von *enri* (siehe 3.3.2.2) gab, sondern suchte Zuflucht in mystischen Ausdrücken, wie zum Beispiel *muryōgikyō* 無量義経, welches laut Ravina (Ravina 1993, Seite 211) soviel wie „so klein um kein Maß zu haben“ bedeutet. Dieser Begriff stammt aus dem Buddhismus und illustriert, wie tief die Tradition auch mit der Mathematik verbunden wurde. Die japanischen Pendants zu Bewegung, Gravitation, … versuchte Shizuki mit Hilfe von religiösen Termen zu erklären. Ravina bemerkt (Ravina 1993, Seite 212), man hätte in Wasan sehr wohl einen Term für eine Art Infinitesimal – nämlich *kū* 空. Ravinas Meinung (ibid.) nach ist die Ursache, warum Shizuki das Konzept *muryōgikyō* einführte, damit zu begründen, dass *enri* sich lediglich mit statischen Körper beschäftigte, Shizuki jedoch ein Konzept brauchte, das stark genug sein musste, um Bewegung mit ein zu beziehen. Wasan war hierzu offenbar nicht in der Lage. Auch andere Wasanterme wurden von Shizuki vermieden und zum Teil durch Übersetzungen der entsprechenden westlichen Ausdrücke aus dem Holländischen ersetzt (ibid., Seite 212).

5.4.2.2. Das Meiden von tenzan jutsu 點竄術

Auch *tenzan jutsu* 點竄術 (siehe 3.3.2.2) wurde von Shizuki sehr oft gemieden. Keill verwendete in seinen Werken viele algebraische Ausdrücke, um die Physik und deren Definitionen verständlicher zu gestalten. Ravina meint:

> *„(...) Keill used algebra to define abstract concepts, such as momentum, Shizuki avoided Japanese algebra on precisely these occasions.“ (Ravina 1993, Seite 213)*

Shizuki schrieb Keills Algebra sehr oft in Form von Prosa nieder (anstatt mit *tenzan jutsu*) und unterstützte sie zusätzlich noch mit Diagrammen (ibid.). Ravina wundert sich darüber, warum Shizuki nicht die japanische Algebra verwendete, um Keills Definitionen zu übersetzen (Ravina 1993, Seite 215). Er argumentiert weiter (ibid.), dass *tenzan jutsu* der Wasan Tradition gemäß dazu verwendet wurde, um geometrische Figuren zu erklären, es ist also nicht mit der westlichen Algebra zu vergleichen, die unter anderem auch zur Beschreibung von Naturphänomenen verwendet wurde. Hier kann zu guter letzt auch einen Grund dafür gefunden werden (laut Ravina (ibid.)), warum Shizuki es unterließ, westliche Mathematik mehr zu involvieren (zum Beispiel in Definitionen) und zu kopieren. Shizuki war offenbar der Meinung, im Gegensatz zu Keill, dass Mathematik nicht das rechte Mittel zur Beschreibung von Naturphänomenen war.

5.4.3. Koide Shūki 小出修喜

KOIDE Shūki 小出修喜 (1797-1865) war ein richtiger *Wasanka* (das ist Wasan Mathematiker), jedoch genoss er in seiner mathematischen Ausbildung das außergewöhnliche Privileg, in mehreren Wasan Traditionen aufgenommen zu werden – dies war sehr oft, auf Grund der Geheimhaltungspolitik der Mathematik Schulen, unvorstellbar. So hatte Koide Zugang zum Wissen der Miyagi Schule 宮城流, der Schule von WADA Yasushi 和田寧 (1787-1840), ein Schüler Sekis und Koide, war auch noch Schüler von AIDA Yasuaki 会田安明 (1747-1817) – eines andere berühmten Mathematikers. Koide fand Fehler in der Kalenderberechnung und sein beharrliches Insistieren darauf, resultierte letztendlich in einer Kalenderreform im Jahre 1842. Außerdem, so Ravina (Ravina 1993, Seite 216), versuchte Koide mit Hilfe von Wasan mechanische Probleme zu beschreiben – sah jedoch die Grenzen der traditionellen japanischen Mathematik. Das äußert sich unter anderem in folgendem Zitat von Ravina bezüglich der Berechnung von Flugbahnen für Projektile:

> *„Koide recognized that the mass of the ball and the force of the charge were important factors determining trajectories. But such factors were not within the purview of mathematical knowledge, and he thus dealt with these issues in a vague fashion." (Ravina 1993, Seite 218)*

Um gleich auf den, für diese Diplomarbeit essentiellen Punkt zu kommen: Koide unterließ es, die genaueren physischen Größen, wie zum Beispiel Beschleunigung und Kraft, in seinen Berechnungen zu berücksichtigen. Er war sich wohl solcher Art Kräfte bewusst, da es jedoch in nicht den Bereich von Wasan fiel die Natur näher zu beschreiben, fehlten ihm die Werkzeuge, dies zu tun und er hielt sich deswegen an solchen Stellen sehr wage (ibid.). Für Details kann dem Leser Ravinas Artikel empfohlen werden (ibid., Seite 216ff). Die Ergebnisse seiner Untersuchung müssen wohl in einer Zeit, in der man sich unter anderem aus militärischem Interesse an westlicher Mathematik zu interessieren begann, vielversprechend geklungen haben. Seine Resultate waren jedoch praktisch nicht anwendbar.

5.4.4. Abrundung, Resümee und Perspektivisierung mit Hinblick auf Kapitel 4

Es wurde illustriert, dass es in der Tokugawa Ära Versuche gab, Mathematik innerhalb der Physik zu verwenden. Diese zeigten unter anderem die Unfähigkeit Wasans und der Wasan Mathematiker, sich der nötigen Anforderungen anzupassen. Es konnte anhand des Beispiels von Koide und Shizukis gesehen werden, dass man, wie in Kapitel 4 beschrieben, die Mathematik nicht als rechtes Mittel zur Beschreibung der Natur erachtete. Dies war sicherlich ein Grund, warum Shizuki Wasan, aber auch zum Teil die westliche Mathematik mied und anstelle von algebraischen Ausdrücken, Prosa verwendete. Das philosophisch/religiöse Weltbild, dem Shizuki offensichtlich nicht untreu sein wollte, trug auch dazu bei, dass wage Begriffe wie *ki,* nicht einem konkreteren und stringenteren Gedankengang wichen. Für Koide erwies sich Wasan als ungeeignetes Mittel für seine „Physik" und ganz im Stil von Wasan fanden seine Ergebnisse keine Anwendungsmöglichkeiten, obwohl das Bedürfnis hierfür vorhanden war.

Es wurde somit anhand der Empirie gezeigt, dass die für die Entwicklung Wasans hemmenden Faktoren des Kapitels 4 durchaus ihre Berechtigung haben[80]. Sie trugen dazu bei, dass Wasan sich nicht in andere Richtungen weiterentwickelte und allseitiger wurde. Die westliche

[80] Nicht alle Faktoren wurden hier erwähnt, da diese jedoch so eng miteinander verwoben sind, sollten die hier angefügten genügen.

Mathematik, die mit der westlichen Zivilisation gegen Ende der Tokugawa Ära an die Tür Japans klopfte, war ein überlegender Gegner und löste Wasan ab – hierzu im nächsten Kapitel mehr.

6. Eine Skizzierung des Untergangs von Wasan

Einen Hinweis auf einen unter vielen möglichen Erklärungsversuchen, warum westliche Mathematik in der Meiji Ära 治時代 (1868-1912) den Vorzug fand, zeigte sich schon in der späten Tokugawa Ära. Man wurde sich hier über die militärische Überlegenheit des Westens und deren Mathematik klar.

> *„Japanese demand for the pure mathematics of the West arose only after Perry's coming, that is, only after it was recognized as indispensable to the mastery of Western military technology, because it was integral to the basic sciences upon which that technology depended." (Sugimoto und Swain 1978, Seite 370)*

Langsam aber sicher schlich sich die westliche Mathematik in Japan ein – so wird zum Beispiel vermutet, dass unter anderem der berühmte Mathematiker UCHIDA Gokan 内田五觀 (1805-1882) der ausländischen Mathematik ihre Wichtigkeit zugestand (Nobuo 1976, z.B.: Seite 68 oder 81). Und wie schon in dieser Diplomarbeit an einer früheren Stelle erwähnt, gab es bereits gegen Ende der Tokugawa Ära zwei Institutionen, die sich mit westlicher Mathematik beschäftigten.

Nach dem Fall des Tokugawa Militärregimes ging die reelle Macht wieder zurück an den Kaiser und so begann die Meiji Ära. Man zog hier die westliche Bildung der Japanischen vor, um dadurch nicht länger rückständig zu sein (Chikara 1994, Seite 174ff). Aus dem Bildungskodex des Unterrichtsministeriums lässt sich der Sturm erahnen, der Wasan wohl letztendlich in die Knie zwang:

> *„(...) Even those among the samurai who did pursue learning indulged in poetry, empty reasoning, and idle discussions, and their dissertations, while not lacking in elegance, were seldom applicable to life." (ibid., Seite 177)*

Dem **Zweck** der Erziehung und damit auch der Wissenschaften und Wasan begann nun mehr Wert beigemessen zu werden. Die japanische Mathematik hatte sich als weltfern erwiesen und sich somit selber überflüssig gemacht.

> *„In 1872, the new educational system was founded by the Government. They first chose wasan as mathematics in school education. But, suddenly after a few months, it was utterly changed; they decided to take the European mathematics to be the only formal one in school education. (Today, we cannot clarify the hidden circumstances)." (Honda 1977, Seite 2)*

Nach der Aufnahme der westlichen Mathematik in das Bildungssystem im Jahre 1872 und der Gründung der Tōkyōer Universität im Jahre 1877, verschwand Wasan mehr und mehr. Shigeru meint, dass die Gründung der Japanischen Mathematischen Gesellschaft im selben Jahr, den Übergang zur modernen Mathematik – *sūgaku* 数学 – markierte (Shigeru 2000, Seite 423). 1882 wurde das letzte Wasan Werk veröffentlicht und Mathematikartikel, die Wasan verwendeten, verschwanden auch im gleichen Jahr (Honda 1977).

> *„ (...), Wasan rapidly declined during the Meiji era, when the Government decided to adopt European mathematics at schools, so that it is at present regarded as little more than an object for historical study. " (Nobuo 1976, Seite 81)*

Wie es aus dem Zitat hervorgeht, ist Wasan heute lediglich in historischem Kontext Gegenstand der Wissenschaft und in diesen Jahren dabei, international auf größeres Interesse als Forschungsgebiet zu stoßen.

7. Konklusion und abschließende Bemerkungen

Wasan als solches ist ein hochkomplexes Thema, die Literatur hierzu ist, wie so oft erwähnt, relativ „schlecht" und steckt noch in den Kinderschuhen. Es wurde in dieser Diplomarbeit versucht, einen groben Einblick zu geben, was der Gegenstand Wasan für eine Größe ist. Natürlich kann eine solche Introduktion nur unvollständig sein, denn über 250 Jahre lassen sich nicht in solcher Kürze zusammenfassen. Wäre das Thema lediglich eine Aufzählung der Mathematiker der Tokugawa Ära und ihrer Errungenschaften gewesen, wäre eine Unterteilung der Tokugawa Ära in zwei Teile sicherlich auch angebracht – da sich Wasan in der zweiten Hälfte der Epoche zu einer rein spielerischen Disziplin entwickelte. Dies würde jedoch den Umfang dieser Arbeit sprengen, da hier der Fokus auf die, für die Entwicklung Wasans hemmenden Faktoren liegen sollte. Durch eine Perspektivisierung verschiedener Aspekte, die ich für das Verständnis des Gegenstand der Diplomarbeit als notwendig erachte – der Einflüsse von außen, der benutzten Rechengeräte, der Institutionen, etc. – wurde Wasans Kontext illustriert. Viele der Parameter, die für die hemmenden Faktoren der traditionellen japanischen Mathematik eine große Rolle spielten (wie zum Beispiel der Klassenunterschied), finden sich schon vor der Tokugawa Ära, waren jedoch wegen der Signifikanz für den Gegenstand des Aufsatzes nicht wegzudenken, und hatten den positiven Nebeneffekt, für die Introduktion Wasans und des kontextuellen Verständnisses äußerst hilfreich zu sein.

Es wurden stellvertretend für die Wasan Mathematiker SEKI Kōwa und TAKEBE Takahiro ausführlicher beschrieben. Hier konnte auch gesehen werden, dass es gar nicht so leicht ist, Wasan zu konkretisieren, da es sich um eine sehr intuitive „Wissenschaft" handelte und die Literatur diesbezüglich sehr mangelvoll ist.

Kapitel 4 – das Kernstück der Arbeit – konzentrierte sich auf die, für Wasan hemmenden Faktoren und ist, mit der verwendeten Literatur verglichen, relativ neu, da hier der Fokus, wenn überhaupt, nur auf wenige Faktoren liegt und diese fast nie zentraler Gegenstand sind. Mit Hilfe des Empiriekapitels wurde untersucht und gezeigt, dass es sich mit dem Kapitel 4 nicht nur um Theorie handelte, sondern dass die hier angeführten Faktoren durchaus Konsequenzen für Wasan hatten.

Die zusammenfassende Konklusion dieser Arbeit ist es, dass es vom Kontext bedingt Faktoren gab, die sich für die Entwicklung von Wasan als hinderlich erwiesen und auch in hohem Grad zum Untergang Wasans beitrugen. Ohne diese Faktoren hätte Wasan sich vielleicht in eine andere Richtung entwickelt. Dennoch wird hier die Meinung vertreten, dass eben dieses Existieren jenseits des praktisch Anwendbaren und der daraus zwangsläufig folgende Untergang, Wasans kulturelle Platzierung in der japanischen Tradition unterstreicht. Wasan fiel wie eine Kirschblüte im Zenit seiner Schönheit angelangt ab und „starb". Das Verwelken blieb ihr erspart – sie wird in ihrer schönsten Pracht in Erinnerung des Betrachters erhalten bleiben und behält dadurch auch „posthum" ihre Würde.

Wasan als Gegenstand der Forschung ist eine relativ neue Disziplin und dies kann, wie so oft in der Diplomarbeit erwähnt wurde, anhand der unzureichenden Forschung deutlich gesehen werden. Prof. Morimoto wird wahrscheinlich und hoffentlich in den kommenden Jahren einige Übersetzungen von Primärtexten ins Englische veröffentlichen. Dies wird wohl ein neuer Meilenstein innerhalb der Wasanforschung sein, denn hierdurch wird es auch nicht Japanischkündigen in Zukunft möglich werden, dieses wunderbare Geschöpf, politischer, kultureller und sozialer Umstände, gründlich zu erforschen. Bis jetzt waren in westlicher Sprache übersetzte Wasan Werke eine Rarität – und ich bin davon überzeugt, dass Beiträge hierzu die

Forschung auf diesem Gebiet auf ein höheres Niveau heben werden. In dem Sinn möchte ich meine Diplomarbeit mit dem folgenden Zitat beenden:

> *„On observing some foreigners' recent researches on Chinese or Japanese mathematics, I often feel that the day will come when we Japanese shall learn many things concerning Wasan from these foreigners. Indeed this would be possible, and perhaps probable, because as we cannot see our own back, so to speak, there may be something invisible by our eyes in the history of Wasan." (Murata 1987, Seite 57)*

8. Appendix A

8.1. Gefahr durch westliche Mathematik – a posteriori Rechtfertigung des Verbotes westlicher mathematischer Werke.

Man könnte sehr leicht dazu neigen, die Isolierungspolitik der Tokugawa Regierung als übertriebene Maßnahme mit Hinblick auf mathematische Werke zu bewerten – Mathematik an sich war doch eine friedliche Wissenschaft. Eine interessante Frage ist jedoch, inwieweit die Mathematik für das Tokugawa Shōgunat in Wirklichkeit eine potentielle Gefahr darstellte. Dies soll im Folgenden anhand von zwei Bespielen illustrieret werden.

8.1.1. Abgrenzung

Wieviel die Machthaber spezifisch über den Bann der Werke, mit westlicher Mathematik als zentralen Gegenstand nachgedacht haben, oder ob dies einfach nur mit dem generellen Verbot westlicher Bücher Hand in Hand ging, soll hier nicht diskutiert werden. Mit anderen Worten: Ob man sich der danachstehend angeführten Gefahrenquellen (mit Hinblick auf westliche mathematische Bücher) von Seiten des *bafukus* (Militärregierung) bewusst war oder nicht, soll hier eine Nebensächlichkeit sein. Es wird im Folgenden lediglich beschrieben, dass die westliche Mathematik von den Jesuiten auch als Mittel zum Zweck verwendet wurde und ein Verbot des Importes, speziell auch mathematischer Werke im Nachhinein durchaus nicht unvernünftig erscheint, wenn es Ziel des *bafukus* war, die Ausbreitung des Christentums zu unterminieren.

Nun soll auf zwei mögliche, latente Gefahrenquellen eingegangen werden, die eine generelle Einführung der westlichen Mathematik in Tokugawa Japan mit sich gebracht hätte. Erstere scheint eher theoretischer Natur zu sein – die zweite, vielleicht aus ihr entspringend, wurde nachweislich praktisch umgesetzt.

8.1.2. Erste Gefahrenquelle

Eine der grundlegenden Motivationen der Missionare für das Lehren der Mathematik kann aus dem folgenden Zitat ersehen werde:

> *„In fact, as explains Clavius in his preface to the Elements, the usefulness of geometrical reasoning with respect to theology was great." (Martzloff 1997, Seite30)*

Man erwartete sich sozusagen von der Mathematik, die zu Missionierenden für den christlichen Gedankengang zu sensibilisieren. Würde die Mathematik diese, ihr von den Jesuiten zugeschriebene Eigenschaft erfüllen, würde das durchaus das Verbot des *bafuku* legitimieren.

8.1.3. Zweite Gefahrenquelle

> *„By a very simple argument, if what the Western literati say of the visible world were actually proved to be true, the Chinese should also believe what they say about the invisible world (...)." (Gernet 1980, in Martzloff 1997)*

Matteo Ricci (1552-1610), Jesuit und Missionar in China hatte, wie in einem früheren Abschnitt erwähnt, schon sehr früh westliche, mathematische Werke ins Chinesische übersetzt. Er wollte durch diese und überhaupt durch die westliche Naturwissenschaft versuchen, den Chinesen zu imponieren, um sozusagen die Überlegenheit der Wissenschaft, die mit dem

Christentum folgte, zu demonstrieren. Damit erhoffte er die Gunst der Chinesen für das Christentum zu gewinnen ((Martzloff 1997) und Seminar mit Sir Geoffrey Lloyd[81]).

8.1.4. Literaturkritik und Zusammenfassung

Die anhand der beiden Beispiele genannten Gefahrenquellen der westlichen Mathematik, in Verbindung mit der Missionierungsarbeit der Jesuiten in Japan, scheinen nicht richtig, in der für diese Arbeit verwendeten Literatur, berücksichtigt worden zu sein.

Die von mir genannten Gefahrenquellen sind durchaus nicht neu – sie wurde von Martzloff (Martzloff 1997) in einem chinesischen Kontext bedacht. Neu ist jedoch dies Perspektive mit Hinblick auf Japan zu verwenden und ich hoffe hiermit vielleicht ein neues Licht auf die damalige Situation geworfen zu haben und a posteriori demonstriert zu haben, dass die Entscheidung, die westliche Mathematik so gut es geht zu unterminieren, sicherlich durchaus ihre Berechtigung hatte – denn die westliche Mathematik stellte durch ihren „Promovierungseffekt" eine erhebliche Bedrohung dar (ob die Machthaber sich dieser konkreten Gefahr bewußt waren, ist mir leider unbekannt).

[81] Stanford – 22. September 2006

9. Appendix B

9.1. Offene Fragen und Kritik an Browns Artikel

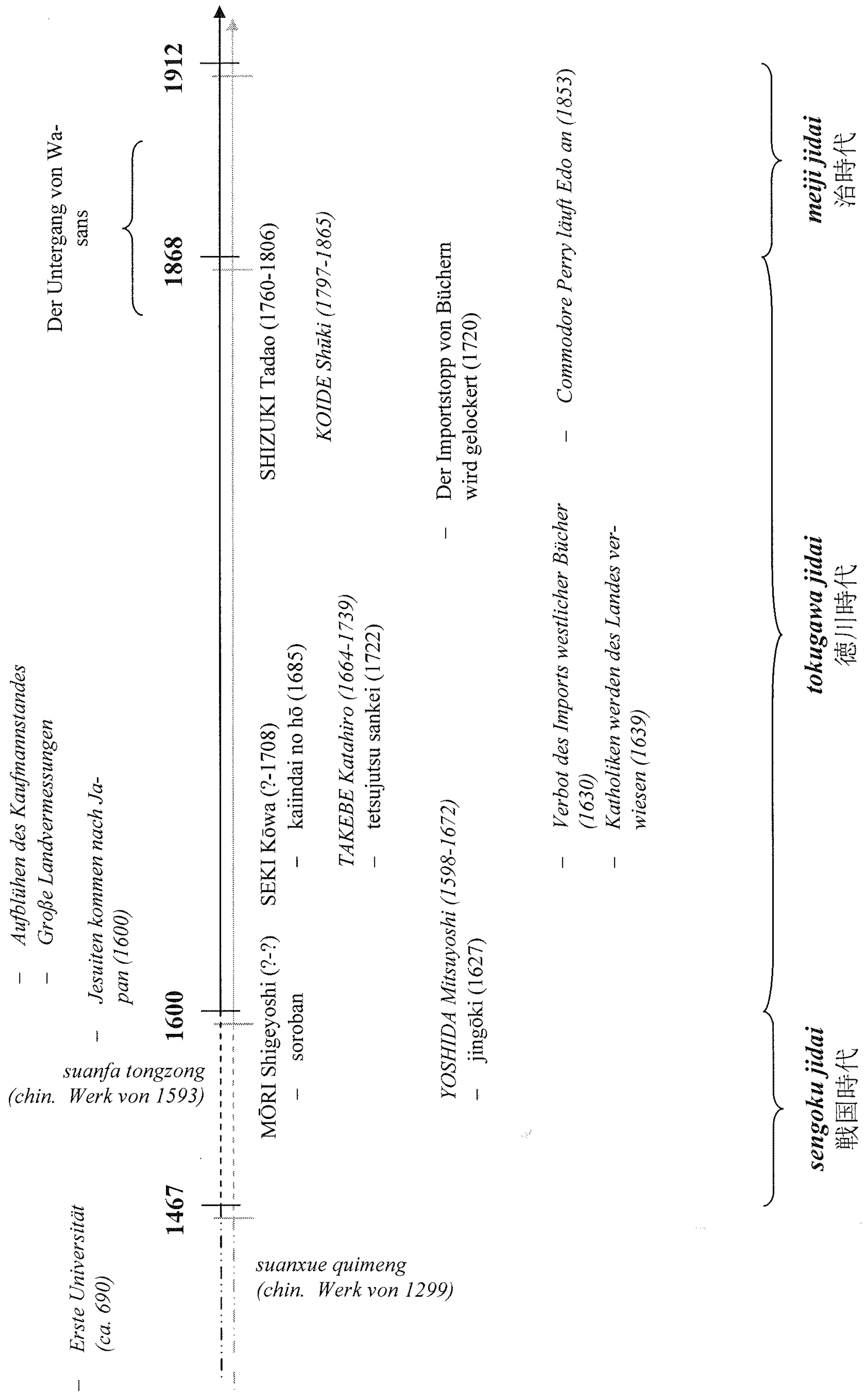
Meine nachstehenden Überlegungen beinhalten hauptsächlich eine Kritik an Browns Artikel (Brown 1987) – denn aus diesem geht es implizit hervor, dass dem Fiskus in der Tokugawa Ära riesige Summen Geld durch die Ungenauigkeiten entgangen wären. Es mag sein, dass Brown sich auch diese Gedanken gemacht hat und sein Standpunkt vollkommen legitim ist – ich fand jedoch hierzu keine Indizien in seinem Artikel.

Nehmen wir im Folgenden an, Geld war die Hauptmotivation für die Vermessungstätigkeiten, so vermisse ich bei Brown:

- Eine objektive Gegenüberstellung der dadurch verursachten Einbußen und der Kosten für den Mehraufwand, den eine genaue Vermessung des Landes mit sich geführt hätte.
- Ein anderer offener Punkt, dessen Erwägung ich bei Brown vermisse, und vielleicht die Basis für den vorigen darstellt, ist die Berücksichtigung möglicher Strategien der Regierung – konkret: In welchem politisch-kontextuellem Licht sollen wir die Vermessungen sehen? Nehmen wir an, der Hauptgrund für die Vermessung des Landes war der Bedarf an Geld. Wenn dem so war und dieser Bedarf ein dringender war – so kann es durchaus vernünftig gewesen sein, die Genauigkeit der angewandten mathematischen Verfahren und der Ingenieurtätigkeiten bewußt einzuschränken und die dadurch eventuell, entstehenden Einnahmenseinbußen in Kauf zunehmen, um dadurch schneller an Geld zu kommen. Könnten die rasche Vermessung und der Kompromiss mit der Genauigkeit, lediglich eine bewusste Konsequenz einer schnellen Geldbeschaffungspolitik sein? Brown schreibt: „*At the broadest political level, the ability of daimyo and shogun to assess their land tax base is often perceived as an indicator of administrative effectiveness.*“ (Brown 1987, Seite 116)
- Liest man Browns Artikel, endet man mit dem Gefühl, dass mit diesem Zitat im Hinterkopf, nur ein Schluss zulässig ist – nämlich: Die administrative Fähigkeit des *bafuku* (Militärregierung) konnte nicht besonders effizient gewesen sein. Meine Kritik richtet sich also an die Grundlage dieses Argumentes. Unmittelbar würde ich meinen, es gehört mehr dazu, um von der Implementation der mathematischen Modelle bzgl. Präzision auf die administrativen Fähigkeiten zu schließen. Es sind die dahinter liegenden Überlegungen – sprich warum man dieses und nicht jenes Verfahren wählte – die einen derartigen Schluss vielleicht ermöglichen würden.

Die Frage nach den politischen Überlegungen (falls es solche gab) welches Verfahren in jener Situation für am meisten geeignet erachtet wurde, wäre eine interessante Aufgabe und würde vielleicht, ein im Vergleich zu Browns Artikel (Brown 1987) – anderes Licht auf die ganze Situation werfen. Dies würde jedoch den Arbeitsaufwand für diese Arbeit sprengen.

10. Appendix C



11. Zeittafel

Muromachi Periode	室町時代	Ca. 1336-1573
Sengoku Periode	戦国時代	1467-1600
Tokugawa Periode	徳川時代	1600-1868
Meiji Periode	治時代	1868-1912

12. Glossar

Edo	江戸
HIDEYOSHI Toyotomi	豊臣秀吉
MŌRI Shigeyoshi	毛利能重
NAKANE Genkei	中根元圭
ODA Nobunaga	織田信長
Ryūha	流派
SEKI Shinsuke Kōwa	關新助孝和
Soroban	算盤
TAKEBE Katahiro	建部賢弘
Tetsujutsu	綴術
Tokugawa jidai	徳川時代
TOKUGAWA Iemitsu	徳川家光
TOKUGAWA Ieyasu	徳川家康
TOKUGAWA Yoshimune	徳川吉宗
YOSHIDA Mitsuyoshi	吉田光由

13. Abbildungsverzeichnis

Die Abbildung des Deckblattes stammt von:
http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Mitsubaaoi2.jpg
(Stand: 24 Jänner 2007)

14. Index

T

U

V

W

Y

Z

15. Literaturverzeichnis

Archimedes (1912). "The Method of Archimedes". *The works of Archimedes*. T. L. Heath. New York, Dover Publications, Inc.

Bartholomew, J. R. (1976). "Why was there no scientific revolution in tokugawa Japan? *Japanese Studies in the History of Science"* **15**.

Bartholomew, J. R. (1989). *The formation of science in Japan.*, Yale University Press.

Brown, P. C. (1987). "The mismeasure of land. Land surveying in the tokugawa period. *Monumenta Nipponica"* **42**(2): 115-155.

Chikara, S. (1994). "The Adoption of Western Mathematics in Meiji Japan, 1853-1903". *The Intersection of History and Mathematics*. S. Chikara, S. Mitsuo and J. W. Dauben. Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser. **15:** 165-186.

Friday, K. F. and H. Seki (1997). *Legacies of the Sword: the Kashima-Shinryu and samurai martial culture*. Honolulu, University of Hawai'i Press.

Fukagawa, H. and D. Pedoe (1989). *Japanese Temple Geometry Problems - San Gaku*. Winnipeg Canada, The Charles Babbage Research Centre.

Haberman, C. (1983). In the land of sony, the abacus is still king; forget high tech: In Japan, the abacus is still king. *New York Times*. New York: 1-2.

Hayashi, T. (1937a). "The "Fukudai" and Determinants in Japanese Mathematics". *Wasan Kenkyu Shuroku - Collected Papers on the old Japanese Mathematics*. T. Hayashi. Tokyo, Tokyo Kaiseikan. **1:** 570-589.

Hayashi, T. (1937b). "A Brief History of the Japanese Mathematics". *Wasan Kenkyu Shuroku - Collected Papers on the old Japanese Mathematics*. Tokyo, Tokyo Kaiseikan. **1:** 940-1059.

Hayashi, T. (1937c). "A List of Dutch Books on Mathematical Sciences, Imported from Holland to Japan Before the Restoration in 1868." *Wasan Kenkyu Shuroku - Collected Papers on the old Japanese Mathematics*. T. Hayashi. Tokyo, Tokyo Kaiseikan. **2:** 616-621.

Hayashi, T. (1937d). "How Have the Japanese Used the Dutch Books Imported from Holland?" *Wasan Kenkyu Shuroku - Collected Papers on the old Japanese Mathematics*. T. Hayashi. Tokyo, Tokyo Kaiseikan. **2:** 626-632.

Honda, K. (1977). "A Survey of Japanese Mathematics during the Last Centenary. *Japanese Studies in the History of Science"* **16**.

Horiuchi, A. (1994a). *Les mathématiques japonaises à l'époque d'Edo.* Paris: Vrin, Mathesis.

Horiuchi, A. (1994b). "The Tetsujutsu Sankei (1722), an 18th Century Treatise on the Methods of Investigation in Mathematics". *The Intersection of History and Mathematics*. S. Chikara, S. Mitsuo and J. W. Dauben. Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser Verlag. **15:** 149-164.

Horiuchi, A. (2006). "Review: Satou Ken-ichi, Kinsei nihon suugakushi, Seki Takakazu no jitsuzou o motomete. *Historia Scientiarum"* **15**(3): 279-283.

Ifrah, G. (1985). *From one to zero*, Viking Penguin Inc.

Kobayashi, T. (2002). "What Kind of Mathematics and Terminology was Transmitted into 18th-Century Japan from China. *Historia Scientiarum"* **12**(1): 1-17.

Martzloff, J.-C. (1990). "A Survey of Japanese Pulications on the History of Japanese Traditional Mathematics (Wasan) from the Last 30 Years. *Historia Mathmatica"* **17**: 366-373.

Martzloff, J.-C. (1997). *A history of Chinese mathematics*. Berlin, Springer-Verlag. S. S. Wilson.

Mason, R. H. P. and J. G. Caiger (2004). *A History of Japan*, Tuttle Publishing, Tokyo.

Mikami, Y. (1914). "On the Japanese Theory of Determinants. *Isis"* **2**(1): 9-36.

Mikami, Y. (1961). *The development of mathematics in China*. New York, N.Y., Chelsea Publishing Company.

Morimoto, M. (2003). A Chinese Root of Japanese Traditional Mathematics - Wasan**:** 1-13. http://science.icu.ac.jp/srr/Rep/GS-0305.pdf.

Morimoto, M. (2006a). *History of Japanese Mathematics Around the Meiji Restoration (1868)*. 14th ICFIDACAA, Hue University, Vietnam. http://www7a.biglobe.ne.jp/~mmorimoto/hue060727.pdf.

Morimoto, M. (2006b). *The Counting Board Algebra and its Applications*. RIMS, Beijing. http://www7a.biglobe.ne.jp/~mmorimoto/komatsu0603.pdf.

Morinaga, M. I. (2005). *Secrecy in the Japanese arts: "secrecy transmission" as a mode of knowledge*. New York, Palgrave Macmillan.

Morris, I. (1999). *Samurai oder Von der Würde des Scheiterns. Tragische Helden in der Geschichte Japans.* Frankfurt, Insel Taschenbuch.

Murata, T. (1987). "Certain Aspects of Japanese Studies on the History of Mathematics. *Historia Scientiarum"* **33**: 43-49.

Murata, T. (1997). "Ein Vergleich zwischen japanischer und europäischer Mathematik im 17. und 18. Jahrhundert. *Acta historica Leopoldina"* **27**: 215-222.

Nakamura, K. and T. Matsumoto (2002). "Characteristics of Farmers in the Upland Farming Regions (Sericulture Regions) in Eastern Japan As Seen in the Regions where Wasan Mathematicians Were Active in the Late Ed Period. *International Journal of the History of Science Society of Japan"* **12**(2): 100-114.

Nielsen, K. B. (2003). *Kinesisk filosofi.*, Aarhus Universitetsforlag.

Nobuo, K. (1976). "The Missed Influence of the French Encyclopedists on Wasan. *Japanese Studies in the History of Science"* **15**: 80-95.

Novalis (1802 (1984)). "Die Lehrlinge zu Sais". *Novalis Werke in einem Band.* H.-D. Dahnke. Weimar, Aufbau-Verlag.

O'Neil, P. G. (1984). "Organization and Authority in the Traditional Arts. *Modern Asian Studies"* **18, No 4**(Edo Culture and Its Modern Legacy): 631-645.

Ravina, M. (1993). "Wasan and the physics that wasn't. Mathematics in the tokugawa period. *Monumenta Nipponica"* **48**(2): 205-224.

Ross, A. C. (1994). *A Vision Betrayed - The Jesuits in Japan and China 1542-1742.* Edinburgh, Edingburgh University Press.

Rothman, T. and H. Fukugawa (1998). Japanese temple geometry. *Scientific American.* **278:** 84-91. http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=506393&site=ehost-live.

Seki, T. (1685). *Method for Solving Hidden Problems*, unveröffentlicht. M. Mistuo. http://www7a.biglobe.ne.jp/~mmorimoto/kaiindaie0312.pdf. (Stand: 24. Jänner 2007). In Arbeit.

Sheldon, C. D. (1983). "Merchants and society in tokugawa japan. *Modern Asian Studies"* **17**(3): 477-488.

Shigeru, J. (2000). "The Dawn of Wasan (Japanese Mathematics)". *Mathematics Across Cultures: The History of Non-Western Mathematics.* H. Selin. London, Kluwer Academic Publisher: 423-454.

Shimodaira, K. (1977). "Recreative problems on "jingouki". *Japanese Studies in the History of Science"* **16**: 95-103.

Shimodaira, K. (1981). "On idai of jingouki. *Historia Scientiarum"* **21**: 87-101.

Smith, D., Eugene and Y. Mikami (1914 (2004)). *A history of Japanese mathematics.* Mineola, N.Y., Dover Publications.

Smith, H., D. II (1997). "Five Myths about early modern Japan". *Asia in western and world Hisory.* A. Embree , T. and C. Gluck. New York, M. E. Sharpe: 514-522.

Sugimoto, M. and D. L. Swain (1978). *Science and culture in traditional Japan : A. D. 600-1854.* Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

Takebe, K. (1683). *The Kenki Sanpou - Problems on the regular triangle - Problems 6-46.* Tokyo. M. Morimoto. http://www7a.biglobe.ne.jp/~mmorimoto/english.html. (Stand: 24. Jänner 2006). In Arbeit.

Takebe, K. (1722). *Mathematical Treatise on the Techniques of Linkage*, unveröffentlicht. M. Morimoto and T. Ogawa. http://www7a.biglobe.ne.jp/~mmorimoto/main050617.pdf. (Stand: 24. Jänner 2006). In Arbeit.

Yoshida, K. (1981). "A Brief Biography of Takakazu Seki (1642?-1708). *The Mathematical Intelligencer"* **3**: 121-122.

RePoSS issues

#1 (2008-7) **Marco N. Pedersen**: "Wasan: Die japanische Mathematik der Tokugawa Ära (1600-1868)" (Masters thesis)

#2 (2004-8) **Simon Olling Rebsdorf**: "The Father, the Son, and the Stars: Bengt Strömgren and the History of Danish Twentieth Century Astronomy" (PhD dissertation)

#3 (2009-9) **Henrik Kragh Sørensen**: "For hele Norges skyld: Et causeri om Abel og Darwin" (Talk)

#4 (2009-11) **Helge Kragh**: "Conservation and controversy: Ludvig Colding and the imperishability of "forces"" (Talk)

#5 (2009-11) **Helge Kragh**: "Subatomic Determinism and Causal Models of Radioactive Decay, 1903–1923" (Book chapter)

#6 (2009-12) **Helge Kragh**: "Nogle idéhistoriske dimensioner i de fysiske videnskaber" (Book chapter)

#7 (2010-4) **Helge Kragh**: "The Road to the Anthropic Principle" (Article)

#8 (2010-5) **Kristian Peder Moesgaard**: "Mean Motions in the *Almagest* out of Eclipses" (Article)

#9 (2010-7) **Helge Kragh**: "The Early Reception of Bohr's Atomic Theory (1913-1915): A Preliminary Investigation" (Article)

#10 (2010-10) **Helge Kragh**: "Before Bohr: Theories of atomic structure 1850-1913" (Article)

#11 (2010-10) **Henrik Kragh Sørensen**: "The Mathematics of Niels Henrik Abel: Continuation and New Approaches in Mathematics During the 1820s" (PhD dissertation)

#12 (2009-2) **Laura Søvsø Thomasen**: "In Midstream: Literary Structures in Nineteenth-Century Scientific Writings" (Masters thesis)

#13 (2011-1) **Kristian Danielsen and Laura Søvsø Thomasen (eds.)**: "Fra laboratoriet til det store lærred" (Preprint)

#14 (2011-2) **Helge Kragh**: "*Quantenspringerei*: Schrödinger vs. Bohr" (Talk)

#15 (2011-7) **Helge Kragh**: "Conventions and the Order of Nature: Some Historical Perspectives" (Talk)

#16 (2011-8) **Kristian Peder Moesgaard**: "Lunar Eclipse Astronomy" (Article)

#17 (2011-12) **Helge Kragh**: "The Periodic Table in a National Context: Denmark, 1880-1923" (Book chapter)

#18 (2012-1) **Henrik Kragh Sørensen**: "Making philosophy of science relevant for science students" (Talk)

RePoSS (Research Publications on Science Studies) is a series of electronic publications originating in research done at the Centre for Science Studies, University of Aarhus.

The publications are available from the Centre homepage (www.css.au.dk/reposs).

ISSN 1903-413X

Centre for Science Studies
University of Aarhus
Ny Munkegade 120, building 1520
DK-8000 Aarhus C
DENMARK
www.css.au.dk

Faculty of Science
Department of Science Studies
AARHUS UNIVERSITET