

A black and white portrait of Vito Volterra, a man with a full beard and mustache, wearing a dark suit and a light-colored shirt. The portrait is set against a dark green background.

Vita Mathematica
15

Angelo Guerraggio
Giovanni Paoloni

Vito Volterra

 Birkhäuser

Vita Mathematica

Band 15

Herausgegeben

von Emil A. Fellmann

Angelo Guerraggio · Giovanni Paoloni

Vito Volterra

Aus dem Italienischen von Manfred Stern

 Birkhäuser

Angelo Guerraggio
Università Bocconi
Centro PRISTEM
Piazza Sraffa 11
20136 Milano
Italien
angelo.guerraggio@unibocconi.it

Giovanni Paoloni
Università degli Studi di Roma
„La Sapienza“
00185 Roma
Italien
giovanni.paoloni@uniroma1.it

Übersetzer

Manfred Stern
Kiefernweg 8
06120 Halle
Deutschland
info@manfred-stern.de

ISBN 978-3-0348-0080-8

e-ISBN 978-3-0348-0081-5

DOI 10.1007/978-3-0348-0081-5

Die italienische Originalausgabe ist 2008 unter dem Titel *Vito Volterra* bei *Franco Muzzio editore* erschienen.

© 2008 Muzzio editore Italia

Die Übersetzung dieses Buches wurde vom *Centro PRISTEM* der *Università Bocconi*, Mailand, unterstützt.

Die Abbildungen 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3 und 4.3. werden mit Genehmigung der Bibliothek der *Accademia Nazionale dei Lincei e Corsiniana*, Rom, wiedergegeben; alle übrigen Abbildungen mit freundlicher Genehmigung der Enkel von Vito Volterra.

© Springer Basel AG 2011

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

Einbandabbildung: Porträtkarte mit handschriftlicher Widmung „Reiche gehen unter, aber die Lehrsätze des Euklid wahren ewig. Vito Volterra“

Einbandentwurf: deblik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem Papier

www.birkhauser-science.com

Vorwort zur deutschen Übersetzung

In diesen Monaten begeht Italien den 150. Jahrestag seiner Einheit. Im Jahr 1860 vollendete sich als Ergebnis des zweiten Unabhängigkeitskrieges und des „Zuges der Tausend“ unter Garibaldi das italienische *Risorgimento*. Der überwiegende Teil der Staaten der Halbinsel wurde dem Königreich Piemont angegliedert, und es entstand das Königreich Italien.¹

In der jungen Geschichte des vereinigten Italiens spielten die Mathematiker und die Mathematik sogleich eine besondere Rolle. Viele Mathematiker nahmen an den Feldzügen und Schlachten teil, die zur Vereinigung des Landes führten; viele von ihnen engagierten sich für das vereinte Vaterland und übernahmen in den politischen und administrativen Strukturen des neuen Staates Positionen mit hoher Verantwortung. Die Mathematik war die Disziplin, die in den drei Jahrzehnten nach der Einheit den spektakulärsten Sprung nach vorne machte. Auch in Italien wurde die Wissenschaft zur Königin. Die Generation des *Risorgimento* bereitete der nachfolgenden Generation den Boden; dieser war es vorbehalten, in der Mathematik am Ende des 19. Jahrhunderts und zu Beginn des 20. Jahrhunderts den dritten Platz in der hypothetischen Weltrangliste der Nationen zu erreichen (unmittelbar nach Deutschland und Frankreich). In diesem goldenen Zeitalter der italienischen Mathematik war Volterra ein unbestrittener Protagonist. Er wurde 1860 geboren, im Jahr der Einheit Italiens, und starb 1940, in dem Jahr, das auch für Italien den Kriegseintritt bedeutete. Wir können anhand von Volterras Leben viele Ereignisse verfolgen, die sich im Land abspielten: die Errichtung des Staates in den ersten Jahrzehnten nach der Einheit, den industriellen Aufschwung, die Jahre des Ersten Weltkriegs und die ebenso tragischen Jahre des Faschismus, der Diktatur und der Rassengesetze. Die Stationen seines Lebens waren die drei Städte, die Hauptstadt des neuen Staates wurden: Florenz, Turin und Rom. Als Kind zog er mit seiner Mutter nach dem Tod des Vaters nach Florenz (das für kurze Zeit Hauptstadt war); nachdem er Professor in Pisa geworden war, lehrte er gegen Ende des 19. Jahrhunderts einige Jahre in Turin und ver-

¹ Vgl. Anhang „Daten aus der italienischen Geschichte“.

brachte dann den größten Teil seiner Laufbahn in Rom. Dort wurde Volterra zu einer Persönlichkeit, die weit über die Grenzen der Mathematik hinaus wirkte. Trotz seiner so bedeutenden wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Rolle wurde er in Italien in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg ziemlich übergangen. Seine Mathematik stand nicht ganz in Einklang mit dem Mainstream der 50er und 60er Jahre. Seine unnachgiebige Opposition gegen den Faschismus, gegen den er vom liberalen Standpunkt aus Stellung bezogen hatte, wies Aspekte auf, die für ein Land peinlich waren, das sich nicht gerne an die Kompromisse, an den Kuhhandel und an die plötzlichen Kehrtwendungen zahlreicher Exponenten der neuen politischen Klasse erinnern wollte. Später hat die Öffnung des *Fondo Volterra* an der *Accademia dei Lincei* in Rom einen umfangreichen Briefwechsel erschlossen, der dazu beigetragen hat, das historische Interesse an einem Wissenschaftler neu zu erwecken, der für die europäische Kultur so wichtig war.

Seine wissenschaftlichen Interessen waren so vielseitig, daß es schwerfällt, ihn beruflich exakt einzuordnen (Mathematiker oder Physiker, Analytiker oder mathematischer Physiker). Von Ulisse Dini übernahm er die Hochachtung vor der Strenge der „neuen“ deutschen Analysis und noch als Student der *Scuola Normale Superiore* in Pisa veröffentlichte er das berühmte Gegenbeispiel einer differenzierbaren Funktion mit einer (beschränkten) nicht integrierbaren Ableitung. Ebenfalls in Pisa „erfand“ er die Funktionalanalysis: Mit seiner Definition der „Linienfunktionen“ (*funzioni di linee* in seiner eigenen Terminologie) war er einer der Gründerväter dieses neuen Gebietes. In den nachfolgenden Jahren leistete Volterra ebenso wichtige Beiträge zur Elastizitätstheorie, zur „hereditären“ Mechanik² und zu den Integralgleichungen. Sein Interesse für die „Anwendungen“ – der Einfachheit halber wollen wir sie so nennen – beschränkte sich nicht auf die Physik, sondern erstreckte sich auch auf die ersten Mathematisierungen der Ökonomie und der Biologie, bis hin zum berühmten Lotka-Volterra-Modell der zwanziger Jahre. Es ist charakteristisch für Volterra und seine Forschung, daß er vonseiten vieler Vertreter der Mathematik des zwanzigsten Jahrhunderts nicht immer in angemessener Weise gewürdigt wurde. Er stand Poincaré (und allgemein der französischen Wissenschaftskultur) sehr nahe, hatte aber mit Fréchet eine Auseinandersetzung zum Thema der Verallgemeinerung mathematischer Ideen. Dieses Thema veranlaßte Volterra zu besonders interessanten Beiträgen über das Verhältnis zwischen dem mathematischen Formalismus und der realen Welt.

Er äußerte seine diesbezüglichen Gedanken überwiegend in Vorträgen anläßlich öffentlicher Feierlichkeiten, aber es waren Vorträge, die sich der leichten Versuchung des Offensichtlichen und einer leeren Allgemeinheit entzogen; vielmehr stellte Volterra echte Überlegungen an, aus denen unter anderem die ersten Hinweise auf den Begriff des mathematischen Modells hervorgingen. Anhand dieser Beiträge rekonstruieren wir auch einige Ereignisse des damaligen wissenschaftlichen Lebens: die internationalen Kongresse, die Ent-

² Mechanik von Materialien mit Nachwirkungseffekt.

wicklung der Wissenschaft in den USA, die mathematischen Zeitschriften, die Gesellschaften für den Fortschritt der Wissenschaften und anderes mehr.

In unserem Buch haben wir der politischen Dimension von Volterras Schaffen viel Raum gewidmet. Nach seiner Arbeit zur Reorganisation des *Politecnico di Torino* und einer Analyse der wichtigsten europäischen Bildungssysteme, die ihn zum Besuch Technischer Hochschulen nach Deutschland, in die Schweiz und nach Frankreich führten, wurde er zum Senator ernannt. Seine politische Tätigkeit beschränkte sich jedoch nicht auf das institutionelle Amt, das er bekleidete.

In Bezug auf Wissenschaft, Kultur und Politik bewegte sich Volterra auf der Linie der Führungsschicht des *Risorgimento*, die den sozialen und ökonomischen Wert der wissenschaftlichen Forschung erkannt hatte. Es war ein Weg, der in den nachfolgenden Jahrzehnten immer schmäler werden sollte. Volterra erkannte den engen Zusammenhang zwischen der Grundlagenforschung, ihren Anwendungen, den technologischen Neuerungen, der industriellen Entwicklung und dem Fortschritt des Landes, und er handelte in diesem Sinne. Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts gründete er die Italienische Gesellschaft für den Fortschritt der Wissenschaften (*Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, SIPS). Nach den Erfahrungen des Ersten Weltkriegs förderte er die Gründung des Nationalen Forschungsrates (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*, CNR) und wurde dessen erster Präsident.

Die Gründung des CNR fand statt, als der Faschismus bereits ein paar Monate an der Macht war. Als „alter“ Liberaler ging Volterra bald auf Kollisionskurs mit dem Regime und trat nach der Wahlperiode von drei Jahren nicht erneut zu den Präsidentschaftswahlen des CNR an. Sein Antifaschismus reifte allmählich und veranlaßte ihn, dem Regime 1931 die Unterzeichnung des Treueids zu verweigern, der nun von sämtlichen Universitätsprofessoren verlangt wurde. Es war ein trauriger Vorfall für Volterra, der von der Universität entlassen und aus allen wissenschaftlichen Akademien Italiens ausgeschlossen wurde. Und es war auch ein trauriger Einschnitt in die Kultur des Landes, daß nur zwölf Professoren – ein Prozent der Universitätslehrer – zu einer derartigen Geste der Würde bereit waren. Diese Haltung spricht unser Gefühl direkt an. Die zwölf Unbeugsamen wußten, daß ihre Geste nur zu ihrer Entlassung führen würde, ohne eine unmittelbare Wirkung zu haben. Gleichwohl entschieden sie sich, nicht gegen das eigene Gewissen zu handeln. Sie waren nicht so weltabgewandt, daß sie annahmen, ihre Handlungsweise würde zu einer Massenrebellion führen; dennoch waren sie der Ansicht, daß es Momente gibt, in denen man nein sagen muß. Sie waren nicht naiv und wußten, was „Realismus“ und politisches Kalkül bedeuteten, ließen sich aber auf keinen Kompromiß ein.

Mailand und Rom, Oktober 2010

Angelo Guerraggio, Giovanni Paoloni

Danksagung des Übersetzers

In Abstimmung mit den Autoren und dem Verlag habe ich im Anschluß an den eigentlichen Text die Anhänge „Daten aus der italienischen Geschichte“ (1849 bis 1945), „Daten aus dem Leben Vito Volterras“ und „Lebensdaten von Mathematikern und Naturwissenschaftlern“ hinzugefügt.

Für Hinweise und Korrekturen bedanke ich mich bei Emil A. Fellmann (Basel), dem Herausgeber der Reihe *Vita Mathematica*. Ein Dankeschön für zahlreiche kritische Bemerkungen und Verbesserungen geht an Mirella Manaresi und Rüdiger Achilles (beide Dipartimento di Matematica, Università di Bologna), Karin Neidhart und Thomas Hempfling (beide Birkhäuser, Basel), Karin und Gerd Richter (beide Fachbereich Mathematik der Universität Halle), Reinhard Siegmund-Schultze (University of Agder, Faculty of Technology and Science, Kristiansand), Gabriele Turi (Dipartimento di studi storici e geografici, Università di Firenze) und zu guter Letzt an Corrado Dal Corno (Mailand).

Halle an der Saale, Oktober 2010

Manfred Stern

Vorwort zur italienischen Ausgabe

Dieses Buch hat seine Wurzeln in langen Diskussionen, die wir als Autoren miteinander sowie mit einigen Kollegen und Freunden über das Verhältnis zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Politik in der Geschichte des vereinten Italien geführt haben. Wir nennen hier insbesondere Pietro Nastasi, Raffaella Simili, Gianni Battimelli, Pietro Greco, Margherita Martelli, Sandra Linguerra und Sandro Caparrini, mit denen wir ein seit jeher reges Interesse für die Gestalt, das Werk und die historische Rolle Vito Volterras teilen. Viele unserer Gedanken sind auf der Grundlage der Begegnungen und Auseinandersetzungen mit den Genannten entstanden, wobei wir natürlich für mögliche Irrtümer selbst verantwortlich sind.

Ebenso danken wir den Nachkommen Vito Volterras, die uns hilfsbereit, geduldig und liebenswürdig ihre Erinnerungen mitteilten, uns geholfen haben, kleine und große Fragen zu klären, und uns gestattet haben, Fotos und Dokumente zu sichten, die im Familienkreis aufbewahrt worden sind: Laura und Virginia Volterra, Vito, Giovanni und Enrico Volterra, Silvia D'Ancona, Cecilia und Lidia Valli. Natürlich tragen auch sie keine Verantwortung für das Ergebnis unserer Arbeit.

Unsere Forschungsarbeit wurde durch die Mitwirkung einiger Einrichtungen ermöglicht, die uns nicht nur Quellen und Materialien zur Verfügung gestellt, sondern uns auf unterschiedliche Weise unterstützt haben: die *Accademia Nazionale dei Lincei*, die als *Accademia dei XL* bekannte *Accademia Nazionale delle Scienze*, das *Archivio Centrale dello Stato*, der *Consiglio Nazionale delle Ricerche* und das *Dibner Institute for the History of Science and Technology*.

Und schließlich möchten wir uns bei Judy Goodstein bedanken, deren Arbeiten eine wertvolle Referenz sind – sowohl für uns als auch für viele andere Wissenschaftler, die sich für die Persönlichkeit und das Werk Vito Volterras interessieren.

Angelo Guerraggio, Giovanni Paoloni

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur deutschen Übersetzung	v
Vorwort zur italienischen Ausgabe	ix
1 Eine Chronik italienischen Lebens	1
1.1 Die Familie	1
1.2 Onkel Alfonso ist besorgt	2
1.3 Die Universität: „Machen Sie mit derselben Zähigkeit weiter!“	6
1.4 Ein etwas eigenartiger Schüler	12
2 Professor in Pisa	17
2.1 Von der Promotion direkt auf den Lehrstuhl	17
2.2 Wissenschaftliche Arbeit in Pisa	20
2.3 Die ersten Reisen ins Ausland	30
3 Die Katzen von Turin	35
3.1 Der Umzug	35
3.2 Turin und Peano	37
3.3 Integralgleichungen	42
3.4 Die Polemik mit Peano	46
3.5 Vor der Jahrhundertwende: die internationalen Kongresse....	53
4 Rom, öffentliche Verpflichtungen, Politik	61
4.1 Heirat und Paris	61
4.2 Die Eröffnungsvorlesung in Rom	69
4.3 Bürden, Ehrungen und Forschung	75
4.4 Die Gesellschaft für den Fortschritt der Wissenschaften	83
4.5 Der Internationale Mathematikerkongreß Rom 1908	91

5	Das ist der Moment, aus einem Luftschiff zu schießen	99
5.1	Das Komitee für Meereskunde, Reisen in die USA	99
5.2	Von der Neutralität zur Intervention	105
5.3	Das <i>Ufficio invenzioni e ricerche</i>	113
6	Vom Krieg zum Frieden: der CNR	127
6.1	Reorganisation der Wissenschaft: Ideen aus den USA	127
6.2	Der Weg zum <i>Consiglio Nazionale delle Ricerche</i>	131
6.3	Die Enzyklopädie	141
7	Das Ende der Freiheit	149
7.1	Opposition gegen die Reformen von Gentile	149
7.2	Von der Polizei überwacht	158
7.3	Der Treueid	167
8	Nach den Katzen die Fische	173
8.1	Die große Ausnahme	173
8.2	Volterra als Biomathematiker	178
8.3	Die Lösung des Problems	181
8.4	Weitere Entwicklungen	184
9	Die Zeit läuft ab	193
9.1	Im Schatten des Petersdoms	193
9.2	Die Rassengesetze	198
9.3	In der Stille von Ariccia	201
	Daten aus der italienischen Geschichte	205
	Daten aus dem Leben Vito Volterras	209
	Lebensdaten von Mathematikern und Naturwissenschaftlern	213
	Literaturverzeichnis	217
	Personenverzeichnis	225

Eine Chronik italienischen Lebens

1.1 Die Familie

Im Frühling des Jahres 1860 erlebt Ancona die letzten Monate der weltlichen Herrschaft der Kirche, von der es sich im folgenden September befreien sollte. In dieser Stadt in der Region Marken wird Vito Volterra am 3. Mai 1860 geboren.

Seine Eltern gehören der jüdischen Gemeinde an, die noch im alten Ghetto wohnt, das im 16. Jahrhundert errichtet worden war.¹ Der Vater Abramo kommt aus einer Familie von Kleinhändlern. Die Mutter Angelica Almagià ist eine Nichte von Saul, einer der prominenten Persönlichkeiten der Gemeinde. Angelica hatte ihren Vater verloren, als sie sieben Jahren alt war, und wurde (zusammen mit ihrem Bruder Alfonso) in engem Kontakt mit den vier Kindern des Onkels Saul aufgezogen: Roberto, Edoardo, Vito und Virginia. Dieses Netz von Beziehungen und insbesondere die engen und liebevollen Bindungen Angelicas zu ihrem Bruder Alfonso und zum Cousin Edoardo sollten einen großen Einfluß auf das Leben des zukünftigen Mathematikers haben.² Angelica und Abramo heiraten nach zwei Jahren Verlobung am 14. März 1859. Entsprechend einer alten Gepflogenheit erhält der erste Sohn den Namen des Großvaters mütterlicherseits.³

¹ Das erste Ghetto Italiens war in Venedig eingerichtet worden, wo das geschlossene Stadtviertel, in dem die Juden gezwungenermaßen lebten, den Namen Ghéto erhielt, der sich später über die ganze Welt ausbreitete. Die jüdischen Gemeinden von Ancona und Rom waren die einzigen, die 1569 geschont wurden, als die Juden durch eine von Papst Pius V. erlassene Bulle aus dem Kirchenstaat vertrieben wurden. Das Ghetto von Ancona war 1848 abgeschafft worden, aber die Juden blieben auf dem Gebiet isoliert, das ihnen seit jeher zugeteilt war: an den Hängen des Monte Guasco (eine der beiden Anhöhen der Stadt Ancona).

² Diese und andere Informationen über die Familie sind dem Buch *The Volterra Chronicles* von Goodstein [33] entnommen.

³ Angelicas Vater Vito Almagià (1797–1843) war Lehrer an einer der hebräischen Schulen des Ghettos.

Das Schicksal des kleinen Vito erfährt eine plötzliche Wende, als der Vater 1862 stirbt und seine Frau und seinen Sohn mittellos zurückläßt. Angelica und Vito ziehen zu Angelicas Bruder Alfonso, der mit der Mutter zusammen lebt und nicht zögert, für den Unterhalt seiner Schwester und seines Neffen zu sorgen. Vito wird also vom Onkel, von der Mutter und von der Großmutter aufgezogen. Im Herbst 1863 wird der Onkel von einer Auftragnehmergesellschaft für Eisenbahnarbeiten angestellt und zieht nach Terni, wohin ihm auch der Rest der Familie folgt. Im Januar 1865 beginnt er eine neue Arbeit bei der Nationalbank und wird in die Hauptniederlassung Turin beordert. Es sind die Monate unmittelbar nach der Konvention vom September 1864.⁴ Wir befinden uns im Stadium der Verlegung der Hauptstadt des neuen italienischen Staates von der piemontesischen Stadt Turin nach Florenz. Im Juli wird auch die Hauptniederlassung der Nationalbank verlegt und Alfonso Almagià packt erneut die Koffer. Nach Turin war er allein gegangen, während der Rest der Familie nach Ancona zurückkehrte. Nach Florenz kommen ihm jedoch die Mutter, die Schwester und der Neffe nach und hier, in der Hauptstadt der Toskana, verbringt Vito dann die Jahre der Ausbildung und des Studiums.

1.2 Onkel Alfonso ist besorgt

Die junge verwitwete Mutter schenkt dem Kind ihre ganze Aufmerksamkeit und Zuneigung. Ihre Abstammung von einer Familie, die eine gewisse Ausbildung genossen hat, macht sie für die vorschulische Ausbildung des Sohnes sehr aufgeschlossen, und Vito reagiert bereitwillig auf die liebevollen Anregungen seiner Mutter.

Im Alter von drei Jahren lernt er schreiben und zeigt bald eine erste Neigung für physikalisch-mathematische Überlegungen. In einer viel später verfaßten autobiographischen Schrift erzählt er, wie seine Phantasie im Alter von neun Jahren durch das populärwissenschaftliche Werk *Histoire d'une bouchée de pain* (Geschichte eines Bissens Brotes) von Jean Macé⁵ angeregt wurde – das Buch war der Chemie und der Physiologie des menschlichen und tierischen Lebens gewidmet – und wie er etwa zur gleichen Zeit von allein entdeckt hat, daß die von einer Saite erzeugten Schwingungen isochron sind wie jene

⁴ Am 15. September 1864 schlossen Italien und Frankreich eine Konvention zur „Römischen Frage“, die den Abzug der französischen Garnison aus Rom innerhalb von zwei Jahren vorsah. Dem Papst wurde zugestanden, eine eigene Truppe aufzustellen, die *de facto* weiterhin vor allem aus Franzosen bestand. Italien verpflichtete sich, von einem militärischen Angriff auf Rom abzusehen und die territoriale Integrität des Kirchenstaates zu respektieren. Eine Geheimklausel legte fest, die italienische Hauptstadt von Turin an einen noch zu bestimmenden Sitz zu verlegen. Aus strategischen Gründen wurde Florenz kurze Zeit später zur Hauptstadt erklärt (vgl. Feldbauer [25], S. 43–44).

⁵ Jean Macé (1815–1894), französischer Lehrer und Journalist.

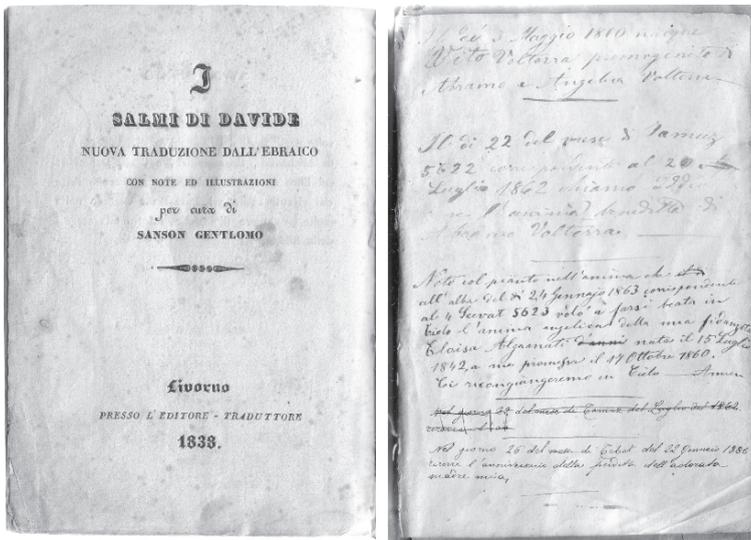


Abb. 1.1. Vermerk der Geburt Vito Volterras (oben rechts) auf dem Vorsatzblatt von „I salmi di Davide“ (Die Psalmen Davids), herausgegeben von Sanson Gentlomo, Livorno, 1838; gleich darunter ist der Tod des Vaters Abramo Volterra vermerkt.

eines Pendels.⁶ Der junge Vito beginnt also, Naturerscheinungen zu beobachten und stellt erste deduktive Überlegungen an. Um es deutlich zu sagen: Wir sprechen hier von einem zehnjährigen Kind, aber dennoch haben diese ersten intellektuellen Erfahrungen – gerade weil es sich um ein Kind von zehn Jahren handelt – im Licht der nachfolgenden Entwicklungen eine bestimmte Bedeutung. 1873 liest Vito das Buch *Von der Erde zum Mond* von Jules Verne und beschließt, sich aus Spaß mit etwas zu beschäftigen, das zu einem klassischen Problem der Raumfahrt des 20. Jahrhunderts werden sollte: Aus Freude an der Sache berechnet er die Bahn der Rakete, die in Vernes Geschichte von der Erde gestartet wird. Die dabei verwendete Technik führt ihn unbewußt

⁶ Vgl. „Matériaux pour une biographie du mathématicien Vito Volterra“, *Archeion*, 1941. Der Herausgeber dieser autobiographischen Erinnerungen ist anonym. Er kann mit J. Pérès oder mit E. Freda identifiziert werden. Der französische Mathematiker Joseph Pérès (1890–1962), dem wir insbesondere in Kapitel 8 begegnen werden, war Volterra und dessen Frau Virginia in einer langen und tiefen Freundschaft verbunden. In Bezug auf Elena Freda (1890–1978), die 1912 ihre Dissertation bei Guido Castelnuovo (1865–1952) geschrieben hat, sei insbesondere an das Buch erinnert, das sie 1937 über hyperbolische Differentialgleichungen veröffentlicht hat (das Buch ist in Französisch geschrieben und mit einem Vorwort Volterras versehen).

zur Anwendung von Ideen, die das Fundament der Infinitesimalrechnung darstellen. Gerade auf diese Erinnerung aus der Jugendzeit kommt Volterra in einigen Passagen einer Vorlesung zurück, die er 1912 in Paris hält, und die der Entwicklung der fundamentalen Ideen der Infinitesimalrechnung gewidmet ist.⁷

Bereits in der Grundschule interessiert sich Vito für ein breites Spektrum von historisch-humanistischen Themen. Im Sommer 1869 kehrt er zusammen mit seiner Mutter nach Ancona zurück, zu einem langen Besuch bei den Almagià-Cousins. Während dieses Aufenthalts löst er nicht nur die Ferienaufgaben (eine alte Tradition an den italienischen Schulen bestand darin, auch in den Ferien Texte zu lesen und auszuarbeiten sowie Berechnungen durchzuführen und arithmetische Probleme zu lösen), sondern liest zusätzlich – immer unter den wachsamen Augen der Mutter – einige populärwissenschaftliche Werke über antike Geschichte und Literaturgeschichte. Die Mutter erteilt ihm Französischunterricht. Dieser Teil der jugendlichen Bildung kommt in den reiferen Jahren wieder zum Vorschein: Vito sammelt Bücher, interessiert sich für Wissenschaftsgeschichte, hält sich durch eine umfassende und aktuelle Lektüre auf dem Laufenden und fühlt sich insbesondere von der französischen Lebensart und Kultur angezogen.

Nach Abschluß der Grundschule besucht der Junge die Unterstufe der *Scuola tecnica* „Dante Alighieri“ in Florenz. Während dieses Ausbildungsabschnitts äußert er Verwandten gegenüber den Wunsch, daß er, wenn er groß sei, Mathematiker werden möchte! Im Alter von elf Jahren liest er allein die *Arithmétique* von J. Bertrand und die *Géométrie* von A. M. Legendre.

Bald nehmen die Absichten des Jungen eine fundiertere Form an. Einige Jahre vorher, im April 1870, hatte sich jedoch das Gefüge des kleinen Familienkerns geändert. Onkel Alfonso hatte geheiratet und bald machte sich die Familie wegen der Geburt der Söhne auf die Suche nach mehr Wohnraum. Vitos Entschlossenheit, die Ausbildung in einer wissenschaftlichen Richtung fortzusetzen, ist einerseits der Grund für eine tiefe Genugtuung, stellt aber für die Mutter und für den Onkel auch eine Quelle der Sorge dar. Die neue Familiensituation würde es nahelegen, daß Vito so bald wie möglich zu arbeiten beginnt, um zum Haushalt beizutragen, sich später unabhängig zu machen und für die Mutter zu sorgen. Ein erster Kompromiß gestattet ihm jedoch, sich für drei Jahre am *Istituto tecnico* „Galileo Galilei“ einzuschreiben.

In der liberalen Periode war diese Art Schule, institutionell gesprochen, die Vorgängerin dessen, was mit der „Reform Gentile“ von 1923 als „Mathematisch-naturwissenschaftliches Gymnasium“ (*Liceo scientifico*) bezeichnet

⁷ Vgl. Goodstein [33] *The Volterra Chronicles*. Bei der von Goodstein zitierten Arbeit Volterras handelt es sich um „L'évolution des idées fondamentales du calcul infinitésimal“, erschienen in Volterra [125] *Leçons sur les fonctions de lignes*.

net wurde.⁸ In den zwei Jahrzehnten nach der Einheit Italiens⁹ entstehen in den größeren italienischen Städten ziemlich viele *Istituti tecnici*, um den Ausbau einer niveaувollen technischen Ausbildung zu fördern. Im Hinblick auf die Modernisierung und auf die industrielle Entwicklung hatte das Land hieran einen großen Bedarf. Von den *Istituti tecnici* hatte man Zugang zu den naturwissenschaftlichen Fakultäten und zu den Ausbildungseinrichtungen für Ingenieure. Das Netz der technischen Ausbildung war dem Ministerium für Landwirtschaft, Industrie und Handel unterstellt, dem auch eine Reihe von Einrichtungen auf Universitätsebene angehörte.

Dies ist der Ausbildungsweg, den der junge Volterra einschlägt, um seinen eigenen Neigungen zu folgen. In der Zwischenzeit beginnt er, das Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung von J. Bertrand zu lesen. Dabei berechnet er die Schwerpunkte und Trägheitsmomente einiger Körper, indem er sie in immer kleinere Teile unterteilt und dadurch intuitiv die Verfahren entdeckt, die den Operationen des Differenzierens und des Integrierens zugrundeliegen. Als sich das Ende des ersten Jahres der oberen Sekundarstufe nähert, wird jedoch der Druck der Familie stärker, daß er das Studium sein lassen solle und eine Arbeit beginnen möge. Wie es häufig geschieht, stärkt das nur noch die Entschlossenheit des Jungen, seinen Weg weiter zu gehen. Im Herbst 1875 gewinnt Vito für sein Anliegen einen wichtigen Verbündeten: seinen Onkel Edoardo, den Cousin seiner Mutter. Edoardo wurde 1841 geboren, hatte in Florenz studiert und sich dann an der Universität Pisa eingeschrieben. Er diplomierte 1861 in angewandter Mathematik und war Bauingenieur geworden, zunächst im Eisenbahnbereich und anschließend im Baubereich. Er ist derjenige, der die Modernisierung und die Erweiterung des Hafens von Ancona durchführen wird. Mit einigen Partnern gründet er 1867 eine eigene Gesellschaft und übernimmt den Auftrag, einige Eisenbahnstrecken im südlichen Italien zu bauen. In den 1870er Jahren besteht seine Haupttätigkeit darin, im Süden der Halbinsel Strecken anzulegen und Gleise zu verlegen.

Edoardo erkennt Vitos Begabung und Entschlossenheit sofort und bietet sich an, finanziell zu den Aufwendungen beizutragen, welche die Familie des Cousins auf sich nehmen müßte, um den Fortgang der Ausbildung des Mathematikanwärters zu ermöglichen. Onkel Alfonso stimmt nicht zu. Er macht sich ernsthaft Sorgen um die Finanzen der Familie und um die Zukunft seines Neffen; im Sommer 1876 versucht er noch einmal, Vito davon abzuraten, sich für das letzten Jahr am *Istituto tecnico* einzuschreiben. Gleichzeitig

⁸ Der Philosoph Giovanni Gentile (1875–1944) hatte diese Reform als Unterrichtsminister (= Minister für Öffentlichen Unterricht) des ersten Kabinetts Mussolini durchgeführt. Einzelheiten hierzu findet der Leser in späteren Kapiteln. In Bezug auf eine umfassende deutschsprachige Analyse des italienischen Schulsystems verweisen wir auf Charnitzky [15].

⁹ Der unabhängige Nationalstaat Italien wurde nach mehreren revolutionären Erhebungen und den Italienischen Unabhängigkeitskriegen als konstitutionelle Monarchie durchgesetzt und 1870 mit der militärischen Einnahme des Kirchenstaates und dessen Hauptstadt Rom durch italienische Truppen vollendet.

versucht er, Edoardo davon zu überzeugen, den jungen Mann im Rahmen seiner unternehmerischen Tätigkeit einzustellen oder für ihn wenigstens eine Anstellung im Konstruktionsbereich zu finden. Mit der Zeit ist sich Alfonso jedoch bewußt, daß eine sitzende Angestelltentätigkeit den Neigungen Vitos sehr zuwiderlaufen würde. Ohne es den Cousins offen zu erklären, hat Edoardo stattdessen den Wunsch, daß sein Neffe Vito die Ausbildung abschließen solle. Er wendet eine Verzögerungstaktik an, stellt Monat für Monat die Anstellung des jungen Mannes zurück und überzeugt schließlich Alfonso davon, Vito die dreijährige Ausbildung am *Istituto tecnico* abschließen zu lassen. Onkel Edoardos Persönlichkeit übt auch einen gewissen Einfluß auf die Richtung aus, die Vito bei seinen mathematischen Studien einschlägt. Es ist auf diesen Zeitabschnitt und auf die Vorschläge Edoardo Almagiàs zurückzuführen, daß Vitos Interesse an den Anwendungen der Mathematik wieder wächst.

Unter anderem hat Vito im letzten Jahr Cesare Arzelà (1847–1912) als Lehrer. Arzelà war *Normalista*¹⁰ und später Professor für Algebra an der Universität Palermo und für Infinitesimalrechnung an der Universität Bologna. Sein Name ist einer der „historischen“ Namen, die für die Entstehung der Funktionalanalysis in Italien stehen; im Satz von Arzelà-Ascoli¹¹ begegnen wir seinem Namen auch heute noch. Arzelàs Forschungsweg sollte sich in einem gewissen Sinn entgegengesetzt zu der Richtung entwickeln, der Volterra gefolgt ist: Nachdem sich Arzelà unter dem Einfluß Enrico Bettis (1823–1892) mit einigen Fragen der Algebra und der mathematischen Physik befaßt hat, vertieft er sich – motiviert durch Untersuchungen von Ulisse Dini (1845–1918) – in mehrere Themen der reellen Analysis, bevor er Volterra auf dem Gebiet der Funktionalanalysis erneut begegnet. Ihre Freundschaft entwickelt sich in den folgenden Jahrzehnten – im Augenblick ist Vito erst im letzten Jahr am *Istituto tecnico* und Arzelà ist sein um ungefähr fünfzehn Jahre älterer Lehrer. Die Freundschaft der beiden läßt sich durch den Brief dokumentieren, den Arzelà am 15. Juli 1905 an Vito schreibt: „Ich kann wohl sagen, daß Du nicht nur der größte Geist, sondern auch die schönste Seele unter unseren Mathematikern bist“.

1.3 Die Universität: „Machen Sie mit derselben Zähigkeit weiter!“

Man ahnt ohne weiteres, daß das Diplom und die ausgezeichneten Zensuren, insbesondere in Mathematik, in der Familie erneut zur Diskussion über Vitos Zukunft führen. Onkel Alfonso ist aber auch weiterhin sehr besorgt und

¹⁰ *Normalista* bedeutet Absolvent der *Scuola Normale Superiore*, die Arzelà in Pisa besucht hatte. Die *Scuola Normale Superiore* von Pisa ist eine Elitehochschule, die 1810 von Napoleon Bonaparte als Zweigniederlassung der *École Normale Supérieure* von Paris gegründet worden war (vgl. auch S. 8).

¹¹ Giulio Ascoli (1843–1896), italienischer Analytiker.

pessimistisch, daß sein Neffe Vito durch die Immatrikulation an der Universität seine Anstellungsaussichten wirklich verbessern wird. In dieser Hinsicht bekommt der junge Mann außer seinem Onkel Edoardo einen weiteren wertvollen Verbündeten: den Physiker Antonio Roiti (1843–1921), der am *Istituto tecnico* Vitos Professor war und ihm nun freundschaftlich zu Seite steht. Roiti wird sich als wertvoller und treuer Berater erweisen, vor allem in den kommenden Jahren, in denen das außergewöhnliche Talent des jungen Mannes inzwischen von der Familie und der akademischen Umgebung anerkannt worden ist, und es darum geht, Vitos Schritte in Richtung einer glänzenden Laufbahn zu lenken. Roiti ist von Vitos außerordentlichem Potential überzeugt und versucht seinerseits, Onkel Alfonso davon zu überzeugen, sich für die finanzielle Unterstützung eines Universitätsstudiums einzusetzen: „Sehr geehrter Herr, es bleibt ein Teil der Geldmittel verfügbar, die vom Provinzamt für Studienplätze an der *École Centrale* in Paris vergeben wurden. Es wäre erforderlich, daß von diesen Mitteln eine Beihilfe für Ihren Neffen Vito entnommen wird. Heute schreibe ich in dieser Angelegenheit an Herrn Komtur Rechtsanwalt Niccolò Nobili, und informiere ihn, daß Sie oder Ihr Neffe zu ihm kommen werden“.¹² Ungeachtet des großen Engagements des jungen Mannes und des entschlossenen Professors stellt sich jedoch heraus, daß der Erhalt einer Beihilfe komplizierter als erwartet ist. „Sehr geehrter Herr“, schreibt Roiti weiter an Alfonso, „ich habe mit Komtur Nobili gesprochen, der es schwierig findet, eine Unterstützung für Ihren Neffen vom Provinzamt zu bekommen, aber dennoch hofft, diese Beihilfe auf irgendeinem anderen Weg zu erhalten. Um seine Schritte zu unterstützen, würde ich Ihnen empfehlen, Vito mit der beiliegenden Karte zu Cavaliere Palagi, dem Sekretär der Provinzdeputation zu schicken“. Roitis Vorschläge enden damit noch nicht: „Ich habe nach Pisa schreiben lassen, ob dort in diesem Jahr Studienplätze verfügbar sind, und Sie könnten Ihrerseits mit Prof. Cesare Finzi¹³ sprechen und ihm meine Grüße übermitteln. Finzi wird wahrscheinlich auf dem Lande sein, aber ich weiß, daß er sehr oft nach Florenz kommt. Fragen Sie ihn, ob sich Vito um eine Lavagna-Stelle¹⁴ bewerben könnte. Und vergessen Sie nicht, ihm zu

¹² Roitis Brief ist vom September 1877. Er ist Bestandteil des Volterra-Briefwechsels, der sich im „Fondo Volterra“ der *Accademia dei Lincei* in Rom befindet. Einige Briefe sind bereits veröffentlicht worden. Wir verweisen insbesondere auf die umfangreiche Auswahl in *Vito Volterra e il suo tempo (1860–1940). Mostra storico-documentaria. Catalogo* (Paoloni [65]). In diesem Katalog ist auch der vorhergehende Brief an Alfonso Almagià veröffentlicht worden. Auch viele der Briefe, die an späterer Stelle zitiert werden, können in diesem Band in ihrer Gesamtheit gelesen werden.

¹³ Cesare Finzi (1836–1908) war ein italienischer Mathematiker, der an der Universität Pisa und an der *Scuola Normale Superiore* lehrte.

¹⁴ Benannt nach dem italienischen Mathematiker Giovanni Maria Lavagna (1812–1870). Ulisse Dini, Eugenio Bertini und Cesare Arzelà waren Schüler von Lavagna. Er vermachte all sein Hab und Gut der Universität Pisa. Dieses Vermögen wurde unter anderem zur Einrichtung der Lavagna-Stellen verwendet. Eine Lavagna-

erzählen, daß sich Vito in den Abschlußprüfungen hervorgetan hat. Um mich inzwischen meinerseits auf die Dinge einzustellen, möchte ich wissen, ob sich Vito dem Lehrerberuf oder dem Ingenieurberuf zuwenden möchte. Im ersten Fall könnte er seine Ausbildung vielleicht in Florenz fortsetzen und somit im Fortbildungsinstitut eine Zulage erhalten. Aber über diese Sache sprechen Sie bitte nicht mit Finzi“. Wenige Tage später wird Roiti von Vito über das Zwischenergebnis der (nicht erfolgreichen) Versuche beim Provinzamt und über Finzis Skepsis bezüglich der Lavagna-Stellen informiert. Ansonsten stehen seine künftigen Absichten noch nicht fest: „Könnte ich in Florenz weiter studieren, würde ich nicht zögern [die Karriere] des Lehrerberufes zu wählen, weil der Aufenthalt in dieser Stadt, in der meine Familie wohnt, sehr vorteilhaft wäre; wenn ich jedoch das Studium an einer Universität fortsetzen müßte, dann würde ich, wenn möglich, eine endgültige Entscheidung bis zum Ende des nächsten Zweijahreskurses hinauszögern“.

Anfang Oktober scheinen die Möglichkeiten, über das Diplom hinauszugehen, das man nach den drei Jahren am *Istituto tecnico* erhält, ebenso erschöpft zu sein wie Alfonsos Geduld. Dieser schreibt an seinen Cousin Edoardo, daß die Schwierigkeiten, eine Beihilfe oder ein Stipendium zu erhalten, endgültig die Hypothese schwinden lassen, daß Vito ein Studium fortsetze; jedoch liege in allem Schlechten auch etwas Gutes, denn es sei wahrlich keine sehr attraktive Perspektive, wenn sich Vito nach fünf oder sechs Jahren anstrengenden Studiums in einer Situation ständiger Not befinden würde, arbeitslos und gezwungen, wer weiß, welche Arbeit anzunehmen, und wer weiß, wo. Edoardos Antwort fordert den Zorn seines Cousins Alfonso heraus. Edoardo ist auch weiterhin davon überzeugt, daß es besser sei, dem jungen Mann die Freiheit zu lassen, das Studium fortzusetzen, und er erneuert sein Hilfsangebot. Entscheidend ist jedoch Roiti: In dem Augenblick, als Alfonso seinen Neffen Vito bei der *Banca Nazionale* anstellen will, bietet Roiti ihm eine Arbeit als Assistent in seinem Labor am *Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento* an, wo er Lehrbeauftragter für Physik ist. Vito schreibt sich also im ersten Jahr an diesem *Istituto* in Florenz ein. Gleichzeitig arbeitet er im Labor und beginnt, mit Roiti zusammenzuarbeiten; aus der Zusammenarbeit wird später eine Freundschaft. Vor allem reift in Volterra der Entschluß, das Studium in Pisa fortzusetzen. Das Hin und Her mit der Familie hatte am Ende der *Scuola tecnica inferiore*¹⁵ angefangen!

Ein Jahr später, im Herbst 1878, schreibt er sich an der Fakultät für Naturwissenschaften der Universität Pisa ein, die im Königreich zu den besten Institutionen zur Ausbildung von Mathematikern gehört. In Pisa befindet sich auch die *Scuola Normale* und Vito hofft, später dort studieren zu können. Die

Stelle war ein Stipendium für die Dauer eines Jahres. Das Stipendium diente zur Erlangung zusätzlicher Fähigkeiten in der Lehre und führte in vielen Fällen zu einer Assistentenstelle.

¹⁵ Die *Scuola tecnica inferiore* beinhaltete den mit dem elften Lebensjahr beginnenden dreijährigen Unterricht für Schüler, die sich bereits nach der vierjährigen Grundschule für eine technische Berufsschule entschieden hatten.

Scuola Normale war 1810 zum Zweck der Ausbildung von künftigen Lehrern des Napoleonischen Königreichs Italien gegründet worden. Nach Napoleons Fall wurde sie jedoch geschlossen. Sie wurde 1847 für die Ausbildung von Lehrern – nunmehr von Lehrern des Großherzogtums Toskana – wiedereröffnet. In den ersten Jahrzehnten nach der Einheit Italiens entwickelt sich die *Scuola Normale* zusätzlich zu ihrer alten Berufung – und im Unterschied zur Universität – auch zu einem Forschungszentrum und zu einer Ausbildungseinrichtung zukünftiger Forscher.

Während der junge Volterra nach Pisa zieht, gelingt es seinen beiden Florentiner Lehrern Roiti und Arzelà, die Universitätslaufbahn einzuschlagen. Beide erhalten als Gewinner des Auswahlverfahrens (des sogenannten *concorso*) einen Ruf an die Universität Palermo, Roiti auf den Lehrstuhl für Physik und Arzelà auf denjenigen für Algebra und analytische Geometrie.

In Pisa macht Volterra die Erfahrung, ohne die Nähe der Familie auszukommen, und er erobert sich ein klein wenig Unabhängigkeit; jedoch wird er von den Briefen seines Onkels Alfonso und seiner allgegenwärtigen Mutter begleitet (mitunter auch „verfolgt“). Er kann sich stets auf den moralischen Beistand Roitis verlassen, der seinen Schutzbefohlenen nicht einmal dann vergiftet, wenn es darum geht, diesen zu tadeln, weil er versucht hatte, direkt in das zweite Universitätsjahr zu gelangen, indem er das letzte Studienjahr, das er in Florenz absolviert hatte, in die Waagschale warf. „Ich hatte Ihnen empfohlen“, schreibt ihm Roiti im Dezember 1878, „den Rektor dieser Universität nicht zu bitten, Sie im zweiten Jahr zu immatrikulieren [...] stattdessen haben Sie sich einer Ablehnung ausgesetzt und nun gibt es keine Abhilfe mehr. Aber alles Schlechte hat auch sein Gutes, und Sie sagen ja bereits, daß Sie imstande sein werden, besser Griechisch und Latein zu lernen und leichter die Zulassung zur *Scuola Normale* zu bekommen“.

Die Prüfung in den klassischen Sprachen macht Vito wirklich Sorgen. „Haben Sie Mut mit Ihrem Latein“, schreibt ihm Roiti im Februar 1879, „und versuchen Sie, sich schnell davon zu befreien; und lassen Sie es mich gleich wissen, sobald Sie die Prüfung abgelegt haben“. Danach wendet er sich an Alfonso, dankt ihm für seine Hilfe und fügt hinzu: „Prof. Felici¹⁶ hat mir zwei schmeichelhafte und sehr zutreffende Worte über Vito geschrieben. Ich bin überzeugt, daß er, sobald die äußerst lästige Prüfung in klassischen Sprachen abgelegt ist, ohne weitere Hindernisse voranschreiten und eine glänzende Karriere haben wird“. Im Mai legt Vito die Prüfung mit positivem Ergebnis ab. „Noch mehr hat mir Ihr zweiter Brief gefallen“, gratuliert Roiti, „weil ich sehe, wie triumphal Sie die unangenehmste Prüfung bestanden haben, der Sie sich jemals im Laufe Ihres Studiums unterziehen müssen. Bravo Volterra! Machen Sie immer mit derselben Zähigkeit weiter, und die Zukunft wird Ihnen gehören“.

Im Herbst kann sich der junge Volterra somit für die Zulassungsprüfung bei der *Scuola Normale* bewerben. Er besteht die Prüfung glänzend mit der

¹⁶ Riccardo Felici (1819–1902), italienischer Physiker.

maximalen Punktzahl in den verschiedenen Prüfungsfächern. Schließlich kann er sich im zweiten Studienjahr einschreiben und als *Normalista* damit rechnen, in den folgenden drei Jahren ein Stipendium sowie kostenlose Unterkunft und Verpflegung zu erhalten. Vor allem aber kann er auch damit rechnen, Zugang zu einer der besten italienischen Forschungsbibliotheken zu bekommen sowie täglichen und kontinuierlichen Kontakt zu den besten Lehrern der Universität Pisa zu haben. Während dieser Zeit schließt er lebenslange Freundschaften, wie etwa mit Carlo Somigliana (1860–1955), der ebenfalls 1879 an der *Scuola Normale* begonnen hat. Somigliana wird ein hochangesehener mathematischer Physiker. In seiner akademischen Laufbahn lehrt er an den Universitäten Pavia und Turin. Vito versäumt es aber auch nicht, sich mit Gleichaltrigen anzufreunden, die humanistische Fächer studieren, zum Beispiel mit Guido Mazzoni¹⁷, Carlo Picciola und Francesco Novati¹⁸. Im Allgemeinen bevorzugt er jedoch die Gesellschaft von Studenten der Naturwissenschaften, die ihm bedächtiger und ernsthafter erscheinen. Die Studenten der Geisteswissenschaften ermüden ihn ein bißchen mit ihrem Gerede.

Das Leben des Studenten Volterra wird durch den Vorlesungsrhythmus bestimmt – die Analysisvorlesungen von Dini sind für morgens um 7.30 Uhr vorgesehen! – und durch einen Studienplan, der kaum Freiheiten läßt. Mitunter beklagt sich der junge Volterra brieflich bei seiner Mutter, daß er etwas unter den Tutorenaufgaben leide, die ihm bei der Ausbildung der jüngeren Studenten allmählich übertragen werden. Die Stadt bietet in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts nicht viel. Pisa ist eine kleine Provinzstadt, bei der es mit wachsender Studentenzahl auch zu leicht problematischen Verhältnissen kommt. Eine Schilderung des studentischen Lebens in Pisa in jenen Jahren findet man im Tagebuch Rodolfo Bettazzis (1861–1941), eines Mitstudenten von Volterra. Bettazzi, der später einer der Gründer der Vereinigung *Mathesis*¹⁹ und deren erster Präsident wird, hat eine andere Lebensgeschichte zu erzählen: Er stammt aus einer tiefreligiösen katholischen Familie, ist ebenfalls aus Florenz nach Pisa gekommen, wächst vaterlos auf und die Familie lebt gewiß nicht in wohlhabenden wirtschaftlichen Verhältnissen. In seinem Tagebuch erinnert er sich unter anderem: „In den vier Jahren an der Universität habe ich nur eine Vorlesung versäumt, und das war anlässlich eines Besuches meines Großvaters in Pisa; und in allen Prüfungen, seien es die jährlichen Prüfungen oder die Abschlußprüfung, habe ich immer die absolut besten Noten mit einem Lob bekommen. In diesen vier Jahren bin ich abends nie weggegangen, außer an manchen seltenen Sonntagen, um einen alten Arzt zu besuchen, der ein Bekannter der Familie war [...], und an einem Abend habe ich mir im Theater den Phonographen angehört, der damals eine Neuheit war“.

¹⁷ Guido Mazzoni (1859–1943), Dichter und Professor für Italienisch.

¹⁸ Francesco Novati (1859–1915), Historiker und Philologe.

¹⁹ *Mathesis* wird 1895 als Landesvereinigung der Mathematiklehrer gegründet (vgl. auch S. 42).



Abb. 1.2. Vito Volterra (links) und Carlo Somigliana gegen Ende ihres Universitätsstudiums.

An der Universität besucht der junge Volterra das Physiklabor von Riccardo Felici, der 1846 in Pisa promoviert hatte und dort seit 1862 lehrte. „Ich hoffe, daß Prof. Felici jetzt“, schreibt Roiti im Dezember 1878 an Volterra, „Ihren Wunsch nach einem Besuch des Physikkabinetts erfüllt hat. Aber auf jeden Fall bin ich sicher, daß Sie mir die Güte erweisen werden, ihm den beiliegenden Brief zu übergeben“. Dank Roitis Vermittlung wird Volterras Beziehung zu Felici bald vertraulich. Zwei Monate später schreibt Roiti an Volterra: „Grüßen Sie Prof. Felice von mir und sagen Sie ihm, daß ich bezüglich des Auswahlverfahrens von Florenz vollkommen im Dunklen stehe, weil ich noch keine Mitteilung im Amtsblatt gesehen habe“. Zu Anfang ist Ulisse Dini derjenige Professor, der Volterra am meisten anzieht. Volterra findet Dinis Vorlesungen mitunter konfus und sogar nebulös, aber immer anregend. Dini ist mit Leib und Seele bei der Sache, und im Hörsaal beschränkt er sich nicht darauf, Begriffe zu wiederholen, die inzwischen bereits zur „Folklore“ gehören.

Er erläutert den Studenten sogar den Inhalt seiner Forschungsarbeiten. Hat man sich gehörig angestrengt, dann erweisen sich die erläuterten Begriffe als äußerst klar und prägnant formuliert. Mit dem Übergang zum dritten und zum vierten Studienjahr verlagern sich Volterras Interessen jedoch überwiegend auf das Gebiet der mathematischen Physik. Professor Enrico Betti wird nun Volterras hauptsächliche Bezugsperson. Bei ihm schreibt Volterra seine Dissertation über Hydrodynamik und wird am 30. Juni 1882 promoviert.

1.4 Ein etwas eigenartiger Schüler

Vito Volterra ist nun 22 Jahre alt. Das ist sicher ein jugendliches Alter. Aber er ist nicht mehr ganz jung in einem Universitätssystem und Studiengang, in dem es noch in den ersten Jahrzehnten des neuen Jahrhunderts Jungakademiker gibt, die noch nicht einmal die Hürde von zwanzig Jahren genommen haben. Er hat ein Jahr „verloren“, als er vom *Istituto tecnico* aus Florenz nach Pisa kam. Die Spuren seines frühreifen Talents sind jedoch an anderer Stelle erkennbar.

Im Jahr 1881 – Volterra ist immer noch „Zögling“ der *Normale* – reicht er im *Giornale di Matematiche* seine Arbeit *Sui principii del calcolo integrale* (Volterra [104])²⁰ ein, die im darauffolgenden Jahr veröffentlicht wird und zu einer gediegenen Referenz bei der Entwicklung der Integrationstheorie werden sollte. Volterra ist auch der einzige Student, den Betti explizit erwähnt, als er im Sommer 1881 in seiner Eigenschaft als Direktor der *Normale* (die er bis zu seinem Tod im Jahr 1892 leitet) den Jahresbericht an das Ministerium für Öffentlichen Unterricht schreibt:

„Herr Vito Volterra [...] gibt mit zwei Artikeln eine einzigartige Probe seiner Begabung zur Forschungsarbeit. Einer dieser Artikel, in dem es um mathematische Physik geht, wurde für würdig befunden, in der Zeitschrift *Nuovo Cimento* veröffentlicht zu werden.²¹ Die andere Arbeit, bei der es sich um höhere Analysis handelt, wurde im *Giornale di Matematica* von Prof. Battaglini²² veröffentlicht.“

Tatsächlich hat Volterra in diesen Jahren als Student der *Normale* sogar zwei Arbeiten im *Giornale di Matematica* veröffentlicht: *Alcune osservazioni sulle funzioni punteggiate discontinue* (eingereicht im Februar 1880) und *Sui principii del calcolo integrale* (eingereicht am 21. April 1881).²³

²⁰ Volterras Veröffentlichungen wurden von der *Accademia dei Lincei* in den Jahren 1954–1962 in fünf Bänden herausgegeben (Volterra [148]).

²¹ Volterra [101].

²² Giuseppe Battaglini (1826–1894), der über Fragen der klassischen Geometrie und der höheren Geometrie arbeitete, war 1863 einer der Gründer des *Giornale di Matematiche*.

²³ Volterra [102] und Volterra [104].

Um die Wichtigkeit dieser Arbeiten zu würdigen, müssen wir kurz auf die Geschichte der Integrationstheorie eingehen. Die von Bernhard Riemann²⁴ gegebene Definition des bestimmten Integrals einer auf einem Intervall $[a, b]$ beschränkten Funktion stammt aus dem Jahr 1854. Das ist der Integralbegriff, der auch heute noch in den Grundkursen zur Differential- und Integralrechnung gelehrt wird. Der Riemannsche Integralbegriff wird in den Jahren 1870–1880 zum Allgemeingut, was auch der Fassung des französischen Mathematikers J. G. Darboux²⁵ zu verdanken ist. Dieser Integralbegriff legt definitiv die Trennung der Klasse der stetigen Funktionen von der Klasse der integrierbaren Funktionen fest. Auf diese Weise entstehen zwei verschiedene Klassen von Funktionen, von denen eine in der anderen enthalten ist: Jede stetige Funktion ist integrierbar, aber die Integrierbarkeit ist nicht mehr nur auf stetige Funktionen beschränkt. Die Operation der Integration läßt sich auch auf gewisse unstetige Funktionen ausdehnen. Aber „wie unstetig“ dürfen diese Funktionen sein? Allmählich bahnt sich die Idee den Weg, daß die Integrierbarkeit einer Funktion, das heißt, die Möglichkeit der Berechnung von $\int_a^b(x)dx$, von der Menge der Unstetigkeitspunkte der Funktion abhängt, und diese Menge muß auf alle Fälle „klein“ sein. *Wieviele* Unstetigkeitspunkte kann sich eine Funktion „leisten“, um integrierbar zu sein? *Wie* müssen diese Punkte im Intervall $[a, b]$ verteilt sein? *Wie* muß ihr *Maß* beschaffen sein? Bei diesen drei Fragen (bzw. ihrer Beantwortung) geht es tatsächlich darum, das Adjektiv *klein* – für die Unstetigkeitspunkte der zu integrierenden Funktion – auf dreierlei verschiedene Weise auszudrücken: durch das Zählen der Elemente dieser Punktmenge (erste Frage), durch eine Beschreibung der Anordnung der Punkte (topologische Version) in Beantwortung der zweiten Frage und schließlich durch die Zuordnung eines Maßes zu dieser Punktmenge (dritte Frage). Um 1880 ist nicht klar, daß es sich um drei verschiedene Formalisierungen handelt; diese werden manchmal miteinander verwechselt. An vorderster Stelle der Überlegungen scheint ein Satz des deutschen Mathematikers Hermann Hankel (1839–1873) zu stehen, der die Diskussion mit der Behauptung abschließt, daß eine Funktion dann und nur dann integrierbar ist, wenn sie *punktweise unstetig* ist, das heißt, wenn die Menge ihrer Stetigkeitspunkte dicht ist (die Funktion kann also unendlich viele Unstetigkeitspunkte im Intervall $[a, b]$ haben, aber diese müssen so verteilt sein, daß sich in jeder „Portion“ von $[a, b]$ Punkte befinden, in denen die Funktion stetig ist). Der Begriff *punktweise unstetig* wurde gerade zu dem Zweck eingeführt, diese Funktionen von den total unstetigen Funktionen zu unterscheiden, bei denen die Stetigkeitspunkte keine dichten Mengen bilden.

An dieser Stelle tritt Ulisse Dini in Erscheinung, Volterras Professor an der *Scuola Normale*, ein geachteter Erforscher der reellen und der komplexen Analysis, der trigonometrischen Reihen und der Differentialgleichungen. Di-

²⁴ Bernhard Riemann (1822–1866). Für eine umfassende Darstellung von Riemanns Leben und Werk sei auf Laugwitz [55] verwiesen.

²⁵ Jean Gaston Darboux (1842–1917).