

Theoria et Praxis Architecturae Militaris

Ein Missverständnis der Festungsbaukunst

Stefan Bürger

Die *Architectura Militaris* war das höchste Vermögen der Festungsbaumeister und Kriegssingenieure. Die Festungsbaukunst umfasste die Projektierung und Errichtung fortifikatorischer Anlagen sowohl beständiger Festungen der *Defensiva* als auch temporäre Feldfestungen und militärisches Kriegsgerät der *Offensiva*.

Doch wie war es möglich, Kunstfertigkeit in der Fortifikation zu erlangen? In den Festungsbauabhandlungen wird unablässig auf die Bedeutung von Theorie und Praxis hingewiesen. Laut den Autoren ließe sich in der Festungsbaukunst nur etwas erreichen, wenn der Ingenieur zunächst theoretische Grundlagen erwirbt und sich dann um eine umfassende praktische Anwendung bemüht.

Man könnte meinen, dass in dieser wiederkehrenden Forderung Einigkeit bestünde, doch die Auffassungen zur Theorie und Praxis der Festungsbaukunst gehen weit auseinander. Schon Specklin forderte von den Festungsbaumeistern ein umfangreiches theoretisches Vorwissen in der Mathematica, Agricultura, Physica, Chorographia, Geographia, Topographia, Arithmetica, Mechanica, Ars Militaris und der Büchsenmeisterei.¹ Doch damit führte er nur einen Teil des Gesamtspektrums vor.

Eine Annäherung an die fortifikatorische Theorie und Praxis erfolgte am ehesten durch die Beschreibung der Aufgaben und Ausbildung eines Festungsbaumeisters: Ein Ingenieur sollte über genügend Wissenschaft und Erfahrung verfügen.² Diese Forderung nach Wissenschaft und Erfahrung durchzieht wie ein roter Faden die Fortifikationsliteratur, doch konnten sich – wie zu zeigen sein wird – hinter der theoretischen Wissensaneignung und der praktischen Ausbildung und Anwendung sehr unterschiedliche Aspekte mit ebenso unterschiedlichen Konsequenzen für die Festungsbaukunst verbergen.

Theorie und Praxis in der Bedeutung von Mathematik und Krieg

Ein Teil der Festungsbauliteratur unterscheidet die *Theoria* der mathematischen Wissenschaft von der Praxis der Kriegsführung. Plausibel mutet jene Auffassung Nottnagels³ an, die Mathematischen Künste seien als Fundament jeglicher fortifikatorischer Tätig-

1 SPECKLIN 1608, S. 1.

2 Z.B. FAULHABER 1610, S. 4.

3 Zur Grundlage der Fortifikation: »Und wenn die Frage erörtert werden solte/ ob einer diese Bawkunst besser im krieg oder von einem Mathematico erlernen und einnehmen könte/ würde schwerlich mit grund und bestand der warheit dargethan werden können/ daß sie im krieg besser zu begreifen/ in betrachtung das die Fundamenta daselbst/ so doch nothwendig darzu erfordert werden/ alle ermangeln.« NOTTNAGEL 1659, aus der Vorrede, o. S.

keit zu werten. Dabei tritt die Geometrie in den Vordergrund, nicht bloß als Grundlage aller theoretischen Überlegungen zur Fortifikation. Nottnagel verweist auf die Bedeutung der praktischen Kriegskunst und auf die Kriegserfahrenheit, die nur im Krieg oder von praktizierenden Ingenieuren zu erlernen sei. Hinter dieser schlichten Verhältnismäßigkeit von mathematischer Theorie und militärischer Praxis verbirgt sich eine komplexe Dialektik: Es handelt sich keineswegs um eine zielgerichtete Abfolge, bei der die Theorie das primäre Fundament darstellt, auf das die Praxis aufbaut.

Etlliche Festungsbaupraktiker wie Gabriello Busca, Wilhelm Dilich, Antoine de Ville, Henrik Ruse, Christoph Nottnagel, Christoph Heidemann, Johann Bernhard Scheither, François Blondel oder auch Sébastien le Prestre de Vauban sahen in der Fortifikation vor allem das materielle Objekt, deren Formgebung den Notwendigkeiten des Krieges folgte. Dieser Standpunkt kehrte das Verhältnis von Theorie und Praxis um und vertrat die Meinung, die Grundregeln der Fortifikation würden kein geometrisches Fundament, sondern vor allem Erfahrung im Krieg erfordern. Erst die Erfahrungen begründeten jene sinnvollen Maßnahmen und zweckmäßigen Maßhaltungen, die als Grundlagen der Fortifikation dienen können. Aus dieser intellektuellen Leistung resultieren die Axiome der Befestigungskunst, jene in der Praxis entwickelten Regularien, die als elementare Basis der Fortifikationstheorie gelten. Dazu gehörten empirisch gefundene Maße wie die Maximal- und Minimalgrößen der Polygon- und Bollwerkswinkel, Optimalmaße der Defensionslinienlängen als Abstand zwischen den Flanken und Bollwerkspitzen bzw. den vorgelagerten Kontereskarpen, die Höhen der Wälle, Breiten der Gräben und Stärken der Brustwehren. Die Geometrie diente als das sekundäre Instrument, um diese Axiome in mathematische Systeme umzuwandeln. Dies war notwendig, um die Erfahrungen der Ingenieure zu formalisieren, damit diese kommunizierbar, vergleichbar und erlernbar wurden.

Konkretes Problem der Fortifikation blieb das Zusammenspiel geschützter und schützender Winkel. Blaise François de Pagan kritisierte erstmals die ausschließlich geometrische Lösung des Problems. Er unterstellte, dass der rechte Winkel der Bollwerke und Flanken nicht aus handfesten fortifikatorischen Beweggründen, sondern aus einer ästhetisierenden Auffassung, d.h. der Rechtwinkligkeit als mathematischem Ideal, entstanden sei.⁴

Die Sicht der *Ars Mathematica*: Mathematik und Geometrie

In der Mitte des 17. Jahrhunderts bemächtigte sich die universitäre Mathematik der Fortifikation als Teildisziplin der Geometrie. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie waren das theoretische Rüstzeug, um fortifikatorische Anlagen zu entwerfen. Ein Festungsentwurf galt als praktische Übung.

Vorteil für die *Architectura Militaris* war, dass sich die Mathematik intensiv mit fortifikatorischen Problemen befasste und viele Innovationen und Manieren hervorbrachte. Nachteilig war, dass sie die Fortifikation unter Laborbedingungen

4 PAGAN 1677, S. 4f.

betrachtete und allenfalls ideale Konzepte schuf. Deren bauliche Umsetzung, topographische Eignung und militärische Wehrfähigkeit ließ sich aber nicht beweisen. Hier musste sich die Theorie auf die Axiome der Fortifikation verlassen, die aus den Erfahrungen der Belagerungskriege resultierten. Diese Regeln enthielten Parameter, wie die Länge der Defensionslinie, die sich nach der Musketenschussweite richtete, oder die Winkel der Bollwerke oder die Verhältnismäßigkeiten der Flanken u.v.m. Die Axiome dienten den Ingenieuren als Richtschnur, Korrektiv und didaktisches Mittel. Die Konstellationen der Winkel und Linien waren die entscheidenden Berührungspunkte zwischen Mathematikern und Kriegingenieuren. Einige Ingenieure erkannten die Vorteile bestimmter mathematisch/geometrischer Konzepte und übertrugen diese in praktikable Tabellen bzw. Tafelwerke oder sogenannte »Mechanische Manieren«. Die *Mechanischen Manieren* beruhten dabei nicht auf Absolutmaßen, sondern gaben die Einzelmaße in ihrer Proportion zueinander an. Basismaß war die innere oder äußere Polygonlinie. Sie wurde meist in fünf, sechs oder sieben Teile geteilt, so dass beispielsweise die Kehlen-, Kurtinen- und Flankenlängen ein Teil dieses Basismaßes betragen.

Theorie und Praxis der *Ars Militaris*, der Kriegskunst

Für die Genese der modernen Fortifikationen erwies sich unzweifelhaft die Entwicklung des Kriegswesens als entscheidend. Eine Verbesserung der Fortifikation war immer eine Reaktion auf veränderte militärische Gegebenheiten, wobei zweifellos die Artillerie den entscheidenden Faktor darstellte.⁵ Das Verhältnis von Theorie und Praxis sah hier anders aus, denn die Kunst des Schießens mit Pulverwaffen basierte auf empirischen Erfahrungen. Diese Empirie ergriff auch die Befestigungskunst. So betonte Christof Heer: »Also ist es auch mit der Fortification, diese hat ein zweyfaches Fundament, darauß sie entsprossen/ das Eine ist ein Mechanicum, das Ander ist ein Mathematicum Fundamentum.«⁶ Das Mechanicum fasste die Erfahrungen zur Treffsicherheit und Durchschlagskraft von Musketen und Kanonen zusammen. Diesen Grunderfahrungen folgend wurde die effektive Schussweite als Defensionslinie auf etwa sechzig Ruthen festgesetzt. Bereits Samuel Marolois baute seine Fortifikation auf diesem Grundmaß auf.⁷ Spätestens mit der »Architectura Militaris« von Adam Freitag war die Festlegung der Defensionslinienlänge auf sechzig Ruthen in der Niederländischen Fortifikation gängige Praxis.⁸ Aus diesem praktisch ermittelten »Mechanicum« resultierte jene Linienlänge, die als »Fundamentum Mathematicum« vielleicht zum wichtigsten Grundsatz der Festungsbautheorie wurde. Die Geometrie einer Festung galt als sekundäres Produkt der militärischen Praxis.

5 »Die Ersteren/ welche nach dem Gebrauch der Geschütze diese Wissenschaft ans Licht gebracht/ ziehen die Linien ihrer Flanquen perpendicular von den Gesichtlinien der Bollwercke/ [...]« PAGAN 1677, S. 31f.

6 HEER 1689, *Theoria*, S. 1.

7 MAROLOIS, 1627. – Vgl. WERDMÜLLER 1685, S. 23–27.

8 FREITAG 1665 (Erstausgabe 1631), S. 18.

In diesem Zusammenhang wurden Theorie und Praxis anders bewertet: Die Theorie umfasste die wissenschaftliche Seite der Artillerie und war der Kunst der Büchsenmeisterei und Feuerwerkskunst gleichgestellt. Als Praxis galt die Kriegskunst, vor allem die Artillerie im Angriff und bei der Verteidigung, also Aktion und Reaktion gleichermaßen. Den baulichen Maßnahmen der Defensive ging immer eine latente oder akute Gefahr eines offensiven Angriffs voraus.⁹ Das bedeutete: die Sekundanz der Fortifikation gegenüber der Offensive. Denn die Fortifikationspraxis war nur ein Aspekt des militärischen Handlungsspielraums im Spektrum der militärischen Gegenmaßnahmen.

Akademisches Studium und militärische Ausbildung

Wieder anders stellte Johann Jacob Werdmüller die Bedeutung der Wissenschaft als Grundlage aller Theorie¹⁰ heraus und unterschied innerhalb der Ingenieursausbildung einen theoretischen und einen praktischen Teil. Dabei sah er die Theorie als Aneignung des Wissens durch Studien, vor allem im Studium der Literatur. Die Praxis verstand er als praktische Anwendung im wissenschaftlichen Austausch und im Feld. Dabei dienten praktische Kriegserfahrungen weniger zur Korrektur der Theorie und schon gar nicht als Basis im Fortifikationsstudium. Die Praxis war lediglich ein didaktisches Element innerhalb der wissenschaftlichen Ausbildung.

Dahinter verbarg sich die Forderung, die Ingenieurslaufbahn als akademischen Bildungsweg zu installieren. In dieser Formalisierung sah Werdmüller den Vorteil, in entsprechenden Bildungseinrichtungen zahlreiche Fachleute gleichzeitig auszubilden, um so dem wachsenden Bedarf an fähigen Ingenieuren gerecht werden zu können. Die Ausbildung eines Ingenieurs wäre dann weniger ein Zufallsprodukt jedweder individuellen Bildungsbiographie, sondern eine breit angelegte Strategie, um kriegswichtige Spezialisten zu fördern.

Problematisch war, dass dieses Bildungssystem institutionelle Strukturen erforderte. Diese würden sich als hemmend erweisen, wenn sich wandelnde Belagerungstechniken entsprechende Innovationen im Festungsbau erfordern. Eine akademische Ausbildung konnte nur Papier-Ingenieure¹¹ hervorbringen, aber kaum schnell und effizient genug auf militärische Erfordernisse reagieren.

Literatur und Reisen

Wichtig war die Vorbildfunktion bestehender Festungsbauten. Das Exempel spielte als Argument und didaktisches Medium eine wichtige Rolle. Dem Ingenieur

9 Dazu: »So heftig aber biß dahero die andere Kriegs-Wissenschaften in einem und dem andern immer wachsen können/ so hoch ist auch die Peribologia, oder die Fortificir-Kunst neben ihnen aufgestiegen.« DILICH 1689, S. 289.

10 WERDMÜLLER, SCHAUPLATZ 1691##, 1. Teil, S. 17.

11 Bezeichnung aus: KREUSS 1699, S. 10. – Umfassende Wissenschaftskritik bei WERDMÜLLER, 1685.

standen mehrere Wege offen, sich die Vorzüge und Nachteile bestehender Werke zu erschließen. Die theoretische Auseinandersetzung mit publizierten Bauwerken bot zahlreiche Vorteile: Die Autoren hatten in den Abbildungen und Beschreibungen einen konkreten Zustand fixiert, der in seiner Unveränderlichkeit eine konstante Diskussionsbasis darstellte.

Man konnte dieses Wissen auch durch praktische Erfahrung erwerben. Der Lernende musste zahlreiche Reisen absolvieren, um sich einen Überblick zu verschaffen. Dafür musste er sehr genau wissen, nach welchen Kriterien er die Analyse der Festungen vorzunehmen gedachte. Alles in allem war dieser Prozess sehr langwierig. Allerdings fiel der Bildungseffekt deutlich größer aus und der Ingenieur konnte mit der praktischen Erfahrung letztlich auf ein besseres theoretisches Fundament für seine eigene Entwurfs- und Berufstätigkeit aufbauen. Allain Manesson Mallet beispielsweise wollte in Frankreich Systeme und Manieren anderer Länder publik machen und beschrieb diesbezüglich den Wert seiner Erfahrungen: »Indem die Unterschiedlichkeit der Orter/ so Ich in Portugal/ Spanien/ und anderwärts befestiget/ mir eine ganz andere Erfahrung gegeben/ als man aus den Büchern zu hohlen vermag; so habe ich/ bei meiner Zurückkunft/ schon über funfzehn Jahren/ diese Beschreibung des Festungsbaues ans Tagelicht gebracht.«.¹²

Theorie und Praxis als Problem des regularen Festungsbaus

Langjährige wissenschaftliche Beschäftigung und Erfahrungen hatten mit der Zeit zu jenen schon erwähnten Axiomen oder Maximen der Festungsbaukunst geführt. Die Autoren versprachen, dass bei Einhaltung aller Regeln ein funktionsfähiger – nach den Regeln der Kunst errichteter – Festungsbau zustande käme. Dabei galt die Regularität als Schlüssel zur fortifikatorischen Funktionsfähigkeit. Ein Bau sollte regulär oder zumindest in Teilen regelmäßig angelegt werden. Die Axiome boten Vorgaben, mit denen sich angeblich Regularität in verschiedensten topographischen Situationen realisieren ließen.¹³ Doch das unendliche Spektrum irregulärer Lösungen konnte in den theoretischen Schriften nicht abgehandelt werden, denn die Verallgemeinerung unterlag Abstraktionen. Der Konflikt bestand darin, inwiefern eine

12 MANESSON MALLET 1687, Teil 1, o.S.

13 »So wenig als ohne gewisse Maximen/ welche der rechte Verstand der besten und vortheilhaftigsten Praxis, und der rechtmässige ungefährte Gebrauch der Waffen/ uns an die Hand giebet/ der Fortification rechte Wissenschaft kan bestehen; Eben so wenig kan man auch ohne Irrthum/ und ohne sich selbst fort für fort zu widersprechen/ zu rechter Erfindung der tauglichsten Arten zu fortificiren/ der rechten behörlichen fundamenten der Mathematic, die aber aufrechte mathematische Weise müssen angesehen/ und gebraucht werden/ entbähren: Ich rede hier nicht von den General-Principiis der Geometrie/ derer Verstand ich bey einem ieden/ der sich dieses Werckes gebracht soll/ præsupponire; sondern was nun die Natur/ und Mathematic, vermittelt des rechten Gebrauchs der Trigonometri, und deren näher herbey tretenden Vortheile eigentlich zu diesem Wercke/ der Fortification gönnet/ dasselbe ist hier treulich gemeinet/ und wird nechst Göttlicher Verleihung allhie der redlichen Welt zu Dienste hiemit/ so viel möglich/ aufs deutlichste und kürztzeste vorgestellt werden.« HEER 1694, S. 1f.

mehr oder minder hingebogene regulare Festung besser war als eine konkret dem Ort angepasste irregulare Anlage.

Die Traktate lieferten Impulse, konnten aber das Vermögen der Ingenieure nicht ersetzen. Die Fähigkeit zur Analyse einer konkreten Situation war ebenso wenig zu vermitteln wie die zielgerichtete Suche nach ortsspezifischen Lösungen. Regeln sollten diese Fehlstelle schließen. Paradoxerweise konnten die besten Traktate hemmend wirken: Denn galt ein Autor – wie beispielsweise Adam Freitag – in seinem Fach als Autorität, verfestigten sich dessen Maximen zu unumstößlichen Grundfesten der Fortifikation, die nacheifernde Ingenieure zu blinden Plagiatoren werden ließen.¹⁴ Theoretische Axiome, die in der Praxis des Festungsbaus die Qualität und Funktionsfähigkeit der Anlagen garantieren sollten, konnten die Erfindung neuer Konzepte behindern. Deutlich zu Tage trat dies im Streit um die niederländische Fortifikation und den Wert zirkularer oder quadratischer Befestigungen.¹⁵

Die Ambivalenz von Erfindung und Anwendung

Um aufkriegstechnische Veränderungen reagieren zu können und um die Tauglichkeit der Verteidigungsmaßnahmen sicherzustellen, musste trotz des Drangs der Theorie zur Regulierung die Entwicklungsfähigkeit gewahrt bleiben. Gerade der praktische Erfahrungswert war im Prozess der Theoriebildung maßgeblich und hinsichtlich der Machbarkeit und Funktion oft entscheidend, weshalb – wie erwähnt – die Praxis als primärer Impulsgeber galt.¹⁶ Dennoch wirkte das Pochen auf den Wert der guten Erfahrungen grundsätzlich konservativ. Die aktive Veränderung fortifikatorischer Elemente und Parameter blieb auf den Moment der Reaktion im Belagerungskrieg begrenzt.

Vor diesem Hintergrund ist der Vorstoß der Festungsbautheoretiker zu verstehen, unabhängig von der Praxis alle mathematischen Möglichkeiten auszuloten. Für deren

14 Dazu: »Es giebt bisweilen Leute, welche ein wenig die Fortification und Geometrie nach den Lehr-Sätzen und Meister-Sprüchen der Herren Schul-Ingenieurs gelernet haben, die gar viel raisonniren, welche, wenn man ihnen die Schwierigkeiten einer Sache zeigen will, nur darüber lachen; ich habe von solcher Gattung Ingenieurs in dieser Belagerung [der Festung Bethune] und vor Douay gefunden.« LANDSBERG 1724, S. 166f. – Dazu noch verstärkend: »Das allerschlimmste aber/ [...] ist diß; Daß junge Leuth hernach in der Opinion stehen/ daß sie die Sach nur gar wol gefasset haben/ und außgemachte Meister seyen. Diß ist eine schädliche und böse Frucht/ [...].« WERDMÜLLER 1685, S. 169.

15 Hier ist insbesondere der Streit um die Erfindungen Georg Rimplers zu erwähnen. Rimpler hatte ein Fortifikationssystem entwickelt, bei dem die Grunddisposition der Linien auf einem Quadrat beruhten. Dadurch wurden etliche Axiome der üblichen Festungsbaukunst ignoriert, denn ein Quadrat galt nicht als regular zu fortifizierende Figur. Die Winkel der Kehlen, die Anlage der Bollwerke und die Disposition der Flankierung unterschieden sich von den zeitgemäßen Manieren. Aus diesem Grund entbrannte ein heftiger Streit über die Verbindlichkeit der Axiome, der allerdings nicht geklärt werden konnte, da Rimpler selbst keine Risse angefertigt hatte. Die von Rimpler beschriebene Fortifikation besaß einen problematischen Interpretationsspielraum, den spätere Autoren nur bedingt füllen konnten.

16 »Habe auch selbige nicht aus Büchern/ oder von andern entlehnet/ sondern aus eigener Invention und Praxi erfunden/ wie es die That selbsten erweist.« GRIENDEL VON ACH 1683, o.S.

Bewertung waren zweifellos die Axiome und die Kohärenz der geometrischen Parameter entscheidend; für den Festungsbaumeister vor allem die Frage der Funktionsfähigkeit und Realisierbarkeit. Letzteres schloss neben der feldmessengerischen Übertragung vor allem auch die Kosten ein.¹⁷

Die Weigerung der Theorie, von vornherein beschränkende Maßgaben der Praxis zu berücksichtigen, wurde von den Praktikern als Arroganz abgetan. Die Entwicklung von Innovationen abseits beschränkender Axiome wurde von konservativen Theoretikern als Ignoranz geahndet und nicht toleriert. Die Flexibilität der Fortifikationen war im Streben nach festen theoretischen Regeln und im Festhalten am praktisch Erprobten eingeklemmt.

Das Verhältnis von Projektierung und Flankierung

Die Axiome trugen nicht nur der Topographie Rechnung, sondern reagierten immer auf eine potentielle militärische Bedrohung. Die Theorie war eine geometrische Abstraktion der Wehrarchitektur gegenüber einem fiktiven Angriffsszenario und ihrer Angriffstechnologie.¹⁸ So genügte keineswegs die geschickte Übertragung eines guten geometrischen Entwurfs in das Feld, sondern man strebte nach einem Fortifikationsbau mit funktionsfähiger Flankierung und allen möglichen Elementen, die höchstmöglichen defensiven Schutz und zugleich aktiven Handlungsspielraum boten.¹⁹ Die Erfahrung des Ingenieurs durfte sich nicht auf die Kohärenz von Topographie und Geometrie beschränken, sondern musste die Praxis der Kriegsführung, der Waffensysteme und Kriegsinstrumente einbeziehen.²⁰

17 »Ob nun wohl viel Ingenieurs unterschiedliche neue Inventiones, sowohl wegen der Facen und Courtinen/ als auch absonderlich der Flanquen am Tag bracht/ und einer für den andern seine Invention für die beste der Defension halber herausstreichet/ davon Mallet, Cambray, Martius, Ozanam und andere können nachgesehen werden; so sind es doch in Wahrheit mehrentheils solche Inventiones und Proportiones, die sich wohl lassen auf dem Papier abirculn/ und einem Unverständigen in die Augen fallen/ auf dem Felde aber und in der Erde mit Bestande und Lobe/ zugeschweigen der grossen Unkosten/ so solche erfordern würden/ nicht nachzumachen sind/ wie dann die heutige Frantzösische Manier insonderheit von keinem wird initiret, sondern vielmehr als ein altes Inventum, welche sonst in andern Fällen nicht alle Zeit mit Raison zu verwerffen sind/ so nur ein wenig mutiret/ billig verworffen werden/ massen solches Mr. Blonall in seinem Buch l'art de jetter les bombes pag.11.seqq. selber thut.« GRUBER 1705, S. 291f.

18 »Die Fortification ist eine Kunst und Wissenschaft/ welche gelehret/ wie man alte oder neue Oerter mit Mauern oder Wallen/ Brustwehren/ Gräben/ bedeckten Weg und Aussenwercken nicht allein wohl befestigen/ sondern auch wenn ein Feind dergleichen Ort attaquiren sollte/ man mit Vortheil und weniger Manschaft capabel seyn möge/ solchen zu grossen Verlust des Feindes nicht allein mit Hand-Geschütz und Musketen/ sondern auch mit grobem Geschütz und Canonen/ auch allerhand andern Feuerwercks-Sachen tapffer zu defendiren.« GRUBER 1705, S. 251.

19 »Fortification-Baw/ Oder Kurtze vnd gründtliche Beschreibung der Kunst/ einen Orth/ gegen allen gewaltsamen Angrieff der Feinde/ so durch Zwerchschnitte/ Gänge/ Vndergrabung/ Geschütz/ oder andere Kriegs Instrumenta zu geschehen pfeget/ zu befestigen vnd zu verwahren.« MEYNIER 1642.

20 »Es ist nicht möglich, daß Ingenieurs, welche keine Belagerungen in solcher Qualität gethan haben, von der Fortification, Attaque und Defense behörig raisonniren können, als andere, welche sich in unterschiedenen Belagerungen und Occasionen befunden haben, sie beziehen sich nur auf die Meister-Sprüche und Lehrsätze der Bücher, deren Autores, die solche zum Druck befördert, öfters

Der genuine Zusammenhang von Krieg und Fortifikationswerk war entscheidend für jede Innovation im Festungsbau und für die Praxistauglichkeit allgemeingültiger Festungsbautheorien.²¹ Dennoch kam es immer wieder zur Divergenz von Theorie und Praxis.

Während die Theorie der Arithmetik und Geometrie²² den Bausachverständigen, den Mathematikern und Architekten überlassen war, waren Erfahrungen der Belagerungen Sache der Kriegsverständigen, der Offiziere, bestenfalls auch der Ingenieure.

Der Konflikt lag in der fehlenden Struktur, Personal in Theorie und Praxis gleichermaßen auszubilden: Während es den Offizieren an Wissen im Konstruieren mangelte, fehlte den Ingenieuren die Ausbildung in der Kriegsführung.²³ Die Traktate konnten diese Diskrepanz nicht kompensieren, zumal die Autoren entweder Theoretiker oder Praktiker waren und sie Wissen nicht über ihren Erfahrungshorizont hinaus vermitteln konnten.²⁴

Um diesem Missstand zu begegnen, suchte man innerhalb des Fortifikationsprozesses nach Verknüpfungen. Dabei bewährten sich zwei wichtige Medien: die Beratung und das Modell. Die Beratung bot eine Plattform, die am Bau beteiligten Theoretiker und Praktiker ins Gespräch zu bringen und über die konkreten Anforderungen und Lösungen zu beraten, wobei die Kommunikation die jeweiligen Defizite der Theorie oder Praxis aufwog. Bestes didaktisches Instrument war das Modell. Die dreidimensionalen Schaustücke der Fortifikationstheorie ließen sich problemlos anfertigen. An ihnen konnte der Praktiker das Vorhaben analysieren und hinsichtlich der Kriegstauglichkeit überprüfen.

keine Belagerungen gethan haben. Sie wissen weder die Schwierigkeit, die da anzutreffen, noch die Leichtigkeit, die man da finden kan. Sie machen die Plätze starck, wo sie schwach sind, und sie machen sie schwach, wo sie starck sind. Man muß in unterschiedenen Occasionen gewesen seyn, um zu sehen, was darinn passirt, durch seinen eigenen Fleiß sich selbst wissen zu helfen, seine Wissenschaft da sehen lassen, und sie da practiciren, nicht aber über ein Werck, das gemacht, zu critisiren, und eine Belagerung von weitem anzusehen, es ist nichts, das die Ingenieurs mehr verderbt, als selbiges, dann sie düncken sich gar viel zu wissen, und doch öftters wissen sie es nicht.« LANDSBERG 1724, S. 143.

21 Beispielsweise handelt Specklins achttes Kapitel »Von Sprengen/ wie der Feindt dasselb vornemmen möchte/ vnd wie demselben zubegegnen were.« SPECKLIN 1608, S. 13.

22 FELDEN 1648, Abschnitt A.

23 Zum Vorwurf an die Ingenieure: Bezüglich der Theoriefixiertheit kritisiert Behr, dass die Ingenieure nur einige geometrische Regeln aufschnappen und danach damit einen Festungsentwurf fertigen, den sie bunt aufmalen, wie französische Karten. Außerdem seien sie nicht in der Lage sich zu anderen vorgelegten Entwürfen qualifiziert zu äußern. Und so würde jeder Kartenmaler als Ingenieur gelten können; ein Übel, das von Tag zu Tag größer würde; BEHR 1714, o.S. – Die Meinung weiter: Man kann von einem Mathematiker nur das lernen, was dieser selbst versteht! Ein Mathematiker, der nie Soldat gewesen ist, kann keine Verteidigungswerke entwerfen. Dieses sei aber die vermeintliche Grundlage für das Studium der Festungsbaukunst.

24 Dazu die Aussage Werdmüllers: »Daß man unter Leuthen von condition, die Profession vom Soldaten-Leben machen/ so wenig derjenigen findet/ die eine Wissenschaft hiervon haben/ kommt nun daher/ daß keine Bücher zu bekommen sind/ die den neuen Studiosis in dieser Kunst eine gute und genugsame Anleitung geben könnten.« WERDMÜLLER 1685, S. 169.

Der Konflikt der Bau- und Kriegssachverständigen

Dennoch, keine medial unterstützte Beratung von Ingenieuren und Offizieren konnte die optimale Fortifikation garantieren. Die Ursache lag in der Vormachtstellung der Theorie oder der Praxis. Daran hing ferner die Frage nach der endgültigen Entscheidungsgewalt, wenn verschiedene Meinungen aufeinander trafen. Die Unversöhnlichkeit der Ansichten wurde im Kampf um die Gunst des letztlich Entscheidenden (des Fürsten oder der Stadträte) instrumentalisiert.

Wer war aber die letzte Instanz, die über den Bau und die Form der Festungswerke entschied und im Vorfeld der Entscheidung in der Lage war, gute Ratschläge von schlechten zu trennen? Werdmüller versuchte auf diese Frage hinzudeuten, indem er die Beratungspraxis vor Augen führte. Als Kriegserfahrener sah er erwartungsgemäß die Schuld bei den selbstsüchtigen Papier-Ingenieuren, die nicht in der Lage seien, einen dem Ort angemessenen Entwurf vorzulegen, und immer auf eitle Weise versuchen würden, ganz eigene neue und angeblich noch bessere Manieren vorzulegen.²⁵ Dass sich hier die Ingenieure wie z.B. Johann Heinrich Behr zu Unrecht diskreditiert sahen und entsprechend verstimmt reagierten, ist nachvollziehbar.²⁶ Das von Werdmüller kritisierte und von Behr verteidigte Suchen der Ingenieure nach Neuerungen und Innovationen unterstreicht aber das Bemühen um Praxistauglichkeit, sich permanent auf wandelnde Kriegstaktiken der *Offensiva* einzustellen und über fortifikatorische Lösungen der *Defensiva* nachzudenken.

Problematisch war die Schiefelage in der Tätigkeit der Kriegsverständigen, die deutlich mehr Intensität der Entwicklung neuer Angriffstechnologien widmeten und weniger an der defensiven Fortifikation Interesse zeigten. Die Defensive blieb gewissermaßen eine Grauzone und militärisches Stiefkind.²⁷

25 Dazu Werdmüller: »Die Wichtigkeit nun der Fortification hat die hohe Obrigkeiten jederweilen dahin vermöget/ daß wann sie etwas bauen wollen; Neben den Herren Kriegs-Verständigen/ auch die Herren Ingenieurs und Bau-Verständige consultirt, und ihre Bedencken/ theils schriftlich/ theils mündlich eingenommen haben.« WERDMÜLLER 1685, S. 136. – Weiter: Die Beratenden sind jedoch oft ungleicher Meinung, was letztlich viel Zeit kostet. »Die Ursachen aber dieser ungleichen Meynungen/ waren die ungleichen humores der Herren Ingenieurs, da ein jeglicher seine eigene Inventiones anzubringen zu practiciren, und hingegen die andere wegzuweisen/ gesucht hatte. Wann dann endlich der Schick nicht angehen wollen/ und sie gesehen haben/ daß sie mit ihren eignen Grillen nicht zurecht kommen können; Haben sie sich endlich verglichen/ und die Holländische Fortification, als welche durch den Gebrauch und die Erfahrung schon approbirt seye/ vorgeschlagen/ und selbige alsdann applicirt, so gut als sie die Sach verstanden.« WERDMÜLLER 1685, S. 136f.

26 »[...] daß [man] alsobals fragen würde, wer der Autor sey, ob er auch im Felde gewesen, ob das, was er hier fürgegeben, nicht etwann Schulfüchserey, welche auff dem Papier sich wohl cirkeln liesse, auff dem Felde aber nicht anzubringen sey? Gerade als wenn nur derjenige etwas hiervon wissen dürffte, der es im Felde gelernet, und als wann ohne Unterscheid alle diejenigen Grillen (daß ich in seinem Stylo rede) ungewiß auff dem Felde anzubringen wären, welche man zuvor auff dem Papier mit dem Circkel gefangen.« BEHR 1714, S. 616.

27 »Bey allen diesen Begebenheiten hat mir die Erfahrung zu erkennen geben/ daß die Kriegs-Kunst nicht so viel Mittel erfunden/ die Vestungen zu beschirmen/ als dieselben anzugreifen.« BLONDEL 1686, S. 51. – Diese Feststellung gab für Blondel letztlich den Ausschlag, sich der Fortifikationskunst zu widmen.

So wundert es nicht, dass sich im Ringen um fachliche Kompetenzen und beim Verfestigen des Ingenieurberufes bestimmte Wege herausbildeten. Da im 17. Jahrhundert die Ingenieurslaufbahn keine festen Strukturen kannte, konnten Forderungen nach beruflichen Qualifikationen nur durch moralische und sachliche Appelle angemahnt werden. Nottnagel forderte, neben anderen, Kenntnisse in der Theorie und Praxis und verwies auf die Bildungsfunktionen von Universität und Krieg. Dabei stellte er deutlich das Primat der Mathematik und Geometrie heraus und betonte die Wichtigkeit der theoretischen Wissenschaft und deren fundamentale Bedeutung für die praktische Arbeit. Nottnagel oder Werdmüller meinten, Bildung sollte zwar auf der Universität erlangt, Erfahrung dagegen im praxisnahen Wissensaustausch und im Umgang mit Potentaten in Kriegs- und Friedenszeiten gesammelt werden.²⁸

Theorie und Praxis im Entwurf auf dem Papier und im Feld

Innerhalb der Tätigkeit bestallter Ingenieure sah das Verhältnis von Theorie und Praxis ganz anders aus: Die Theorie umfasste das Entwerfen von Befestigungen mit mathematisch-geometrischen Mitteln. Doch diese theoretische Vorarbeit reichte bei Weitem nicht aus.²⁹ Im Zuge der Grundlegung musste der Entwurf auf das Feld übertragen werden. Die Forderung an den Architekten bestand darin, mit Hilfe der Feldmesskunst den maßstäblich kleineren Entwurf auf den Bauplatz zu übertragen. Vom Ingenieur waren nicht nur agrimensurische Fähigkeiten wie Trigonometrie oder dergleichen gefragt, sondern auch praktische Fertigkeiten im Umgang mit Messketten, Schnüren und Pflöcken. Zudem wurde unter der *Practica* auch die gesamte Wissenschaft der Mechanik verstanden, insbesondere wie die Werkzeuge zum Aufbau und zum Ruinieren von Festungen zu gebrauchen sind.³⁰

Allerdings war diese berufliche Qualifikation keine Selbstverständlichkeit,³¹ obwohl sie aus mehreren Gründen erstrebenswert war: Einerseits diente die Feld-

28 »Wer nun hiervon rechten Verstand haben wil/ der mus es vorhero aus gewissen Fundamenten erlerne^r. Dieweil aber solche theils aus der Mathematica und theils aus Kriegerfahrenheit herflissen/ so sind etliche der meinung man müsse dieselbe nicht auff Universitäre/ sondern im Kriege durch die erfahrung einholen. Allein das solches nicht der rechte Weg sey/ ist unschwer dahero zu ermassen/ weil die Mathematische Principia gleichsam den ersten grund legen müssen/ wo nun dieser zurücke gelassen/ und man allein auf die erfahrung gehen wolte/ were nimmermehr keine vollkommene^r Wissenschaft oder gegründete praxis zu hoffen/ sondern wenn es hoch käme/ würde dieselbe nur in etlichen particularen Handgriffen/ daraus aber keine Universal-regel zu machen/ bestehen/ derer man doch sonsten auch wohl aus den Büchern und historischen discursen der jenigen/ so aus erfahrung davon geschrieben/ sich erholen kan.« NOTTNAGEL 1659, S. 16 f. – Vgl. auch WERDMÜLLER 1685, S. 33.

29 »Es bedarff aber derjenige/ so mit dieser Arbeit umb gehen will/ dass er nebens andern Mathematischen Wissenschaftten/ absonderlich im Feldmessen wohl exercirt sey/ auff dass er einen vorhabenen Ort aufs fleissigste in Grund legen/ und zu Pappier bringen möge; [...].« HEER 1689, Praxis, S. 3.

30 BORGSORFF 1714, S. 5.

31 »Ich habe gesehen/ daß etliche Dutzet Ingenieurs vor einem Platz employirt worden sind/ und daß hingegen in demselbigen nicht ein einiger Ingenieur gewesen/ der nur ein schlecht Retrenchement hätte anordnen können/ wie es hätte seyn sollen.« WERDMÜLLER 1685, S. 171.

messkunst der Grundlegung und der Kontrolle der errichteten Festungsanlagen; denn der Ingenieur war im Vorfeld auch mit der Kalkulation der Werke und Arbeitsleistungen beauftragt. Die Feldmesserei half dem Ingenieur bei der Überwachung und Abrechnung der Arbeitsleistungen. Andererseits mussten in Kriegszeiten unter Extrembedingungen, bspw. unter Beschuss, Befestigungsarbeiten schnell und zielgerichtet durchgeführt werden.³² Gute Funktionsfähigkeit garantierten »Mechanische Manieren«, bei denen schlüssige geometrische Konzepte mit wenigen Handgriffen realisiert werden konnten.

In der Traktatliteratur wurde gelegentlich versucht, die agrimensorischen Prozesse durch Wort und Bild zu vermitteln. Mit zum Teil ungeheurem Aufwand erläutern sie die Instrumente, Hilfsmittel und Handgriffe und versuchen deren Sinn und Zweck zu begründen.³³ Die Literatur konnte aber den Vorteil praktischer Erfahrungen in keiner Weise aufwiegen.

Theorie und Praxis der Bauausführung

Analog zur Theorie und Praxis des Entwurfs gab es auch eine Theorie und Praxis der Bauausführung. Die Literatur bot Anleitungen zu praktischen Tätigkeiten, die den Ingenieur in die Lage versetzen sollten, projektierte Werke baulich umzusetzen. Auch dieses Lehrangebot konnte sich nicht mit den Erfahrungen messen, die ein Ingenieur in der Baupraxis und im Werkprozess sammeln konnte. Die Bauausführung war mehr oder minder Sache der handwerklich ausgebildeten Werk- oder Wallmeister.

Dennoch war es hilfreich für den Festungsbau, empirisch gewonnene Erkenntnisse der Bauausführung auf theoretischer Ebene anzubieten und zur Diskussion zu stellen. Die Zusammenstellung unterschiedlicher Erfahrungen, schuf eine breite Basis praktischer Verfahrensweisen. Hierbei ging es nicht um Linien und Winkel, sondern um die Materialität der Festungen; beispielsweise um die Vor- und Nachteile der Erdwälle und Mauern oder der trockenen und nassen Gräben, um die Beschaffenheit der Erden, um die Böschung, Bewehrung und Bepflanzung der Wälle und vieles mehr.

Schluss

Deutlich tritt die Unklarheit und Uneinigkeit darüber, was Fortifikationstheorie und Festungsbaupraxis bedeutete, zu Tage. Die Diskursebenen waren derart unterschiedlich und individuell, dass im Grunde keine verbindliche Kommunikationsebene existierte. Die Forschung hat diese Diskrepanz bisweilen auf die militärisch notwendigen Ver-

32 »[...] allwo ich zur Gnüge erkandt hab/ was vor ein Unterscheid sey/ Linien auf dem Pappier zu ziehen/ und in Gegenwart des Feindes Gräben auf dem Erdreich zu machen.« BLONDEL 1686, S. 51.

33 »Darob dann eine Zeit lang sehr viel und unterschiedene Tractaten in Teutscher und andern Sprachen zur Anleitung an Tag gegeben sind. Demnach aber selbiger Autorum etliche sich an gewisse Ecken und Winckel halten/ etliche aber Peribologiam an die Regulas Geometricas, und Erdmesserey-Regulen binden/ und dahero sich in grosse und weitläuffige Calculationes und Rechnungen stecken.« DILICH 1689, S. 289f.

änderungen des Festungswesens zurückgeführt und verständlicherweise auf einen im Wandel befindlichen Zusammenhang von Theorie und Praxis hingewiesen.³⁴ Doch im direkten Spannungsfeld von Theorie und Praxis war die Entwicklung nicht geradlinig; der Faktor Zeit war lediglich der Faden, an dem der Diskurs gebunden war. Der Zeitfaktor taugt aber wenig, um die Problematik historisch zu rekonstruieren, denn viele in der Theorie entwickelten Konzepte fanden in der Praxis keine Anwendung. Manche wertvolle Erfindung blieb aus ungeklärten Ursachen Makulatur oder wurde erst von einer späteren Ingenieurgeneration aufgegriffen. Die Genese der Fortifikation war keine kausale Folgeentwicklung und das Wechselspiel von Theorie und Praxis keine zielorientierte Auseinandersetzung von Personengruppen. Die Entwicklung vollzog sich in den Beteiligten selbst, in den Bildungsbiographien und in den persönlichen Herangehensweisen an die Materie der Fortifikation.

Schon im Bereich der Theorie konnten die Sachverständigen vortrefflich über den stark von der Geometrie bestimmten Komplex aus »Principien der Fortification, Proprietät aller Teile, theoretische Anfertigung von Desseins«³⁵ (d.h. über die drei grundlegenden Aspekte: Vorbedingungen, Anforderungen und Umsetzungsmöglichkeiten) debattieren und aneinander vorbeireden. Jeder Autor musste daher für seine eigenen Argumentationen eine eigene Verortung im Diskurs vornehmen, in dem er seine Bezugspunkte und Rahmenbedingungen offenlegte. Die Autoren boten daher regelmäßig Geometrien an, listeten die aus ihrer Sicht verbindlichen Axiome auf, gaben Hinweise zu den Autoren und deren Bedeutung für die eigene Arbeit.

Aufschlussreich ist der marginale Hinweis Seigers, der die Fortifikation nicht als Dialektik von Theorie und Praxis verstand, sondern dem Festungsbau drei Verrichtungen zuordnete: »Reißen, Abstöcken, Bauen«.³⁶ Unter Beibehaltung der dialektischen Betrachtung wären das Aufreißen (Entwurf) und Abstecken (Feldmesserei) der Theorie zuzuordnen; zugleich aber das Abstecken wie das Bauen (Errichtung) Bestandteil der Praxis.

Letztendlich ist festzustellen, dass schon Specklin in seinem Traktat einen wegweisenden Denkansatz parat hielt, mit dem er nicht auf die Bedeutung und Trennung von Theorie und Praxis beharrte. Er behandelte im 1. Kapitel seiner »Architectura von Vestungen«³⁷ die für den Ingenieur notwendigen drei Künste: 1. Die Mathematische Kunst, zu der gehörig sind a) die Geometrie zum Entwurf und zur Grundlegung und b) die Arithmetik zur Überschlagung des Baus, zur Kalkulation der Baukosten und des Materials. 2. Die Mechanischen Künste, zu der die Beaufsichtigung und Fertigkeiten der Handwerker zählen; die Arbeit der Steinmetzen, Maurer, Schreiner, Zimmerleute, Schmiede, Schlosser, Wagner etc. und die Kenntnisse ihrer Materialien (Metall, Holz, Stein, u.a.). 3. Die Kriegskunst, umfassend die Kunst der Offensive und Defensive durch Schießen und Schanzen, durch Artillerie und Festungsbau.

34 EICHBERG 1989, S. 376.

35 EICHBERG 1989, S. 376.

36 SEIGER 1646, S. 7.

37 SPECKLIN 1608, S. 1.

Für die Festungen bedeutete dieser komplexe Theorie-Praxis-Bezug, dass sie immer Kompromisse darstellen: Kompromisse in der Theoriebildung durch die Wahl einer bestimmten Manier oder Geometrie, Kompromisse der *Defensiva* durch intellektuelle Reaktion auf bestimmte Offensivszenarien, Kompromisse der Entscheidungsfindung zwischen Bau- und Kriegsverständigen, Kompromisse zwischen dem fortifikatorischen Ideal und der Topographie, Kompromisse bei der baulichen Umsetzung durch den Kostenfaktor.

Die *Architectura Militaris* war und ist ein Strukturgeflecht theoretischer Wissensgebiete und praktischer Anwendungen. Alle Diskurse wie auch sämtliche zeitgenössische Entwicklungen konnten durch diese Strukturen nur rote Fäden ziehen und Anknüpfungspunkte anbieten. Aus diesem Grund erschließt sich die *Architectura Militaris* nicht durch die Betrachtung einer ihrer Einzeldisziplinen, sondern eigentlich nur in der nicht darstellbaren Komplexität der Aspekte und ihrer Beziehungen. Für die Betrachtung fortifikatorischer Zeugnisse müssen wir davon ausgehen, dass die Analyse und Bewertung sehr stark durch die individuelle Verortung im Geflecht theoretischer und praktischer Erwägungen geprägt ist, da die Werke der Fortifikationskunst sehr unterschiedliche Betrachterstandpunkte evozieren.