

STEFAN BÜRGER

## Festungsbaukunst in neuem Licht – Besondere geometrische und konzeptionelle Bedingungen einer funktionalen Ingenieurbaukunst



Neuzeitliche Festungen beruhen auf stringenten geometrischen Konzepten. Diese Geometrien der Grund- und Aufrisse entwickelten sich zunächst aus einer bauhandwerklichen Entwurfspraxis von Wällen, Werken und Wehren als aufeinander bezogene Bauteile. Um 1600 änderte sich dies, weil die Ingenieure dazu übergingen, die virtuellen Raumkörper der potentiellen Schussbahnen zu konzipieren und architektonisch einzubetten. Die Winkel- und Linienkonstellationen der Raumkörper folgten festen Regeln, die sich aus der Waffentechnik und den Kriegstechnologien (Offensiva und Defensiva) ableiteten. Als Basismaß diente die Defensivlinienlänge der Schussweite: anfangs der Schusslängen der Kanonen, später die kürzere Schussweite der Musketen. Die wichtigste Walllinie war die Flanke und ihre Ausrichtung auf die von dort bestrichenen Linien.

### 1. Eine Bastion ist nicht fünfeckig.

Die Außenlinien einer normalen Bastion bilden fünf Ecken: eine Bollwerkspitze Q (vgl. Abb. 1: durch die zwei feldseitigen bestrichenen Gesichtslinien/Facen QP und QR), zwei Ecken P und R jeweils durch die Facen und zwei Streichlinien (streichenden Linien, Streichen/Flanken AR und OP) und zwei gewinkelte Ecken A und O zwischen den Flanken und Hauptwällen (Kurtinen).

Was diese Betrachtung unterschlägt, ist der innere Aufbau. Die Bollwerke wurden an die Ecken eines Polygons mit mehreren Eckpunkten angefügt (N und G). Dadurch erhielten sie innen zwei weitere Seiten (AN und ON; BG und FG). Dies sind die so genannten Kehllinien (auch Halbe Gorgen genannt), wichtige Linien, denn sie bestimmten die Proportion und Wehrhaftigkeit der Bollwerke maßgeblich.

Insofern ist eine Bastion sechseckig, wenn sie nicht gar über Flügelbauten verfügt. Allerdings geht ohnehin die Betrachtung eines Bollwerks als separates Bauwerk an der Sache vorbei. Im Unterschied zu mittelalterlichen Befestigungen mit Türmen und Mauern wurden neuzeitliche Fortifikationen ab der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts nicht mehr als Abfolge von Bastionen und Hauptwällen konzipiert. Die Ingenieure planten dagegen Winkelsysteme aus flankierenden Winkeln (großer Defensivwinkel DYQ) und flankierten Winkeln (Bollwerkswinkel PQR und CDE) auf denen die Wälle entstanden.

Ab der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts verlor die Bastion als kompaktes Bauwerk an Bedeutung. Die Ingenieure entwarfen Festungen als Folge separater Sektoren (QMD). Diese bestanden je aus einem Flan-

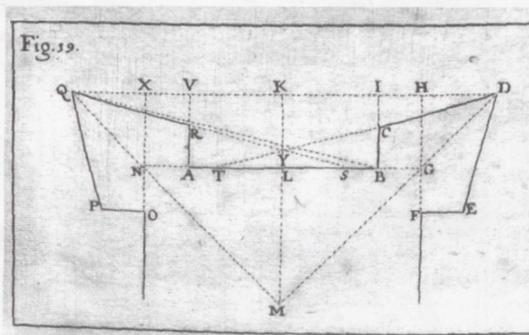


Abb. 1: Bollwerkskonstruktion: AB Kurtine, AR+BC Flanken, RQ+CD Facen, AN+BG Halbe Kehlen, NQ+GD Kapitalen, NG Innenpolygonseite, QD Außenpolygonseite, QB Defensivlinie, (Nottnagel, C.: *Manuale Fortificatorium, oder Kurtzes Handbüchlein Von der Vestungs-Bawkunst*, Wittenberg 1659)

kenpaar und zwei Halbbastionen. Bei der Planung war die Flankenstellung zu den Facen der gegenüberliegenden Bollwerke entscheidend. Die Bastione waren nach festen Regeln bebaute Räume zwischen den Winkeln, aus denen die polygonalen, teilweise irregulären Grundrissformen resultierten.

## 2. Die eckigen Bollwerke sollen ausschließlich tote Winkel vermeiden.

Die Vorderseiten runder und eckiger Türme ließen sich von den inneren Befestigungen her nicht einsehen und beschützen. Dort konnte sich der Feind leicht annähern und verschanzen, um beispielsweise Minen zu errichten. Die polygonale Grundrissform der Bollwerke vermied solche toten Winkel. Aus den Flanken ließen sich die Bollwerkswinkel flankieren. Ein Aufenthalt war vor den Facen sehr gefährlich.

Doch die Beseitigung toter Winkel im Grundriss reichte nicht. Vielmehr war es notwendig durch die Formgebung der Bollwerkskörper tote Räume zu vermeiden (Abb. 2). Denn waren die Wälle zu hoch und zu steil, konnten die Grabensohlen und das vor den Gräben sanft geböschte Vorfeld (Glacis) nicht bestrichen werden. Eine feindliche Annäherung war viel leichter möglich.

Die Formen mussten daher das räumliche System aus Flankierung und Bestreichung berücksichtigen. Die Flankierung wurde im Grundriss geplant. Bollwerkswinkel zwischen  $60^\circ$  und  $100^\circ$  waren günstig. Die Bestreichung dagegen ließ sich im Aufriss mit den Querschnitten der Wallprofile konzipieren. Beide Systeme waren gut aufeinander abzustimmen. Nur so ließen sich unbewohnbare und dadurch gefährliche Räume vermeiden.

Lag ein Terrain vor der Festung außerhalb der Kanonenreichweite, ließ sich dieser tote Raum ebenfalls nicht verteidigen. Bei frühen Festungen des 16. Jahrhunderts waren die Reichweiten als Maß der so genannten Defensionslinien, mit bis zu 400 und mehr Metern viel zu lang. In der Folge wurde die Musketenschussweite auf 70 oder 60 Ruthen<sup>1</sup> als Regelmäßigkeit festgesetzt. Die Schüsse mussten aus den Flanken über den Graben vor den gegenüberliegenden Bastionen reichen.

## 3. Regulare sternförmige Fortifikationen sind nicht unbedingt regelmäßige Festungen.

Kann sein – muss nicht sein. Drei Aspekte sollen dies verdeutlichen:

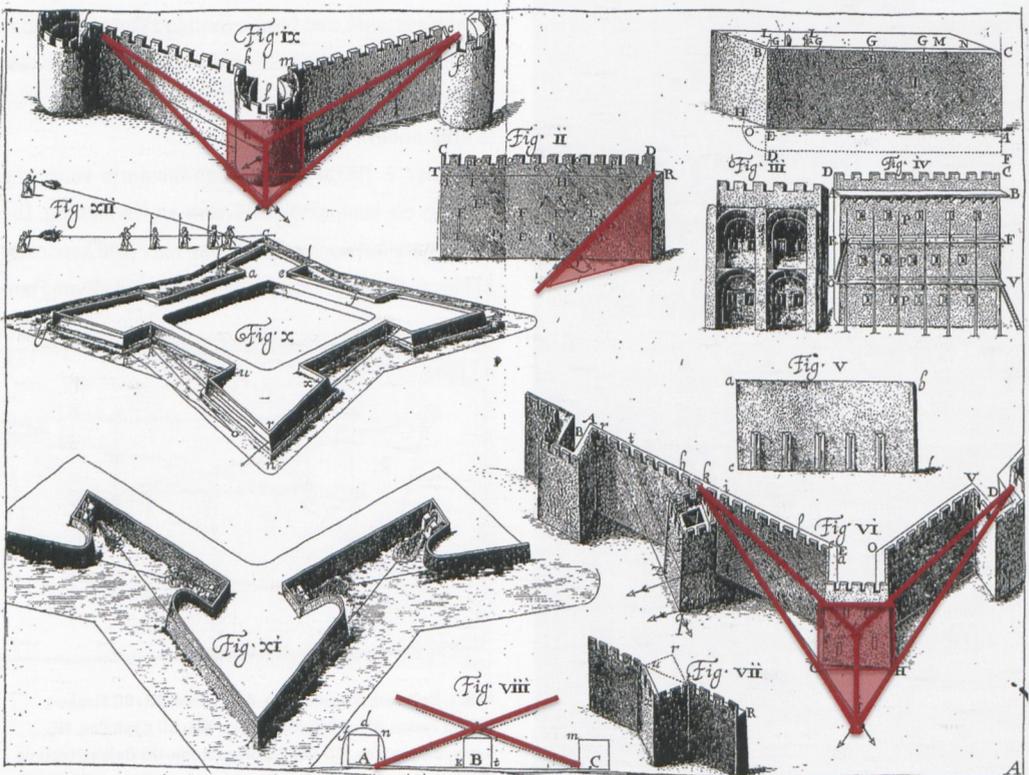


Abb. 2: Darstellung der Flankierung als fortifikatorisches Kernproblem (Dögen, M.: Heutiges tages Übliche Kriges Baw-Kunst, Amsterdam 1648)

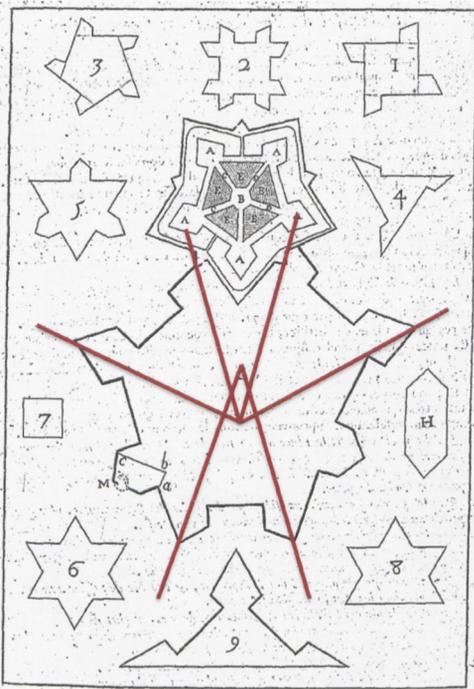


Abb. 3: Sternschanzen und eine nach Regeln aufgebauten Irregular-Fortifikation (Bitainvieu, S.: L'art universel des fortifications ..., Paris 1674)

- I. Die Regeln legten optimale Bollwerkswinkel, Flankenwinkel und Längenmaße fest. Besaß eine Grundrissfigur schlechte Winkeldispositionen, war sie nicht den Regeln gemäß. Auch eine Festung mit zu langen Linien war regelwidrig.
- II. Dagegen durften Fortifikationen kürzere Linien besitzen. Sie waren zwar regelmäßig, galten

aber nicht als regelrechte Festungen. Sie zählten zu den schwächeren Feldbefestigungen. Darunter gab es drei- bis sechseckige Schanzen. Ihre Linien bildeten einfache Tenailen<sup>2</sup>, Winkel, die sich sternförmig zusammenschlossen.

- III. Im 17. Jahrhundert entwickelten sich Proportionsysteme nach Winkelmaßen. Für jede Form vom Viereck bis zum Zwölfeck ergaben sich Regelmäße für eine funktionsfähige Flankierung. In einem festen Rahmen ließen sich die Figuren vergrößern und verkleinern. Dadurch war es möglich auch irregulare Figuren den Regeln gemäß zu befestigen. Die Unregelmäßigkeit betraf zwar die Figur, jedoch nicht die Fortifikation. Dieser Aspekt war sehr umstritten. Einige Ingenieure sahen in der geometrischen Perfektion auch ein fortifikatorisches Ideal.<sup>3</sup> Andere Ingenieure waren der Ansicht, eine vollkommene Fortifikation wäre nur zu erreichen, wenn die Figur topographische Unregelmäßigkeiten ausgleicht. Als Ideal verstanden sie die vollkommene Einheit von Natur und Kunst.

#### 4. Die Großen Royal-Festungen sind keinesfalls am stärksten.

Maßgeblich durch Adam Freitags Buch »Architectura Militaris« wurde ein sehr ausdifferenziertes

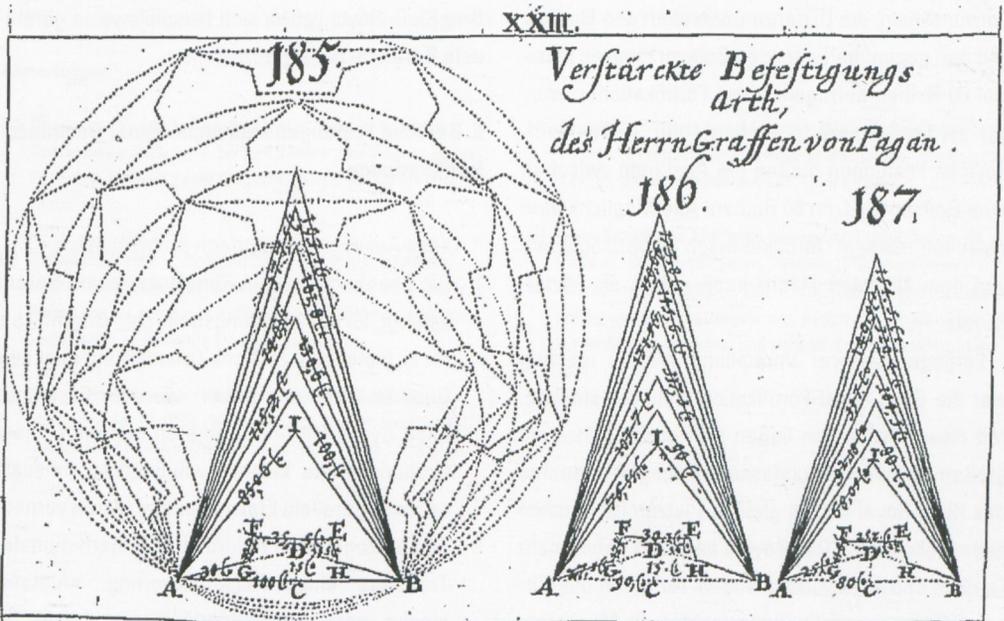


Abb. 4: Proportionslehre vom Fünfeck bis zum Zwölfeck im Groß-, Mittel- und Klein-Royal (Behr, J. H.: Der Verschanzte Turenne ..., Frankfurt/M./ Leipzig 1677)



**Abb. 5: Tenailierte Festung Hanau.** Die Bollwerke bestehen aus einfach gewinkelten Wällen ohne Flanken oder eingezogene Kanonenhöfe. Die Flankierung erfolgt direkt von den Facen und von den vorgelagerten Ravelins bzw. dem Hornwerk zur Sicherung der Torpassage. (August Rumpf, *Eigentlicher Abriss der Stadt und Vestung Hanau*, 1684)

Proportionssystem eingeführt.<sup>4</sup> Die Geometrie der Festungen beruhte auf einer schlüssigen Winkelkonstellation. Die Größenmaße der Flächen hingen von der effektiven Schussdistanz der Musketen, die auf 60 Ruthen festgelegt war, ab.

Die größten Festungen entstanden, wenn die Defensionslinien, die Distanzen zwischen den Flanken und den gegenüberliegenden Bollwerkspitzen maximal 60 Ruthen betragen. Diese Fortifikationen wurden als Groß-Royale bezeichnet (Abb. 3). Bei Klein-Royalen Festungen maßen die Abstände zwischen zwei Bollwerkspitzen 60 Ruthen. Alle Möglichkeiten zwischen diesem fortifikatorisch größtmöglichen und dem kleinsten Flächenmaß galten als Mittel-Royale.

Entgegen unserer Vorstellung groß = mächtig war die Groß-Royal-Fortifikation nicht die stärkste. Mit dieser Proportion ließen sich große Plätze mit großen Bollwerken umfassen. Dagegen brauchte das Klein-Royal für die gleiche Platzgröße deutlich mehr Bollwerke. Klein-Royale besaßen daher mehr Flanken und Geschützstellungen. Aufgrund der kürzeren Defensionslinien beherrschten die Musketenschüsse ein größeres Feld vor der Festung. Klein-Royale galten daher als stärker. Durch die hohe

Bollwerkszahl waren Klein-Royale erheblich teurer. Festungen wurden daher selten komplett im Klein-Royal befestigt.

Vorteil dieser Proportionslehre war die Möglichkeit Groß-, Mittel- und Klein-Royal-Sektoren nebeneinander zu Irregular-Figuren zu kombinieren. Mit dem Klein-Royal ließen sich beispielsweise gefährdete Bereiche besser abzusichern.

## 5. Barocke Festungen sind nicht immer Bastionärfortifikationen.

Diese Aussage ist mehrfach problematisch:

1. Die Epochenteilung in Renaissance und Barock versagt für den Festungsbau. Der Begriff »barock« bietet eine zeitliche Orientierung aber kein Qualitätskriterium. Daher werden Festungen nach Systemen und Manieren geordnet. Diese Ordnung folgte keiner evolutionären Innovationslinie; parallele Entwicklungen waren vernetzt und entzogen sich aufgrund des internationalen Transfers einer Regionalisierung. »Altitalienisch« oder »neuniederländisch« beinhalten Formprinzipien, weniger zeit- oder landestypische Eigenschaften.

II. Der Begriff Bastionärbefestigung ist ebenfalls als Epochenkriterium ungeeignet. Bastionär sind Festungen, wenn sie getrennte Flanken- und Facenlinien besitzen. Eine andere »barocke« Form war die Tenaillierte Fortifikation (Abb. 5). Bei den Tenailensystemen bestanden die Hauptwälle nur aus gewinkelt zusammengefügt Facenlinien. Beide Prinzipien eigneten sich für zirkulare und quadratische Grundrisse. Im 17. Jahrhundert waren aus dem Kreis entwickelte Polygonalgeometrien die Norm. Bastionierte Anlagen dominierten zwar den Festungsbau, spätestens aber für die Außenwerke (Tenailen, Pfaffenmützen) und Feldschanzen (Sternschanzen) wurden in erheblichem Maße tenaillierte Wälle gebraucht.

III. Wie bereits erwähnt, verloren Bastionen als separate Eckbauwerke an Bedeutung. Die Ingenieure planten vielmehr Sektoren mit zwei Bollwerkshälften. Die Sektoren ließen sich den Regeln gemäß groß oder klein, mit oder ohne Flanken bzw. Kurtinen ausstatten. Wechselte das Konzept von einem Sektor zum nächsten, ergab sich an der Ecke eine irreguläre Bollwerksform.

#### Fazit:

Die Formgebungen neuzeitlicher Festungen werden nicht durch die Geometrien der Bastionen bestimmt. Vielmehr resultieren die Bollwerksformen aus dem jeweiligen System der Flankierung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich mit der Zeit die Methoden wandelten, mit denen die Ingenieure jene Raumkörper aus Grundrissdisposition und Wallprofilaufrissen konzipierten.

Für die Beurteilung von Fortifikationen ergibt sich daraus, dass es nicht ausreicht, Festungen als abgeschlossene Gebilde mit äußeren architektonischen Hüllen zu begreifen. Eine Festungsform wird vielmehr durch den sie umgebenden Luftraum definiert, als Feuerraum potentieller Schussbahnen aber auch als Aktionsraum der Belagerten für verschiedene Form generierende Defensiv- und Offensivmaßnahmen.

Durch die überlieferten Entwurfsmethoden wird zudem deutlich, dass regelmäßige Fortifizierung nicht zwingend zu geometrisch idealen Festungsgrundrissen führte und auch die Bastionärfortifikation eine – wenn auch die bedeutendste – Möglichkeit neben anderen war. Insofern ließe sich der Idealitätsbegriff für den Städtebau von der Fortifikation ausgehend neu bewerten.

Prof. Dr. phil. habil. Stefan Bürger  
Institut für Kunst- und Musikwissenschaft  
Mitglied des George-Bähr-Forums der TU Dresden

#### Anmerkungen:

- [1] Rheinische Ruthe maß ca. 3,76 Meter; andere regionale Ruthenmaße maßen z. T. bis zu 4,5 Meter; Die Angabe 60 bis 70 Ruthen umfasst daher Distanzen zwischen 220 bis max. 280 Meter.
- [2] Tenailen: Wallform mit einfachen, winklig zueinanderstehenden Hauptwalllinien ohne zusätzliche Flanken; in dieser Form auch als separates Außenwerk (wie Hornwerk mit zwei Halbbastionen, nur ohne Flanken) gebraucht.
- [3] Besonders aufschlussreich zur Unüberwindlichkeit von Festungen in der Vorrede von Neubauers Traktat: Neubauer, C.: *Discoursus Et Vera architecturae militaris Praxis ...*, Stargard 1679.
- [4] Freitag, A.: *Architectura Militaris – Nova et aucta oder Neue vermehrte Fortification Von Regular Vestungen, Von Irregular Vestungen vnd Aussenwercken*, Leiden 1631.
- [5] Frühe Tenaillierte Manieren bereits bei Alghisi: Alghisi da Carpi, G.: *Delle fortificationi*, Venedig 1570; umstrittene Anwendung bei Rimpler, da z. B. auf quadratische Fortifikationsgrundrisse übertragen: u. a. Rimpler, G.: *Beständiges Fundament zu Forticiren und Defendiren ...*, Frankfurt/Main 1674.