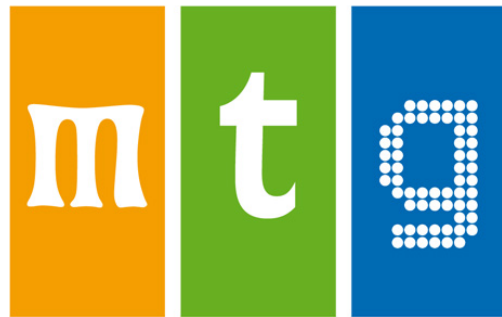




Maria-Theresia-Gymnasium München

Oberstufenjahrgang 2013/2015

W-Seminar: *Technik der Antike* (Latein)

Seminararbeit

Akustik als architektonischer Faktor

Verfasser:	Jacob Schwaiger
Kursleiter:	Dr. Andreas Waschbüsch, LAv
Bewertung:	... Punkte

Unterschrift des Kursleiters:

4. November 2014

Vorwort

Die Antike mit ihren Menschen und deren Erkenntnissen faszinierte mich schon immer. Bekannt ist die unglaubliche Vielfalt an Wissensgebieten dieser Zeit - sowohl die griechische wie die römische Antike sind die Grundlage moderner, westlicher Zivilisation. Vor allem die antike Rhetorik beeindruckte mich enorm. Die sprachliche Raffinesse, mit der zum Beispiel Cicero seine politischen Gegner auseinandernahm, ist auch im Vergleich zu moderner Sprechkunst bemerkenswert. Als ich über öffentliche Reden im rechtlichem Kontext hörte, fragte ich mich nach dem Austragungsort und seinen Ausmaßen. Schließlich ist trotz aller technischen Errungenschaften dieser Zeit bekannt, dass die Elektrizität noch unentdeckt war und damit Mikrofone noch nicht erfunden worden waren. In Büchern las ich über gewaltige Maße antiker Plätze in Städten der Römer. Daraufhin stand der Entschluss fest, meine Seminararbeit nach der Grundfrage, wie die Sprechverständlichkeit auf römischen öffentlichen Freiflächen war, aufzulösen. Gab es akustische Mittel zur Verbesserung dieser? Wie stand es generell um das akustische Wissen in der Antike. Hatte die Akustik einen Einfluss auf die damalige Architektur?

Doch nicht nur auf öffentlichen freien Plätzen wurde gesprochen. Auch in römischen Theatern war eine gute Akustik von größter Wichtigkeit, um den Zuschauern ein gelungenes Schauspiel bieten zu können. Wie stand es um die Sprachverständlichkeit in diesen öffentlichen Einrichtungen? Gab es Parallelen zu den Plätzen in Bezug auf akustische Vorkehrungen?

Um die gestellten Fragen zu klären, wird die folgende Untersuchung Literatur über die Beschaffenheit von antiken, römischen Theatern und Plätzen analysieren und auf deren Grundlage versuchen, das Wissen der römischen Baumeister über Akustik zu ermitteln, den Einfluss derselben auf die damalige Architektur zu zeigen und die Sprachverständlichkeit auf antiken römischen Plätzen zu beschreiben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Akustische Grundregeln	2
2.1. Schallwellen	3
2.2. Theoretische Bestimmung der Akustik eines Raumes	3
3. Aufbau und Beschaffenheit römischer Theater	6
3.1. Allgemeiner Aufbau eines römischen Theaters	6
3.2. Der sich konstant ausbreitende Klang	9
3.3. Weitere Vorrichtungen zur Verbesserung der Akustik in römischen Theatern	10
4. Aufbau und Beschaffenheit römischer Plätze	11
4.1. Allgemeiner Aufbau römischer Plätze	11
4.2. Historische Entwicklung des <i>Forum Romanum</i>	13
4.2.1. <i>Cloaca maxima</i>	15
4.2.2. <i>Comitium</i>	16
4.2.3. Beschaffenheit der freien Forumsfläche	17
4.2.3.1. Säulen und ihre akustische Wirkung	18
4.2.4. <i>Rostra Augusti</i>	18
5. Klärung der Problemfrage	21
5.1. Ungefähre Ausmaße des <i>Forum Romanum</i>	21
5.2. Akustische Analyse der Comitiumsfläche	21
5.3. Akustische Analyse des offenen Platzes	23
5.4. Akustische Analyse des Umfelds der <i>Rostra Augusti</i>	25
5.5. Fazit	26

A. Interview mit Akustiker Alexander Pfeiffer	28
Abbildungsverzeichnis	29
Literaturverzeichnis	30
Erklärung	32

1. Einleitung

Die Akustik als architektonischer Faktor in der römischen Antike ist ein Thema, das bisher relativ unerforscht ist. Durchaus beschäftigte man sich mit der antiken Architektur, doch war der Fokus nicht primär auf den Einfluss der Akustik auf die Architektur gelegt, sondern vielmehr der Ästhetik, sowie der Stabilität und deren Ermöglichung gewidmet. Wie im Vorwort erwähnt, steht die Frage, wie ein Redner auf den damaligen *Fora*¹ von einer großen Zahl an Zuschauern verstanden werden konnte, im Zentrum der Untersuchung. Dabei wird stark darauf geachtet, ob damalige Baumeister die Akustik in ihre Planungen miteinfließen ließen. Außerdem werden vergleichend akustische Vorkehrungen in römischen Theatern erläutert.

Die Geschichte des antiken Reiches der Römer teilt sich grob in zwei Abschnitte, die römische Republik, in der ein Senat die Geschicke des Reiches durch Zusammenarbeit von mehreren Männern, die verschiedene Ämter innehatten, lenkte, und in die römische Kaiserzeit. Zu Zeiten der Republik war es von enormer Wichtigkeit, sich als Politiker den Beistand des Volkes zu sichern, weswegen man durch öffentliche Auftritte die Gunst der römischen Bürger zu erlangen suchte. Außerdem wurden Reden in rechtlichem Kontext gehalten. Beides geschah ebenfalls auf den weitläufigen Marktplätzen der Städte. Zur Kaiserzeit änderte sich dies, da der Kaiser als Staatsoberhaupt die alleinige Macht innehatte und die Notwendigkeit öffentlicher Reden vermindert wurde. Da die Zeit Caesars, die als eine Art Übergang zwischen den beiden Ären zu verstehen ist, ebenfalls in Betracht gezogen werden muss, erstreckt sich der zu behandelnde Zeitraum vom zweitem Jahrhundert vor Christus, da ab ungefähr diesem Zeitpunkt Veränderungen auf wichtigen römischen Plätzen zu beobachten sind, bis zum Jahre 44 vor Christus.

¹ lat.: Forum: der Platz, Marktplatz.

2. Akustische Grundregeln

Um akustische Merkmale öffentlicher römischer Einrichtungen der Antike untersuchen zu können, müssen zuerst einige grundlegende akustische Regeln beschrieben werden. Die folgenden Fragen sollen zu wichtigen akustischen Regeln hinführen, um deren Verständlichkeit zu begünstigen.

Was ist Akustik überhaupt?

- Akustik ist die Wissenschaft über das Verhalten von Tönen in einem Raum und die Analyse der daraus entstehenden Sprachverständlichkeit.

Was genau sind Töne?

- Töne sind Schallwellen. Sie können von unterschiedlichen Klangmedien erzeugt werden, wobei sich diese Arbeit auf einen oder mehrere Sprecher konzentriert.

In welchem Verhältnis stehen Raum und Akustik zueinander?

- Die Sprachverständlichkeit in einem Raum hängt von ihm selbst ab. Bevor die Akustik eines Raumes analysiert werden kann, ist es notwendig, den Raum selbst eingehend zu untersuchen. Hierzu kann man sich die folgenden Fragen stellen:
 - Wie groß ist der Raum?
 - Ist er überdacht oder ist es eine offene Fläche?
 - Wodurch wird der Raum eingeschränkt?
 - Wie können sich Zuhörer in dem Raum versammeln?

2.1. Schallwellen

Schallwellen sind schwingende Medien. Diese Medien können Luft, Wasser und auch feste Gegenstände sein. Uns werden Schallwellen durch die Luft ans Ohr gebracht. Sie können unterschiedliche Frequenzen haben. Als Frequenz wird die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde bezeichnet. Hörbare Frequenzen liegen zwischen 16 Hz und 16 kHz (1 kHz=1000 Hz).

Schallwellen haben unterschiedliche Wellenlängen, je nachdem wie laut sie sind. Eine Schallwelle der Frequenz 16 Hz hat eine Wellenlänge von 21,2 Metern, während eine Schallwelle der Frequenz 20000 Hz eine Wellenlänge von 0,017 Metern besitzt. Außerdem breiten sie sich kreisförmig um die Schallquelle aus, wobei ihre Frequenz mit wachsender Entfernung ab- und ihre Wellenlänge zunimmt.²

2.2. Theoretische Bestimmung der Akustik eines Raumes

Die theoretische Sprachverständlichkeit eines Raumes ergibt sich aus drei Parametern: dem Sprecher, dem Raum und den Bedingungen der Zuhörenden. Die drei Einflussfaktoren verhalten sich reziprok zueinander. Dies zeigt Abbildung 2.1³ auf der nächsten Seite, in der von einer zentralen Position des Sprechers ausgegangen wird. Die genaue Entfernung zwischen den Schallfeldern ist unbekannt, da sie von der Beschaffenheit des zu analysierenden Raumes abhängt.

Schallwellen verlieren ihre Schallintensität proportional zur wachsenden Entfernung zum Redner. Pro Entfernungsverdopplung nimmt der Schallpegel um 6 dB ab. Gehindert wird diese Ausbreitung durch Barrieren, wie Wände. Deshalb grenzt man zwischen direkten, freien und diffusen Schallfeldern ab, in denen sich Zuhörer befinden können. In überdachten und von Möbeln oder Wänden eingeschränkten Räumen herrscht immer ein direktes Schallfeld, da der Hörer nahe beim Sprecher stehen muss, um ungestörte Schallwellen empfangen zu können.

² [ARD.ZDF medienakademie 2008, S. 1-10].

³ Skizze von Jacob Schwaiger.

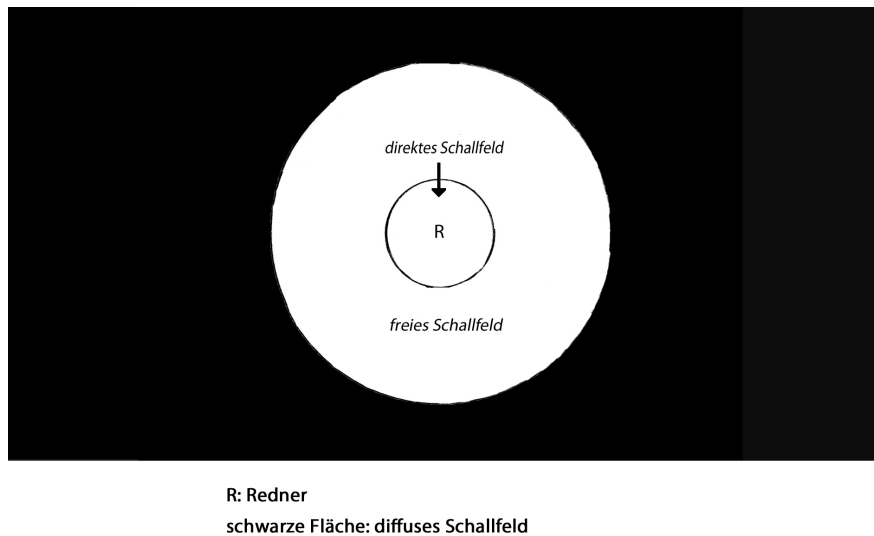


Abbildung 2.1.: *Skizze eines Schallmodells.*

Auf offenen Flächen dagegen muss man zwischen freien und diffusen Schallfeldern differenzieren. In freien Schallfeldern breiten sich Töne ungestört aus, da die Fläche vollkommen frei von Barrieren ist. In diffusen Schallfeldern dagegen ist dies nicht der Fall, weswegen Schallwellen durch zwei Faktoren beeinflusst werden können:

- Eine Reflektion bewirkt eine Änderung der Schallwellenausbreitung. Dabei werden Schallwellen in demselben Winkel von einer ebenen Wand reflektiert, mit dem sie auf diese gestoßen ist. Treffen sie jedoch auf eine rechtwinklige Ecke, so werden sie versetzt in dieselbe Richtung zurückgeworfen.
- Eine Absorption bewirkt eine Schwächung oder sogar Vernichtung von Schallwellen.

Befinden sich Zuhörer im diffusen Schallfeld, werden sie nicht mehr durch die Ursprungsschallwellen erreicht, sondern durch deren Reflektionen von Barrieren, da der reflektierte Schall mit wachsender Entfernung zum Redner im Verhältnis zunimmt. Dadurch kommt es zu einer Abweichung der 6 dB Pegelabnahme pro Abstandsverdopplung. Um die Sprachverständlichkeit im diffusen Schallfeld einschätzen zu können, müssen die Reflektions- und Absorptionswerte der den Raum umgebenden Materialien angegeben werden. Diese entscheiden über die

Nachhallzeit eines Raumes. Reflektieren die Materialien viel Schall, so hallt es länger nach, absorbieren sie dagegen mehr, so hallt es kürzer nach. Ist die Nachhallzeit auf Plätzen oder in Räumen lang, bedeutet das häufig eine schlechtere Verständlichkeit der gesprochenen Worte, da der Hörer momentane ursprüngliche und frühere reflektierte Schallwellen gleichzeitig empfängt.⁴ In überdachten Räumen ist das immer ein Indiz für eine schlechte Akustik, da jeder Zuhörer die Ursprungsschallwellen auf Grund seiner geringen Entfernung zum Redner empfangen könnte. Auf freien Plätzen dagegen können kontrolliert reflektierte Schallwellen positiv wirken, da Zuhörer, die aufgrund ihrer Entfernung zum Redner keine Ursprungswellen empfangen, durch reflektierte Schallwellen dennoch etwas verstehen können. Um von kontrollierten Reflektionen sprechen zu können, müssen alle Reflektionen, die hervorgerufen wurden, gleichzeitig bei einem Hörer ankommen. Ist dies nicht der Fall, entsteht ein störendes Echo, das viele unterschiedliche Reflektionen übermittelt.⁵

Die Lautstärke und die Verständlichkeit einer Schallwelle werden als Schalldruckpegel bezeichnet. Er wird in der Einheit Dezibel (dB) angegeben. Die menschliche Stimme kann eine maximale Lautstärke von ca. 100 dB hervorrufen. Die Hörschwelle liegt bei ca. 0 dB. Man kann den Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Entfernung (r) mit der folgenden Formel bestimmen:

$$L_p = L_w - 20 \log[10x(r)] - X$$

X gibt dabei an, ob der Redner

- in einer komplett uneingeschränkten Freifläche, $X=11$
- in einer zu den Seiten eingeschränkten Fläche, $X=8$
- oder in einer komplett eingeschränkten Fläche, $X=5$

steht. Absorption und Reflektion einer Fläche werden in der Formel nicht berücksichtigt. Deshalb müssen beide Faktoren bei der akustischen Analyse eines Raumes eingehend beschrieben und ihre Auswirkungen genannt werden.⁶

⁴ [Durach (www)].

⁵ [Springer 2007, S.278-279].

⁶ Interview mit dem Akustiker Alexander Pfeiffer, siehe Anhang A.

3. Aufbau und Beschaffenheit römischer Theater

Vitruvs⁷ Werk waren beträchtlich viele unterschiedliche Bauweisen der antiken Theaterbauten als Vorbilder gegeben, welche teils fahrende Holzbühnen oder eigenwillig gestaltete, provisorisch errichtete Theaterbauten, sowie prächtige Monumentalbauten⁸ waren. Er schaffte es, trotz der gravierenden Unterschiede Gemeinsamkeiten zu finden und ein allgemeines Planschema eines antiken Theaters zu erstellen. Anhand dieses allgemeinen Aufbaus, der im Folgenden erläutert wird, kann die Akustik der damaligen Theater untersucht werden.

3.1. Allgemeiner Aufbau eines römischen Theaters

In Abbildung 3.1⁹ auf der folgenden Seite ist zu erkennen, dass die Grundform eines antiken römischen Theaters ein Halbkreis war. Vor der Bühne erhoben sich, in einem an die Maße der Baufläche angepasstem Abstand zu dieser, auf den Grundmauern des Fundaments an Höhe zunehmende stufenförmige Sitztribünen, die aus Marmor oder Hausstein¹⁰ gefertigt waren. Diese Tribünen wurden durch horizontal sowie vertikal verlaufende Gänge geteilt. Außerdem weiteten sich die

⁷ Markus Vitruvius Pollio war ein antiker römischer Architekt. Er lebte von ungefähr 80 v. Chr. bis 15 v. Chr. Sein Werk *de architectura*, Zehn Bücher über Architektur, gibt uns ein gutes Bild der damaligen Architektur.

⁸ Ein in seiner Bauweise gewaltiges, beeindruckendes Gebäude, erbaut um Prunk nach außen hin zu zeigen.

⁹ Alle Skizzen im Kapitel 3.1 wurden von Jacob Schwaiger erstellt.

¹⁰ Ein Synonym für Sandstein, ein Gestein mit einem Anteil von mindestens 50 Prozent Sand, der typischerweise für den Hausbau verwendet wurde.

3.1 Allgemeiner Aufbau eines römischen Theaters

Sitzreihen mit zunehmender Höhe. Dadurch entstand von oben betrachtet das Bild eines halben Trichters.

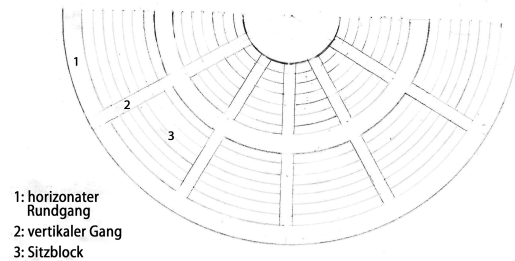


Abbildung 3.1.: *Skizze eines antiken Theater von oben*

Die Stufen mussten laut Vitruv eine solch konstante Differenz in der Höhe haben, dass ein von der obersten bis zur untersten Stufe gespannter Faden jede der oberen Kanten berühren konnte: im weiteren als die *Fadenregel* bezeichnet. Nun stellt sich die Frage, wie sich die Rundgänge von den Stufenblöcken unterschieden. Nach Vitruv waren die Breite und Höhe der horizontalen Gänge exakt gleich. In Abbildung 3.2 wird diese *Fadenregel* unter der im letzten Satz beschriebenen Bedingung getestet.

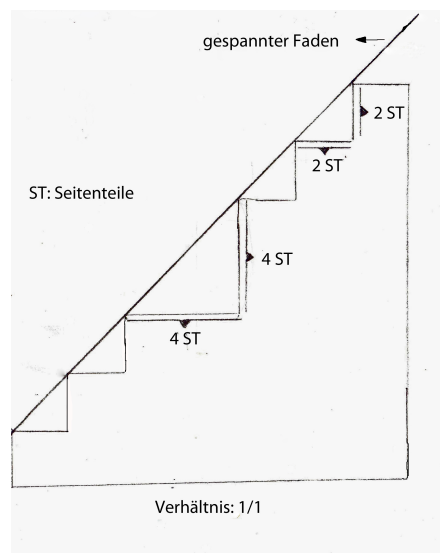


Abbildung 3.2.: *Erstes Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke.*

3.1 Allgemeiner Aufbau eines römischen Theaters

Das Verhältnis zwischen Höhe und Breite wäre also bei Sitzstufen und Rundgängen identisch gewesen. Diese Aussage ist so aber in *de architectura* nicht nachzulesen, weshalb im Folgenden zwei weitere mögliche Modelle gezeigt werden.

- Die Breite der Stufen ist größer als die Höhe, also muss dasselbe auch auf die Rundgänge zutreffen.

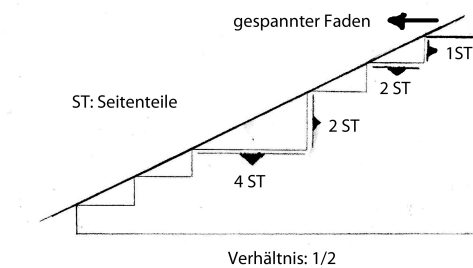


Abbildung 3.3.: *Zweites Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke.*

- Die Höhe der Stufen ist größer als die Breite, also muss dasselbe wiederum auch für die Rundgänge zutreffen.

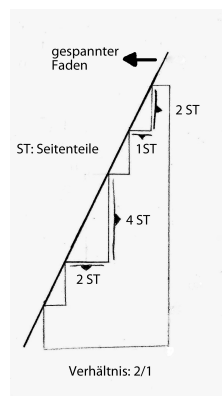


Abbildung 3.4.: *Drittes Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke.*

Jedes dieser Modelle würde, wie im nächsten Kapitel deutlich wird, die Akustik in antiken Theatern begünstigen, weshalb es nebensächlich ist, welches davon in

antiken Theatern tatsächlich angewandt wurde. Im nächsten Kapitel wird genauer auf die Notwendigkeit von Vitruvs *Fadenregel* eingegangen.¹¹

3.2. Der sich konstant ausbreitende Klang

Durch die Form eines halben Trichters wurde einerseits die uneingeschränkte Sicht eines jeden Zuschauers im Theater gewährleistet, andererseits ermöglichte sie auch eine bessere Akustik. Der Klang der Stimmen, die Bedeutung des von den Schauspielern zum Besten gegebenen Textes, konnte zu jedem Zuschauer gelangen. Dafür sorgte die konstante Steigung der Sitztribünen.

Laut Vitruv breitet sich ein Ton vom Ursprung kreisförmig aus. Zur besseren Vorstellung kann man sich das Bild einer durch einen Stein in Unruhe versetzten Wasseroberfläche zur Hilfe nehmen. Um den Einschlagspunkt bilden sich kreisförmige Wellen, die sich, hätten sie eine uneingeschränkte Energiezufuhr, endlos ausbreiten würden. Stoßen diese Wellen jedoch auf eine feste Barriere, verhindern sie zurückwogend die gleichmäßige Ausbreitung der hinteren Wogen. So geschieht es auch mit Tönen, treffen diese auf festen Widerstand. Zur Überprüfung der konstanten Steigung der Sitztribünen, spannte man einen Faden vom unteren bis zum oberen Ende der Tribünen. Berührte er jede Lehne an der oberen Kante, so konnte man sich einer relativ ungestörten Ausbreitung der Töne sicher sein.¹²

Vitruv beschreibt damit das Prinzip von reflektierten Schallwellen. Heute wissen wir, wie die Schallwellen aufeinander wirken würden. Sie würden sich bei einem Aufeinandertreffen entweder gegenseitig verstärken oder aufheben. Durch den zweiten Punkt wird die Annahme Vitruvs teilweise bestätigt.

¹¹ [Vitruv 1987, S. 218-222].

¹² Siehe: e.d.b.

3.3. Weitere Vorrichtungen zur Verbesserung der Akustik in römischen Theatern

Vitruv berichtet in seinem Werk *de architectura* über eine weitere Technik, die in römischen Theatern zur Verbesserung der Akustik verwendet wurde. Man ließ unter den Tribünen Aushöhlungen frei, die der Größe des restlichen Theaters angepasst werden sollten. Diese sollten in kleineren Theatern auf der Höhe des mittleren horizontalen Rundganges sein. Fiel das Theater größer aus, zerteilte man es in drei Abschnitte, die durch jeweils einen horizontalen Gang getrennt waren. Unter diesen legte man wiederum die oben erwähnten Aushöhlungen an. In der zur Bühne gerichteten Wand der Hohlräume sollte man eine Öffnung von 60 Zentimeter Länge und 15 Zentimeter Höhe lassen. In die Räume legte man mit der Öffnung zur Bühne zeigende Gefäße aus Erz, die auf kleine Holzkeile von 15 Quadratzentimetern zu stellen waren. Zwischen den Wänden der Hohlräume und den Gefäßen ließ man Platz, sodass sie sich nicht berührten. Sie waren so bearbeitet, dass sie, wenn man sie anstieß, einen Ton der Tonleiter erklingen ließen. Anschließend wurden die Gefäße in ihrer Anordnung der Tonleiter entsprechend in die Aushöhlungen gelegt. Dadurch wurden Störgeräusche und Echos absorbiert.¹³

Fazit

Durch die genannten Methoden zur Verbesserung der Akustik in Theatern wird akustisches Wissen der römischen Baumeister deutlich. Die Grundform der Gebäude entstand nicht aus dem reinen Wunsch nach Ästhetik, sondern auch durch das Streben nach Nutzen. Zum einen wollte man die Sicht der Zuschauer verbessern, zum anderen flossen auch Überlegungen über eine möglichst gute Verständlichkeit der gesprochenen Worte mit ein. Außerdem sind Vitruvs genaue Beschreibungen über die Beschaffenheit der Absorptionsgefäße und sein Wissen über musikalische Gesetze in Bezug auf die richtige Anbringung und Bearbeitung der Gefäße ein Indiz für den Einfluss der Akustik auf die damalige Architektur.

¹³ [Vitruv 1987, S. 229-233].

4. Aufbau und Beschaffenheit römischer Plätze

Mit der Ausdehnung des römischen Reiches standen immer mehr Völker von unterschiedlicher Kultur unter dem Befehl der Römer. Diese Kulturen wurden von den Römern jedoch nicht unterdrückt oder der ihren angepasst und vereinheitlicht, sondern akzeptiert und den unterjochten Völkerschaften gelassen. Trotzdem wurde Latein zur Einheitssprache, römische Straßen fanden sich allerorts und auch die Städte in den Provinzen wurden durch Bauten römischen Stils ergänzt. In jeder Stadt gab eine Kapitolinische Trias¹⁴. Vor dieser erstreckte sich in den meisten Städten das *Forum*. Zusammen bildeten sie das Zentrum der Städte.¹⁵

4.1. Allgemeiner Aufbau römischer Plätze

Die Akustik eines Ortes richtet sich nach dessen Gegebenheiten. Ein Platz ohne Einschränkung, eine ebene Ebene mit keinem erkennbaren Ende zu allen Seiten, auf solch einem würde sich ein Ton ausbreiten, ohne auf eine feste Barriere zu stoßen, durch die er eine Richtungsänderung gewiesen bekäme. Bestimmte Bauweisen verbessern die Akustik eines Platzes, andere verschlechtern sie. Aus diesem Grund muss die allgemeine Beschaffenheit römischer Plätze beschrieben

¹⁴ Ursprünglich drei nebeneinander auf dem Kapitol erbaute Tempel in Rom, die je einer der Gottheiten Juno (Hera), Jupiter (Zeus) oder Minerva (Athene) geweiht waren. Die Anordnung der Tempel entspricht der Aufzählung ihrer Namen. In den Provinzstädten wurde oftmals nur ein einheitlicher Tempel für alle drei Gottheiten errichtet.

¹⁵ Rom stellt in dieser Hinsicht eine Ausnahme dar, denn das Kapitol erhob sich nicht direkt vor dem Forum Romanum, sondern auf dem *mons capitolinus* von dem die *Trias* ihren Namen hat. Vom Marktplatz führt die *Via Sacra* auf den Hügel hinauf.

werden.

In der Grafik 4.1¹⁶ ist ein Planschema eines antiken Platzes zu sehen. Auf einer länglichen Fläche, deren Seiten im Verhältnis von drei zu zwei Seitenteilen standen, die an die Bevölkerungszahl der Siedlung angepasst wurden, sodass der Markplatz nie als zu voll, aber genauso wenig als zu leer erscheinen konnte, erhoben sich zu den beiden längeren Seiten Basiliken, vor denen jeweils ein *Porticus*¹⁷ stand, der Raum für Wechselbuden¹⁸ und Schauläden bot. Über den Portiken im zweiten Stockwerk waren Logen zu sehen, die das Zuschauen bei Veranstaltungen verbessern sollten. Diese umgaben wiederum Säulen, die jedoch um ein Viertel niedriger als die unteren waren.

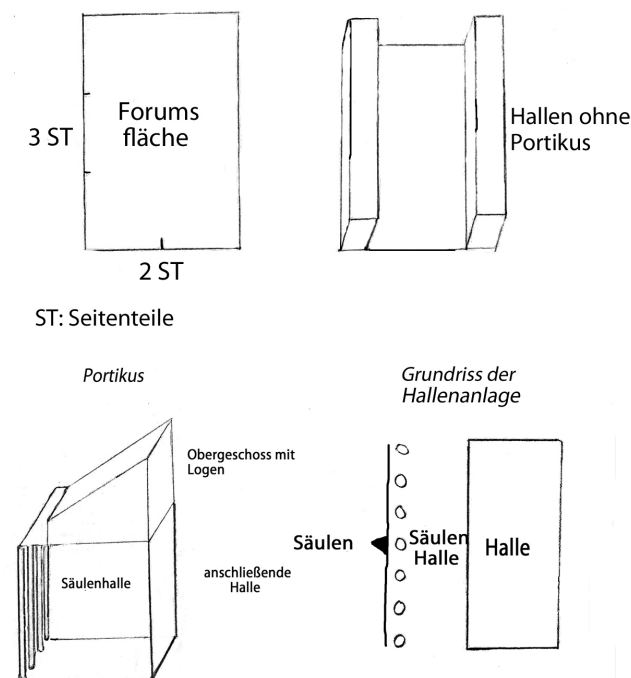


Abbildung 4.1.: *Skizziertes Planschema eines allgemeinen Aufbaus des antikes Platzes.*

Oft wurde am Anschluss an die *Fora* erneut eine Basilika errichtet, vor deren

¹⁶ Skizze von Jacob Schwaiger.

¹⁷ Lat.: *Porticus*, eine Art überdachter Vorplatz, zu beiden Seiten von Säulenreihen flankiert.

¹⁸ Ein Stand, an dem Händler Zahlungsmittel wechseln können.

Eingang häufig als Alternative zu den Portiken eine *Chalcidice*¹⁹ erbaut war. In anderen Fällen stand an Stelle dieser Halle ein Tempel. Am parallelen Ende des Platzes stand in den meisten römischen Städten die Kapitolinische Trias.²⁰

Die *Fora* waren also von allen Seiten eingeschlossene Ebenen, wenn man von den hinführenden Straßen absieht. Dies bedeutet deswegen einen Vorteil für Redner, da die Wände verstärkend auf die Stimme einwirken konnten. Außerdem waren die Ebenen relativ gut vor Wind geschützt, der die Stimmlaute verstreuen hätte können. Es waren also durchaus gute Grundbedingungen gegeben. Dennoch stellen sich folgende Fragen:

- Von welcher Beschaffenheit waren die eingrenzenden Gebäude?
- Was für einen Effekt haben die vielen Säulen auf die Akustik?
- Welchen Platz wählten die römischen Redner und gab es historische Veränderungen?
- Von welcher Beschaffenheit waren die Tribünen der Redner?

4.2. Historische Entwicklung des Forum Romanum

Um die Frage nach der Verständlichkeit gesprochener Worte auf römischen Plätzen vertiefen zu können, muss sich der Fokus auf ein konkretes Beispiel legen, an dem Detailfragen geklärt werden können. Dazu bietet sich das *Forum* in Rom an, da sich dort das Zentrum der Macht des römischen Reiches befand. Hierzu wird die Entwicklung zwischen den Jahren von circa 200 bis 44 vor Christus untersucht. Diese Zeitspanne reicht von der römischen Spätrepublik bis hin zum Tod Caesars.

Zwischen dem ersten und dem zweiten Jahrhundert ist eine Wandlung des *Forum Romanum* zu beobachten, die den zuvor eher bescheidenen Marktplatz in einen prunkvollen, repräsentativen Versammlungsort verwandelte. Dafür sorgte die konstante Ausweitung des Reiches und das damit einherschreitende Versagen

¹⁹ lat.: *Chalcidice*. Nach Vitruv eine Art von Säulen umgebene Vorhalle mit oberer Terasse, die größeren antiken Gebäuden als Versammlungsplatz für Passanten diente.

²⁰ [Vitruv 1987, S. 209-216].

des Platzes, die Erwartungen eines öffentlich-politischen Zentrums zu erfüllen.

Das *Forum* des zweiten Jahrhunderts vor Christus war noch durch die *Cloaca maxima*²¹ in eine westliche und eine östliche Seite geteilt. Die westliche Hälfte bildete mit dem *Comitium*²² und der *Curia*²³ das politische Zentrum der Stadt, während der Osten des Platzes mit der *Regia*²⁴, dem Vestatempel²⁵ und dem Dioskurentempel²⁶ sakral ausgerichtet war. Eine der wichtigsten Veränderungen war die Überdachung der *Cloaca maxima*, wodurch ein zusammenhängender Platz nun das Zentrum der Stadt bildete. Außerdem änderte sich der Baustil. Die meisten bisherigen Gebäude auf dem Marktplatz und im Rest Roms waren im *archaischen* Stil gehalten, also einfach und auf den Nutzen fokussiert. Die neuen Bauten sollten repräsentativ sein und wurden dem *Hellenismus* nachempfunden. Besonders beliebt waren *Basilicae*. Diese waren von schwindelnder Höhe und wurden von verzierten Säulen getragen.²⁷

Die Arbeit orientiert sich stets an der Abhängigkeit zwischen Akustik und Architektur. Deshalb werden im Folgenden nur die architektonischen Veränderungen beschrieben, welche Auswirkungen auf die Akustik des Platzes nach sich zogen.

²¹ Besteht aus den beiden lateinischen Wörtern *cluere*, reinigen, und *maxima*, die größte. Daraus ergibt sich der größte Abwasserkanal. Sie war Teil des Kanalsystems in Rom. Der Marktplatz oder eher dessen künftige Fläche, die in dem Tal zwischen den Hügeln Kapitol, Palatin und Esquilin lag, wurde vor der Anlage des Kanals zwischen dem siebten und dem sechsten Jahrhundert vor Christus häufig durch den Tiber überschwemmt. Das belegen archäologische Spuren eines immer wieder neu stabilisierten Bodens. Man hob den von Norden nach Süden verlaufenden Kanal aus, um das Wasser aus den Talsenken ableiten zu können. [Coarelli 2000, S. 55-57].

²² Lat.: *comitium*, Versammlungsort. Es war in Rom der übliche Ort für gesetzgebende Volksversammlungen.

²³ Lat.: *curia*, Senatsgebäude.

²⁴ vom lat. Wort *rex*, König. Dies war ursprünglich die Residenz der römischen Könige und diente ab dem Beginn der Republik als Versammlungsort der *pontifices*, lat.: pontifex, Priester.

²⁵ Heiligtum der römischen Göttin *Vesta*, der Hüterin über das heilige Feuer, das in dem Tempel brannte.

²⁶ Heiligtum, das den beiden *Dioskuren*, griech. *Dios kouroi*, Söhne des Zeus, *Castor* und *Pollux* geweiht war.

²⁷ Muth: *Druckversion: Forum Romanum in der späten Republik II: um 100 v. Chr.* und *Forum Romanum in der späten Republik I: um 200 v. Chr.*

4.2.1. Cloaca maxima

Gut zu sehen ist auf der Grafik 4.2 die Trennung des Platzes. Beide Platzareale hatten, wie schon beschrieben, wichtige Funktionen inne. Mit der Ausweitung des Reiches wuchs neben dem Einfluss der Römer auch die Einwohnerzahl der Städte, insbesondere in Rom selbst. Das wirkte sich auf die Nutzbarkeit der Platzhälften aus. Man beschloss, die beiden Platzsegmente miteinander zu verbinden und überdachte die *Cloaca maxima*.²⁸



Abbildung 4.2.: Draufsicht auf den durch den Kanal getrennten Platz um das zweite Jahrhundert vor Christus. ©:digitales-forum-romanum.

In der Abbildung 4.3 auf der nächsten Seite wird der Marktplatz vereinigt dargestellt. Außerdem sind einige Umbauten der Hallen an Nord und Südseite zu erkennen. Zwar hatte dies keine aktiven Folgen für die Akustik auf dem Platz selbst, doch die Vereinigung der beiden Platzareale wirkte als Startschuss für weitere Umbauten, die sich sehr wohl auf diese auswirkten.

²⁸ Muth: *Druckversion: Forum Romanum in der späten Republik II: um 100 v. Chr.*



Abbildung 4.3.: Draufsicht auf den vereinten Platz zwischen 200 und 100 v. Chr.
©:digitales-forum-romanum.

4.2.2. Comitium

Das *Comitium* bildete zusammen mit der *Curia* und der weiter in den Süden gerückten *Rostra*²⁹ das politische Zentrum Roms. Es war ursprünglich ein eigener Platz neben dem *Forum*. Während der Senat in der *Curia* nur geschlossene Versammlungen abhielt, fanden auf dem *Comitium* öffentliche Volksversammlungen statt. Man traf sich auf einer kreisrunden Fläche zwischen der *Curia* und der Rednertribüne.³⁰

In der Abbildung 4.4 auf der folgenden Seite sieht man in der südwestlichen Ecke des Platzes den Saturntempel neben dem an der Westseite der Concordiatempel steht. Weiter im Nordwesten erheben sich erst die *Curia* und neben ihr etwas nach vorne gesetzt das *Comitium*, vor dem die *Rostra* zu sehen ist. Außerdem kann man einen Teil der damals noch nicht überdachten *Cloaca maxima* an der nordöstlichen Ecke sehen. Es ist also der politische Teil des *Forum Romanum* vor der Vereinigung der Platzareale abgebildet. Gut zu sehen ist auch der Platz zwischen der Rednertribüne und dem *Comitium*.

²⁹ Lat.: *Rostra*, Rammsporn, Schnabel. Dies war die Bezeichnung für römische Rednertribünen, da der Consul C. Maenius 338 vor Christus Rammsporne einer erbeuteten Flotte als Zeichen des Triumphes an die damaligen Tribüne anbringen ließ. *Rostra* steht, da es mehrere zusammengesetzte Teile waren, immer im Plural. [Coarelli 2000, S. 69-70].

³⁰ [Freyberger 2009, S. 27-30].

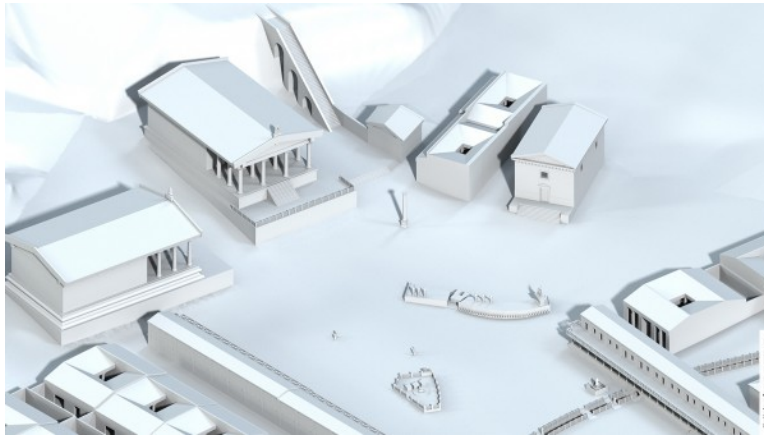


Abbildung 4.4.: Draufsicht auf das Comitium um 200 vor Christus von Südosten.
©:digitales-forum-romanum.

Doch dieser Platz wurde mit dem Bevölkerungszuwachs zu klein, weshalb sich die Redner nach der Überdachung des Kanals und des dadurch hinzugewonnenen Platzes zur freien Forumsfläche hin und vom *Comitium* wegdrehten. Dadurch konnten sie zu einem größerem Publikum sprechen. Das begründete den Beginn des Bedeutungsverlusts des *Comitiums*, der in den folgenden Jahren und Jahrzehnten weiter voranschritt und in der Eingliederung in das *Forum Romanum* und der Versetzung der *Curia* in die Nordseite zur Zeit Caesars gipfelte. In den folgenden Kapiteln werden die sich mit den Jahren verändernden Standpunkte der Rednertribüne beschrieben, ihre Gründe dargelegt und die Akustik anhand der Beschaffenheit der Bühne, sowie die der sie umgebenden Gebäude analysiert. Die Bauweise der *Curia* wird nicht weiter beschrieben, da die in ihr tätigen Politiker ebenfalls die *Rostra* für ihre Reden an das Volk gebrauchten.³¹

4.2.3. Beschaffenheit der freien Forumsfläche

Die Abbildung 4.5 auf der nächsten Seite zeigt die freie Forumsfläche, die vor der *Rostra* des *Comitiums* liegt. An der nördlichen Seite ist die *Basilica Fulvia* errichtet. Ihr gegenüber steht die *Basilica Sempronia*. Die Fläche ist also

³¹ [Coarelli 2000, S. 59].

von zwei Basiliken umgeben, zwischen denen sich die Einwohner während Volksversammlungen, aber auch rechtlichen Reden oder Ankündigungen des Senats versammelten. Den Hallen schließen sich *Portiken* an. Deren Bedeutung für die Akustik wird im Folgenden aufgezeigt.

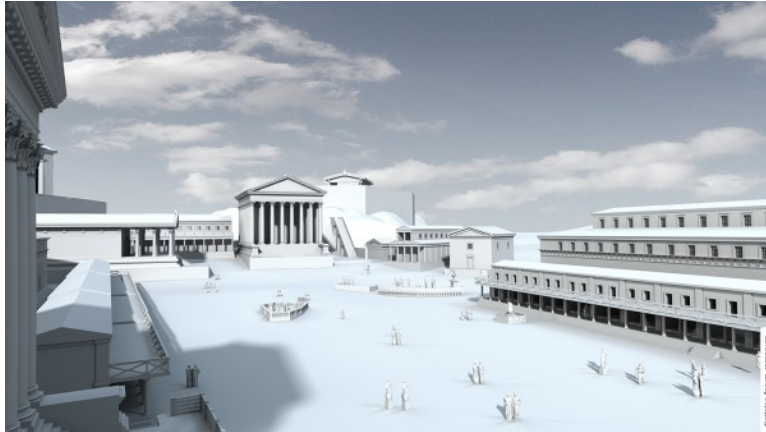


Abbildung 4.5.: *Sicht auf die Rednertribüne von der freien Forumsfläche.*
©:digitales-forum-romanum.

4.2.3.1. Säulen und ihre akustische Wirkung

Im Kapitel über den sich konstant ausbreitenden Klang im Bezug auf römische Theater wird erläutert, wie die Tribünen in ihrer Steigung anzuordnen sind. Sie steigen konstant, um ein Zurückschwingen der Töne, also Hall zu vermeiden. Dieselbe Wirkung haben auch Säulen auf Plätzen, wenn sie in einem variablen Abstand vor einer Wand stehen. Denn wenn ein Ton von der hinter den Säulen liegenden Barriere zurückschwingt, so bilden diese teilweise eine weitere Blockade. Die *Basilcae* reflektierten also einerseits den Schall, verhindern jedoch auch einen störendes Echo auf dem *Forum*.

4.2.4. Rostra Augusti

Die zu bearbeitende Zeit der Untersuchung endet im Jahre 44 vor Christus –bis zum Tod Caesars. Wie kann ein Kapitel dieser Arbeit dann *Rostra Augusti* hei-

ßen? War Augustus ³² nicht der erste Kaiser des römischen Reiches? Wurde die Kaiserzeit nicht in der Einleitung als für diese Arbeit irrelevant eingestuft? Im Jahr 44 vor Christus versetzte Caesar die bisherige Rednertribüne von ihrer eigentlichen Lage vor dem *Comitium* und der *Curia* auf die Westseite des *Forums* vor den Concordiatempel. Dies beantwortet die oben gestellten Fragen, denn die *Rostra Augusti* hieß ursprünglich *Rostra Caesaris*.

Caesar beschloss, die *Rostra* vor dem Gebäude der Volksversammlungen aufzugeben und ihr einen neuen Standort zu geben. Die entstehende Tribüne ähnelte in ihrem Erscheinungsbild dem Original. Sie krümmte sich ebenfalls leicht, besaß am nicht dem freien *Forum* zugewandtem Ende einen Treppenaufgang und auch die Rammsporne verzierten die *Rostra Caesaris*. Daraus ergibt sich die Frage nach dem Grund oder den Gründen für die Versetzung. Zum einen war der in vorigen Kapiteln beschriebene Bedeutungsverlust des einstigen *Comitiums* weitervorgeschritten, denn das komplette Gelände erfuhr eine Umgestaltung³³, und zum anderen ist davon auszugehen, dass es ein majestätisches Bild abgab, eine Rede auf einer *Rostra* vor dem Concordiatempel zu halten. Doch gingen seine Überlegungen weiter? Erhoffte er sich durch ein frontal zum Platz gerichtetes Sprechen eine Verbesserung der Akustik oder war er sich dieser durch eine Versetzung sogar sicher?

Nach dem Tod Caesars baute sein Adoptivsohn Augustus die Rednertribüne um 29 vor Christus noch einmal grundlegend um. Die leicht gebogene Tribüne wurde durch einen rechteckigen Anbau ergänzt. Weiter muss diese *Rostra* nicht beschrieben werden, denn die Gründe für den Umbau waren von ausschließlich politischer und machstruktureller Natur, die aus dem Machtkampf zwischen Augustus, damals noch Oktavianus, und Marc Anton, dem Spender der Tribüne Caesars, entstanden. Als einziger eventueller Einfluss auf die Akustik könnte die Verlagerung der vorderen Kante der Bühne Richtung freier Platzfläche sein.³⁴

³² geb. 63 v.Chr., gest. 14 n. Chr.

³³ Caesar riss das *Comitium* ab und versetzte die *Curia* weiter östlich in die Nordseite hinein.

³⁴ Bartz: *Druckversion: Die Rosta Augusti*.

Fazit

Abschließend soll die Nutzungsentwicklung der *Rostra* betrachtet werden. Während zu Zeiten der Republik wichtige Staatsmänner des Senats, sowie Vertreter des Volkes von der Tribüne ihre Reden für das Volk hielten, taten das zur Kaiserzeit die Alleinherrscher. Die römischen Plebejer ³⁵ sicherten sich während der Republik stetig immer mehr Zugeständnisse von den Patriziern. Man kann nicht von einer Demokratie im heutigen Sinne sprechen, doch eine Kommunikation zwischen den Gesellschaftsschichten war vorhanden. Dafür steht die *Rostra* vor dem Comitium. Das änderte sich zur Kaiserzeit, wobei es schlimmere und bessere Phasen gab, die von der jeweiligen Natur des regierenden Kaisers bestimmt wurden.

Abschließend ist zu sagen, dass die *Rostra Augusti* nicht ansatzweise wie ihre Vorgängerin für einen Meinungsaustausch zwischen relativ Gleichgestellten, sondern für einen Meinungsaußzwang eines Mächtigen auf seine Untertanen steht.

³⁵ Während der Republik gab es Plebejer, das einfache Volk und Patrizier, bedeutende Familien, die meistens auch im Senat vertreten waren.

5. Klärung der Problemfrage

In den bisherigen Kapiteln wurde der Raum beschrieben, dessen Akustik es zu analysieren gilt. Es wurde erläutert, dass es auf dem *Forum Romanum* in der Zeit zwischen den Jahren 200 bis 44 vor Christus drei unterschiedliche Räume gab, in denen Redner sprachen. Die maximale Höchstleistung der männlichen Stimme liegt bei 100 dB. Diesen Wert über eine komplette Rede durchzuhalten, ist jedoch unmöglich, weswegen in den folgenden Analysen von 90 dB ausgegangen wird.

5.1. Ungefähre Ausmaße des Forum Romanum

In dem Werk *Das Forum Romanum und die Via Sacra nebst den umliegenden Monumenten nach den neuesten archäologischen Entdeckungen* wird eine einleuchtende Methode beschrieben, die ungefähren Ausmaße des antiken Platzes herauszufinden. Als Ergebnis stehen eine Breite von ungefähr 470–500 Metern und eine Länge von 705–735 Metern.³⁶ Es handeln sich hierbei um die Maße während der Kaiserzeit und stehen so am Ende der Entwicklung zwischen denen für die Untersuchung als Einschränkung dienenden Jahren. Deshalb werden diese Maße zur Klärung der Problemfrage verwendet.

5.2. Akustische Analyse der Comitiumsfläche

Da sich keine genauen Angaben über die Ausmaße der Fläche des *Comitium* finden ließen, müssen diese geschickt geschätzt werden.

³⁶ [C. Müller und A. Nibby 1824, S. 42].

Das *Comitium* bildete einen kleineren Platz neben dem *Forum*, der ausschließlich für politische Zwecke benutzt wurde. Zur Zeit Caesars wurde die *Curia* in die Nordseite des Marktplatzes versetzt und das *Comitium* in das *Forum Romanum* integriert. Daraus ist zu schließen, dass es nicht von besonders großem Ausmaß war. Schätzungsweise hatte die kreisrunde Fläche einen Durchmesser von 50 Metern. Die *Rostra* stand an der Grenze zum *Forum*, hatte also einen Abstand von ungefähr 50 Metern zu der *Curia* und dem Comitiumsgebäude. Der Flächeninhalt, auf dem sich die Menschen versammeln konnte betrug ca. 2000 m². So kamen ungefähr auf jeden Quadratmeter zwei Zuhörer, womit man bei 4.000 Menschen wäre. Um das Jahr 264 v. Chr. lebten 200.000–300.000 Menschen in Rom, was den aufkommenden Platzmangel auf dieser Fläche erklärt.³⁷ Außerdem ist von einer ungefähr 1m hohen Rednertribüne auszugehen, wodurch der Redner über den Köpfen der Menschen stand. Dies war ein großer Vorteil, da die zuhörenden Menschen so nur schwach auf die Ausbreitung der Schallwellen einwirkten.

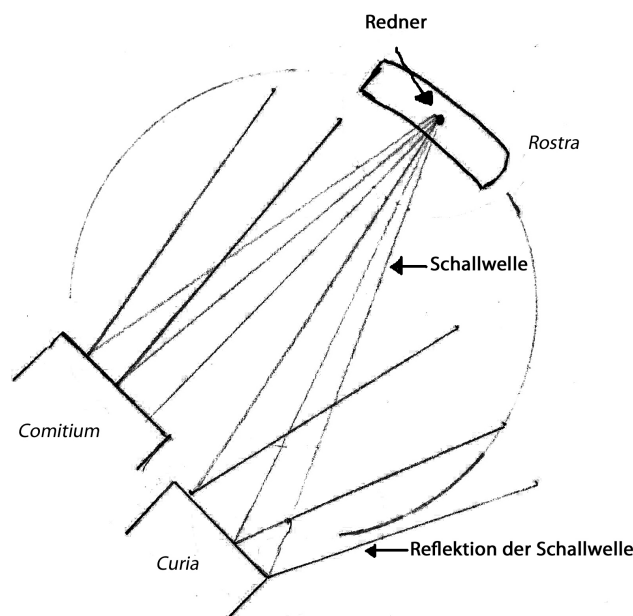


Abbildung 5.1.: Schallmodell der Comitiumsfläche.

³⁷ [Kolb 2002, S. 163].

Auf Abbildung 5.1³⁸ ist die Comitiumsfläche unter Einfluss von Schallwellen zu sehen. Bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Schallwellen die *Curia* und das Comitiumsgebäude berührten, herrschte ein freies Schallfeld. Diese Zeitspanne war aber nur sehr kurz, da sich Schall mit einer Geschwindigkeit von ca. 343m/s fortbewegt. Danach ging das freie Schallfeld in ein diffuses Schallfeld über. Da die Fläche teilweise eingeschränkt war, muss in die im erstem Kapitel genannte Formel für X die Zahl 8 eingesetzt werden. Die Zuhörer in 50 Meter Entfernung zum Redner hörten noch ca. 28 dB von den ursprünglich 90 dB. Diese Lautstärke ist vergleichbar zu einer, die während einem normalem Gespräch herrscht. Die geringen Ausmaße der Fläche begünstigten die Sprachverständlichkeit auf dem Platz.

Als Problem für die Akustik auf dem Platz stellte sich die Lage der *Curia* und des Comitiumsgebäude dar. Diese standen direkt hinter den Zuhörern. Zwar wurden die Schallwellen durch den absorbierenden Stein abgeschwächt, doch der Rest reflektierte zurück nach vorne. Dadurch kam es zu einem störendem Echo, des schon Gehörten.

5.3. Akustische Analyse des offenen Platzes

Keineswegs ist davon auszugehen, dass das komplette *Forum Romanum* ausgenutzt wurde, da es unmöglich gewesen wäre, den Redner über 700 Meter weit zu verstehen. Zwar würden von den 90 dB nach 700m Entfernung noch 5.1 dB ankommen, doch müsste der Platz frei von jeden Nebengeräuschen gewesen sein. Der neu zur Verfügung stehende Platz war nicht nur in der Tiefe größer, sondern er war auch breiter. Dadurch konnten sich die Zuhörer besser verteilen. Man musste sich jedoch nicht viel weiter von dem Redner entfernen als auf der Comitiumsfläche und trotzdem konnten mehr Menschen zuhören. Auszugehen ist von einem Mindestabstand von 150 Metern in Tiefe und Breite. So hätte man sich auf einer Fläche von 22.500m² verteilen können. Der Redner hätte auf der neuen Versammlungsfläche 45.000 Zuhörer gehabt, was ein großer Unterschied zu der Comitiumsfläche gewesen sein musste. Dadurch, dass die Fläche ebenfalls

³⁸ Alle Skizzen in diesem Kapitel wurden von Jacob Schwaiger erstellt.

teilweise eingeschränkt war, muss erneut der Faktor 8 für X eingesetzt werden. Die Bürger in den hintersten Reihen konnten noch um die 18 dB hören. Das sind zwar 10 dB weniger als auf der Comitiumsfläche, aber immer noch im hörbarem Bereich.

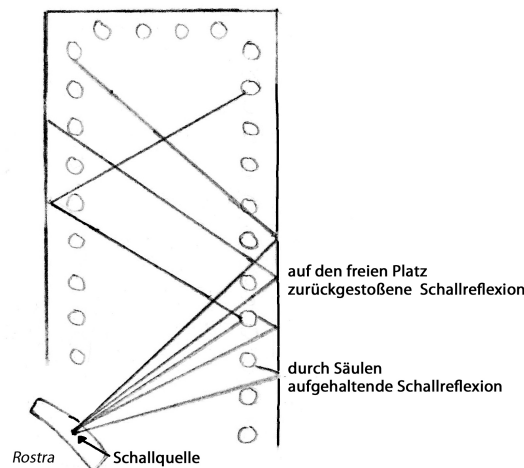


Abbildung 5.2.: Schallmodell der freien Forumsfläche.

Ein akustischer Vorteil gegenüber der Comitiumsfläche war die Eingrenzung des Platzes durch die zwei von Säulen umgebenen Basiliken. Die Säulen führten zu einer stärkeren Absorption der Schallwellen. Bei dem Aufprall der ursprünglichen Schallwellen auf der Wand wurde ein Teil von ihr absorbiert. Den Rest reflektierte die Wand, doch durch die Säulen wurden sie gestreut. So wurde ein störendes Echo teilweise verhindert.

Ein akustischer Nachteil dagegen waren die schräg hinter der *Rostra* stehenden Gebäude. Denn die von ihnen zurückgestoßenen Reflektionen kamen viel später bei den Hörern an als erstens die Ursprungswellen und zweitens die von den Säulen nicht absorbierten reflektierten Schallwellen. Dadurch kam es wiederum zu einem störendem Echo. Es dürfte jedoch nicht in demselben Masse negativ auf die Akustik gewirkt haben wie das Echo an der Comitiumsfläche, da auch die schräg hinter der Rednertribüne errichteten Gebäude von Säulen umgeben waren.

5.4. Akustische Analyse des Umfelds der Rostra Augusti

Die *Rostra* stand vor dem Concordiatempel, was einen großen Vorteil für die Verständlichkeit der gesprochenen Worte bedeutete. Dadurch, dass die Rednertribüne genau vor und nicht weit weg vom Tempel stand, diente er als Verstärker. Da sich Schallwellen rund um die Schallquelle ausbreiten, stoßen sie auch auf hinter oder über dem Ursprung stehende Dinge und werden von ihnen reflektiert. Am besten wäre es also gewesen, wenn die Tribüne exakt vor dem Tempel gestanden hätte, um ein Echo zu vermeiden. Es ist dennoch davon auszugehen, dass sich die Lage vor dem Tempel verstärkend auf die Sprachverständlichkeit auswirkte. In die Formel kann nun, da der Redner sich auf einer von allen Richtungen eingeschränkten Fläche befindet, der Faktor 5 für X eingesetzt werden. Wenn man von demselben Flächeninhalt ausgeht, der für den offenen Platz angenommen wurde, hörte ein Zuhörer in der hintersten Reihe ca. 25 dB der ursprünglichen 90 dB. Das ergibt einen Unterschied von 3 dB. Man kann also von einem hörbarem Unterschied sprechen, da das menschliche Gehör Variationen der Lautstärke ab einer Differenz von 3 dB wahrnimmt. Falls es durch weiteres Wachstum der römischen Einwohnerzahl zur Ausweitung der Zuhörerfläche gekommen war, nahmen die Menschen in 200 m Abstand den gleichen Wert von ca. 18 dB war, den sie bei einer Entfernung von 150 m zum Redner auf der vorigen Fläche gehört hätten.

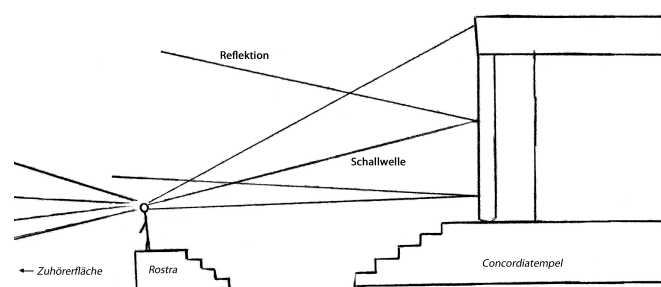


Abbildung 5.3.: *Concordiatempel als akustischer Verstärker im Querschnitt.*

Außerdem hatte das Umfeld der *Rostra Augusti* denselben Vorteil wie das zuvor beschriebene der ursprünglichen *Rostra*, da Redner von ihr aus ebenfalls in einen

durch zwei von Säulen umgebenen Basiliken eingeschränkten Raum sprachen.

5.5. Fazit

Am Anfang der Arbeit stellten sich die Fragen nach der Akustik auf antiken römischen Plätzen und ob man von einem akustischem Wissen römischer Baumeister sprechen konnte. Nach der Beschreibung über die Beschaffenheit antiker römischer Theater wurde das Zwischenfazit gezogen, dass man wegen der Ausführungen des Vitruv durchaus von einem Einfluss der Akustik auf die damalige Architektur sprechen kann.

Daraufhin wurde nach einem ähnlichem Einfluss der Akustik auf antiken römischen Plätzen gesucht. Festgestellt wurden mehrere unterschiedliche Einflussfaktoren, die auf die Entwicklung des Fallbeispiels *Forum Romanum* wirkten. Neben dem starkem Einfluss des Bevölkerungswachstums in Rom, war eine Einwirkung der hellenistischen Bauweise zu vermerken, die den Kult der von Säulen umgebenen Basiliken mit sich brachte. Außerdem spielte der Umbruch der Machtverhältnisse eine große Rolle, da das politische Zentrum der Republik durch Caesar aufgelöst wurde. Wirklich wissen, ob neben all diesen Einflüssen auch die Akustik eine Rolle spielte, das taten nur die Römer selbst. Feststeht, dass sich die Akustik der unterschiedlichen Räume, in die gesprochen wurde, positiv entwickelte. Die Akustik selbst hatte keinen Einfluss auf die Errichtung der Comitiumsfläche, was an der schlechten Lage der *Curia* und des Comitiumsgebäudes zu sehen ist. Als akustisch positiv ist neben der geringen Größe der Fläche nur der Einsatz einer Rednertribüne zu nennen. Mit der Hinwendung der Redner zur freien Forumsfläche ist die Verwendung von absorbierenden architektonischen Mitteln in Form der Säulen zu nennen. Zwar verschlechterte sich die Sprachverständlichkeit für die hinteren Reihen durch die größere Entfernung zum Redner, doch wären die Ausmaße der Comitiumsfläche dieselben gewesen, hätten dort alle Zuhörer durch das störende Echo Schwierigkeiten gehabt, den Sprechenden zu verstehen. Einen noch gewaltigeren akustischen Fortschritt machte Caesar mit der Erbauung der *Rostra Augusti* vor dem Concordiatempel. Man beschaffte dadurch einen Sprachverstärker und nutzte gleichzeitig die Absorptionsfähigkeit der eingrenzenden Basiliken aus. Dadurch wurde die Sprachverständlichkeit um 3 dB besser. Die

Akustik auf dem Platz wurde demzufolge mit jeder Veränderung des Raumes, in dem gesprochen wurde, besser. Das spricht für einen akustischen Einfluss auf die Architektur von antiken römischen Plätzen.

Abschließend ist auf die Grundfrage, ob Zuhörer die Reden auf öffentlichen römischen Plätzen überhaupt verstehen konnten, wie folgt zu antworten: Die Sprachverständlichkeit hing von vielen Faktoren ab. Zwei ausschlaggebende waren das Ausmaß der Fläche, auf der sich die Menschen versammelten, sowie die Anzahl der anwesenden Bürger. Die ungefähren Zahlen wurden in den die Sprachverständlichkeit analysierenden Kapiteln genannt. Sie sind alle rein theoretisch und nicht in der Praxis getestet. Ganz klar und ohne Einschränkung kann man jedoch von einer überraschend guten Akustik auf dem *Forum Romanum* sprechen.

A. Interview mit Akustiker Alexander Pfeiffer

Frage: Wie bezeichnet man die Lautstärke einer Schallwelle?

Antwort: Als Schalldruckpegel. Dieser wird in der Einheit Dezibel ausgedrückt.

Frage: Was ist der höchste Wert in Dezibel, den eine menschliche Stimme annehmen kann? Ich las in einem Buch, dass es 60 dB wären.

Antwort: Interessante Frage. 60 dB sind zu wenig. Die menschliche Stimme kann eine Lautstärke von ca. 100 dB erreichen.

Frage: Was ist das geringste, was ein Mensch hören kann?

Antwort: Die Hörschwelle liegt bei 0 dB.

Frage: Wie kann ich die Entfernung berechnen, bei der 0 dB erreicht werden?

Antwort: Mit der Formel $L_p = L_w - 20 \log[10x[r]] - X$

Frage: Was beschreibt X für einen Wert?

Antwort: X ist der Wert, der den Standpunkt des Sprechers auf einer Fläche beschreibt. Man muss es sich vorstellen wie bei einem Kreis. Ein ganzer Kreis ($X=20\log(4\pi)$) bedeutet eine komplett uneingeschränkte Fläche ($X=11$). Ein halber Kreis ($X=20\log(2\pi)$) wird mit einer teilweisen beschränkten Fläche gleichgesetzt ($X=8$). Ein Viertel eines Kreises ($X=20\log(\pi)$) ist eine von allen Seiten eingeschränkte Fläche ($X=5$). Die Formel beschreibt jedoch nicht die Reflektion oder die Absorption der Fläche. Die sind für einen antiken Platz ohnehin kaum möglich in Zahlen zu bestimmen.

Abbildungsverzeichnis

2.1. Skizze eines Schallmodells.	4
3.1. Skizze eines antiken Theater von oben	7
3.2. Erstes Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke. 7	
3.3. Zweites Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke.	8
3.4. Drittes Modell zweier durch einen Rundgang getrennter Stufenblöcke. 8	
4.1. Skizziertes Planschema eines allgemeinen Aufbaus des antikes Platzes.	12
4.2. Draufsicht auf den durch den Kanal getrennten Platz um das zweite Jahrhundert vor Christus. ©:digitales-forum-romanum.	15
4.3. Draufsicht auf den vereinten Platz zwischen 200 und 100 v. Chr. ©:digitales-forum-romanum.	16
4.4. Draufsicht auf das Comitium um 200 vor Christus von Südosten. ©:digitales-forum-romanum.	17
4.5. Sicht auf die Rednertribühne von der freien Forumsfläche. ©:digitales-forum-romanum.	18
5.1. Schallmodell der Comitiumsfläche.	22
5.2. Schallmodell der freien Forumsfläche.	24
5.3. Concordiatempel als akustischer Verstärker im Querschnitt.	25

Literaturverzeichnis

- [ARD.ZDF medienakademie 2008] ARD.ZDF MEDIENAKADEMIE *Handbuch der Tonstudioteknik* Hrsg. Dickreiter Michael, Dittel Volker, Hoeg Wolfgang, Wöhr Martin München 2008 (Band 1, 7. Auflage)
- [Bartz (www)] BARTZ, JESSICA: *Druckversion: Das Comitium*. Institut für Archäologie / Lehrbereich Klassische Archäologie (Winckelmann-Institut) Humboldt-Universität zu Berlin 2014
<http://www.digitales-forum-romanum.de/epochen/spaete-republik-i/>
(Letzter Aufruf: 16.10.14, 15:38)
- [Bartz (www)] BARTZ, JESSICA: *Druckversion: Die Rostra Augusti*. Institut für Archäologie / Lehrbereich Klassische Archäologie (Winckelmann-Institut) Humboldt-Universität zu Berlin 2014
<http://www.digitales-forum-romanum.de/epochen/spaete-republik-i/>
(Letzter Aufruf: 23.10.14, 21:29)
- [Coarelli 2000] COARELLI, FILIPPO: *Rom-Ein archäologischer Reiseführer*. Mainz am Rhein 2000
- [Durach (www)] DR. HILGE CATJA, DR. NOCKE CHRISTIAN: *Grundlagen der Akustik*. http://www.durach.com/produktinfos/raumakustik/Grundlagen_der_Akustik_DURACH_v1.pdf
(Letzter Aufruf: 30.10.14, 18:14)
- [Freyberger 2009] FREYBERGER, KLAUS STEFAN: *Das Forum Romanum*. Mainz am Rhein 2009
- [Kolb 2002] KOLB, FRANK *Rom-Die Geschichte der Stadt in der Antike*.

München 2002 (2. Auflage)

[Mueller und Nibby 1824] MÜLLER, CHRISTIAN UND NIBBY, ANTONIO *Das Forum Romanum und die Via Sacra nebst den umliegenden Monumenten, nach den neuesten archäologischen Untersuchungen*. Stuttgart und Zübingen 1824

[Muth (www)] MUTH, SUSANNE: *Druckversion: Forum Romanum in der späten Republik I: um 200 v. Chr.*. Institut für Archäologie / Lehrbereich Klassische Archäologie (Winckelmann-Institut) Humboldt-Universität zu Berlin 2014
<http://www.digitales-forum-romanum.de/epochen/spaete-republik-i/>
(Letzter Aufruf: 2.10.14, 12:28 Uhr CET)

[Muth (www)] MUTH, SUSANNE: *Druckversion: Forum Romanum in der späten Republik II: um 100 v. Chr.*. Institut für Archäologie / Lehrbereich Klassische Archäologie (Winckelmann-Institut) Humboldt-Universität zu Berlin 2014
<http://www.digitales-forum-romanum.de/epochen/spaete-republik-i/>
(Letzter Aufruf: 2.10.14, 12:28 Uhr CET)

[Springer 2007] LAZARUS HANS, SUST CHARLOTTE A., STECKEL RITA, KULKA MARKUS, KURTZ PATRICK: *Akustische Grundlagen sprachlicher Kommunikation*. Berlin Heidelberg 2007

[Vitruv 1897] MARCUS VITRUVIUS POLLIO: *Zehn Bücher über Architektur*. Übersetzt und erläutert von Jakob Prestel. Baden-Baden 1987 (3. Auflage)

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Seminararbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für andere Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Jacob Schwaiger

München, den 4. November 2014