

Experimentieren tieren

Séverine Marguin
Henrike Rabe
Wolfgang Schäffner
Friedrich Schmidgall
(Hg.)

Einblicke in Praktiken
und Versuchsaufbauten
zwischen Wissenschaft
und Gestaltung

[transcript]

**Experimentieren.
Einblicke in Praktiken und Versuchsaufbauten
zwischen Wissenschaft und Gestaltung**

Séverine Marguin
Henrike Rabe
Wolfgang Schäffner
Friedrich Schmidgall
(Hg.)

Science Studies

Séverine Marguin (Dr.), geb. 1985, Soziologin, ist Leiterin des Methodenlabs im SFB 1265 *Re-Figuration von Räumen* an der Technischen Universität Berlin. Sie forschte zwischen 2015 und 2018 am Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin* und promovierte in Arbeits- und Kunstsoziologie an der Leuphana Universität Lüneburg sowie der  cole des Hautes études en Sciences Sociales Paris.

Henrike Rabe (Dipl.-Ing.), geb. 1980, ist Architektin und forschte von 2012 bis 2018 am Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin*. Zuvor betreute sie als Senior Architect bei Kazuhiro Kojima + Kazuko Akamatsu/CAT in Tokio die Planung von Universitäten, Schulen, Medienzentren und Museen. Sie studierte Architektur an der Technischen Universität Berlin.

Wolfgang Schäffner (Prof. Dr. phil.), geb. 1961, ist Professor für Wissens- und Kulturgeschichte an der Humboldt-Universität zu Berlin. Er ist Sprecher des Exzellenzclusters *Matters of Activity* und Direktor des Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik der Humboldt-Universität zu Berlin. Seit 2005 ist er Profesor invitado permanente und Direktor des Walter Gropius Forschungsprogramms an der Universidad de Buenos Aires.

Friedrich Schmidgall (Dipl.-Des.), geb. 1984, ist Interaction Designer und leitet das Open Lab am Einstein Center Digital Future der Technischen Universität Berlin. Von 2012 bis 2018 forschte er am Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin*. Er studierte Industriedesign an der Hochschule der Bildenden Künste Saar in Saarbrücken und Interaction Design an der Weißensee Kunsthochschule Berlin.

Experimentieren.

Einblicke in Praktiken und Versuchsaufbauten zwischen Wissenschaft und Gestaltung

Séverine Marguin
Henrike Rabe
Wolfgang Schäffner
Friedrich Schmidgall
(Hg.)

[transcript]

*Experimentieren. Einblicke in Praktiken
und Versuchsaufbauten zwischen
Wissenschaft und Gestaltung*

Herausgegeben von Séverine Marguin,
Henrike Rabe, Wolfgang Schäffner und
Friedrich Schmidgall

Für den Exzellenzcluster *Bild Wissen
Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor*
Humboldt-Universität zu Berlin

Lektorat (außer Beitrag Berg) und Korrektorat
Dagmar Deuring (Deutsch)
Beste Worte GmbH (Englisch)

Umschlaggestaltung, Innen-Layout und Satz
www.studiogretzinger.de

Koordination
Sarah Etz

Schriften
A-Grotesk (Katja Gretzinger),
GT Super (Grilli Type)

Druck
Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar

Print-ISBN 978-3-8376-4638-2
PDF-ISBN 978-3-8394-4638-6
<https://doi.org/10.14361/9783839446386>

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier
mit chlorfrei gebleichtem Zellstoff.

Besuchen Sie uns im Internet:
<https://www.transcript-verlag.de>
Bitte fordern Sie unser Gesamtverzeichnis
und andere Broschüren an unter:
info@transcript-verlag.de

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative
Commons Attribution 4.0 Lizenz (BY). Diese
Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namens-
nennung des Urhebers die Bearbeitung,
Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in
jedem Format oder Medium für beliebige
Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext:[https://
creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de))
Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz
gelten nur für Originalmaterial. Die Wieder-
verwendung von Material aus anderen Quellen
(gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie
z.B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Text-
auszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmi-
gungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Erschienen 2019 im transcript Verlag, Bielefeld
© Séverine Marguin, Henrike Rabe, Wolfgang
Schäffner, Friedrich Schmidgall (Hg.)

Trotz intensiver Bemühungen ist es nicht bei allen
Abbildungen gelungen, Urheberschaft und
Herkunft zu klären. Berechtigte Ansprüche
werden selbstverständlich abgegolten.



Die Publikation wird ermöglicht durch den Exzel-
lenzcluster *Bild Wissen Gestaltung. Ein Interdiszi-
plinäres Labor* der Humboldt-Universität zu Berlin
(Fördernr. EXC 1027/1) und die finanzielle Unter-
stützung durch die Deutsche Forschungsgemein-
schaft im Rahmen der Exzellenzinitiative.

9		Einleitung Séverine Marguin, Henrike Rabe, Wolfgang Schäffner, Friedrich Schmidgall
25		Etwas über Kulturen des Experimentierens Hans-Jörg Rheinberger
37	Durchqueren	Experimentieren im Feld der Kunst als Praxis im Offenen Elke Bippus
51	Entwerfen	Upscaling Textiles. Experimenteller Materialentwurf im räumlichen Kontext Christiane Sauer
67	Erfahren	Experimente mit technischer Demokratie in Entwurfskursen Ignacio Farías, Thomás Sánchez Criado
81	Experimentieren Probieren Versuchen	Experimentelle Praktiken in Wissenschaften, Technik und Literatur Gunhild Berg
93	Improvisieren	Playing with Virtual Realities. A Practice-based-Research Experiment in Dancing with Technology Einav Katan-Schmid
107	Ko-laborieren	Die Experimentalzone. Raumforschung an der Schnittstelle zwischen Gestaltung und Sozialwissenschaft Séverine Marguin, Henrike Rabe, Friedrich Schmidgall

123 Kombinieren	Durch den Datenschwengel auf der Suche nach Erkenntnis. Experimentieren in der molekularen Mikrobiologie Regine Hengge
137 Kontrollieren	Laborexperimente in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschungspraxis Juliane Haus
151 Messen	Ein Bericht aus der Physikforschung Interview mit Norbert Koch
161 Modellieren	Virtuelle Experimente zur funktionellen Morphologie der Wirbeltiere John A. Nyakatura, Oliver E. Demuth
175 Multiplizieren	The experiment assemblage. Transforming healthcare through three versions of the experiment Peter Danholt, Morten Bonde Klausen, Claus Bossen
189 Plausibilisieren	(Re-)Konstruktion als Experiment. Sehen und Hören in antiker Architektur Christian Kassung, Susanne Muth
205 Proben	Ein Bericht aus der choreografischen Praxis Interview mit Lea Moro
215 Programmieren	Zwischen Mensch und Technik. Das Experiment in der Informatik Claudia Müller-Birn, Jesse Josua Benjamin
227 Prototyping	Von Grund auf. Einige Bemerkungen zum Experimentieren im Design Jörg Petruschat

247	Provozieren	Unwiederholbare Experimente. Entwerfen zwischen Grenzziehung und Überschreitung Carolin Höfler
263	Publizieren	Ein Bericht aus der interdisziplinären Wissensvermittlung Interview mit Kerstin Germer
275	Rechnen	Mathematische Physik von Raum, Zeit und Materie Matthias Staudacher
283	Simulieren	Experimente in der Büro- raumgestaltung. Konzepte, Herausforderungen und praktische Beispiele aus Sicht der Architektur Kerstin Sailer
297	Skalieren	The Seductive Trap of Linear Thinking. Skalierungseffekte im Experiment Reinhard Wendler
309	Spielen	Ludische Intervention. Experiment und Gameplay Robert M. Erdbeer
323	Systematisieren	Entwerfen um 1960. Methodische Objektivität zwischen Kalkül und Intuition Claudia Mareis
341	Variieren	Die Psychologie des Experimentierens und das Experiment in der Psychologie Robert Gaschler
355		Über die AutorInnen Abbildungsnachweise

Plausibilisieren

(Re-)Konstruktion als Experiment. Sehen und Hören in antiker Architektur

Christian Kassung und Susanne Muth

Jede Wahrnehmung und Erschließung historischer Räume ist durch eine merkliche Distanz geprägt. Das einstige Leben, das in diesen Räumen stattfand und für das sie geschaffen wurden, ist unwiederbringlich verloren. Zumeist ist auch die materielle und architektonische Ausgestaltung dieser gebauten Räume nur sehr unvollständig erhalten. Eines der Ziele der historischen Wissenschaften ist es daher, diese vergangenen Räume zu rekonstruieren, um ihre historische Bedeutung und Funktion erschließen und auf dieser Grundlage weitergehend interpretieren zu können.

Nehmen wir die archäologische Ausgrabungsstätte des antiken Forum Romanum in Rom als Beispiel (Abb. 1).¹ Von der einstigen, hochaufragenden und komplexen Architektur der Bauten und Monumente der antiken Platzanlage sind wenige Reste verblieben. Entsprechend hat unsere heutige Wahrnehmung des Areals nur wenig mit dem Erleben durch die antiken Stadtbewohner gemein: Statt eines eng umgrenzten Platzes mit imposanter Prachtarchitektur erblicken wir heute eine weitläufige Parkanlage, die in ihrer über die Jahrhunderte entwickelten künstlichen Inszenierung vor allem als idyllische Ruinenlandschaft zu beeindrucken vermag. Um sich der historischen Bedeutung und Funktion des antiken Forum Romanum anzunähern, sind somit Rekonstruktionen unerlässlich.² Als Instrumente der Vergegenwärtigung, aber auch der Überprüfung und Generierung archäologischen Wissens stellen sie ein unverzichtbares methodisches Werkzeug in der Klassischen Archäologie dar.

Dabei kann die archäologische Rekonstruktion auf unterschiedliche Aspekte ausgerichtet werden. Meist steht die Frage nach der visuellen Wahrnehmung des Platzes als statischer, architektonisch gebauter Raum im Zentrum, da dank der Quellenlage hierbei die größte Chance auf eine Annäherung der Rekonstruktion an die historische Realität besteht. Doch erschließt eine solche

- 1 Einführende und grundlegende Literatur zum antiken Forum Romanum, seiner Geschichte und Erforschung: Coarelli 1983/1985, Hölscher 2006, Freyberger 2009, Muth 2014, <http://www.digitales-forum-romanum.de/forum-romanum/> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).
- 2 Vgl. für einen Überblick über die Rekonstruktionen zum Forum Romanum und einen Vergleich der jeweiligen Fragestellungen, Inhalte und Medien: Bartz/Holter/Muth 2016: 198–205.



Abb. 1. Die moderne Ausgrabungsstätte des antiken Forum Romanum in Rom.

Rekonstruktion der Architektur als visuell wahrnehmbare Kulisse nur einen Teil dessen, was für die antiken Zeitgenossen das Erleben und Wahrnehmen ihrer Platzanlage ausmachte. Was fehlt, ist das konkrete und komplexe Leben auf dem Forum, für welches der Platz gestaltet und auch immer wieder umgebaut wurde. Soll die Rekonstruktion den Fokus stärker auf diesen Aspekt des dynamischen, benutzten und vielfältig belebten Raumes legen, gewinnt sie aufgrund einer weniger umfangreichen Quellenlage einen anderen, stärker konstruktivistischen Charakter.

1 Archäologische (Re)konstruktion als Experiment

Im Spannungsfeld also von Rekonstruktion und Konstruktion entsteht etwas, das man Plausibilitätsraum nennen könnte. Experimentieren in diesem – dann virtuellen Raum – bedeutet, unterschiedliche Parameter der Raum(re)konstruktion auf ihre Plausibilität hin zu testen. Aus dieser Einsicht leitet sich das forschungsstrategische Ziel dieser Experimente ab, Aussagen und Erkenntnisse verstärkt aus der Konstruktion historischer Möglichkeiten und weniger aus der Rekonstruktion historischer Realitäten heraus zu gewinnen. In diesem Sinne könnte man die im Projekt generierten bzw. konstruierten archäologischen Möglichkeitsräume selbst als epistemische Dinge im Sinne von Hans-Jörg Rheinberger bezeichnen, denn es ist

die Materialität der Forschungssysteme selbst, die in den Fokus der experimentellen Aufmerksamkeit rückt (Rheinberger 2006: 27–34).

Das Forum Romanum bildete das öffentlich-politische Zentrum der antiken Stadt und war damit die Bühne für verschiedenste Handlungen insbesondere jenseits der Sphäre des Privaten. Für unsere Virtualisierung der Platzanlage als eines belebten und benutzten Raums wählen wir daher eine seiner zentralen Parameter: seine Nutzung als Ort der öffentlich-politischen Kommunikation in Form der Volksansprachen (*contiones*).³ Die direkte Kommunikation zwischen Politikern und Bürgern bildete einen entscheidenden Faktor in der Benutzung und der Wahrnehmung des Forums.

Wie funktionierte diese Kommunikation praktisch? Wie wurde ein Redner für größere Menschenmengen sicht- und hörbar? Diese Fragen können in Form des archäologischen Experiments erkundet werden. So untersuchen wir, welche architektonischen Konstellationen welche visuellen bzw. akustischen Funktionen gehabt haben können, indem wir basierend auf einem digitalen Modell des architektonisch rekonstruierten Forums⁴ und mit Hilfe aktueller Computertechnik die Sichtmöglichkeiten sowie die Ausbreitung der akustischen Schallwellen simulieren. Im Modell können wir sehen und hören, was antike Zeitgenossen bei den öffentlich-politischen Ansprachen gesehen und gehört haben könnten; das heißt, wir können mögliche visuelle und akustische Funktionen der Architektur realisieren, um damit zugleich die jeweiligen Plausibilitäten unterschiedlicher archäologischer Rekonstruktionen zu bewerten.

Entscheidend für das Gelingen dieser Experimente im Sinne des Gewinnens von belastbaren Aussagen ist, dass wir mit dem Instrument des Vergleichs arbeiten können und daraus das Argument der Relation gewinnen. Insofern setzt die Konstruktion von Plausibilitätsräumen die Rekonstruktion des Wirklichkeitsraums voraus. Das Projekt kann hier auf umfangreiche Vorarbeiten aufbauen, die bereits nachgewiesen haben, dass die Volksversammlungen nicht durchgängig am selben Ort auf dem Forum stattfanden. Im 2. und 1. Jahrhundert v. Chr. lässt sich beobachten, dass die öffentlichen Ansprachen von unterschiedlichen räumlichen

3 Zur Bedeutung des Forums als öffentlich-politisches Zentrum und der dort erfolgenden politischen Kommunikation: Hölscher 2006, Muth 2014, Muth 2015, Bartz/Holter/Muth 2016.

4 Grundlage für unser Experiment ist das digitale Modell des antiken Forum Romanum, das im Rahmen des Forschungs- und Lehrprojektes „digitales forum romanum“ am Winkelmann-Institut der Humboldt-Universität zu Berlin in Kooperation mit dem Exzellenzcluster Topoi erstellt bzw. erforscht wurde. Website des Projekts: <http://www.digitales-forum-romanum.de> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018). Zu Zielsetzung und Visionen vgl.: Dietrich/Muth 2014, Muth 2015, Bartz/Holter/Muth 2016: 193–194, 200–205.

Positionen aus erfolgten und immer wieder neue Bereiche auf dem Forum als Versammlungsstätten genutzt wurden.⁵

Die archäologischen und literarischen Quellen belegen diese verschiedenen Standorte, erlauben jedoch keine klaren Rückschlüsse auf die primären Gründe für die jeweilige Verlegung. In der archäologischen und historischen Forschungsdiskussion haben sich dementsprechend jene Interpretationsvorschläge durchgesetzt, die in der Wahl der jeweiligen Standorte Instrumente einer symbolischen Repräsentation von Macht und ideologischen Ansprüchen vermuten. Rein funktionale Gründe, wie wir sie in unserem Experiment erproben, kamen hingegen bisher wenig zur Sprache (ausführlicher hierzu vgl. Muth 2014: 305–306 mit Anm. 38, Muth/Schulze 2014).

Der nachweisbar älteste Ort für die Volksansprachen ist das Comitium, eine offene Fläche in der Nordwestecke des Forums direkt vor dem Sitz des Senats (Bartz 2014a). Im Süden wird das Comitium von einer Rednertribüne (*rostra*) begrenzt, auf der die Politiker und Magistrate standen und zu der zwischen Tribüne und Curia versammelten Bürgerschaft sprachen (Abb. 2A). Die literarischen Quellen berichten, dass sich diese räumliche Situation ab der Mitte des 2. Jahrhunderts änderte (vgl. Muth 2014: 306–307 [mit weiterer Literatur]). Aufgrund der Enge des Comitiums und der stetig anwachsenden Bevölkerungszahl in der Metropole wählte man eine neue Konstellation: Die Redner begannen, sich auf der Rednertribüne einfach umzudrehen und nach Südosten in die freie Forumsfläche hinein zu sprechen (Abb. 2B). Gut einhundert Jahre später, im Jahr 45/44 v. Chr., ließ Iulius Caesar in seiner Funktion als gewählter Diktator diese alte Rednertribüne abreißen und eine neue Tribüne an der westlichen Schmalseite des Forums errichten: Von dieser Tribüne, deren Reste heute noch in der Ausgrabungsstätte zu sehen sind, sprachen von nun an die Redner und Politiker, später dann auch die römischen Kaiser zur Bürgerschaft, die sich jetzt durchweg auf der eigentlichen Forumsfläche versammeln konnte (Abb. 2C) (Muth 2014: 304–305 [mit weiterer Literatur], Bartz 2014b).

Die drei beschriebenen historischen Positionen von Redner und Zuhörerschaft bilden die grundlegenden architektonischen Konstellationen, die wir zum Ausgangspunkt für unsere virtuellen Experimente machten. Ziel dieser Experimente war es herauszufinden, wie gut ein Redner innerhalb der jeweiligen Raumkonfigurationen optisch, aber auch akustisch mit seinen Zuhörern interagieren konnte.

5 Zum Wechsel der verschiedenen Standorte ausführlicher: Muth 2014: 303–310, Muth/Schulze 2014, Muth 2015: 39–40, Bartz/Holter/Muth 2016: 204–205.

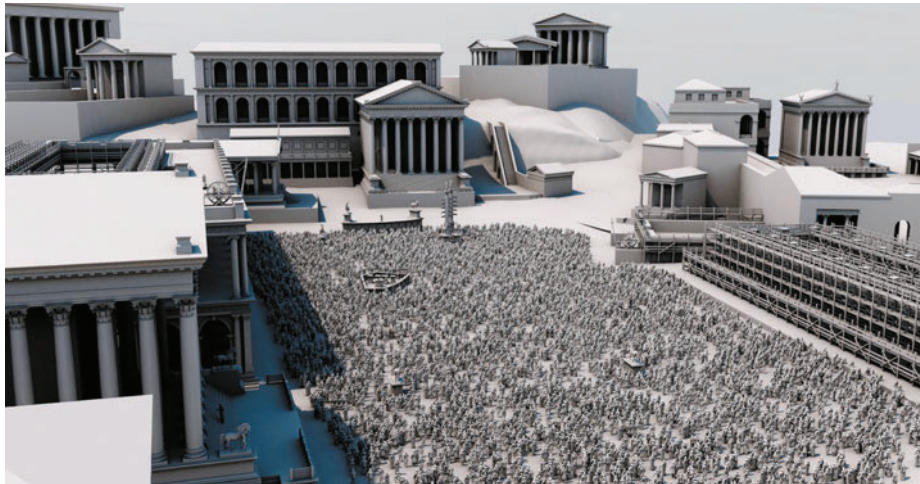
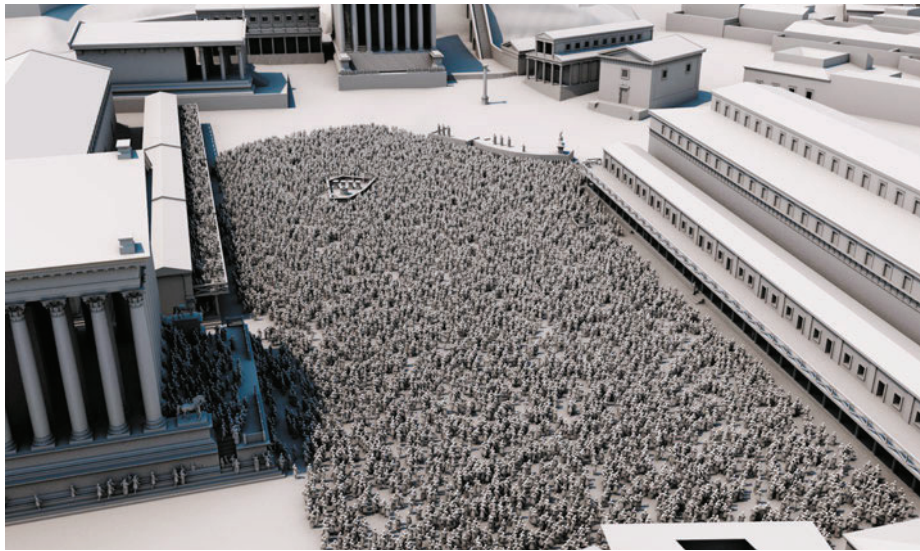
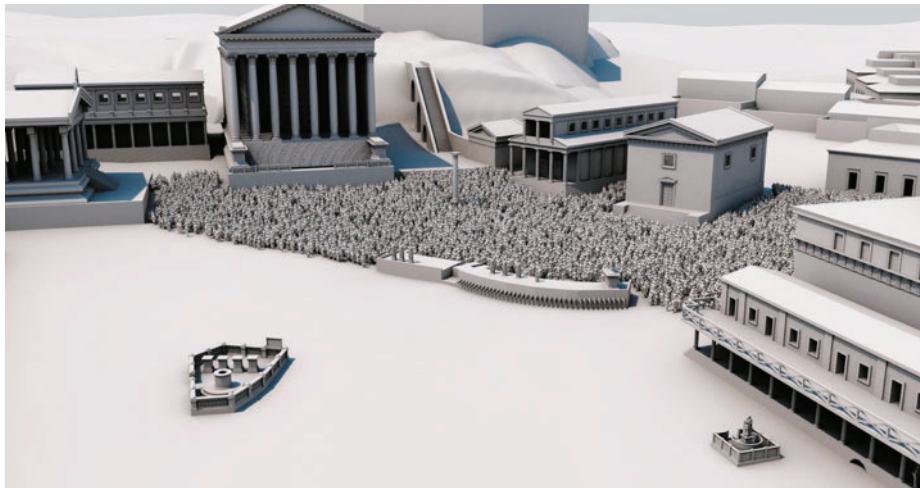


Abb. 2A–C. Digitale Rekonstruktion einer Volkansprache auf dem Forum Romanum; (A) beim Comitium (oben); (B) zum Forumsplatz (Mitte); (C) von der neuen Tribüne Caesars (unten).

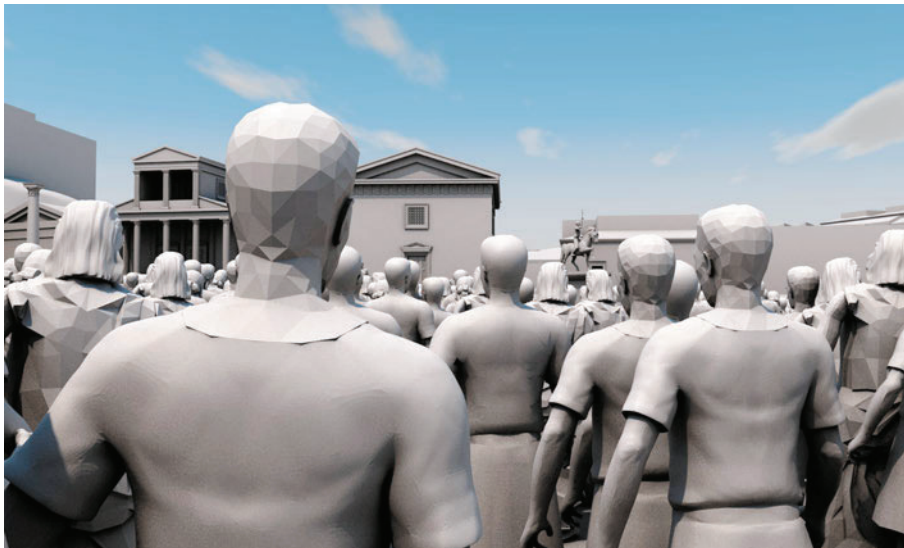


Abb. 3A–C. Digitale Simulation der Sicht eines Zuhörers auf den Redner: (A) beim Comitium (oben); (B) zum Forumsplatz (Mitte); (C) von der neuen Tribüne Caesars (unten).

2 Visuelle und akustische Plausibilitätsräume

Beginnen wir mit der Rekonstruktion der visuellen Kommunikation.⁶ Mit Hilfe der digitalen Architekturmodelle des Forums lassen sich virtuell Bürgerversammlungen an den verschiedenen Standorten simulieren (Abb. 2A–C). Diese erlauben wiederum, Ansichten aus unterschiedlichen Entfernungen auf die jeweiligen Rednerpositionen zu generieren. Aus dem in dieser Weise rekonstruierbaren Blick des Publikums lassen sich Rückschlüsse auf die Möglichkeiten und Grenzen der visuellen Kommunikation ziehen. Dabei zeigt sich deutlich, dass die drei Standorte hinsichtlich der wechselseitigen Sichtbarkeit von Redner und Publikum stark voneinander unterschieden sind.

Ein Redner, der auf der Tribüne nach Norden in Richtung Comitium und der Curia sprach, konnte auf dem leicht ansteigenden Gelände von sehr vielen Zuhörern gesehen werden, selbst wenn diese weiter weg standen. Das gezeigte Beispiel simuliert eine Entfernung von vierzig Metern vom Redner (Abb. 3A). Anders ist die Situation, nachdem sich die Redner auf der Tribüne umgedreht hatten und in Richtung Forumsfläche sprachen: Die Sichtbarkeit war stark eingeschränkt auf diejenigen Zuhörer, die sich in unmittelbarer Nähe der Tribüne befanden. Aufgrund deren geringerer Höhe und wegen des abfallenden Geländes konnten Personen, die nur wenig weiter entfernt standen, den Redner kaum noch sehen, was hier ebenfalls für eine Entfernung von vierzig Metern simuliert ist (Abb. 3B). Eine deutlich andere Situation bot die neue Rednertribüne Caesars an der Westseite des Forumsplatzes: Hier war eine höhere Tribüne errichtet worden, die zudem auf einer gegenüber der Versammlungsfläche der Bürger erhöhten Position lag. Entsprechend konnten die Zuhörenden das Auftreten und die Gesten der Redner auch aus der Entfernung gut verfolgen, wie die zugehörige Simulation bei gleicher Entfernung von vierzig Metern zeigt (Abb. 3C).

Die Simulationen der verschiedenen Rednerstandorte zeigen somit ein recht klares Ergebnis. Während durch die Drehung zur Forumsfläche hin keine Verbesserung der visuellen Kommunikation erzielt wurde, sondern im Gegenteil eine Verschlechterung eintrat, war der Redner auf der neuen Tribüne Caesars auch aus größerer Entfernung gut sichtbar. Wie aber verhielt es sich in den verschiedenen Konstellationen mit der Hörverständlichkeit im Raum – wie viel von dem, was jemand auf der Tribüne sagte,

6 Zu den Ergebnissen unseres Projektes ausführlicher: Muth 2015: 39–40, Bartz/Holter/Muth 2016: 204–205, Muth/Wulf-Rheidt 2017: 22–26, Holter/Muth/Schwesinger 2018; <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/politische-kommunikation-auf-dem-forum-romanum> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).

haben die Menschen auf dem Platz verstehen können? Um mit den Schalleigenschaften der rekonstruierten Architektur experimentieren zu können, muss zunächst ein virtuelles akustisches Raummodell erzeugt werden.⁷ Durch ein „hörendes“ Betreten dieses virtuellen Raums wird es möglich, nicht nur die bloße Lautstärke einer Rede einzuschätzen, sondern auch deren Verständlichkeit.

In der virtuellen Akustik werden drei zentrale Elemente miteinander verbunden: Erstens muss ein Signal vorhanden sein. Um dieses zu kreieren, haben wir einen Sprecher den Anfang der zweiten Catilinarischen Rede, die Cicero im Jahr 63 v. Chr. auf dem Forum von der alten Rednertribüne aus hielt, in einem schalltoten Raum einlesen lassen. Zweitens brauchten wir eine Simulation der übrigen auf dem Platz vorhandenen Geräusche, des sogenannten Rauschens. Hierfür haben wir Umgebungsgeräusche während eines Sonntagsgebets auf dem Petersplatz aufgenommen. Und drittens ist der entscheidende Faktor für die Schallausbreitung der Raum selbst als sogenannter Übertrager. Hierbei gilt es vor allem die Wechselwirkungen von Signal und Rauschen mit dem gebauten und mit Menschen gefüllten Raum zu simulieren, was mit Hilfe komplexer Filterfunktionen beschrieben und berechnet werden kann.

Um diese räumlichen Filterprozesse in einer virtuellen Umgebung simulieren zu können, werden bis zu 20 Millionen einzelne Schallsignale von der zuvor festgelegten Sprecherposition in das digitale Modell der Platzarchitektur gesendet und entsprechend den physikalischen Gesetzen berechnet.⁸ Der Computer bezieht dabei die akustischen Eigenschaften der Schallquelle, des architektonischen Raums, der Zuhörerschaft mit ihrer Kleidung als Schallschlucker und sogar der Luft in die Berechnungen mit ein. Das Ergebnis einer solchen Berechnung ist dann eine sogenannte Impulsantwort, ein akustischer Fingerabdruck, den jede Schallwelle auf ihrem Weg durch das virtuelle Modell erhält. Schließlich werden sämtliche Schallwellen, die auf direktem oder indirektem Weg beim virtuell platzierten Hörer ankommen, in die Berechnung des akustischen Eindrucks für diese Punkte einbezogen (Raumimpulsantwort). An diesen Punkten werden dann bestimmte Parameter für die Sprachverständlichkeit (z. B. die nicht durch Hall gestörte Unterscheidbarkeit einzelner Sinnabschnitte oder einzelner

7 Zur Vorgehensweise in unserem Experiment vgl. Kassung/Schwesinger 2016, Kassung/Schwesinger 2018; Holter/Muth/Schwesinger 2018, <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/politische-kommunikation-auf-dem-foru-romanum> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).

8 Wir beschreiben hier nur eine von mehreren Möglichkeiten, die Raumimpulsantwort zu berechnen. Programmierumgebungen kombinieren diese Möglichkeiten für die akustische Simulation, hierzu ausführlicher: Ahnert/Tennhardt 2008: 244–248.

Konsonanten) mit dem Signal verglichen, um so ein Diagramm der Verständlichkeit für die jeweilige Raumkonfiguration generieren zu können. Dabei ist es ebenso wichtig, die Verständlichkeit des Signals an den unterschiedlichen Raumpositionen durch reale Hörer beurteilen zu lassen und so die Validität der Berechnungen zusehends zu optimieren.

Die nachfolgenden Diagramme visualisieren die Ergebnisse der akustischen Simulationen und Hörtests für drei verschiedene Redesituationen am spätrepublikanischen Forum (Abb. 4A-C). Die Zone innerhalb der gepunkteten Linie markiert den Bereich, in dem ein Redner sehr gut von seinen Zuhörern verstanden wird. Mit der gestrichelt umrandeten Zone markieren wir jene Positionen, in denen die Sprachverständlichkeit nur mit großer Konzentration und ohne weitere Störungen möglich ist. Das Stichwort „weitere Störungen“ verweist dabei auf eine nicht unproblematische, aber durchaus realistische Annahme: Für unser Experiment haben wir bewusst ein Szenario gewählt, in dem die Bürger sich so ruhig wie möglich verhalten – wohl wissend, dass oftmals auch das Gegenteil der Fall war, da die Redner von ihren politischen Kontrahenten und Gegnern gezielt und massiv gestört wurden. Insofern charakterisieren die Diagramme idealisierte Szenarien und ermöglichen lediglich den *relativen* Vergleich der drei verschiedenen Ansprachesituationen, was zum Begriff des Plausibilitätsraums zurückführt.

Vergleichen wir nun die drei Konstellationen miteinander, so zeigt sich bei dem ältesten Standort, dass ein Redner von der Tribüne aus den gesamten Raum bis zur Curia leicht mit seiner Stimme erreichen konnte (Abb. 4A). Mit der Hinwendung zum offenen Platz der Forumsfläche, bei der zweiten Standortwahl (von der aus Cicero seine Rede einst auch sprach), konnten die Redner zwar theoretisch eine größere Zuhörerschaft erreichen als im abgegrenzten Raum des Comitiums, da die freie Forumsfläche deutlich mehr Bürger aufnehmen konnte. Allerdings bedeutete diese neue Konstellation im Vergleich zur vorangegangenen Situation keine Verbesserung, im Gegenteil: Die Fläche mit einer guten Sprachverständlichkeit ist hier aufgrund der akustischen Funktion der architektonischen Gegebenheiten kleiner als zuvor. Der Bereich mit einer befriedigenden Akustik dagegen ist größer, jedoch wirken sich hier auch Störungen gravierender aus (Abb. 4B). In der dritten Konfiguration mit der neuen Rednertribüne Caesars kann die größte Hörschaft erreicht werden. Geht man von durchschnittlich vier Personen pro Quadratmeter aus, so können hier rund 12.000 Menschen problemlos, weitere 10.000 Personen durch angestrengtes Hinhören einer Rede folgen (Abb. 4C).

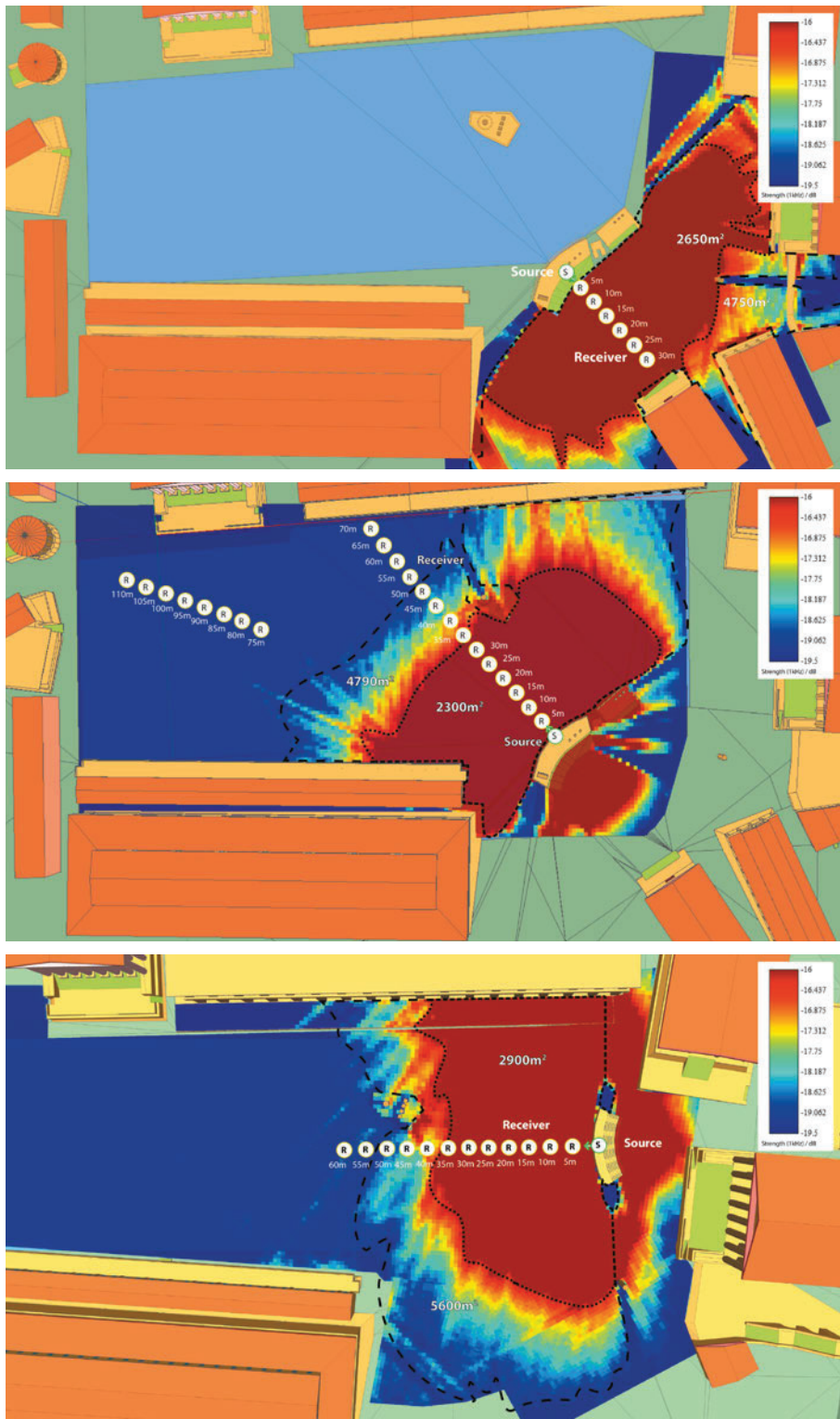


Abb. 4A–C. Auralisierung einer Ansprache auf dem Forum Romanum: (A) beim Comitium (oben); (B) zum Forumsplatz (Mitte); (C) von der neuen Tribüne Caesars (unten).

An diesen gewaltigen Zuhörerzahlen lässt sich die architektonische Funktion der verschiedenen Rednerorte ablesen. Die neue Rednertribüne Caesars bot gegenüber den älteren Standorten eindeutig bessere Rahmenbedingungen für die politische Kommunikation. Diese Beobachtungen sprechen sehr für eine Neubewertung der historischen Interpretation des caesarischen Bauprojektes – und machen plausibel, dass es auch funktionale Gründe waren, die zu diesem Eingriff führten, während die symbolisch-ideologische Funktion der Architektur in diesem Fall eher in den Hintergrund tritt.⁹ Unser Experiment erlaubt es also, neues archäologisches Wissen über die Konstruktion akustischer Möglichkeitsräume zu generieren, aber auch neue Annahmen über die Hintergründe für die Umgestaltung des Forums zu treffen. So zeigt es, wie wertvoll Simulationen multisensorieller Eigenschaften von Orten und Räumen für die Gewinnung neuer Fragen und Thesen sein können. Denn die Frage nach der akustischen Funktion von Räumen ist ein Forschungsfeld, das überhaupt erst durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Archäologie, virtueller Akustik und Kulturwissenschaft in den Blick gekommen und bearbeitbar geworden ist.

3 Audiovisuelle Konstruktion

Auf der Grundlage dieser ersten Forschungsergebnisse schließt sich die Frage an, welche weiteren Ansätze zur Experimentalisierung historischer Räume denkbar sind. Hierfür kommt zunächst die Verbindung der akustischen und der optischen Ebene in Frage, denn es bedeutet für die Sprachverständlichkeit einen großen Unterschied, ob der Zuhörer den Redner sieht oder nicht.¹⁰ Hinzu kommt die Tatsache, dass, obwohl die grafischen Visualisierungen klar umrissene Zonen unterschiedlicher Sprachverständlichkeit suggerieren, diese Grenzen in unseren eigenen Hörtests sehr viel durchlässiger waren. Abhängig von der Vertrautheit mit den Inhalten der römischen Politik und Rhetorik verschoben sich die Bereiche der Sprachverständlichkeit deutlich. Ebenso ist die Dynamik der Redeweise eines Sprechers für die Verständlichkeit entscheidend, von spezifischen Eigenschaften der gewählten Sprache ganz abgesehen. Solche Überlegungen führen zu der weiteren Frage, inwiefern überhaupt bzw. bis zu welchem Grad vollständige,

9 Zur Diskussion um die historische Interpretation weiterführend: Muth 2014: 303–310, Muth 2015: 39–40, Bartz/Holter/Muth 2016: 204–205, Muth/Wulf-Rheidt 2017: 22–26, Holter/Muth/Schwesinger 2018.

10 Untersuchungen zur Sprachverständlichkeit in Abhängigkeit von (manipulierten) visuellen Eindrücken gehen auf den 1976 erstmals publizierten McGurk-Effekt zurück, hierzu McGurk/MacDonald 1976. Eine weiterführende Übertragung auf die gesamte körperliche Performanz in virtuellen Umgebungen ist bis dato noch nicht erfolgt.

wörtliche Verständlichkeit notwendige Voraussetzung für das Übermitteln politischer Botschaften ist. Vielleicht sind andere, stärker performative Formen der Kommunikation ebenso wichtig.

Um dies zu prüfen, müssen wir folglich die performative Dimension der politischen Kommunikation mit in unseren Experimenten berücksichtigen. Die Möglichkeiten einer solchen dynamischen Simulation haben wir bislang nur an einem architektonisch einfacheren antiken Versammlungsort erproben können: der Pnyx im antiken Athen.¹¹ Auf diesem Hügel im Süden der Stadt Athen lag seit Beginn des 5. Jahrhunderts v. Chr. der Ort der Volksversammlung (*ekklesia*). Dabei wurde ursprünglich die natürliche Neigung des Hügels für eine theaterähnliche Situation genutzt; im Laufe der Zeit wurden verschiedene bauliche Änderungen vorgenommen und der Versammlungsraum erweitert.¹²

Am Beispiel der Pnyx versuchten wir nun, unsere digitalen Rekonstruktionen in die Computerspieleumgebung Unity zu integrieren (Abb. 5).¹³ Dadurch wurde es möglich, neben Licht und Sound auch Bewegung zu simulieren. An die Stelle von Diagrammen und statischen Hörsituationen treten somit interaktive, begehbare Welten. Dies bedeutet wiederum, dass nun auch Prozesse abgebildet und untersucht werden können. Ein vollständiges Szenario würde beispielsweise den gesamten Prozess einer Volksversammlung vom Besteigen der Pnyx, dem Finden eines freien Platzes, dem Interagieren mit anderen Akteuren bis hin zum audiovisuellen Eindruck der Rede umfassen.

Natürlich ist die Verwendung derartiger Technologien mit spezifischen Problemen verbunden. Spieleumgebungen wurden nicht entwickelt, um historische Forschung zu betreiben. Aber die vielfältigen Hindernisse und Fragen, insbesondere aber die Produktion von Hypothesen über die vergangenen Wirklichkeiten, die im Verlauf einer solchen Implementierung auftreten, sind integraler Bestandteil des Forschungsprozesses selbst. Medien wie die Zeichnung, die Fotografie, das Modell oder das Diagramm wurden innerhalb der Archäologie bislang zumeist zur Rekonstruktion historischer Wirklichkeit verwendet. Konfrontiert man eine

11 Das der Simulation zugrundeliegende Modell der Athener Pnyx wurde im Rahmen unseres Projekts im Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung* erarbeitet. Website des Projekts: <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/politische-kommunikation-auf-der-pnyx-volksversammlungsplatz-athen> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).

12 Zur Pnyx als Ort der Volksversammlung im antiken Athen und den baulichen Veränderungen der Versammlungsstätte im Laufe der Zeit: Thompson 1982, Forsén/Stanton 1996, Camp 2001: 46–47, 132, 153–154, 264–266.

13 Zum Projekt ausführlicher: <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/politische-kommunikation-auf-der-pnyx-volksversammlungsplatz-athen> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018); Videopräsentation der ersten Ergebnisse des Experiments: <https://www.youtube.com/watch?v=tT7VveNhio> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).



Abb. 5. Virtuelle Simulation einer Ansprache auf der antiken Athener Pnyx in Unity.

Wissenschaft wie die Archäologie dagegen mit einer so jungen Medientechnologie wie der VR Game Engine Unity, so kommt man gar nicht umhin, das Verhältnis von Wissensproduktion und Medien intensiv zu diskutieren, also den konstruktiven Aspekt stärker in den Vordergrund zu stellen. Experimentieren heißt in diesem Sinne also gerade nicht, dass die Funktion der Medien quasi neutralisiert wird, um durch sie hindurch zu Aussagen zu gelangen. Mit unserer Auffassung von (Re)Konstruktion als Experiment plädieren wir vielmehr für einen offensiven, generativen und konstruktiven Umgang mit ihnen, indem die Wissensobjekte in Medien wie Unity allererst erzeugt werden. Verbunden damit ist freilich auch die Hoffnung, dass die Verwendung dieser neuen Medien zu neuen Fragestellungen und Erkenntnissen führt.

Die präsentierten Forschungsergebnisse sind im Rahmen eines interdisziplinären Projekts, das am Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung* im Verbund von Klassischer Archäologie (Susanne Muth), Virtueller Akustik (Stefan Weinzierl) und Kulturwissenschaft (Christian Kassung) durchgeführt wird, aus gemeinsamer Arbeit entstanden. Unser Dank gilt vor allem den MitarbeiterInnen, die in diesem Projekt von Anfang an auch Ideengeber, Motor und Innovatoren waren: Jana Beutler, Christoph Böhm, Felicitas Fiedler, Erika Holter, Dirk Mariaschk, Una Schäfer und Sebastian Schwesinger. Weitergehende Informationen zu unserem Forschungsprojekt finden sich unter <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/analogspeicher-ii-auralisierung-archaologischer-raume/> (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).

Literatur

- Ahnert, Wolfgang und Tennhardt, Hanns-Peter (2008): „Raumakustik“, in: Weinzierl, Stefan (Hg.): *Handbuch der Audioakustik*. Berlin: Springer, S. 181–266.
- Bartz, Jessica (2014a): „Comitium“. Online unter: www.digitales-forum-romanum.de/gebaeude/comitium (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).
- Bartz, Jessica (2014b): „Rostra Augusti“. Online unter: www.digitales-forum-romanum.de/gebaeude/rostra-augusti (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).
- Bartz, Jessica; Holter, Erika und Muth, Susanne (2016): „Digitales Forum Romanum – Chancen und Grenzen virtueller Rekonstruktion und Simulation“. in: Zimmer, Kathrin B. (Hg.): *Von der Reproduktion zur Rekonstruktion – Umgang mit Antike(n) II*. Rahden: Verlag Marie Leidorf, S. 193–208.
- Camp, John M. (2001): *The Archaeology of Athens*. New Haven: Yale University Press.
- Coarelli, Filippo (1983/1985): *Il Foro Romano*. 2 Bände. Rom: Edizioni Quasar.
- Dietrich, Nikolaus und Muth, Susanne (2014): „Zielsetzung“. Online unter: www.digitales-forum-romanum.de/projekt/zielsetzung (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018)
- Forsén, Björn und Stanton, Greg (Hg.) (1996): *The Pnyx in the History of Athens*. Helsinki: Foundation of the Finnish Institute at Athens.
- Freyberger, Stefan (2009): *Das Forum Romanum. Spiegel der Stadtgeschichte des antiken Rom*. Mainz: Zabern.
- Hölscher, Tonio (2006): „Das Forum Romanum, die monumentale Geschichte Roms“, in: Stein-Hölkeskamp, Elke und Hölkeskamp, Karl Joachim (Hg.): *Erinnerungsorte der Antike. Die römische Welt*. München: Beck, S. 100–122.
- Holter, Erika (2014): „Vom Arbeiten mit digitalen Rekonstruktionen“. Online unter: www.digitales-forum-romanum.de/projekt/vom-arbeiten-mit-digitalen-rekonstruktionen (zuletzt aufgerufen: 19.7.2018).
- Holter, Erika; Muth, Susanne und Schwesinger, Sebastian (2018): „Sounding Out Public Space in Antiquity. Acoustic Simulations of Public Speeches and Assemblies in Late Republican Rome“, in: Butler, Shane; Nooter, Sarah (Hg.): *Sound and the Ancient Senses*. London: Routledge, S.44–60.
- Kassung, Christian und Schwesinger, Sebastian (2016): „How to Hear the Forum Romanum. On Historical Realities and Aural Augmentation“, in: Busch, Carsten und Sieck, Jürgen (Hg.): *Kultur und Informatik. Augmented Reality*. Glöckstadt: Verlag Werner Hülsbusch, S. 41–53.
- Kassung, Christian und Schwesinger, Sebastian (2018): „Saxa Loquuntur: The Function of (Multi-)Media for Antique Architecture“, in: Jat, Dharm Singh; Sieck, Jürgen; Muyingi, Hippolyte N’Sung-Nza; Winschiers-Theophilus, Heike; Peters, Anicia und Nggada, Shawulu (Hg.): *Digitalisation of Culture: Namibian and International Perspectives*. Singapur: Springer, S. 171–185.
- McGurk, Harry und MacDonald, John (1976): „Hearing Lips and Seeing Voices“, in: *Nature* 264, S. 746–748.
- Muth, Susanne (2014): „Historische Dimensionen des gebauten Raumes: Das Forum Romanum als Fallbeispiel“, in: Dally, Ortwin; Hölscher, Tonio; Muth, Susanne und Schneider, Rolf (Hg.): *Medien der Geschichte: Antikes Griechenland und Rom*. Berlin: De Gruyter, S. 285–329.
- Muth, Susanne (2015): „Das Forum Romanum: Roms antikes Zentrum neu verstehen“, in: *Antike Welt* 46, Heft 6, S. 34–40.
- Muth, Susanne und Schulze, Holger (2014): „Wissensformen des Raums: die schmutzigen Details des Forum Romanum – Archäologie & Sound Studies im Dialog“, in: *Cluster-Zeitung CZ#*, Nr. 55, S. 7–11.
- Muth, Susanne und Wulf-Rheidt, Ulrike (2017): „Beeindrucken durch Wort und Bau“. In: *Spektrum des Wissens Spezial* 4. 17: Das Wissen der Antike, S. 22–27.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2006): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Thompson, Homer A. (1982): „The Pnyx in Models“, in: *Hesperia* Suppl. 19, S. 133–147.