

Florian Huber
 Alfons Baier
 Hans Fricke
 Martin Nadler
 Jana Ulrich

Die Tauchuntersuchungen im „Tiefen Brunnen“ der Kaiserburg zu Nürnberg

Quellen und Brunnen spielen seit Jahrtausenden eine zentrale Rolle für den Menschen. Besonders Burgen und Festungsanlagen mussten über eine autarke, ausreichende Wasserversorgung verfügen, da sie im Verteidigungsfall sonst nutzlos waren. Der in der Nürnberger Burg 50 m in den Fels abgeteufte „Tiefe Brunnen“ stellt in diesem Zusammenhang ein einzigartiges Dokument der Technikgeschichte und frühen Ingenieurbaukunst dar. Zwar wurde er erstmals im 14. Jahrhundert erwähnt, er ist jedoch vermutlich so alt wie die Befestigungsanlage selbst, deren Ursprung möglicherweise auf frühe Burganlagen des 9. Jahrhunderts zurückgeht. Die weltweit bekannte Nürnberger Burg zählt in ihrem historischen Charakter, malerisch auf einem mächtigen Keuperfels gelegen, als Kaiserresidenz zu den geschichtlich bedeutendsten Wehranlagen Europas. Im Jahr 2012 erfolgten, neben der Untersuchung zweier weiterer mittelalterlicher Wassergewinnungsstellen, zur Klärung der geologisch/hydrologischen Verhältnisse sowie der Baugeschichte des „Tiefen Brunnens“ insgesamt 27 Tauchgänge in den Brunnenschacht. Auf diese Weise wurden neue Erkenntnisse zu seiner Entstehung und zur historischen Wasserversorgung der Nürnberger Burganlage gewonnen.

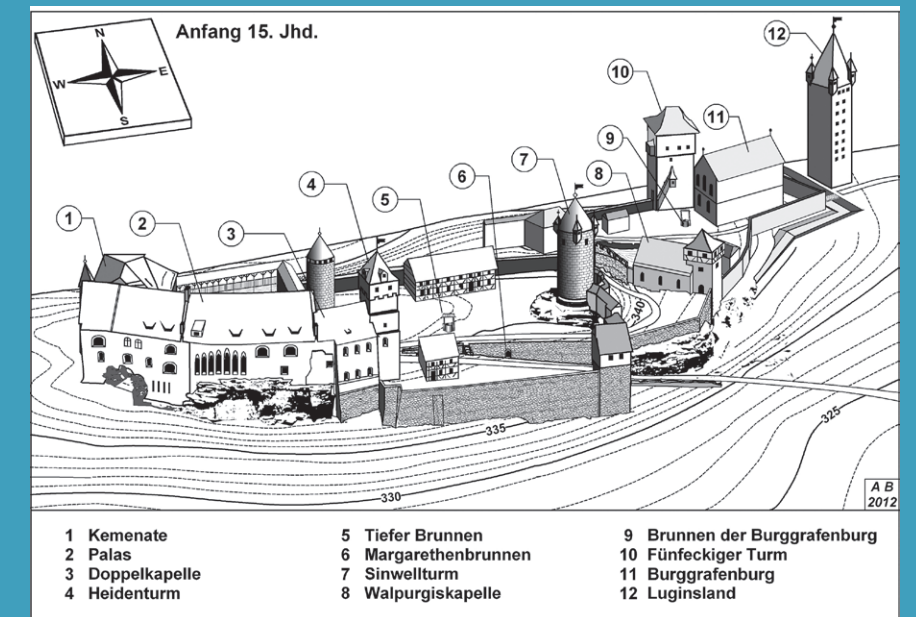
Abb. 1 Blick auf den Sinwellturm. Trotz seiner exponierten Lage überstand der runde Turm einschließlich seines hölzernen Dachwerkes als eines der wenigen Gebäude der Burganlage die Luftangriffe auf Nürnberg.

DIE NÜRNBERGER BURGANLAGE

Schriftliche Zeugnisse über die Anfänge der Stadt und Burg Nürnberg existieren nicht. Zwar belegen Bodenfunde bereits für das 10. Jahrhundert eine Burg, die erste schriftliche Erwähnung für Nürnberg stammt jedoch erst aus dem Jahr 1050. Es handelt sich dabei um eine Urkunde, die Kaiser Heinrich III. am 16.07.1050 ausstellte und mit der er die Freilassung der Leibeigenen Sigena vornahm. Als Ausstellungsort dieses



Abb. 2
 Die Burganlage Anfang
 des 15. Jahrhunderts.



Schriftstücks ist „Norenberc“ angegeben. Den Namen wird man als Bezeichnung des felsigen Berges zu deuten haben¹, auf dem man die Burg errichtet hatte. Unterhalb der Burg muss zu diesem Zeitpunkt bereits eine Siedlung bestanden haben. Diese aus salischer Zeit stammende Burg² bildet den Kern der sich in den folgenden Jahrhunderten entwickelnden Anlage. Im Jahr 1130 in weiten Teilen zerstört, wurde die Burg ab 1140 von den Staufern wieder auf- und zur Reichsburg ausgebaut. Der Gebäudetrakt der Kaiserburg entstand westlich der Burggrafenburg. Letztgenannte unterstand dem spätestens seit 1138 nachgewiesenen Burggrafen. Dieses Amt lag, bis zum Übergang an die Zollern 1190/91, in den Händen der Edelfreien von Raabs. Spätestens um 1150 hatten die beiden Burganlagen der Kaiser- und der Burggrafenburg die Ausmaße der heute noch bestehenden Anlage erreicht. Vermutlich unter Friedrich I. Barbarossa (1152–1190) wurden die bestehenden Gebäude der Kaiserburg abgebrochen und mit dem Bau des heute noch erhaltenen Palas mit dem anschließenden Heidenturm, der die Doppelkapelle enthält, begonnen. Vervollendet wurden die Gebäude wohl unter Friedrich II. (1211–1250), der die wirtschaftliche Entwicklung der Stadt mit dem Großen Freiheitsbrief aus dem Jahr 1219 wesentlich förderte. Der weitere Ausbau der Kaiserburg und u. a. die Errichtung des Sinwellturms erfolgten unter Rudolf von Habsburg (1273–1291). Als Dank für die Unterstützung bei seiner Wahl überließ er den Zollern die Burggrafschaft mit der Vorburg und weiteren bedeutenden Rechten als Reichslehen. Die Stadt konnte in der Folgezeit ihre selbstständige Stellung festigen und wurde „Herr in ihren Mauern“. Daraus ergab sich ein Interessenkonflikt zwischen Stadt und Burggrafen. Dieser äußerte sich 1377 mit dem Bau einer eigenen städtischen Befestigung, des Turms Luginsland, gegenüber der Burggrafenburg. Mit der „Goldenen Bulle“ von 1356 wertete Karl IV. (1346–1378) die verfassungsrechtliche Stellung Nürnbergs auf. Von da an musste jeder neu gewählte deutsche König seinen ersten Reichstag in Nürnberg abhalten. Der Stadt gelang es Schritt für Schritt, den Einfluss der Zollernschen Burggrafen zurückzudrängen. Die Reste der sieben Jahre zuvor während einer kriegerischen Auseinandersetzung zwischen

den Wittelsbachern und dem Nürnberger Burggrafen zerstörten Burggrafenburg wurden 1427 schließlich mit allen dazugehörigen Rechten durch Kauf erworben. Auf dem Areal der Burggrafenburg ließ der Nürnberger Rat 1449/95 die später sogenannte „Kaiserstallung“ errichten. Mit diesem Schritt war das heute noch vorhandene Gesamtbild der Nürnberger Burganlage im Wesentlichen vollendet. Im folgenden Jahrhundert wurde der Burgkomplex nach außen hin durch den Italiener Fazuni umgebaut, dessen Bastionsbauten den modernsten fortifikatorischen Forderungen der damaligen Zeit entsprachen. Sie diente als Residenz deutscher Kaiser und Könige des Heiligen Römischen Reiches und von 1050–1571 als Ort für Hof-, Gerichts- und Reichstage. Im Laufe der Zeit wurde sie mehrfach belagert, stark umkämpft und auch teilweise zerstört³. Nach Luftangriffen im Jahre 1945 lagen ca. 70 % der Burganlage in Schutt und Trümmer. Bereits 1947 begann durch das Landbauamt Nürnberg der Wiederaufbau in historischer Form, der bis 1981 weitestgehend abgeschlossen war. Die heutige Burganlage gliedert sich in die Bereiche der Kaiserburg, der Burggrafenburg und der reichsstädtischen Bauten und ist ein sehr beliebtes touristisches Ausflugsziel.

WASSERBEDARF UND BRUNNENBAU AUF (FRÜH-)MITTELALTERLICHEN BURGEN

Die stetige Verfügbarkeit von Wasser als unabdingbare Lebensvoraussetzung für Menschen, Tiere und Pflanzen ist in Mitteleuropa heute selbstverständlich. Lediglich der Mensch besitzt die Fähigkeit, im Rahmen gegebener hydrogeologischer Verhältnisse neue Trink- und Brauchwasserspender zu erschließen⁴. Quellen, vor allem als anfänglich genutzte Trinkwasserversorgung, sind jedoch häufig durch eine nur geringe und jahreszeitlich schwankende Schüttung charakterisiert. Darauf weist auch die etymologische Bedeutung des Wortes „Quelle“ hin, die vom mittelhochdeutschen Verbum „quellen“ und dem althochdeutschen Verbum „quellan“ als Bezeichnung für „träufelndes Wasser“ hergeleitet wird⁵. In Ermangelung von Quellaustritten musste auf Höhensiedlungen häufig auf das Auffangen von Niederschlagswasser in Zisternen zurückgegriffen werden. Dieser Begriff wurde aus dem Mittelhochdeutschen übernommen und bezeichnet einen meist unterirdisch gelegenen, mit Steinplatten abgedeckten Wasserbehälter. Er wird von dem lateinischen Wort „cista“ (= Kiste) abgeleitet⁶ und kennzeichnet die Urform einer künstlichen Wasserversorgung. Da bei dieser Art der Wassergewinnung mit den Niederschlägen auch Vogelkot, Laub und Staubpartikel mit eingetragen werden, erweisen sich die in den Sammelbehältern enthaltenen Wassermengen bis zum heutigen Tag meist als qualitativ minderwertig. Bei der Verwendung als Trinkwasser ergeben sich neben der relativ geringen Quantität oftmals massive hygienische Bedenken, da die im Wasser enthaltenen Organika in Fäulnis übergehen können. Selbst bei einer Brauchwassernutzung muss mit Geruchsproblemen gerechnet werden.

Die Brunnentechnik ist eine bereits frühe Entwicklung des Menschen, um auch frisches und klares Grundwasser nutzen zu können. Erst durch Auffindung und Nutzbarmachung dieser Wasserressource aus unterschiedlich tiefen, künstlich geschaffenen Entnahmestellen konnten stellenweise große Mengen gefördert werden. Diese günstigen Gegebenheiten spiegeln sich in der ursprünglichen Bedeutung des Wortes „Brunnen“ wider. Dieser Begriff ist im mittelhochdeutschen Begriff „brun(ne)“ als auch in der althochdeutschen Bezeichnung „brunno“ mit dem Wort „brennen“ verwandt und beschreibt „aufwallendes [Wasser]“⁷.

Die ersten Brunnen in Mitteleuropa wurden in der Zeit um 5000 v. Chr. abgeteuft. Als eines der weltweit ältesten Holzbauwerke gilt der Holzbrunnen einer

bandkeramikzeitlichen Siedlung bei Kückhoven (Nordrhein-Westfalen)⁸. Mit dem Voranschreiten der Brunnenbautechnik wurden die in Lockersedimenten gegrabenen oder in den anstehenden Fels vorgetriebenen Brunnenschächte oftmals nach unten hin weiter verbreitert gemauert und weisen eine offene Sohle auf, über welche der Grundwasserzutritt erfolgt. Das in derartigen Schachtbrunnen aufgeschlossene farb- und geruchlose Grundwasser ist während des Jahresverlaufes durch gleichbleibend kühle Temperaturen und angenehmen Geschmack charakterisiert. Aufgrund der Filterung in der Untergrundpassage sind pathogene Keime meist nur in geringen Mengen enthalten. Um das Wasser nutzen zu können, wurden in der Regel Zieheimer verwendet. Man siedelte in der mitteleuropäischen Landschaft bevorzugt an von der Natur vorgegebenen Flussläufen, wodurch die Sicherstellung einer ausreichenden Wasserversorgung durch Fließgewässer oder über Grundwasserbrunnen, die nur in oberflächennahe Grundwasserleiter abgeteuft werden mussten, möglich war. So standen für die mittelalterliche Stadt Nürnberg 96 öffentliche Brunnen⁹ sowie rund 2.000–3.000 private Brunnenschächte¹⁰ zur Verfügung. Die Tiefe der teils ausgemauerten, teils aus dem anstehenden Sandstein ausgebrochenen Brunnen lag dabei lediglich zwischen 6 m und 15 m. Der Bau von (früh-)mittelalterlichen Burganlagen erfolgte dagegen größtenteils auf Anhöhen, schroff abfallenden Felspartien oder hoch aufragenden Berggipfeln, was wasserwirtschaftlich eine äußerst ungünstige Position bedeutete: Von den über 4.000 in Deutschland, in Südtirol, Böhmen und im Elsass untersuchten Burgen ließen sich rund 70 % dem Typus der Höhenburg zuordnen¹¹. Die Grundrissgestaltung des Wehrbaus bei diesem Burgentyp war weitestgehend durch die natürlichen Geländegegebenheiten festgelegt. Die geomorphologischen Verhältnisse wurden dabei bewusst in die Gestaltung der Befestigungsanlage einbezogen und Berghänge als Annäherungshindernis genutzt. Derartige fortifikatorische Anlagen besaßen eine Mehrfunktion. Sie sollten eindrucksvoll den Herrschaftsanspruch ihrer Besitzer demonstrieren, waren aber aus strategischen Gründen bevorzugt an morphologisch exponierten oder unzulänglichen Stellen errichtet worden, was die tägliche Sicherstellung der standesgemäßen Grundbedürfnisse schwierig machte. Besonders relevant für die Nutzung war hier die Problematik der Trink- und Brauchwasserversorgung.

Während Friedenszeiten war es möglich, den täglichen Wirtschaftsbetrieb mit einer relativ geringen Anzahl von Personen aufrechtzuerhalten. Während der temporären herrschaftlichen Hofhaltung, wie auf der Nürnberger Kaiserburg, war der Wasserbedarf jedoch deutlich höher. Die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser erfolgte dann auch über außerhalb der Befestigungsanlage gelegene Quellen. Im Falle einer Belagerung war aber gerade die ausreichende Wasserversorgung überlebenswichtig für die Bevölkerung. Vor allem der hohe Wasserbedarf für das Nutzvieh und die Pferde berittener Einheiten stellten schnell ein akut werdendes Problem dar. Nahrungsmittel für Mensch und Tier ließen sich für längere Zeiträume einlagern – eine Burganlage ohne eine ausreichende Wasserversorgung war dagegen nicht mehr als ein bewohnbarer Steinhäufen und damit nur eine eindrucksvolle Kulisse ohne praktischen Nutzen. Für die Funktionsfähigkeit einer Höhenburg war die Abdeckung des Wasservorrats sowohl für den normalen Tagesbedarf als auch in Hinblick auf einen möglichen Belagerungsfall daher unabdingbar¹².

Bei der Quantifizierung des täglichen Wasserbedarfs auf einer Höhenburg wird häufig auf eine Studie zur globalen Wasserbewirtschaftung verwiesen, in welcher die lokale Mindestwassermenge pro Person mit 5 Liter/Tag angegeben wird¹³. Dieser Ansatz ist vergleichbar mit einer Überschlagsberechnung, welche den Tagesbedarf einer mittleren Burg mit 50–150 Liter/Tag abschätzt, was einer Besat-

zung von 10–30 Personen entsprechen würde¹⁴. Diesen Betrachtungen liegen die Beobachtungen an Bauernhöfen im schweizerischen Hochjura zugrunde, deren Bewohner noch heute ihren Wasserbedarf aus Zisternen decken müssen und deren Lebensgewohnheiten annähernd den Verhältnissen auf mittelalterlichen Burgen entsprechen. Wesentlich größere Wassermengen müssen jedoch für die tägliche Versorgung von Tieren veranschlagt werden: Eine Wasserration von 50 Liter/Tag ist jeweils für ein Pferd, für ein Rind oder für fünf Schweine anzusetzen¹⁵. Das Vorhandensein eines Ziehbrunnens war aus diesen Gründen die Regel. Selbst hohe Kosten für die Anlegung eines mehrere Fuß tiefen Brunnenschachtes bis auf einen ausreichend leistungsfähigen Grundwasserkörper wurden nicht gescheut. Für einige dieser tiefen Brunnen geht die Überlieferung, dass sie ebenso viel gekostet haben wie die gesamte übrige Burg¹⁶.

STANDORTWAHL FÜR BURG UND BRUNNEN

Ein wesentliches Kriterium für die Standortwahl einer Burganlage waren die später nötige Bereitstellung ausreichender Wassermengen für die Trink- und Brauchwasserversorgung und die ortsnahe Verfügbarkeit der erforderlichen Baustoffe. Die Verwendung ortsüblicher Locker- und Festgesteine als Baumaterial stellte ein Grundprinzip des mittelalterlichen Bauwesens dar. Werksteine konnten bereits beim Planieren des Bauplatzes gewonnen werden und die umliegenden Wälder lieferten das Bauholz. Kalk, Sand und große Mengen Wasser waren ebenfalls unentbehrlich. Die für den Bau benötigten Brauchwassermengen wurden entweder aus Quellen an den Hängen des zukünftigen Burgberges entnommen oder mit Hilfe von Eseln auf den Berg transportiert und dort in großen Holzbottichen gesammelt. Doch nur während der Bauphase konnten noch Provisorien in Kauf genommen werden. Die Standortbestimmung für einen abzuteufenden Brunnen erfolgte im Mittelalter bisweilen nach einem Verfahren, das bei Vitruv¹⁷ beschrieben wird: „Man grabe ein Loch, das nach jeder Richtung fünf Fuß mißt, und setze in dasselbe um Sonnenuntergang einen bronzenen oder bleiernen Becher ... bedecke dann die Oberfläche der Grube mit Schilfrohr und schütte dies mit Erde zu; öffnet man am folgenden Tage die Grube wieder, so wird der Boden, wenn das Gefäß angelaufen ist und Tropfen enthält, Wasser bergen.“ Für das Graben von Brunnen auf Höhenburgen kam jedoch häufiger eine eher pragmatische, auf empirischen Erfahrungswerten beruhende Vorgehensweise zur Anwendung: Der Austritt einer Quelle am Hang des Burgberges erleichterte oftmals die grundsätzliche Entscheidung, einen Brunnenschacht anzulegen. Schon in der Frühzeit des Burgenbaus wurden bei geringen Grundwassertiefen Brunnen angelegt, von denen die Mehrzahl heute allerdings verschüttet oder überbaut ist¹⁸. Im Spätmittelalter wurden auch Wünschelruten-gänger für die Wahl des Brunnenstandorts in Anspruch genommen. Ein Beispiel ist der im 16. Jahrhundert bis 92 m in das Karstgebirge abgeteufte Brunnen von Betzenstein (Oberfranken). Die Tatsache, dass man diesen Sachverständigen in den jeweiligen Urkunden zunächst als „den Künstler im Brunnen- und Wassersuchen“, danach als „Wasserabenteurer“ und schließlich als »Wasserteufel« bezeichnete, mag für die Qualität seiner Bemühungen stehen¹⁹. In mittelalterlichen Burgen abgeteufte Grundwasserbrunnen zeigen bis auf wenige Ausnahmen ihren Charakter als Zweckbauwerke. Ihre Standortwahl innerhalb der Burganlage war sicherlich oftmals die zweckmäßigste. Bei vielen Höhenburgen zeigt sich ein funktionaler Zusammenhang zwischen dem Brunnenstandort und den als Küche benutzten Gebäuden²⁰.

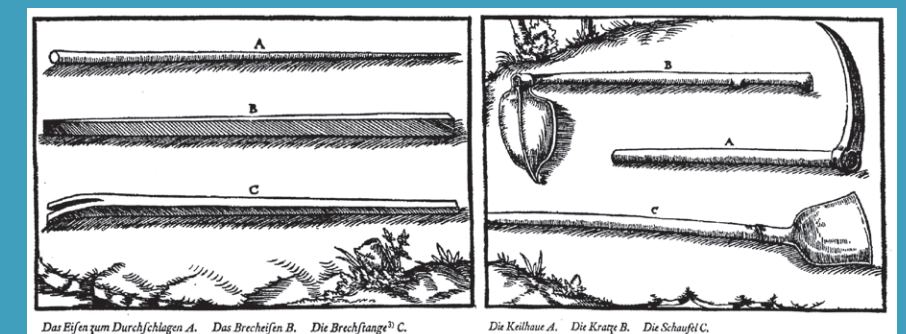
DIE BRUNNENFORSCHUNG

Eine genaue Datierung der tiefen mittelalterlichen Brunnen erweist sich aufgrund meist fehlender Untersuchungen bislang als schwierig. Die meisten Angaben zu frühen Burganlagen und entsprechenden Brunnentiefen sind daher überwiegend alles andere als sicher. Dies gilt beispielsweise auch für die Burganlage in Dover, die aus dem späten 12. Jahrhundert stammt und deren Brunnen rund 100 m in die Erde reichen soll. Zahlreiche Burganlagen sind bauhistorisch und mitunter auch archäologisch dokumentiert worden, die Tiefenangaben der Brunnenschächte erfolgen aber nicht selten ohne eine sichere Bezugsquelle. Bautechnisch wird davon ausgegangen, dass Tiefen bis 100 m bereits um 1200 durchaus möglich waren, jedoch oftmals aufgrund des ungeheuren Kostenaufwands scheiterten. Eine ausreichende Finanzierbarkeit dürfte bis zum 14. Jahrhundert höchstens bei Burgen des Hochadels oder des Königs, so beispielsweise in Nürnberg, gewährleistet gewesen sein²¹. Für Brunnen mit Tiefen bis 60 m und mehr wird daher der bauliche Schwerpunkt bislang im 16. und 17. Jahrhundert festgemacht²². Zu diesem Zeitpunkt scheint, neben der besseren Finanzierung, eine ausgereifte Bergbautechnik vorhanden gewesen zu sein, sodass entsprechende Fachleute verfügbar waren. Der Nürnberger Brunnen zählt demnach bereits zu einem der frühesten Belege für den tiefen Brunnenbau.

MITTELALTERLICHE BRUNNENBAUTECHNIKEN

Im Bauwesen hatten sich die Werkzeuge, die Materialien und die Technik ihrer Bearbeitung sowie die aus Holz gefertigten Bauhilfsmittel, die seit der Antike bekannt waren, auch mit dem Ende des Mittelalters praktisch nicht verändert. Die angewandten Bauverfahren gehörten zu den streng gehüteten Berufsgeheimnissen der Bauhandwerker, die von den Meistern in den Bauhütten erarbeitet und auf regelmäßigen Versammlungen hinter verschlossenen Türen besprochen wurden. Die Ausbildung der Lehrlinge und Gesellen auf dem Bau erfolgte nach mündlicher, nicht nach schriftlicher Überlieferung²³. Erst Agricola verfasste einen detaillierten Überblick über die gesamte Bergbautechnik und das Hüttenwesen seiner Zeit²⁴. Über die Thematik des Schacht- und Brunnenbaus wird hier berichtet, dass der Bergmann zunächst „beginnt einen Schacht zu senken; über ihn errichtet er einen Haspel sowie eine Kaue, damit der Regen nicht in den Schacht eindringt ... Der Schacht wird saiger niedergebracht ... und mit einem einzigen Förderseil werden die Berge ... zu Tage gefördert ... Der Ausbau der Schächte erfolgt auf verschiedene Weise“, denn „Art und Umfang des Ausbaues werden durch die Beschaffenheit des Gebirges bestimmt“. Auch die Technik, die beim Abteufen eines Brunnenschachtes zum Einsatz kam, richtete sich nach der Härte und der Beschaffenheit des anstehenden Gesteins. Beim Brunnenbau auf Höhenburgen kamen häufig Bergleute,

Abb. 3 Gerätschaften des Steinbrechers für den Brunnenbau.



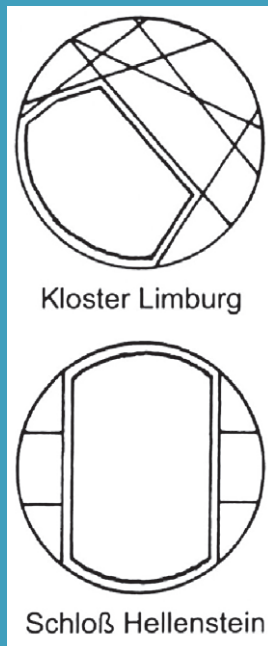


Abb. 4 Rekonstruktion der Förderanlagen anhand der Anordnung von Rüstlöchern.

Steinbrecher und Maurer zum Einsatz. Bergleute, die bei dicht gelager-tem Gestein eingesetzt wurden, arbeiteten beim Schachtvortrieb meist kniend mit kurzstieligen Werkzeugen wie Fäustel und Bergeisen. Um allein im Brunnenschacht arbeiten zu können, war ein Durchmesser von rund 1,5 m erforderlich; waren zwei Bergleute gleichzeitig im Einsatz, vergrößerte sich der erforderliche Schachtdurchmesser auf 1,8 – 2 m. Stehend hingegen, mit langstieligen Werkzeugen wie Keilhaue und Brechstangen, konnten die Steinbrecher arbeiten. Sie nutzten die vorhandenen Schichtflächen und Klüfte, stemmten Löcher und Spalten in das Gestein, um dann mit langen Brechstangen das Gefüge auseinanderzubrechen. Bei dieser Technik mussten nur die Schachtränder nachgearbeitet werden, um einen kreisrunden Brunnenquerschnitt zu erzielen. Steinbrecher waren als Arbeitskräfte preiswerter als die oft hochspezialisierten Bergleute: Bei stark klüftigem Gestein erwies sich ihre Arbeitsweise als effektiver, da sie mehr Gestein brechen und fördern konnten und schneller vorankamen. Die Aufgabe der Maurer bestand darin, die Schachtbereiche mit instabilen Gesteinsabfolgen durch Ausmauerungen zu sichern und dauerhaft abzustützen. Hierzu wurden Steinformate verwendet, die – anders als bei der Aufmauerung eines kompletten Brunnenschachtes – von nur einer Arbeitskraft verbaut werden konnten²⁵.

Die Arbeitsfortschritte beim Schachtabteufen wurden im Wesentlichen durch die Härte des anstehenden Gesteins und seinen tektonisch bedingten Auflockerungsgrad bestimmt. Aus den wenigen überlieferten Bauberichten kann eine durchschnittliche Ausschachtungsleistung von 3–10 cm/Tag abgeleitet werden. Bei einem im Mittelalter üblichen Jahresarbeitspensum von maximal 300 Arbeitstagen lassen sich Abteufraten von 9–30 m/Jahr veranschlagen. Die Voraussetzung dafür war, dass keine unvorhergesehenen Arbeitsunterbrechungen durch Unfälle, Materialschäden, Geldmangel oder kriegerische Ereignisse auftraten. Für den rund 50 m in den Fels geschlagenen „Tiefen Brunnen“ der Kaiserburg zu Nürnberg ergeben diese Überschlagsbetrachtungen eine Gesamtbauteufzeit von etwa drei bis fünf Jahren. Das Einfahren der Arbeitskräfte in den Brunnenschacht erfolgte, ähnlich wie im Bergbau, meistens über sogenannte Leiterfahrten. Auch gab es während der Phase der Brunnenausschachtung überwiegend eine strikte Trennung zwischen Förderturm und Fahrtenturm und damit eine Unterteilung des Schachts in zwei Zonen. In der einen Zone wurde das von den Hauern ausgebrochene Gestein nach oben gefördert, die andere Zone diente dem Auf- und Abstieg der Arbeitskräfte. Als Gerüstauflagen für die Leiterverbindungen und Arbeitsplattformen wurden sogenannte Rüstlöcher verwendet. Diese Benennung (mittelhochdeutsch „rüsten“, althochdeutsch „rusten“) geht auf das althochdeutsche Substantiv „(h)rust“ (= Ausrüstung) zurück. Hiervon leitet sich wiederum das Kollektiv „Gerüst“ ab (mittelhochdeutsch „gerüste“, althochdeutsch „gi(h)rusti“ = Aufbau)²⁶. Entsprechende Rüstlöcher sind bis heute in den Schächten vieler mittelalterlicher Brunnen erhalten. Auch in der östlichen Schachtwand des Nürnberger „Tiefen Brunnens“ sind ab einer Teufe von 5,95 m unter der Geländeoberkante (GOK) in regelmäßigen Abständen von rund 3 m jeweils zwei annähernd quadratische Rüstlöcher zu beobachten. Diese Rüstlöcher waren während der Brunnenbauphase dadurch bedingt, dass während des gesamten Abteufens das Brunnengerüst keine untere Aufstandsfläche aufwies: Das

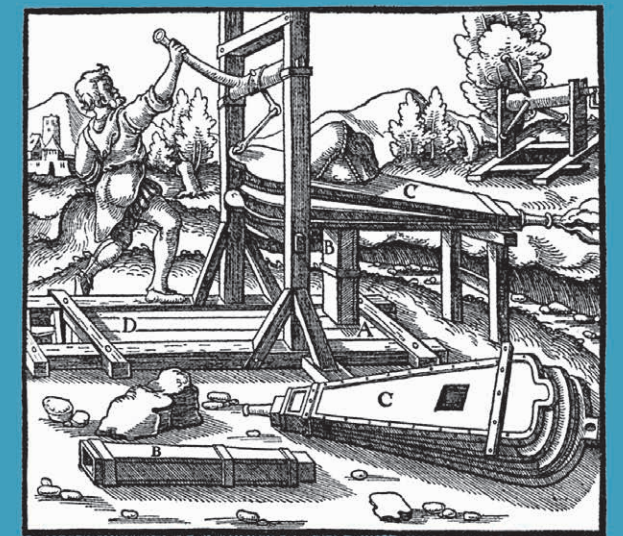


Abb. 5 Bewetterung des Brunnenschachtes mittels Blasebalg.

Gerüst musste also über die seitlichen Löcher im anstehenden Gestein verkeilt und entsprechend den Arbeitsfortschritten nach unten hin verlängert werden²⁷.

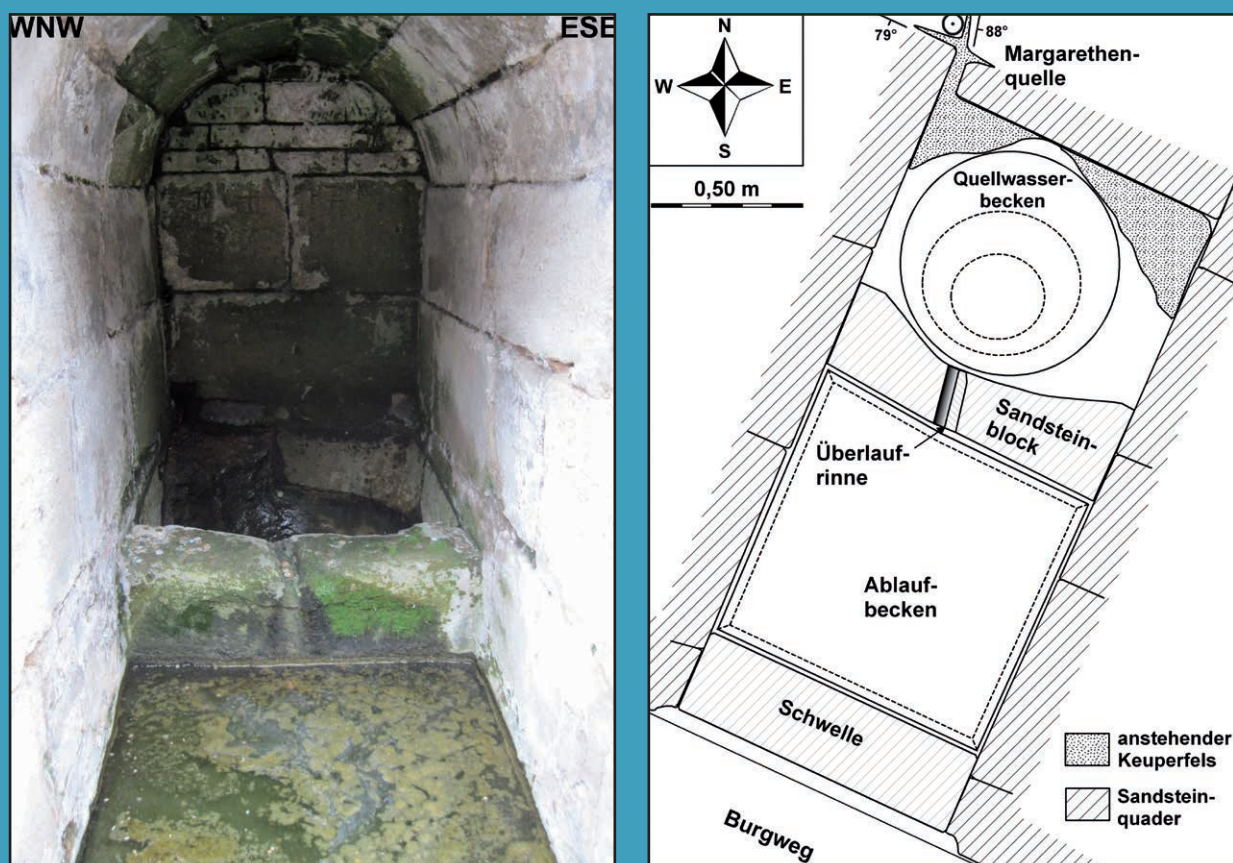
Bei tiefen Brunnenausschachtungen war eine hinreichend leistungsfähige Bewetterung dringend erforderlich. Durch die im Schein ihrer Grubenlampen arbeitenden Bauleute wurde durch Atmung und Verbrennung ständig Kohlendioxid (CO₂) erzeugt: Dieses farb- und geruchlose Spurengas ist schwerer als Luft und reichert sich somit in morphologischen Senken oder am Schachtgrund an. Eine höhere Konzentration an Kohlendioxid in der Atemluft kann für Mensch und Tier lebensgefährlich sein. Für die vorindustrielle Zeit wird der natürlich vorkommende Kohlendioxidanteil in der Erdatmosphäre auf rund 0,029 Volumenprozent (Vol.-%) geschätzt; erst ab dem Jahre 1850 erhöhte sich dieser Anteil auf den aktuellen Wert von ca. 0,039 Vol.-%. Die Behaglichkeitsgrenze des Menschen liegt bei 0,15 Vol.-%. Ein Kohlendioxidgehalt in der Luft von 4 Vol.-% bewirkt beim Menschen Kopfschmerzen und zunehmende Atembeschwerden, bei 8 Vol.-% treten Lähmungserscheinungen auf, 10 Vol.-% sind nach längerem Einatmen tödlich und 20 Vol.-% bedingen bereits bei kurzzeitigem Einatmen den Tod.

Zur Bewetterung eines im Bau befindlichen, mäßig tiefen Brunnenschachts kamen im Mittelalter Blasebalg und Lutte zum Einsatz. Die Anwendung einer derartigen Belüftungsapparatur beschreibt Agricola²⁸: „... saugt der Blasebalg, wenn sein Mundstück mit der Lutte in Verbindung steht, frische Luft in sich hinein, wenn aber die Öffnung der Lutte sein Windloch umschließt, saugt er noch aus einem Schachte von 120 Fuß (entspricht 34 m) die schweren und schädlichen Wetter durch die Lutte.“ Gemäß den Ausführungen Agricolas konnte der „Tiefe Brunnen“ auf der Nürnberger Kaiserburg mit dieser Methode nur bis etwa zwei Drittel seiner Gesamtteufe bewettert werden. Für das untere Drittel kam vermutlich ein weiteres altes Belüftungsverfahren zum Einsatz. Hierbei wurde zunächst in der Mitte des bereits abgeteufte Schachts eine hölzerne Trennwand bis wenige Meter über der Schachtsohle eingebaut; die Ritzen der Holztrennwand mussten mit Pech und Stroh möglichst luftundurchlässig abgedichtet werden. Über den einen Teil des somit geschaffenen Kamins wurde dann auf einem Gitterrost eine Feuerstelle entzündet, welche ihre Luftzufuhr von unten aus dem Brunnenschacht bezog. Aufgrund der hierdurch bedingten Sogwirkung strömte beständig Frischluft durch den gegenüberliegenden Kamin nach unten bis zum Schachtgrund, versorgte die Arbeiter mit frischem Sauerstoff und entfernte die erhöhten Kohlendioxidkonzentrationen.

MITTELALTERLICHE WASSERVERSORGUNG DER NÜRNBERGER BURGANLAGEN

Die spätestens mit dem 10. Jahrhundert anzusetzende Gründung der ersten Nürnberger Burganlagen erfolgte wohl ausschließlich aus geostrategischen Gründen²⁹. Ausschlaggebend hierfür war die Lage des – aus der relativ ebenen Landschaft unvermittelt rund 60 m hoch aufragenden und steil zum Pegnitztal abfallenden – Sandsteinfelsens im östlichen Grenzgebiet des Ostfränkischen Reiches. Abgesehen vom militärischen Nutzen des Felsenberges war die Lage weder für eine Befestigung noch für eine größere Ansiedlung sonderlich geeignet. Auf den beiden Flussseiten reichte der Urwald nahe an das Steilufer der südlichen und an die sumpfige Niederung der nördlichen Pegnitzseite heran. Die für Höhenburgen als typisch auftretenden Probleme bei der Bereitstellung und Versorgung mit Grundnahrungsmitteln waren bei den frühen Nürnberger Burgen signifikant verwirklicht: Trotz ihrer eindrucksvollen Kulisse waren diese Befestigungsbauten im Verteidigungsfall ohne eine ausreichende Wasserversorgung völlig nutzlos. Als wahrscheinlich älteste, heute noch nachweisbare Wassergewinnung wurde auf dem Nürnberger Burgberg das Rudiment einer Zisterne gefunden. Unter dem Palas der Kaiserburg konnten eine in den anstehenden Fels eingetiefte Rinne sowie eine halbrunde Vertiefung freigelegt werden³⁰. Letztere wird als Zisternenboden gedeutet und war überdeckt durch – mit Mörtel- und Holzkohlestückchen vermischte – Kulturschichten des 10. Jahrhunderts, die den anstehenden Sandsteinschichten großflächig auflagen. Die denkbar einfachste Art der ältesten Wasserversorgung unterstreicht möglicherweise die von Merian³¹ überlieferte Charakterisierung der ersten Nürnberger Burg als „schlechtes Castell“. Während der jüngeren Bauphasen der Nürnberger

Abb. 6 Mauergewölbe (links) und Grundrissplan (rechts) der Margarethenquelle.



Burgen wurde die Wasserversorgung durch mindestens eine natürlich austretende Quelle und durch zwei Brunnen gesichert. Zu ihnen gehören die in einer Brunnenkammer gefasste „Margarethenquelle“, der Ziehbrunnen der Burggrafenburg und der „Tiefe Brunnen“ der Kaiserburg.

Das Auffinden der wasserführenden Schichten wurde im Nürnberger Burgberg dadurch erleichtert, dass die hier anstehenden Sandsteinhorizonte in verschiedenen Niveaus von Lettenlagen durchzogen werden. Diese wirken als Grundwasserhemmer und bedingen, dass in dem hoch aufragenden Bergstock mindestens vier einzelne (hiervon drei schwebende) Grundwasserhorizonte auftreten³². Die schwebenden Grundwässer speisen – neben der nur wenige Meter unterhalb des Bergplateaus ausrinnenden Margarethenquelle – vor allem am südlichen Hang des Burgbergs eine Anzahl von Quellen. Diese boten in der Frühzeit Nürnbergs eine einfache und qualitativ einwandfreie Wasserversorgung für die Burg und für die Häuser der Söldner, Handwerker und Bürger. Dieser Hauptquellgürtel liegt über dem Basisletten des Mittleren Burgsandsteins auf einem Niveau von rund 335 m NN und somit in der Höhe und im Verlauf der Oberen Schmidgasse. Die nur gering schüttende Margarethenquelle der Kaiserburg aus dem obersten Grundwasserleiter des oberen Mittleren Burgsandsteins dürfte zu den ältesten Wassergewinnungsstellen der Burg zählen. Ihr ursprünglich am Berghang frei auslaufender Quelltopf wurde später beim Bau der Sandsteinmauer des vom Himmelstor zur Kaiserburg hinaufführenden Burgweges gefasst und über ein kleines Mauergewölbe zugänglich gehalten. Der Eingang zur Quellschale ist heute durch ein massives Eisengitter verschlossen und befindet sich rund 20 m südöstlich des „Tiefen Brunnens“. Die West-, Nord- und Ostwand der Quellschale wurden aus dem anstehenden Burgsandstein herausgebrochen und anschließend mit großen Sandsteinquaden weitgehend vermauert. Ein künstlich angelegtes, großes, rundovales Becken von 0,5 m², das aus dem Sandstein herausgemeißelt wurde, wird hier von zwei ganzjährig, aber nur schwach schüttenden Quellen gespeist. Das 0,86 m tiefe Bassin zeigt an seiner Oberfläche eine eingemeißelte 7 cm breite Überlaufrinne und wird im Süden durch einen 0,3 m dicken und 0,4 m hohen Sandsteinblock abgeschlossen. Im vollständig gefüllten Zustand kann es ein Wasservolumen von 400 Liter speichern. In seiner Gestalt zeigt es eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Quellwasserbecken in der mittelalterlichen Felsenkapelle St. Wolfgang des Schlosses Kugelhammer, das 13 km südöstlich von Nürnberg liegt³³. Die Entstehungsgeschichte der baulichen Ausgestaltung beider Wasserbecken ist bis heute unbekannt. Die Decke des 2,2 m² großen Brunnensraumes der Margarethenquelle wurde mit gemauerten Sandsteinblöcken versehen, die das Gewölbe wie eine kleine Höhle erscheinen lassen. Die Länge der Felsenkammer wurde mit 2,25 m bestimmt. Ihre Breite schwankt von 0,95–0,98 m und ihre Höhe von 1,9–2,1 m. Insgesamt ergibt sich ein Rauminhalt von 4,4 m³. In der nördlichen Abschlusswand der Quellschale befindet sich eine kleine Nische (Abb. 6). Hier rinnt die schwach schüttende Hauptquelle der Margarethenquelle aus den anstehenden Sandsteinen aus. Die Gesamtschüttung des Margarethenbrunnens konnte Ende November 2012 mit nur 1,6 Liter/Stunde bestimmt werden. Eine derartig geringe Wasserschüttung wäre, selbst im Verbund mit der aufgedeckten Zisterne unter dem Palas der Kaiserburg, für den Verteidigungsfall der Nürnberger Burganlagen unmöglich ausreichend gewesen. Daher mussten schon bei den frühen Burgen weitere Grundwasserressourcen erschlossen werden. Der Ziehbrunnen der Burggrafenburg befindet sich wenige Meter südlich des Fünfeckigen Turms und ist heute abgedeckt. Sein Brunnenschacht wurde vermutlich bereits während der Bauphase der ersten Befestigungsanlage rund 20 m tief bis zum Basisletten des Unteren Burgsandsteins abgeteuf. Wie auf mittelalterlichen Burgen



Abb. 7 Zeichnung der Kaiserstallung mit Brunnen um 1535 (links) und Stichstollen zum Ziehbrunnenschacht (rechts).

üblich, wies „der für sich im Hofe liegende Brunnen ... ein einfaches auf Pfosten ruhendes Dach ... auf“³⁴. Nach der Zerstörung der Burggrafenburg im Jahre 1420 wurden die Ruinen 1427 an die Freie Reichsstadt Nürnberg verkauft. Daraufhin verlagerten die fränkischen Hohenzollern, welche bis 1918 auch den Namenszusatz „Burggraf zu Nürnberg“ im Titel führten, ihren Sitz auf die Cadolzburg. In bemerkenswerter Präzisionsarbeit wurde 1473 von einem südlich gelegenen, unterirdischen Wassergewinnungsstollen (der „Schildbrunnleitung“) ein Stichstollen zum Schacht des Ziehbrunnens vorgetrieben³⁵. Durch diesen zusätzlichen Wassergang (Abb. 7) wurde das überschüssige Brunnenwasser der zerstörten Burggrafenburg unterirdisch nach Süden in die Reichsstadt geleitet und speiste bis in die Neuzeit mehrere Brunnenanlagen³⁶.

Der „Tiefe Brunnen“ der Kaiserburg wird erstmals im 14. Jahrhundert erwähnt, ist jedoch wahrscheinlich ebenso alt wie die Burg selbst. Sein Schacht wurde – abgesehen von dem 4 m hohen gemauerten Teil am oberen Ende der Brunnenröhre – vollständig aus dem Fels herausgearbeitet. Mit einem Durchmesser von 1,7–2,2 m wurde der Brunnen ursprünglich 49,9 m³⁷ tief über den Burg- und Stubensandstein bis zum Blasensandstein abgeteuft. Mittels eines Zieheimers konnte dem „Tiefen Brunnen“ so eine Wassermenge von rund 200 Liter/Stunde entnommen werden. Bei Kaiserbesuchen, Reichs- und Hoftagen musste aufgrund des hohen Bedarfs zusätzlich Wasser aus der Stadt auf die Burg gebracht werden. Im Jahr 1563 wurde über dem Brunnenschacht das heute noch bestehende quadratische Brunnenhaus mit einer mächtigen Wasserförderanlage errichtet. Das Gebäude war als Schutzbau gegen unbeabsichtigte wie vorsätzliche Brunnenvergiftung gedacht. Der östlich hieran anschließende, schmalere und niedrigere Anbau von 1564 diente als Badestube mit Ankleideraum. Von der großen Wasserförderanlage sind nur die großen Sandsteinlager erhalten geblieben. Die Ausgestaltung des Brunnenkranzes, als oberirdisch sichtbarer Teil des Brunnenschachtes, folgte bereits im Mittelalter alten Gesetzmäßigkeiten: Neben dem rein praktischen Gesichtspunkt des Schutzes vor einer potenziellen Verschmutzung stand der Aspekt der Unfallverhütung im Vordergrund. Im aufgezeichneten Sachsenspiegel des Ritters und Schöffen Eike von Repkow aus der Mitte des 13. Jahrhunderts ist im zweiten Buch des Landrechts festgehalten: „Ein Mann soll für den Schaden, der anderen Leuten aufgrund seiner Unachtsamkeit widerfährt, aufkommen: sei



es, daß er ihn verursacht durch einen Brand oder einen Brunnen, den er nicht kniehoch über der Erde eingeeht hat“³⁸. Die meisten der heute noch im Original erhalten gebliebenen Brunnenkränze erreichen somit eine Höhe von 1 m über der GOK. Beim „Tiefen Brunnen“ befindet sich der Fußboden des Brunnenhauses auf einem Höhengniveau (GOK) von 347,67 m NN. Hieraus erhebt sich der 0,98 m hohe, aus Worzeldorfer Quarzit³⁹ errichtete, sechseckige Brunnenkranz. Sein Innendurchmesser beträgt 1,73 m, während die Mauerstärke von 0,31 m bis 0,46 m alterniert. Die sehr dekorative und qualitativ anspruchsvolle Ausformung legt die Vermutung nahe, dass diese Brunnenmauer ursprünglich keine schützende Überdachung hatte. Als opportunen Nebeneffekt konnte der Bauherr, durch Art und Umfang der künstlerischen Ausgestaltung, seine eigene Bedeutung und seinen Reichtum eindrucksvoll demonstrieren. Das heutige Fachwerkobergeschoss des Brunnens wurde erst 1951 erneuert, nachdem das Original bei den Bombenangriffen auf Nürnberg im Jahr 1945 zerstört worden war. Die Bombardierung durch 514 britische Lancaster und 7 Mosquitos in der Nacht des 02.01.1945 war verheerend. 25 Minuten reichten aus für eine ungeheure Zerstörung. 2.304 Bomben fielen, zerstörten oder beschädigten 16.593 Gebäude und töteten 1.794 Menschen; weitere 3.333 wurden verletzt und 100.000 obdachlos. Die Löscharbeiten in der Stadt dauerten volle sieben Tage⁴⁰. Auch die Nürnberger Burg war stark betroffen. Während der letzten Angriffe brannte auch der Dachstuhl des Brunnens nieder und stürzte vermutlich teilweise in den Brunnenschacht.

Untersuchungen speziell zum Nürnberger Brunnen gab es bislang allerdings nicht. Dies änderte sich 2012, als Forschungstaucher der Arbeitsgruppe für Maritime und Limnische Archäologie (AMLA) im Auftrag

Abb. 8 Das Brunnenhaus.

Abb. 9 Zerstörung durch die Bombennacht im Januar 1945.



der Bayerischen Schlösserverwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen den Brunnen untersuchten. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege und dem Geozentrum Nordbayern der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Während die Hauptaufgabe für die ersten Untersuchungen im April 2012 in der Vermessung des Schachtes und der Entnahme von Gesteins- und Wasserproben lag, sollte im November 2012 versucht werden, durch Ausräumen des Schachtes festzustellen, wie stark die Schuttschicht im Brunnen ist und ob sich weitere Datierungshinweise finden lassen.

DOKUMENTATIONSMETHODIK DER TAUCHUNTERSUCHUNGEN

Schmale, enge Schächte gehören nicht zum alltäglichen Einsatzort eines Forschungstauchers. Derartige Tauchgänge stellen eine Herausforderung für die Taucher dar, erfordern viel Erfahrung und das nötige Fachwissen. Die Forschungstaucher der AMLA besitzen die erforderlichen Kompetenzen. Sie verfügen über langjährige, umfangreiche Taucherfahrungen, sind darüber hinaus ausgebildete Höhlentaucher und wissen somit um das richtige Verhalten in dunklen, engen Einsatzorten. Für eine effiziente und sichere Durchführung der Arbeiten war es erforderlich, die Forschungstaucher, ihre notwendige Ausrüstung und das Arbeitsmaterial sicher in und aus dem Schacht zu befördern. Hier half die Nürnberger Berufsfeuerwehr mit ihren drei Höhenrettungsteams. Über dem Brunnenschacht wurde ein Arbeitsgerüst aufgebaut, an dem mit Hilfe akkubetriebener Personenwinden der jeweilige Taucher auf einem Sitzbrett in die Tiefe geseilt wurde. Für den Fall eines Windenausfalls wurde ein redundantes Sicherungsseil mit einem vor dem Brunnenhaus stehenden Einsatzfahrzeug der Nürnberger Berufsfeuerwehr verbunden. Je einer der Wissenschaftler, in Tauchausrüstung, mit der Druckluftflasche auf dem Rücken sowie Helm und wenigstens zwei Lampen ausgerüstet, wurde dann vorsichtig in den schmalen Schacht abgeseilt. Ein Höhenretter, ausgestattet mit einem Funkgerät und einem Mehrgasmessgerät (Multigas-Detektor Typ MSA Orion), begleitete den Taucher und half beim An- und Ablegen der Seile. Er blieb während der Taucharbeiten über der Wasseroberfläche im Brunnenschacht, hielt den Kontakt nach außen und überwachte regelmäßig die Sauerstoff- (O_2) und die



Abb. 10 Die Männer des Höhenrettungsteams der Nürnberger Berufsfeuerwehr.



Abb. 11 Das redundante Sicherungsseil kam tatsächlich zum Einsatz, da eine Elektrowinde ausfiel.



Abb. 12 Mit Elektrowinden werden die Taucher in den Schacht hinabgelassen.



Abb. 13 Taucher und Höhenretter beim Abseilen.

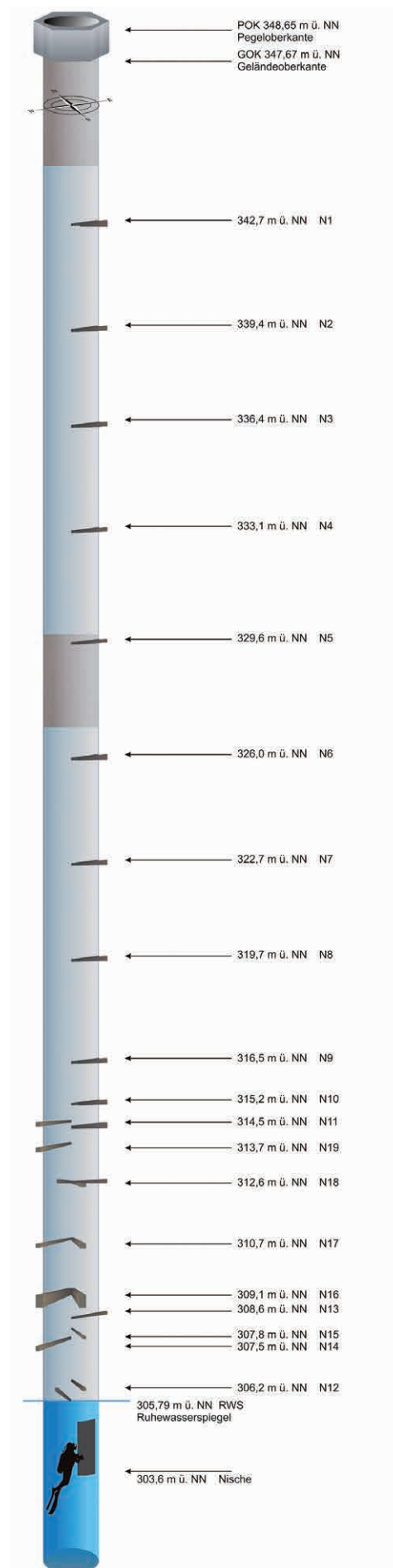


Abb. 14 Brunnengrafik (links) und 3-D-Rekonstruktion des Brunnenschachtes (rechts).

Kohlendioxidwerte (CO_2). Aufgrund der stark eingeschränkten Bewegungsfreiheit innerhalb des nur ca. 2 m breiten Schachts wurde auf den Einsatz von Flossen verzichtet. Nach Beendigung der Arbeiten wurde der untere Brunnenbereich mit Druckluftflaschen gespült, um für den folgenden Tag optimale Atemgaswerte zu erhalten⁴¹.

DER BRUNNENSCHACHT

Die Gesamtlänge des Brunnenschachts konnte mit 53 m angegeben werden. Er verläuft dabei durch die geologischen Gesteinsschichten des Burgsandsteins und des Coburger Sandsteins bis zum Blasensandstein und durchstößt hierbei auch verschiedene Lettenlagen. Er ist vollständig aus dem Fels herausgearbeitet und zeigt, trotz seines hohen Alters, nur geringe Verwitterungserscheinungen. Innerhalb des Schachtverlaufs finden sich zwei gemauerte Bereiche, die aus je sieben Quaderlagen Wendelsteiner Quarzit bestehen. Die erste Quaderlage erstreckt sich über die obersten 4,25 m. Der zweite gemauerte Bereich befindet sich dagegen in einer Tiefe von 18,3–21,2 m. Im westlichen Teil dieses 2,9 m mächtigen Abschnitts lassen sich zwei eingemeißelte Jahreszahlen erkennen: 1591 und unmittelbar darüber 1950. Sie könnten den Bau der Quaderlage bzw. eine denkbare Ausbesserung nach Kriegsende benennen. Entsprechende Ausmauerungen dienten vermutlich dem Schutz vor herabstürzendem Material und der Schachtstabilisierung. Die bereits erwähnten Rüstlöcher, die den Bauprozess des Brunnens nachzeichnen, sind als kleine, nahezu quadratische Löcher meist paarweise in den Fels gehauen worden. Sie treten ab einer Tiefe von 5,95 m auf und wurden nach Bauende für spätere Wartungs- und Bergungsarbeiten (z. B. Riss des Brunnenseils) weitergenutzt. Die regelmäßigen Abstände von 3 m geben für den Nürnberger Brunnen die Abstände der Rüstebenen an, die vermutlich mittels Leitern verbunden waren. Die Rüstlöcher sind mit 9–18 cm Breite, 10–18 cm Höhe und 9–20 cm Tiefe in den Fels geschlagen worden. Die Abstände zwischen den paarweise angeordneten Rüstlöchern variieren dabei zwischen 10–20 cm. Nach dem neunten Rüstlochpaar, ab einer Tiefe von ca. 32 m, werden die Abstände der Rüstebenen sowie die Anordnung der Rüstlöcher im Schachtinneren deutlich unregelmäßiger. Sie treten nun ausschließlich einzeln auf. Bei einem Durchmesser von 1,70–2,2 m werden für den Nürnberger Brunnen zwei gleichzeitig nebeneinander arbeitende Bergleute angenommen. Das



Abb. 15 In den Schacht eingemeißelte Jahreszahlen.



Abb. 16 Rüstlöcher des Nürnberger Brunnens.



Abb. 17 Reinigungsniße.

herausgearbeitete Material wurde möglicherweise mithilfe eines Förderturms entnommen. Kurz vor dem Grund des Schachts, in einer Tiefe von 42,31 m unter der GOK, befindet sich an der südöstlichen Brunnenwand eine auffällige, in den Fels geschlagene Nische. Solche Nischen wurden als Haupt- oder Schutzbusen an den Stellen angelegt, wo über einen längeren Zeitraum auf einer Ebene gearbeitet werden musste. Die Felsniße im „Tiefen Brunnen“ ist 0,6–0,7 m tief herausgearbeitet und weist eine Gesamthöhe von 1,8 m auf. Vom unteren, 1,1 m breiten Bereich verjüngt sie sich nach oben auf 0,9 m Breite. Im Mittelalter befand sich die Nische direkt über dem damals vermutlich tiefer liegenden Grundwasserspiegel; heute liegt ihre Oberkante rund 0,4 m unter dem Ruhewasserspiegel. Ihre Entstehung hängt mit der Arbeitsweise zusammen, mittels der die Brunnenröhre in den Fels

abgeteufte wurde. Während der Ausschachtung wurden in den oberen Bereichen bereits zwei Lettenschichten durchbrochen. Diese waren jedoch von nur geringer Mächtigkeit und konnten so leicht durchgraben werden, ehe sich eine entsprechende Wassermenge ansammelte, die das Weitergraben behindert hätte. In einer Tiefe von rund 43 m stieß man auf eine tonige Sandsteinschicht. Hier konnte nur dann weitergegraben werden, wenn das sich schnell ansammelnde Grundwasser regelmäßig herausgeschafft wurde. Dazu war offenbar die Nische gedacht, die den mittelalterlichen Bauleuten einen sicheren und trockenen Stand bot. Nach Vollerfüllung der Bauarbeiten diente sie als Reinigungs- und Schutzbusen. Da durch das stetig aus dem Fels austretende Wasser kontinuierlich feine Sand- und Lehmteilchen in das Brunnenwasser eingebracht wurden, waren von Zeit zu Zeit aufwendige Reinigungsarbeiten erforderlich. Überliefert sind derartige Tätigkeiten durch den Stadtbaumeister Endres Tucher. Dieser beschreibt die Arbeiten im „Tiefen Brunnen“ am 25.05.1467 und die Wartung des Brunnens der alten Burggrafenburg („alt Nuremberg“) in seinem Baumeisterbuch⁴²: „Hanns Graser seliger auf die zeit der stat paumeister hat alwegen geben von dem prunnen auf der vesten zu fegen mit leuten und pferden, wenn sein not is gewesen, zehen pfunt alt. Ich hab sein aber die zeit, die ich pißher paumeister gewesen pin, zwai male tö fegen lassen, als hernach geschriben stet. Zu sant Urbans tag in dem sibendundsechzigsten jare ließ ich den Hübner, marrer, den prunnen auf der vesten fegen. Der feget doran acht stunt mit dreien pferden und drien gesellen zu im und der ritt get in das schloß piß fur den kellerhals. Darzu lehe ich im ein reitleinne von sechsunddreissig klofter lanck und ein leittern von sechtzeh sprusseln, und der prunn hett funftzeh schuhe wasser, und schöpft in trucken; davon gab ich im und sein gesellen sechtzeh pfunt alt. Item in dem neunundsechzigsten jare am freitag nach Dionisyas feget man aber den prunnen, davon gab ich aber sechtzeh pfunt alt dem Hübner, wann ein katz hinein gefallen was. Auch hat der stat paumeister allewegen den prunnen unter altem Nuremberg, dem thuren, beseilt und fegen lassen, nachdem aber die nachpauren doselbst ein prunnen zunechst underhalb des Luginslants unter einem haus nit prauchen, hat man dieselben nachtpaurn geschriben und geordent, zu dem prunnen unter alt Nuremberg zu geben, und darzu prunnmeister gesetzt, die also kunftiglich denselben prunnen unter alt Nuremberg in wesen halten sulen, des sich dann dieselben nachtpaurn also unterwunden und angenommen haben. Der noch jetzt, seiner tiefe wegen, von den fremden besehen wird.“ Interessant erscheint in diesen Zusammenhang auch, dass in diesem Baumeisterbuch nicht der heutige „Tiefe Brunnen“, sondern der Brunnen der 1467 bereits zerstörten Burggrafenburg aufgrund seiner Tiefe besonders hervorgehoben wird.

LEGENDENBILDUNG

Seit vielen Jahrzehnten hält sich in Nürnberg hartnäckig die Sage, dass ein vom Rathaus ausgehender unterirdischer Gang von der Seite her in den „Tiefen Brunnen“ der Kaiserburg einmünden soll⁴³. Die Legende besagt: „Gefangene sollen ihn in mehreren Jahrzehnten gebaut haben. Unten steht immer frisches Wasser mehrere Meter hoch und über der Wasserfläche sieht man von oben her rechts und links zwei dunkle Öffnungen in dem Felsen, durch die der Brunnen gemeißelt ist. Die zwei dunklen Öffnungen führten zu unterirdischen Gängen, die hinuntergingen zum Rathaus und hinunter in den Burggraben und unter dem Burggraben hindurch hinaus in den Wald ...“. Weiterhin wird berichtet, „dass die alte Sage von einem unterirdischen Gang, die auf so unendlich vielen Burgen spukt, hier einmal recht hat“⁴⁴. Es führt in der Tat ein in den Felsen gehauener Gang vom Westende der Kaiserburg hinunter



Abb. 18 Herablassen der brennenden Kerzen während einer der vielen Besucherführungen.

zum Nürnberger Rathaus. Er ist heute noch offen; weitere, die nach anderen Richtungen abzweigen, sind zugemauert oder zugefallen“. Vom Brunnenrand aus gesehen und ins rechte Licht gerückt, hat die oben beschriebene Schutznische einen deutlichen Schattenwurf. Sie ist vermutlich der Ursprung dieser noch heute allgemein bekannten Sage. Während der durchgeführten Brunnenführungen wurde zumeist ein Brett mit brennenden Kerzen in den Schacht gelassen – dies geschieht noch heute bei jeder Führung. Die Kerzen sollen den Brunnenschacht für die Besucher ausleuchten. Kurz über dem Wasserspiegel werfen die Kerzen ihr Licht in die Nische, deren Schattenbildung dann wie das Mundloch eines hier einmündenden unterirdischen Ganges wirkt. Um 1900 ließ der damalige Obergeringieur vom städtischen Bauamt einen Mitarbeiter in den Brunnen hinunter, um diese Gerüchte zu überprüfen. Der Mann berichtete später, es handle sich um die besagte Felsnische und nicht um die Einmündung eines Ganges⁴⁵. Die Überlieferung besitzt aber auch einen wahren Kern: In den 20 m tiefen Ziehbrunnen der alten Burggrafenburg mündet ein in der Mitte des 15. Jahrhunderts angelegter unterirdischer Wasserstollen ein. Mit der Mitte des 19. Jahrhunderts getätigten Abdeckung und Unkenntlichmachung dieses „zweiten Tiefen Brunnens der Nürnberger Burg“ wurde die Kunde von der Existenz eines unterirdischen Ganges wie eine Wandersage auf die Schutznische des heute singulär erscheinenden „Tiefen Brunnens“ übertragen.

DIE AUSBEUTE DER TAUCHARBEITEN

Neben den Informationen zum Aufbau des Brunnenschachts wurden bei den Untersuchungen von 2012 auch zahlreiche spannende und interessante Funde sowie geologische Gesteins-, Sediment- und Wasserproben an die Oberfläche gebracht. Letztere wurden im Rahmen von zwei Bachelorarbeiten an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ausgewertet. Ziel war es, die heutige Trinkwasserqualität im Umfeld der Burg zu analysieren und sie mit der historischen Wasserversorgung zu vergleichen. Die Proben dienten ebenfalls einer geologischen Charakterisierung von Brunnenanlagen, speziell derer des Nürnberger Stadtgebiets. Dazu wurden die Gesteinsschichten auf ihre Eigenschaften der Wasserdurchlässigkeit genau untersucht und beurteilt.



Abb. 19 Probennahme im Brunnenschacht.

DIE GEOLOGIE DES „TIEFEN BRUNNENS“

Der ursprünglich rund 50 m tiefe Schacht des „Tiefen Brunnens“ durchteuft die geologische Schichtenabfolge des Mittleren und des Unteren Burgsandsteins sowie des Coburger Sandsteins und endet in den oberen Partien des Blasensandsteins⁴⁶. Die erste geologische Aufnahme des Brunnenschachtes erfolgte in den 1930er Jahren durch einen Nürnberger Geologen⁴⁷. In der für das Stadtgebiet von Nürnberg erstmals detailliert aufgenommenen geologischen Kartierung wurde zusätzlich die den Burgsandstein unterlagernde Fazies des Stubensandsteins ausgeschieden und der Coburger Sandstein mit dem Blasensandstein zusammengefasst⁴⁸. Diese stratigrafische Unterteilung ist mit der heute gültigen Gliederung jedoch nicht vollständig gleichzusetzen, da in Franken die Stubensandstein-Fazies die Schichten des Oberen Coburger Sandsteins und die liegenden Partien des Unteren Burgsandsteins umfasst⁴⁹. Bei der folgenden Beschreibung des Ende April 2012 neu aufgenommenen Schachtprofils des „Tiefen Brunnens“ wird die vom Hängenden ins Liegende beobachtete Schichtenabfolge im Sinne der stratigrafischen Einstufung dargelegt⁵⁰.

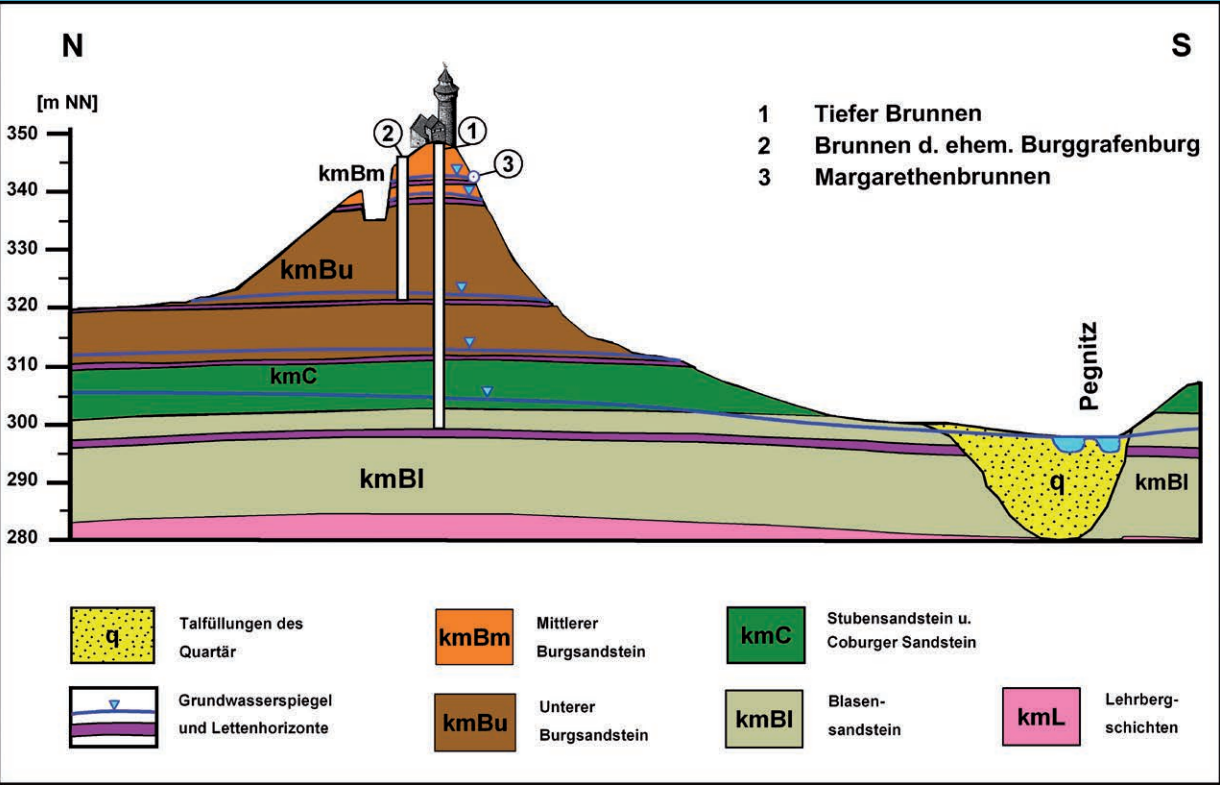
Der aufgrund amtlicher Höhenbestimmung als Referenzniveau herangezogene Fußboden des Brunnenhauses befindet sich auf einem Niveau der GOK von 347,67 m NN. Hierauf erhebt sich der aus Quarzitsandsteinen erbaute Brunnenkranz mit seiner durchschnittlichen Höhe von 0,98 m. Daraus ergibt sich ein mittleres Niveau der Brunnen- oder Pegeloberkante (POK) von 348,65 m NN, auf das sich im Folgenden alle gemachten Höhenangaben beziehen. Im Profil des „Tiefen Brunnens“ zeigt sich, dass die vom Schacht durchfahrene Schichtenabfolge bis zu einer Teufe von 11,1 m (337,55 m NN) dem Mittleren Burgsandstein angehört. Dieser setzt sich hauptsächlich aus dickbankigen Sandsteinen zusammen, die von zahlreichen, mehr oder weniger mächtigen und häufig auskeilenden Lettenlagen durchzogen sind. Darunter folgt bis zu einer Teufe von 35,65 m (313 m NN) der Untere Burgsandstein, in welchen ebenfalls mehrere Lettenlagen eingeschaltet sind. Im Liegenden des Unteren Burgsandsteins steht bis 43 m (305,65 m NN) Coburger Sandstein an. Bis zu der im November 2012 erreichten heutigen Endtiefe des „Tiefen Brunnens“ von 48 m (300,65 m NN) sind die oberen Partien des Blasensandsteins aufgeschlossen. Dieser Schichtkomplex

reicht im Bereich des Nürnberger Burgbergs bis auf ein Niveau von rund 285 m NN hinab. Im Liegenden folgen die Letten und Sandsteinbänke den Lehrbergsschichten, welche in ihrer Gesamtheit als Hauptgrundwasserhemmer des Nürnberger Beckens wirken⁵¹.

DAS HYDROLOGISCHE PROFIL

Bei der Untersuchung im April 2012 wurden Proben aus den anstehenden Festgesteinen im Brunnenschacht gewonnen (Abb. 19). Die Entnahmegröße der Proben fiel, mit Rücksicht auf den historischen Charakter des Brunnens, relativ klein aus. Ergänzend wurden daher aus den dem „Tiefen Brunnen“ nahe gelegenen Felsaufschlüssen des Burgberges weitere, größer dimensionierte Felsproben entnommen und anhand ihrer beobachteten Höhenlagen in das Profil integriert. Generell lässt sich beobachten, dass die Sandsteinhorizonte des Burgberges in verschiedenen Niveaus von nicht horizontbeständigen Lettenlagen durchzogen werden. So speist wahrscheinlich ein lokaler Grundwasserkörper über einer gering mächtigen Lettenschicht den nur gering schüttenden Margarethenbrunnen. Neben diesen nur lokal auftretenden und häufig auskeilenden Lettenlinsen wirken vor allem die Basisletten sowohl des Mittleren als auch des Unteren Burgsandsteins als Grundwasserhemmer und bedingen, dass im Burgberg mindestens vier schwebende Grundwasserhorizonte auftreten. Dabei treten in Bereichen nur weniger Profilmeter sehr unterschiedliche Wasserdurchlässigkeiten von „durchlässig“ bis „schwach durchlässig“ auf. Diese unterschiedlichen hydraulischen Durchlässigkeiten sind auch der Grund für den starken Tropfwasserfall ca. 10 m über dem Grundwasserspiegel.

Abb. 20 Profil des Nürnberger Burgberges.



Die bei den Untersuchungen beobachteten Rüstlöcher treten bis zum Niveau des Basisletten des Unteren Burgsandsteins nur paarweise in der Ostwand des Brunnenschachtes auf; darunter wurden die Rüstlöcher auch in die Süd-, West- und Nordwand geschlagen. Möglicherweise können diese unterschiedlichen Anordnungen der damaligen Baugerüste als Hinweis darauf gelten, dass der „Tiefe Brunnen“ in zwei verschieden alten Bauabschnitten angelegt wurde. Denkbar wäre, dass der erste und ältere Brunnenbau nur bis zum Grundwasserhorizont über dem Basisletten des Unteren Burgsandsteins vorgetrieben wurde und ein zwar beständig vorhandenes, aber nur durch mäßige Ergiebigkeit charakterisiertes Wasserangebot erbrachte. Vielleicht durch den hohen Wasserbedarf während der Reichstage des späten Mittelalters bedingt, erfolgte später der weitere Vortrieb in die liegenden Schichten und den dort zu erwartenden Hauptgrundwasserleiter. Die den Burgsandstein unterlagernden Coburger Sandsteine und die mit zahlreichen kleinen Hohlräumen durchsetzten Blasensandsteine erweisen sich als durchlässige Gesteinsschichten. In den unteren Partien des Brunnenschachtes beinhalten sie auch den Hauptgrundwasserleiter, dessen Grundwasser aus nördlichen Richtungen dem Burgberg zuströmen und nach Süden in den Vorfluter Pegnitz entwässern⁵². Diese grundwasserreichen Schichten stellten sicher auch das Endziel der mittelalterlichen Brunnenbauer dar. Heute steht der Grundwasserspiegel im „Tiefen Brunnen“ auf einem Niveau von durchschnittlich 305,89 m NN an. Dieser Mittelwert wurde vom Wasserwirtschaftsamt Nürnberg für den Zeitraum August 1999 bis Dezember 2012 gemessen. Der während des 13-jährigen Zeitraumes am höchsten beobachtete Grundwasserstand lag auf 309,01 m NN, der am niedrigsten gemessene Wasserspiegel auf 302,78 m NN. Für die Zeit vor 1930 wird der Ruhewasserspiegel auf einem Höhenniveau von 303,08 m NN angegeben⁵³. Dieser Wert deckt sich mit der 2012 eingemessenen Bodenhöhe der Schutz- und Wartungsnische, welche damals (und wohl auch im Mittelalter) rund 0,5 m über dem Grundwasserspiegel lag und nicht wie heute meist unter der Wasseroberfläche. Daraus kann abgeleitet werden, dass der Grundwasserspiegel im „Tiefen Brunnen“ seit den 1930er Jahren um rund 2,8 m angestiegen ist. Diese Veränderungen lassen sich teilweise mit feinschlammigen, organikreichen Verfüllungen sowie den Schuttmassen des Kriegsendes über der Brunnensohle erklären. Die dadurch zumindest teilweise wirksame hydraulische Abdichtung des Schachtgrundes in Kombination mit den tonigen Sandsteinen über den anthropogenen Verfüllungsmassen und dem ständigen Tropfwasserzufluss aus dem rund 10 m höher befindlichen, schwebenden Grundwasserkörper des Unteren Burgsandsteins wäre eine plausible Erklärung für die Erhöhung des Wasserspiegels.

DAS FUNDMATERIAL DES „TIEFEN BRUNNENS“

Im Sediment des Brunnenschachts konnten Reste der 1945 zerstörten Wasserförderanlage und Fragmente des ehemaligen Dachstuhls lokalisiert werden, die wichtige Belege für die Bombenangriffe zum Ende des Zweiten Weltkrieges sind. Auch wenn die Taucher rund 2 t Material entfernen konnten, dürften die noch im Schacht verbliebenen Schuttmassen noch immer eine Mächtigkeit von 1,5 m aufweisen. Bei den Bergungsarbeiten erreichten zahlreiche, mitunter massive Hölzer und Balken die Oberfläche, darunter ein rund 2 m langer und im Querschnitt 14 x 14 cm messender Eichenbalken. Eine sogenannte Dendroprobe – hierbei wird aus dem Querschnitt des Balkens eine Scheibe gesägt und auf ihre Jahresringe hin untersucht – ergab 157 teils sehr schmale Ringe. Die Auswertung zeigte, dass mit dem Fällen des Eichenstammes nicht vor dem Jahr



Abb. 21 Verbrannte Dachbalken im Brunnenschacht.



Abb. 22 Die Forschungstaucher bringen Kiste um Kiste mit Schutt und Funden an die Oberfläche – bislang konnten knapp 2 t geborgen werden.



Abb. 23 Ein mächtiger Eichenbalken wurde geborgen. Deutlich sind die Brandspuren der Bombennacht zu erkennen.

1700 gerechnet werden kann. Die Jahrringserie selbst weist zur Eichenwuchs- gebietchronologie des Südlichen Fränkischen Jura die beste Übereinstimmung auf⁶⁴. Die Untersuchung weiterer Hölzer steht bislang noch aus. Zu den kleineren, geborgenen Funden der gleichen Sedimentschicht gehörten neben Dachzie- geln auch mittelalterliche Nägel und Gewehrpatronen. Einen besonders schönen Fund stellte eine Statuette aus Eisen dar, die ein Kirchenmodell im linken Arm trägt. Bei dieser ca. 30 cm großen Figur könnte es sich um eine Darstellung der Kunigunde, einer populären Heiligen, handeln. Sie wurde und wird vor allem im fränkischen Raum verehrt.

Das am zahlreichsten vertretene Fundmaterial stammt jedoch bislang von den modernen Besucherströmen. Erstaunlich war die Vielzahl der nach oben gebrach- ten Glasflaschen, die von kleinen Parfümflakons bis hin zu Medizinfläschchen und modernen Weinflaschen reichte. Des Weiteren fand sich eine große Anzahl an Kinderspielzeug, wie Murmeln, Spielfiguren oder Spielzeugautos, deren Verlust bei ihren ehemaligen Besitzern vielleicht für die eine oder andere Träne gesorgt hatte. Der spitze Prinzessinnenhut, der möglicherweise zum Kostüm eines kleinen Burgfräuleins gehörte, ist sicherlich ein Überbleibsel einer der zahlreichen Tou- ristenführungen, bei denen sich die Besucher für einen schnellen Blick über den Brunnenrand lehnen. Auf diese oder ähnliche Art und Weise gelangten auch Ein- wegkameras, Kameradeckel, Feuerzeuge und Sonnenbrillen in den Brunnen. Zu den kuriosesten, aber auch zweifelsohne zu den am schmerzlichsten vermissten Ver- lustsachen gehörten die Gebissprothesen, die vermutlich dem über die ungeheure Tiefe staunenden Gast entglitten. Auch kleine Schätze gelangten in den Brunnen. So meldete vor Jahren ein Hochzeitspaar, dass der Braut während des Hochzeits- fotos der goldene Ring vom Finger geglitten sei und in den Brunnen fiel – er fand sich bislang nicht wieder. In beträchtlicher Menge sind oxidierte Münzen im Fund- material vertreten. Sie hafteten aneinander oder waren ebenfalls in großer Zahl mit den geborgenen Hölzern verbacken. Unter den absichtlich hineingeworfenen Geldmünzen war von der Euro- über die DM- bis hin zur Reichswährung alles ver- treten. Sie lassen deutlich eine breit gefächerte Herkunft der Besucher erkennen. Die älteste Münze konnte aufgrund des starken Oxidierungsgrades bislang noch nicht identifiziert werden. Einem alten Volksglauben nach sollen Münzen, die ver- mutlich zum Dank in einen Brunnen geworfen werden, einen Wunsch erfüllen, zu Lebensglück verhelfen oder eine Rückkehr zum Brunnenort ermöglichen. Woher dieser Glaube stammt oder wie alt er tatsächlich ist, scheint unbekannt. Dass dieses Ritual inzwischen zu einem festen Bestandteil geworden ist, zeigt sich selbst im Nürnberger Fundmaterial.

FAZIT

Der weithin bekannte „Tiefe Brunnen“ der Kaiserburg stellt ein seit Jahrhun- derten vielfach bestauntes Meisterstück der Brunnenbaukunst dar und ist auch heute ein stark frequentiertes Ziel von Besuchern unterschiedlichster Nationali- täten. Er war von Anbeginn auf eine große Wasserförderung ausgerichtet, scheint aber auch durch seine Ausgestaltung repräsentativen Zwecken gedient zu haben. Von Brunnenschächten, besonders den tieferen Beispielen, ist bislang, was ihre Bauart und Bautechnik angeht, ausgesprochen wenig bekannt. Datierungen, tat- sächliche Tiefen, Schachtbeschaffenheit und ihre Konstruktionsart basieren nicht selten auf Schätzungen, Vermutungen oder auf bisher nicht überprüften älteren Berichten. Eine nicht geringe Anzahl von Brunnen soll darüber hinaus verschüt- tet oder in Vergessenheit geraten sein. Auch ranken sich Legenden um versteckte

Abb. 24 Ein besonderer Brunnenfund: Die Eisenstatuette der heiligen Kunigunde.



Abb. 25 Mit Spannung werden die ersten Funde begutachtet.



Schätze und verborgene Geheimgänge. Die Eröffnung dieses neuartigen Untersuchungsbereichs für die Archäologie und interdisziplinäre Forschungsrichtungen ist somit eine spannende Herausforderung und birgt ein großes Potenzial für das Wissen zum Brunnenbau, wie die vorliegende Untersuchung eindrucksvoll zeigt. Denn trotz der bisherigen umfangreichen Untersuchungen am „Tiefen Brunnen“ hat dieser noch nicht alle Geheimnisse preisgegeben. Ein Anfang ist gemacht und weitere Brunnen warten auf ihre Entdeckung.

Abb. 26 Die ältesten Fundstücke: Mammut und Dinosaurier.



Abb. 28 Das Tauchteam präsentiert die gefundenen Sonnenbrillen.

Abb. 27 Der „Tiefe Brunnen“ fasziniert Jung und Alt.



Abb. 29 Einige der zahlreichen Münzen, die als Wunsch- oder Glücksmünzen ihren Weg in den Brunnen fanden.