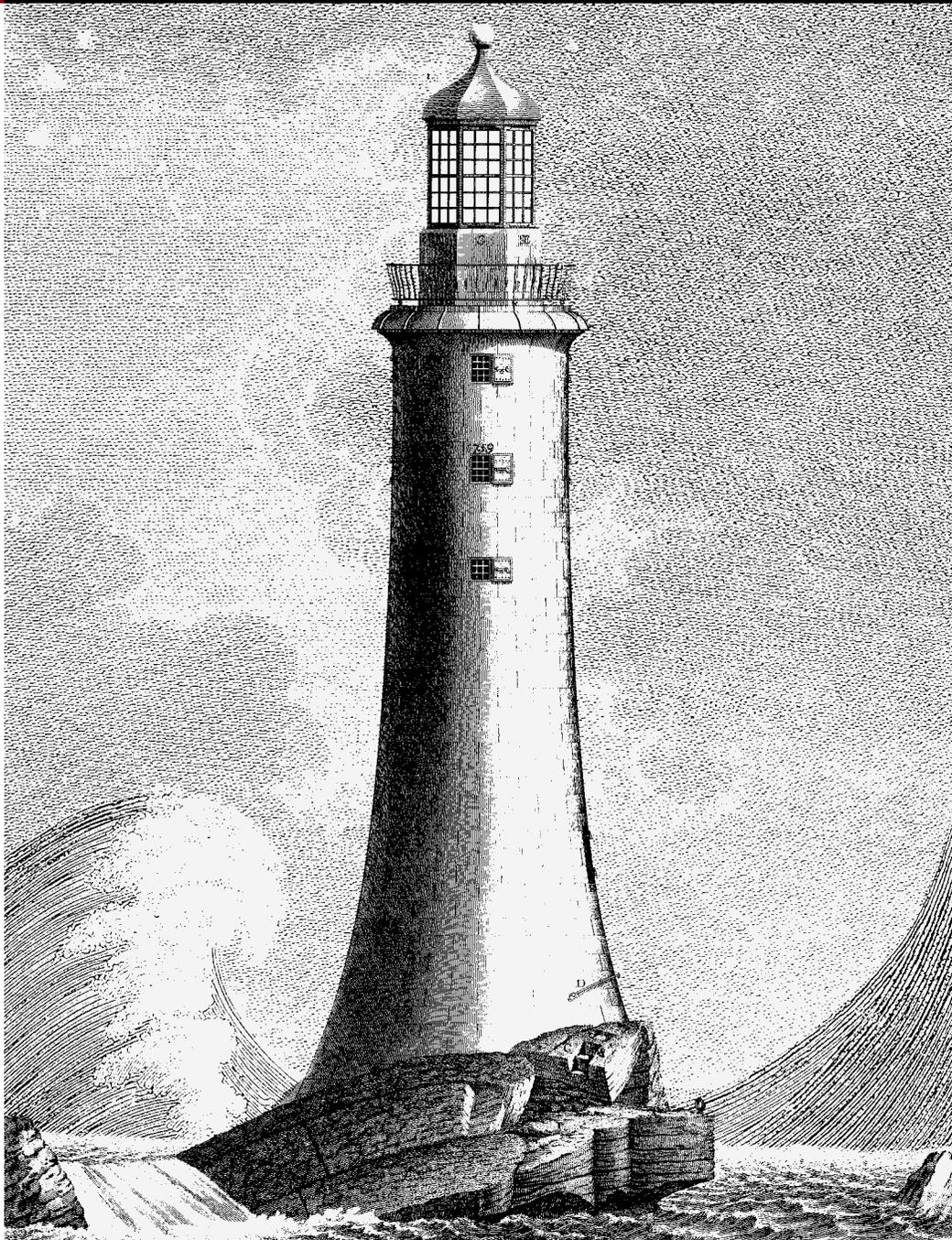


Ein Steinturm mitten im Meer

Der Bau des Eddystone-Leuchtturms 1756 – 1759



John Smeaton

Übersetzt, bearbeitet und
ergänzt von Tino Schatz

VERLAG



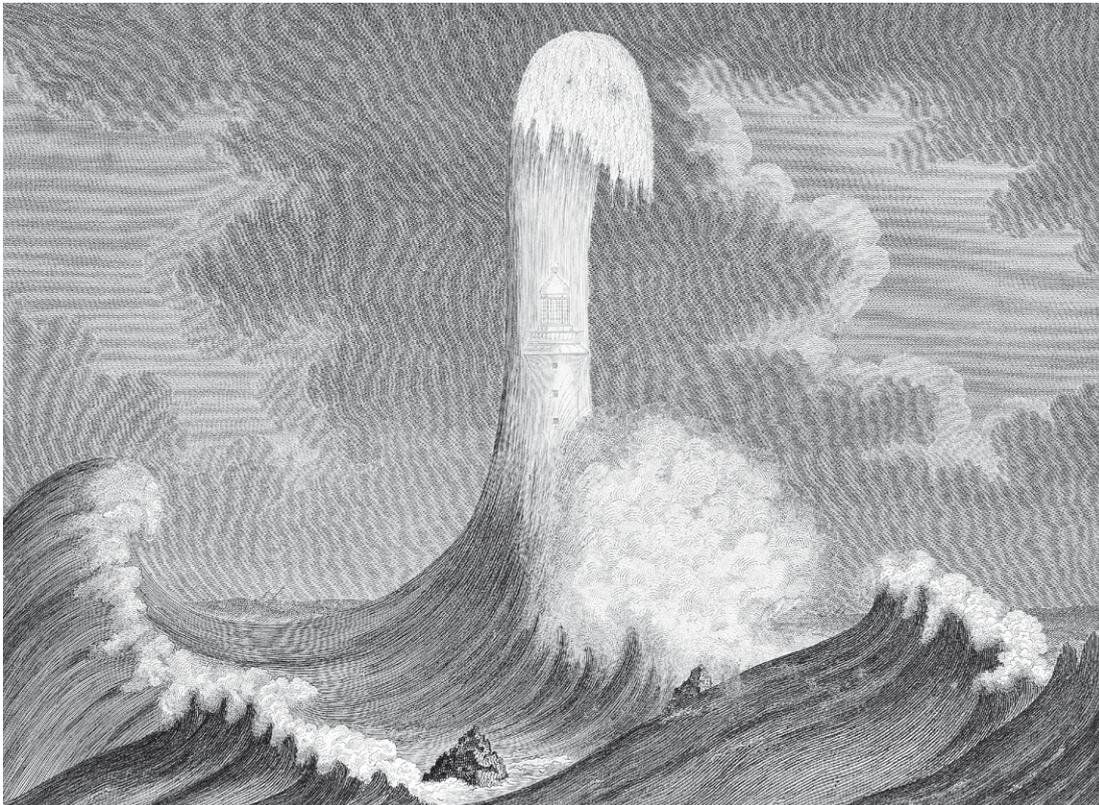
BAU+TECHNIK

Ein Steinturm mitten im Meer

Der Bau des Eddystone-Leuchtturms 1756 – 1759

Original von
John Smeaton

Übersetzt, bearbeitet und ergänzt von
Tino Schatz



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
Vorwort des Übersetzers	7
Vorbemerkungen	9
Einleitung	11

Buch I

Vorgeschichte

Kapitel I	13
Über die Eddystone-Felsen	
Kapitel II	19
Der Bau des Leuchtturms auf dem Eddystone durch Mr. Winstanley	
Kapitel III	27
Der zweite Leuchtturm, erbaut auf dem Eddystone durch Mr. Rudyerd	
Kapitel IV	43
Vorgänge und Ereignisse nach der Fertigstellung von Mr. Rudyerds Leuchtturm bis zu seiner vollständigen Zerstörung	

Buch II

Vorbereitungen für den Bau des heutigen Stein-Leuchtturms auf dem Eddystone-Felsen

Kapitel I	53
Geschehnisse nach der Zerstörung des Leuchtturms von Mr. Rudyerd im Dezember 1755 bis zur Abreise Mr. Smeatons aus London nach Plymouth im März 1756	
Kapitel II	65
Maßnahmen und Ereignisse bei Mr. Smeatons erstem Plymouth-Aufenthalt im Frühjahr 1756	
Kapitel III	87
Erledigungen und Vorkommnisse während der Rückkehr des Autors von Plymouth nach London im Mai 1756	
Kapitel IV	95
Erledigungen in London nach der ersten Reise des Autors nach Plymouth	

Buch III

Geschehnisse vom Beginn der Arbeiten auf dem Felsen 1756 bis zum Anfang der zweiten Saison im Juni 1757

Kapitel I	105
Entwicklung der Arbeiten auf dem Eddystone von der Ankunft (des Autors) in Plymouth im Juli 1756 bis zum Zeitpunkt des Festmachens der Neptune Buss.	
Kapitel II	119
Fortsetzung der Arbeiten auf dem Felsen in der ersten Saison 1756	
Kapitel III.	133
Maßnahmen im Winter 1756 und im nachfolgenden Frühjahr 1757 bis zum Beginn der Außenarbeiten in der anschließenden Saison	
Kapitel IV.	149
Experimente zum Gewinn einer kompletten Rezeptur für wasserfeste Zemente, mitsamt ihren Ergebnissen	

Buch IV

*Ablauf des Turmbaues auf dem Felsen, vom Beginn bis zur Fertigstellung des Gebäudes.
Mit einer Betrachtung späterer Ereignisse*

Kapitel I	167
Die Errichtung des Bauwerks während des ersten Jahres auf dem Felsen	
Kapitel II	193
Geschehnisse nach der Abreise (des Autors) aus Plymouth im Oktober 1757 bis zum Abschluss der Arbeitssaison 1758	
Kapitel III.	213
Unternehmungen im vierten und letzten Arbeitsjahr bis zur Fertigstellung des Bauwerks im Jahr 1759	
Kapitel IV.	237
Geschehnisse nach dem Abschluss der Saison 1759 mit der Rückbringung der Neptune Buss bis zum heutigen Tag	

Anhang

Verzeichnis der erwähnten Personen	257
Nautische Begriffe	267
Biografie John Smeaton	272
Technische Hinweise zu den Tafeln.	277

Vorwort des Übersetzers

Das vorliegende Werk John Smeatons trägt im Original den Titel „A Narrative of the Building and a Description of the Construction of the Eddystone Lighthouse with Stone“ sowie als Ergänzung „An Appendix, The Lighthouse on the Spurn Point, Built Upon a Sand“.

Die Erstausgabe erschien 1791 und die zweite Auflage 1793 – wobei es noch eine weitere, etwas anders gesetzte Version dieser zweiten Auflage aus dem Jahr 1813 gibt. Die zweite Auflage ist es auch, die der hier vorliegenden Übersetzung zugrunde liegt.

In Deutschland ist allgemein wenig bekannt, sowohl von John Smeaton (1724–1792), der in England gern als der erste moderne Bauingenieur angesehen wird, als auch von seinem bedeutendsten Werk, dem Eddystone-Leuchtturm. Dabei zählt letzterer zu den legendären Leuchttürmen der Welt und seine Ausführung schuf nicht nur die Vorlage für eine Reihe berühmter Nachfolgetürme rund um die britischen Inseln, sondern bedeutete auch den entscheidenden Anstoß für die Entwicklung der modernen Zemente und der darauf aufbauenden Betonbauweise.

In dem viel beachteten Bericht hat Smeaton detailliert und facettenreich dargelegt, wie sein Steinturm auf dem berühmten Eddystone-Riff in den Jahren von 1756 bis 1759 entstanden ist. Zugleich hat er dessen Vorgeschichte und weitere Entwicklung betrachtet, sodass dem Leser fast ein Kaleidoskop des 18. Jahrhunderts präsentiert wird. Natürlich ist es ein Buch über Technik, aber auch eines über Seefahrt und Leuchttürme und nicht nur dank vieler Anekdoten auch eines über die Menschen seiner Zeit.

Der umfangreiche Originalbericht wurde um einige wenige Passagen gekürzt – fast ausschließlich solche, die nicht unmittelbar mit dem Eddystone-Leuchtturm zu tun haben. Betroffen sind davon die Bemerkungen in Smeatons Einleitung zur Geschichte der Leuchttürme sowie der an späterer Stelle enthaltene Abriss über Smeatons Erfahrungen mit dem Bindemittel Kalk bei anderen Projekten. In gleicher Weise ausgespart wurde der im Anhang beigefügte Bericht über einen weiteren, späteren Leuchtturmbau am Spurn Point.

Die Übersetzung erfolgte nah am Original, wenngleich der Satzbau vielfach heutigen Gewohnheiten anzupassen war. Änderungen an der Vorlage wurden so weit wie möglich vermieden. Zwei Ausnahmen gibt es dennoch. Eine kleinere betrifft die Namensgebung. Zwar wurden alle Bezeichnungen so verwendet, wie sie zu Smeatons Lebzeiten üblich waren, doch beim Ort des Geschehens, dem Eddystone-Felsen, wurde die heutige Schreibweise mit Doppel-d angesetzt.

Eine zweite, größere Änderung betrifft die Einführung von Abschnittsüberschriften. Smeaton hatte lediglich Nummern verwendet, allerdings vorn in seinem Buch eine umfangreiche Inhaltsangabe verfasst über das, was in den Abschnitten enthalten ist. In der vorliegenden Fassung wurde auf diese gesonderte Inhaltsangabe verzichtet und stattdessen für die einzelnen Abschnitte Überschriften gewählt, die zum einen den Text übersichtlicher gestalten und zum anderen die nötigen Hinweise auf den Inhalt liefern.

Bleiben noch einige redaktionelle Änderungen, die hier kurz erläutert werden sollen.

Smeatons Bericht ist versehen mit zahlreichen Fußnoten. Diese Fußnoten sind aus heutiger Sicht zum Teil sehr originell oder erläutern einzelne Aspekte sehr plastisch, sodass sie aus ihrer Nische am Ende der Seite herausgeholt und unmittelbar hinter die Bezugsstelle gesetzt worden sind. Damit man sie als Fußnote erkennt, sind diese Texte eingerückt worden.

Ebenfalls eingerückt wurde ein Großteil der vom Bearbeiter hinzugefügten Anmerkungen. Um sie vom Originaltext zu unterscheiden, sind sie überdies kursiv gedruckt worden, ebenso wie die anderen nachträglichen Erläuterungen im Text. Dies betrifft nicht die zahlreichen Umrechnungen von Einheiten, bei denen aus optischen Gründen das normale Schriftbild beibehalten wurde.

Für die zahlreichen im Original genannten Personen wurde ebenso wie für die verwendeten seemännischen Fachbegriffe jeweils ein Glossar im Anhang beigelegt. Dort findet sich auch eine Biographie von John Smeaton.

Wie im Original sind die Zeichnungen am Ende des Buches angeordnet. Doch Smeatons technische Erläuterungen zu den Kupferstichen wurden in der vorgelegten Fassung nicht im Anhang unter einer Überschrift zusammengefasst, sondern sind unmittelbar bei der zugehörigen Darstellung platziert.

Im hinteren Buchdeckel befindet sich überdies ein loser Satz aller Zeichnungen in doppelter Größe, wodurch nicht nur die Betrachtung der Darstellungen parallel zum Lesen des Berichtes ermöglicht wird, sondern auch eine an den Originalmaßstab heranreichende Auflösung.

An dieser Stelle sei der Universitäts- und Landesbibliothek Darmstadt für die freundliche Genehmigung zum Publizieren der Abbildungen aus dem Originalwerk gedankt.

Ein ganz besonderes Dankeschön gilt dem Verlag Bau+Technik für die Umsetzung und Gestaltung des vorliegenden Buches.

Abschließend bleibt zu wünschen, dass die nachfolgende Abhandlung von John Smeaton den heutigen deutschsprachigen Leser ähnlich ansprechen möge wie den Übersetzer.

Tino Schatz

Mai 2014

Vorbemerkungen

Alles, was mir zum Bau, zur Geschichte und zur Beschreibung des Eddystone-Leuchtturms auf dem Herzen lag, habe ich in dem einen oder anderen Teil des folgenden Werkes mitgeteilt. So bleibt mir für das Vorwort nur wenig preiszugeben, außer was mich selbst oder meinen Leser betrifft.

Als ich im Jahre 1784 die Abfassung dieses Werkes wieder aufnahm, hielt ich es für keine besondere Schwierigkeit, einen genauen Bericht über die Entwicklung und die Konstruktion des Eddystone-Leuchtturms abzugeben. Immerhin hatte ich zahlreiche Aufsätze in den *Philosophical Transactions* verfasst, bei denen ich glücklich genug war, mich ausreichend verständlich zu machen.

(Anmerkung: Die von der britischen Gelehrtenvereinigung, der Royal Society, herausgegebene Fachzeitschrift „Philosophical Transactions“ erscheint seit 1665 und stellt das zweitälteste wissenschaftliche Fachblatt der Welt dar.)

Ich betrachtete daher den Bericht über jede Arbeit als einen gesonderten Aufsatz und nahm an, dass ich durch deren bloße Vereinigung das Buch erschaffen könnte, das mir vorschwebte. Das Motiv für dieses Unterfangen wird noch im hinteren Teil der folgenden Vorbemerkungen vollständig erläutert werden, doch die Zeit, die es beansprucht hat und die Schwierigkeiten, auf die ich gestoßen bin, sind über alle Maße größer gewesen, als ich erwartet hatte.

Die (*nachfolgende*) Einleitung war der Aufsatz, mit dem ich begonnen hatte. Doch dieses Vorwort wurde geschrieben, nachdem jeder einzelne Teil des Werkes erarbeitet war. Daher habe ich jetzt Grund, meine erste Ansicht zu ändern und bin überzeugt, dass ein Buch leidlich gut zu schreiben, weder eine leichte noch eine einfache Sache ist. Denn als ich mit diesem Werk weitermachte, wurde ich mit seiner Ausführung immer unzufriedener. In Wahrheit bin ich beim Schreiben auf viel mehr Probleme gestoßen als beim Bauen, genauso wie darauf, dass eine viel größere Zeitspanne und Geistesanstrengung erforderlich ist. Ich bin jetzt tatsächlich 35 Jahre älter als zu der Zeit, als ich erstmalig in das Vorhaben einstieg. Und daher sind meine Fähigkeiten weniger energisch und kraftvoll. Doch wenn ich bedenke, dass ich ganze sieben Jahre, bei jeder Gelegenheit, damit beschäftigt war, dieses Buch voranzubringen, wobei ich über alle Originalskizzen und Materialien verfügte und dass auf der anderen Seite die Herstellung dieser Originalunterlagen einschließlich des Baues selbst, in fast der Hälfte der Zeit abgewickelt worden ist, dann bin ich immer in Versuchung, mich der Empfindung anzuschließen, die von Mr. Pope adoptiert wurde: „Nature’s chief masterpiece is writing well.“ Roscommon.

(Des Geistes größtes Meisterstück ist gut zu schreiben. – Dieses Zitat, das Smeaton dem Duke of Roscommon zuschreibt, stammt in Wirklichkeit von John Sheffield, der es in seinem „An Essay on Poetry“ (1682) verwendete. Alexander Pope verarbeitete das Zitat in seinem „An Essay on Criticism“ (1717).)

Es ist wahr, dass ich nicht in der Literatur ausgebildet bin, aber es ist gleichermaßen richtig, dass ich auch nicht mehr in der Mechanik unterwiesen wurde. Wir müssen daher schlussfolgern, dass in der Tat der gleiche Geist bei einigen Themen eine größere Befähigung zeigt als bei anderen. Wie erfolgreich ich als Autor sein werde, ist noch herauszufinden, und ich werde mich bereitwillig der Entscheidung des unvoreingenommenen Publikums unterziehen. Ich kann mit großer Aufrichtigkeit sagen, dass ich viele Mühen auf mich genommen und nichts ungetan gelassen habe, was erforderlich schien, um meinen Leser vollständig über das Thema zu unterrichten. Und ich hoffe, dass, wie fehlerhaft ich auch sonst liegen mag, ich nicht daran gescheitert bin, mich bei denen verständlich zu machen, deren Muße und Geduld es ihnen erlaubt hat, sorgfältig die Details zu verfolgen.

Weil es keine Art von Buch ist, bei dem ich damit rechnen kann, dass es viele Leser interessant finden, habe ich hinsichtlich der Anzahl nur eine kleine Auflage drucken lassen. Das macht es erforderlich, die Neugier derjenigen, die geneigt sind, sich mit dem Thema zu befassen, mit einer höheren Gebühr zu beaufschlagen, als ich gewünscht haben könnte. Auf der anderen Seite, selbst wenn die ganze Auflage verkauft werden sollte, so wird das immer noch ein gutes Stück unter der Erstattung meiner Ausgaben bleiben. Hätte ich innerhalb von vier oder fünf Jahren nach der Fertigstellung des Leuchtturms publi-

zieren können, als über die Ausführung so viel geredet wurde, hätte ich es sicherlich wagen können, eine beträchtliche Auflage zu drucken. Doch weil sich die Neuheit von Jahr zu Jahr bis zum heutigen Tag abgenutzt hat, muss die Erwartung jetzt als sehr niedrig eingestuft werden. Besonders wenn man bedenkt, dass der größte Teil meiner Leser damals noch nicht geboren war. Und obwohl die größte Anerkennung für das Bauwerk darin besteht, dass ihm nichts passiert ist, so ist auch nichts eingetreten, was das Gespräch darüber am Leben erhalten hat. Die öffentliche Neugier wird daher mit größerer Schwierigkeit wieder anzuregen sein.

*(Anmerkung: Eine kurze Erläuterung über die Wahl des Papiers und des Papierformates (rd. 38 * 56 cm) für die Erstausgabe wird hier ausgelassen.)*

Weil ich eine provinzielle Mundart spreche und sogar schreibe, und weil ich, wie ich schon erwähnt habe, keine besondere Ausbildung im Schreiben genossen habe, bin ich meinen Freunden auf dem Lande sehr verpflichtet für das Durchlesen und reichliche Korrigieren meines Manuskriptes.

(Fußnote: Das gilt Mr. Walton, meinem früheren Kollege in der Derwentwater-Nachlassverwaltung; und nach ihm dem in der Öffentlichkeit wohlbekanntesten Reverend Mr. Michell.)

Und schließlich danke ich meinem Freund Dr. Blagden, der so gefällig gewesen ist, den größten Teil der Druckfahnen durchzusehen, was einen großen Gewinn für das Werk bedeutete. Ich sage, den größten Teil, weil ich zu seiner Ehre anmerken muss, dass ich gezwungen war, einige der Bögen in Druck zu geben, ohne dass er sie gesehen hatte. Wann immer daher in der Ausdrucksweise eine größere Unzulänglichkeit auftritt, mag mein Leser daraus schließen, dass das Blatt niemals an Dr. Blagden gegangen ist.

Wenn man mich fragte, warum ich, der so dürftig als Schreiber ausgestattet ist, das Ganze überhaupt angegangen bin und es nicht komplett einer anderen Person übertragen habe, dann lautet meine Antwort, dass ich es als eine Erläuterung betrachte und dass hinsichtlich der Ausführung eines Werkes der Künstler für sich selber sprechen muss. Denn nur er kann die Macht seines Gegenstandes so fühlen, um ihm die nötige Energie zu verleihen. Ich begreife es nicht als das Wesen eines solchen Kommentars, dass sein Stil geschliffen zu sein hätte; er sollte lediglich seine Sache auf die einfachste und vertrauteste Weise erklären.

Wenn ich in dieser letzten Hinsicht versagt haben sollte, dann bleibe ich hinter meinen Hoffnungen und Wünschen zurück.

Es ist möglich, dass einem ungeachtet der Sorgfalt und der Mühen, die ich dem Werk zuteil werden ließ, bei einem genauen Durchlesen einige Unzulänglichkeiten begegnen könnten.

So wie es ist, vertraue ich das Buch seinem Schicksal an, frei von einer Befürchtung, dass man es schlechter nutzen könnte als es das verdient.

72. Das verschluckte Stück Blei

Wir wollen jetzt zu dem unglücklichen Mann zurückkehren, der eine so eigentümliche Verletzung infolge des geschmolzenen Bleies erlitten hatte. Sein Name war Henry Hall, er lebte in Stonehouse bei Plymouth und trotz seines Alters von 94 Jahren war er in guter Verfassung. Wenn man sein Lebensalter betrachtete, war er sogar bemerkenswert aktiv. Ständig sagte er dem Wundarzt, der ihn besuchte (Mr. Spry, heute Dr. Spry aus Plymouth, der, wie bekannt war, üblicherweise die geeigneten Medikamente bei solchen Verbrennungen und ähnlichen Verletzungen verabreichte), dass, wenn er wirklich etwas Wirksames für seine Gesundheit tun wolle, er seinen Magen von dem Blei befreien müsse, von dem er sicher war, dass es sich darin befand. Und dies teilte er nicht nur Dr. Spry mit, sondern allen um ihn herum, wenn auch mit einer sehr heiseren Stimme. Und das Gleiche sagte er auch zu Mr. Jessop, der ihn während seiner Krankheit einige Male besuchte und der mir davon berichtete.

Dass diese Aussage tatsächlich zutraf, schien Dr. Spry jedoch nicht glaubhaft, weil er es kaum für möglich halten konnte, dass irgendein Mensch überlebte, nachdem geschmolzenes Blei in seinen Magen gelangt war. Noch weniger, dass er danach die Überfahrt vom Felsen hätte aushalten können und auch die Erschöpfung und Misslichkeit beim langen Warten an Land, bevor irgendeine medizinische Versorgung möglich wurde.

Der Mann zeigte bis zum sechsten Tag nach dem Unfall keine Anzeichen in Richtung Verschlechterung oder Verbesserung, als man endlich glaubte, dass es ihm besser ging. Er nahm konstant seine Medizin und schluckte sowohl Flüssiges als auch Festes bis zum zehnten oder elften Tag. Danach verschlechterte sich sein Zustand plötzlich und am zwölften Tag wurde er mit kaltem Schweiß und Krämpfen vorgefunden. Kurz darauf verstarb er.

Mr. Jessop wurde von Dr. Spry gebeten, der Obduktion der Leiche beizuwohnen, doch weil ihm solche Anblicke zuwider waren, ließ er sich von der Teilnahme an der Operation entschuldigen, ebenso wie die Tochter des Verstorbenen und eine weitere Frau, die sich im Haus befand. Dr. Spry fand beim Öffnen des Magens ein solides Stück Blei in flacher ovaler Form vor, das sieben Unzen und fünf Drachmen wog (*Britische Apothekergewichte, zusammen ca. 237 g*). Er zeigte es sofort den beiden Frauen und später Mr. Jessop. Auch ich habe das Stück gesehen, seit es sich in den Händen von Mr. Tolcher befindet und mir kam es vor, als wenn an der konvexen Seite ein Teil der Magenwand festgeklebt war.

73. Dr. Sprys wissenschaftlicher Ehrgeiz und der Kampf um seine Reputation

Per Brief übermittelte Dr. Spry am 19. Dezember 1755 einen Bericht über diesen einzigartigen Fall an die Royal Society, der das exakte Gewicht und eine Darstellung des Bleies enthielt. Doch die gelehrte Körperschaft hielt die Umstände für sehr unwahrscheinlich und außergewöhnlich und bezweifelte deren Wahrheitsgehalt. Die Annahme des Papiers wurde bis zur Nachreichung einer weiteren Erläuterung aufgeschoben.

Da Dr. Spry in dieser Angelegenheit des Vorteils beraubt war, Augenzeugen zu haben, und unterstellend, dass er sich nicht nur in beruflicher Hinsicht, sondern auch hinsichtlich seiner Aufrichtigkeit in Frage gestellt sah, versuchte er sich dadurch zu helfen, dass er die gleiche Art von Experimenten an verschiedenen Tieren durchführte.

Er untersuchte daher, was passieren würde, wenn er flüssiges Blei in einer Menge von sechs Drachmen (23,3 g) bis sechs Unzen (186,6 g) in die Hälsen von Hunden und Hühnern goss und fand heraus, dass jene Tiere die Operation zunächst überlebten, bis sie getötet wurden, um das Blei zu extrahieren. Dr. Spry berichtete auch, dass er einen Hund mit Blei im Magen am Leben ließ, um herauszufinden, wie lange das Tier überleben konnte.

Der Bericht über diese Experimente ist in einem Brief enthalten, der am 30. Januar 1756 von Dr. Spry an Lord Macclesfield, damals Präsident der Royal Society, adressiert ist. Und er wurde ferner bestätigt durch einen Brief des mittlerweile verstorbenen Dr. Huxham aus Plymouth, F.R.S. an den verstorbenen Sir William Watson, F.R.S., wo ersterer sich nicht nur über die Brillanz und Aufrichtigkeit von

Dr Spry ausspricht, sondern auch berichtet, dass er selber Augenzeuge der Entfernung eines Bleiklumpens von nahezu drei Unzen (93 g) Gewicht aus dem Kropf eines Hahnes gewesen sei. Der hätte vor seiner Tötung, obwohl er schwerfällig erschienen sei, dennoch ohne Weiteres einige Gerstenkörner, die man ihm zugeworfen hätte, aufgepickt und geschluckt.

(Fußnote: Diejenigen, die mehr zu diesem Thema wissen wollen, finden einen ganzen Bericht dazu im 49th Vol. of the Philosophical Transactions, Seite 477, wo Dr. Spry vollständig die Beschwerden und die Behandlung seines Patienten erklärt. In nachfolgenden Artikeln sind weitere der oben erwähnten Einzelheiten enthalten.)

Obleich somit die Authentizität dieser wundersamen (und bis zu diesem Ereignis unbekanntem) Fähigkeit von Tierkörpern überprüft war, befand sich Dr. Spry jetzt in der unglücklichen Lage, Gegenstand einer anderen Kritik zu werden, der der Grausamkeit gegenüber Tieren wegen der beschriebenen Experimente.

(Fußnote: Obleich es jetzt keinen Zweifel an der Tatsache gibt, dass Blei aus dem Magen eines Mannes entnommen wurde, nachdem er damit 12 Tage überlebt hatte, beweisen diese Experimente dennoch auf keinen Fall, dass es in der bei weitem größten Anzahl der Fälle nicht zum sofortigen Tod der menschlichen Spezies führen würde.)

Ich für meinen Teil kann nicht anders, als zu glauben, dass Dr. Spry übel mitgespielt wurde. Er führte keine Experimente an anderen Tieren aus, bis er feststellte, dass seinem Bericht von den wichtigsten Vertretern seiner Zunft misstraut wurde. Folglich sah er seine Reputation und seine Zukunftsaussichten gefährdet, war er doch damals ein junger Gentleman von einiger Erwartung. Was wog im Vergleich zu den Leben einiger Hunde und etwas Federviehs daher der Verlust des guten Rufes bei einem Mann, der für einen Beruf ausgebildet war, bei dem der Erfolg von einem guten Leumund abhängt ebenso wie sich dieser Erfolg auf das Wohl und den Nutzen seiner Mitbürger auswirkt? Wie auch immer – solcherart war Dr. Sprys Schicksal, dass er zu Beginn seiner beruflichen Laufbahn von einigen Leuten mit dem Vorwurf der Unmenschlichkeit stigmatisiert wurde.

74. Hätte es eine Rettung des brennenden Turms geben können?

Viele Leute dachten, wenn die armen Leuchtturmwärter in ihrer höchsten Not über genügend Umsicht verfügt hätten, ihre brennbaren Güter hinauszwerfen, solche wie Kisten mit Kerzen, Kohle etc., dass dann eine Wahrscheinlichkeit bestanden hätte, das Ganze oder einen Teil des Leuchtturm-Unterblocks zu retten. In dem Falle wäre die Reparatur klar und einfach und der folgende Sommer hätte für seine Wiedernutzbarmachung ausgereicht.

Doch nach meiner Ansicht hätte diese Maßnahme das Feuer nicht länger als eine Stunde aufgehalten. Denn in den oberen drei Räumen befand sich nur wenig mehr Brennbares als im Lagerraum, wenn man ihn ausgeräumt hätte. Aber die Verbindung über die Ständer hätte hier genauso stattgefunden wie oben. Und der Boden des Lagerraums bestand selbst aus Holz – wie auch alles andere unter ihm bis zu einer Tiefe oder Dicke zwischen sechs und sieben Fuß (rd. 1,80 m bis 2,10 m) – und war wiederum in der Mitte offen, mit einem Quadrat von rund sechs Fuß, in dem der Mast und die Treppen eingefügt waren. Dort herrschte kein Mangel an Brennmaterial für das Feuer, um von den Räumen zum Unterblock zu gelangen, selbst ohne Lagergüter.

Auch fällt mir nichts innerhalb der Reichweite menschlicher Fertigkeiten ein, wodurch sich das Bauwerk hätte retten lassen, selbst wenn der Felsen zugänglich gewesen wäre. Es sei denn, es wäre genug Zeit gewesen, um Schiffsbauer oder Zimmerleute mit geeignetem Werkzeug hinzuschicken, bevor das Feuer bis zum Lagerraum gekommen wäre. Dann wäre es in der Tat möglich gewesen, die Ständer um das Gebäude herum dort zu kappen, wo sie nur alleine standen, wie etwa über dem Lagerraumboden. Und durch eine Unterstüßung der Sägegatter mit Keilen, hätte der gesamte Überbau zusammen mit dem Mast schnell vom Unterblock getrennt werden können.

Doch selbst danach, unter den vorgenannten Bedingungen, wäre es sehr problematisch gewesen, ob ein Batteriebeschuss mit Kanonenkugeln durch ein Kriegsschiff so schnell und wirksam den in dieser Weise abgetrennten Überbau hätte zerlegen können, ohne dass seine Bruchstücke im Unterblock Feuer verursachten. Und bei einer solchen Masse an Brenngut würde sich, wenn der Unterblock einmal Feu-

Buch III

Kapitel IV

Experimente zum Gewinn einer kompletten Rezeptur für wasserfeste Zemente, mitsamt ihren Ergebnissen

(Anmerkung: Smeaton spricht ausschließlich von Zement ("cement"), wenn er das Bindemittel im Mörtel meint. Das steht im Einklang mit dem allgemeinen mineralogischen Begriff für eine mineralische Kittsubstanz. Tatsächlich handelt es sich bei seinen Untersuchungen aber fast ausschließlich um das Bindemittel Kalk, als Luftkalk und – speziell bei Wasserbauten – als hydraulischer Kalk, den er als wasserfesten Zement ("water cement") bezeichnet.

Unter einem Zement versteht man heute in der Bautechnik nicht das Bindemittel Kalk, sondern Mineralgemische aus Kalk-, Silizium-, Aluminiumoxiden und anderen Bestandteilen, die besonderen Brenn- oder Mischverfahren unterworfen wurden und dadurch ihre wasserbeständigen und hochfesten Eigenschaften erlangten.

Die Ironie bei Smeatons Verwendung des Begriffes Zement liegt darin, dass seine eigentlich „Kalk“-Experimente den Anstoß zur Entwicklung der modernen Zemente lieferten.)

184. Ausgangswissen und offene Fragen

Zu diesem Thema war mir bereits bekannt, dass zwei Teile gelöschter Kalk oder Löschkalk, als trockenes Pulver vermischt mit einem Teil Holländischem Trass und beides sehr gut zusammengestoßen zu der Konsistenz einer Paste unter Verwendung von so wenig Wasser wie möglich, die allgemeine Rezeptur darstellte, die üblicherweise bei den besten Wasserbauten aus Stein und Ziegeln eingesetzt wird. Und die, nachdem sie einmal erstarrt ist, danach hart werden würde, ohne jemals komplett zu trocknen. Ja sogar, dass sie mit der Zeit selbst unter Wasser fest werden könnte.

(Fußnote: „Erstarrung“ ist die Bezeichnung, die bei der Anwendung von Kalkmörteln gebräuchlich ist und beschreibt den ersten Schritt oder Grad der Erhärtung. Doch ist der Mörtel in diesem Stadium, obgleich er seine Duktilität verloren hat, eine sehr bröckelige Substanz.)

Dies schien daher der für unsere Zwecke geeignete Zement zu sein und was ich lediglich in Erfahrung bringen musste, war, welche Ausgangsstoffe am günstigsten und wie sie zu behandeln und einzusetzen wären.

Zu der Zeit wusste ich nicht, ob es einen Unterschied in der Festigkeit eines Mörtels gäbe, wenn bei ansonsten analoger Zusammensetzung der Kalk von unterschiedlichen Kalksteinen stammte. In der Tat wurde, wie ich erfuhr, gemeinhin von Maurern behauptet, dass je härter oder stärker der Kalkstein wäre, umso fester der Kalk werden sollte. Allerdings blieb unklar, ob diese Aussage hauptsächlich die gewöhnliche Mischung aus Kalk und Sand in üblichen Bauwerken betraf (mit denen die Handwerker hauptsächlich vertraut waren) oder ob es ebenso für Trassmörtel galt.

Auch wurde allgemein von Maurern angenommen, dass ein Mörtel, der mit Salzwasser angemacht war, niemals in dem Maße aushärten würde, wie die gleiche Rezeptur mit Süßwasser.

Ich konnte mir ohne weiteres vorstellen, dass bei einem mit Salzwasser hergestellten Mörtel, der für Putz oder Mauerwerk in einem Wohnhaus eingesetzt wurde, die so hergestellte Wand niemals vollständig trocken würde. Denn wenn eine feuchte Atmosphäre herrschte, würden die Meersalze, die durch diese Herstellung in die Mörtelmischung gelangt waren, die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen und die Wände sichtbar und fühlbar nass machen.

Nein, mir wurde berichtet, dass bei einem Haus mit einem Verputz, der Meeressand in seiner Mischung enthält, selbst bei Zugabe von frischem Anmachwasser oder auch wenn Meeressand in den

Mauerwerksfugen verwendet wird, sich die Empfindlichkeit bei sehr feuchtem Wetter zeigt und der Putz über diesen Fugen deutlich verfärbt wird.

Allerdings schien mir, dass im Falle von Trassmörtel Trocknen und Härten unterschiedliche Dinge waren, die offensichtlich nicht voneinander abhingen. So könnte es sein, dass ein mit Salzwasser angemachter Trassmörtel zwar genauso seine Empfindlichkeit für Feuchte zeigen mochte, wenn man ihn für denselben Zweck einsetzte wie einen normalen Mörtel mit Sand allein. Doch sollte dieser Umstand seine Härte oder Haftfestigkeit dort nicht verschlechtern, wo keine perfekte Trockenheit verlangt ist. Im Falle eines Wasserbauwerks wäre es somit nicht von Schaden.

Und weil die Frage, ob wir alles Wasser, das wir für unser Bauwerk benötigten, von Land mitbringen müssten oder nicht, eine Sache von Belang war, wurde die gründliche Untersuchung dieses Problems sehr bedeutsam.

185. Wie aus Kalkstein Kalk gewonnen wird

Die erste Untersuchung sollte klären, ob bei einem aus einer gegebenen Menge Kalkstein hergestellten Kalk gutes oder schlechtes Brennen die Qualität, die Quantität oder beides beeinflussen würde, da ich viele Klagen von Handwerkern gehört hatte, die Kalke seien nicht richtig gebrannt worden. Ich führte daher in meinen ersten Versuchen diesen Teil der Experimente selber durch.

Es kam heraus, dass ein Kalkstein, der nicht seiner ursprünglichen Härte und Festigkeit gemäß in einem bestimmten Maße und für eine bestimmte Dauer dem Feuer ausgesetzt wurde, Stein blieb, ohne sich in Kalk umzuwandeln. Oder er wurde lediglich an der Außenseite bis zu einer gewissen Tiefe zu Kalk verändert, während im Inneren der Stein erhalten blieb.

Die Unterscheidung zwischen Kalk und Kalkstein (soweit ich die Gelegenheit hatte, es zu erforschen) vollzieht sich so, dass ausreichernd gebrannter Kalkstein, wenn er in großen Mengen vorliegt und mit Wasser übergossen wird oder wenn ein einzelner Klumpen in Wasser eingetaucht und schnell wieder herausgezogen wird, sich erhitzt, zu rauchen beginnt und anschwillt, um zu einem staubfeinen trockenen Pulver zu zerfallen. Das wird in diesem Zustand als gelöschter Kalk bezeichnet.

Ich nehme an, um es von der weichen, feuchten, erdigen Substanz zu unterscheiden, zu der es, wie für die Mörtelherstellung erforderlich, bei weiterer Wasserzugabe wird. Wenn der Kalkstein allerdings unvollständig gebrannt wurde, zerfällt er nur in Teilen zu Löschkalk. Der Rest lässt sich nicht zu diesem mehligem Puder umwandeln, das durch weitere Wasserzugabe und ein wenig Schlagen zu einer zähen Paste wird, die sich in der Rezeptur eines Mauerwerksmörtels mit jeder zugemischten Art von festem, sandigem oder kiesigem Material fest zu einer Masse verbinden kann. Dagegen wird der Anteil, der nicht in dieser Weise zerfällt, durch die Zufuhr von Wasser statt zu einer weichen Paste im Allgemeinen sogar noch starrer und fester.

Ich experimentierte daher mit einem Quantum Pulverkalk, das von einem unvollständig gebrannten Stein stammte und einem gleichgroßen Quantum von einem vollständig durchgebrannten. Ich behandelte sie ansonsten in gleicher Weise, beide mit Salz- und mit Süßwasser. Wie ich herausfand, wirkte der erstere etwas rauer, aber unter dem Strich ergab sich kein Materialunterschied in der Qualität des Mörtels.

Und von daher schloss ich, dass die Klagen der Handwerker sich in dieser Hinsicht eher auf die große Verschwendung und geringe Nutzung bei unvollständig gebranntem Kalk bezogen als auf die wirklichen Qualitätsunterschiede bei dem, was hergestellt wurde.

Nichtsdestotrotz ist anzumerken, dass ich von dem Löschkalk, der von dem unvollständig gebrannten Stein stammte, nur den verwendete, der durch das feinste Sieb fiel, weil ich annahm, dass der Brenngrad dann ausreichte. Nicht genügend gebrannt wäre ein Stein, der nur zu solcher Feinheit zerfiel, dass er durch ein grobmaschigeres Sieb ginge, aber nicht zu solch staubfeinem Pulver würde, um eine vollständige Paste zu bilden. Selbst wenn nämlich nach Absieben durch ein grobmaschigeres Sieb

genügend feinere Teilchen enthalten wären, um eine Paste auszubilden, so wäre das vergleichende Experiment nicht beweiskräftig, weil die Feianteile der ungebrannten Steine – wie Beimengungen von Sand oder kiesigem Material anzusehen wären und dies zumindest das angestrebte Verhältnis zwischen gebranntem Kalk und dem rohen Material veränderte.

Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigte jedenfalls, dass der Gebrauch von unvollständig gebranntem Kalk nicht nur unwirtschaftlich ist, sondern bei einem Bauwerk im Großen in jeder Beziehung ungeeignet. Vor allem lag sein Wert auch darin, dass es mich im Verlauf meiner Versuche vor jedem möglichen Zweifel an solchen Ergebnissen bewahrte, die mit einem Löschkalk ermittelt wurden, den ich weder selber gebrannt noch selber abgelöscht hatte. Denn es war im Rahmen eines Versuchs immer leicht, genügend gelöschten Kalk durch das feinste Sieb zu bringen, doch undurchführbar, auf diese Weise die nötige Menge für den Bedarf bei einem richtigen Bauwerk bereitzustellen.

(Fußnote: So meine Schlussfolgerungen. Seit damals hat der gelehrte Dr. Black entdeckt, dass Kalkstein durch Brennen fast die Hälfte seines Gewichtes verliert, weil die enthaltene Luft entweicht, die von der Kraft des Feuers ausgetrieben wird. Und nach ihm hat Dr. Higgins herausgefunden, dass weniger Gas ausgetrieben wird, wenn weniger Feuer einwirkt, wie lang das auch andauert. Und dass es bei vollständigem Austreiben, d.h. in der Größenordnung von oben, der Kalk dann am leichtesten in Löschkalk zerfällt und den feinsten Puder ergibt.

Er schloss aus einer Reihe von Versuchen, dass ein so gebrannter Kalk die beste und festeste Mörtelrezeptur liefert. Doch wie weit diese Schlussfolgerungen sich auf einen Mörtel für Wasserbauwerke übertragen lassen, der nicht (wie die Proben, an denen der Doktor seine Experimente durchführte) den Vorteil einer Aushärtung durch Trocknen besitzt, vermag ich noch nicht einzuschätzen. – Higgins über kalkhaltige Zemente, § 2 und § 4.)

(Anmerkung: Smeaton hatte im Experiment das Brennen von Kalk nachvollzogen und in seiner Fußnote spätere Erkenntnisse aus der Forschung nachgeliefert.

Heute wissen wir, dass nach dem Brennen von Kalkstein (CaCO_3) Branntkalk (CaO) unter Freiwerden von Kohlendioxid (CO_2) entsteht. Die Zugabe von Wasser bildet aus Branntkalk den gelöschten Kalk, auch Kalkhydrat genannt (Ca(OH)_2), der dann später durch Aufnahme von CO_2 aus der Luft wieder zu festem Kalkstein wird. Dieser Kalkkreislauf des Luftkalks hat aber nur bedingt mit der sog. Hydratisierung des hydraulischen Kalks zu tun und damit bewegte sich Smeaton in einem Problemkreis, der weit über den damaligen Kenntnisstand hinausging.)

186. Kleine Bällchen als Probekörper

Bevor ich mit dem Bericht fortfahre, wird es nötig sein, die Art und Weise zu erläutern, wie ich meinen Mörtel für die Versuche zusammensetzte und herstellte.

Ich verwendete so viel von den Bestandteilen, wie alles zusammen ein Bällchen mit einem Durchmesser von rund zwei Inches ergab (rd. 5 cm). Dieses Bällchen wurde dann, nachdem es auf einer Platte gelegen hatte bis es soweit erstarrt war, dass es einem Fingerdruck nicht nachgab, in einen flachen Topf mit Wasser gelegt, bis es gänzlich von Wasser überdeckt war. Und was jetzt mit dem Bällchen passierte, war das Kriterium, nach dem ich beurteilte, ob die Rezeptur für unsere Zwecke geeignet war.

Als Maßgröße setzte ich eine gewöhnliche kleine Spanschachtel ein, die von jedem Bestandteil so viel enthielt, wie ich untersuchen wollte. Ich gab den Kalk stets auf den flachen Boden eines herkömmlichen Zinntellers und nach Zugabe von so viel Wasser, um ihn ausreichend nass zu machen, bearbeitete ich ihn auf dem Teller mit einem breiten, spitzen Messer, bis sich eine zähe, aber ziemlich weiche Paste bildete. Danach fügte ich allmählich die beabsichtigte Menge Trass oder anderes Rohmaterial hinzu und walkte es nach jeder Zugabe durch, bis es zäh wurde. Auf diese Weise gelang es mir, indem ich die Zusatzstoffe in drei oder vier Durchgängen zuführte, die ganze Menge einzubringen, ohne mehr Wasser hineinzugeben als das, was am Anfang für das Erreichen einer geeigneten Konsistenz erforderlich war.

Das Ganze wurde nun solange durchgearbeitet, bis es eine zähe und steife Plastizität erreichte. Sollte es aber durch die Zugabe von zu viel Wasser zu weich werden, ließ ich es stehen, bis es zu erstarren begann, was sich dadurch beschleunigen ließ, dass ich es einige Minuten auf einen trockenen Stein oder Ziegel legte. Sowie es dann durch teilweises Erstarren ein wenig fester geworden war, bearbeitete

ich es weiter, bis es eine steife Paste ergab. Der ganze Aufwand, um ein Bällchen herzustellen, dauerte meist eine Viertelstunde und manchmal fast eine halbe Stunde.

187. Erste Resultate und weiterführende Fragen

Wenn man die Mörtelbällchen auf diese Weise herstellte und keine anderen Bestandteile als Kalk und Sand verwendete, fand ich keine Probe, die sich beim Wässern nicht aufzulösen begann – wie sorgfältig sie auch bearbeitet worden war. Dabei hätte sich für übliche Bauzwecke ein exzellenter Mörtel ergeben.

Und daher kam ich bei diesen Mörtelsorten zu dem Schluss, dass – wie fest sie bei allmählicher Trocknung auch werden mochten – sie für unseren Bau völlig ungeeignet waren. Selbst Bällchen mit der üblichen Zusammensetzung für Trassmörtel (zwei Teile Löschkalk zu einem Teil Trass) bestanden den Test nicht immer. Doch Bällchen, die zu gleichen Teilen aus Kalk und Trass zusammengesetzt waren, sollten ihn allgemein erfüllen.

Dieser Wissensstand, obgleich für sich genommen von großer Bedeutung, war bald erreicht. Doch weil viele Punkte offenblieben, ging ich planmäßig vor, um die folgenden Fragen zu klären.

1. Frage: Welcher Unterschied in den Festigkeiten resultiert bei gebranntem Kalk aus unterschiedlichen Steinqualitäten?

Kreidekalk wird allgemein von den Handwerkern als der schwächste angesehen und das lässt sich im Allgemeinen daraus erklären, dass er aus einem der weichsten aller Kalksteine gebrannt wird.

Die Marmorfelsen bei Plymouth sind von so harter Natur, dass ihr Kalkstein, der zu Kalk gebrannt wird (und zugleich den üblichen Kalk in dieser Gegend darstellt), hauptsächlich mit Schießpulver herausgesprengt wird. Aus Beobachtungen an Gebäuden im Umkreis von Plymouth, die zu verschiedenen Zeiten mit diesem Kalk gefertigt worden waren, erschien mir der Kalk einem aus Kreide hergestellten sehr ähnlich.

Nicht nur, weil er von hellstem Weiß war, sondern die gleiche schwache und bröckelige Natur aufwies. Ich stellte daher einige Bällchen aus Trassmörtel mit beiden Kalkarten im oben erläuterten Verhältnis von zwei zu eins her. Ebenso zu gleich großen Anteilen.

Das Ergebnis von jeweils mehreren Versuchen in der gleichen Konstellation war, dass es für den Einsatz im Wasserbau zwischen ihnen keinen nennenswerten Unterschied in der Festigkeit gab.

(Anmerkung: Wie die Festigkeit gemessen wurde, lässt Smeaton offen.)

(Fußnote: Obwohl dies sehr im Gegensatz zu der landläufigen Ansicht der Handwerker steht, ist es durch die Experimente von Dr. Higgins im Rahmen seiner Untersuchung über Bauwerke an der Luft bestätigt worden, die zeigten, dass gut gebrannter Kreidekalk ganz der besten Sorte des Steinkalks entsprach, die er verwendet hatte und die nach seiner Einschätzung vom Plymouth-Marmor stammte. Higgins on Calcareous Cements. Sect. 24)

Aus der Tatsache, dass das Verhalten zweier Kalke einander glich, wobei der eine von einem der härtesten und der andere von einem der schwächsten Kalksteine stammte, schien es also, dass die Festigkeit des Kalks von einer anderen Qualität als der Härte des Steines herrühren musste. Bis dahin hatte ich meine Experimente mit Süßwasser ausgeführt.

2. Frage: Welcher Unterschied tritt bei der Festigkeit eines Mörtels auf, wenn er mit Süßwasser oder mit Meerwasser hergestellt wird, wobei die Rezepturen immer in das gleiche Wasser eingetaucht werden?

Bällchen wurden in den vorherigen zwei unterschiedlichen Mischungsverhältnissen hergestellt: Ein Paar mit Salz- und ein Paar mit Süßwasser. Und dies wurde mehrere Male wiederholt.

Das Ergebnis war, dass zu Beginn oder innerhalb von mehreren Tagen kein erkennbarer Unterschied auftrat, dass aber bei den Bällchen, die ganz blieben, wenn man sie zwei oder drei Monate unter Wasser gehalten hatte, diejenigen, die mit Salz hergestellt waren, den Vorrang hatten, wenn man überhaupt einen Unterschied sah.

Daraus folgerte ich, dass es keinen Grund gab, uns mit dem Transport von frischem Wasser hinaus zum Eddystone zu belasten, um damit den Mörtel herzustellen. Und als Folge wurden alle weiteren Versuche, außer wo es anders angegeben wird, mit Salzwasser ausgeführt.

(Fußnote: In einer Mörtelrezeptur für Wasserbauten, die Belidor von M. Milet de Monville veröffentlichte, wird Meerwasser zur Herstellung von Mörtel bei jenen Bauten verwendet, die der See ausgesetzt sind. Belidor, Arch. Hydraul. part 2. tom. 2 p. 186)

3. Frage: Welcher Unterschied resultiert aus unterschiedlichen Kalkstein-Qualitäten, sofern ich davon Proben besorgen konnte?

Weil ich von einem Kalk gehört hatte, der aus einem Stein bei Aberthaw an der Küste von Glamorgan-shire hergestellt wurde und über die gleichen Erstarrungseigenschaften im Wasser wie Trass(-mörtel) verfügen sollte, war ich sehr bestrebt, etwas von dem Stein zu beschaffen.

Das gelang und ich brannte ihn zu Kalk, wobei ich feststellte, dass er zur Herstellung sehr viel Feuer benötigte. Nach dem Löschen zerfiel er zu feinem Puder.

Dieser Stein war vor dem Brennen von einem sehr gleichmäßigen, aber matten Himmelblau mit sehr wenigen glänzenden Einsprengseln. Doch nach dem Brennen und Sieben erhielt er eine helle gelbbraune Farbe. Nachdem ich eine Reihe von Bällchen in den gleichen Mischungsverhältnissen wie zuvor hergestellt hatte, und außerdem einige Bällchen mit dem üblichen Kalk (wobei ich den Ply-mouth-Kalk meine), stellte ich nach 24 Stunden einen bemerkenswerten Unterschied in der Härte fest.

Die Rezeptur aus zwei Teilen Aberthaw zu einem Teil Trass übertraf in der Härte deutlich die, bei der üblicher Kalk und Trass zu gleichen Teilen zusammengesetzt waren. Die Zusammensetzung von Aberthaw und Trass zu gleichen Teilen war noch erheblich härter und dieser Unterschied trat umso mehr hervor, je länger die Proben gelagert wurden.

188. Eine Rezeptur scheint gefunden

In dieser Richtung ermutigt, wollte ich weitere Versuche unternehmen und insbesondere die Gültigkeit der von den Handwerkern vertretenen Ansicht bezüglich Trassmörtel klären, dass er umso stärker erhärten würde, je länger man ihn stehen ließ und je häufiger man ihn durchwalkte. Denn das bedeutete in unserer Situation vermutlich eine große Einschränkung, unseren Mörtel in einem Zustand zu halten, in dem er eine geraume Zeit zu stoßen wäre und das bei jedem Einsatz.

Es war somit sehr wichtig, vollständig zu erfahren, inwieweit dem tatsächlich so war und falls es zutraf, ob aus Zeitgründen (für uns am wichtigsten) nicht ein größerer Trassanteil in die gleiche Richtung wirken könnte wie längeres Stoßen. Denn es war offenkundig: Alles, was beweglich war, mussten wir genauso wie uns selber bei jeder Tide zum Felsen hin- und wieder zurückbringen.

4. Frage: Wird Trassmörtel, nachdem er einmal gut gestoßen wurde, durch wiederholtes Durchwalken besser?

Um das zu prüfen, stellte ich eine Reihe von Bällchen aus Aberthaw-Kalk her – eines in jedem der oben genannten Mischungsverhältnisse – und lagerte sie auf einem feuchten Platz, einem wassergesättigten Ziegel, besprengte sie mit Wasser und deckte sie mit einem nassen Tuch ab, sodass sie so langsam wie möglich erhärten konnten. Diese Proben spaltete ich an drei Tagen jeweils morgens und abends auf und stieß sie noch einmal durch. Danach stellte ich aus dem gleichen Material eine Reihe frischer Bällchen her, die sehr gut durchwalkt wurden. All diese Bällchen wurden nach der Erstarrung zusammen in Salzwasser gelegt.

Es zeigte sich bei denen, die aus gleich großen Kalk- und Trassanteilen bestanden, kein erkennbarer Unterschied. Doch bei denen, wo der Kalk überwog, schien der Vorteil bei den wiederholt Gestoßenen zu liegen, auch wenn der Unterschied nicht sehr auffallend war.

Die gleichen Versuche wurden mit üblichem Kalk durchgeführt. Wo der Kalk vorherrschte (d.h. der gewöhnliche), ergab sich der bessere Zusammenhalt offenkundig beim wiederholten Stoßen, mehr als dort, wo die Rezeptur aus gleichen Anteilen zusammengesetzt war. Folglich – auch wenn die handwerkliche Praxis bei üblicher Anwendung mit gewöhnlichem Kalk und kleineren Mengen Trass sehr wohl zutrifft – erscheint dort, wo an Trass nicht gespart wird und der Kalk von besonderer Art ist, das wiederholte Stoßen nicht wichtig zu sein.

Und daher schien für unseren Zweck, wo an nichts gespart werden sollte, was Zeit und Arbeit auf dem Felsen verringern könnte, die Rezeptur aus gleich viel Aberthaw-Kalk und Trass bestmöglich geeignet zu sein.

189. Kalk aus Muscheln – ungeeignet

Ich hatte gehört, dass Muschelkalk, d.h., Muscheln oder andere Schalen, die man gebrannt hatte, sehr gut erhärtet einen exzellenten Mörtel für Unterputze und Innenarbeiten liefert. Er wird in Wren's Parentalia erwähnt, als ein Mörtel, der zu diesem Zweck in der St. Paul's Cathedral eingesetzt und für ausgezeichnet befunden wurde.

Bei Versuchen mit diesem Mörtel stellte ich fest, dass er schnell hart wurde und keine Beimengungen wie Sand, Trass oder andere Stoffe benötigte. Kurz gesagt, für Wasserbauten schien Trass seine natürliche Qualität kaum zu steigern. Beim Wässern nach der Erstarrung löste er sich nicht auf, erreichte aber auch keine zusätzliche Härte. Im Gegenteil – in Maßen wurde er weicher und löste sich, nicht im Inneren, sondern allmählich von außen nach innen auf, weshalb ich ihn für unseren Gebrauch als völlig ungeeignet einstufte.

Später wurde ich darüber informiert, dass ein Teil des Baues am Ramsgate-Pier mit diesem Kalk ausgeführt worden war, doch dass man danach gezwungen war, diesen Teil abzureißen, nachdem man die Löslichkeit des Kalks im Meerwasser entdeckt hatte.

190. Gips als Zement untauglich, aber nicht als Schutzschicht

Weil ich beobachtet hatte, wie außerordentlich schnell gebrannter Gips von einem halbflüssigen Zustand zu einer festen Substanz erstarrte, dachte ich mir, dass er für unsere Arbeit von einigem Nutzen sein könnte.

Nach der Herstellung eines Bällchens wie bei den Mörteln allerdings ohne zu stoßen, erstarrte es sehr schnell und löste sich auch nicht beim Eintauchen in Wasser. Aber ich fand bald heraus, dass es im feuchten Zustand nur eine geringe Festigkeit besaß, keine zusätzliche Härte unter Wasser entwickelte und bei längerem Verweilen an Festigkeit verlor, obwohl ich mich nicht erinnern kann, dass es sich in der Zeit der Versuche damit (vielleicht zwei oder drei Monate) auflöste, weder in der ganzen Substanz noch durch Aufweichen an der Oberfläche wie beim Muschelkalk.

(Fußnote: Mir wurde kürzlich mitgeteilt, dass Gips dazu neigt, in einer großen Wassermenge vollständig aufgelöst zu werden, wenn er dort für lange Zeit bleiben muss und besonders, wenn das Wasser häufig ausgewechselt wird oder sich viel bewegt.)

(Anmerkung: Das entspricht allerdings dem modernen Kenntnisstand. Gips gilt, wenn auch gering, als wasserlöslich.)

Ich führte viele Experimente aus, um seine Eigenschaften durch Beimischungen zu verbessern, doch fand ich, dass weder Sand noch Trass von irgendeinem Nutzen waren. Auch versuchte ich, den Gips im breiigen Zustand zu stoßen, was für eine kurze Zeit seine Erstarrung verhinderte, aber weiter

keinen positiven Effekt hervorrief, ob allein oder mit Beimischungen. Tatsächlich fand ich nichts, was möglicherweise seine Festigkeit über das hinaus steigern konnte, was der Gips von Natur aus besaß.

Es sei denn, er war trocken. Dann konnte er reichlich Leinöl aufnehmen, das, wenn es in den Poren austrocknete, zweifelsohne einen beträchtlichen Grad an Festigkeit lieferte. Doch diese Behandlung war für meine Aufgabe nicht anwendbar, und ich führte die Versuche nicht weiter.

Nichtsdestotrotz, die Schnelligkeit, mit der – wie ich beobachten konnte – Gips zu einem mäßigen Grad an Festigkeit erstarrte, regte mich zu folgender Idee an, die sich später als sehr nützlich erwies: wenn es nicht genug Zeit für unseren Zement zum Erhärten gab, bevor er der See ausgesetzt wurde, dann könnte er diese Zeit dadurch erhalten, dass man ihn solange mit einer Beschichtung aus Gips schützte. Wenn dann nämlich der Gips abgewaschen wäre, bliebe es ohne Konsequenzen.

(Anmerkung: Der Kontakt von hydraulischem Kalk mit Gips in feuchtem Zustand stellt aus heutiger Sicht einen Fehler dar, weil die Gefahr des Ettringit-/Sulfatreibens besteht.

(Dass dies bei Smeatons Bau ohne negative Folgen blieb, ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Beschichtung mit Gips lediglich als temporärer Schutz diente und vielleicht das reaktionsfähige Aluminium in dem verwendeten hydraulischen Kalk sehr fest gebunden oder nur in geringem Umfang vorhanden war.)

191. Bridistow-Kalk als Alternative zum Aberthaw-Kalk

Die letzte Kalkart, mit der ich bei meinen ursprünglichen Versuchen experimentierte, war eine Sorte, die vielfach für Wasserbauten empfohlen wurde und die aus der Grafschaft Devon stammte, von einem Ort namens Bridistow, rund 35 Meilen nördlich von Plymouth.

Ich besorgte mir ein Stück dieses Gesteins und brannte es. Sein äußeres Erscheinungsbild war dem von Aberthaw sowohl vor wie nach dem Brennen sehr ähnlich und bei einer analogen Untersuchung verhielt es sich nahezu gleichartig. Doch die damit hergestellte Mischung lieferte eine etwas geringere Härte. Gleichwohl schien es für den Fall, dass mir bei Aberthaw irgendwelche Lieferschwierigkeiten begegnen sollten, eine brauchbare Alternative darzustellen.

192. Weitergehende Forschungsbemühungen

Ich hatte jetzt eine Gruppe von Materialien gefunden und eine Methode, sie zu kombinieren, die unserem Zweck sehr gut entgegenkam. Und ich hatte deutlich erkannt, dass es einen großen Unterschied in der Wirkung gab, der aus der unterschiedlichen Natur des Kalkes resultierte, je nachdem aus welcher Kalksteinsorte er gebrannt war.

Außerdem hing die Zunahme der Härte unter Wasser nicht von der Härte des Kalksteins ab, weil Kreidekalk sich offenbar genauso gut verhielt wie der aus Plymouth-Marmor gebrannte. Und schließlich, dass Aberthaw-Kalk für den Einsatz bei Wasserbauwerken beiden weit überlegen war, obwohl kaum so hart wie Plymouth-Marmor.

Jetzt war ich begierig, etwas Licht in die genauen Zusammenhänge zu bringen, die wahrscheinlich den Grund für diese Unterschiede darstellten oder zumindest ein Unterscheidungsmerkmal lieferten. Ich wandte mich daher an meinen Freund Mr. Cookworthy, der – wie ich feststellen konnte – zu jeder Zeit bereit war, mir seine Hilfe zu gewähren, wo immer sein Wissen mir von Nutzen sein konnte.

Er brachte mir bei, wie man Kalkstein analysiert. Und auch wenn meine Chemiker-Freunde keine Schwierigkeiten bei diesem Thema haben, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass manche meiner Leser nicht mehr vertraut mit der Chemie sind als ich selber und für diese möchte ich das Verfahren beschreiben, zumal diese Kenntnis für all diejenigen, die mit Bauwerken zu tun haben, nützlich ist.

193. Analyse eines Kalksteins

Ich nahm von dem zu untersuchenden Kalkstein ein Quantum von fünf Pennyweights ($5 * 1,555 = 7,78$ g) (oder das Gewicht einer Guinee (= 8,3 bis 8,4 g)) und stampfte es zu einem feinen Pulver. Darauf goss ich gewöhnliche Salpetersäure, aber nicht so viel, dass sie aufsprudelnd aus dem Glasgefäß heraus schäumte, in dem der Kalkstein lag. Frische Salpetersäure wurde erst hinzugefügt, wenn der Schaum der vorherigen Behandlung abgeklungen war, bis bei weiterer Zugabe von Säure gar keine Schaumbildung mehr auftrat. Wenn dies getan ist und das Ganze stehen gelassen wird, um sich abzusetzen, nimmt die Flüssigkeit im Allgemeinen einen Anflug einer durchsichtigen Farbe an. Und wenn sich aus der Lösung kaum oder gar kein Feststoff abscheidet, dann lässt sich der Stein als reiner Kalkstein identifizieren (was üblicherweise bei Kreide und ähnlichen Stoffen der Fall ist), weil nur kalkhaltiges Material enthalten ist. Wenn sich aber aus der Lösung Feststoffe in Form von Schlamm absetzen, dann weist das auf einen Anteil von nicht-kalkhaltigem Material in der Steinzusammensetzung hin.

Nachdem sich der Schlamm ausreichend gesetzt hat, gießt man die Flüssigkeit ab und gibt in der gleicher Weise wiederholt Wasser zu, rührt es um und lässt sich alles setzen, bis die Flüssigkeit neutral wird. Danach rührt man den Schlamm in dem Wasser gut auf und gießt die schlammige Flüssigkeit, ohne ihr Zeit zum Absetzen zu lassen, in ein anderes Gefäß um. Sollte sandiges oder kiesiges Material zurückbleiben (was häufig der Fall ist), so lässt sich daraus die Menge und Art der Sande bestimmen, die in das Gefüge des Kalksteins eingedrungen sind. Wenn man jetzt die schlammige Flüssigkeit sich setzen lässt und das Wasser abgießt, bis nichts mehr ohne Schlamm entfernbar bleibt, wird der Rest getrocknet bis er die Konsistenz eines Lehmes oder einer Paste erreicht hat, dann zu einem Bällchen geformt und für weitere Untersuchungen getrocknet.

194. Überraschende Ergebnisse bei der Kalksteinanalyse

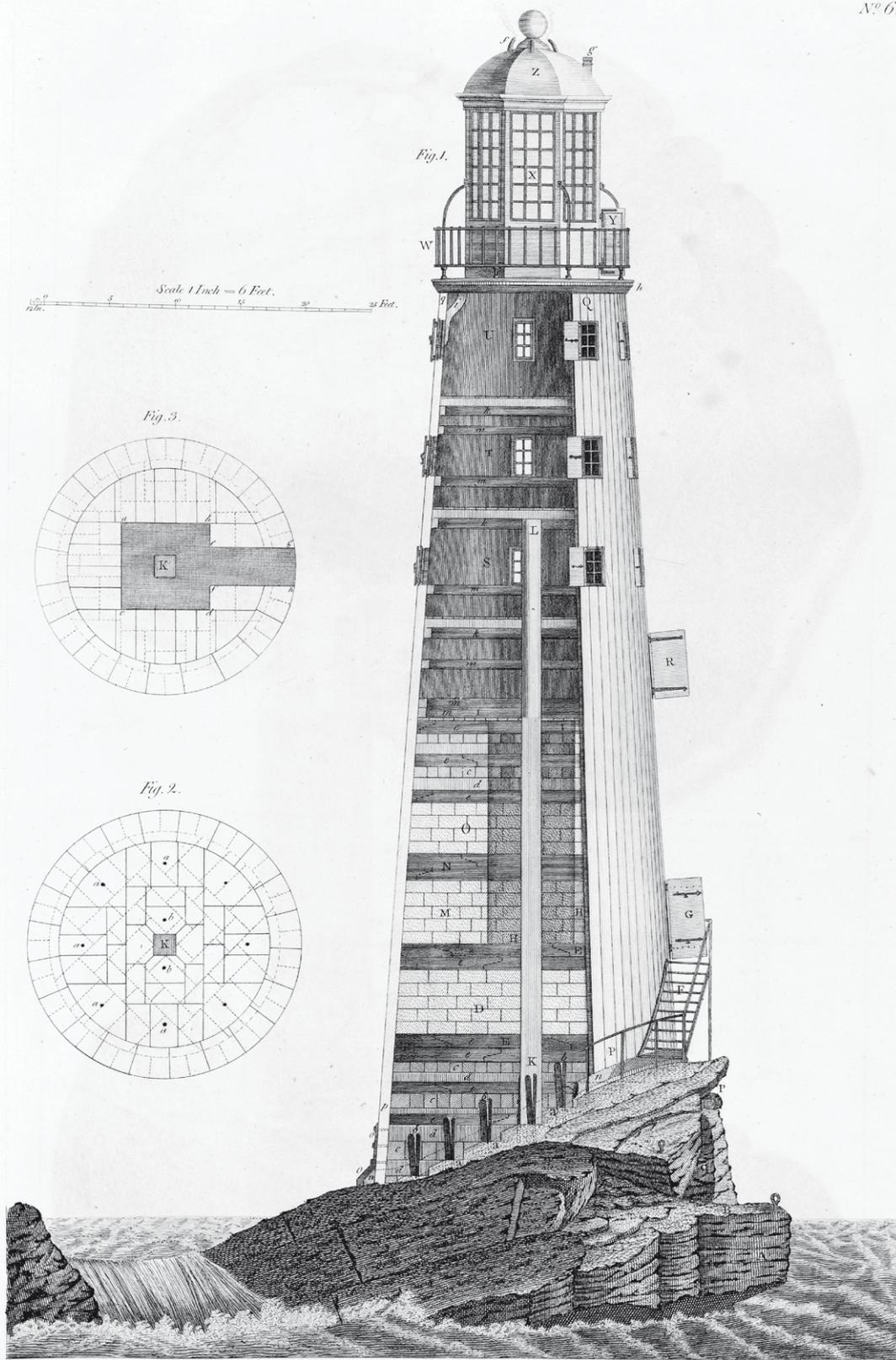
Bei einer solchen Behandlung von gewöhnlicher weißer Kreide löste sich das Ganze zu einer durchsichtigen Lösung auf und Plymouth-Marmor tat das Gleiche, wenn er frei war von erkennbaren äußeren Beimischungen.

Doch, als ich feststellte, dass Gips mit der Säure nicht aufschäumte, schloss ich daraus, dass es sich hier um eine besondere Substanz handelte, die von Kalkstein abwich und nichts kalkhaltiges in ihrer Zusammensetzung enthielt und dass folglich die zementierende Eigenschaft auf einem anderen Prinzip beruhte.

(Fußnote: Gips ist, wie ich später informiert wurde, ein Erdsalz, das kalkhaltiges Material enthält, welches sich in Schwefelsäure auflöst.)

(Anmerkung: Gips besteht chemisch aus CaSO_4 , Kalkstein aus CaCO_3)

Im Falle von Aberthaw-Kalk ergab die entsprechende Behandlung zwar, dass er sich in Salpetersäure auflöste, doch zeigte sich die Lösung sehr dunkel und schlammig und bei näherer Untersuchung fand ich eine geringe Menge nicht aufgelöster sandiger Partikel am Boden – einige von ihnen durchsichtig wie Kristalle, doch meistens sehr klein und von schmutziger Erscheinung. Der schlammige Rest, in einen lehmartigen Zustand gebracht, erwies er sich als weich und zugleich sehr zäh und klebrig. Und als er genügend hart geworden war, wurde daraus ein kleines Bällchen hergestellt und getrocknet, wobei es in dieser Beschaffenheit wie ein sehr feiner, dichter dunkelblauer Ton wirkte und etwa ein Achtel der Ausgangsmasse wog. Eines dieser Bällchen wurde nach dem Brennen zu einem guten dichten Ziegel von rötlicher Farbe, was – wie mir gesagt wurde – darauf hindeutete, dass sich Eisen in der Zusammensetzung befand. Beim Wiegen stellte ich fest, dass es beim Brennen fast ein Viertel seines vorherigen Gewichts verloren hatte. Fast das Gleiche ergab sich bei einer analogen Untersuchung des Bridistow-Kalksteins.



South ELEVATION & SECTION of RUDYERD'S LIGHTHOUSE,
 Completed in 1709, represented as it stood previous to its demolition by Fire, in the Year 1755.

Tafel Nr. 7:

Grundriss und perspektivische Ansicht des Eddystone-Felsens von Westen. Gezeichnet nach dem zugehörigen Modell, § 97. Dargestellt ist auch der Theodolit.

Die Darstellung zeigt den Felsen, wie ich ihn vorfand, wobei Bild 1 den Grundriss und Bild 2 die Vertikalansicht wiedergibt. Gleiche Buchstaben haben in beiden Bildern die gleiche Bedeutung. Die gekreuzten Linien im Grundriss beziehen sich auf die Himmelsrichtungen, E (Ost), W, N, S, ausgerichtet auf den echten Meridian.

(Anmerkung: also zum geographischen, nicht zum magnetischen Nordpol.)

L ist der Landeplatz und **C** der höchste Punkt des Felsens. Das allgemeine Gefälle ist nach Südwesten gerichtet. Auch die Maserung des geschichteten Moorstones

(Anmerkung: das Steinmaterial dort wird heute genauer als Gneis bezeichnet),

aus dem der Felsen besteht, verläuft etwa parallel zu dieser Neigung. Es gibt allerdings beträchtliche Unregelmäßigkeiten: denn entlang der Linie **AB** macht der Felsen einen plötzlichen Sprung von 4½ bis 5 Fuß (= 1,37 bis 1,52 m), siehe § 7. Und weil der nach Westen einen Überhang bildet, kann dieses abrupte Hindernis bei einer Dünung von Südwest dazu führen, dass selbst bei gemäßigtem Wetter das Meer auf frappierende Weise hochgepeitscht wird.

Die dargestellte Oberfläche des Felsens mag so seit Urzeiten ausgesehen haben. Bis auf die Stellen, an denen sichtbar der Mensch Hand angelegt hat: hauptsächlich innerhalb der Kreisfläche des früheren Bauwerks. Die flachen Auftritte der von Rudyerd herausgeschnittenen Stufen werden mit **D** gekennzeichnet und die vertikalen Seiten der Stufen mit **F**. **E** bezeichnet die abgespaltenen Teile parallel zur Schichtung des Felsens.

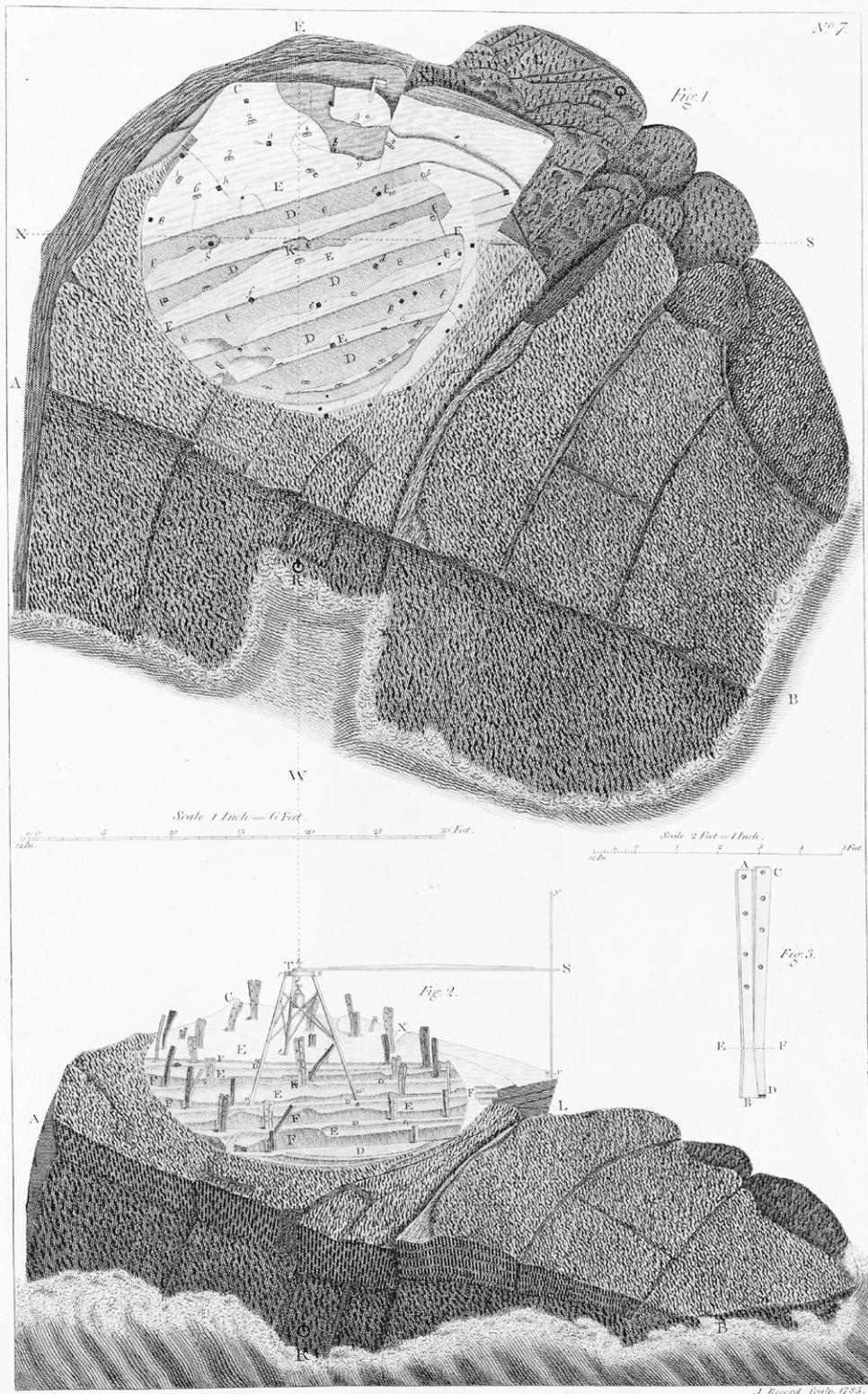
abcdefgh zeigen die Überbleibsel der Aussparungen für acht der 12 großen Eisen, die Winstanley eingebracht hatte. Von diesen war nur der Stumpf eines einzigen (**e**) für meine Untersuchung erhalten geblieben. Das Eisen war mit Blei eingelassen worden und fest geblieben, bis man es bei der Herstellung eines Schwalbenschwanzes an der Stelle herauschnitt und feststellte, dass das Ende keulenartig war; siehe § 39. Welche der anderen Löcher, die unmarkiert sind, zu den fehlenden vieren gehörten, konnte ich nicht ausmachen. Zweifelsohne waren einige von ihnen den Verstärkungsmaßnahmen zuzuordnen, die Winstanley im vierten Jahr ausführte.

Bild 3 zeigt ein Paar von Rudyerds Eisen-Zweigen (§§ 36, 39) in einem drei Mal größeren Maßstab als dem des Grundrisses. Hierbei ist **AB** der Hauptanker oder Schwalbenschwanz-Teil, **CD** der Keil (um den Anschluss zu verspannen), der mit Wucht eingetrieben wurde, ohne jedoch den Boden zu berühren; ihre Tiefe im Felsen lässt sich durch die Linie **EF** als angenommene Felsoberfläche ablesen. Die Löcher in den Ankerstäben dienten zur Befestigung der Hölzer durch große Ankernägel mit angerautem Schaft („bearded spike bolts“). Von solchen Ankerzweigen fand ich 36 Original-Paare unterschiedlicher Größe und zwei neuere. Ihre Lage ist in der Ansicht, Bild 2, so dargestellt wie vorgefunden und gleichfalls im Grundriss, Bild 1, bei 1, 2, 3, 4, 5 und 6, 7, 8, 9, 10 etc., wo sie einen Doppelkreis bilden. Dazu befinden sich noch zwei Paare von ihnen im Zentrum am Punkt **K**, um den Mast beidseitig zu befestigen. Die Eisen, die im Felsen geblieben waren, sind im Grundriss durch eine Schraffur mit schrägen Linien gekennzeichnet worden, die leeren Löcher oder Hohlräume dagegen schwarz. In Bild 2 wurden alle Anschlüsse, die ganz geblieben waren, ob fest oder lose, so wiedergegeben, wie sie sich darstellten.

X zeigt den Platz der Höhle auf der Ostseite und **R** einen starken Ringbolzen, der im Zuge des Wiederaufbaues des Gebäudes 1757 im Felsen angebracht wurde, um die westliche Verspannkette des Scherbocks zu befestigen.

In Bild 2 stellt **rstvw** den dreibeinigen Stuhl dar (§ 97), der mit gekreuzten Stäben ausgesteift ist. In der Mitte der oberen runden Platte **rs** wurde der Theodolit T nach unten verschraubt und an dessen

Zeiger das horizontale Ableselineal **TS** befestigt, das am Rand eine auf den Mittelpunkt bezogene Einteilung in Fuß, Inches und Bruchteilen davon trug. Um jeden beliebigen Punkt auf dem Felsen zu erfassen, zum Beispiel **x**, wurde der Stab **xy** mit Hilfe einer Wasserwaage vertikal ausgerichtet und in dieser Vertikalposition gehalten durch zwei kleine Latten, die in zwei unterschiedlichen Richtungen als Abstützungen oder Streben eingesetzt wurden. Nachdem man den unterteilten Rand des Lineals gegen den Vertikalstab geführt hatte, wurde der Maßstab durch einen kurzen Stab, der mit der Hand dicht am Vertikalstab geführt wurde, so weit hochgebogen, bis eine am Ende des Horizontalarms aufgelegte Wasserwaage anzeigte, dass sich der Arm in der Waagerechten befand. In dieser Position sollte die Anzeige des Theodoliten den Grad und die Minute des Winkels angeben, der Vertikalstab auf dem Lineal den Abstand zum Mittelpunkt markieren und das Lineal auf dem Vertikalstab die Höhe über dem Bodenpunkt **x**; siehe § 97.



PLAN and perspective ELEVATION of the EDYSTONE ROCK,
Seen from the West: Taken from the Model thereof mentioned, Sect. 105.

Tafel Nr. 8:

Südansicht des steinernen Leuchtturms, fertiggestellt auf dem Eddystone 1759.

Mit einem Ausblick auf das nächste Festland, wie er sich an einem klaren ruhigen Tag vom Felsen bietet.

- A** Der Landeplatz.
- B** Die Höhle am Ostrand des Felsens.
- C** Die in den Felsen gehauenen Stufen, um zur Eingangstür zu gelangen.
- D** Ein eiserner Stab, eingesetzt als Handlauf, um sich beim Hochgehen zum Fußpunkt der Leiter festzuhalten, die nach Bedarf aus der Eingangstür **E** abgelassen wird.
Über dem Buchstaben **F** blickt man auf das Festland bei Whitsun-Bay. Über **G** auf Ram-Head.
Über **H** auf Redding-Point.
- I** St. Nicholas oder Drake's Island.
- K** Brentorre.
- L** Die Garnison von Plymouth.
- M** Die Stadt Plymouth.
- N** Schiffe im Hafen von Plymouth.
- O** Mount Batten.
- P** Schiffe in Catwater.
- Q** Statdown Point (*heute wohl Staddon Heights*).

Zu beachten: Die links von **F** dargestellte Kaskade muss als Momentaufnahme gesehen werden und wird sich im nächsten Augenblick wegen der Bewegungen des Wassers in umgekehrter Richtung ergießen.

A. 78.



South ELEVATION of the STONE LIGHTHOUSE completed upon the EDYSTONE in 1759.
Showing the Prospect of the nearest Land, as it appears from the Rocks in a clear calm Day:

Engraved in the Year 1768 by M. Fisher, Rooker, The figures by M. Stone, Wale.

Tafel Nr. 9:

Zu Tafel Nr. 8 gehörender Längsschnitt des Eddystone-Leuchtturms entlang der Ost-West-Linie.
Dargestellt bei Niedrigwasser einer Springflut.

Im Schnitt des Felsens gibt **AB** die vertikale Kante oder den Versprung wieder, wobei die gleichen Buchstaben zur Kennzeichnung verwendet werden wie in Tafel Nr. 7. Die Linie **BC** zeigt den üblichen Verlauf der Steinmaserung und die Neigung des Felsens nach Südwesten.

Die gepunktete Linie **ab** kennzeichnet das Gründungsniveau des ersten Steins. Die durchgezogene Linie **cd** markiert die Unterseite der Steine in der ersten Lage, die entlang der Ost-West-Linie geschnitten ist und **ef** das oberseitige Niveau der ersten und Bett der zweiten Lage. 2, 3, 4, 5 und 6 bezeichnen jeweils die Oberseiten der sechs Lagen, die den künstlichen hergestellten Teil der Gründung auf das Niveau der reduzierten Spitze des natürlichen Felsens bringen. Bei **e6f** liegt die erste vollständige Lage auf. Sie wird mit VII gekennzeichnet, weil sie die siebente Lage über der Gründungsfuge bildet.

f ist der Fußpunkt der zeitweise dort befindlichen Leiter. Weiter wird dargestellt, wie zumindest die unterste Fuge des Mauerwerks über den gesamten Umfang um mindestens 3 Inches (7,6 cm) im Felsen einbindet.

h zeigt den ersten, in der Mitte angeordneten Marmor-Pflock oder zentralen Dübel, der durch die ganze sechste Lage bis zur halben siebenten Lage reicht. Darüber läuft das entsprechend weiter bis zur Oberseite von Lage XIV.

(Anmerkung: nach Tafel 9 geht der Mittelpflock auch in Lage XIV nur bis zur Steinmitte und läuft nicht bis zur Oberkante durch.)

In gleicher Weise geben **ik** jene Stellen an, wo zwischen zwei Lagen würfelförmige Dübel aus Marmor eingelegt und in Form eines Achtecks um die Mitte herum angeordnet sind.

Zwischen der fünften und der sechsten Lage befinden sich kleinere Würfel **l**.

Lage XIV schließt den kompakten Unterblock ab, weil darüber der Eingang und der Treppenschacht gesetzt werden.

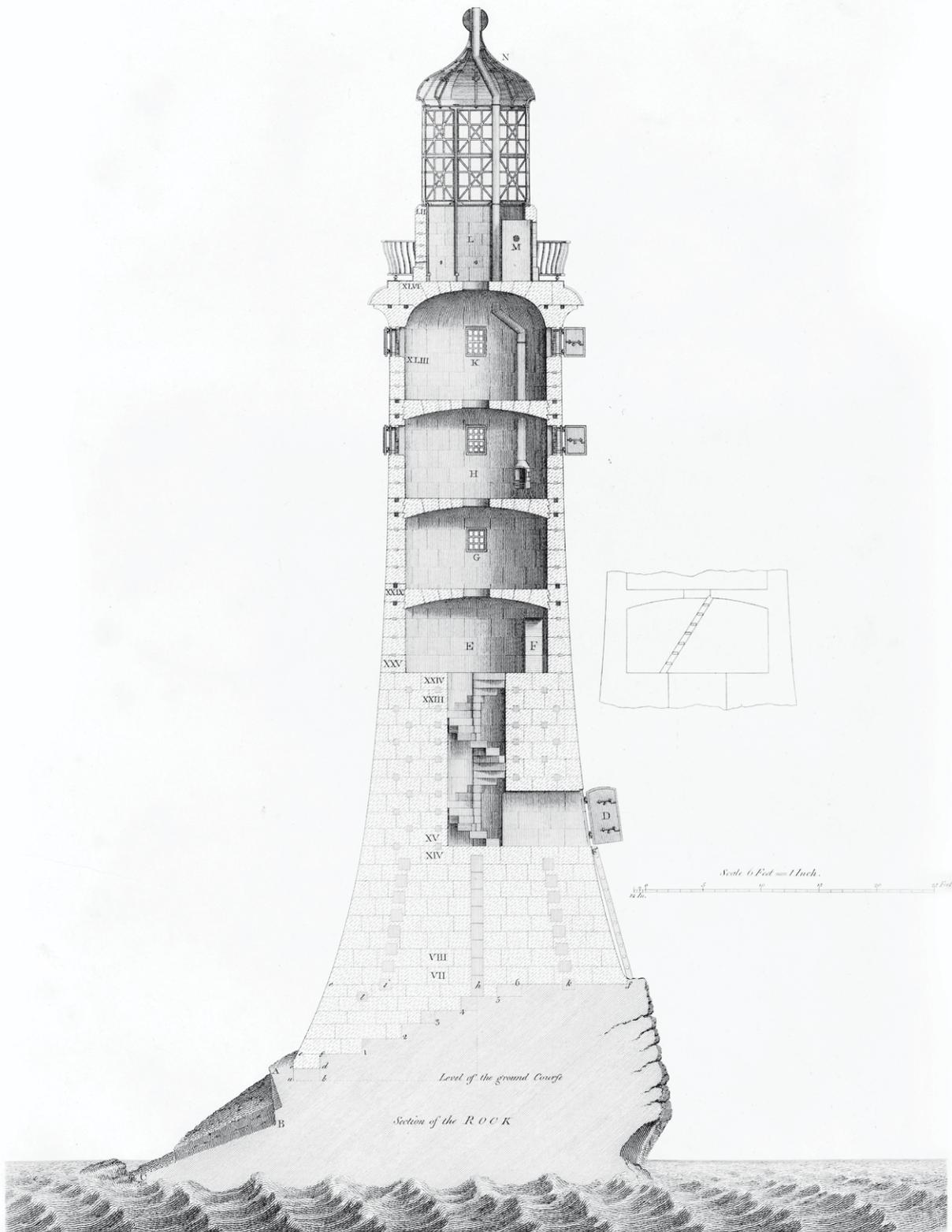
Die temporäre Leiter **fg** zur Eingangstür **D** wird nur bei Bedarf herausgestellt und dann über Ringbolzen am Stein befestigt. Ansonsten lässt sie sich dank eines Gelenks in der Mitte zusammenklappen und wird im Eingangsbereich abgelegt.

Oberhalb des kompakten Unterblocks ist die Anzahl der kubischen Dübel bei halbierten Größe verdoppelt, weil der Mittelstein fehlt, um Platz für den Treppenschacht zu schaffen.

Lage XXIV schließt den Teil des Gebäudes ab, der als Unterblock bezeichnet wird. Darüber beginnt der bewohnbare Teil, mit **E** als unterem Lagerraum.

- F** Die Lagerraum-Tür.
- G** Der obere Lagerraum.
- H** Die Küche.
- I** Der Ofen, von dem der Rauch durch die Böden und die Laterne über ein Kupferrohr, wie im Schnitt dargestellt, aufsteigt und durch die Kugel entweicht.
- K** Der Schlafraum.
- L** Die steinerne Basis der Laterne.
- M** Die Tür von der Laterne zum Balkon und
- N** die Kuppel.

Der Aufstieg von Raum zu Raum erfolgt über einen Durchbruch in der Mitte jeder Geschosdecke, also beim Schlussstein. Die gesonderte Zeichnung gibt an, wie das erfolgt: durch schräge Trittleitern, die nach Belieben entfernbar sind.



SECTION of the EDYSTONE LIGHTHOUSE upon the E & W. Line, as relative to N^o 8.
 on Supposition of its being Low WATER of a SPRING TIDE.

Engraved in the Year 1763, by M. Edm. Roobee

Tafel Nr.10:

**Grundrisse des Felsens nach Einschnitt und Vorbereitung zur Aufnahme des Stein-Bauwerks.
Darstellung der sechs Gründungs-Steinlagen.**

Bild 1. Plan des für die Aufnahme des Mauerwerks vorbereiteten Felsens, mit gewissen Ergänzungen, um den Zusammenhang zu Tafel 7 zu verdeutlichen. Die Linie **AB** zeigt hier ebenfalls die Zone, wo die Oberfläche verspringt, vergleiche Tafel Nr. 9.

In diesem Bild wird Lage I bereits eingebaut dargestellt mit Holzdübeln und Keilen, §§ 238, 239. Der dunkler schattierte Bereich, markiert mit **DD**, wurde wegen vorhandener Risse nicht auf eine Schwalbenschwanz-Form gebracht, sondern zwei Inches (rd. 5 cm) tiefer gelegt als die anderen Steine von Lage II. Die Steine dieser Lage sind daher von einer Umrandung umgeben und somit in jeder Richtung gehalten. Die Buchstaben **E, W, N, S** geben in allen Bildern die Himmelsrichtungen an. Gleiche Buchstaben kennzeichnen in allen Bildern die gleichen Bereiche.

Derjenige Teil des Felsens, der mit **C** bezeichnet ist, liegt infolge eines Anstiegs oder einer Stufe entlang der Linie **FDGE** um 15 bis 18 Inches (38 bis 45 cm) über der restlichen Fläche. Da er etwas außerhalb des Gebäudegrundrisses liegt und zugleich ein festes Widerlager bietet, wurde der Vorteil genutzt und – wie bei **G** gezeigt – die erste und die zweite Lage gegen diese Aufkantung gebaut.

Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6 zeigen die oberen Treppenflächen oder Stufen für die verschiedenen Lagen, deren Oberseiten auch mit diesen Nummern im Längsschnitt Tafel Nr. 9 versehen sind. Nr. 2 befindet sich auf dem Niveau von Rudyerds niedrigster Stufe.

X bezeichnet ein Steinstück, das in den Felsen eingepfropft wurde, um einen Spalt zu überbrücken, der beim Abschlagen der Felsspitze bis auf das Sollniveau im Übergang zur Höhle aufgetreten war. Aus diesem Stein wurde ein Teil der Umrandung gefertigt, die den Bau umgibt.

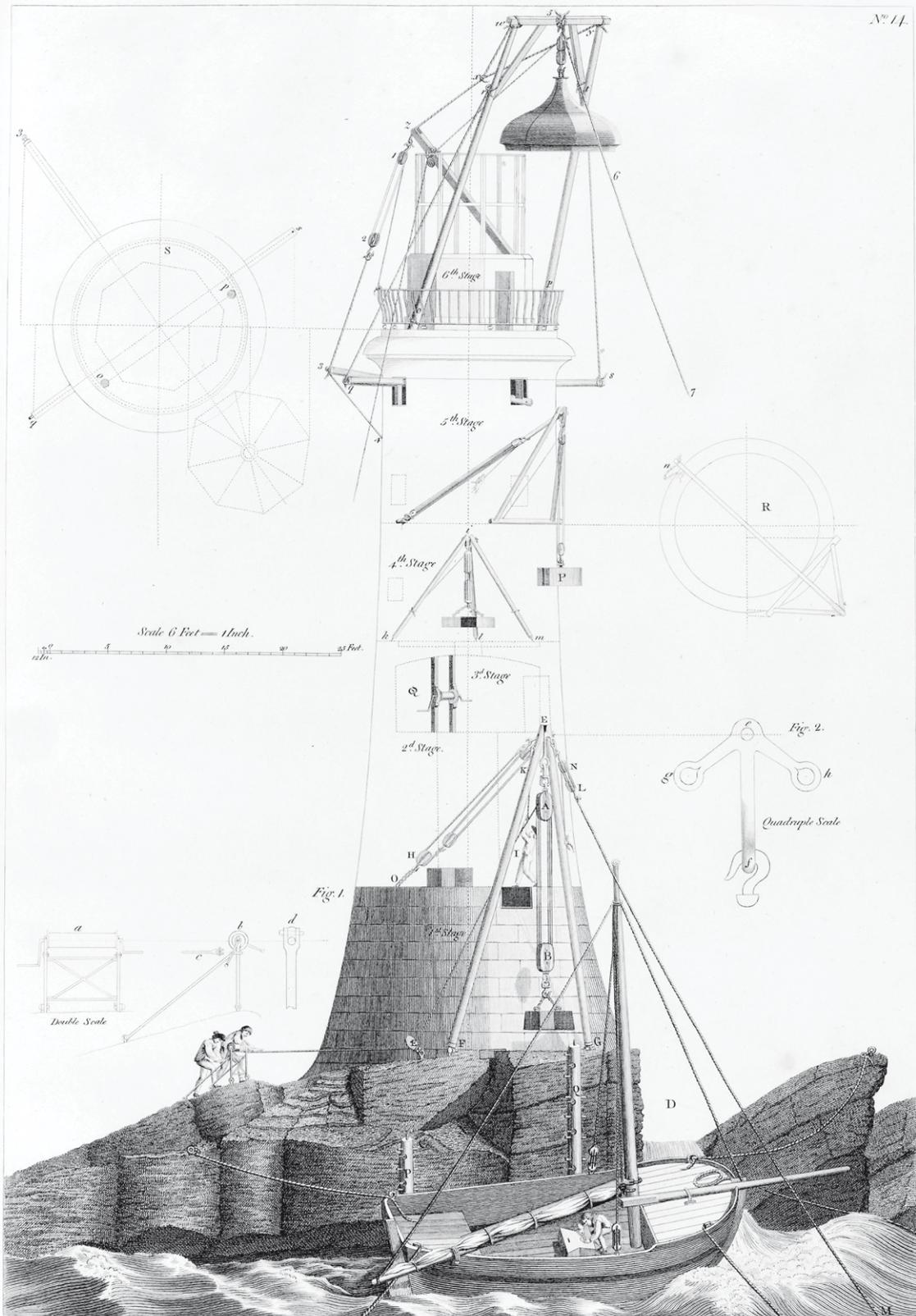
Bild 2 stellt dar, wie die Abstützung **G** in der zweiten Lage begrenzt war. Es zeigt auch die Anordnung der Holzdübel und Keile, die in all diesen Bildern immer in der gleichen Art und Weise gezeichnet sind. Die gepunkteten Linien beziehen sich überall auf die Lage, die aufgelegt werden soll und lassen erkennen, wie deren Fugen auf der bereits eingebauten Lage verlaufen.

Bild 3 zeigt, wie der Bereich **HIK** aus Bild 2 eine Lage höher ausgefüllt wird, gehalten durch die Stufenkante **L** bei **HI** und den Klammern **a** und **b**. Der Untergrund war hier voller unregelmäßiger Beschädigungen, die von der Stufenherstellung beim früheren Leuchtturm stammten.

Bild 4 offenbart den Aufbau von Lage IV, worin – wie bei allen anderen – die heller gezeichneten Steine, den Portlandstone meinen und die dunkleren den Moorstone.

Bild 5 präsentiert die Anordnung von drei Dübellöchern **Y**, die sich zwischen dieser und der nächsten Lage befinden.

Bild 6 zeigt die vollständige Lage VI, die das Mauerwerk auf ein Niveau mit dem gekappten Felsen bringt. Es weist die Dübellöcher für acht Würfel aus und zeigt den mittigen Dübelpflock, fixiert an der Stelle **O**, bereit zur Aufnahme des Mittelsteins der nächsten Lage Nr. VII.



*A View of the ROCK on the EAST SIDE, and of the WORK advanced to Course XV. being the first of the ENTRY COURSES,
 Showing the manner of LANDING and HOISTING the STONES &c. in every Stage of the BUILDING.
 The Figures by M^r C. R. B. del. J. Record. sculp. 1786.*

Tafel Nr.15:

Erläuternde Zeichnungen zu einzelnen Details in den vorhergegangenen allgemeinen Beschreibungen

Bild 1 ist der Grundriss des Eisenwerks bei jedem Winkel der Laterne in seiner vollen Größe. **ABB** bezeichnet die Innenseite und **CDD** die Außenseite der Schwellenbleche aus Schmiedeeisen, während die Linie **DB** die Gehrungsfuge zwischen zwei benachbarten Platten markiert. **cdefgD** zeigt den Horizontalschnitt durch die Hälfte eines der Eckpfeiler aus Gusseisen und **dhiklg** zeigt die Draufsicht auf die gegossene Klaue, die sich an jeder Seite und an beiden Enden des Pfeilers befindet. Die Schrauben **E, F** in jeder Klaue dienen zur Befestigung der Pfeiler an ihren zugehörigen Schwellen und verbinden alles miteinander. Sie werden gleichermaßen oben wie unten ausgeführt. Die Eckstücke **mnopqrst**, die vor der Befestigung der Pfeiler aufgeschraubt wurden, hatten die Aufgabe, die Schwellen zu verbinden. Der vierseitige Aufsatz **orsn**, der auf der Seite **rs** niedriger ausgebildet ist als auf der Gegenseite, bewirkt, dass der obere Haken der Eckstange (zur Verankerung der Laterne) ohne Gefahr verschoben zu werden auf der geneigten Fläche sitzt. Die gepunktete Linie **uwx** zeigt die Innenseite und **yz** die Außenseite eines Horizontalschnitts der Glasscheiben; **wxa** den Falz, an dem sie eingefasst sind. **w, b, 1, 2, e, a, x** stellt den Schnitt durch die Einfassung für jeden einzelnen Fensterrahmen dar, die durch Kupferschrauben, zu sehen bei **GG**, an die angeflanschte Kante der Pfeiler aus Gusseisen **efg** befestigt ist. **3, 4, b** zeigen die Innenseite, **5, 6** die äußere Kontur der Rippen oder Flügelsprossen, die wie dargestellt bei **b, w, x, a, 6** an die Umfassung anschließen. Die Zusatzzeichnung **X** gibt wie in Tafel Nr. 12 den Querschnitt einer der Fenstersprossen wieder; der Punkt 4 passt dabei zum Punkt 4 in Bild 1.

Bild 2 ist die zum Grundriss (Bild 1) passende Ansicht, worin **ABB** die obere und **CDD** die untere Seite des Schwellenbleches darstellt. **DBX** ist der Aufriss der Ecke und **DBXYZRS** zeigt die Ansicht einer der Seiten von Pfeiler und Klaue, wobei die zugehörige gepunktete Linie **yzrs** das Ausmaß der vorspringenden Kante kennzeichnet, deren Querschnitt als **efg** markiert ist (in Bild 1). **GG** gibt zwei der Schraubenlöcher für die kleinen Kupferbolzen an, die die Fensterrahmen-Einfassungen an den eisernen Flanschkannten der Pfeiler befestigen. **EE, FF** sind die beiden Schrauben, durch die jede Klaue gehalten wird. **www** zeigt die Innenseite der Kupfer-Einfassung und **xxx** die Breite des Falzes. Der Raum **PQ** oben und unten ist eine Vergrößerung der Einfassungsbreite, um sie im Bereich der Klauen anzupassen. Und der eiserne Anschlag zwischen den Klauen wird durch einen quadratischen Stab realisiert, gekennzeichnet sowohl in diesem Bild als auch im Grundriss (Bild 1) als **O**, der mit der Schwellenplatte vernietet ist und horizontal gelocht wurde für die Aufnahme der Kupferschrauben.

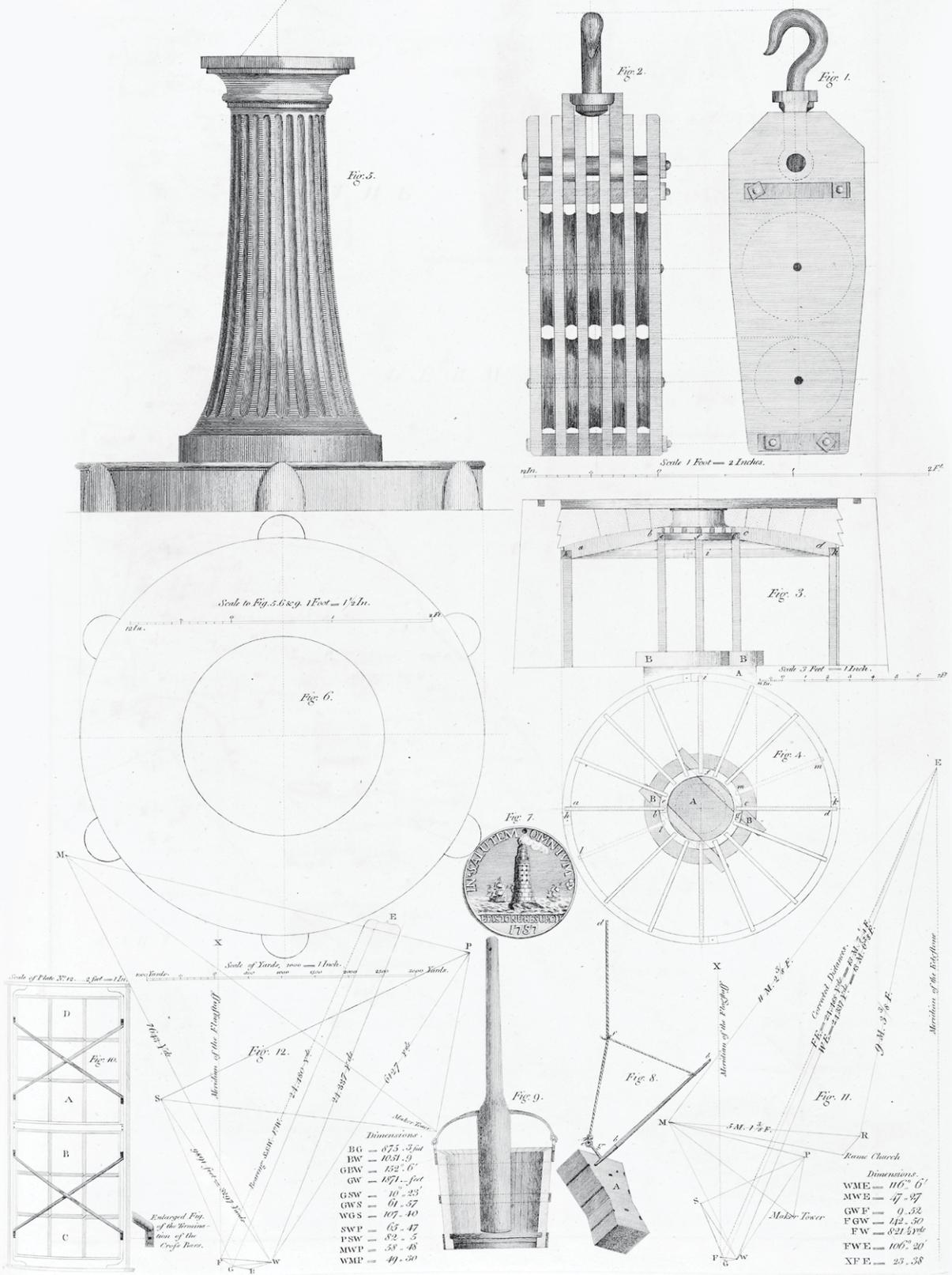
Bild 3. Der eiserne Feuerrost in der Küche, der perfekt den Rauch abführt und den Raum darüber aufwärmt, wird in einem vergrößerten Maßstab dargestellt. Die Zusatzzeichnung darunter zeigt den Grundriss des oberen Riegels; der unterste ist gerade, die dazwischen entsprechend angepasst.

Bild 4 liefert einen Schnitt durch die Fassung für die Kerzen und

Bild 5 einen durch die Öllampen, beide in ihrer Originalgröße

(Anmerkung: im ursprünglichen Buchformat.)

Descriptions of SUPPLEMENTAL MATTERS having reference to the EDYSTONE BUILDING. N^o. 8.
J. Boscawen fecit. 1790.



Nachtrag

In den vorangegangenen Erläuterungen wird erwähnt, genau in der Erklärung zu Tafel Nr. 17, Bild 14, dass eine zusammengesetzte Flaschenzug-Konstruktion bezeichnet als „Runner and Tackle“

(Anmerkung: ein sog. Potenzflaschenzug),

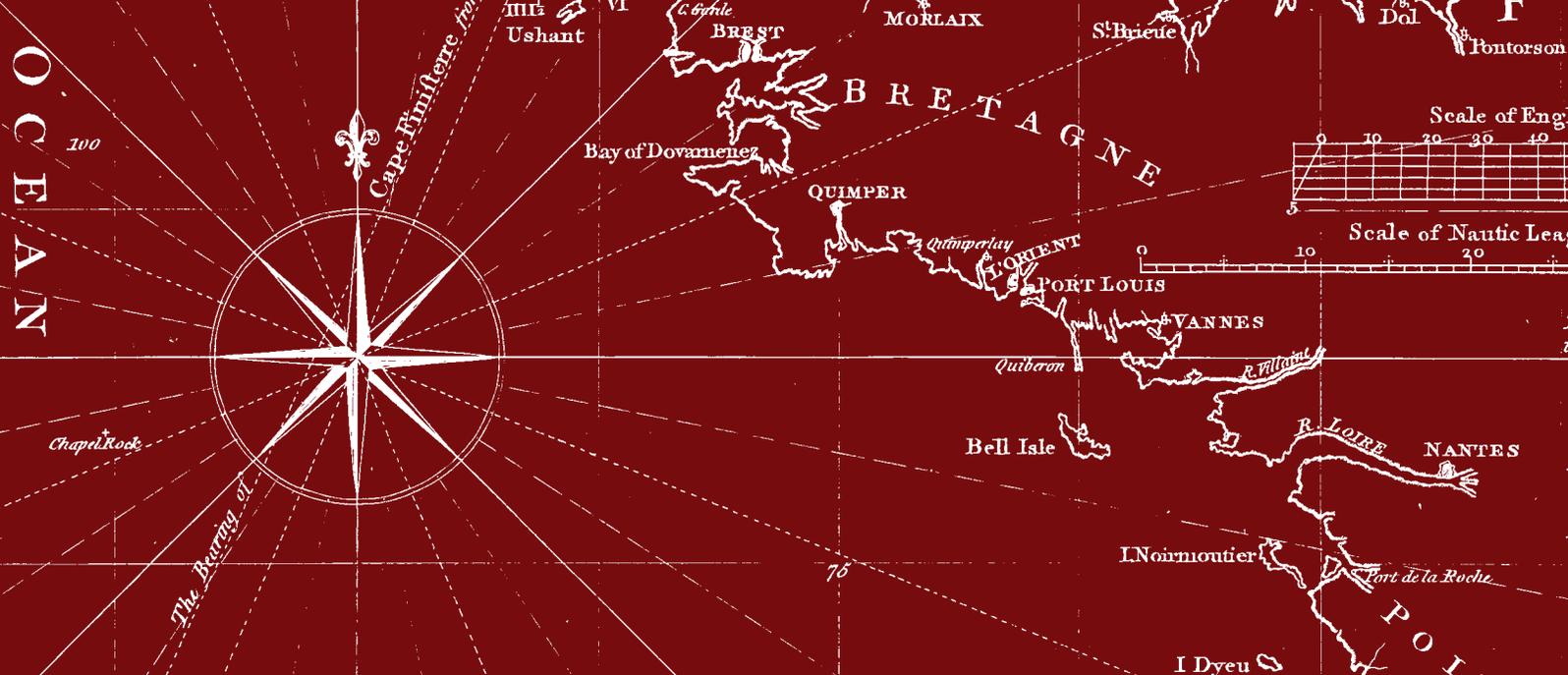
die kombiniert wird aus einer einzelnen großen Rolle im Läuferblock und einem aus zwei Blöcken von jeweils drei Rollen pro Achse bestehenden Flaschenzug, sodass das ganze System über insgesamt 7 Rollen verfügt, die gleiche Lastübersetzung aufweist wie der Flaschenzug mit den großen Blöcken. Diese bestehen aus jeweils 6 Rollen, was als Summe insgesamt 12 Rollen ergibt. Wenn der große Flaschenzug daher eine größere Anzahl von beweglichen Teilen und Beanspruchungen für das eingesicherte Seil aufweist, er folglich weniger einfach aufgebaut und mit mehr Reibung verbunden ist, wird verständlicherweise von jenen meiner Leser gefragt werden, die nicht Seeleute sind oder versierte Mechaniker, warum denn das kombinierte System nicht in allen Fällen vorgezogen wird.

Das kombinierte System wird wegen seiner verminderten Reibung zweifelsohne überall dort eingesetzt, wo es vernünftig angewendet werden kann. Doch gibt es viele Fälle, wo das nicht möglich ist. Bei der Betrachtung von Bild 14 ist leicht einzusehen, dass beim Zusammenziehen der Blöcke **L**, **M**, wenn einer von ihnen die gesamte Strecke **LM** absolviert hat, der Läuferblock **K** erst die Hälfte dieses Weges zurückgelegt hat, weil das Läuferseil doppelt angeordnet ist. Daraus folgt, dass die Last mit einer Läuferrolle nur halb so hoch gehoben werden kann wie bei einem Flaschenzug ohne zusätzliche Läuferrolle. In der Konsequenz bedeutet das für das Hochliften eines Gewichtes bis zu einer bestimmten Höhe über einen Scherbock mit Hilfe eines kombinierten Flaschenzuges, dass dann die Scherböcke doppelt so hoch sein müssten, was wohl in den meisten Fällen sehr unpraktisch wäre. Doch bei ausreichender Höhe, oder im Falle von Führungs- oder Abspannseilen, wie im Bild 6, gekennzeichnet mit 6, 7, steht eine beträchtliche Länge Seil zur Verfügung, ohne von irgendeiner Rolle besetzt zu sein. Dort kann das Läuferseil beliebig lang sein, um den angestrebten Effekt zu erzielen.

Daher lässt sich sagen: Der Läufer verdoppelt zwar die Lastübertragung des normalen Flaschenzuges, reduziert aber die Höhe, auf die sich die Last mit einem üblichen Flaschenzug anheben lässt, um die Hälfte.

Ich möchte mit der Bemerkung schließen, dass, wenn der Sonderflaschenzug aus 20 Rollen (Tafel Nr. 18, Bilder 1 und 2) mit einem Läufer kombiniert würde, man eine Lastübersetzung von 40 zu 1 erreichte. Damit ließe sich bei den beschriebenen Blöcken mit Sicherheit ein Gewicht von 20 Tonnen hochhieven.

ENDE



Tino Schatz ist seit 1995 Professor an der Hochschule (früher FH) Trier und lehrt dort Baustoffkunde und Holzbau. Neben einer Leitungstätigkeit an der Amtlichen Prüfstelle für Baustoffe Trier hält er überdies Vorlesungen in Mathematik, Festigkeitslehre und Technischem Schreiben.

Der britische Ingenieur John Smeaton (1724-1792) gilt als Vater des Bauingenieurwesens. In vieler Beziehung bahnbrechend war der von ihm konstruierte und erbaute steinerne Leuchtturm auf den Eddystone Rocks vor der Küste von Cornwall. Seine Ausführung bildete die Vorlage für eine Reihe bekannter Nachfolgetürme rund um die britischen Inseln und gab den Anstoß für die Entwicklung der modernen Zemente und der darauf aufbauenden Betonbauweise. Smeatons Buch von 1791 über den Bau des Leuchtturms mit dem Originaltitel „A narrative of the building and a description of the construction of the Edystone lighthouse with stone“ liefert interessante Einblicke in das Baugeschehen seiner Zeit. Jetzt endlich liegt dieses Werk auch in einer deutschen Fassung vor. Professor Dr.-Ing. Tino Schatz hat dieses Buch aus dem Englischen übersetzt und bearbeitet. Herausgekommen ist ein einmaliges Zeitzeugnis, das sinnbildlich für die Ursprünge des modernen Ingenieurbaus steht. In dem viel beachteten Bericht hat John Smeaton detailliert und facettenreich dargelegt, wie der Steinturm auf dem berühmten Eddystone-Riff in den Jahren von 1756 bis 1759 entstanden ist. Zugleich hat er dessen Vorgeschichte und weitere Entwicklung beleuchtet, sodass dem Leser fast ein Kaleidoskop des 18. Jahrhunderts präsentiert wird. Darüber hinaus spiegelt das Buch ganz nebenbei die komplette Bandbreite des Tätigkeitsfeldes eines Bauingenieurs wider. Es ist ein Buch über Technik, aber auch eines über Seefahrt und Leuchttürme und nicht nur dank vieler Anekdoten auch eines über die Menschen jener Zeit.

ISBN 978-3-7640-0581-8



9 783764 005818