

Kapitel V.

Bauwissenschaftliches Praktikum.

Unterdessen brachten Briefe und Tageszeitungen mit jedem Morgen recht betrübende Neuigkeiten. Seit acht Tagen war das Land von feindlichen Heeren überschwemmt. Da war Häuserbauen nicht eben an der Zeit. Herr von Gandelau musste nur immer Bauersleute in seinem Arbeitszimmer empfangen, an ihrem Bangen teilnehmen und Rat schaffen. Die jungen Burschen waren zur Fahne gerufen worden. Die Fabriken der Nachbarschaft mussten geschlossen werden: es fehlte an Arbeitskräften. Auf Weg und Steg sah man Bauern und Bauersfrauen gruppenweis beieinander stehen und ihrem sonst so ruhigen Wesen entgegen erregt, manche Frauen gar weinend, zueinander sprechen. Auf den Feldern wurde nicht mehr gearbeitet; es war als vernähme man überall ein leises Klagen durch die Lüfte zittern; in tiefer Nacht brannte in den Häusern noch Licht; Stimmen hörte man, die sich riefen. Früher als sonst kam das Vieh von den Feldern heim und ging erst spät am Morgen hinaus. Begegneten zwei Leute einander auf der Strasse, so blieben sie stehen und führten lange Ge-

sprache. Zuweilen gingen sie dann, statt sich zu trennen, eilenden Schrittes zusammen zum nächsten Dorfe hin.

Es war am 20. August 1870. Als Paul am frühen Morgen zu seinem Vater ins Zimmer trat, fand er ihn noch bekümmert als die Tage zuvor; und es war nicht allein das verschlimmerte körperliche Leiden, das ihm Sorgen machte. Der Vetter war auch da. „Die einen sind zu alt, die andern zu jung. Wäre mein Sohn vier oder fünf Jahre älter“, sagte Herr von Gandelau und schloss Paulen in die Arme, „so würd' ich ihn mit all den jungen Burschen zusammen zu den Fahnen senden; aber — ein Glück für seine Mutter — er ist noch zu jung. Man sagt, es wird lange dauern; Gott weiss, was aus unserm armen Land noch werden mag, da es in einen so unsinnigen Krieg verstrickt ist; für uns aber gibt's nur eines zu tun: hierbleiben und ausharren, wo so viele Familien geängstigt dasitzen, ihrer Söhne beraubt sind, und alle Welt schier den Kopf verlieren will: vielleicht, dass wir Arbeit für sie schaffen können. Denn nicht wollen wir uns untätiger Bekümmernis hingeben oder gar von ihr uns überwältigen lassen; arbeiten! so lautet das Zauberwort für alles Ungemach. Die Tage der Arbeit werden uns dem Unglück gegenüber wenigstens nicht mutloser machen als krankhafter Müssiggang. Es ist wohl vorauszusehen, dass Paul fürs erste nicht aufs Gymnasium nach Paris wird zurückkehren können; du, lieber Vetter, hast in solcher Zeit keine Ursache,

den einen Wohnort besser zu finden als einen andern. Euer Tun ist ohnehin jetzt allenthalben unterbrochen; bleib also hier; wenigstens wirst du dich hier solange nützlich machen können als das Vaterland deiner nicht bedarf.

Wer kann wissen, ob die Sache nicht arg in die Länge gehen wird und wir nicht doch werden versuchen müssen, für Marien das Haus zu bauen; wenigstens wär das eine Gelegenheit, unbeschäftigten Händen Arbeit zu verschaffen. Und Paulen könntest du durch die Praxis hindurch in die Anfangsgründe des Bauwesens einführen. Vielleicht wird's uns am Gelde fehlen, dem unentbehrlichsten Nervus aller Baulust. Nun so werden wir eben zusehen müssen, wie wir ohne Geld weiterkommen. Das Rohmaterial haben wir, Arbeitskräfte haben wir und auf einige Zeit haben wir auch Nahrung für sie. Drum fort mit der Mutlosigkeit, fort mit allem unnützen Dreinreden; arbeiten wollen wir; wir werden nur um so besser gerüstet sein, wenn in der höchsten Not wir alle, Greise und Kinder, heran müssten, um den Heimatboden zu verteidigen.“

Frau von Gandelau tat zu den Bitten ihres Mannes das ihrige hinzu, und so hielt es nicht schwer, den Vetter zu dem Entschlusse zu bringen, dass er blieb und im Schlosse Wohnung nahm. Der Erledigung einiger Angelegenheiten widmete er drei Tage, kam aber dann wieder und brachte einen grossen Vorrat von Papier und Instrumenten zum Zeichnen und Detaillieren mit heim.

Ehe mit der Ausführung begonnen werden konnte, musste die Rücksendung des genehmigten oder abgeänderten Entwurfs abgewartet werden. Es ward festgesetzt, dass der Vetter während der Zwischenzeit Paulen die ersten Unterweisungen in der Wohnbaukunst erteilen sollte; vormittags sollte der Unterricht stattfinden, nachmittags der angehende Architekt das Vorgetragene schriftlich ausarbeiten, und abends im Familienkreise sollte korrigiert werden. So hoffte man, die Tage gut auszufüllen.

Erster Vortrag.

„Ist dir's recht, kleiner Vetter, so wollen wir unsern Unterricht, und zwar aus guten Gründen, im Spaziergehen abhalten.“

Auf der Stelle fand dies Verfahren Paulens Beifall, denn vom Gymnasium her war er an solche Lehrweise nicht gewöhnt. Von vornherein war er aber auch der Meinung gewesen, dass es sich mit dem Begriff des Ferienhabens, wie er sich im Kopfe eines Sechzehnjährigen malt, nicht recht vertragen könnte, zwischen vier Wänden unterrichtet zu werden, zwischen vier Wänden Ausarbeitungen zu machen, zwischen vier Wänden sie korrigieren zu lassen; und so gut ihm die Architektur nach seinen ersten Probestücken auch gefiel und so stolz er sich fühlte in dem Gedanken, dass seine Schwester Marie und sein Schwager vielleicht gerade jetzt „seinen“ Entwurf betrachteten, so hatte er auf dem Wege nach

des Veters Studierzimmer doch einen verlangenden Blick zu den grossen Bäumen im Park und den Wiesen hinübergeworfen, deren Grün zwischen den dunklen Stämmen hindurchleuchtete. Ein freudiger Seufzer entrang sich seiner Brust, als er die Treppe des Schlosses nun wieder heruntergehen durfte.

„Spazieren wir nun langsam jenem Teile des Gutes entgegen, auf dem wir das Haus erbauen sollen,“ fuhr der Vetter fort, als sie draussen waren.

„Die Kenntnis des Baugrundes gehört zu den Dingen, darin der Architekt zu allererst Bescheid wissen muss. Es gibt bekanntlich mehrere Bodenarten; manche sind widerstandsfähig, andere weich und mehr oder minder zusammendrückbar. Die Felsarten bilden den festesten Baugrund, darauf man — unter der Bedingung freilich, dass sie nicht ausgehöhlt oder zerklüftet sind — mit voller Zuversicht bauen kann.

Man bezeichnet nun als Urböden alle Bodenarten, deren Beschaffenheit von den rein geologischen Ereignissen sich herleitet, als Schuttböden alle Bodenarten, die durch Menschenhand, Pflanzenwuchs oder heftige Wasseranschwemmungen örtliche Umwälzungen oder Ablagerungen erlitten haben. Im allgemeinen gilt die Regel, man soll nur auf Urböden gründen, aber auch hier gibt es, wie ich dir später erklären werde, manche Bodenarten, denen nicht zu trauen ist. Man muss sich's also angelegen sein lassen, einen Urboden von einem abgelagerten oder aufgeschütteten Boden zu unter-

scheiden, und dazu sind bestimmte Kenntnisse in den Elementen der Geologie durchaus erforderlich. Die gemengten Gesteine, zu denen der Granit, ferner der Gneis und die übrigen kristallinen Schiefergesteine gehören, verharren in dem Zustande, den sie durch die Erkaltung des Erdkörpers und die Hebungen ihrer Erstarrungskruste erlangt haben. Die Sandsteine, kalkigen Trümmergesteine, Mergel, Sandarten und Tongesteine haben sich unter dem ungeheuren Druck des Wassers aufgeschichtet, d. h. sie haben schichtenförmige, den Lagerfugen eines Bauwerks vergleichbare Ablagerungen gebildet und geben einen vortrefflichen Baugrund. Der Hügel, der da mit den Ausläufern des schwesterlichen Gehölzes zu unserer Rechten liegt, zeigt dir von weitem schon solche von den Wassern des vor uns hinfließenden Grabens angegriffenen Lagerungen; beachte, wie das Gestein, das hier blossgelegt erscheint, in annähernd horizontalen Schichten zutage tritt. Es ist ein Jurakalk, der zum Bauen vorzüglich geeignet ist, aber auch einen ganz sicheren Baugrund abgibt. Man könnte daher aus diesen Kalkbänken die Kellerräume herausgraben und das zutage geschaffte Material zum Aufbau der Mauern verwenden. Hier schreiten wir auf einem Gemenge von sandhaltigem Ton und Mühlenkalkstein, einem sehr guten, nicht zusammendrückbaren Baugrunde. Ein anderes ist's mit dem reinen Ton, der zwar auch nicht zusammendrückbar ist, aber da, wo er sich nicht muldenförmig eingelagert findet, sondern etwa auf ge-

neigtem Untergrunde ruht, durch die Wirkung des einsickernden Wassers ins Gleiten gerät und ein Haus, dem er zur Grundlage dient, mit fortreisst. So sieht man zuweilen ganze Dörfer, die auf geneigten Tonlagern erbaut waren und zu Tal gegangen sind. Beim Fundieren auf tonigem Baugrunde muss man also sehr aufpassen, will man solchen Gefahren aus dem Wege gehen. Es kommt auch vor, dass eine durch ein schweres Bauwerk stark zusammengedrückte Tonschicht an der belasteten Stelle sich senkt, um infolge einer hebelartigen Bewegung an einer anderen Stelle nahebei um das gleiche Mass in die Höhe zu schnellen.

Seesand in reinem, feinkörnigem oder grobkörnigem Zustand ist vortrefflich zur Aufnahme der Fundamente geeignet, weil Sand seiner Natur nach sich senkt, sobald er nur ein wenig von Wasser durchzogen ist. Man kann mit ihm zur Not sogar einen künstlichen Boden schaffen, indem man über einem zweifelhaften Baugrund ein paar gute Lagen Seesandes aufschüttet und sie tüchtig wässert. Der Sand ist um so besser, je feiner und tonärmer er ist, denn all die gleichförmigen, schweren kleinen Körner bilden nur sehr unbedeutende Zwischenräume untereinander und berühren sich in mehreren Punkten. Wenn die belastete Sandschicht zusammengedrückt wird und sich senken muss, so erfolgt diese Senkung gleichmässig und ist folglich gefahrlos. Das Bauwerk geht dann also seinem Gewicht entsprechend um ein paar Millimeter in die Tiefe;

aber es entstehen keine Risse, da es sich gleichmässig setzt.

Angeschwemmter Boden, soweit er von mässig bewegtem fliessenden Wasser, also Flüssen oder Seen, gebildet wurde, liefert auch einen guten Baugrund, weil die Kies- oder Lehmschichten nach und nach abgelagert wurden und sich unter dem Druck der treibenden Flüssigkeit gut sacken konnten. Ganz anders verhält sich's mit den sumpfigen Bodenarten; denn der Mangel jeglicher Strömung in den Sumpfwässern begünstigt den Pflanzenwuchs in ihren Tiefen. Die absterbenden Pflanzen werden in jedem Jahre durch neue ersetzt, und so bilden sich Schichten organischer Pflanzenreste, unter einem geringen Druck übereinander gelagert, mit unzähligen Höhlungen im Innern, einem Haufen von verwestem Heu vergleichbar. Man nennt solche Ablagerungen Torfmoore. Auf solchem Boden kann man überhaupt nicht gründen, denn er senkt sich schon unter der geringsten Last. Halt; wir sind hier eben in der Nähe des Grabens an einer Stelle, die diese Erscheinung zeigt. Sie ist mit einer festen Grasnarbe bedeckt; stampf einmal mit dem Fuss darauf, da hörst du, wie der Boden hohl klingt und der Erschütterung sogleich nachgibt. Manchmal erreichen diese Torfmoore infolge der mehr und mehr sich häufenden Pflanzenreste eine solche Tiefe, dass man nicht bis auf den Grund gelangen kann. Ein Bauwerk, das man darauf errichten wollte, würde tiefer und tiefer sinken und bei dem meist abschüssigen

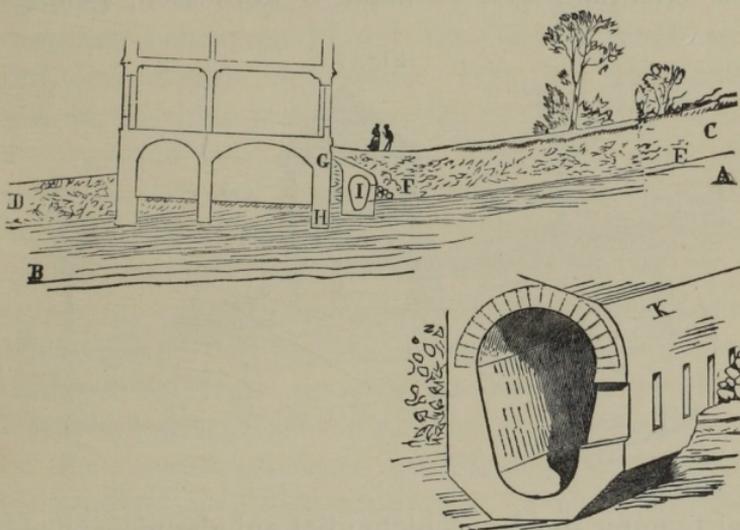
Untergrund so ungleichmässig, dass es sich am Ende ganz auf eine Seite legen muss. Dieser Fall ereignete sich beim Bau der Türme von Pisa und Bologna in Italien, die sich solange zur Seite neigten, bis das Moor unter ihrer Last völlig zusammenge-drückt war. Wenn man's mit solchen Bodenarten zu tun hat, so muss man entweder den Torf be-seitigen, bis man auf Fels- oder Kiesboden stösst, oder man muss Pfähle einrammen, einen so dicht bei dem andern wie die Kegel beim Kegelspiel und so tief, bis sie nicht mehr tiefer hineinwollen. Auf die Köpfe dieser Pfähle legt man alsdann einen so- genannten Rost, das ist ein fachartig verbundenes Schwellenwerk; da hinein kommt eine Betonschüt- tung, und auf ihr werden dann die ersten Stein- schichten aufgemauert. In dieser Weise sind ganze Städte erbaut: das Fundament von Venedig und Amsterdam bildet solch ein Wald von Pfählen, in einen weichen Schlamm Boden gesenkt, der unter einer dünnen Wasserschicht ruht und von ihrem ge- ringen Druck nicht zusammengepresst wird.

Mit dem Erforschen der Bodenart, auf der man ein Gebäude aufzurichten hat, ist's nun aber nicht getan; es gilt ferner, die unterirdischen Wasserläufe zu prüfen, zu untersuchen also, welchen Weg das abfliessende Regenwasser im Wasserspiegelniveau oder den tieferen Schichten nimmt. So sollte das Vorhandensein einer selbst ganz schwachen Ton- schicht zwischen Kalk-, Sandstein- oder Sandlagern dem Baumeister stets zu denken geben; denn da die

Tonschichten wasserundurchlässig sind, d. h. das Aufschlagewasser nicht ins Innere ihrer Schichten dringen lassen, so begünstigen sie die Bildung fließenden oder stehenden Quellwassers, das die Fundamentmauern unter Umständen aus Rand und Band bringen kann. Sieh dir diese grünliche Schicht einmal näher an, die hier in der Richtung des abfallenden Geländes verläuft . . . das ist Ton; die Schicht ist von geringer Mächtigkeit, wird aber immerhin ihre 50 cm dick sein; sie vermag das Aufschlagewasser nicht festzuhalten. Während das Regenwasser nun mit Leichtigkeit durch die darübergelagerte Kiesschicht dringt, muss es vor der Tonschicht halt machen und ihrer geneigten Oberfläche entlang seinen Weg suchen; da wird es denn mit der Zeit grottenartige Höhlen bilden und versteckte Wasserläufe. Wenn man nun Keller- oder Fundamentmauern anlegen muss, die in den Bereich eines solchen Wassers oder noch tiefer zu liegen kommen, so wird das Wasser, man mag dagegen tun, was man will, das Mauerwerk angreifen, es durchdringen und die Kellerräume überschwemmen. In einem solchen Falle muss man daher das Quellwasser von vornherein von dem Hause fort in einen verdeckten Sammelkanal ableiten. Gib einmal dein Heft her, dass ich dir das Gesagte durch eine Skizze klar mache (Fig. 6). Es sei A B die Tonschicht, C D die wasserdurchlässige Kies- oder Sandschicht. Jeder Regenguss bedingt eine Bewegung des Niederschlagwassers in der Richtung von E nach F. Diese

Wasserflut findet in der Fundament- oder Kellermauer G H ein Hemmnis, wird sie aber bald durchdringen, da sie ja weder zurück noch in die Tonschicht hinein kann. So ergibt sich die Notwendigkeit, in I einen Querkanal anzulegen und ihn gegen das anfließende Wasser hin mit Oeffnungen zu versehen.

Fig. 6

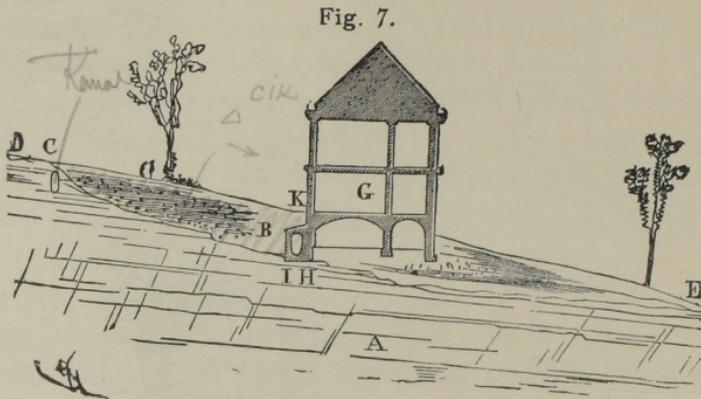


sehen, durch die das Wasser, wie die Skizze bei K zeigt, sich in den Kanal ergießt. Dieser Kanal leitet das gesammelte Wasser, wohin man's geleitet haben will, und die Mauer G H bleibt völlig trocken. Nicht wahr, das verstehst du?

Wenn du aber mit den Fundamenten mitten in den Ton hineinmusst, so sind wieder in anderem

Sinne ernste Vorkehrungen zu treffen. Denn wie ich dir vorhin schon sagte, kann es vorkommen, dass eine Tonschicht ganz und gar ins Rutschen kommt.

Dieser Gefahr sind die Tonschichten besonders dann ausgesetzt, wenn ihr Querschnitt die Verhältnisse der Fig. 7 zeigt: Es sei A eine Felsschicht, B eine Tonschicht. Die Aufschlagewasser, die in der Richtung von D nach C abfließen, gelangen



bei C unter die Tonschicht; bei anhaltenden Niederschlägen bilden sie alsdann von C bis E ein weiches, fettes, seifiges Lager dergestalt, dass auf ihm die Tonschicht C B E infolge ihres Eigengewichtes und noch mehr unter dem Druck eines etwa in G aufgeführten Bauwerks abrutschen muss.

Wie ist dieser Gefahr zu begegnen? Im einen Falle, wenn die Tonschicht sehr dick ist, muss man das Wasser bei C derart in einem Kanal oder Wasser-

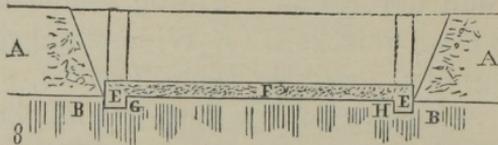
gerinne sammeln, dass es überhaupt nicht unter die Tonschicht gelangen kann; im zweiten Fall, wenn die Tonschicht nur einige Meter Mächtigkeit hat, muss man mit der Fundamentmauer H bis auf die Fels- oder Kiesschicht heruntergehen und in I einen Sammelkanal von der Art des vorhin erwähnten anordnen. Die dreieckförmige Tonschicht C I K wird nun durch den Widerstand der gut gegründeten und ordentlich belasteten Mauer am Gleiten verhindert. Und der talwärts befindliche Teil der Tonschicht wird am Gleiten verhindert, da er nun nicht mehr unterwaschen wird. Wichtig aber ist, dass die Mauer H und der Kanal I kräftig genug sind, um dem Schub des Dreiecks C I K Widerstand zu leisten.

Du begreifst also, wie wichtig es ist, sich vom Baugrund, auf dem man operiert, gründliche Kenntnis zu verschaffen; und wie sehr es darauf ankommt, dass ein Architekt ein bisschen mit der Geologie Bescheid weiss. Lass dir das nur recht gesagt sein; die der Generation nach uns voraufgehende Architektenschule hält sich nämlich zu solchen Arbeiten für zu gut und verlässt sich darin in der Mehrzahl der Fälle auf die Unternehmer.

Wir haben nun noch von den schlammigen, wasserdurchzogenen ebenen Bodenarten zu sprechen, denen durch Aufgraben nicht beizukommen ist, da sie durch und durch nur feste, zähe Schlammerde enthalten und mit wachsender Tiefe dem Durchgraben immer weniger Widerstand bieten. Wenn diese Bodenarten keine Torfmoore sind, keinerlei

organische Pflanzenreste enthalten, dagegen immer von der gleichen Menge Wassers durchzogen sind, dann kann man auf ihnen fundieren, denn das Wasser ist nicht zusammendrückbar. Ein so gegründetes Bauwerk ist dann einem Schiffe vergleichbar: das ganze Problem besteht darin, zu verhindern, dass das Wasser unter dem Druck des Gebäudes seitlich entweicht, wie es unter der Last eines Schiffes es tut. Wenn du dich in eine halbgefüllte Badewanne setzt, so steigt das Wasser an den Rändern um so viel empor als das Volumen deines Körpers be-

Fig. 8.



trägt. Nimm aber einmal die Möglichkeit an, ein Brett wäre, genau den Konturen deines Körpers folgend, um dich herumgelegt, so könnte das Wasser, das dich umgibt, nun nicht mehr emporsteigen, dein Körper würde nicht ins Wasser eintauchen, vielmehr würde dieses auf seiner Oberfläche dich tragen. Und wenn man nun auf schlammhaltigem Boden bauen muss, so handelt sich's darum zu verhüten, dass der Schlamm an den Seiten des Gebäudes in der Masse emporsteigt wie dieses in die Schlammerde einsinkt. In welcher Weise man diesen besondern Fall gut lösen kann, soll dir eine Skizze veranschaulichen (Fig. 8).

Wir haben zunächst einen Schuttboden A durchgraben, einen Boden also, der einen sicheren Baugrund nicht darstellt. In B erreichen wir den Urboden; der ist aber sehr feucht, ein alter wasserdurchtränkter Schlamm Boden, darin man versinkt, wenn man drüberhingeht. Beseitigt man die oberen Schichten, so findet man, wie er mit zunehmender Tiefe immer weicher wird. Bohrversuche ergeben auf 2—3 m Tiefe immer die gleiche Bodenart, und die Bohrlöcher füllen sich sofort mit Wasser. Eingetriebene Pfähle versinken bis zum Kopf. Nun wirst du dir denken können, dass man für die Fundierungsarbeiten eines gewöhnlichen Hauses nicht gern das doppelte ausgeben möchte von dem, was der eigentliche Bau kosten würde. Da heisst's denn also schlau sein . . . Zur Aufnahme der Umfassungsmauern des Hauses legen wir rundherum einen Graben von 50—60 cm Tiefe; ich bezeichne ihn in der Skizze mit E. In diese Gräben hinein und auf die ganze zwischen ihnen gelegene Baufläche bringen wir eine 60—80 cm starke Betonbettung, die ich mit F bezeichne. In dieser Weise haben wir über den Schlamm Boden G H gleichsam einen Deckel gestülpt, der aus einer gleichartigen Masse besteht und den Schlamm darunter am Aufsteigen verhindert. Der Schub des aufgefüllten Bodens A wird dann noch das seine tun, um den übrigen Schlamm niederzuhalten. Auf dieser Bettung kann man nun in voller Zuversicht bauen.

Du möchtest mich vielleicht fragen, was denn

Beton für ein Ding ist, und wie man ihn bereitet; du sollst davon später hören.“

Unter solchen Gesprächen und Skizzierübungen waren die beiden an den Fuss des Hügels gelangt, auf dem das Haus sollte errichtet werden.

„Die Bodenverhältnisse sind gut,“ sagte der Vetter. „Wir haben einen vorzüglichen Kalkstein und können daraus auch gleich die Hausteine oder Bruchsteine gewinnen, die wir für den Aufbau brauchen. Dort, wo der Boden sanft abfällt, liegt sandiger, sonst ziemlich reiner Ton, aus dem wir unsere Ziegel bereiten werden. Und da ist auch die fliessende Wasserquelle, die vom Walde herkommt und auf der Sohle der hintersten Kalkbank entspringt. Die werden wir leicht fassen können, um sie dem Hause entlang zu führen und sie auf zweierlei Weise uns dienstbar zu machen: sie wird einmal für den häuslichen Bedarf der Bewohner das Wasser besorgen und zweitens die Abwässer fortführen, die wir übrigens in dieser alten Grube hier zur Linken können verschwinden lassen.“

Wir wollen aber doch nicht ohne jede Untersuchung zu Werke gehen, zumal mir's vorkommt, als wären diese Steinlager an einigen Stellen schon ausgebeutet worden; wir könnten's hier vielleicht mit solch leichtsinnigem Anreissen eines Steinbruchs zu tun haben, wie es auf dem Lande nur zu oft geübt wird.“

„Woran erkennt man denn ein Gestein, das zum Bauen gut taugt?“ fragte Paul.

„Es ist nicht immer ganz leicht, und dieser Wissenschaft geht es so wie so vielen anderen: die Erfahrung muss der Theorie zu Hilfe kommen. Unter den kalkartigen Gesteinen, die neben einigen Sandsteinarten im grossen und ganzen die Baustoffe umfassen, die der Ausbeutung und Bearbeitung leicht zugänglich sind, gibt es harte und weiche Arten. Aber die härteren sind den Witterungseinflüssen gegenüber nicht immer die widerstandsfähigeren. Viele Kalksteine enthalten Ton; der Ton lässt das aufgenommene Wasser nicht fort; tritt nun Frost ein, so dehnen die Tonteilchen sich aus und sprengen die Gesteinsmasse auseinander, die ausser dem kohlsauren Kalk auch Kieselerde in grösseren oder geringeren Mengen enthält. Die tonfreien Kalke widerstehen der Feuchtigkeit am besten und haben den Frost nicht zu befürchten. In unserm Falle, da die angerissenen Kalkbänke blossgelegt zutage treten, ist es ein leichtes, die guten und die schadhafte Stücke voneinander zu unterscheiden. Sieh dir beispielsweise diesen mächtigen schwärzlichen Klotz an; seine glatte, seit Jahrhunderten entblösste Schnittfläche ist mit Flechten bedeckt; er ist von vorzüglicher Beschaffenheit: denn da die Flechtenbildung nur äusserst langsam vor sich geht, musste der Kalkstein den zersetzenden Einflüssen der Atmosphäre widerstanden haben, damit die Flechten sich auf ihm niederlassen und ihm dies graugesprenkelte Ansehen geben konnten. Nun schau einmal diesen Bruch da oben an, der beinahe ganz weiss erscheint

und so ein gesundes Aussehen hat. Siehst du, der hat seine Schönheit mit seiner Haut bezahlt, die er bei jedem Frost hat hergeben und zersetzen lassen müssen. Fass dies Gestein einmal an, und du wirst sehen, dass dir ein weisser Staub an den Fingern bleibt . . . nicht wahr? Der Stein ist folglich von schlechter Qualität, und du siehst ja auch, wie das Gras unter ihm mit kleinen Kalkschalen bestreut ist, während der Rasen unter dem grauen Gestein gar nicht bestäubt ist.

So ist's denn ein recht nützliches Beginnen zu nennen, wenn ein bauausführender Architekt die Steinbrüche in Augenschein nimmt und zusieht, wie die einzelnen Bänke sich der freien Luft gegenüber verhalten. Damit freilich geben sich die Herren Kollegen, im Vertrauen gesagt, überhaupt nicht ab.“

Zweiter Vortrag.

Die Art und Weise, wie der Vetter die ersten Lehren in der Baukonstruktion erteilt hatte, gefiel Paulen überaus wohl. Mit der Ausarbeitung der Lehre vom Baugrund, wie sie der Meister ihm klar zu machen sich bemüht hatte, war er denn auch noch am selben Tage ganz nett zustande gekommen, und ein paar Zeichnungen sogar hatte er seinem Text geschickt beigefügt; nach der Mahlzeit waren die Verbesserungen schnell erledigt worden. Heut aber konnte man wegen eines heftigen Regens nicht ins Freie, und der Vetter entschloss sich, die zweite Lektion im Hause zu erteilen. „Wird ebenso gut

gehen," sagte er, „Beispiele haben wir genug vor Augen; das Schloss soll sie uns liefern. Wir werden's vom Keller bis zum Boden besichtigen und seine Baustoffe und Konstruktionsweisen studieren; sie bekritteln, wenn sie schlecht sind, sie hinters Ohr schreiben, wenn sie gut sind“. Als Meister und Schüler sich in den Keller hinunterbegeben hatten, begann der Vetter also: „Sieh einmal, wie feucht diese Kellermauer ist, die nach dem Hof hinaus geht, und wie fast überall der Mörtel zwischen den Steinen herausgefallen ist, besonders nach oben zu. Das ist auf zweierlei Ursachen zurückzuführen: einmal hat man beim Bau dieser Mauern verabsäumt, sie an ihrer Aussenseite durch einen Anstrich oder Ueberzug in der Weise zu sichern, dass das Niederschlagswasser daran entlang in die Tiefe gleiten konnte; zweitens hat man einen Mörtel verwendet, der nicht aus hydraulischem Kalk bereitet war. Es gibt nämlich in der Hauptsache zwei Arten von Kalk: den sogenannten fetten Kalk und den hydraulischen Kalk; jenen gewinnt man durch Brennen derben Kalksteins, wie er sich gewöhnlich in den oberen Schichten der Bänke findet; und man nennt ihn fett, weil er in gelöschtem Zustande klebrig ist und beim Durchkneten an der Schippe haften bleibt. Mit Wasser angerührt gerät dieser Kalk ins Sieden und entwickelt, wie du sehen konntest, einen dicken Dampf; mit Sand gemischt bindet er langsam. An der Luft erhärtet ein aus solchem Kalk bereiteter Mörtel allmählich bis zu einem hohen Grade, bleibt

indessen eine Zeitlang mehr oder minder plastisch. Diese langsam bindenden Mörtelarten werden nun aber leicht durch Wasser wieder aufgeweicht und können dann niemals hart werden. Die hydraulischen Kalke dagegen, die man durch Brennen von tonhaltigem Kalkstein gewinnt, erhärten, mit Sand gemischt, äusserst rasch und bis zu einem sehr hohen Grade und halten sich um so besser, an je feuchteren Stellen sie zur Verwendung kommen. So nennt man denn diesen Kalk hydraulisch, weil man ihn bei allen Bauten gebraucht, die man unter Wasser ausführt. Wo der Boden keine tonhaltigen Kalksteine liefert, bereitet man künstlichen hydraulischen Kalk, indem man eine bestimmte Menge von Aluminiumsilikaten (Tonen) mit Kalksteinen, die sich zur Bereitung gewöhnlichen Kalkmörtels eignen, zusammenbringt. Beim Löschen, d. h. beim Vermischen mit Wasser, erkennt man den hydraulischen Kalk daran, dass er fast ohne Dampfentwicklung zerfliesst.

Mit dem hydraulischen Kalk bereitet man nun auch den Beton, von dem ich dir gestern sprach. Dem fertig zugerichteten Mörtel mischt man eine bestimmte Menge harter, etwa eigrosser Kieselsteine bei, arbeitet das ganze tüchtig durch und bringt die Mischung in die Formkästen, in denen sie mit hölzernen Stampfern gerammt wird. Ein mit guter Kalkerde sorgfältig bereiteter Beton bildet so eine den natürlichen Puddingsteinen oder Konglomeraten vergleichbare richtige Gesteinsmasse. Durch Beton,

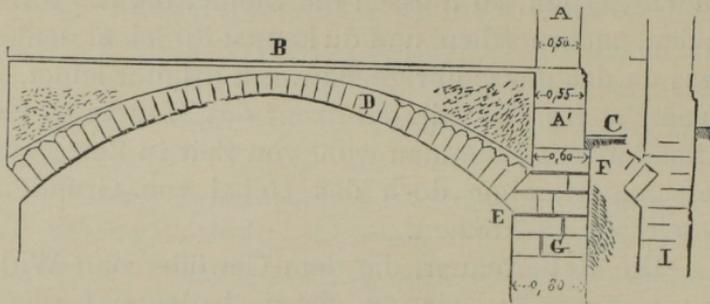
wenn er hart geworden, kommt das Wasser schwer durch, man kann also dem Eindringen der Bodenfeuchtigkeit in die auf sehr feuchtem Grunde gebauten Kellerräume wirksam begegnen.

Wäre das Mauerwerk, das du da siehst, mit hydraulischem oder Zementmörtel hergestellt worden, so wäre es unversehrt, und seine Fugen müssten ebenso hart sein wie der Stein selbst. Hat aber das Wasser erst einmal den Mörtel am unteren Ende einer Mauer aufgeweicht und aus den Fugen gespült, so müssen die Steine, die die Mauer bilden, nachrutschen, und du kannst dir leicht denken, dass da das ganze übrige Bauwerk drunter leidet. So erklärt sich's, dass die Hoffront des Hauses so viele Risse aufweist, die man wohl von Zeit zu Zeit wieder verschmiert, ohne doch das Uebel von Grund aus beseitigen zu können.

Die Kellermauer, die dem Gewölbe zum Widerlager dient, ist, wie du siehst, bedeutend stärker als die Erdgeschossmauer. Letztere ist nur etwa 60 cm stark, während jene 3 alte Fuss, also beinahe 1 m misst. Einem grossen Teile der Mauer wurde nach innen hin diese Verstärkung gegeben, um sie für die Aufnahme der sogenannten Gewölb- anfänger tauglicher zu machen. Eine Skizze wird dir den Sinn dieser Anordnung erklären. (Fig. 9.) Es sei A der Querschnitt der Umfassungsmauer eines Hauses im Erdgeschoss, und ihre Stärke betrage 50 cm; liegt der Fussboden dieses Erdgeschosses in der Höhe B, der Terrainfussboden in C,

und man will das Erdgeschoss unterkellern, so wird man gut tun, zunächst den inneren Fussboden durch einen Vorsprung zu kennzeichnen, d. h. eine Verstärkung des Mauerwerks nach aussen hin, welche 5 cm betragen mag. Bei A wird die Mauer demnach 55 cm stark sein. Unserm Kellergewölbe, das in D dargestellt ist, müssen wir bei E ein wenigstens 20 cm breites Auflager bereiten, das die ersten Wölbsteine des Gewölbeanfalls aufzunehmen hat.

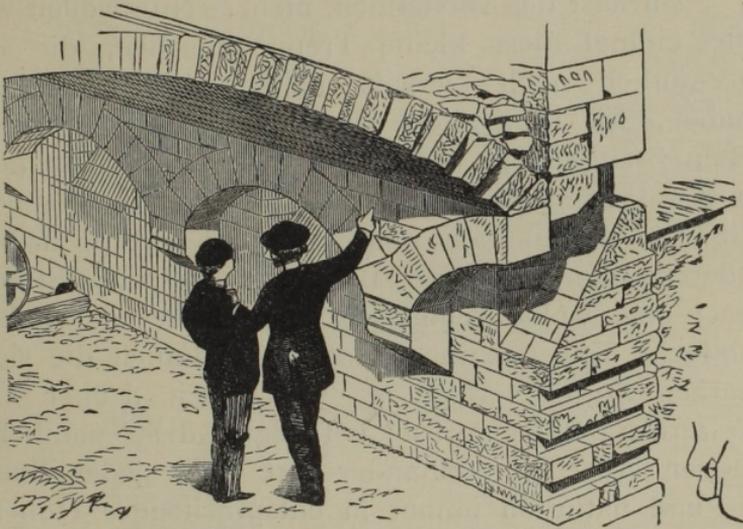
Fig. 9.



Für die Standfestigkeit des Grundmauerwerks ist's dann von Vorteil, gegen die Erdschüttung hin eine weitere Verstärkung um 5 cm anzuordnen, sodass wir nun bei F eine Stärke von 60 cm, bei G von wenigstens 80 cm haben: denn das aufgehende Mauerwerk darf nicht auf dem schrägen Widerlager des Gewölbes aufsitzen, wofern es selber ein gutes Auflager haben und, wie wir sagen, genügend „Fleisch behalten“ soll, also nicht, wie die Skizze bei J zeigt, durch den eindringenden Gewölbbogen geschwächt werden soll.

Nun komm einmal hier herein in diesen Keller-
raum, der dem ältesten Teile des Schlosses ange-
hört und in schönen Werksteinen ausgeführt ist.
Der Erbauer hat hier keinen Platz verlieren wollen
und wusste mit den Baustoffen, eben da er bear-
beitete Werkstücke verwendete, recht haushälterisch

Fig. 10.



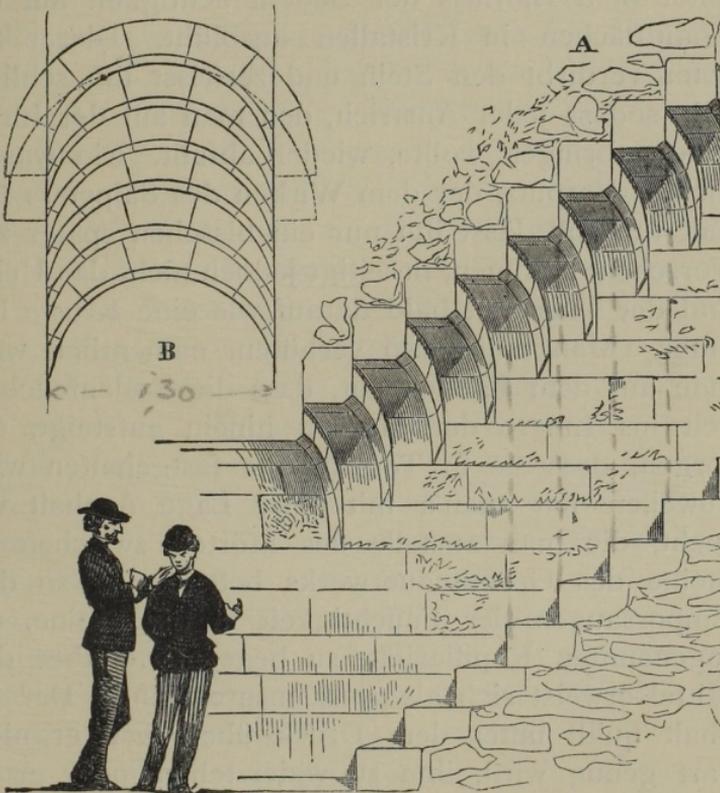
umzugehen; er verfuhr folgendermassen (Fig. 10):
Er hat dem Kellermauerwerk die gleiche Stärke ge-
geben wie dem Mauerwerk im Erdgeschoss, hat aber
60 cm hoch über dem Fussboden in gleichen Ab-
ständen voneinander kräftige Kragsteine herausge-
holt; über diese Kragsteine hat er 25 cm breite
Mauerbögen und über die Mauerbögen endlich, die
nun den Zuschuss an Mauerstärke oder die Wider-

lagsmauer des vorigen Beispiels ersetzen, hat er seinen Gewölbbogen gespannt. Die perspektivische Skizze wird uns das Prinzip dieser Anordnung wohl klar machen. Das aufgehende Mauerwerk und das Gewölbe bleiben also hier unabhängig voneinander, und die Mauer geht von unten auf in einer Flucht glatt in die Höhe.

Du hast das verstanden, nicht? Nun wollen wir uns einmal diese kleine Treppe ansehen, die du vermutlich noch niemals näher wirst betrachtet haben. Sie ist 4 alte Fuss oder 1,30 m breit, also eben breit genug, um die Weinfässer bequem herunterzukriegen. Schau her (Fig. 11): das steigende Gewölbe besteht aus gerade so vielen treppenartig übereinander geordneten Bögen als die Treppe Stufen hat; eine wohldurchdachte, dauerhafte und dabei einfache Konstruktion. Hat man nämlich die steinernen Stufen verlegt, so wird oben drüber ein hölzernes Bogengerüst befestigt, dies nämliche Bogengerüst hintereinander fort über jeder Stufe — und natürlich immer in entsprechender Höhenlage — vorgehalten und über diesem dann jedesmal ein Bogen gewölbt mit Werkstücken, die schon zuvor bearbeitet worden sind, also rasch verlegt werden können. So entspricht das Profil dieser Bögen dem Profil der Stufenfolge; und zwei Mann können an einem Tage fünf bis sechs solcher Bögen wölben, indem sie bei der untersten Stufe beginnen und nach Schliessung je eines Bogens das Lehrgerüst zur nächsten Stufe weiter schieben. Hat man zwölf

Stufen, so kann man demnach in zwei Tagen solch ein steigendes Gewölbe herstellen. Hier, bei A

Fig. 11.



und B, siehst du, wie diese Konstruktion für deine heutige Ausarbeitung im perspektivischen und im geometrischen Schnitt sich darstellen liesse.

Gehen wir nun ins Erdgeschoss hinauf. Die Mauern zeigen, wie du hier innen siehst, Ausschläge, die wie gekrämpelte Wolle aussehen. Das ist Salpeter, der sich im Innern des Steines bildet und unter dem Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf den Wandflächen in Kristallen ausblüht. Dieser Salpeter verdirbt den Stein und zerfrisst ihn schliesslich, sodass jeder Anstrich, den man auf der Innenseite anbringen wollte, wieder abfällt. Ein wasserdichter Verputz, der dem Wirken des Salpeters Einhalt tun soll, lässt ihn nur ein bisschen später zum Vorschein kommen, beseitigt jedoch nicht das Uebel, und der Putz fällt bald darauf wie eine Kruste herunter. Man muss also verhüten, namentlich wenn man auf dem Lande baut, dass die Bodenfeuchtigkeit ins Innere der Mauern hinein aufsteigt, und sorgen, dass sie in Terrainhöhe festgehalten wird. Zuweilen hat man's mit einer Lage Asphalt versucht, die man anstelle des Mörtels zwischen die Steine des Grundmauerwerks bettete, um so dem Emporsaugen der Feuchtigkeit in die Steine, der sogenannten Kapillarität, zu begegnen. Aber dies Mittel erweist sich als ganz unzureichend. Der Asphalt quillt unter dem Druck über, weil er nicht hart genug wird, ihm zu widerstehen, oder er erleidet Veränderungen und verbindet sich mit dem Kalk. Das Beste ist, man bringt zwischen die untersten Schichten des Grundmauerwerks eine Lage Schiefersteine in fettem Mörtel. Der Schieferstein hemmt die Wirkung der Kapillarität vollkommen,

und die Feuchtigkeit vermag nicht in die Mauern aufzusteigen.

Jetzt sieh dir einmal diese Hoffront an . . . die Mauer bildet in der Höhe der Balkenlage des ersten Stockwerkes einen Buckel. Wir sprechen in diesem Falle von einer Mauer, die aus dem Lot gewichen ist. Anstatt, wie sich's gehört, in der Vertikalebene zu bleiben, hat sie sich gekrümmt. Warum? weil sie durch eine Kraft angegriffen worden, die von innen nach aussen drängt. Und was für eine Kraft wäre das? Es könnte ein Gewölbe sein, aber hier im Erdgeschoss haben wir kein Gewölbe. So kann es nur die Balkenlage sein. Wie aber eine Balkenlage, eine horizontale Ebene also, soll einen Schub ausüben können, ist fürs erste wenigstens nicht recht zu verstehen. Wenn die Balkenlage einen Schub ausübte, so müsste man vermuten, dass sie nach einer bestimmten Richtung sich ausdehne, und das kann sie nicht. Nun pass mal schön auf, was hier vorgeht . . . Wenn man in früheren Zeiten eine Zimmerdecke herstellen wollte, so legte man schwere Balkenunterzüge von einer Wand zur anderen, und auf diese Unterzüge kamen leichtere Hölzer, die eigentlichen Deckenbalken, zu liegen; dann brachte man auf die Deckenbalken eine Erd-, Kies- oder Sandauffüllung, und auf dieser wurde ein Mörtelboden gebildet, der nun die Pflasterung aufzunehmen hatte. Alles in allem eine recht schwerfällige Konstruktion. Wie nun ein hölzerner Balken mit der Zeit selbst bei kräftigem Querschnitt schon unter

die Mauer oder, wenn du das lieber hörst, die Mauerdicke. Wenn der Balkenunterzug eine Durchbiegung erleidet im Sinne der Linie CD, so wird bei D eine Spannung erzeugt, die durch eine Druckkraft nach F übertragen wird, und es erfolgt ein Ausbiegen der Mauer in dem Sinne, wie ich dir's mit den punktierten Linien andeute. Gesetzt auch, wir hätten an Stelle des Kopfbandes E einen Kragstein, so wird die Wirkung zwar an Intensität geringer, aber an sich die gleiche sein, wofern nicht das eingebundene Ende des Kragsteines die ganze Mauerdicke einnimmt, wie ich es in J skizziere, und dies eingebundene Ende K derart belastet ist, dass die Last und die von den Balken auf das freie Ende L erzeugte Druckkraft einander aufheben. So ist man nun aber hier, wo man an Stelle des Kopfbandes wirklich einen Kragstein angeordnet hat, nicht vorgegangen. Unser Kragstein geht nur etwa bis zur Mitte in die Mauer, die überdies aus ziemlich schlecht vermauerten kleinen Steinchen hergestellt ist und daher nun nicht genügend Festigkeit besitzt, um dem Druck der gekrümmten Tragebalken Widerstand zu leisten. Warum aber, wirst du mich fragen, tritt diese Wirkung in der Höhe der Balkenlage des ersten Stockwerks zutage und nicht weiter oben? Weiter oben hat sich die Mauer infolge der Ausbiegung, die wir hier andeuten, nach innen geneigt, sie hat die Balkenlage des zweiten Stockwerks zusammengedrückt, sodass ihre Flächen eben durch ihre Biegung eine zur Krüm-

mungsrichtung der Balken des oberen Geschosses senkrechte Lage angenommen haben, wie ich dir's in M — um der grösseren Deutlichkeit willen in übertriebener Darstellung — angebe.

Du siehst, im Bauwesen verdient jede Einzelheit Beachtung, und alles muss gehörig durchdacht sein.

Und so ist's in allen Dingen: Schlechtes lernt man immer nur dann vermeiden, wenn man's zergliedert, ihm auf den Grund geht und seine Wirkungen feststellt; will man also ein guter Baumeister werden, so genügt es nicht, sich mit den Gesetzen der Baukonstruktionslehre bekannt zu machen, denn die können nicht alle Möglichkeiten ein- für allemal vorhersehen; es gehört dazu, dass man viel anschauet, viel beobachtet, von den Schäden und Mängeln an alten Bauwerken sich überzeuge; müssen doch auch die Aerzte erst die Krankheiten und ihre Ursachen studieren, ehe sie wissen können, wie eine gute Körperkonstitution beschaffen sei. Ja, wir schätzen das Gute meist nur, weil wir das Schlechte kennen, sodass wir den Satz gelten lassen könnten, das Gute beruhe in dem Fernsein des Schlechten. Ein alter Meister der Baukunst wollte mir, als ich ungefähr in deinen Jahren war, recht gute Ratschläge geben und da sagte er mir ein über's andre Mal: „Was man in der Kunst des Bauens vermeiden muss, guter Freund, kann ich dir schon sagen; nicht aber, worin das Gute und Schöne seinen Grund hat; das zu finden ist deine Sache. Bist du ein geborener

Baumeister, so wirst du es wohl entdecken; bist du's nicht, so wird alles, was ich dich lehren, werden alle Beispiele, die ich dir vorführen könnte, nicht das fehlende Talent ersetzen können!' Und der Meister hat weise gesprochen. Der Anblick der schönsten Werke der Baukunst kann den Geist der Lernenden irreführen, wenn ihnen nicht nachgewiesen wird, dass ihre Meister, gerade weil sie die und die Fehler vermieden, zu jener Schönheit gelangten.

Nun ist's aber für deine heutige Ausarbeitung genug. Trag' diese Skizzen ins Reine, Zeichnung und zugehörigen Text hübsch beieinander, und heut Abend wollen wir's durchsehen.“
