



Staats- und
Universitätsbibliothek
Bremen

Staats- und Universitätsbibliothek Bremen

DFG Projekt Die Grenzboten

Die Grenzboten

Berlin u.a., 1841 - 1922

Braun, Eduard: Wasserwirtschaft : 2. Die Natur als Hydrotechniker.

urn:nbn:de:gbv:46:1-908

Sohn in seinem Alter.“ In der Bildung des Leichnams, der mit leicht zurückgebogenem Haupte und „sanft gelösten“ Gliedern, wie Springer sich treffend ausdrückt, auf dem Schoße der Mutter ruht, offenbart sich eine unumschränkte Herrschaft über die Welt der Erscheinung, in dem stillen Schmerzensausdruck der Madonna eine Meisterschaft ergreifender Seelenschilderung, wie sie Michel Angelo selbst kaum wieder erreicht hat. Da ist keine Spur von schwächlicher Sentimentalität; in diesem Antlitz gelangt die ganze Tiefe des Mutterschmerzes zum wahrsten Ausdruck, und in der seitwärts erhobenen und nach oben geöffneten Linken liegt die stumme Klage ihres Innern ausgesprochen: Dahin, dahin!

Die hohe Schätzung, die das Werk von jeher genoß, beweisen die verschiedenen Nachbildungen, die es hervorrief, wie zu Rom in S. Andrea de Valia und S. Maria dell' Anima, zu Florenz in S. Spirito, die beiden letzteren von der Hand des Manti die Vaccio Bigio.

(Schluß folgt.)

Wasserwirthschaft.

Von Eduard Braun.

2. Die Natur als Hydrotechniker.

Als allvermögender Hydrotechniker zeigt sich die Natur, insofern sie das Wasser bei seinem Kreislauf über die Erdoberfläche so regulirt, daß es auf die einfachste, zweckmäßigste Weise seine beiden Aufgaben zu lösen im Stande ist: der organischen Welt ihre Nahrungsmittel zu bereiten und dem Menschen mechanische Arbeit zu leisten. Die Lösung beider Aufgaben ist in Wirklichkeit immer eine gleichzeitige und ungetheilte; wir müssen hier natürlich die eine nach der anderen behandeln.

1. Die Natur zwingt das Wasser, der organischen Welt ihre Nahrungsmittel zu bereiten.

Von den Organismen der Erde sind nur die Pflanzen im Stande, direct aus den anorganischen Stoffen des Erdbodens ihre Nahrung zu ziehen; alle anderen Organismen vermögen nur bereits organisirte Stoffe zu assimiliren und sind gezwungen, diese direct oder indirect aus den Pflanzen zu entnehmen. Die der Pflanzenwelt zur Nahrung dienenden Stoffe bedürfen aber der vollkommensten Auflösung in Wasser, damit sie von den unendlich feinen Gefäßen

der Pflanzen aufgesaugt und im Pflanzenkörper verarbeitet werden können. Zu diesem Zwecke hebt die Sonne das Wasser aus den ungeheueren Bassins, deren flüssige Oberfläche nahezu doppelt so groß ist als die des Festlandes, hoch über die höchsten Gebirge und läßt es von dort als Regen, Thau, Nebel oder Schnee u. a. auf die Erde niederfallen. Damit das niedergefallene Wasser nicht in Folge seiner Schwerkraft auf den kürzesten Wegen möglichst schnell den Sammelbassins, denen es entnommen ist, d. h. den Meeren, den Seen, Sümpfen und Mooren wieder zueile, wird es von der Natur, dem allvermögenden Hydrotechniker, auf die verschiedenste Art und Weise in seinem Ablauf verzögert. Beim Rinnen über die Erdoberfläche wird es auf- und festgehalten durch deren Unebenheiten und durch die ungeheuere Flächenanziehung der mehr oder weniger fein zertheilten organischen und unorganischen Körper, mit denen die feste und dichte Erdoberfläche bedeckt ist. Beim Einsickern in die Erdrinde wird es festgehalten in unendlich vielen feinen Canälchen durch deren Capillarattraction. Bei dieser Verzögerung kommt das Wasser in Berührung mit den mannigfaltigsten Erd- und Gesteinsarten, dringt in dieselben ein, löst sie auf und führt sie mit sich fort. Die aufgelöst mitgeführten Stoffe aber kann das Wasser nicht lange festhalten, denn bei der Sonnenwärme verdunstet es und muß sie als Nährstoffe für die Pflanzenwelt fallen lassen. Dieser Proceß dauert ununterbrochen fort, er begleitet das Wasser auf seinem ganzen Wege bis hinein in die großen und kleinen Sammelbassins, die Meere, die Sümpfe u. s. w.; ununterbrochen verdunstet das Wasser, ununterbrochen setzt es Nährstoffe für die Pflanzenwelt ab, ununterbrochen aber fließt es auch weiter und trägt die zurückgebliebenen abgebrauchten und für die Vegetation schädlichen Stoffe in die Wasserläufe und durch diese ins Meer. Hier endlich läßt es alle Sink- und Nährstoffe fallen, wird durch die Sonne wieder als Dunst emporgehoben, als Wolke über Berge und Thäler geführt, dort niedergeschlagen und beginnt seinen ewigen Kreislauf von neuem.

Aber selbst in Einzelheiten hinein regulirt die Natur, der geniale Hydrotechniker, den ewigen Kreislauf des Wassers. Auf den Hochgebirgen, über der Grenze des ewigen Schnees, legt sie ungeheuere Wasserreservoirs an in Form von mächtigen Schnee- und Eisfeldern, damit in heißen, regenarmen Jahren das von ihnen abschmelzende Wasser niederrinne und der Kreislauf des Wassers nicht nachtheilig unterbrochen werde. Die Mittel- und Untergebirge bedeckt sie, um die wässerigen Niederschläge zu condensiren und festzuhalten, mit Wald und Matten, durchfurcht diese mit unzählbaren Bächen und Rinnen, Runsen und Adern, die sich das Wasser selbstthätig bilden muß. Durch die abgeschwemmten und mitgeführten Sinkstoffe, welche in den kleinen und größeren Wasserläufen sich als Stauschwellen ablagern, staut sie das Wasser auf, es bilden sich Moore,

Brüche und Seen, d. h. die Natur zwingt das zu Thale fließende Wasser zu möglichst geringer Geschwindigkeit, und dadurch zur Aufnahme von möglichst viel Nährstoffen, also zu möglichst hoher und intensiver Culturarbeit. Die Thäler und Niederungen endlich bekleidet die Natur mit Wiesen und furcht in diese die Stromrinnen ein, damit auf und in ihnen die von den Gewässern bei Hochwasser niedergeführten Sinkstoffe sich separiren. Dadurch werden in stetig wachsendem Verhältniß immer größere Theile der Erdoberfläche für die Vegetation nutzbar gemacht und durch diese wieder für die Thierwelt. Denn gleichviel ob die Thiere im Wasser oder auf dem Lande leben, nur durch die Pflanzen wird ihre Existenz möglich. Dabei aber „wirft die Natur mit unverwüßlichem, trunkenem Uebermuth in allen Höhen und Tiefen mit unzähligen, vollen Händen neue Lebenskeime millionenweise aus den Leibern aller Land- und Wasserthiere hervor und läßt sie mit demselben Uebermuth unerschöpflichen Lebens- und Feuerbewußtseins der Wiedergeburtskraft ebenso massenhaft wieder verderben und verschlingen.“

Der hydrotechnische Zweck der Natur auf dieser Stufe der Culturarbeit des Wassers ist also kurz gefaßt folgender: „Das Wasser soll die Producte der Verwitterung, d. h. die Producte seiner chemischen, physikalischen und mechanischen Thätigkeit in ewiger Bewegung von dem Festlande in das Meer führen, dabei soll es mit den schwereren Geschieben die tiefsten Einsenkungen der Erdoberfläche ausfüllen, mit den leichter beweglichen die Thalsohlen und Niederungen aufhöhen und mit den schwimmenden, d. h. mit denjenigen, welche die Nährstoffe für die Pflanzenwelt enthalten, fruchtbare Marschen, Auen und Wiesen bilden.“ Diesen ihren Zweck erreicht die Natur wie immer und überall, so auch hier durch das einfachste Mittel: Sie verzögert durch Stauung die Geschwindigkeit des niederfließenden Wassers.

2. Die Natur zwingt das Wasser, dem Menschen mechanische Arbeit zu leisten.

Wir leben an der Grenze zweier Meere, sagt Dove, am Boden des Luftmeeres und über dem tropfbar flüssigen; die äußere Grenze des ersteren können wir nicht erreichen, denn die höchsten Gebirge sind nur Untiefen desselben, welche von ihm weit überströmt werden; von dem zweiten ist uns nur die Oberfläche bekannt, die Geheimnisse der Tiefe sind uns verschlossen und auf diese Weise der größte Theil der Erdoberfläche unseren Blicken entzogen. Allerdings ragen mächtige Landmassen über das Meer hervor, so daß die feste Grundfläche des Luftkreises zur flüssigen sich wie 51:146 verhält, aber man ist längst von der Vorstellung zurückgekommen, daß das über den Meeresspiegel Erhobene ausreichen würde, die Lücke auszufüllen, welche wir in dem jetzigen Contour der

Erde entstehen sehen würden, wenn es gelänge, das Meer vollständig auszustopfen. Humboldt bestimmt die mittlere Höhe der Continente annähernd auf tausend Fuß über dem Meeresspiegel, während Bache aus der Zeit, welche die am 23. December 1859 im Hafen von Simoda in Japan 30 Fuß über das gewöhnliche Meeresniveau sich erhebende Erdbebenwelle brauchte, um durch den Stillen Ocean nach San Francisco und San Diego (in Californien) fortzuschreiten (Geschwindigkeit = 6,1 Seemeilen in der Minute bei 217 Meilen Wellenbreite), die mittlere Tiefe des Stillen Oceans auf 14 190 Fuß berechnet, eine Tiefe, welche natürlich an den tiefsten Stellen noch bedeutend übertroffen wird. Ross erreichte bei 15° 3' südlicher Breite und 23° 4' westlicher Länge bei 27 600 englischen Fuß noch keinen Grund, Denham auf dem Schiffe Herald im südlichen Atlantischen Ocean erst bei 46 000 Fuß, während Packer auf der Fregatte Congress nahe bei derselben Stelle bei 50 000 Fuß Tiefe dies nicht erreichte und Brooke im Indischen Ocean, einem Meere, in welchem schon die alten Rauffahrer eine Stelle an der Mündung des Hoogly im bengalischen Meerbusen unter dem Namen the bottamless pitt als grundlos bezeichneten, eine Ablothung von 42 240 Fuß ausführte.

Die ungeheuren Wassermassen nun, welche die Natur als Dunst aus diesen unergründlichen Sammelbassins, daneben aber auch aus unzähligen großen und kleinen Wasserbecken und Niederungen emporhebt und auf die Erdoberfläche fallen läßt, bilden auf den Hochgebirgen, Mittelgebirgen und Niederungen nicht allein ungeheurere Wasserreservoirs, sie sind auch gewaltige Kraftreservoirs, denn die Hochwasser-, die Mittelwasser-, ja selbst die Niederwassermengen werden bei ihrem Niedergange zu Thal, bez. ins Meer, lebendige Kräfte, von denen ein verhältnißmäßig kleiner Theil schon hinreichend sein würde, um allen Maschinen auf Erden als Motor dienen zu können.

Die Triebkraft dieser ungeheuren lebendigen Kräfte macht der weise und geniale Hydrotechniker nicht allseitig und gleichzeitig frei, sondern hält sie in unendlich vielen großen und kleinen Seen, Teichen, Weihern, Bruchen, Mooren und Tümpeln gebunden, jederzeit aber bereit, sie dem Menschen zu überlassen wenn er es versteht, sie sich nutzbar zu machen. Erstaunen und Bewunderung erfaßt uns, wenn wir die anscheinend tief durchdachten und in unendlich weiser Zweckmäßigkeit gewählten Mittel und Wege verfolgen, auf welchen die Natur diese Ziele erreicht.

Im Verhältniß der Besonnung fließen aus den als Eis und Schnee niedergelegten Wasserreservoirs die Wasserfäden von den Hochgebirgen herab und werden auf dem gefrorenen Boden zu gleitenden Flächen, zu Gletschern. Auf diesen gleitet das Eis in den Einfurchungen der Hochgebirgswände und Böschungen vorwärts, füllt diese aus, schützt sie dadurch vor dem Geröll und Geschiebe,

welches von den höher liegenden Ruppen sich abgelöst hat, und ermöglicht es dadurch, daß jene Einfurchungen dereinst Thäler werden können. Indem die Natur den im Niedergang begriffenen Felstrümmern die Klüfte und Einfurchungen der Gehänge durch Eis verschließt, zwingt sie dieselben auf dem Eise selbst sich abzulagern und mit ins Thal hinabzugleiten. Schmilzt im Thale das Eis fort, dann bleiben die niedergeführten Gebirgstrümmern liegen und bilden ein Wehr, das die nachfließenden Wasser zu einem See anstaut, und dem Menschen eine nie versiegende Kraftquelle. Auch auf den Wasserscheiden der Gebirge bildet die Natur solche Seen, solche Kraftreservoirire aus den Vertiefungen der Kämme und Fochs und schützt sie vor Zuschüttung durch sedimentäre Ablagerungen dadurch, daß sie den Boden, über welchen die sie speisenden Quellen fließen, fast das ganze Jahr hindurch gefroren und dadurch das Quellwasser rein erhält. Ja, oft ganze Reihen solcher Kraftreservoirire, solcher Fochseen, legt unser Hydrotechniker an, damit die durch den Menschen etwa benutzte Kraft des oberen in dem nächstfolgenden sich wieder sammeln und von neuem nutzbar werde. Selbst diejenigen Wasserfäden, denen es gelingt zu kleinen Gebirgsbächen zu werden, weiß die Natur zu hindern, daß sie nicht in ungezügelter Kraft zu Thale stürmen. Vor die kleinen Thäler der Gebirgsbäche schiebt sie gern das Gletscher-Eis und verlegt dadurch dem Bache den Weg. Vor diesem Eiswehr sammelt sich dann das Wasser und macht aus dem Thale des Baches einen See, dessen Spiegel so lange steigt bis es der Sonne gelingt das Wasser so hoch zu erwärmen, daß es im Stande ist, durch den sperrenden Eisdamm sich einen Tunnel zu schmelzen und langsam zu Thale zu fließen. Ist die über dem Tunnel aufgestaute Wassermasse abgeflossen, d. h. hat sich der Wasserspiegel bis auf die Tunnelsohle gesenkt, dann ist auch wohl die kältere Jahreszeit wieder eingetreten, der Tunnel friert wieder zu, die Wasser werden wieder angestaut, und die Thätigkeit der Natur beginnt von neuem, durch Stauung die Geschwindigkeit des niederfließenden Wassers abzuschwächen.

Die Tragkraft des Wassers wächst in fast geometrischer Progression mit dem Tiefgang der Schiffsgefäße. Auf 1 □ Mtr. Ladungsfläche trägt das Wasser bei 0,50 Mtr. Tiefgang des Schiffsgefäßes 500 Tonnen Brutto und 100 Tonnen Netto (1 Tonne = 1000 Kgr.), bei 1,00 Mtr. Tiefgang 1000 Tonnen Brutto und 600 Tonnen Netto, bei 2,00 Mtr. Tiefgang 2000 Tonnen Brutto und 1500 Tonnen Netto, bei 4,00 Mtr. Tiefgang 4000 Tonnen Brutto und 3400 Tonnen Netto, d. h. in trockene Geschäftssprache übersetzt: Bei verhältnißmäßig demselben Anlage- und Betriebscapital und dem entsprechend kaum höher zu nennenden Betriebskosten kann dasselbe Schiff bei einem Tiefgang von 4,00 Mtr. 5½ mal mehr Nettolast laden als bei einem Tiefgang von 1,00 Mtr. Als ob die Natur dieses Gesetz kenne, zwingt sie als genialer Hydro-

techniker das Wasser, diesem Gesetz entsprechend, in solche Formen, daß es im Stande ist, seine Tragkraft möglichst intensiv zu bethätigen. Da sich bei rasch zu Thale niederfließenden Gewässern größere Wassertiefen und mit ihnen größerer Tiefgang für Schiffsgefäße nicht erreichen läßt, so baut die Natur den Gewässern Stromschwelen und Wehre entgegen, staut sie zu Seen an und bildet aus einem ununterbrochen niederfließenden Gewässer und seinem Thale eine Reihe hinter- bez. untereinanderliegender Seen, von denen jeder obere den unter ihm liegenden speist, und zwar mit dem Wasser, welches er zu viel hat und welches er über die niedrigste Stelle des natürlichen Stauwehres abfließen läßt. Diese Seen füllen sich zwar nach und nach mit den Sinkstoffen und sedimentären Ablagerungen aus dem Wasser, die Stauwehre werden zwar nach und nach immer tiefer eingefügt und zu immer breiteren und flacheren Sätteln ausgewaschen, aber tausende von Jahrtausenden gehören zu solchen Leistungen.

Wie wir in unserem vorigen Artikel über „Entstehung der Thäler und Stromrinnen“ auf die Donau in ihrem Urzustande erläuternd hingewiesen haben, so kann für den vorliegenden der Rhein und sein Stromgebiet ein lehrreiches Beispiel abgeben. Bei einem Stromlauf von nahezu 1390 Kilometer Länge umfaßt der Rhein mit seinen mehr als 12 200 Nebenflüssen und -Bächen ein Niederschlags- und Abschwemmungsgebiet von etwa 197 600 □ Kilometer. Die geologische Karte des Rheins von Dechen läßt deutlich erkennen, wie das ganze Land, welches jetzt das Stromgebiet des Rheins und seiner Nebenflüsse bildet, in den mannigfaltigsten Formen von festeren Gebirgsarten quer durchsetzt ist. Diese gebirgigen Durchsetzungen, welche jetzt zum größten Theil breit aus- und weggewaschen sind, müssen dereinst die niederfließenden Wasserläufe in unzähligen Abzügen aufgestaut und dadurch eine große Anzahl kleinerer und größerer Wasserbecken gebildet haben. Das größte dieser natürlichen Stauwehre besteht heute noch; es ist der Sura, der als Felsenwehr den Rhein bei Schaffhausen 27 Mtr. hoch aufstaut, von dessen früherer ungleich gewaltigerer Mächtigkeit aber noch heute vier stehengebliebene Felspyramiden Zeugniß geben; sie bekunden, daß der Bodensee in grauer Vorzeit einen weit größeren Flächenraum eingenommen haben muß, als heute. Daß solche Durchsetzungen aber auch weiter hinab dereinst den Rhein zur Bildung von Seebecken gezwungen haben, macht die Dechensche Karte ebenfalls klar ersichtlich. Der nächste See reichte von Basel bis Breisach, der folgende von Breisach bis Worms, endlich einer von Worms bis Bingen. Aber auch die Nebenflüsse des Rheins haben einst solche Seen und Seenschnüre gebildet, ja die Annahme ist durchaus keine gewagte, daß der größte Theil der schweizer Seen mit dem Bodensee bis nach Waldshut hin ehemals eine einzige zusammenhängende Wasserfläche gebildet haben.

In weiser Sparsamkeit also speichert die Natur die wässrigen Niederschläge

auf, schafft durch sie die herrlichsten Wasserstraßen mit gewaltigen Tiefen und erhält sie Jahrtausende lang durch Verhinderung oder Verlangsamung ihres Abflusses. Wenn freilich der Mensch nicht kommt und sich anschickt, die von der Natur ihm gebotenen Schätze zu heben und zu benutzen, wenn er ihr Wesen, ihren Willen nicht begreift, dann zerstört sie ihre eigenen Werke wieder und zwar mit denselben Mitteln, durch welche sie sie geschaffen hat. In jenen Urzeiten gab es noch keine Culturmenschen, welche die natürlichen Stauwehre zu künstlichen Radelwehren hätten umgestalten und die natürlichen Abflüsse der Seen durch Kammer Schleusen hätten reguliren können, man bedurfte noch keiner Stauarchen und Mühlengerinne, man hatte noch keine Schiffsgefäße und darum keine Veranlassung auf deren Tiefgang Rücksicht zu nehmen, es gab noch keine Menschenweisheit, welche die Weisheit der Natur erkennen und benutzen, freilich auch keine Menschenthorheit, welche sie hätte mißachten und ihre Werke hätte zerstören können. So schwemmte die sich selbst überlassene Natur die herrlichen Wasserbecken wieder zu, und von den unzähligen Seen des Rheingebietes blieben nur die heutigen Schweizerseen zurück. Der Bodensee, der im 4. Jahrhundert noch bis Rheineck reichte, ist seitdem um vier Kilometer zurückgegangen. Den Briener und den Thuner See, welche früher eine einzige Wasserfläche bildeten, trennt jetzt das fünf Kilometer lange und vier Kilometer breite Schwemmland des Bodli mit Interlaken. Aber nicht nur in der Schweiz schreiten die An- und Aufschwemmungen der Wasserbecken und Wasserläufe unaufhaltfam vorwärts, das Stromgebiet des Rheins in ganz Deutschland zeigt überall ähnliche Verhältnisse. Eine Stromschnelle zwischen Rudesheim und Bingen staute den Rhein im 14. Jahrhundert noch um $2\frac{1}{2}$ Mtr. zu einem See an, dessen Wasserspiegel etwa 7 Mtr. über dem heutigen Bingerloch lag. Da aber im 17. Jahrhundert Frankfurter Kaufleute in dieses Felsenriff eine Spalte von etwa vier Mtr. am rechtseitigen Ufer unweit Ehrenfels einbrechen ließen und man in den Jahren 1830 bis 1832 diese Spalte auf 47 Mtr. und nach und nach heute bis auf 68 Mtr. erweiterte, so senkte sich natürlich der Wasserspiegel des damaligen Sees so sehr, daß heute bei Mittelwasser dessen Höhe nur noch 1,50 Mtr. über der Bingerlochsohle liegt. Die Wassertiefe des Rheins hat man also in 400 Jahren um nahezu 5,50 Mtr. geringer gemacht! Im Interesse der Schifffahrt, die doch möglichsten Tiefgang der Schiffsgefäße verlangt! *Difficile est satiram non scribere.*

Die Triebkraft des Wassers wächst mit seiner Menge und der Höhe seines Gefälles. Die Tragkraft des Wassers wächst mit dem Tiefgang der Schiffsgefäße. Das Maximum dieser Kräfte erreicht die Natur wie immer und überall so auch hier durch das einfachste Mittel: Sie verzögert durch Stauung die Geschwindigkeit des niederfließenden Wassers.