

B e y t r ä g e

z u

B e r b e s s e r u n g

d e r

U h r m a c h e r k u n s t

i n R ü c k s i c h t a u f g r o ß e U h r e n .

V o n

J o h a n n H e l f e n z r i e d e r ,

E h r f ü r s t l . g e i s t l . R a t h e , u n d v o r m a l i g e m

P r o f e s s o r d e r M a t h e m a t i k u n d E x p e r i m e n t a l p h y s i k

i n I n g o l s t a d t .

1792

1792

1792

1792

1792



Es ist zwar die Uhrmacherey, was die kleinen Saek- und Zimmeruhren belangt, schon wirklich zu einer so großen Vollkommenheit gestiegen, daß man glauben möchte, sie wäre kaum mehr höher zu treiben; allein, was die großen Uhren betrifft, die nämlich, welche man in hohen Thürmen und andern hohen Gebäuden aufstellt, und welche von außen große Zeiger zu treiben, und an großen Glocken die Stunden zu schlagen bestimmt sind, diese sage ich, und werde es in dieser Abhandlung beweisen, stehen noch sehr weit von ihrer erwünschten Vollkommenheit zurück. Solche Werke kommen ziemlich kostbar, und eben darum sollte man sie zu vervollkommen suchen. Und da sie zum öffentlichen Gebrauche bestimmt sind, sollten sie nicht so viele Vollkommenheit haben, daß ihre Fehler nie gar merklich würden?

Ich werde in dieser kurzen Schrift zeigen, erstens, wie man diese Uhren mit weit geringern Kosten, als es bisher geschah, machen, und zweytens, wie man ihnen zugleich eine weit größere Vollkommenheit, als wenigstens die meisten bisher hatten, verschaffen könne. Die Ersparung von etlichen hundert Gulden bey einer großen Uhr, die viele Zeiger treiben muß, und zugleich größere Vollkommenheit der großen Uhren überhaupt, sind doch Vortheile, die nicht zu verachten sind.

Erster

Erster Abschnitt.

Von der besten Gestalt der Zähne der gezähnten
Räder.

Ich will einweilen nur von der besten Gestalt der Zähne der gezähnten Räder handeln, nicht zwar, als ob ich dergleichen Räder bey großen Uhren als nothwendig vorschreiben wollte, sondern weil sie auch etwas zu ihrer Vollkommenheit beytragen. Aus Metall habe ich zwar noch keine mir machen lassen, sondern nur ein Muster aus Holz, um es denen zu zeigen, die sich durch bloße Beschreibung, und Vorstellung in Figuren nicht so leicht einen rechten Begriff davon machen können. Solche Räder zu verfertigen kostet zwar freylich mehr Mühe, als andere gewöhnliche, vornehmlich ehe man besondere Werkzeuge dazu hat; aber da das ganze Werk leichter damit geht, so hoffe ich, es werden die darauf gewandte Mühe und Kosten dadurch ersetzt werden, daß, wenn man bey einer großen Uhr auch nur ein und anders solches Rad an die Stelle der gemeinen setzet, das ganze Werk, um ein merkliches minder schwer dörfe gemacht werden.

Drey mögliche Fehler der Zähne der Räder.

S. 1. Die Zähne der Räder können, was ihre Gestalt betrifft, drey Fehlern unterworfen seyn. Nämlich: 1) wenn diese nicht eine ächte ist, machen sie ungleichen Trieb; das ist, sie treiben vom Eingange an in einander, bis zum Austritt nicht mit gleicher Kraft. 2) Treiben manche die Räder von einander, da-
durch

durch denn ihre Achsen, und die Zapfen derselben mehr, als es nöthig ist, gedrückt werden, und die Bewegung derselben in den Pfannen vermehrt wird. 3) Sie wezen sich auch selbst aneinander stärker, als sie es thäten, wenn sie von besserer Gestalt wären. Die ersten zween Fehler hebt man zwar, wie es den Mechanikern bekannt ist, durch die ihnen anständige epicykloidsche Gestalt; aber der dritte ist auch bey dieser noch nicht, so viel es möglich wäre, gehoben. Meine neue Gestalt der Zähne aber begegnet auf das nachdrücklichste allen drey bemeldten Fehlern zugleich. Ich muß aber, ehe ich sie beschreibe, und ihre Vortheile erweise, etliche Wörtererklärungen voran schicken.

Erklärung einiger Kunstwörter bey den Rädern.

§. 2. Wenn ein Rad A von einem andern B (Fig. I.) getrieben wird, so nenne ich B das treibende, und A das getriebene Rad, ohne auf den Unterschied ihrer Größen, oder ihrer Gestalt acht zu haben. Sie mögen von gleicher oder ungleicher Größe, beyde nach Gestalt der Räder, oder das kleinere ein Getrieb seyn, so mache ich doch darum in dieser Benennung keinen Unterschied. Die gerade Linie AB, welche von dem Mittelpunkte eines dieser Räder zum Mittelpunkte des andern gezogen wird, nenne ich die Centerlinie; und die Linien AC, und BC von den Mittelpunkten dieser Räder bis an den Punkt C, da die Zähne einander in der Centerlinie berühren, heiße ich die Strahlen der Räder A und B; den über den Strahl hinausreichenden Theil des Zahns em heiße ich den Vorschuß, oder die Hervorragung des Zahns, und den innern Theil em die Vertiefung; beyde zusammen aber, nämlich nm, die Länge desselben. Der Zahn

R E E

mag

mag nach gewöhnlicher Gestalt der Zähne an Stirnrädern oder ein Getriebstab seyn, so bleibe ich doch bey der nämlichen Benennung. Die notwendige Länge eines Zahns ist die, welche er haben muß, um den eintreffenden Zahn des andern Rades, den er treiben soll, wenigstens so lange zu führen, bis der nächstfolgende den ihn treffenden anpackt. Ueber diese notwendige Länge giebt man doch Sicherheit halber den Zähnen eine etwas größere Länge, als die notwendige ist, daß die Zähne mit ihrem Rade, ohne das andere mit sich zu führen, umlaufen. v w ist die Breite; und sein Maas nach einer Linie, die mit der Achse parallel läuft, die Dicke des Zahns. Die Dicke nämlich ist auf die hier sichtbare Oberfläche des Rades senkrecht, und mag wohl auch größer seyn als die Breite.

Vom Führungsbogen.

S. 3. Wenn ein Rad A von einem andern B getrieben wird, und man setzt, daß der folgende Zahn 2 des Rades B den auf ihn eintreffenden Zahn des Rades A anpacket, so bald der vorangehende 1 den auf ihn eintreffenden ausläßt, so nenne ich den Bogen, den der erste Zahn 1, weil er seinen auf ihn eintreffenden des Rades A führet, mit seinem Laufe beschreibet, den Führungsbogen: und eben so ist es beym getriebenen Rade A. Man findet also den Führungsbogen in Graden, wenn man 360 mit der Zahl der Zähne dividiret. S. B. Gesezt, das Rad B habe 12, und das Rad A 24 Zähne, so ist für das Rad A der Führungsbogen 15, und für das Rad B 30 Grade.

Warum

Warum Räder mit wenigern Zähnen einen schwächeren Gang haben.

S. 4. Wenn die Zähne einander erst in der Centerlinie beführen, fällt der Führungsbogen ganz unter selbe; wenn aber die Zähne einander nur bis zur Centerlinie führen, fällt er ganz über sie hinauf. Ich finde aber, daß es beßer sey, wenn man den Zähnen eine solche Gestalt giebt, daß beyläufig der halbe Führungsbogen ober, und der andere halbe unter die Centerlinie fällt. Je kleiner nun der Führungsbogen ist, desto kleiner ist auch, wenn sonst alles übrige gleich ist, die Bewegung der Zähne aneinander, weil sie, was man ihnen auch immer für eine Gestalt giebt, ohne schleifende Bewegung nicht auseinander treten können, und zwar nimmt diese, wie man es auch in der Berechnung findet, in weit größerm Verhältnisse ab, als die bemeldten Bögen abnehmen: deswegen haben auch jene Räder, welche viele Zähne haben, viel weniger Bewegung, als die, welche wenigere haben, wie es auch selbst die Uhrmacher aus der Erfahrung wissen. Z. B. Es sey der Strahl des treibenden Rades zum Strahle des getriebenen wie 5 zu 1, und es habe erstlich das getriebene Rad 6 und das treibende 30 Zähne, an zweyen andern aber das getriebene 12, und das treibende 60 Zähne, so wehen sich diese zwey letzten Räder mit ihren Zähnen viel weniger aneinander, als die zween vorbemeldten mit wenigern Zähnen. Die letztern, sagt man, machen einen viel leichtern Gang als jene. Der Gang der Räder wird desto leichter (wenn sonst keine Hinderniß im Wege steht) je mehr sie Zähne haben; und die Zähne dürfen auch desto kürzer seyn, je mehr sie an der Zahl sind; denn die nothwendige Länge nimmt mit der wachsenden Zahl der Zähne, und zwar in größerm Verhältnisse ab.

Warum man einem Rade nicht gar zu viele Zähne geben kann.

S. 5. Weil aber die Zähne doch auch eine gewisse Stärke haben müssen, und die Breite der Zähne desto geringer wird, je mehr ihrer an der Zahl am nämlichen Rade sind, so kann man einem Rade, besonders einem kleinen, nicht gar zu viele Zähne geben. Man kann sie zwar durch ihre größere Dicke verstärken, und das soll man auch thun, um desto mehr Zähne anzubringen; bis ins Unendliche aber geht es doch nicht, und es wird meistens schwer seyn, viele daran anzubringen. Könnte man aber nicht den Zähnen eine solche Gestalt geben, daß sie einander immer nur in der Centerlinie, oder wenigstens fast nur in dieser allein berührten, und der Führungsbogen gleichsam verschwände, und die nothwendige Länge der Zähne gar wegfiel? Ich antworte: Ja, und diese Gestalt will ich jetzt beschreiben.

Vorstellung der neuen Art gezählter Räder.

S. 6. Man lasse sich von Holz ein kleines Cylinderchen C (Fig. II) drehen, von der Länge ab; und wickle einen Streif Papier abcd darüber, dessen Länge ac die Peripherie des Cylinders C betrage; man theile aber zuvor die Rände ac und bd in 6 gleiche Theile, und ziehe durch die Theilungspunkte 6 schiefe Linien 1, 1; 2, 2; 3, 3 etc. darauf; diesen Streif nun klebe man um den Cylinder gewickelt mit Kleister darauf an; und nachdem er fest und trocken ist, lasse man nach der Direktion dieser Linien 6 schiefe Zähne darauf einschneiden, die aber gar nicht tief seyn dürfen, daß das Cylinderchen hernach von vorne aussieht, wie

wie es die Figur F weiset. Nun lasse man sich einen im Durchmesser zwey, drey, oder viermal größern Cylinder drehen, und bereite auch von Papier einen Streif dafür, aber mit widriger Richtung der schiefen Linien, wie einen die Figur III weiset, und man lege selben an der jetzt gemachten hölzernen Scheibe herum, klebe ihn mit Kleister darauf an, und schneide auch wenigstens einige Zähne nach der Richtung dieser Linien darauf ein, oder schneide alle Zähne rings herum; so geben euch diese zwey Räder mit ihren Zähnen eine Vorstellung der Gestalt und Richtung der Zähne, wie ich sie wünsche. Hölzerne Räder von dieser Art, weil das Holz von der Trockne mit der Zeit eingeht, und die Zähne nur kurz, bloß daß sie nicht ausglitschen, seyn sollen, thäten freylich bey Uhren nicht gut, wenigstens nicht lange, und nicht in Orten, die der Aenderung der Witterung unterworfen sind. Man setze nun aber, es werden diese Räder aus einer dauerhaften Materie, wie die Metalle sind, gemacht, so mögen sie wohl beständig in einander greifen, und das, welches getrieben werden soll, vom treibenden umgetrieben werden.

Wie die Zähne bey meinen neuen Rädern in einander eingreifen.

S. 7. Bey dieser Art Zähne berührt zwar wegen der Weichheit der Materie, da keine unendlich hart ist, und weil man nicht alles mit vollkommenster Genauigkeit machen kann, ein Zahn den andern, den er anpackt, nicht nur in einem einzigen, sondern in mehr Punkten; aber wenigstens die mittlere Berührung bleibt nur in der Centerlinie; der angegriffene Zahn wird von dem eingreifenden immer beynähe in dieser Linie allein berührt. Es steigt nämlich ein Zahn

des

des treibenden Rades an dem eintreffenden des getriebenen hinauf. Die Berührung ist nicht, zumal nach der Dicke des Zahnes, wie bey andern Rädern, am ganzen Zahne; sondern wenn das treibende Rad abwärts geht, zuerst nur zu unterst z. B. des Zahns a_1 (Fig. II) an der Seite ac ; sie rückt sodann an dem Zahne a_1 gegen die Seite bd hinüber fort bis an das Ende x dieses Zahns, da zugleich, wenn dieses erreicht wird, der unterste Theil des Zahns $2, 2$ an der Seite ac den eintreffenden nächsten Zahn des andern Rades, das er treiben soll, anpacket. Und so geht die von einer Seite ac zur andern bd in der Centerlinie fortlaufende Berührung, Zähne für Zähne, fast ohne Wezung fort; doch weil man nicht alles aufs vollkommenste machen kann, und keine Materie so hart ist, daß sie sich gar nicht im mindesten zusammen drücken läßt, so geht freylich die Bewegung, bey dem Eintritte und Austritte der Zähne, nicht ohne alle schleifende Wezung für sich, und es entsteht auch ein kleiner, aber äußerst kleiner Führungsbogen; diese Wezung aber ist so gering, als sie immer möglich ist. Die Zähne selbst, weil eben das, was der äußersten Vollkommenheit ihrer Figur noch mangelt, die meiste Wezung macht, erlangen durch selbe nach und nach ihre Gestalt und schieflichste Entfernung von einander immer vollkommener, und so wird auch die Wezung bey dem Ein- und Austritte der Zähne immer geringer, und verschwindet endlich beynabe fast gar. Diese Zähne gelten jeder für eine Reihe unendlich vieler kleiner hinter einander stehender Zähne, deren immer einer nach dem andern bey der Centerlinie eintritt, und jeder führende das Rad, das er führen soll, nur einen unendlich kleinen Führungsbogen weit fortführt, bis wieder eine neue solche Reihe, nämlich ein neuer schiefer Zahn, eintritt.

Druck von den schiefen Zähnen nach der Direction
der Achsen &c.

S. 8. Es würden aber diese Zähne, wenn es nicht verhindert würde, die zwey in einander greifenden Räder nach der Länge ihrer Achsen von einander schieben: deswegen muß, um dieses zu verhindern, hinter der Achse eines jeden solchen Rades auf der Seite, gegen welche dieser Druck geht, zu hinterst ein vertikales Blättchen fest seyn, das den Zapfen der Achse, der auf selbes drückt, nicht weichen läßt. Z. B. Zwey Räder A und B (Fig. IV) werden wegen Schiefe der Zähne nach der Richtung der Figuren II und III, eines gegen m, das andere gegen n gedrückt; so müssen Blättchen bey m und n seyn, daran sich die Zapfen der Achsen ohne zu weichen spreizen können: weil aber dabey eine kleine Bewegung vorgeht, so poliere man diese Blättchen und lasse die Zapfen rundlich abdrehen, daß sie diese Blättchen gleichsam nur mit einem einzigen Punkte berühren, mit dem sie daran umlaufen.

Viele Zähne sind auch bey dieser Art Räder gut.

S. 9. Der Druck gegen diese Blättchen ist um so größer, je schief die Zähne auf dem Rade stehen; sie werden aber desto schief, je dünner das Rad ist, und je weiter sie von einander abstehen: darum ist es auch bey dieser Art Räder besser, wenn man ihnen mehrere als wenn man ihnen wenigere Zähne giebt, damit man sie nicht gar so schief setzen muß, und eben darum ist es auch gut, wenn die Räder nicht gar dünne sind, daß der Streif a b c d (Fig. II und III) eine ziemliche Breite a b erlangte es ist aber darum nicht nöthig, das ganze Rad, auch wenn

es nicht gar klein ist, durchaus so dick zu machen, sondern nur der äußerste Ring (Fig. V Grundriß eines vertikalen Rades) AB, in den die Zähne eingefeilet sind, ist von einem etwas breiten Streife gemacht, und kann gleichsam von Speichern, die von der Mitte ausgehen, getragen werden. Die Zähne werden erst eingefeilet, nachdem der Ring schon angesteckt, und mit der Achse concentrisch abgedreht worden, damit nicht die Zähne auf einer Seite sich tiefer, als die auf der andern, in einander versenken.

Die Zähne sollen kurz seyn.

S. 10. Es ist aber gar nicht nöthig, daß die Zähne gar lang seyn, besonders wenn sie keinen starken Widerstand zu erdulden haben. Auch für eine große Uhr, wenn der Radius eines Rades 6 Zoll ist, mag etwa die Länge eines Zahnes eine Linie betragen, bey kleinen Uhren darf er noch viel kleiner (z. B. eine Viertelnie) seyn. Wenn aber der Widerstand groß ist, und man die Zähne etwas länger und breiter machen will, so lasse man nicht außer Acht, so viel es möglich ist, ihnen die gehörige epicycloidische Gestalt zu geben. Kurze Zähne brechen auch nicht so leicht, wie längere, und dürfen darum weniger breit seyn; also kann man auch deren mehrere an der Peripherie herum anbringen, und die Führungsbögen, weil sie doch, da nicht alles auf das vollkommenste leicht kann gemacht werden, nicht ganz verschwinden, werden dadurch desto kleiner.

Dicke der Zähne.

S. 11. Die Breite des Streifes, in den die Zähne eingefeilet werden, welche die Dicke der Zähne ausmacht, möchte ich gerne,

gerne, wenigstens dreymal so groß als die Entfernung der Zähne von einander haben, damit der Druck nach der Länge der Achsen desto kleiner werde. Will man diesen Streif nicht gar so breit machen, so wollte ich lieber auch die Zähne nicht gar so schief setzen, als sie stehen sollten, um den Führungsbogen, so viel es möglich ist, zu zernichten. Z. B. Gesezt, ich wollte den Streif nur halb so breit machen, als die Entfernung der Zähne von einander, so gäbe ich auch den Zähnen nur eine solche Schiefe, als es für Zähne gehörte, die noch so eng bey einander wären: dabey entsteht freylich ein nothwendiger Führungsbogen, aber nur halb so groß, als er wäre, wenn die Zähne mit der Achse ohne alle Neigung parallel giengen. Gar kleine Bögen aber haben auch eine überaus kleine schleifende Bewegung, weil der Sinus versus, der diese Bewegung determinirt, bey kleinen Bögen sehr klein ist, und in weit größerm Verhältnisse abnimmt, als die Bögen selbst. Also z. B. wenn ein Rad 24 Zähne hat, welche nach ihrer Dicke mit der Achse parallel laufen, so ist der Führungsbogen 15 Grade (S. 3) und der halbe Führungsbogen $7\frac{1}{2}$ Grade, dessen Sinus versus sich zum ganzen Sinus, wie 83 zu 10000 verhält: nimmt man aber den Führungsbogen nur halb so groß, nämlich $7\frac{1}{2}$ Grade an, und folglich den halben Theil desselben $3\frac{3}{4}$ Grade, oder 3 Grade und 45 Minuten, so ist der respondirende Sinus versus 31 merklich kleiner als der halbe Theil des vorigen, welcher $43\frac{1}{2}$ wäre; und bey noch kleinern Bögen ist diese Abnahme noch viel merklicher.

Von der Härtung der Zähne.

S. 12. Beschwerlich wird es vielleicht seyn, das kleine Rädchen, wenn es nicht sehr klein ist, vollkommen zu härten, und

und was dieses betrifft, haben freylich die cylindrischen Getriebsstäbe für große Uhren, und große Getriebe, die man einzeln härten kann, vor meinen Zähnen einen Vortheil; doch wenn diese nur in eine Röhre AB (Fig. V) von Stahl eingefeilet sind, zweifle ich nicht, daß man sie nicht auch in kaltem Wasser so sehr härten könne, als sie es, um recht lange zu dauern, nöthig haben: kleine aber wird man, auch wenn sie von einem Stücke sind, leicht härten können, wie man auch andere Getriebe mit geraden Zähnen härtet, die also in diesem Stücke vor den meinigen keinen Vorzug haben. Uebrigens verlangen auch meine Zähne, weil sie viel weniger Bezung auszustehen haben, nicht so nothwendig eine gewaltige Härtung, wie andere. Die Säpfschen der Achsen aber, welche die Blättchen m und n (Fig. IV) hinter sich haben, möchte ich auch gerne sehr gehärtet und hernach wieder poliret haben; die Blättchen m und n aber mögen weicher seyn, und wenn sie mit der Zeit zu stark verwehet sind, mit neuen ersetzt werden. Man darf aber selbe, wenn sie von den Säpfschen, wo sie davon berührt werden, merklich vertieft sind, nur ein wenig verrücken, damit die Säpfschen einen andern Theil dieser Blättchen berühren, so kann man sich sehr lange der nämlichen bedienen.

Ob die Räder mit schiefen Zähnen sehr schwer zu machen seyen.

S. 13. Vielleicht wird sich aber mancher einbilden, diese neue Art Zähne mache gar zu viele Arbeit, und darum sey die Ausführung sehr schwer. Allein da diese Zähne gar nicht lang seyn dürfen, so können sie doch so gar viele Arbeit nicht machen. Freylich Anfangs, bis man daran gewöhnet ist, werden sich wohl
man,

manche Uhrmacher nicht gleich daren finden können; kommt aber einmal die Uebung dazu, und werden vielleicht mit der Zeit besondere schickliche Werkzeuge dazu erdacht, und angewandt, so wird man sie etwa eben so leicht, oder noch leichter, als jetzt die geraden Zähne, machen. Der Theilungsscheibe, und der stähler-
nen Scheibchen, mit welchen als Feilen man die Zähne einst rei-
det, wie sie jetzt sind, können wir uns unterdessen bloß dazu bedie-
nen, um den Anfang jedes Zahns auf einer Seite des Ringes, in den
sie geschnitten werden sollen, zu bezeichnen; das übrige wird man
wohl mit der Feile aus freyer Hand machen müssen. Mache
man nur den Anfang damit bey großen oder mittelmäßigen Uhren;
mit der Zeit wird diese Weise vielleicht auch bey den kleinsten,
nämlich bey den Sackuhren, eingeführt werden.

Um ihre Achse bewegliche Getriebstäbe und ihr Nutzen.

S. 14. Wenn aber Jemand lieber Getriebe mit cylindrischen
Stäben für etwas große Uhren, oder andere dergleichen Räder-
werke haben will, so rathe ich ihm, die Getriebstäbe nicht gar viel
länger zu machen, als die Dicke des Rades ist, welches mit sei-
nen Zähnen daren greift, wenn je dieses Rad völlig senkrecht
auf seiner Achse steht, und durchaus eben ist, wie es bey einer
fleißigen Arbeit zu seyn pflegt; denn unnöthige Länge der Getrieb-
stäbe bringt keinen Vortheil, sie biegen sich, und brechen auch
eher als die kürzern. Zwentens thut man zu Verminderung ihrer
Wegung und um sie länger zu erhalten, auch wohl, wenn man die-
se Stäbchen selbst, jedes um seine Achse, beweglich macht; man
gebe ihnen darum beyderseits an den Enden etwas dünnere Zäpf-
chen, aa (Fig. VI in natürlicher Größe) mit denen sie in den
zwo Scheiben laufen, zwischen welchen sie haften; doch dürfen
diese

Diese Zäpfchen nicht gar zu dünne seyn, damit sie dauerhaft seyen. Drittens hielte ich es für gut, diese Zäpfchen in messingenen oder kupfernen Herzblättchen laufen zu lassen. Ich machte sie auf folgende Weise: In die zwo Scheiben, zwischen welche die Zäpfchen der Getriebstäbe aa kommen sollen, machte ich, wo ein Zäpfchen hineinkommen soll, viereckichte Einschnitte n, n, n u. (Fig. VII.) die etwa eine Linie weiter und tiefer wären, als der Durchmesser der Zäpfchen, so weit nämlich, daß die Zäpfchen mit den um selbe herumgebogenen messingenen Blättchen darinne Platz haben, und selbe genau ausfüllen. Zu weit dürfen sie nicht seyn; sind sie aber ein bischen zu eng, so kann man vom Messing leicht so viel wegfeilen, daß die Zäpfchen sich dazwischen einsetzen lassen. Diese viereckichten Vertiefungen werden sodenn mit Blättchen von gutem Messing auf folgende Weise an den drey Wänden überkleidet. Ich bereite ein ebenes Blättchen M von dünnem Messing, das etwa eine halbe Linie dick seyn mag, ziehe sodenn die Linien darauf, welche hier mit Punkten vorgestellt werden, und mache auf zwoen Seiten, der obern und untern nämlich, kleine Einschnitte bis an die langen punktirten Linien, wodurch jede in drey Theile e, e, e getheilt wird; diese sechs Theile werden sodenn rechtwinklicht abwärts gebogen, und die Theile v und w aufwärts, so daß v und w auf den mittlern u senkrecht stehen und diese drey Theile die Wände 1, 3, 2, wie man im Durchschnitte N sieht, überkleiden. Die Theile e, e, e auf einer, und e, e, e auf der andern Seite (sieh Fig. VII N. und Fig. VIII) legen sich äußerlich an die Scheiben an. Zwischen diesen überkleideten Wänden, nämlich zwischen v, u und w, kommen alsdenn die Zäpfchen der Getriebstäbe a zu liegen, und man setzt zuletzt äußerlich einen messingenen Ring EF darüber, den man mit etlichen Schraubchen D daran befestiget; diese

Schraub.

Schraubchen aber gehen durch längliche Löcher d d (Fig. VIII. B. die einen kleinen Theil des Rings auswendig auf der gekrümmten Seite vorstellt), so daß man den Ring ein wenig um seine Achse rücken kann, damit, wenn von der Bewegung an den Zäpfchen a, wo der Ring daran anliegt, eine merkliche Vertiefung entsteht, ein anderer Theil des Ringes in die Stelle des vorigen komme, und also eben derselbe Ring eine längere Zeit dienen könne, bis man ihn endlich, nachdem er durchaus zu sehr abgenutzt ist, mit einem neuen ersetzen muß. Die messingenen Blättchen aber, welche nicht viel Kosten machen, werden, wenn sie zu sehr von der Bewegung angegriffen sind, auch wieder durch neue ersetzt. Man giebt aber den Zäpfchen zu Zeiten wieder frisches Oehl, wodurch sie schlüpfriger werden, und die Bewegung sich merklich vermindert. Weil man den Ring, nachdem man die Schraubchen ausgeschraubet hat, abnehmen kann, so kann man auch das alte Oehl leicht wegpuzen, und die abgenutzten messingenen Blättchen wieder mit neuen ersetzen. Auf diese Weise also wird der Gang der Räder nicht wenig erleichtert, und es werden sowohl die Getriebstäbe, als Zähne der Räder sehr viel länger erhalten, als sie dauern würden, wenn die Getriebstäbe zwischen den Scheibern fest wären, weil die reibende Bewegung an der Seite, wo die festen Stäbe angepaßt werden, in eine Bewegung derselben um ihre Achsen verwandelt wird, und die Zäpfchen, welche allein eine reibende Bewegung erdulden, rings herum gleich angegriffen werden. Es ist aber auch diese reibende Bewegung auf den weichern messingenen Blättchen nicht gar stark, sonderlich wenn die Zäpfchen gleich Anfangs wohl polirt und fleißig eingeschmiert werden; und werden sie auch mit der Zeit etwas dünner, so darf man nur die messingenen Blättchen so viel dicker nehmen, als es nöthig ist, um das Wanken der Zäpfchen zu verhindern; so können sie noch

lange

lange Zeit brauchbar seyn. Obgleich daher diese Art Getriebe mehr Arbeit macht, als die gewöhnlichen mit festen Stäben, so bringt doch ihre Dauerhaftigkeit und der leichtere Gang die darauf verwandten Kosten wieder mit Vortheile ein.

Wie eine richtige genaue Entfernung der Achsen von einander leicht zu erhalten sey.

S. 15. Es liegt nicht wenig daran, um eine leichte Bewegung der Räder zu haben, daß sie eine solche Stellung und Entfernung von einander haben, daß die Zähne weder zu tief, noch zu wenig tief in einander eingreifen. Dieses wäre am sichersten zu erhalten, wenn die Pfannen, worinn die Zapfen der Achsen laufen, selbst beweglich gemacht, und mit Schrauben fest gestellt würden, damit man also ihre Entfernung von einander nach Belieben, bis man sie recht erhält, ändern könne. Sind die Pfannen mit Herzstücken gefüttert, so kann man wohl durch eingefügte Blättchen, die man, wenn sie zu dick sind, dünner feilen, und wenn sie zu dünne sind, mit dickern ersetzen kann, die Entfernungen der Achsen, bis man sie recht trifft, verändertlich machen. Am bequemsten geht dieses an, wenn alle Achsen in einer Reihe neben einander in einer horizontalen Fläche liegen, und aus den Pfannen, die oben offen sind, aus- und eingenommen werden können, wobey auch ihre Reinigung leichter ist; wider den Staub aber kann man Deckeln über die Pfannen und Zapfen setzen, die man leicht abheben und wieder hinsetzen kann.

Zweyter Abschnitt.

Von den Hindernissen der Bewegung bey den Zeigern und dem Zeigerwerke, und wie sie zu heben seyen.

Erklärungen einiger Kunstwörter.

S. 1. Das **Gehwerk** bey einer Uhr nennt man alles das, was dazu gehört, einem Rade, welches man das **Bodenrad** heißt, die bestimmte Bewegung zu geben, damit selbes um seine Achse genau in einer Stunde einmal umgehe. Von diesem Rade aus muß auch den Zeigern die Bewegung mitgetheilt werden: es kommen aber, um bey einer Uhr dieses zu erhalten, noch verschiedene Theile vor, die man, alle zusammen genommen, das **Vorlegwerk**, **Weiserwerk**, oder **Zeigerwerk** nennet, als da sind **Wechselräder**, welche die **Direktion** ändern; das **Stundenrad**, welches in 12 Stunden einmal umgeht, und den **Stundenzeiger** führt; eiserne **Stängelchen**, **Rädchen** und **Gabeln** zc. welche vom **Bodenrad** an bis zur **Stundenscheibe** hin die Bewegung fortpflanzen.

Von was dieser Abschnitt handeln werde.

Bey großen Uhren entstehen theils durch die Schwere der Zeiger, theils durch die Reibung verschiedener Theile aneinander, große Hindernisse der Bewegung, die man bisher meistens mehr durch die Stärke des Werkes, und durch schwere Gewichter zu überwinden, als sie durch schickliche Anrichtung der dazu gehörigen Theile zu heben pflegte. Ich glaube daher, ich leiste dem Publikum gewiß keinen geringen Dienst, wenn ich jetzt ausführlich zeige, wie man diese Hindernisse mit
weit

weit geringern Kosten heben, und dadurch eine vollkommnere Uhr erhalten kann, als man bisher durch weit größere nicht erlangt hat: Und dieses ist, was ich in diesem zweyten Abschnitte abhandeln will.

Zeigerwerk bey großen Uhren.

S. 2. Bey großen Uhren kann auch das Gewicht der Zeiger, die man sehr groß und stark genug machen muß, damit sie Wind und Witterung aushalten und auf eine große Entfernung sichtbar seyn, nicht gering seyn; und eben darum drücken sie die Materie stark, auf der sie aufliegen, und können auch, wenn man die Sache nicht sehr vortheilhaft einrichtet, ohne starke Bewegung nicht umgetrieben werden. Gemeinlich will man den Stundenzeiger, und den Viertelzeiger concentrisch haben; man steckt daher den Stundenzeiger M (Fig. 1. wo aber die Zeigerlänge nicht nach Proportion der Räder, sondern zu Ersparung des Raums, viel kürzer gezeichnet ist) an ein Rohr a a, woran an dem andern Ende das Stundenrad d d (welches binnen 12 Stunden einmal umgehen soll) befestiget wird; den Viertelzeiger N N aber an ein eisernes Stängelchen b b, welches durch dieses Rohr a a geht, und an welchem inwendig das obere Wechselrädchen e e haftet, das seine Bewegung von dem untern f f erhält, welches an dem Stängelchen g k fest ist, und durch dieses, und etwa mehr andere mit einander verbundene Stängelchen mit dem Bodenrade der Uhr in Verbindung steht. Diese beyden Wechselräder e e und f f haben gleich viele Zähne, und gehen nach gegenseitigen Richtungen stündlich einmal um, aber so, daß das obere e e nach der Ordnung der Zahlen mit dem Zeiger N N fortgeht. An dem Stängelchen g k haftet zu äußerst ein Getrieb c,

von

von dem das Rad dd (welches zwölfmal mehr Zähne, als dieses Getriebstäbe, hat) seine Bewegung nach der Ordnung der am Zeigerblatte verzeichneten Stunden erhält. Das untere Wechselrädchen ff ist gemeiniglich ein Stirnrad, das obere ee aber ein Kronrad; besser aber wäre es, wenn man sie beyde mit schiefen Zähnen, wie ich sie im ersten Abschnitte beschrieben habe, versähe.

Fehler daran nächst den Zeigern.

S. 3. Das Stängelchen bb, welches äußerlich den Viertelzeiger trägt, liegt bey manchen Uhren in dem Rohre aa durchaus auf, und es sind etwa noch dazu diese Stücke ziemlich rauh, wie sie aus dem Feuer kommen, oder das Stängelchen ist grob gefeilet, und das Rohr nicht ausgebohret, noch viel weniger, daß sie polirt wären; überdieß sind manchmal beyde, wenn etwa die Uhr lange wegen eines Fehlers stille gestanden ist, vom Roste angegriffen, und sehr rauh gemacht; daraus aber entsteht nothwendig eine starke Wehung und ein harter Gang. Wenn nun auch von außen die Zeiger nicht leicht wegzunehmen sind, so daß man das Stängelchen bb aus dem Rohre aa heraus ziehen, und beyde reinigen kann, damit sie wieder leichter beweglich werden, so wird der Gang dieses Stängelchens äußerst schwer. Ich habe einst einen solchen Zeiger angetroffen, den ich, obwohl ich damals nicht schwach war, doch mit aller Mühe nicht im Stande war, umzutreiben. Das Rohr aa ist zwar für sich selbst nicht leicht gar so fest, aber man findet doch bey manchem nicht wenige Hindernisse seiner Bewegung: es liegt gähling auf Holz auf, und ist, wo es aufliegt, nicht gar rund, noch viel weniger polirt, und eben darum ist sein Gang bey weitem so leicht nicht, als er seyn könnte und sollte. Ich weiß es wohl, man legt ge-

M m m

meinig

meiniglich die Schuld des harten Ganges bey großen Uhren theils auf die Schwere der Zeiger, theils auf die Schwere der Stängelchen vom Bodenrad an bis zu den Zeigern, welche freylich, wenn das Uhrwerk weit vom Zifferblatt entfernt ist, und sonderlich wenn mehr weit entlegene Zeiger davon sollen getrieben werden, ein ziemliches Gewicht betragen; aber ich habe gefunden, daß der Hauptfehler meist in den bemeldten Achsen der Zeiger, nämlich dem Rohre *aa*, und dem Stängelchen *bb* haftet. Sind die Zeiger so hart beweglich, so wird ihr Widerstand bis an das Bodenrad, und durch dieses durch das ganze Gehewerk fortgepflanzt: wenn nun auch die Stängelchen von dem Wechsellrade *ff*, und Getriebe *c* bis zum Bodenrade, das etwa ziemlich weit entfernt ist, alle zusammen genommen eine große Länge ausmachen, sonderlich, wenn sie nicht geradlinicht in einem fort, sondern durch Wechsellräder über Ecke herumgehen, wo denn auch an diesen Wezung und Widerstand (weil der Widerstand der Zeiger auch in sie fortgepflanzt wird,) ziemlich groß ist, so werden die so langen Stängelchen, weil sie nachgeben, etwas widersinnig gedrehet, bis endlich ihre Federkraft, die dabey immer stärker entgegen wirkt, die Widerstände alle zumal überwindet, und mit Schnelligkeit die verdrehten Fasern der Eisenstängelchen wieder in ihre vorige Stellung bringt, und gerad macht, oder wenigstens nicht mehr so gar verdreht seyn läßt; da rückt sodenn der Viertelzeiger, welcher zuvor einige Minuten lang, oder wohl gar eine ganze Viertelstunde, oder noch länger stille gestanden ist, auf einmal mit rumpelndem Getöse fort, und ersetzt wieder seinen langen Stillstand, daß man also einer solchen Uhr, wenn man auf die Zeiger sehen will, um zu wissen, wie man an der Zeit ist, nie recht trauen darf, und wenigstens auf einige Minuten dabey unsicher ist. Ich habe eine
 sola

solche Uhr angetroffen, bey der der Zeiger zu Zeiten auf einmal etlich und zwanzig Minuten fortrückte, sodenn eben so lange wieder stille stand. Wie elend ist nicht eine solche Uhr! Und doch ist, sonderlich in Klöstern, und andern großen Gebäuden, wo von einer einzigen großen Uhr aus, verschiedene auch weit davon entfernte Zeiger sollen getrieben werden, dieser Fehler sehr gemein. Er findet sich aber auch, obwohl seltner und nicht in so hohem Grade bey Uhren ein, die nicht gar viele Zeiger zu treiben haben, und er kann auch bey einem einzigen vorkommen, wenn dieser vom Uhrwerke ziemlich weit entfernt ist.

Dieser Fehler aber ist nicht nur sehr unbequem, weil man bey solchen Uhren nur dem Schlage, nie aber den Zeigern trauen darf, sondern er verursacht auch überdieß, daß man viel stärkere, ja zu Zeiten zehnmal stärkere Gehwerke, und fünf- bis zehnmal mehr Gewicht nöthig hat, als erfordert würde, wenn die bemeldten Widerstände der Zeiger nicht wären. Der berühmte Herr de la Lande thut in Le Pauts Abhandlung von der Uhrmacherey Meldung von Uhren, die bis 12 Centen Gewicht foderten, um beständig ihren Gang zu unterhalten. Vermuthlich war dieser Fehler einer der wichtigsten dabey.

Nöthiges Gleichgewicht der Zeiger, und wie es zu erhalten sey.

S. 4. Wie ist es aber möglich diese Hindernisse auf die Seite zu räumen? Dieß wollen wir jetzt sehen. Daß die Zeiger selbst im Gleichgewichte seyn müssen, das ist, daß nicht ein Theil von der Mitte an bis ans Aeußerste den andern überwiege, ist für

M m m 2



sich selbst klar; sonst würde das Uebergewicht auf einer Seite die Schnelligkeit der Bewegung des Zeigers vermehren und auf der entgegengesetzten vermindern. Dieses Gleichgewicht aber läßt sich leicht dadurch erhalten, daß man den Theil, welcher zu leicht ist, zu äußerst mit etwas eingegossenem Bley beschweret, und wieder, wenn er zu schwer ist, etwas, so viel nämlich das Gleichgewicht zu erhalten nöthig ist, davon nimmt.

Eine leichte Art, die Bewegung des Stundenzeigerrohres merklich zu vermindern.

S. 5. Daß aber die Bewegung äußerlich am Rohre a a wenigstens in etwas vermindert werde, dieses erhält man dadurch, wenn man es am Orte, wo es ausfließt, entweder abdrehet, oder durch Feilen und Poliren rund und schlüpfrig macht. Kann man damit nicht wohl in eine Drehbank kommen, so schneide man an selbem mit einer Kluppe ein Schraubengewind ganz subtil, daß sich nämlich die damit um und um gemachten Einschnitte nur blos zeigen; sodenn feile man, was darüber empor steht, fleißig weg, Anfangs mit einer gröbern, zuletzt aber mit einer feinen Feile, bis alle gemachten Einschnitte vergehen, und zuletzt polire man das Rohr an diesem Orte rings herum; man lasse aber diesen polirten Theil nicht auf Eisen, sondern auf einer weichern Materie, etwa auf Holz oder auf gutem Messing, gehen; so wird die Bewegung wenigstens dieses Rohrs, zwar nicht so viel, als es seyn kann, wie wir hernach sehen werden, aber doch sehr merklich und mit wenigen Kosten gehoben.

Merkliche Verminderung der Wezung an der Achse
des Viertelzeigers.

Das Stängelchen bb aber lasse man nicht durchaus im Rohre, sondern nur zu äußerst an den Enden dieses Rohres beyderseits aufliegen. Man schlage nämlich in das Rohr aa auf beyden Seiten zu äußerst einen etwa einen halben Pariser-Zoll langen cylindrischen Ring ein, der von einem einen halben Zoll breiten, und eine bis zwey Linien dicken rund gebogenem Streife von gutem Uhrmachermessing gestaltet seyn soll: dieser Ring sey inwendig ausgebohret oder ausgefeilet und fein poliret; und das darein passende Stängelchen bb soll nur auf diesen zweyen Ringen allein aufliegen, inwendig aber das Rohr aa gar nicht berühren, und wo es auf den Ringen aufliegt, auch selbst rund gefeilet und poliret seyn. Zwischen den Ringen aber muß dieses Stängelchen ein wenig dünner seyn, als in den Ringen, daß man es ungehindert durch den innern Ring, wo das Rad dd haftet, hineinbringen kann. Man mag darum lieber das Rohr aa etwas dicker nehmen, oder, wenn man kein neues an die Stelle des alten setzen will, so mache man die messingenen Ringe, sonderlich den innern, der etwa nur eine halbe Linie dick ist, von dünnerm, aber gut geschlagenem, zähem Messing, oder man erweitere das Rohr mit Bohren, daß man die Ringe doch einschlagen kann.

Durch diese Mittel nun wird freylich die Wezung um vieles vermindert, aber doch bey weitem nicht so stark, als sie sich mit Tragscheiben vermindern läßt, wie ich es wenigstens bey sehr schweren Zeigern zu thun anrathе, und jetzt erklären will.

Eine andere Weise, die Bewegung der Zeigerachsen
zu vermindern.

S. 6. Daß man das Rohr a a mit einer Tragscheibe untersetzen kann, wird man leicht begreifen; aber wie wird man wohl auch unter das Stängelchen bb, das im Rohre a a laufen muß, eine anbringen? Doch auch dieses ist möglich, wie wir bald sehen werden; zuvor aber wollen wir zeigen, wie das Rohr a a damit zu unterstützen sey. Ich bediente mich zu dieser Unterstützung an einem Orte unter selbstem zweyer Scheiben, wovon die obere mit ihrer Achse auf der untern lief, und ich würde überdieß noch in gewissen Fällen, sogar auch eine dritte ober dem Rohr a a an dem Rande desselben gleich hinter dem Rade d d anbringen. Die Sache gehe ich also an:

Ich suche zuerst den Mittelpunkt der Schwere des Rohrs a a mit dem eingesteckten Stängelchen bb, und den Zeigern MM, NN, und den Rädern d d und e e. Diesen zu finden, lege ich das Rohr a a mit allen bemeldten daran haftenden Sachen, da ich es in der Werkstätte, oder anderswo noch frey habe, auf den Zeigfinger meiner linken Hand, oder wenn es mir da zu halten zu schwer ist, auf eine hölzerne schneidende Stütze, und rücke es darauf hin und wieder, da es sich denn bald zeigen wird, wo dieser Mittelpunkt der Schwere hinfällt, als etwa z. B. in h. Wenn es nun Platz halber möglich ist, an diesem Orte eine Tragscheibe hinzusetzen, so thue ich es, und es ist sodenn unnöthig, ober dem Rohre beym Rade d d eine anzubringen. Wenn ich aber da nicht Platz dazu finde, weil etwa der Punkt h zu nahe an die Mauer hinfällt, worauf die Ziffer auswendig verzeich-

zeichnet sind, oder gar in selbe hinein, und ich etwa in meiner untern Tragscheibe von dem Punkte *h* ziemlich weit gegen das Rad *dd* in *z* mich zurück ziehen muß, so bekommt der vordere Theil mit den Zeigern das Uebergewicht und der hintere wird aufwärts getrieben; und sodenn ist es zu erwägen, ob dieser Trieb so stark sey, daß man deswegen eine Scheibe ober dem Rohre nahe bey dem Rade *dd* ansetzen soll, oder nicht. Ist dieser Trieb nicht gar gewaltig, das heißt, ist der Ort *z*, wo ich die Tragscheibe anbringen kann, vom Mittelpunkte der Schwere *h* nicht gar zu weit entfernt, so ist es genug, daß man das Rohr *aa* (Fig. II. welche den obern Theil der Gabel in ihrem Durchschnitte vorstellt; diese Gabel steht nächst hinter dem Stundenrade *dd* Fig. I), fein rund feile und polire, so weit es in der Gabel geht und die Schließe *mm* ober ihr, an die sich selbes andrückt, damit die Bewegung leichter sey, entweder ganz von gutem Messing mache, oder wenn sie von Eisen ist, in der Mitte mit einem dünnen Blättchen von Messing *n* überkleide, welches fast gar keine Kosten macht, und wenn es verwezet ist, leicht wieder mit einem neuen ersetzt wird; wie man auch die Gabel selbst inwendig mit einem Messingblättchen auskleiden kann, damit das Rohr weniger Reibung und einen leichtern Gang habe. Daß aber das Rohr an einer pur eisernen Schließe *mm* sich reibe, weil Eisen auf Eisen härter geht, ist nicht so gut, als wenn man Messing an seine Stelle setzt: und ich will bey den Zeigern alle Reibung und allen harten Gang, wegen seines Einflusses in alle Theile hinter ihnen, so viel es leicht thunlich ist, vermindert wissen.

Man wird aber gar oft den Mittelpunkt der Schwere *h*, weil er allzunah zu dem Zifferblatte kömmt, nicht unterstützen können,
son.

sonderlich wenn ich auch das Stängelchen bb (Fig. I.) mit Tragscheiben unterstützen will. Die Dicke der Mauer, auf der äußerlich die Ziffer verzeichnet sind, wird mir, wenn sie nicht in der Mitte ausgebrochen, und nur mit einem dünnen eingesetzten Eisenbleche verschlossen ist, hinderlich fallen, das Rohr aa, wenn es nicht sehr lang ist, unter dem Mittelpunkte seiner Schwere sammt den Zeigern zu unterstützen. Wenn nun das nicht möglich ist, so nähere ich mich wenigstens mit einer Tragscheibe diesem Mittelpunkte, so viel ich kann. Die Unterstüzung geschieht folgendermassen:

Unterstützung des Stundenzeigerrohrs mit Tragscheiben unter demselbem.

In der IV Fig. A und B. ist B der vertikale Durchschnitt parallel mit der Achse des Rohrs aa, A aber zeigt das Profil der Tragscheiben von der Seite der Stütze nächst den Zeigern. Gesezt nun, der Durchmesser des Rohres a, an welchem auswendig der Stundenzeiger, inwendig aber das Stundenrad haftet, sey etwa 9 Linien eines Pariser-Zolles stark, und ich gebe der obern eisernen Tragscheibe b, die wenigstens eine halbe Linie, oder zwey Drittel einer Linie dick sey, einen drey mal so großen Durchmesser, nämlich von $2\frac{1}{4}$ Zoll, so geht das Rohr a drey mal um, bis die Scheibe b einen Umgang macht. Diese Scheibe b haftet an einer etwa 5 bis 6 Zoll langen Achse me, welche bey e einen nur eine Linie dicken, aber auf der andern gegen das Zifferblatt gewandten Seite einen stärkern, etwa zwey Linien dicken Zapfen hat, welche beyde in Gabeln oder Pfannen in den Stützen dd, und ef laufen; doch liegt der stärkere Stift dieser Achse in der Stütze dd unten in seiner Pfanne, die ein längliches ver-

tika.

tikales Loch ist, nicht auf, sondern er wird nur, damit er seitwärts nicht ausweiche, beyderseits eingehalten; aber es wird die Achse dieser Scheibe von einer andern im Durchmesser ein wenig größern Scheibe *c*, die der obern *b* sehr nahe kömmt, doch selbe nicht gar berühret, unterstützet: die Zapfen dieser Scheibe *c* laufen in ihren Pfannen in den Stützen *ef* und *dd* um. Wenn nun die Dicke der Achse *be* im Durchmesser der Scheibe *c* fünfzehnmal enthalten ist, so geht die Scheibe *d* fünfzehnmal langsamer um, als die Scheibe *b*, und da dieser ihr Durchmesser dreymal so groß, als der des Rohrs *aa*, angenommen wird, so geht sie 45 mal langsamer als dieses Rohr; folglich wenn das Rohr, wie man setzt, in 12 Stunden einen Umgang macht, braucht die Scheibe *c* zu einem Umgange zwey und zwanzig und einen halben Tag, und also wird die wegende Bewegung, die auf ihre Zapfen fällt, ungemein vermindert, und in eine wälzende verändert; es fällt zwar ein Theil der wegenden auch auf den Zapfen bey *e*, aber, da der entgegengesetzte der Scheibe *b* sehr viel näher ist, so ist die Bewegung an dem Zapfen bey *e* sehr gering, und darum die Bewegung des Rohrs *a* ohngefähr bey vierzigmal kleiner als sie wäre, wenn selbes unmittelbar in einer festen eisernen Pfanne gieng.

Wenn die Tragscheiben, weil man anders nicht Platz dazu hätte, ziemlich weit vom Mittelpunkte der Schwere *h* (Fig. I.) zurück in *L* müßten gesetzt werden, so könnte man zwar mit einer Tragscheibe ober dem Rohr *aa*, hinter dem Rade *dd* die Reibung von dem aufwärts gehenden Drucke, wie die vom abwärts gehenden mit Tragscheiben in *L* vermindern; aber ich wollte lieber, um dieser zu entbehren, das Rohr *aa* länger machen, damit der Mittelpunkt der Schwere näher gegen *L* käme, und al-

so sich nicht gar weit von der untergesetzten Tragscheibe entfernete. Bey einem schon gemachten Werke, oder wenn man das Rohr *a a* nicht länger haben will, könnte man auch anders, nämlich durch ein Gegengewicht, den Mittelpunkt der Schwere von den Zeigern weiter entfernen; man setze daher eine bleyerne Scheibe an das Rad *dd* an, so rückt auch nothwendig der Mittelpunkt der Schwere *h* näher zu ihm hin, und so kann man machen, daß er entweder völlig auf die Tragscheibe, oder wenigstens sehr nahe dazu hinfalle.

Die Bewegung der Achse des Viertelzeigers ist ohne Tragscheiben sehr merklich.

S. 7. Der Viertelzeiger wird zwar insgemein kleiner, und eben darum auch leichter, als der Stundenzeiger, gemacht, imgleichen ist auch seine Achse *bb* gemeinlich leichter als das Rohr *a a*, durch welches selbe durchgeht, und das Wechselrad *ee* auch leichter, als das Stundenrad *dd*; folglich ist auch die Bewegung dieser Achse, weil sie dünner, und nicht so sehr beladen ist, wenn sie, wie ich es bey S. 5. beschrieben habe, nur zu äußerst im Rohre *aa* auf Ringen aufliegt, um ein merkliches kleiner, als die Bewegung des Rohres *aa* auf einem festen Untersatze. Da aber der Viertelzeiger mit seiner Achse, wie man jetzt die Uhren macht, 12 Umgänge machen muß, bis der Stundenzeiger einen macht, und auch, wenn man die Zeiger einrichtete, wie ich sie wünschte, und in meinen Beyträgen zur Baukunst S. 318. vorgeschlagen habe, doch sechs Umgänge machen müßte, bis das Rohr *a a* einen macht, so entsteht, den ganzen Tag zusammen genommen, leicht weit mehr Hinderniß der Bewegung von der Bewegung der Achse des Viertelzeigers, als von der Bewegung
des

des Rohres aa. Liegt aber die Achse bb im Rohre aa durch-
aus auf, so ist die Bewegung bey selber noch weit größer. Nun
wollen wir aber sehen, wie man auch die Bewegung dieses Stän-
gels b b durch schicklich angebrachte Tragscheiben auf die
Zäpfchen derselben hinüberbringen, und dadurch merklich vermin-
dern, und gleichsam zernichten könne.

Ort für die Tragscheiben unter der Achse des Viertelzeigers.

Wenn man das Wechselrad ee sehr leicht macht, welches man
auch, wie wir sehen werden, thun kann, und wenn der Zei-
ger N ziemlich schwer ist, so wird der gemeinschaftliche Schwere-
punkt dieser drey Stücke ee, bb, und NN sehr viel näher zum
Zeiger NN als zum Rade dd hinfallen, und sich von dem Zei-
gerblatte gar wenig entfernen. Diesen Mittelpunkt der Schwere
soll ich zuerst suchen und ich kann ihn durch Versuche leicht fin-
den: ich darf nur die Achse bb, ehe sie ins Rohr aa kömmt,
mit dem angestreckten Zeiger NN und Wechselrade ee über Queer
auf die Schneide eines dreylantigen horizontalen Stabes setzen,
und hin und wieder rücken, bis die Theile beyderseits einander
das Gleichgewicht halten, da denn der Mittelpunkt der Schwere
auf die Schneide des untergelegten Stabes fällt. Nun unter die-
sen Punkt, oder wenigstens so nahe zu selbem, als sichs bequem
thun läßt, werde ich die Tragscheiben zur Unterstützung anbrin-
gen: doch müssen die Tragscheiben dem Zifferblatte näher kom-
men, als die, welche das Rohr a a unterstützen (wenigstens im
Falle, daß für diese letztern sonst kein Platz mehr wäre), auch
wenn der Mittelpunkt der Schwere der Achse des Viertelzeigers
weiter vom Zifferblatte sich entfernete, als der Mittelpunkt der

N n n 2

Schwe:

Schwere des Rohres aa, weil ich es nicht anders richten kann; denn ich muß zufrieden seyn, wenn ich auch nur einen großen Theil der wesenden Bewegung der Achse des Viertelzeigers zernichte, obwohl ich nicht alle, oder so viel ich wünschte, aufheben kann; aber es wird auch insgemein, wenigstens, wenn man den Stundenzeiger gegen den Viertelzeiger nicht gar zu schwer macht, der Mittelpunkt der Schwere an der Achse bb viel näher zum Zifferblatte kommen, als der Mittelpunkt der Schwere des Rohrs aa mit den an beyden angehängten Rädern und Zeigern, weil auch das Rad dd größer und schwerer ist, als das Rad ee, und der Zeiger NN weiter hinaus kömmt, als der Zeiger MM, und man ihn auch, wenn man will, obwohl er kleiner ist, doch leicht so schwer machen kann, als jenen. Also nahe an der Stundenscheibe, und nahe an dem Mittelpunkte der Schwere der Achse des Viertelzeigers, hinter den Tragscheiben des Rohres aa, das ist, näher beym Zifferblatte, setze ich unter die Achse bb drey Tragscheiben, auf welchen sie mir wechselweise ruhen und sich umdrehen muß, auf folgende Weise an:

Anrichtung der Tragscheiben unter der Achse des Viertelzeigers.

Man besehe zugleich und vergleiche mit einander die Figuren III und V, derer die erste ein vertikaler Durchschnitt durch die Zeigerachsen ist, die zwote aber das Profil des Tragscheibenwerkes parallel mit dem Zeigerblatte vorstellt. Beyde sind in natürlicher Größe.

Ich bereite zwey Scheiben DD, jede mit dreyen Armen E, F, F, und einem cylindrischen Rohre mmm, woran sie senkrecht

recht haften und angelötet sind, das äußerlich über das Rohr a a a des Stundenzeigers angesteckt, und auch daran etwa mit Schraubchen befestiget wird, damit man es doch leicht davon abnehmen und wieder anstecken könne. Die innern Seiten dieser zwey Scheiben sind ohngefähr drey Linien, oder etwas mehr von einander entfernt, und durch drey eingenietete Blättchen L, L, L mit einander verbunden. Zwischen die Scheiben D D kommen drey Scheiben G, G, G, mit kleinen Achsen und Zapfchen n, n, n, mit denen sie in den Armen F, F, F aufliegen und umlaufen, und durch kleine eingefalzte Stückchen P, P, P, die man von gutem Messing oder weichem Eisen machen kann und mit Schrauben K K K angeheftet sind. (Die Figur M zur Seite ist der auf die Figur V senkrecht mit der Achse b parallele Durchschnitt eines dieser Stückchen P, und eines Armes F, und der Schraube k). In das Rohr a a a sind drey Oeffnungen eingeschnitten, durch welche die Scheiben G, G, G, bis an die Achse b hinreichen, daß sie auf ihnen, bald auf dieser, bald jener, als der untersten aufliegen, und sich darauf und mit ihnen wälzen kann, daß also die wechende Reibung nur auf die Zapfchen n, n, n übertragen wird. Das Rohr a a a wird zwar durch diese Einschnitte gewaltig geschwächt; denn es bleiben ihm nur die dazwischen übrigen kleinen Theile c, c, c; aber es wird durch die angelöteten cylindrischen Ringe m, m, m mit den Scheiben D D, welche durch die Stücke L, L, L zusammen halten, wieder so sehr gestärket, daß keine Gefahr ist, daß es, der Einschnitte halber, abbreche; wenigstens so lange dieses Scheibenwerk daran steckt, ist das Abbrechen keineswegs zu befürchten. Die Achse b muß, wenigstens so weit sie auf den Scheiben G, G, G aufliegt, rund gedreht oder rund gefeilet seyn; denn sie soll von diesen dreyen Scheiben, welche mit dem Rohre a a a umgehen, beständig berührt

rühret werden, übrigens aber im Rohre *aaa*, ohne selbes inwendig zu berühren, frey laufen, ausgenommen, daß sie etwa zu äußerst, wo sie zum Rohr herausgeht, auf einem messingenen eingeschlagenen Ringe aufliegen kann; obwohl auch dieses nicht nöthig ist, wenn man außer dem Wechselrad *ee*, (Fig. I.) ihr am Ende ein rundes Zäpfchen giebt, und dieses in einer Pfanne, welche die Figur hier nicht vorstellt, laufen läßt.

Verminderung der Bewegung.

Bey dieser Anrichtung verliert sich nun fast alle Bewegung des Stängelchens *bb*; denn gesetzt, es verhalte sich der Durchmesser des Stängelchens *b* (Fig. V.) zum Durchmesser der Scheiben *G, G, G*, wie eins zu fünf, so gehen sie alle zusammen in fünf Stunden nur einmal um: wenn nun die Zäpfchen *n, n, n* im Durchmesser viermal dünner sind, als das Stängelchen *b*, so wird die Bewegung zwanzigmal kleiner, als sie wäre, wenn das Stängelchen *b* mit seiner Dicke auf einer festen Pfanne aufläge. Ueberdas kann man den Zäpfchen *n, n, n* leicht Dehl geben, und weil man die Stücke *P*, wenn man die Schraubchen *K* zuvor heraus schraubt, aus den Armen *F* herausnehmen kann, so kann man auch die Zäpfchen vom verhärteten Dehle und Schmutze reinigen, und ihnen frisches geben, so oft man will, und das kann man thun, ohne den Gang der Uhr zu stören, weil wechselweise ein Arm nach dem andern in die Höhe kömmt, und bis ihn die Ordnung wieder trifft, nichts zu tragen hat. Eine so geringe Bewegung aber, wenn auch der Viertelzeiger mit seiner Achse ziemlich schwer wäre, macht gewiß keine große Hinderniß.

Anmerkungen über die Zeiger zc.

S. 8. Von den Zeigern habe ich über das, was oben S. 3. vom Gleichgewichte ihrer Theile von der Mitte aus ist gemeldet worden, noch folgende Dinge anzumerken:

Sie sollen ring (leicht) seyn.

1) Damit ihr Druck weniger Bewegung verursache, soll man sie so leicht machen, als sich, ohne sie viel zu schwächen, thun läßt; doch muß die äußere Oberfläche der zeigenden Figur (etwa eines Herzens zc.) nicht klein seyn, damit sie von Ferne wohl sichtbar sey. Dünnes Kupfer oder Messing, wenn man sie vergoldet, dienen am besten dazu. Eisenblech mit leichter Farbe überstrichen, wenn sie unter sich dunkeln Grund haben, oder umgekehrt, kann auch dienen. Aber man merke sich wohl, daß das Messing, und geschlagene Metall, ob es gleich Anfangs fast wie Gold aussieht, mit der Zeit, wenigstens ohne Firniß, sehr dunkel und schwärzlich wird.

Sie sollen schneidend seyn.

2) Die Stängelchen, welchen man an den äußersten Theilen die Gestalt eines Herzens, und eines gegenüber stehenden halben Mondes giebt, können kupferne mit Holz gefüllte Röhren, oder auch eiserne Stängelchen seyn; aber man gebe ihnen zu äußerst eine schneidende Gestalt, wie die Figur VI im Durchschnitte weiset, damit sich die Vögel (Dohlen, Raaben zc.) nicht darauf setzen, auch das Herz und den halben Mond mache man eben darum am Rande herum sehr scharf schneidend; denn können die Vögel darauf sitzen, so hindern, oder befördern sie den Gang der Uhr, je nachdem sie sich dieß oder jenseits setzen.

Dem Winde gleich widerstehend.

3) Die Zeiger sollen nicht nur das Gleichgewicht der Schwere der Theile dieß- und jenseits der Achse, sondern auch, so viel es sich thun läßt, von beyden Seiten von der Mitte aus gleichen Widerstand gegen die auf sie seitwärts zustürmenden Winde haben. Der in der Figur VI vorgestellte Durchschnitt des Zeigerstängelchens, woran zu äußerst auf einer Seite das Herz, auf der andern der halbe Mond haftet, ist auch schicklich, die Luft leicht zu zertheilen, damit auch der Zeiger von Winden weniger zu leiden habe. Das Herz hat nach seiner Figur zwar mehr Widerstand, als der entgegengesetzte halbe Mond; aber man darf, wenn man es der Mühe werth hält, nur in der Mitte ein kleines ebenes Blättchen parallel mit der Achse auf die Fläche des halben Mondes senkrecht anstelen, damit der Wind daran einen Widerstand finde, so wird man, wenn man die ächte Größe desselben erwischt, das Gleichgewicht vom Drucke der Winde erhalten. Wie kann man sich aber davon versichern? Ich antworte: Durch Versuche bey windigem Wetter, wenn man den Zeiger, den man prüfen will, mit seiner Achse in zwey Pfannen beweglich so stellt, daß der Wind seitwärts auf ihn zubläset: da wird sich bald zeigen, nach welcher Richtung der Wind ihn umtreibt. Es ist aber nicht nöthig, dabey gar zu heickel zu seyn; auf einen kleinen Unterschied kömmt nicht an. Und wenn man auch diese Sorgfalt gar unterläßt, so wird doch eine Uhr vom Blasen der Winde an die Zeiger wenigstens nicht leicht völlig zur Ruhe gebracht. Der Viertelzeiger, der sich viel geschwinder ändert, wird so leicht nicht gar viele Ungleichheit des Ganges vom Triebe der Winde verursachen; der Stundenzeiger kann mehr davon leiden; aber auch sein Einfluß auf die Uhr selbst ist nicht so mächtig, als jener des Viertelzeigers.

Vortheil von Theilung der Scheibe in 6 Theile.

4) Wenn die Stundenscheiben nur in sechs Theile getheilt wären, und der Stundenzeiger innerhalb 24 Stunden viermal umginge, wäre eine solche Uhr mit großen und deutlichen Zeigern wenigstens auf eine noch so große Entfernung kennbar. Es könnten sechs große römische Ziffern im innern Stundenkreise von I bis VI in gleichen Entfernungen von einander, und außer diesen sechs arabische von 7 bis 12 herumgehen: die vier Viertel kämen in einen mit diesen concentrischen kleinern Kreis. Auf diese Art wären sie gewiß sehr sichtbar; denn obwohl man die arabischen Ziffer auf eine große Entfernung nicht sähe, so würde doch jederman bald wissen, daß 7 bey I, 8 bey II &c. stehe, und da man sich ja bey Tags nicht um sechs Stunden betrügt, zu Nachts aber ohnedieß nicht an die Uhr sehen kann, so würde wohl keine Irrung daraus entstehen. Z. B. Wer Vormittag gegen die eilfte Stunde den Zeiger bey V, 11 sieht, wird wohl wissen, daß für diese Zeit 11, nicht V gelte; und eben so wäre es bey andern Stunden. Ein gut vergoldeter glänzender Zirkel, z. E. zu äußerst ein Punkt um jedes Ziffer, oder zwischen dem römischen und arabischen Ziffer, würde sich sonderlich bey Sonnenschein, wohl auf eine noch größere Entfernung sehen lassen, und so könnte manche Uhr auf eine Stunde weit, oder noch weiter den Leuten die Zeit des Tages zu wissen dienlich seyn. Würde es aber auch eingeführt, nur sechs Stunden in einem fort zu zählen, und auch nie mehr als sechs schlagen zu lassen, so blieben die arabischen Ziffer gar weg.

Reparation der Zeiger.

5) Es kann wohl auch mit der Zeit ein Zeiger eine Reparation z. B. eine neue Vergoldung erfordern, wenn er nicht im Feuer,
 Doo
 son

sondern nur mit aufgeklebtem Malergold vergoldet ist. Da ist es doch beschwerlich deshalb in solcher Höhe ein Gerüst zu machen, um die Zeiger abzunehmen, und wieder hinzubringen; man kann aber, wenn je in der Scheibe ober den Achsen der Zeiger eine kleine Oeffnung ist, durch die man einen Stab hinaus stecken kann, oder wenn eine solche Oeffnung sich leicht machen läßt, die Zeiger auch ohne Gerüst von der Scheibe herab und wieder hinauf an ihren Ort auf folgende Weise bringen: Ich stecke einen Stab *x x* (Fig. VII) mit zweyen kleinen Rollen *v* und *w* zu diesem Loch hinaus; über diese lasse ich zwei Schnuren gehen, an deren eine das Rohr *a a*, an die andere das Stängelchen *b b* angebunden ist; an dieses Stängelchen, nämlich an die Achse des Viertelzeigers (die Räder sind schon zuvor abgenommen) stecke ich auch, ehe die Schnur angebunden wird, ein Stückchen Holz *Z* fest an, damit das Rohr *a a* daran nicht hin und wieder rücke; so kann ich damit die Zeiger sammt ihren Achsen herauschieben, vom Thurme herablassen und wieder hinauf und hinein ziehen. Wäre das Loch ober dem Rohre *a a* so eng, daß man mit einem Stängelchen mit Rollen ober dem Rohre *a a* nicht durchkommen, aber doch ein anderes, wie ein halbes Rohr, gehobeltes Stängelchen ober selbst noch hinauschieben kann, so können die Schnuren durch eigens dazu gemachte Löcher in diesem Holze gehen; man muß aber diese Löcher, worüber die Schnuren gehen, nicht mit scharfen Kanten, sondern rundlicht machen, damit sie sich daran nicht zu stark verwezen. Sonst kann man auch etwa ober der Uhr zum Dache ein starkes Holz mit einer Rolle herauschieben, worüber ein Strick mit einem Prügel geht, auf dem ein beherzter Mann auf und abfahren, und die Zeiger äußerlich abnehmen, und wieder ansetzen kann.

Anmerkungen über die Wechselräder 2c.

§. 9. Nachdem wir nun die Hindernisse der Bewegung der Zeiger, die von ihrer Schwere und der daraus entstehenden Reibung der Achse bb , und des Rohrs aa (Fig. I.) herkommen, gehoben haben, müssen wir auch suchen, die zu verhüten, die sich etwa auf dem Wege von bemeldter Achse und dem Rohre aus bis zum Bodenrad einstellen möchten. Zu erst stellen sich vor allen die gezähnten Räder ee , ff , dd , und das Getriebe c dar. Man hat hier fleißig zu besorgen, daß die Räder dd , und ee mit einander und mit der Achse bb , ingleichen das Rad ff mit dem Getriebe c und der Achse gg vollkommen concentrisch laufen; denn sonst muß man den Rädern längere Zähne geben, als es nöthig wäre, und es entsteht daraus ein ungleicher und harter Gang. Die Räder ee und ff werden, wenn je die Zeiger so leicht beweglich gemacht worden sind, wie ich sie durch Tragscheiben leicht beweglich zu machen eben zuvor gelehret habe, und wenn die Räder mit ihren Achsen 2c. völlig concentrisch sind, auch bey sehr großen Uhren groß genug seyn, wenn ihr Radius dritthalbe, höchstens drey Zoll hat; bey kleinern Uhren ist der Radius dieser Räder von 2 Zoll groß genug, und ich gäbe jedem derselben sechzig Zähne. Ist der Radius dieser Räder drey Zoll, so wird die Summe der Stralen des Rades dd und des Getriebes c sechs Zoll, und soll das Rad dd in zwölf Stunden einmal umgehen, so muß sich der Radius des Getriebes zum Radius des Rades, wie 1 zu 12, verhalten; also giebt die Summe beyder Stralen, durch 12 dividirt, den Stral des Getriebes, und dieser von der Summe abgezogen überläßt den Stral des Rades. Z. B. Wenn die Summe 6 Zoll oder 72 Linien ist, so gehören für den Stral des Getriebes 5 und $\frac{2}{3}$ Linien, und

für den Stral des Rades 66 und $\frac{8}{3}$ Linien oder über 5 Zoll noch 6 und $\frac{8}{3}$ Linien. Giebt man aber dem Strale des Getriebes genau 5 Linien, so wird der Stral des Rades genau 5 Zoll, und die Stralen der Räder ee und ff jeder 2 Zoll $8\frac{1}{2}$ Linien. Dem Getriebe c gebe man nicht weniger, als 10 Zähne oder Getriebstäbe, und folglich dem Rade dd 120 Zähne. Am besten wäre es freylich zu Verminderung der Wehung, wenn die Zähne dieser Räder schief wären, wie sie im ersten Abschnitte sind beschrieben worden; doch ist es nicht nothwendig, und man kann, weil die schiefen Zähne mehr Arbeit machen, mit geraden zufrieden seyn. Die nothwendige Länge der Zähne ist bey den Rädern ee und ff ohnedieß sehr klein, und wenn diese Räder wohl concentrisch sind, so sind ihre Zähne lang genug, wenn sie die Länge einer Linie haben. Aber auch bey dem Getriebe und dem Rade dd trägt die nothwendige Länge der Zähne wenig aus. Nimmt man zum Getriebe cylindrische Stäbe von einer Linie Durchmesser, so sind sie für die größten Uhren, deren Stundenzeiger 12 bis 15 Schuhe lang ist, gewiß stark genug, und man mag sodenn die Zähne des Rades dd auch eine Linie lang oder ein bißchen länger machen, (für kleinere Uhren wird alles kleiner) und so erspart man schon viel an der Arbeit, und bringt zum Theile herein, was man auf die Tragscheiben verwendet hat. Bey den jetzt gebräuchlichen Uhren von mittelmäßiger Größe bekommen die Zähne eine Länge von 4 Linien; man giebt dem Getriebe b nur 5, und dem Rade dd 60, den Rädern ee und ff aber etwa 20 Zähne; diese machen aber einen viel härtern Gang, und ihre Verfertigung kostet mehr Arbeit; sie haben auch eine viel kürzere Dauer, weil der Widerstand, den sie überwinden müssen, ungemein größer ist, und selbe darum viel eher abgenützt werden. Der Zapfen des Getriebes c läuft in einem

Loch der Stütze, welche oben, wie eine Gabel gespalten, das Rohr a a unterstützet (Fig. I und II); man soll aber auch jenseits des Rades ff bey k der Achse gk eine Gabel untersetzen, wie die Gabel Fig. II ist, damit sie einen festern und sicherern Stand habe. Außer derselben Stütze aber kömmt eine Gabelbindung, wovon S. 15. wird gehandelt werden.

Wie auf allen Seiten Zeiger von Einem Rad aus getrieben werden.

S. 10. Meistens will man auf einem Thurme auf allen vier Seiten Zifferblätter und Zeiger haben, damit man von allen Seiten her darauf sehen, und erfahren könne, welche Stunde es sey. Dieses zu erhalten greift ein horizontales Stirnrad a (Fig. VIII.) welches sammt der Länge der fünf Linien langen Zähne etwa fünf Zoll im Durchmesser hat, in vier eben so große Stirnräder b₁, b₂, b₃, b₄, von denen die Stängelchen bis zu den Achsen der Viertelzeiger hingehen und mit ihnen verbunden sind. Man giebt einem jeden solchen Rade etwa 28 oder 30 Zähne von ziemlicher Stärke; aber man setzt diese vier Räder so, daß ihre Achsen nicht gerade auf den Mittelpunkt c des mittlern Rads a zugehen, sondern sie gehen in einer Entfernung von etlichen Linien mit den vier durch den Mittelpunkt c kreuzweise gehenden Linien parallel, damit sie mit ihren Zähnen einander nicht erreichen, welches ihren Gang hindern würde. Das horizontale Rad a ist bey einigen Uhren unter den Rädern b, bey andern ober denselben, je nachdem die Richtung des Ganges dieser Räder es fodert. Im letzten Falle geschieht es auch, daß man das Rad a von den Rädern b gleichsam als Traagscheiben tragen läßt; dadurch erhält man zwar in der Hauptsache keine

Absicht; aber doch haben diese so geordneten Räder einen etwas harten Gang und eine ziemliche Bewegung der Zähne an einander, die desto stärker wird, je schwerer die Zeiger sich bewegen: daher wenn man, wie ich bisher gezeigt habe, die Zeiger selbst durch Tragscheiben sehr leicht beweglich macht, so ist auch der Gang dieser fünf Räder eben so viel leichter. Wir wollen jetzt sehen, ob wir nicht auch unmittelbar ihren Gang erleichtern können.

Von den Eckrädern.

S. II. Wenn ein Rad A (Fig. IX) ein anderes B, deren Achsen gegen einander unter einem rechten Winkel zugehen, leicht führen soll, so sollen sie weder Stirnräder, noch Kammräder seyn, sondern die Zähne sollen mit den Flächen der Räder einen Winkel von 45 Graden machen; sie sollen nämlich senkrecht auf einer konischen Fläche stehen, die mit der Achse des Kegels, wovon ein solches Rad ein Abschnitt ist, einen halbrechten Winkel macht. Z. B. Es bewege sich das Viereck $mmnn$ um die Achse nn , so beschreibt die Linie mm die konische Oberfläche, auf der die Zähne senkrecht stehen sollen. Man möchte etwa dergleichen Räder Eckräder nennen. Es können aber die Zähne solcher Räder auf der konischen Oberfläche auf zweyerley Art senkrecht stehen, und zwar erstens, wenn die Richtung der Zähne auf die Achse des Kegels c gerade zugeht, in welchem Falle wir sie gerade Zähne heißen wollen, zweitens, wenn sie in einer Spirallinie darauf herumgehen, so daß von v (in der Figur N) jeder Zahn vom innern Theilungspunkte x auf den äußern v des nächsten nach einer gekrümmten Linie, wie es die gekrümmte Oberfläche, auf der sie senkrecht stehen, fodert, zugehe und dies

diese nenne ich schiefe Zähne. M stellt ein Stück eines Eckrades von etwas mehr als einem Quadranten viermal kleiner als ich sie hier haben will, im Grundrisse, und N vier Zähne in natürlicher Größe vor. Die schiefen Zähne sind nur lang oder hoch genug, wenn sie sich auch nur eine Linie oder drey Viertel einer Linie des Pariser Zolls über die konische Oberfläche erheben; denn weil dabey die nothwendige Länge der Zähne wegfällt, so haben sie keine größere Länge oder Hervorragung nöthig. Es sind nämlich diese schiefen Zähne eben so, wie die im ersten Abschnitte beschriebenen, beschaffen, mit dem einzigen Unterschiede, daß jene auf einer cylindrischen, diese aber auf einer konischen Fläche stehen, die mit der Achse einen Winkel von 45 Graden macht. Nun solcher Zähne gebe ich jedem Rade sechzig. Soll ein Eckrad nur eines, oder zwey, nämlich eines rechts, das andere links, oder drey gleich weit von einander stehende bewegen, so mache ich sie alle von gleicher Größe. Wenn aber ein horizontales Rad in der Mitte vier vertikale, um vier Zeiger zu treiben, führen soll, so lasse ich alle Achsen dieser vier Räder auf die Achse des mittlern senkrecht zugehen, und im Vierecke, blos daß diese Räder einander nicht berühren, herumstehen, und alle von gleicher Größe seyn; das mittlere horizontale Rad aber, welches diese vier Räder führen soll, mache ich im Durchmesser etwa drey Linien größer, als diese; doch bekömmt es auch nicht mehr Zähne. Seine Zähne, weil sie einen etwas größern Abstand von einander haben, als die Zähne der Räder, die sie führen sollen, geben diesen zwar beym Eintritte einen kleinen, aber kaum merklichen Stoß, der gar nicht nachtheilig wird, weil der Unterschied der Entfernung der Zähne sehr klein ist. Von gleicher Größe kann ich sie alle fünf darum nicht machen, weil sonst ein Rad das andere in seinem Gange,

da sich die Zähne in einander versenken, hindern würde. Auf solche Art würden diese Räder den leichtesten Gang, und, so viel es möglich ist, die wenigste Bewegung haben. Aber machen sie nicht zu viele Arbeit? Ich vermuthe wenigstens nicht viel mehr, als die jetzt gewöhnlichen Stirnräder; sie haben zwar noch so viele und dickere Zähne, aber diese sind sehr kurz. Die konische Oberfläche ist auch so gar schwer nicht zu machen, wenn mans nur recht anzugehen weiß. Man mache zuerst einen ebenen zirkulären Streif mit einem äußern Strale, der sich zum äußern Stral, des Rades, das daraus werden soll, wie die Quadratwurzel von zwey zu eins verhält, und eben so bestimme man den innern Stral. Z. B. Ich will, der äußere Stral meines Rades soll genau einen Zoll und neun Linien, der innere aber einen Zoll und sechs Linien haben, so verfertige ich einen zirkulären Streif, dessen äußerer Radius 29 Linien und 7 Scrupel, der innere aber 25 Linien und 6 Scrupel hat. (Wenn man den Logarithmus von $12 + 9$ und 21 Linien zum Logarithmus der Quadratwurzel von 2 addirt, so giebt die Summe den Logarithmus von 29, 7; imgleichen, wenn man den Logarithmus von $12 + 6$ oder 18 Linien zum Logarithmus der Quadratwurzel von 2 addirt, giebt die Summe den Logarithmus von 25, 57) Von diesem zirkulären Streife schneide ich einen Bogen von 254 und einem halben Grade ab (die Quadratwurzel von 2, verhält sich zu eins, wie 360 zu 254, 56) und vereinige die Ende dieses Bogenstreifes durch Pötung mit einander, und setze einen zirkulären Streif mit Stralen darein, der ihn in die Runde bringe, so habe ich die verlangte konische Oberfläche, in die ich (Der Streif muß dick genug dazu seyn) die Zähne einfeilen kann.

Aber wie gebe ich ihnen die gehörige Krümmung? Auf folgende Weise: Ich theile die äußerste Peripherie durch Hülfe ei-

ner

einer Theilungsscheibe gehörig ein: ziehe alsdenn von jedem Theilungspunkt eine auf den äußern Bogen senkrechte Linie $v w$ (in der Figur N) auf die innere Peripherie zu; sodenn lege ich ein kleines Lineal von dünnem leicht biegsamen Messing von jedem äußern Theilungspunkt an den nächst folgenden innern an, und ziehe daneben mit einer Ahle eine Linie $v x$ her, welche mir die Richtung des Zahnes weist, den ich durch Einfeilen gestalten will.

Verminderung der Wehng bey Sternrädern statt der Eckräder.

§. 12. Wenn etwa diese Eckräder, weil sie zu viele Arbeit machen, nicht gefallen, der mag wohl bey den Sternrädern bleiben; aber ich rathe ihm, denselben mehrere und kürzere Zähne zu geben, als man bisher pflegte, etwa 40 bis 60 anstatt 20 oder 30. Ist ein solches Rad von einem Radius von 2 Zoll mit 60 Zähnen, so sind sie lang genug, wenn sie eine Linie lang sind, wie ein Stück davon die Figur a in natürlicher Größe zeigt. Die Zähne mögen inwendig ein bischen schmaler seyn, als auswendig: so bekommen die Räder einen viel leichtern Gang, und die Zähne haben weit weniger Wehng, als wenn ihrer wenigere oder nur halb so viele wären. Sie machen gewiß nicht mehr, sondern weniger Arbeit als jene; und man hat gar nicht zu befürchten, daß die Zähne abbrechen, oder sich zu bald abnützen; denn eben darum, daß sie kürzer sind, sind sie schwerer zu brechen, und weil sie viel weniger Wehng haben, vernützen sie sich so bald nicht. Doch will ich nette Arbeit dabey haben, und man sollte wohl die vier Räder b (Fig. VIII) wenn das Rad a unter den Rädern b, b, b, b ist, (in der Figur

ist es ober selben gezeichnet) mit einer quadratischen eisernen Rahm eeee umgeben, worinn die Pfannen der Räder, in denen ihre Achsen umlaufen sollen, eingefest, und etwa auch mit Messing gefüttert wären. Diese Rahm ruhet auf vier Schienen oder Säulchen als Füßen, die auf dem Boden fest angenagelt sind; aber zwei dieser Säulen erheben sich bis über die Räder, und tragen in der Höhe einen horizontalen Steg dd mit einem runden Loch in der Mitte, in welchem der Zapfen der Achse des Rades a, als einer Pfanne umläuft: so können sich die Räder nicht von einander entfernen, sondern bleiben sicher immer in gleicher Stellung. Setzt man aber unter jedes eine besondere freye Stütze mit einer Gabel, worinn die Achsen der Räder laufen sollen, so ist eher Gefahr, daß diese sich verbiegen, und also die Stellung der Räder gegen einander geändert werde. Wenn aber das Rad a ober den Rädern b, b, b, b zu stehen kömmt, so ließe ich die Rahm eeee weg, und setzte dafür inwendig auf drey Säulen einen eisernen Ring, wovon F ein Stück in natürlicher Größe im Grundrisse vorstellt, in dem die vier Räder mit kleinen Zapfchen in ihren Pfannen auflagen; innerhalb wäre ein kleines Scheibchen m m angesteckt, das durch einen vorgesteckten Stift n an dem Zapfchen erhalten würde, und die Zapfchen nicht ausweichen ließe. Auswendig aber gieng eine zu oberst gekrümmte Stütze über das Rad a hinauf, um das Zapfchen desselben in einem Loche als einer Pfanne zu halten.

Von Reibung der Hälse in den Pfannen, und wie sie zu vermindern sey.

S. 13. Alle vier Räder b, b, b, b haben in ihren Pfannen, theils ihrer Schwere halber, theils selbst durch den Trieb eine

Weh.

Wegung, und die Eckräder werden überdieß nach der Direktion ihrer Achsen zurück getrieben. Man kann zwar alle diese Bewegungen durch Tragscheiben sehr vermindern, die nach der Direktion der Achse gehenden mit horizontalen, die abwärts und seitwärts gehenden mit vertikalen. (Wir werden von den Tragscheiben bald mehr reden.) Allein gar so viele Tragscheiben scheinen mir zu viel Arbeit zu machen: ich glaube also, es werde genug seyn, daß man die Hälse der Achsen (die man nicht zu dick und auch nicht zu lang machen soll, wenn sie je solche Hälse haben) so weit sie in den Pfannen gehen, hübsch rund feile und polire, und eben so auch, wenn die Pfannen hinter ihnen sind, die Ansätze, mit denen die Räder gegen diese Pfannen hinter sich drücken, die auch nicht zu breit seyn sollen, damit alle Reibung, so viel es möglich ist, vermindert werde. Geben sie aber mit Zäpfchen, die auf dem Ringe inner diesen Rädern ruhen, so wird ohnedieß ihre Bewegung nicht groß seyn. Die Räder samt ihren Achsen oder Zäpfchen, so weit sie in den Pfannen gehen, sollen auch gegen den Staub, der von oben darein fallen könnte, wohl bedeckt werden, sonderlich unter den Dächern, wo Sand oder Theilchen von Mergel in die offenen Pfannen fallen könnten, wenn sie nicht wohl bedeckt wären: daher möchte ich auch Sicherheit halber über jede Pfanne einen besondern Deckel machen; der Sand würde sonst die Hälse und Pfannen raub machen, und einen harten Gang verursachen, sonderlich wenn man ihnen auch Oehl giebt, wodurch freylich der Gang, so lang es flüßig ist, sehr erleichtert wird. Aber da das Oehl (wenigstens das Baumöhl) im Winter hart wird, wird es wenigstens im Winter mehr schaden, als nützen. Leinöhl bleibt im Winter flüßiger, aber erhärtet im Sommer durch Austrocknung, und es muß deßhalb, wenn

man sich dessen im Winter bedient, im Frühlinge alles wieder rein ausgepuzet werden.

Unterstützung vertikaler Stängelchen

durch Tragscheiben.

S. 14. Manchmal ist das horizontale Rad a (Fig. VIII.) von welchem die Bewegung den vier vertikalen b soll mitgetheilt werden, sehr hoch über das Uhrwerk erhoben, daß also eine lange und eben darum schwere Stange, die man aus mehrern Theilen zusammen fest, von selbem herabsteigen muß: läßt man diese Stange zu unterst in einer Pfanne, von der sie unterstützt wird, laufen, obwohl man sie zu unterst ziemlich spizig und etwas rundlicht macht, um die Wezung dadurch zu vermindern, so ist doch diese Wezung wegen des allzu starken Druckes nicht gar gering, und die Pfanne wird bald davon abgenüßt: man kann aber diese Wezung durch Tragscheiben auf folgende Weise vermindern: Ich setze an die vertikale Stange a a (Fig. X viermal kleiner als von Natur, die Figur XI ist der Grundriß zu oberst am Rohre e e in natürlicher Größe) eine Scheibe b b an, diese Stange lasse ich durch ein Rohr c c gehen, so daß sie selbes nirgend anrührt; aber zu oberst schraube ich in dieses Rohr drey Schraubchen h, h, h, welche die Stange fast gar berühren, und in der Mitte erhalten: die Stange selbst ist am Orte, wo die Schraubchen hintreffen, fein rund gefeilet, und auch die Schraubchen sind am Ende, wo sie die Stange berühren, poliret: sie mögen von Messing gemacht seyn, daß also die Stange daran keine merkliche Wezung hat, und durch das Rohr ganz frey durchgeht; zu unterst ist an dieses Rohr eine Scheibe d d angelötet, die

auf

auf dem Boden oder Balken GG, durch den die Stange aa durchgehen soll, aufsteht, und darauf angenagelt ist.

Dieses Rohr trägt die Zapfen der Achsen der vier Scheiben m, m, und M, M, welche demselben die nächsten sind, auf folgende Weise: Die Zapfchen der Scheiben M M liegen in runden Löchern als Pfannen im Rohre auf: sie sind eine gute Linie oder anderthalb Linien dick. Die Scheiben M, M aber haben etwa zween Zoll im Durchmesser, und diese tragen die Zapfchen der Scheiben m m von 20 Linien im Durchmesser, welche etwa eine Linie dick abgedrehet, polirt, und gehärtet sind, (auch die Zapfchen der Scheiben M, M sind gehärtet, abgedreht und fein polirt) aber damit sie seitwärts nicht ausweichen, sind am Rohre c c zwey Stücke e, e angelötet, mit einem vertikalen Schlüz, in den diese Zapfen v, v laufen, daß sie also zwar unter sich auf den Scheiben aufliegen, seitwärts aber von den Stückchen e, e, welche die Scheiben nicht gar erreichen, erhalten werden. Die Achsen mn und MN sind vier bis sechs Zoll lang, und haben zu äußerst bey n, und N ganz kleine, abgedrehte, gehärtete und polirte Zapfchen, mit denen sie in den Säulen n f ruhen, welche auf dem Boden oder Balken GG mit ihren Füßen f fest angenagelt sind.

Nutzen dieser Tragscheiben.

Auf diesen Tragscheiben ist die Stange a a ganz leicht beweglich: denn wenn sich der Radius einer Scheibe m zum Radius der Scheibe b, wo sie auf den Scheiben m, m aufliegt etwa beyläufig wie 2 zu 3 verhält, so gehen die Zapfen der Scheiben m m bey ihren zween Umgängen, nämlich in drey Stunden

den, zweymal um. Wenn nun diese nur eine Linie dick sind, die Scheiben M M aber 24 Linien im Durchmesser haben, so machen diese Scheiben erst in dreymal vier und zwanzig Stunden zweyen Umgänge, also in anderthalb Tagen nur einen, und da ihre Zapfen selbst sehr klein, und wohl polirt sind, so wird bey so langsamer Bewegung wenig Wehung entstehen. Die kleinen Zäpfchen N und n aber haben, weil sie wegen ihrer großen Entfernung von den Scheiben wenig zu tragen haben, ohnedieß keine starke Wehung zu erdulden. Man möchte etwa allen diesen Zäpfchen Blättchen von dünnem Messing unterlegen, oder Ringe von dünnem Messing anstecken, die von Zeit zu Zeit mit neuen ersetzt würden, damit die Böcher, worin sie gehen, sich nicht erweitern, und also sammt dem Rohre e e beständig erhalten werden.

Erklärung der Gabelbindungen und ihr Nutzen.

S. 15. Manchmal ist das Zifferblatt nach horizontaler Direktion vom Uhrwerke, von dem die Zeiger sollen getrieben werden, sehr weit entfernt: man hat dann mehrere an einander gesetzte Stängelchen nöthig, die Bewegung bis dahin fortzuführen; diese Stängelchen werden theils mit Gabeln, theils mit Kreuzbindungen mit einander verbunden. Ich muß zuvor, ehe ich weiter gehe, von diesen beyden Arten der Verbindung etwas ausführlicher reden; hernach werden wir erst sehen, was für Hindernisse der Bewegung von diesen Stängelchen entstehen, und wie sie zu heben seyen.

Man befestet an ein Stängelchen a (Fig. XII) ein eisernes etwa zwei oder dritthalb bis 3 Linien dickes, zween Zoll langes, und sechs bis zehn Linien breites Blättchen c, c, mit zween cylindrischen etwa einen Zoll langen Zinken ee durch Nietung an, und heißt das Ding eine Gabel; an dem andern Stängelchen b ist eben ein solches Blättchen, aber ohne Zinken d, d angenietet mit zwey runden Löchern, durch welche die Zinken ee frey durchgehen; man möchte etwa dieses Blättchen eine Gabelmutter nennen; alles zusammen nenne ich eine Gabelbindung. Durch eine solche Gabelbindung werden die zwey Stängelchen a und b so mit einander verbunden, daß sich eines ohne das andere um seine Achse nicht drehen kann; doch können die zwey Blättchen cc, und dd etwas näher zusammen treten, oder sich von einander entfernen, ohne daß die Gabel aus der Gabelmutter gehe. Solcher Verbindungen sind sonderlich bey langen Stängelchen wenigstens einige nothwendig. Bekannt ist, daß sich das Eisen von der Wärme ausdehne, von der Kälte aber zusammen ziehe; die Stängelchen werden also im Sommer bey großer Hitze länger, im Winter bey der Kälte kürzer als bey mäßiger Wärme: wären nun an den Stängelchen keine Gabelbindungen, so müßten die eisernen Stängelchen, wo sie sich verlängern, nothwendig sich krümmen, oder die damit verbundenen Rädchen von einander schieben, bey kaltem Wetter aber zusammen ziehen. Deswegen sind die Gabelbindungen bey langen Stängelchen eine nothwendige Sache; und sogar auch bey ziemlich kurzen, welche zwey Rädchen mit einander verbinden, soll wenigstens eine Gabelbindung dazwischen kommen; sonst entsteht zu Zeiten ein harter Gang, oder das Werk wird gar gestellet.

Erklärung der Kreuzbindungen und ihr Nutzen.

S. 16. Wenn die Stängelchen immer völlig gerad fortgiengen, hätten wir keine andere als Gabelbindungen nöthig; aber man ist oft gezwungen, verschiedenen Gegenständen, die im Wege stehen, auszuweichen, und darum von der geraden Führung bald mehr, bald weniger abzuweichen. Bisweilen sollen die Stängelchen gar über Ecke gehen; dazu dienen die Kreuzbindungen, welche auf folgende Weise gemacht werden: An ein Stängelchen a wird mittelst Nuthung ein Bogen d (Fig. XIII.) angemacht, und eben ein solcher Bogen kömmt auch an das Stängelchen b, welches mit a einen Winkel machen soll; zwischen diese Bögen aber kömmt ein Kreuz mit 4 kleinen, runden, wohl polirten, eine oder anderhalb Linien dicken Säpfchen e, e, e, e, mit denen selbes zu äußerst in Löchern in den Bögen d, d, als Pfannen beweglich ist. Man drückt die Bögen, welche eine Federkraft haben, ein wenig aus einander, um die Säpfchen hineinzubringen. Um sie leichter in ihre Löcher zu bringen, mache man sie nicht zu lang, und zu äußerst ein wenig dünner, als die Weite der Löcher ist.

Mit diesen Kreuzbindungen läßt sich nun die Bewegung der Stängelchen um ihre Achse, auch wenn sie nicht in gerader Linie liegen, von einem in das andere fortpflanzen, und sogar auch über Ecke bringen: denn es kann wohl ein Stängelchen a ein anderes b, das mit ihm einen Winkel von 45 Graden macht, und dieses Stängelchen b unter dem nämlichen Winkel ein anderes c, welches also mit dem Stängelchen a einen rechten Winkel macht, bewegen. Das Stängelchen b kann auch gar wegbleiben, wenn nur seine Bögen d d mittelst Nuthung mit einander verbunden sind. Durch diese Kreuzbindungen also geht die Be-

we

Bewegung ohne Rädchen über Ecke, und es ist wenig, und weit weniger Bewegung dabey, als wenn man mit zwey oder drey Wechselfrädchen die Bewegung von einem Stängelchen ins andere brächte. Man kann zwar auch durch Gabelwechslungen, wenn man die Löcher in den Gabelmüthern weit genug macht, die Bewegung unter einem nicht gar großen Winkel von einem Stängelchen in das andere bringen: ich rathe aber nicht dazu, weil merkliche Bewegung dabey ist, die einen harten Gang verursacht. Doch kann man der Gabelbindungen nicht gänzlich entbehren, weil bey den Kreuzbindungen sich die Stängelchen nicht frey verlängern und verkürzen können, wie bey den Gabelbindungen. Wenn viele Stängelchen in gerader Linie aneinander fortgehen, so mögen sie entweder alle durch Gabelbindungen, oder wechselweise durch Gabelbindungen und Kreuzbindungen verbunden seyn.

Von den horizontalen Stängelchen.

S. 17. Ein Stängelchen, das ziemlich lang ist, und nur an seinem Ende, oder nahe daran Unterstüzungen hat, biegt sich in der Mitte; diese Beugung macht dem Stängelchen um seine Achse einen harten Gang; denn so fällt der Mittelpunkt der Schwere desselben außer der Achse, und es kann das Stängelchen unmöglich umgehen, ohne beständige Bemühung, denselben zu erheben und um die Achsenlinie zu treiben. Wollte man sie in der Mitte unterstützen, so entstünde auf der Stütze eine Reibung; und wenn die Unterstüzungen eines Stängelchens nicht alle in völlig gerader Linie stehen, so wird wieder das Stängelchen gebogen, und der Gang erschweret. Es kann aber leicht, wenn auch Anfangs alle Stützen vollkommen in gerader Linie stehen, mit der Zeit, weil der Boden oder Balken, auf dem die Stützen ruhen, sich krümmet, eine Stütze aus ihrer vorigen Lage kommen, und als einen harten Gang verursachen; darum soll man sich nie langer Stängelchen, wenn diese horizontal, oder auf schiefen Flächen fortgehen sollen, bedie-

nen, sondern viele kürzere mit Bindungen zusammensetzen. Hohle Röhre von verzinnem Eisenbleche, weil sie sich nicht so sehr biegen, wie die ganzen Stängelchen, mögen etwas länger seyn, als diese. Wenn man sich hölzerner Stängelchen bedient, so müssen sie aus gewadfasrigem, wohl ausgetrocknetem Holze ohne Aeste bestehen; aber eiserne sind besser, und Röhre von verzinnem Bleche die besten. Ich rathe wenigstens, jedes der ganz eisernen Stängelchen nicht mehr als vier, höchstens fünf Pariser Schuhe lang zu machen.

S. 18. Man mag nun die Stängelchen von was immer für einer Materie machen, so soll jedes an einem Orte, und zwar nächst bey der Bindung mit Tragscheiben untersetzt seyn, damit seine Bewegung recht leicht sey. Es ist aber nicht genug, nur an jede Säule, die sich zu oberst in eine Gabel spaltet, zwischen welcher das eiserne Stängelchen durchgeht, ein kleines Zäpfchen mit einer daran gesteckten Tragscheibe zu machen, worauf das Stängelchen aufliege. Ich habe diese Tragscheiben bey einer Uhr von dieser Art ganz unnütz befunden; die Zäpfchen bogen sich vom Gewichte der aufliegenden Stängelchen, die ziemlich lang und dick, und darum schwer waren, und die Tragscheiben legten sich unten an die Säulen an, und blieben unbeweglich. Ich will, daß die Scheiben selbst feste Achsen und beyderseits Zäpfchen haben, die in ihren Pfannen laufen, und zwar soll mir das Zäpfchen der Scheibe, worauf das Stängelchen, welches der Scheibe das nächste ist, unmittelbar aufliegt, wieder auf einer Scheibe aufliegen. Es sey also das Stängelchen aa (Fig. XIV) in der Gabel b der Stütze b d an dem Orte, wo es durch die Gabel geht, und ober der Scheibe m fein rund gefeilt und polirt. Die Scheibe m, etwa 20 Linien im Durchmesser groß, hafte an einer 4 bis 5 Zoll langen Achse m n und das über die Scheibe m hinaus gehende Zäpfchen liege auf der Scheibe M auf, gehe aber bis in die Stütze d b hinein, worinn nach vertikaler Direction ein länglichtes Loch sey, daß selbes
zwar

zwar im Loche unten nicht aufliege, aber seitwärts nicht ausweichen könne, oder noch besser, es rage ein kleines in der Mitte mit einem Schlitze durchschnittenen Stückchen Eisen über die Scheibe M hinaus, worinn das Zäpfchen erhalten wird. Die Scheibe M finde für sein vorderes Zäpfchen ein rundes Löchlein als eine Pfanne, worinn selbes laufen könne, in der nämlichen Stütze; die hintern Zäpfchen n und N aber, welche sehr dünn seyn mögen, haben ihre Pfannen in der hintern Stütze F. Die Zäpfchen seyen gehärtet, sein rund abgedrehet, und poliret; so wird ihre Bewegung sehr leicht seyn. Wenn nun das Stängelchen a a vier Linien, das vordere Zäpfchen der Scheibe m eine Linie, die Scheibe m 20 Linien, und die Scheibe M 24 Linien im Durchmesser haben, so geht die Scheibe m in 5 Stunden, und die Scheibe M in 5 Tagen erst einmal um. Hat das Zäpfchen der Scheibe m zwei Linien im Durchmesser, so läuft die Scheibe M doch erst in dritthalb Tagen einmal um, und also wird durch diese Scheiben die Bewegung des Stängelchen gar sehr vermindert. Die Zäpfchen aber müssen keine überflüssige Länge haben, sondern das obere erst hinter der Scheibe M, die übrigen hinter ihren Pfannen anfangen, von dem dickern Theile der Achse hervorzuragen; denn je kürzer sie sind, desto geringer ist Gefahr, daß sie abbrechen. Es wäre auch gut, wenn die hintere Stütze F bis zum runden Stängelchen a a hinaufreiche und beyde Stützen mit einem dünnem Stängelchen oder Eisendrate b F, so daß sie fest bey einander bleiben, miteinander verbunden wären, damit die Zäpfchen aus ihren Pfannen nicht ausweichen können. Hölzerne Stützen, deren Löcher mit Messing geflittert wären, durch hölzerne Stängelchen mit einander verbunden, statt der eiserne, könnten auch gut thun; und die Kosten in etwas vermindern.

S. 19. Hat die Uhr an mehr Orten Zeiger zu bewegen, so bediene man sich überall der nämlichen Vortheile, die wir jetzt erklärt haben. Wo Wechselräder nöthig sind, mache man sie alle, wie die oben S. 2. beschriebenen mit vielen Zähnen; so wird

alle Bewegung leicht seyn, und das Bodenrad, welches alle mit einander treiben muß, wird keinen so großen Widerstand zu überwinden haben, wie an den jetzigen Uhren; man wird also zum Gehwerke bey weitem so starke Räder, und zu ihrem Triebe bey weitem so starke Gewichter nicht nöthig haben, als man ohne diese Hilfsmittel nöthig hätte. Ja man wird es leicht dahin bringen, daß sie zehnmal leichter seyn dürfen, und daß man also zehnmal weniger Mühe habe, sie täglich aufzuziehen. Gehen also gleich merkliche Kosten darauf, alles so zu machen, wie ich es jetzt beschrieben habe, so bringen sich doch diese Kosten mit Vortheile im Gehwerke wieder herein. Sie sind aber auch so groß nicht, als sie zu seyn scheinen, ehe man die Sache recht überlegt, aber Achtsamkeit wird es mehr brauchen, als bey der gemeinen Art. Macht man die Zeiger so leicht beweglich, als sie nach meiner Art werden, so kann die Bewegung von dem Rade a (Fig. VIII) an bis zum Bodenrade statt eiserner Stängelchen mit Ersparung der Kosten durch hölzerne Stängelchen gar leicht fortgesetzt werden. Die Tragscheiben, die man aus Blech ausschneidet, können auch so viele Kosten nicht machen. Die Gabeln zu den Verbindungen können viel schwächer seyn, als sie sonst seyn müssen, und man wird mit der Zeit manche Stücke noch viel leichter machen, als ich selbe jetzt angegeben habe. Aber der größte Vortheil ist die Vollkommenheit und Dauerhaftigkeit des Werkes. Der immer gleichförmige, nicht hüpfende Gang der Zeiger, sonderlich wenn eine Uhr viele und weit von einander entfernte Zeiger treiben soll, verdient ja schon allein alle von mir gefoderte Mühe, und da alle Bewegung durch die vorgeschriebenen Vortheile so sehr vermindert wird, so kann sich ein solches Werk in ungemein langer Zeit nicht abnützen, und bringt also auch die Dauerhaftigkeit des Werkes die darauf verwendeten Kosten mit Vortheile herein.





