DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Haandbog
i
Geometriske
Konstruktioner.

1890.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

744 Aag
Haandbog i geometriske
1890

Sysnr: 253338

300011716595

DTV

DTB Danmarks Tekniske Bibliotek

KUN
til brug på
LÆSESAL

744.

16

0744

~~749~~

HAANDBOG

I

GEOMETRISKE KONSTRUKTIONER

TIL BRUG

FOR HAANDVÆRKERE OG ELEVER I HAANDVÆRKER- OG TEKNISKE SKOLER

SAMLET OG UDARBEJDET AF

J. G. J. AAGAARD

LÆRER VED DET TEKNISKE SELSKABS SKOLE. KJØBENHAVN

UDGIVET MED UNDERSTØTTELSE AF DEN REJERSENSKE FOND

KJØBENHAVN

GALLE & AAGAARDS FORLAG. I COMMISSION HOS N. C. ROM.

TRYKT HOS GALLE & AAGAARD.

1890

INDUSTRI-FORENINGEN.

Q-37.

FORORD.

Ved Udgivelsen af nærværende lille Bog, har Undertegnede søgt at afhjælpe Savnet af en samlet Række geometriske Konstruktioner, saaledes ordnede og forklarede, at de kunne være en Hjælp, dels for Haandværkere og Elever i Haandværker- og tekniske Skoler, dels ved Undervisningen i Skoler hvor dette Fag er optaget.

Jeg har søgt at samle det Materiale, der er fælles for de fleste Haandværksfag og derefter tilføjet Konstruktioner, som ere særlige for Snedkere, Tømrere, Murere, Mekanikere m. Fl.

Den korte Forklaring til Konstruktionerne, er holdt saa let forstaaelig og kort som mulig, uden geometriske Beviser, at den kan være let overskuelig for dem, der have glemt deres tidligere Tegneundervisning, samt at Elever i Hjemmet kunne repetere og overtænke det paa Skolen lærte, og saaledes gjøre det muligt for Læreren at føre en hurtig og mindre besværlig Examination.

For at lette Forstaaelsen af Konstruktionerne er Udførelsen foretaget paa den Maade, at

det *Givne* er fint og fuldt optrukket,
det *Søgte* kraftigt og fuldt optrukket og
Konstruktionslinjer ere punkterede eller stiplede.

J. J. Aagaard

Kjøbenhavn i 1889.

Forkortninger og Tegn.

L = Linje.	$\perp$ = Vinkelret paa.	○ = Cirkel.
P = Punkt.	$\sphericalangle$ = Vinkel.	⊙ = Centrum.
< R = Ret Vinkel.	‡ = parallel med.	⌒ = Cirkelbue.
Rad. = Radius.	═ = ligestor med.	

Indledning.

En begrændset Del af Rummet kaldes et *Legeme.*

Ethvert Legeme har 3 Udstrækninger: *Længde, Brede* og *Højde (Dybde. Tykkelse).*

Et Legeme begrænses af *Flader.*

En Flade har 2 Udstrækninger: *Længde* og *Brede.*

En Flade begrænses af *Linjer.*

En Linje har kun en Udstrækning: *Længde.*

En Linje begrænses af *Punkter.*

Et Punkt har ingen Udstrækning. Det antyder saaledes kun et Sted i Rummet.

Linjer kunne være *rette, krumme* eller *brudte.*

En *ret* Linje er den korteste Afstand mellem to Punkter.

En *krum* Linje er den, hvoraf ingen Del er ret.

En *brudt* Linje indeholder rette eller krumme Linjer eller begge Slags i Forening.

At *maale en Linje,* er at finde dens Forhold til en anden bekjendt Størrelse af samme Art, betragtet som Enhed.

Enheden for dansk Længdemaal kaldes *en Fod* = 1'.

1 Fod = 12 Tommer = 12''.

1 Tomme = 12 Linjer = 12'''.

1 Fod = 10 Tommer (Decimal).

Enheden for fransk Maal kaldes 1 Meter = 1 m. = $38\frac{1}{4}$ dansk Tom.

1 Meter = 10 Decimeter = 10 dm.

1 Decimeter = 10 Centimeter = 10 cm.

1 Centimeter = 10 Millimeter = 10 mm.

1 Meter altsaa = 1000 mm.

Naar to rette Linjer skære hinanden i et Punkt fremkommer en *Vinkel.*

Punktet kaldes *Toppunktet* og Linjerne *Vinkelbenene.*

Størrelsen af en Vinkel bestemmes af Rummet mellem Vinkelbenene.

Cirkel kaldes en i sig selv tilbageløbende krum Linje, hvori ethvert Punkt er lige langt borte fra et fast Punkt, der kaldes *Centrum.* Cirkellinjen kaldes *Periferien.*

Den rette Linje fra Centrum til Periferien kaldes *Radius.*

En ret Linje, der gaar gjennem Centrum og deler Cirklen i 2 ligestore Dele, kaldes *Diameter.*

En ret Linje mellem 2 Punkter i Periferien kaldes en *Korde.*

Diametren er altsaa den største Korde i en Cirkel.

En ret Linje, der afskærer et Stykke af Cirklen kaldes en *Sekant.*

En ret Linje, der berører Periferien kaldes en *Tangent.*

Det Stykke af Cirklen, der afskæres af en Korde kaldes et *Afsnit (Segment).*

Det Stykke af Cirklen, der begrænses af 2 Radier *kaldes et Udsnit (Sektor)*.

Et Stykke af Cirkelperiferien kaldes en *Bue*.

Cirkelperiferien deles i 360 ligestore Dele, der kaldes *Grader*; = 360°.

En Grad deles i 60 Minuter = 60'

En Minut deles i 60 Secunder = 60"

65 Grader 30 Minuter 41 Secunder skrives 65° 30' 41"

To Diametre, der staa vinkelrette paa hinanden, dele Cirklen i 4 Vinkler hver = 90°, der kaldes rette.

En ret Vinkel betegnes: = < R.

En Linje siges at staa *vinkelret paa Midten* af en anden, naar ethvert Punkt i den er lige langt fjernet fra Endepunkterne af den anden.

»Vinkelret paa« betegnes ⊥.

En Vinkels Størrelse maales saaledes af den Cirkelbue, der med Toppunktet som Centrum slaaes over Vinkelbenene.

En Vinkel mindre end R kaldes *spids*.

En Vinkel større end R kaldes *stump*.

To Vinkler, der tilsammen udgøre én R, kaldes *Komplementvinkler*.

To Vinkler, der tilsammen udgjøre 2 R, kaldes *Supplementvinkler*.

To Vinkler, der tilsammen udgøre 4 R kaldes *Explementvinkler*.

To Vinkler, hvis Ben ere Forlængelser af hinanden, kaldes *Topvinkler*.

To Vinkler, som have et Ben fælles og hvis andre Ben ligge i hinandens Forlængelse, kaldes *Nabovinkler*. Nabovinkler ere saaledes Supplementvinkler.

Plan kaldes en Flade begrænset af Linjer, hvori overalt kan nedlægges rette Linjer.

Linjerne, der begrændse Planet, kaldes Siderne (Kanterne), og efter disses Antal kaldes Figuren: Trekant, Firkant o. s. v. Mangekant.

En Trekant kaldes med Hensyn til Siderne:

ligesidet, naar de 3 Sider ere ligestore;

ligebenet, naar de 2 Sider ere ligestore;

uligesidet, naar ingen af Siderne ere ligestore;

med Hensyn til Vinklerne:

retvinklet, naar en Vinkel i Trekanten er R.,

spidsvinklet, naar alle Vinklerne ere mindre end R;

stumpvinklet, naar en Vinkel er større end R;

I en retvinklet Trekant kaldes den største Side *Hypothenusen*, og de to andre *Catheter*.

Højden i en Trekant kaldes den Linje, der fra en Vinkelspids nedfældes ⊥ paa den modstaaende Side, og denne Side kaldes da *Grundlinjen*.

Alle Vinklerne i en Trekant ere tilsammen = 2 R.

I en Firkant kaldes den Linje, som forbinder de modstaaende Hjørner, *Diagonal.*

Firkanten kaldes:

Kvadrat, naar 4 Sider ere ligestore, 4 Vinkler rette, og Diagonalerne ligestore.

Rektangel, naar de modstaaende Sider ere ligestore, 4 Vinkler rette, og Diagonalerne ligestore.

Rhombus, naar 4 Sider ere ligestore, de modstaaende Vinkler ligestore.

Rhomboide, naar de modstaaende Sider ere ligestore, og de modstaaende Vinkler ere ligestore.

Kvadrat, Rektangel, Rhombus og *Rhomboide* ere *Parallelogrammer,* da deres Sider ere parallele, og Diagonalerne halvere hinanden.

I Kvadrat og Rhombus ere Diagonalerne tillige ⊥ Midten af hinanden.

Trapez, naar 2 Sider ere parallele, men Siderne uligestore.

Trapezoide, naar de 4 Sider ere uligestore og ingen af dem parallele.

I enhver Firkant ere Vinklerne tilsammen = 4 R.

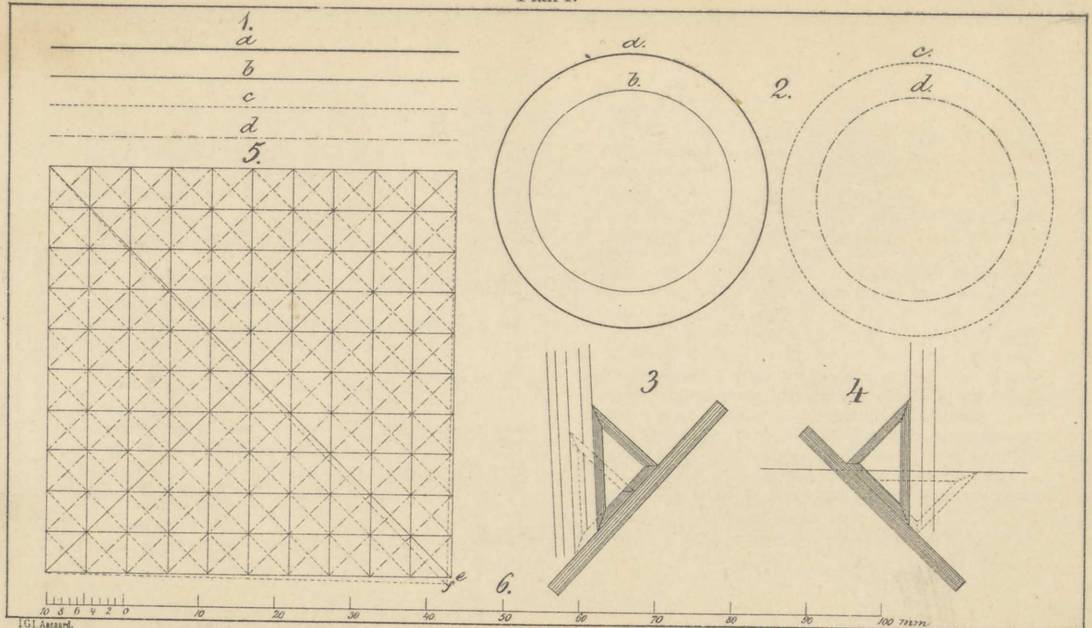
Plan I.

Exempler til Indøvelse af Redskaberne, Bestik, Lineal og Trekant.

1. *a* Søgt Linje, *b* given Linje, *c* punkteret Linje *d* stiplet Linje.
2. *a* Søgt Cirkel, *b* given Cirkel, *c* punkteret Cirkel, *d* stiplet Cirkel.
3. Anvendelsen af Trekant og Lineal ved Tegning af parallele Linjer.
4. Anvendelsen af Trekant og Lineal ved Tegning af Linjer vinkel rette paa andre Linjer.
5. Kvadrat, hvis Side, delt i 10 Dele, er benyttet ved Øvelse i Optrækning af de forskjellige Slags Linjer.

   Følgerne af Unøjagtighed i Konstruktionen vil indses ved *e f.*
6. Millimetermaal til Brug ved Tegning af Opgaver, der gives med opgivet Maal.

Plan I.



I.G.I. Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan II.

1. *Ved Prøve at dele en Linje i to ligestore Dele.*
Afsæt fra a og b. ae og db vilkaarligt. Bestem c.

2. *At dele en Linje i 2 ligestore Dele.*
Omkring a og b som $\odot\odot$ tegn $\frown$ $\frown$ med samme Radie. de deler Linjen i c.

3. *At tegne en Linje lodret paa Midten af en given.*
Som 2. $de \perp ab$.

4. *At oprejse en Vinkelret i et givet Punkt P.*
Fra P afsæt $Pe = dP$. Med e og d som $\odot\odot$ tegn $\frown$ $\frown$ ved f. Træk gennem Skæringspunktet fP.

5. *Fra et givet Punkt P at nedfælde en Linje vinkelret paa en given Linje ab.*
Med P som $\odot$ tegn $\frown$ de. Med d og e som $\odot\odot$ tegn $\frown$ $\frown$ ved f. Tegn Linjen Pf.

6. *Samme Opgave.*
Med e som $\odot$ og eP som Radius $\frown$ Pf. Med d som $\odot$ og dP som Radius $\frown$ Pf. Tegn Linjen $Pf \perp ab$. d og e valgte vilkaarlig.

7. *At oprejse en Linje vinkelret paa Enden af en given Linje ab.*
Med c (vilk.) som $\odot$ og ca som Rad. $\smile$ ead. Træk ecd. $da \perp ab$ i a.

8. *Samme Opgave.*
Med Radius ca $\frown$ $\frown$ fra c og a til d. Træk Linjen cde. Med d som $\odot$ tegn $\frown$ ce. Linjen $ae \perp ab$ i a.

9. a *spids* Vinkel, b *ret* Vinkel = R. c *stump* Vinkel.

10. *Cirklens Deling i 4 R. 1 R = 90 Grader = 90°.*

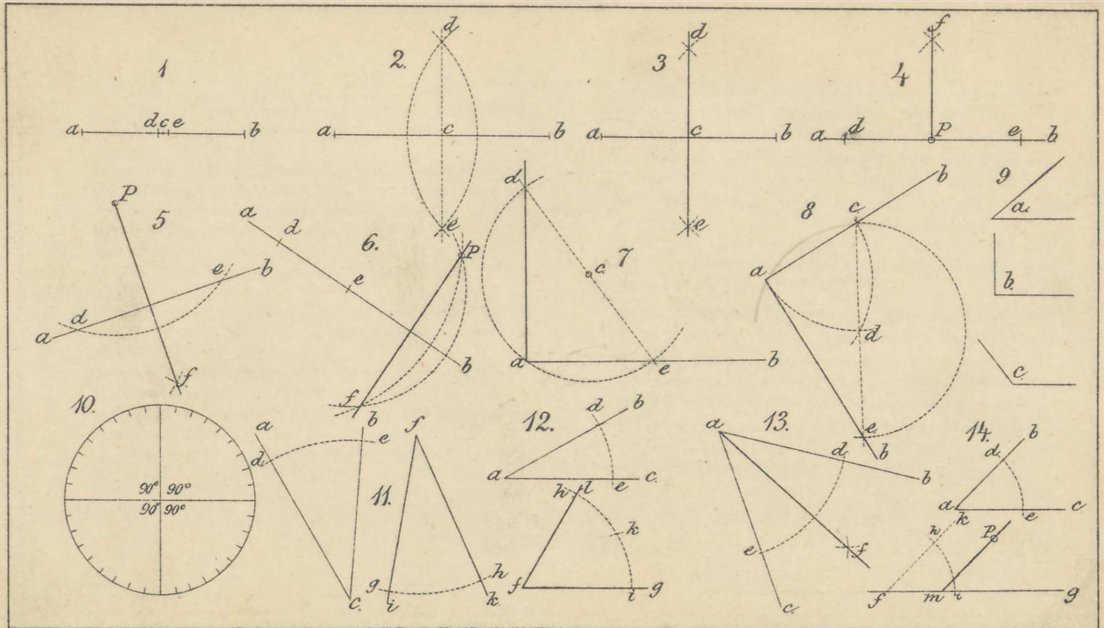
11. *At afsætte en Vinkel paa if ligestor med en given Vinkel acb.*
Tegn med samme Radie $\frown$ $\frown$ de og gh med c og f $\odot\odot$. Gjør $gh = de$. Træk fk.

12. *Paa fg at tegne en Vinkel to Gange saa stor som en given Vinkel.*
Med a og f som $\odot\odot$ tegn $\frown$ $\frown$ $de = hi$. Afsæt de 2 Gange paa $\frown$ ih fra i. Træk lf.

13. *At dele en Vinkel i to ligestore Dele.*
Tegn med a som $\odot$ $\frown$ de. Med e og d som $\odot\odot$ $\smile$ $\smile$ ved f med ligestore vilk. Radier. Tegn fd.

14. *Paa en given Linje fg at afsætte en given Vinkel bac saaledes at Vinkelbenet gaar gjennem et givet Punkt P.*
Afsæt $< bac$ et vilk. Sted paa Linjen fg (se Fig. 11) = kfg. Tegn Pm ‡ fk.

Plan II.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan III.

1. *At tegne en Linje parallel med en given Linje ab.*
Tegn *cd* vilkaarlig. Afsæt > *f* = > *e* ved *d*. Tegn Linjen *gh* ‡ *ab*.

2. *At tegne en Linje parallel med en given Linje ab gjennem et givet Punkt P.*
Nedfæld fra *P* en Linje ⊥ *ab* (Pl. II, 5). Med *Pf* som Radie og *g* som ⊙ tegn ⌒ *h*. Linjen *Ph* ‡ *ab*.

3. *At tegne en Linje parallel med en given Linje ab med en given Afstand c.*
Med *c* som Radie og to vilk. Punkter i Linjen *ab* som ⊙⊙ tegn ⌒⌒ over *ab*. Røringslinjen *de* ‡ *ab* i den givne Afstand.,

4. *At finde Midtelinjen mellem to givne Linjer ab og cd.*
Med Afstand lidt større end ½ *ac ef* ‡ *ab* og *gh* ‡ *cd*. Halver > *flh*. Linjen *ilk* = Midtelinjen.

5. *At tegne en Trekant af 3 givne Linjer abc.*
Tag *a* som Grundlinje og med *b* og *c* som Radier og Endepunkterne af *a* som ⊙⊙ tegn ⌒⌒ over *a*. Skæringspunktet giver den søgte △.

6. *At tegne en Trekant af 2 givne Sider ab (ligebenet).*
a Grundlinje. Med *b* som Radie ⌒⌒ med Endepunkterne som ⊙⊙.

7. *At tegne en Trekant med en given Side a (ligesidet).*
Som 6.

8. *At tegne en Trekant med 2 Sider givet a og b og en hosliggende > c.*
Tag *a* til Grundlinje; i Linjens Endepunkt afsæt > *c* og Vinkelbenets Længde = *b*. Forbind begge Linjers Endepunkter.

9. *At tegne en Trekant af en given Side a og to > > b og c.*
Tag *a* som Grundlinje. I dennes Endepunkter afsættes > *b* og > *c*. Benenes Forlængelse giver △.

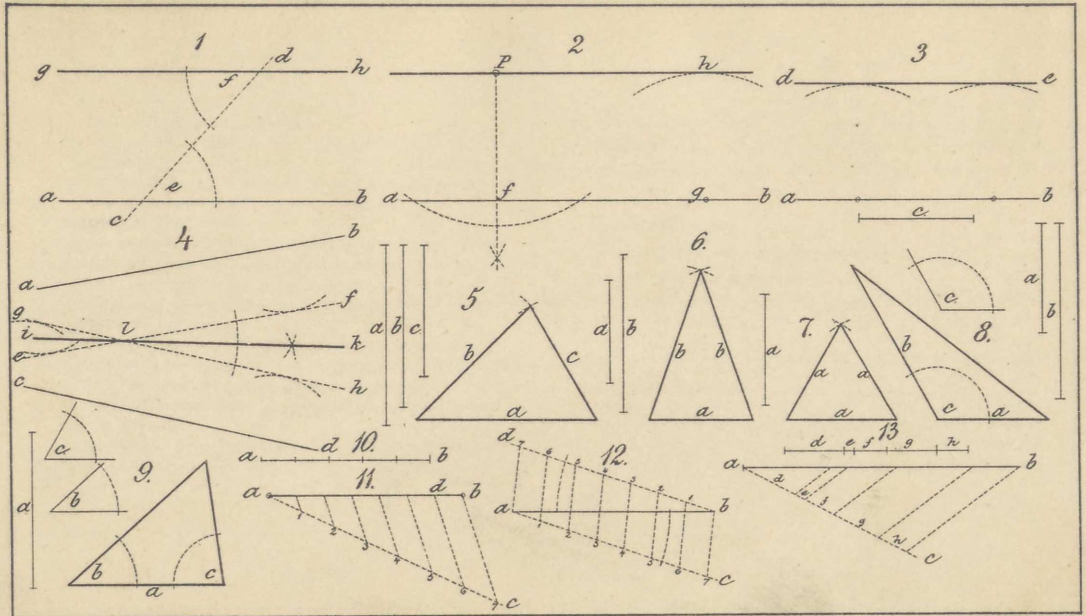
10. *At dele en given Linje ab i 5 lige store Dele (ved Prøve).*
Med et omtrentligt Maal i Passeren forsøges indtil Delene passe.

11. *At dele en Linje ab i 7 lige store Dele.*
Tegn *ac* vilkaarlig. Afsæt paa denne 7 lige store vilk. Størrelser fra *a*. Tegn *7b*. Linjen *6d* ‡ *7b* og fremdeles. *db* = $^1/_7$ *ab*.

12. *Paa anden Maade.*
ac vilkaarlig. Linjen *db* ‡ *ac*. Fra *a* og *b* afsættes de vilk. men lige store Dele. Ved Forening af disse deles Linjen *ab*.

13. *At dele en Linje ab i et givet Forhold defgh.*
Linjen *ac* vilkaarlig. Paa denne fra *a* afsættes *defgh*. *h* og *b* forbindes og fremdeles som Fig. 11.

Plan III.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan IV.

1. *Trekanter med samme Grundlinje og Højde ere lige store.*
Tegn gjennem b en Linje $\ddagger$ ac. $\triangle\, abc = \triangle\, adc = \triangle\, aec$ o. s. fr.

2. *At forvandle en Mangekant til en Trekant med samme Areal.*
Givet Femkanten $abcde$. Forlæng Grundlinjen ae til begge Sider. Tegn ac. Tegn $bf \ddagger ac$. Træk cf. Tegn ce. $dg \ddagger ce$. Træk cg. $\triangle\, fcg$ ligestor med Femkanten $abcde$.

3. *Linjer vedrørende Cirklen.*
a Periferien, b Radius, c Diameter, d Korde, e Tangent, f Sekant.

4. *At tegne en Cirkel gjennem 3 givne Punkter a, b og c.*
Forbind Punkterne med rette Linjer, og oprejs Vinkelrette paa Midten af disse (Pl. II, 3). De vinkelrette Linjers Skæringspunkt d er $\odot$ til Cirklen.

5. *At tangere en given Cirkel i et givet Punkt a og b.*
A. Tegn Radius ca. Oprejs $de \perp ca$ i a (Pl. II, 7). $de =$ Tangenten.
B. Med b som $\odot$ tegn $\frown fg$. Træk Linjen fg og $hk \ddagger fg$ i b (Pl. III, 2) $hk =$ Tangent.

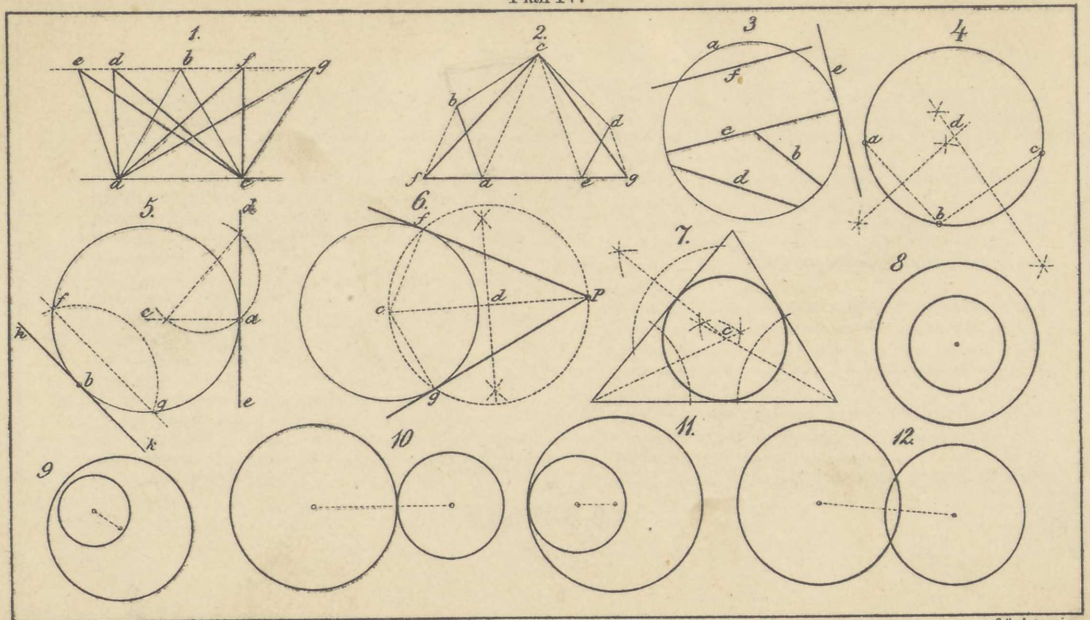
6. *Fra et Punkt P udenfor en Cirkel at trække Tangenter til denne.*
Træk Centerlinjen cP. Halver denne i d. Med d som $\odot$ Cirklen gjennem cP, hvilken skærer den givne Cirkel i g og f og disse ere Tangeringspunkter. Tegn Linjen Pf og Pg, hvilke ere de søgte Tangenter.

7. *At tegne den Cirkel, der berører en given Trekants indvendige Sider.*
Halver 2 af Vinklerne. Halveringslinjernes Skæringspunkt c er Centrum til Cirklen. Fra dette nedfæld en Linje $\perp$ paa en af Siderne, hvilken giver Radius.

Forskjellige Cirklers Stilling mod hinanden.

8. *Concentriske Cirkler.*
9. *Excentriske Cirkler.*
10. *Udvendig rørende Cirkler.*
11. *Indvendig rørende Cirkler.*
12. *Skærende Cirkler.*

Plan IV.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan V.

1. *At rectificere en given Cirkel.*
Tegn Diametren *af*. Linjen *bd* ⊥ *af* i *d*. Linjen *efg* ⊥ *af* i *f*. Med *b* som ⊙ tegn ⌒ *dc*. Tegn Linjen *dce*. Afsæt *eg* = 3 Radier. Linjen *ag* = ½ *Cirkelperiferi.*

2. *At tegne Tangenter til en given Cirkel parallel med en given Linje ab.*
Fra *c* nedfæld en Linje ⊥ *ab*. Tegn i *d* og *g* Linjer ∓ *ab*.

3. *At tegne Tangenter til to givne Cirkler.*
Træk Radius *dc*. Afsæt paa denne Radius *bf* fra *c*. Tegn Cirklen *edg*. Tegn Linjerne *fg* ∓ *be* og *hi* ∓ *bg*.

4. *At tegne Tangenter til 2 givne Cirkler, saaledes at de skære Centerlinjen.*
Afsæt *cd* = *ae* i Forlængelse af Rad. *bc*. Tegn ○ *dik*. Tegn Linjen *ai* og *ak*. Tegn Linjen *ib*, der bestemmer Tangeringspunktet *g* og *bk*, der bestemmer *h* i den større Cirkel. I den lille Cirkel tegnes *af* ⊥ *ai*. *ae* ⊥ *ak*. Træk *ch* ∓ *ak* og *gf* ∓ *ai*.

5. *a*) *At tegne en Cirkel med givet Centrum som rører en given Linje.*
Nedfæld fra *c* Linjen e *rd* ⊥ *ab*. *cd* = Radius.

b) *At tegne de Cirkler med given Radius d, der røre en given Linje i et givet Punkt P.*
Oprejs en Linje ⊥ *ab* i *P*. Afsæt Radius *dd*.

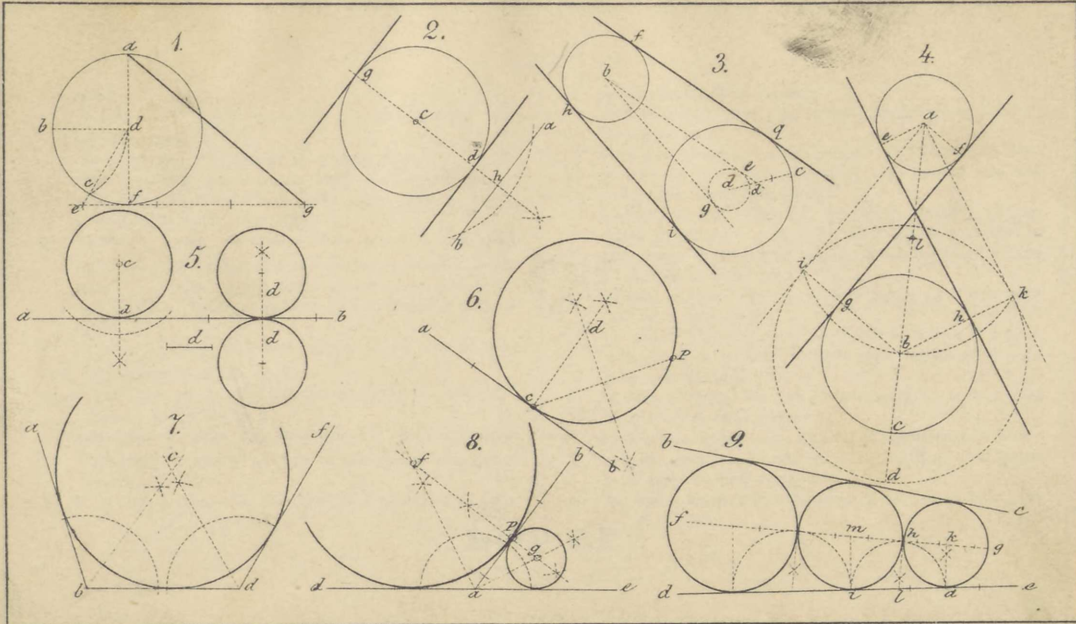
6. *At tegne en Cirkel, der gaaer igjennem et givet Punkt P og rører en given Linje ab i et givet Punkt c.*
Tegn *cd* ⊥ *ab* i *c*. Forbind *cP* og tegn en Linje lodret paa Midten. Linjernes Skæringspunkt *d* er ⊙ til Cirklen.

7. *At tegne en Cirkel, der berører 3 givne Linjer.*
Halver Vinklerne. Halveringslinjernes Skæringspunkt er ⊙ til Cirklen.

8. *At tegne de Cirkler, der berøre en given Linje ab i et givet Punkt P og tillige berøre en anden given Linje de.*
Oprejs en Linje ⊥ *ab* i *P*. Halver Vinklerne ved *a*. Linjernes Skæingspunkter *f* og *g* ⊙⊙ til Cirklerne.

9. *At tegne de Cirkler, som berøre 2 givne Linjer de og bc og tillige hinanden indbyrdes.*
Tegn Midtelinjen *fg* (Pl. III, 4). Bestem *a* vilkaarligt. *ak* ⊥ *de* i *a*. *k* ⊙ til Cirklen *hag*. Linjen *hl* ⊥ *fg* i *h*. Med *l* som ⊙ tegn ⌒ *ahi*. *mi* ⊥ *de* giver *m* som ⊙ o. s. fr.

Plan V.



Plan VI.

1. *a) At tegne en Cirkel med givet Centrum c som rører en given Cirkel.*
   Forbind ⊙ *c* med ⊙ *a*. Med *cd* som Radius tegn Cirklen.

   b) At tegne de Cirkler med given Radius r som røre en given Cirkel i et givet Punkt P.
   Tegn fra *a* en ret Linje gjennem *P*. Afsæt til begge Sider *P*. Radius *r* og tegn Cirklerne.

2. *At tegne de Cirkler med given Radius r, som røre to givne Cirkler.*
   Med de givne Cirklers Centrer som ⊙⊙ og Radius til de givne Cirkler + de søgte Cirklers Radius *r*, som Radius tegn ⌢ ⌢. Disses Skæringspunkter *d* og *c* blive Centrer til de søgte Cirkler.

3. *At tegne de Cirkler, som røre en given Cirkel i et givet Punkt P og tillige en anden given Cirkel.*
   Tegn Linjen *aP* forlænget til begge Sider. Med *P* som ⊙ tegn ⌢ *cd* med Radius = den anden givne Cirkels Radius. Oprejs en Linje ⊥ Midten af *db*, hvilken giver ⊙ *f* til den ene søgte Cirkel *pq*.

   En Linje ⊥ paa Midten af *bc* giver ⊙ *h* til den anden søgte Cirkel.

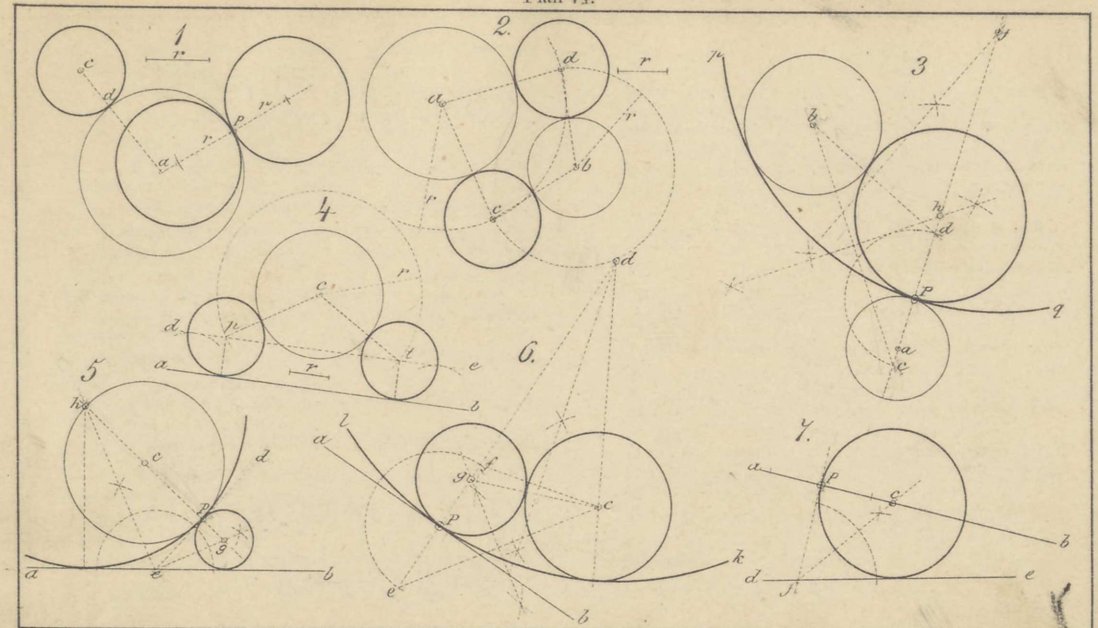
4. *At tegne de Cirkler med given Radius r, der røre en given Linje ab og tillige en given Cirkel. c.*
   Med en Afstand = *r*, tegn *de* ‡ *ab*. Med ⊙ *c* og Radius til den givne Cirkel + *r*. ○ *pt*. Skæringspunkterne *p* og *t* ere ⊙⊙ til de søgte Cirkler.

5. *At tegne de Cirkler, som røre en given Cirkel c i et givet Punkt P og tillige en given Linje ab.*
   Tegn Linjen *cP* forlænget til begge Sider. Linjen *ae* ⊥ *cP* i *P*. Halver Vinklerne ved *e*. Skæringspunkterne *g* og *h* bliver ⊙⊙ til de søgte Cirkler.

6. *At tegne de Cirkler, der røre en given Linje ab i et givet Punkt P, og tillige en given Cirkel c.*
   Tegn Linjen *dP* ⊥ *ab* i *P*. Med ⊙ i *P* og Radius = den givne Cirkels Radius tegn ⌢ *ef*. En Linje ⊥ Midten af *fc* giver ⊙ *d* til den ene søgte Cirkel *kl*. En Linje ⊥ Midten af *ec* giver ⊙ *g* til den anden søgte Cirkel.

7. *At tegne den Cirkel med Centrum i en given Linje ab, som gaar gjennem et Punkt P i samme Linje og tillige berører en anden given Linje de.*
   Tegn Linjen *Pf* ⊥ *ab* i *P*. Halver den fremkomne > ved *f*, Halveringslinjen giver Centret *c*.

Plan VI.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Fladeindhold. (Areal. Kvadratindhold).

En Figurs Fladeindhold maales ved Fladeindholdet af et Kvadrat, hvis Side er Længdeenheden.

Eftersom denne er Fod, Tommer eller Linjer, kaldes Fladeenheden Kvadratfod = $\square'$, Kvadrattommer = $\square''$ o. s. v. Er den Meter, Centimeter o. s. v. kaldes Fladeenheden Kvadratmeter = $\square^{m}$, Kvadratcentimeter $\square^{cm}$ o. s. v.

Et *Kvadrats Fladeindhold* findes ved at multiplicere Siden med sig selv.

En *Rektangels Fladeindhold* findes ved at multiplicere de 2 sammenstødende Sider med hinanden.

Et *Parallelograms Fladeindhold* findes ved at multiplicere Grundlinjen med Højden.

En *Trekants Fladeindhold* findes ved at multiplicere Grundlinjen med Højden og dividere det Udkomne med 2.

En *Mangekants Areal* findes ved at dele den i Trekanter og beregne hver for sig.

En *Cirkels Omkreds* = $3\frac{1}{7}$ Diameter. $3\frac{1}{7} = 3{,}1415926$ og kaldes π.

En *Cirkels Fladeindhold* findes ved multiplicere Omkredsen med den halve Radius, eller: multiplicere Radius med sig selv og dette med $3\frac{1}{7}$ eller π.

En *Cirkels Areal* udtrykkes altsaa: πR^2.

Fladeindholdet af et Cirkeludsnit er saa stor en Del af hele Cirklen, som Centervinklen er af 360°.

Et Udsnit paa $n^\circ = \dfrac{\pi R^2 n}{360}$

Fladeindholdet af et Segment findes ved at beregne Udsnittet for sig og Trekanten for sig. Differentsen = Afsnittets Fladeindhold.

Plan VII.

1. *At tegne Cirkler med given Radius som røre hinanden indbyrdes.*

Tegn Cirklen med Radius = a, Forlæng Radius a, og afsæt paa denne Radius b. Tegn $\bigcirc\, b$.

Med Radius $a + c$ og $b + c$ tegn $\frown\ \frown$, hvis Skæringspunkt $d = \odot$ til Cirklen c.

2. *At tegne en Trekants indvendige og udvendige Berøringscirkler.*

Forlæng Trekantens Sider. Halver de indvendige Vinkler. Halveringslinjernes Skæringspunkt $a = \odot$ til Cirklen.

Halver de udvendige Vinkler. Halveringslinjernes Skæringspunkter b, c og d ere $\odot\ \odot$ til de udvendige Berøringscirkler.

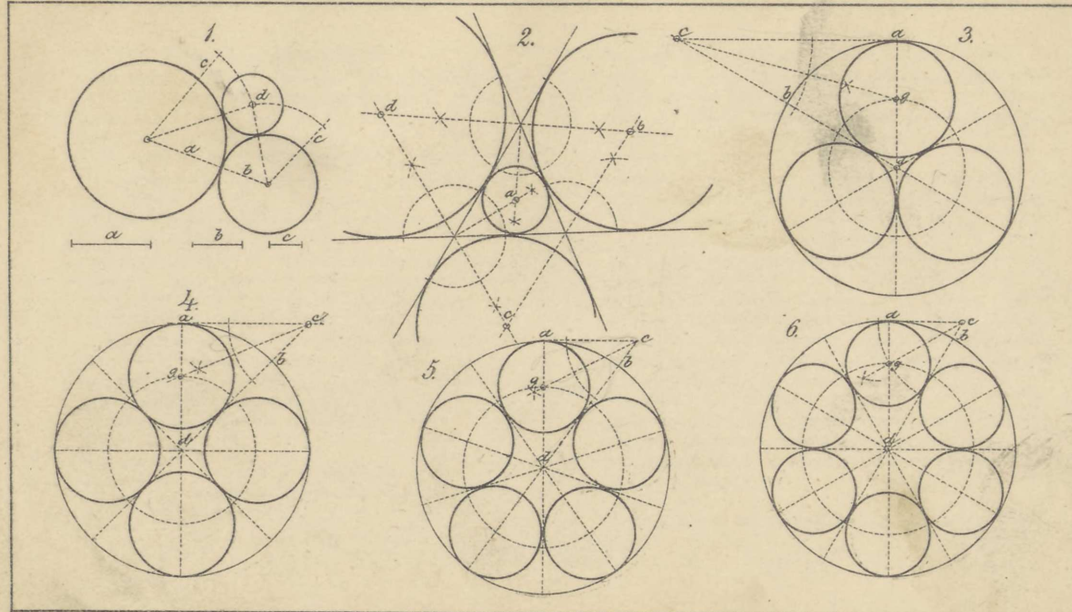
3. *At tegne 3 ligestore Cirkler, der berøre en given Cirkel indvendig og hinanden udvendig.*

Del Cirkelperiferien i 6 Dele. Tegn gjennem nærmeste Delingspunkt b Linjen db. Tegn Tangent til Cirklen i a. Forlæng denne til Skæringspunktet c. Halver $\angle\, acb$ der giver $\odot\, g$.

4. Tegn 4 Cirkler som 3
5. Tegn 5 Cirkler
6. Tegn 6 Cirkler

Den givne Cirkel deles i det dobbelte Antal Dele.
Konstruktion som Fig. 3.

Plan VII.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan VIII.

1. *Kvadrat*
2. *Rhombus*
3. *Rhomboide*
4. *Rektangel*
5. *Trapez*

tegnes efter opgivne Maal af Sider, Vinkler og Diagonaler.

6. *At tegne en Figur kongruent med en given.*
Tegn Hjælpelinjen *cd* vilkaarlig. Fra ethvert Punkt i Figuren *a* nedfæld Linjer ⊥ *cd*. Tegn *ef*. Afsæt paa *ef* samme Maal som paa *cd*. Oprejs i Punkterne Linjer lodret, og paa disse de samme Maal som i *a*. Tegn Figuren *b* = Figuren *a*.

7. *At tegne en Figur b ligedannet med en Figur a i et givet Forhold.*
Om Figuren *a* tegn et Kvadrat af vilkaarlig Størrelse. Del Siderne i f. Ex. 7 Dele og tegn Nettet. Tegn et andet Kvadrat i det givne Forhold f. Ex. en halv Gang større, og inddel det paa samme Maade. Tegn Figuren *b*.

8. *At tegne en Figur ligedannet med en given ved Hjælp af et fælles Punkt a.*
Læg Punktet *a* midt i Figuren og træk fra alle Hjørner Linjer til *a*. Linjen *bc* ønskes formindsket til *ic*. *ei* ∓ *ac*. Tegn Linjerne *ef* ∓ *bc*, *fg* ∓ *cd* o. s. fr.

9. *Samme Opgave.*
Læg det fælles Punkt *a* i Hjørnet af den givne Figur. Tegn fra *a* Linjer udover Hjørnerne. Afsæt den ønskede Linjes Størrelse fra *a* til *b* og tegn videre som i Fig. 8.

At tegne ind- og omskrevne regelmæssige Mangekanter til givne Cirkler.

10. *Trekant og Sexkant.*
Korden *ab* ⊥ Midten af Radius *cd* giver den indskrevne Trekantside. Radius *cd* = Sexkantsiden. Den omskrevne Trekant og Sexkant findes ved i Delingspunkterne at tegne Tangenter til Cirklen.

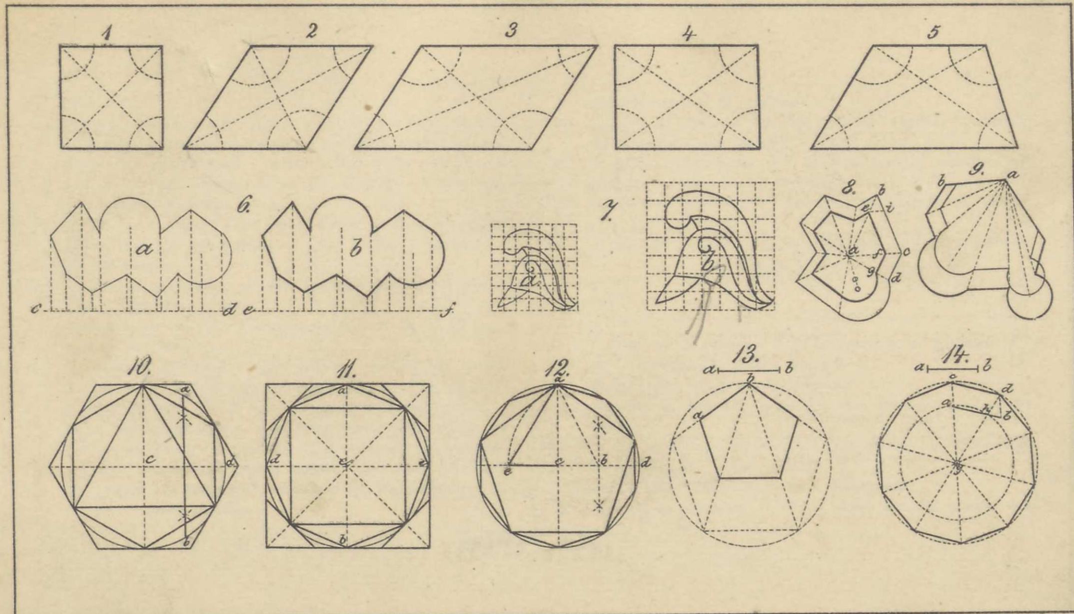
11. *Firkant og Ottekant.*
Tegn to Diametre ⊥ hinanden; de give den indskrevne Firkants Hjørner. Halver Vinklerne. Halveringslinjernes Skæringspunkt med Cirkelperiferien giver Ottekantens Hjørner. De omskrevne Figurer som 10.

12. *Femkant og Tikant.*
Halver Radius *cd*. Med *b* som ⊙ tegn ⌒ *ae*. Linjen *ae* = Femkantsiden. Linjen *ec* = Tikantsiden.

13. *At tegne en regulair Femkant med given Side ab.*
Tegn en vilkaarlig indskreven Femkant. Afsæt paa dennes ene Side *ab*. Foren de andre Hjørner med *b*. Tegn Siderne ∓ med den først tegnede Femkant.

14. *At tegne en regulair Tikant med given Side ab.*
Tegn en vilkaarlig indskreven Tikant. Er dennes Side *ah* mindre end den søgte, afsættes *ab* udover *ah*. *db* ∓ *cg*. *cd* ∓ *ah*. *cd* = *ab*. Med Rad. *cg* tegn en ny Cirkel, hvori den søgte Tikant indskrives.

Plan VIII.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan IX.

1. *At dele en Cirkel i Grader.*
Del Cirklen ved Diametre ⊥ hinanden i 4 Kvadranter. Tegn 3 Cirkler mindre med ligestor Afstand. Del Kvadranten paa den inderste Cirkel i 9 Dele, hvoraf hver bliver 10°, der føres ud til den yderste Cirkel. Paa næste Cirkel deles hver 10° i 2 Dele, der føres ud, og paa 3die Cirkel de enkelte Grader.
1 Grad = 60 Minuter à 60 Secunder; skriv $1^\circ = 60$ " a 60"'.

2. *At tegne en Maalestok i sand Størrelse, hvorpaa kan maales Tommer og Linjer.*
Afsæt paa en ret Linje Stykkerne ab, bc, og $cd = \frac{1}{12}$ Fod. Del ab i 12 ligestore Dele.

3. *At tegne en Maalestok i $\frac{1}{12}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Fod og Tommer.*
Tegnes som Fig. 2. Tommer = Fod. Linjer = Tommer.

4. *At tegne en Maalestok i $\frac{1}{12}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Fod, Tommer og Linjer.*
Paa èn ret Linje afsættes $ab = bc = cd = \frac{1}{12}$ Fod. ab deles i 12 ligestore Dele. Oprejs lodrette Linjer i a, b, c og d. Paa de yderste ae og dh afsæt 12 ligestore vilkaarlige Dele, og træk Linjerne ∥ ad. Del ef i 12 ligestore Dele, og tegn gb o. s. v.

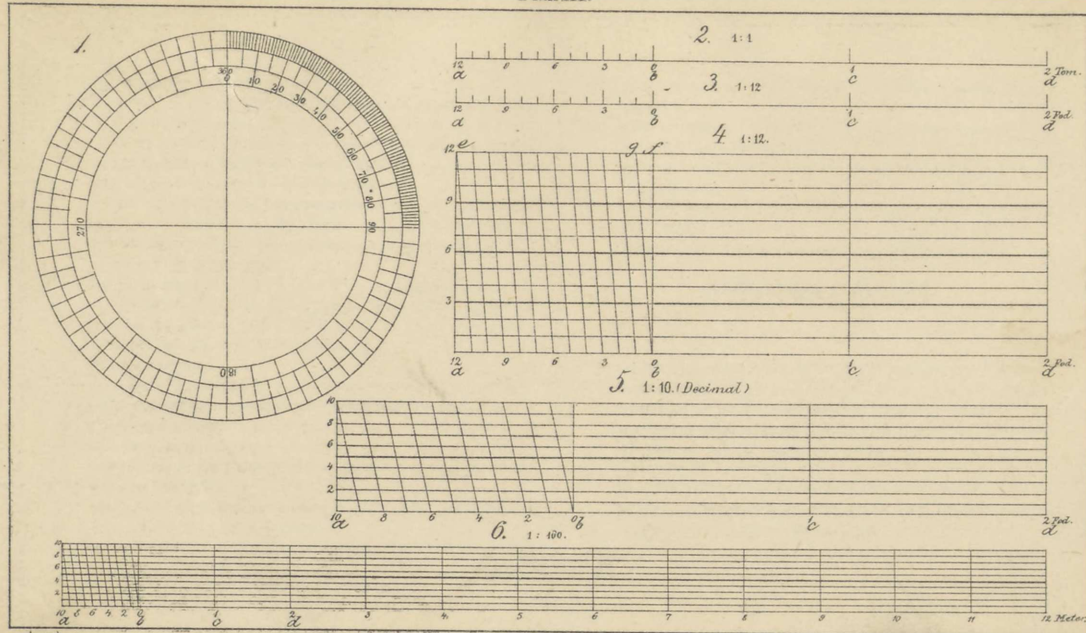
5. *At tegne en Maalestok $\frac{1}{10}$ af den sande Størrelse, hvorpaa kan maales Fod, Tommer og Linjer. Decimalmaal.*
$ab = \frac{1}{10}$ *Fod.* Tegnes som Fig. 4.
1 Fod = 10 Decimaltommer, 1 Decimaltomme = 10 Decimallinjer.

6. *At tegne en Metermaalestok i $\frac{1}{100}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Meter, Decimeter og Centimeter.*
$ab = \frac{1}{100}$ *Meter.* Tegnes som Fig. 4.
1 Meter = 10 Decimeter à 10 Centimeter à 10 Millimeter.

Opgaver.

1. At tegne en Maalestok i $\frac{1}{8}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Fod, Tom. og Linjer.
2. At tegne en Maalestok $\frac{1}{10}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Decimeter, Centimeter og Millimeter.
3. At tegne en Maalestok $\frac{1}{500}$ Størrelse Decimal, hvorpaa kan maales enkelte Fod og Maal 100 Fod.
4. At tegne en Maalestok i $\frac{1}{6}$ sand Størrelse, hvorpaa kan maales Meter, Decimeter og Centimeter.

Plan IX.


1.
2. 1:1
3. 1:12
4. 1:12.
5. 1:10. (Decimal)
6. 1:100.
2 Tom.
2 Fod.
12 Meter.
Aagaard.
Galle & Aagaard.

Plan X.

Ovaler.

Oval er en i sig selv tilbageløbende krum Linje, bestaaende af sammensatte Cirkelbuer.

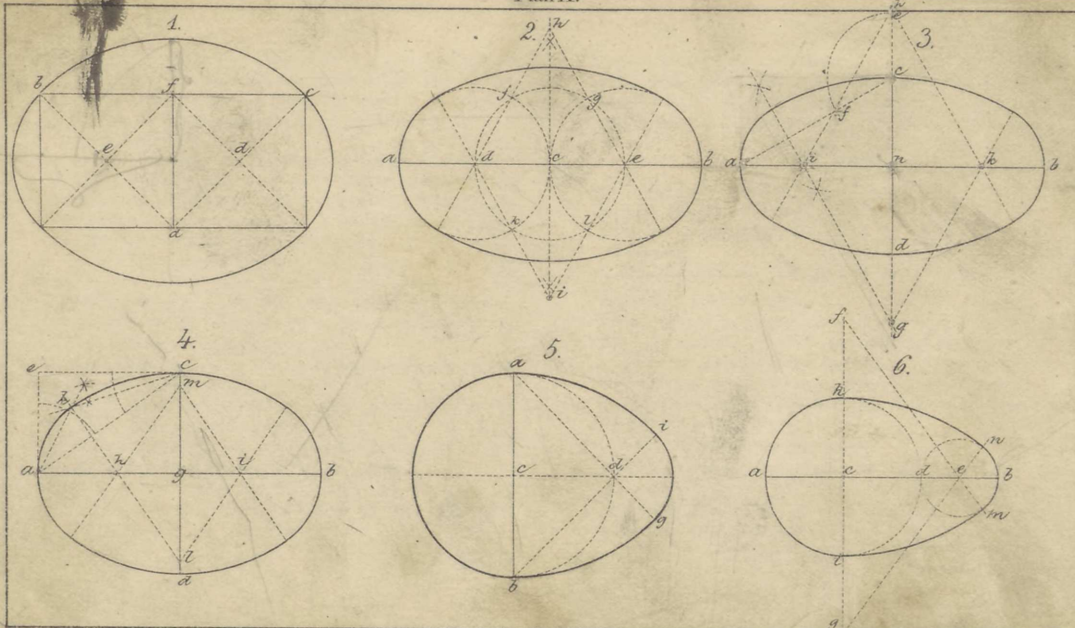
Arealet af en Oval findes ved at beregne de enkelte Cirkeludsnit. (Se Fladeindhold.)

1. *At tegne en Oval over to Kvadrater.*
   Tegn Diagonaler i Kvadraterne. Diagonalen *ab* med ⊙ *a* og ⊙ *f* giver Mellembuerne. ½ Diagonal *ab* med ⊙ *e* og ⊙ *d* giver Endebuerne.
2. *At tegne en Oval med given Længde ab.*
   Del *ab* i 4 ligestore Dele. Tegn *hi* ⊥ *ab* i *c*. Med Radius = ¼ *ab* og ⊙⊙ i *dc* og *e* Cirkler. Tegn Linjen *df* og *eg* til *h*, *dk* og *el* til *i*. *i* og *h* = ⊙⊙ til Mellembuerne *d* og *e* = ⊙⊙ til Endebuerne.
3. *At tegne en Oval med given Længde ab og Brede cd.*
   Tegn *ac*. Afsæt *ne* = *an*. Afsæt *ec* = *cf*. En Linje ⊥ Midten af *af*, giver ⊙ *i* til Endebuen og ⊙ *g* til Mellembuen. Afsæt *kb* = *ai*. *hd* = *cg* og tegn Ovalen.
4. *At tegne en Oval med given Længde ab og Brede cd.*
   Tegn *ca*. *ec* ∓ *ag*. *ea* ∓ *cg*. Halver Vinklerne ved *a* og *c*. Fra Skæringspunktet *k* tegn *khl* ⊥ *ac*. *h* er da ⊙ til Endebuen og *l* ⊙ til Mellembuen. Afsæt *bi* = *ah* og *mg* = *gl*. Træk Radierne og tegn Ovalen.
5. *At tegne en Ægoval med given Brede ab.*
   Linjen *cd* ⊥ Midten af *ab*. Med ⊙ *c* tegn Cirklen om *a* og *b*. Tegn Linjerne *bdi* og *adg*. *a* og *b* ⊙⊙ til Mellembuerne *ai* og *bg*. *d* = ⊙ til ⌒ *ig*.
6. *At tegne en Ægoval med given Længde ab.*
   Del *ab* i 3 ligestore Dele. Oprejs *fg* ⊥ *ab* i *c*. Tegn med Radius *ac* og ⊙ *c* Cirklen og med Radius ½ *db* og ⊙ *e* den mindre Cirkel. Afsæt *kf* = *il* = *ac* og træk Radier til Mellembuerne *fem* og *gen*. *f* og *g* ⊙⊙ til Mellembuerne *im* og *kn*.

Opgaver til Øvelse.

1. Tegn en Oval over 2 Kvadrater, hvis Sider ere 43 mm. Beregn Arealet.
2. Tegn en Oval med Længden = 89 mm. Hvor stor er dens Kvadratindhold.
3. Tegn en Oval, hvis Længde = 94 mm. og Brede = 51 mm. Hvor stort er Fladeindholdet.
4. Tegn en Ægoval, hvis Længdeaxe = 89 mm. Hvor stort er Arealet.
5. Tegn en Ægoval, hvis Bredeaxe = 60 mm. Beregn Arealet.

Plan X.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan XI.

Ellipse.

Ellipse kaldes en i sig selv tilbageløbende krum Linje, hvori ethvert Punkts Afstande fra to faste Punkler *(Brændpunkterne)* tilsammen udgjøre Axens (Storaxens) Længde.

Axe (Storaxe) kaldes den rette Linje, der deler Ellipsen i 2 ligestore Dele. (Ogsaa Ellipsens *Længde.*)

Lilleaxe kaldes den korteste rette Linje, der deler Ellipsen i to ligestore Dele. (Ogsaa *Brede.*)

En Ellipses Areal findes ved at multiplicere Axernes Længde med hinanden, og det Udkomne med $^1/_4\ \pi$.

1. *At tegne en Ellipse med given Storaxe ab og Brændpunkter cd.* Del *ab* ved *e* i 2 ulige store Dele. Med ⊙ i *c* og Rad *ae* ⌒⌒ ved *h* og *i*. Med ⊙ i *d* og samme Radius ⌒⌒ ved *k* og *l*. Med Resten af Axen *eb* som Radius og *d* som ⊙ tegn ⌒⌒ ved *h* og *i*. Med samme Radius og ⊙ i *c* ⌒⌒ ved *k* og *l*. Herved fremkommer 4 Skæringspunkter *hik* og *l* hvorigjennem Ellipsen optrækkes. Del Axen i 2 andre ulige store Stykker *af* og *fb* og forsæt paa samme Maade, indtil det fornødne Antal Punkter af Ellipsen ere fundne, hvorigjennem Ellipsen tegnes.

2. *At tegne en Ellipse med given Storaxe ab og Lilleaxe cd.* Om Storaxen *ab* tegn en Cirkel; om Lilleaxen *cd* ligeledes. Fra *g* tegn Linjer med vilkaarlig Afstand til den yderste Cirkel f. Ex. *gi*. Tegn *ik* ∓ *cg* og *kh* ∓ *ag*. *k* er et Punkt i Ellipsen.

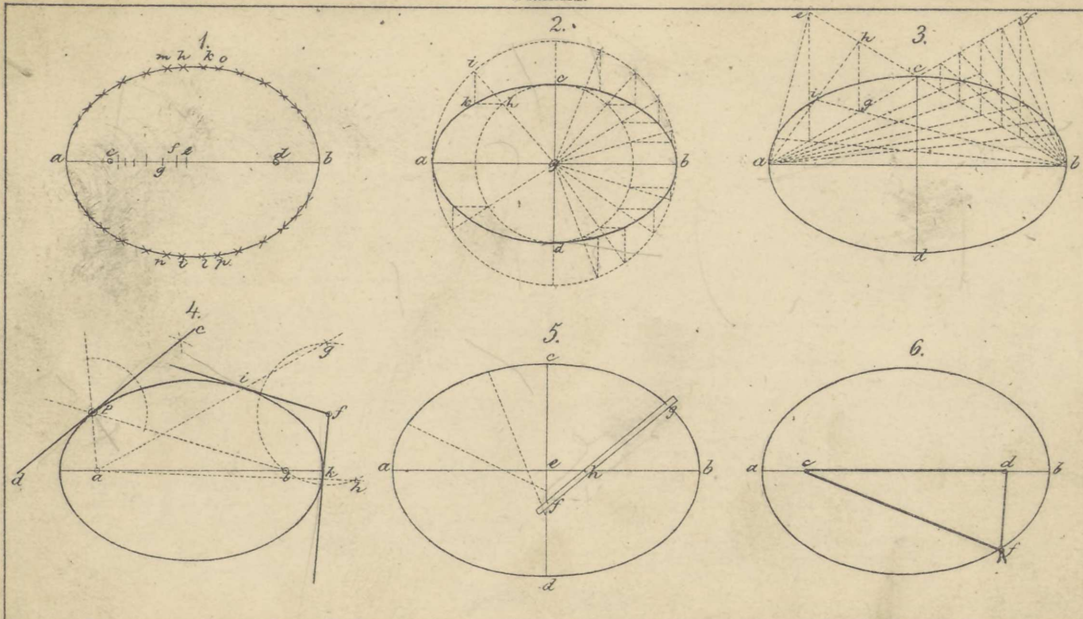
3. *At tegne en Ellipse med givne Axer ab og cd.* Tegn Linjen *agf* og *bce*. Fra *a* og *b* vilkaarlige Linjer f. Ex. *bgi*. Tegn *gh* ∓ *cd*. Tegn *hia*, der giver Skæringspunktet *i* beliggende i Ellipsen o. s. v.

4. *At tegne Tangenter til en given Ellipse*
   a, i et givet Punkt P.
   Tegn fra Brændpunkterne *b* og *a* Linjer gjennem *P*. Halver den fremkomne Vinkel. Halveringslinjen *cd* = Tangenten.
   b, fra et givet Punkt f udenfor Ellipsen.
   Med *f* til ⊙ tegn ⌒ *gbh*. Med *a* som ⊙ og Radius = Axens Længde ⌒⌒ over *g* og *h*. Fra *g* og *h* Linjer til *a* hvilke give Tangeringspunkterne *i* og *k*.

5. *At tegne en Ellipse med givne Axer ab og cd ved Hjælp af en Papirstrimmel.* Afsæt paa en Strimmel Papir *fg* = *eb*. *gh* = *ec*. Læg Strimlen saaledes at *h* falder i Linjen *ab* og *f* i Linjen *cd*. For hver Stilling viser *g* et Punkt i Ellipsen.

6. *At tegne en Ellipse med givne Brændpunkter c og d og given Axe ab.* Sæt en Naal i Punkterne *cd* og *b*. Læg derom en Snor, som bindes ved *b*. Tag istedetfor Naalen *b* et Blyant og lad denne følge Snoren udstrammet om de 2 Brændpunkter, hvorved Ellipsen fremkommer. Se Figuren.

Plan XI.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XII.

1. *At finde Axen til en Ellipse.*
Tegn de vilkaarlig. $fg \ddagger de$, $dk = \frac{1}{2}\,de$ og $fl = \frac{1}{2}\,fg$. Tegn $mkln$, $mc = cn$. Med c som ⊙ tegn den vilkaarlige ◯ $opqr$. Tegn or og pq. Halver disse og tegn ab, ab = Axen.

2. *At forvandle en Elipse til en lige saa stor Cirkel.*
Med ⊙c og Radius $cd \frown df$, $cg = gb$. Med ⊙g og Rad. $gc \frown chb$. Tegn $hf \perp cb$ i f. Linjen ch = Radius til den søgte Cirkel.

Parabel.

Parabel kaldes en aaben krum Linje, hvori ethvert Punkt har samme Afstand til et fast Punkt e (Brændpunktet), som til en fast Linje cd *(Styrelinjen)*.

Parablen har *2 Axer*. Den ene, der almindelig kaldes *Axen*, gaar gjennem *Brændpunktet* og deler Parablen i *2 lige store Dele*. Den anden, *Styrelinjen*, $\perp$ Axen ab. Parablens Spids g ligger midt imellem Brændpunktet og Styrelinjen. Axerne ere ubegrændsede.

3. *At tegne en Parabel med givne Axer og Brændpunkt.*
Linjen $ab \perp cd$ gjennem e. Tegn $kl \perp ab$. Med e som ⊙ og na = Radius $\frown$ k og l som ere Punkter i Parablen. Videre $pq \perp ab$. Med ⊙ e og Radius $oa \frown$ ved q og p, der ligeledes ere Punkter i Parablen. Søg saaledes videre det fornødne Antal Punkter, hvorigjennem Parablen tegnes.

4. *At tegne en Parabel, hvortil Axen ab, Spidsen b og et Punkt d i Parablen ere givne.*
Tegn $de \perp ab$. Afsæt $eh = dh$. $df \ddagger ab \ddagger gc$. $fd = ge = bh$. Del fb og fd i f. Ex. 10 Dele, eller som bg og ge hver i 5 lige store Dele. Foren Delingspunkterne paa fd og ge med b, og tegn fra Delingspunkterne paa fb og bg Linjer parallele med Axen ab. Skæringspunkterne ved de Linjer, der have samme Numer, give Punkter i Parablen.

5. *Samme Opgave* (Konstruktionen ses let af Figuren.)

Hyperbel.

Hyperbel kaldes to aabne krumme Linjer ur og dt, der ere saaledes beskafne, at Forskjellen mellem Afstandene fra et Punkt i til tvende faste Punkter c og e (Brændpunkterne) altid er lige stor, Punktet i maa tages hvorsomhelst paa Linjerne.

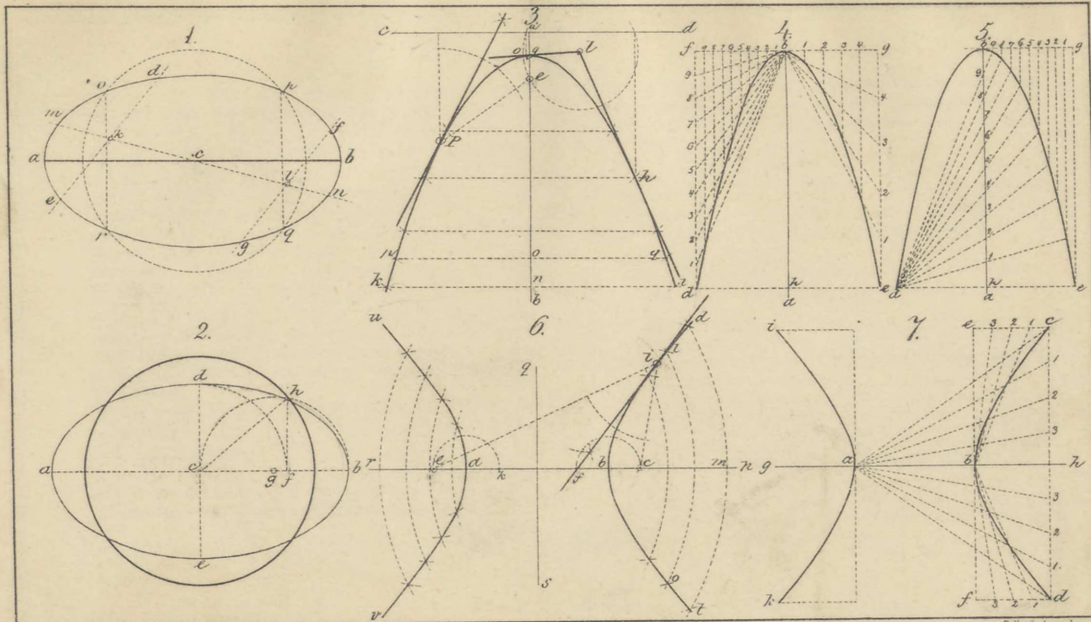
Linjen mr, som er dragen gjennem Brændpunkterne, kaldes *Transversal-Axen*. Vinkelret paa denne og midt imellem Brændpunkterne gaaer den saakaldte *Konjugat-Axe*. Punkterne b og e, i hvilke Hyperblen skærer Transversal-Axen, kaldes *Toppunkterne* og ligge lige langt fra Brændpunkterne. Forskjellen mellem Afstandene fra et Punkt i Hyperblen til Brændpunkterne er altid = Afstanden mellem Toppunkterne.

6. *At tegne en Hyperbel med givne Axer, Toppunkter og Brændpunkter.*
Med a som ⊙ tegn $\frown ek$. Med e som ⊙ tegn $\frown dmt$. Med b som ⊙ tegn $\frown cf$. Tag Afstanden fm til Radie og c som ⊙ tegn $\frown \frown$ ved d og t, hvilke Skæringspunkter blive Punkter i Hyperblen. Gaa videre paa samme Maade indtil det fornødne Antal Punkter ere fundne, hvorigjennem Linjen dbt tegnes. Paa lignende Maade findes Linjen uv.

6. *At tangere en Hyperbel i et givet Punkt i.*
Tegn Linjer fra i til Brændpunkterne e og c. Halver den fremkomne Vinkel. Halveringslinjen = Tangenten.

7. *At tegne en Hyperbel, naar Toppunkterne ab og et Punkt c i H ere givne.*
Tegn $cd \perp gh$. $ch = hd$. $ef \ddagger cd$. $ce \ddagger df$. Del ec og ch hver i 4 ligestore Dele. Foren Delingspunkterne i ch med a, og Delingspunkterne i ec med b. Skæringspunkterne i Linjerne med samme Nummer ere Punkter i Hyperblen. Fortsæt videre i den nederste Halvdel og ligeledes i den anden Side Linjen iak.

Plan XII.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan XIII.

At tegne Buer med given Pilhøjde cd og Spændvidde ab.

1. $ae \ddagger cd$. $ed \ddagger ac$. Tegn ad og halver $> >$ ved d og a. Fra Skæringspunktet f en Linje $\perp$ ad giver $\odot g$ til Endebuen og $\odot h$ til Mellembuen.
2. Tegn $ec = dc$. Afsæt $df = ae$. Oprejs en Linje $\perp$ Midten af df, hvilken forlænget giver $\odot g$ til Endebuen og $\odot h$ til Mellembuen.
3. Tegn ae omtrent $\frac{1}{2}$ ac. $df = ac$. En Linje $\perp$ Midten af ef giver $\odot h$ til Mellembuen. $e = \odot$ til Endebuen.
4. Med c som $\odot$ tegn Halvcirklen aeb. Del denne i 3 ligestore Dele. Tegn af og fe. $dg \ddagger fe$. $gh \ddagger fc$. h er $\odot$ til Mellembuen. $o = \odot$ til Endebuen.
5. e vilkaarligt. $ge \perp ab$ i e. Med e som $\odot$ tegn $\frown$ ag. Tegn gdf og fe. $h = \odot$ til Endebuen.
6. Tegn $ec = ac$. $de = af$. En Linje $\perp$ Midten af fd giver $\odot h$ til Mellembuen og g $= \odot$ til Endebuen.

At tegne Tudorbuer med given Spændvidde ab.

7. Del ab i 3 ligestore Dele. Med $\odot$ c. $\bigcirc$ ad. Med $\odot$ d $\bigcirc$ cb. Med a og d som $\odot\odot$ tegn $\frown\frown$ de og ae, tegn Linjen fde, hvorved $e = \odot$ til $\frown$ hf. $d = \odot$ til $\frown$ fb.
8. Del ab i 4 lige store Dele. Med c som $\odot$ tegn $\bigcirc$ ag og $\odot$ d, tegn $\bigcirc$ gb. Med c til $\odot$ tegn $\frown$ be og b som $\odot$ $\frown$ ce. Med e som $\odot$ tegn $\frown$ cbf. ×) ($f = \odot$ til $\frown$ ih.) $c = \odot$ til $\frown$ ai.

At tegne persiske Buer med given Spændvidde og Højde.

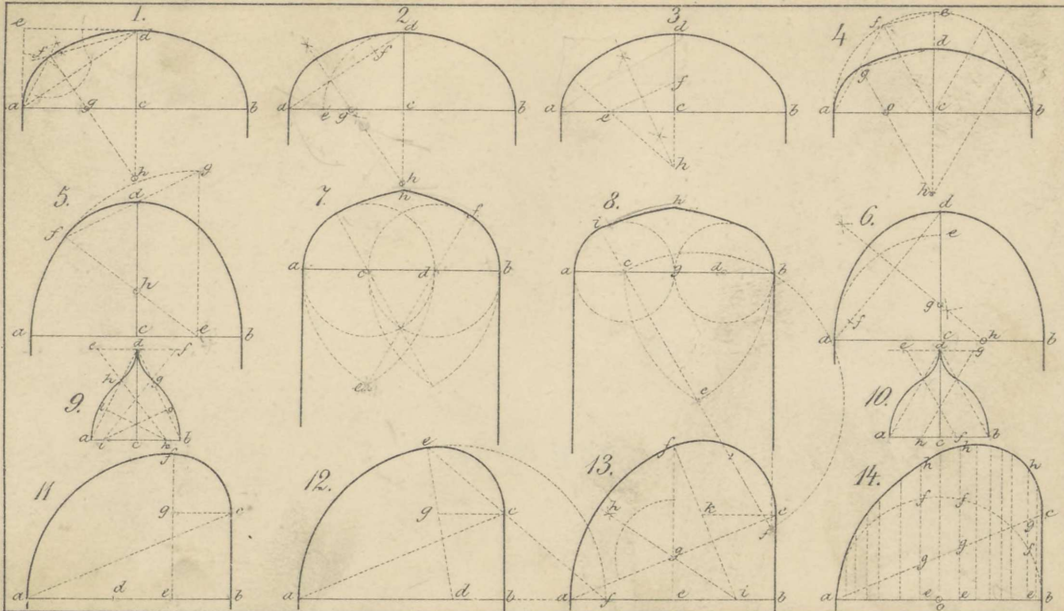
9. Tegn $ef \ddagger ab$ i d. Tegn da og db. Del disse hver i 3 lige store Dele og tegn $io \perp gb$ i o, $lk \perp ah$ i l. Tegn igf og khe. $k = \odot$ til $\frown$ ah. $i = \odot$ til $\frown$ gb. $e = \odot$ $\frown$ dh og $f = \odot$ til $\frown$ dg.
10. Tegn ad og db. $\triangle$ adb er en ligesidet Trekant. Del ab i 3 lige store Dele. Tegn $hg \ddagger ad$ og $fe \ddagger bd$. fh, e og g. er $\odot\odot$ til Buerne.

At tegne Buer med given Stigning bc og Spændvidde ab.

11. $ad = bc$. $de = eb$. $ef \perp ab$ i e. $cg \ddagger ba$. e og $g =$ $\odot\odot$ til $\frown\frown$ af og fc.
12. Med vilkaarligt $\odot$ d tegn $\frown$ acf. Tegn Linjen fce. Tegn Linjen de og $cg = ba$. g og $d = \odot\odot$ til Buerne ec og de.
13. Halver ab i e. $ef \perp ab$. Halver $>$ agf. Tegn Halveringslinjen til i. Tegn Linjen fi. $kc = ab$. , k og $i = \odot\odot$ til $\frown\frown$ fc og af.
14. $ao = ob = \frac{1}{2}$ ab. Med o til $\odot$ tegn $\frown$ afb. Tegn paa ab vilkaarligt Antal vinkelrette Linjer. Afsæt Stigningen $ge = hf$ fra Cirkellinjen opefter. Gjennem Punkterne h tegnes Buen.

×) Meget rigtig, men passer ikke paa Tegningen Fig 8

Plan XIII.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XIV.

Rundbuer.

De ydre Cirkelbuer ere at betragte som givne. Diametrene = Spændvidden.

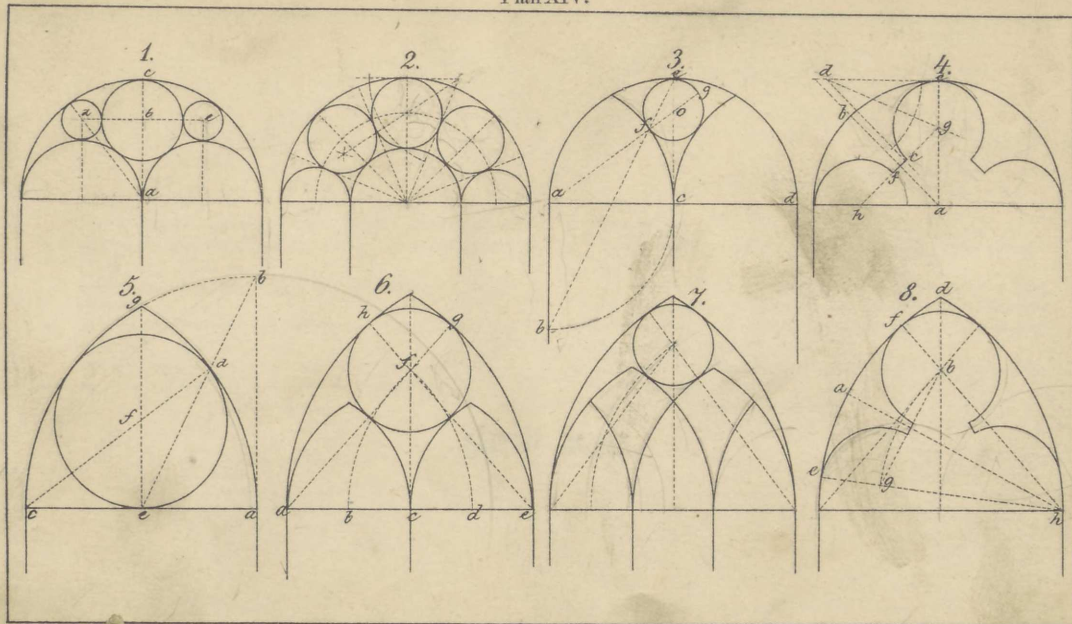
1. Del Diametren i 4 ligestore Dele. Oprejs lodrette Linier i Punkterne. Gjør $ab = \frac{2}{3}\ ca$. Tegn $dbe \pm$ Diametren, giver ⊙⊙ til Cirklerne bde.
2. Del den ydre Cirkel i 8 lige store Dele (see Plan VII).
3. Gjør $ab = ac = cd$ og $ce \perp ab$. Tegn bfe og afg. Skæringspunktet $o =$ ⊙ til den lille Cirkel.
4. Del Halvcirklen i 4 ligestore Dele, og træk den til Punkterne hørende Radius. Tegn $cd \pm ab$ i en Afstand = den halve Næse cf. Halver $> cde$, der giver ⊙g. Afsæt $ha = ga$, og træk Linjen $gefh$. Ligeledes paa den anden Halvdel.

Spidsbuer.

De ydre Buer givne. Tegnede med Radius = Spændvidden.

5. Tegn $ab \perp ac$ og $= ac$, $ae = ec$. Tegn eb og db, $f =$ ⊙ til den indskrevne Cirkel.
6. Tegn $ab = bc = cd = de$. Med a og e som ⊙⊙ tegn ⌒ df og bf. Træk Linjerne afg og efh.
7. Del ab i 6 lige store Dele. Videre som 6.
8. Tag a i Buen ed vilkaarligt. Bestem Midtpunktet b ved Prøve i Midtelinien cd saaledes, at Næsen faar den ønskede Brede. Træk hbf og $ae = af$ og tegn $eg = bf$.

Plan XIV.



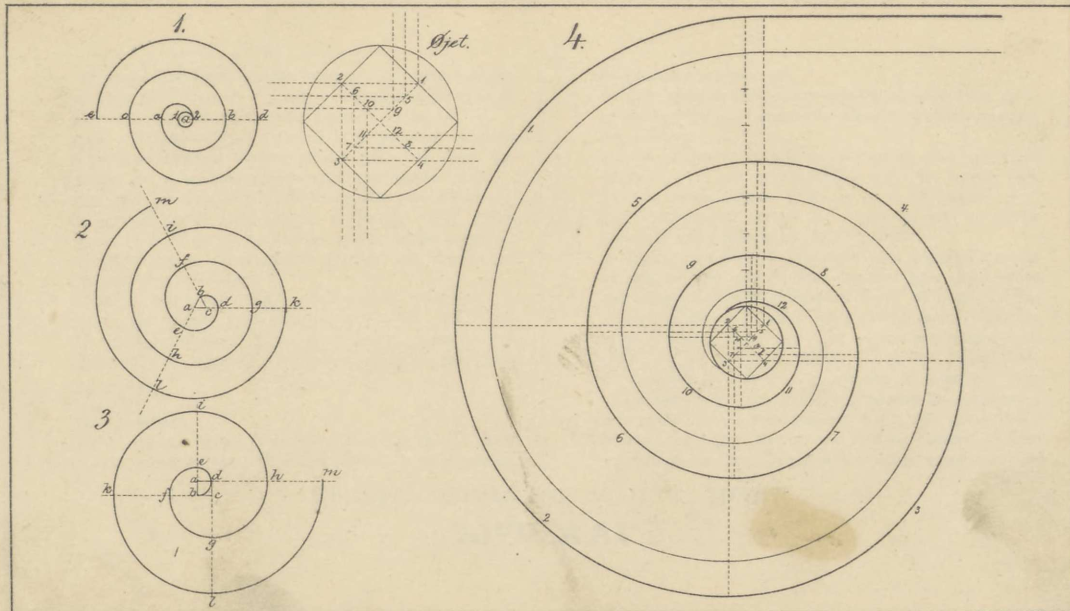
Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XV.

Spiraler (Voluter).

1. *At tegne en Spiral med givet Øje a og 2 Midtpunkter.*
   Med ⊙*1* Buen *a2*. Med ⊙*2 ab*. Med ⊙*1* — *bc*. ⊙*2* — *cd* o. s. v.
2. *At tegne en Spiral med 3 Midtpunkter abc, Trekanten abc er ligesidet.*
   Forlæng Siderne. Med *ca* og *b* som ⊙⊙ tegn —— *bd*, *de*, *ef*, *fg*, *gh* o. s. fr.
3. *At tegne en Spiral med 4 Midtpunkter abcd. abcd = et Kvadrat.*
   Forlæng Siderne. Med *abcd* som ⊙⊙ tegn Buerne *bde*, *ef*, *fg*, *gh*, *hi* o. s. fr.
4. *At tegne en jonisk Volute (Spiral).*
   Øjets Størrelse bestemmes.
   Fra Øjets Centrum bestemmes Tangenter ved at afsætte 9 af Øjets Radier lodret op.
   Ved at indskrive et Kvadrat i Øjet, der deles i 4 Dele og paa de 2 Delingslinjer at afsætte 3 Dele paa hver halve, faaer man 12 Centrer til 12 Kvartcirkler, der tilsammen giver 3 Omdrejninger.
   Kantningslinjen er her 1/4 af Afstanden mellem første Omdrejning foroven.

Plan XV.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XVI.

Spiraler, construerede af H. v. Huth.

1. *At tegne en Spiral, der i 3 Omgange tangerer en given Linje ab.* Linjen ab' Afstand fra Øjets Centrum = $3\frac{1}{2}$ til $6\frac{1}{2}$ Gange Øjets Diameter.

$$ce = \frac{cd}{7}$$

Afsæt fra c 12 vilkaarlige men ligestore Dele til f. Tegn Linjen fe. Tegn Linjer ved *1, 2, 3* o. s. v. ‡ ce. Afsæt fra Centrum i Øjet Stykket *1* og med Rad $1d \frown dg$. $1g \perp cd$. Afsæt *2*. Med *2* som ⊙ tegn $\frown gh$. h ‡ cd. Afsæt *3* o. s. v.

2. *At tegne en Trappespiral.*

Afstanden mellem AB er Vangens Tykkelse, som afsættes paa en ret Linje. I dennes Forlængelse tilhøjre vælges Punkt C i en vilkaarlig Afstand fra B, dog ikke mindre end $\frac{1}{2}$ AB. Linjen AB deles i 8 ligestore Dele og 5 saadanne Dele afsættes tilvenstre for A; eventuelt afsættes nogle Dele tilhøjre for B.

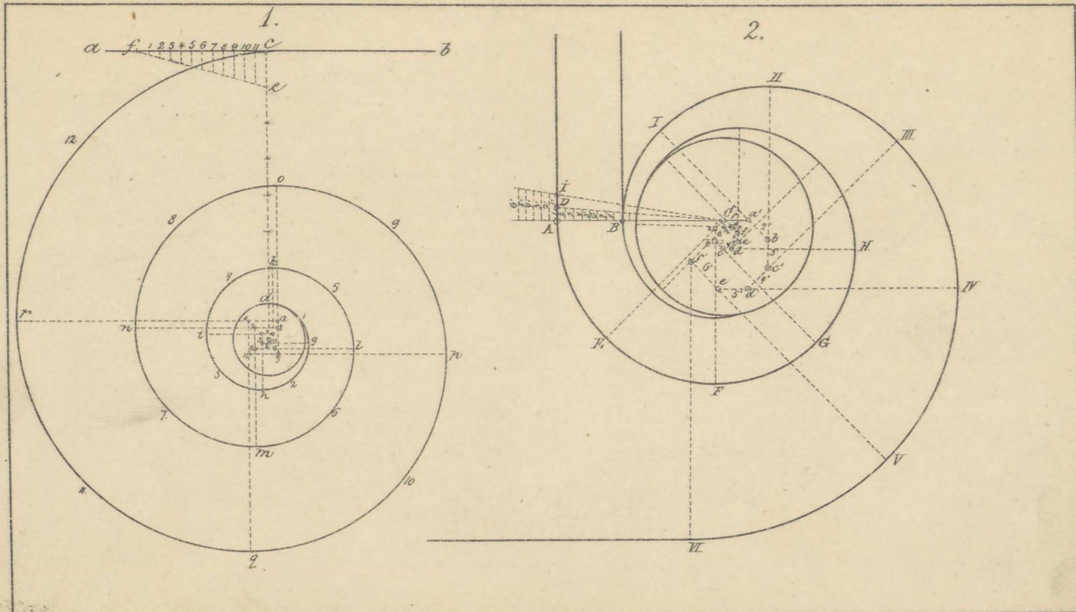
I Inddelingspunkterne oprejses lodrette Linjer, af hvilke den første i A afsættes lig $\frac{1}{8}$ AB og giver D, hvorimod de øvrige henimod C afskæres af en Linje, trukket fra C til D.

En Linje fra C gjennem et Punkt J, hvis Afstand fra D er lig AD, afskærer de Linjer, der ligge tilvenstre for A, (tages Grunden i Trappen mindre end 9'', anbefales at trække sidstnævnte Linje parallel med CD). Scalaen, der saaledes opstaaer, benyttes som følger: Med C som Centrum og CA som Radius slaaes $\frac{1}{8}$ Cirkelbue AE. Paa Linjen CE afsættes fra C Stykket *1* lig Afstanden AD og a er da Centrum til Buen EF. Paa Linjen aF fra a afsættes Stykket *2* = *2* paa Scalaen, og b er da Centrum til Buen FG. Ved saaledes efter Scalaen efterhaanden at forkorte Radierne, der indbyrdes danne Vinkler paa 45°, vil den udvendige Vangespiral opstaa, og denne afsluttes da med en Cirkel, hvis Centrum man efter Skjøn vælger blandt de Centrer, der benyttes til Buerne; den indvendige mindre Spirallinje følger parallel med den udvendige.

Trinspiralen opstaar ved paa den forlængede Linje AC tilhøjre for C at afsætte Stykket *1'* lig AI, a er da Centrum til $\frac{1}{8}$ Cirkelbue BI. Paa den forlængede Linje Ia' afsættes efter Scalaen Stykket *2'*, og b er da Centrum til Buen *II, III* og saa fremdeles.

Gjennem *VI*, der bliver Afslutningspunktet af Trinspiralen, trækkes en Linje vinkelret paa Vangens Retning, og denne Linje bliver da Forkanten af Klodstrinet.

Plan XVI.



Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XVII.

Hjullinjer.

Ruller en Cirkel paa en ret Linje uden at glide, da beskriver ethvert med Cirklen fast Punkt en bestemt Bane. Cirklen kaldes *Hjulkredsen (Frembringeren)* og Linjen, hvorpaa den ruller, kaldes *Grundlinjen.* Hjullinjen kaldes *almindelig, forlænget* eller forkortet, eftersom det faste Punkt ligger i, indenfor eller udenfor Hjulkredsen, og Banen kaldes:

Cykloide, naar Frembringeren ruller paa en ret Linje.
Epicykloide, naar Frembringeren ruller udenpaa en Cirkel.
Hypocykloide, naar Frembringeren ruller indeni en Cirkel.

1. *At tegne en Cykloide med almindelig Bane.*

Tegn Grundlinjen abc, og Frembringeren d berørende samme i a. Bestem paa Linjen da Punktet e, der skal beskrive Cykloiden. Del Frembringeren i 12 lige store Dele ef, fg o. s. v. Tegn $dm \ddagger ab$. Tegn $dm = 3^1/_7$ Diameter og del den i 12 ligestore Dele. Tegn fI, gII, $hIII$ o. s. v. $\ddagger ab$. Tegn $1I$, $2II$, $3III$ o. s. v. $= de$.

At tegne Normalen til en Cykloide i et Punkt n.

Bestem paa Midtpunktlinjen dmo Punktet o saaledes at $no = de$ = Radius af Frembringeren. Tegn $op \perp abc$ og forbind Fodpunktet p med n.

Bliver ved den almindelige *Cykloide* paa Linjen poq $oq = op$, da er Linjen nq *Tangent* i Punktet n.

Bliver ved den almindelige *Cykloide* Linjen no forlænget til r, $rs \perp abc$, np forlænget til s, da er Skæringspunktet s *Krumningsmidtpunktet* for Punktet n, hvilket vil sige, at en Bue med s til $\odot$ og Radius sn har en lige saa stor Krumning som Cykloiden i Punktet n.

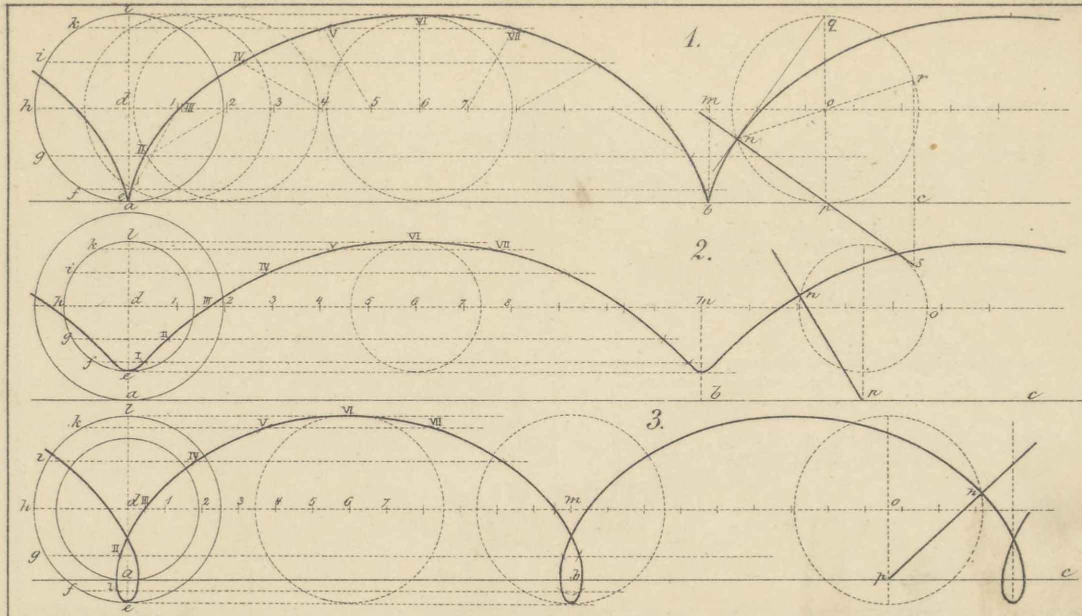
2. *At tegne en Cykloide med forlænget Bane.*

Bestem Punktet e i Frembringerens Linje da. Med de som Radius og d som Centrum en *Cirkel.* Del denne i 12 Dele ef, fg o. s. v. Tegn videre som Fig. 1.

3. *At tegne en Cykloide med forkortet Bane.*

Bestem Punktet e udenfor Frembringeren. Beskriv med d som Centrum *Cirklen,* der deles i *12 lige store* Dele ef, fg o. s. v. og tegn videre som Fig. 1.

Plan XVII.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan XVIII.

1. *At tegne en Epicykloide.*
Grundkredsen = Cirklen *t* med Radius = *ta.*
Frembringeren = ○*d* delt i 12 eller 24 Dele fra Berøringspunktet *e*, *ef*, *fg*, *gh* o. s. v. Afsæt paa Cirklen *t* Omkreds *ab* muligst = Omkredsen af Frembringeren og del den ligeledes i 12 eller 24 Dele. Tegn Straalerne = $a^1 1$, $a^2 2$ o. s. v. Med *t* som ⊙ beskriv Cirklen ved *f*, *g*, *h* o. s. v. om *t*, dernæst Cirklen *dmo* = Centerlinjen for Frembringeren.
Afsæt *1I*, *2II*, *3III* o. s. v. = *de.* Gjennem *I*, *II*, *III* o. s. v. tegn *Epicykloiden.*
Normalen nps, *Tangenten nq* og *Krumningsmidtpunktet s* for Punktet *n* findes saaledes:
Gjør *no* = *de.* Tegn med *O* som ⊙ og Radius *de* Cirklen *npq.* Træk Linjen *nor*, *rst* og *nps.*

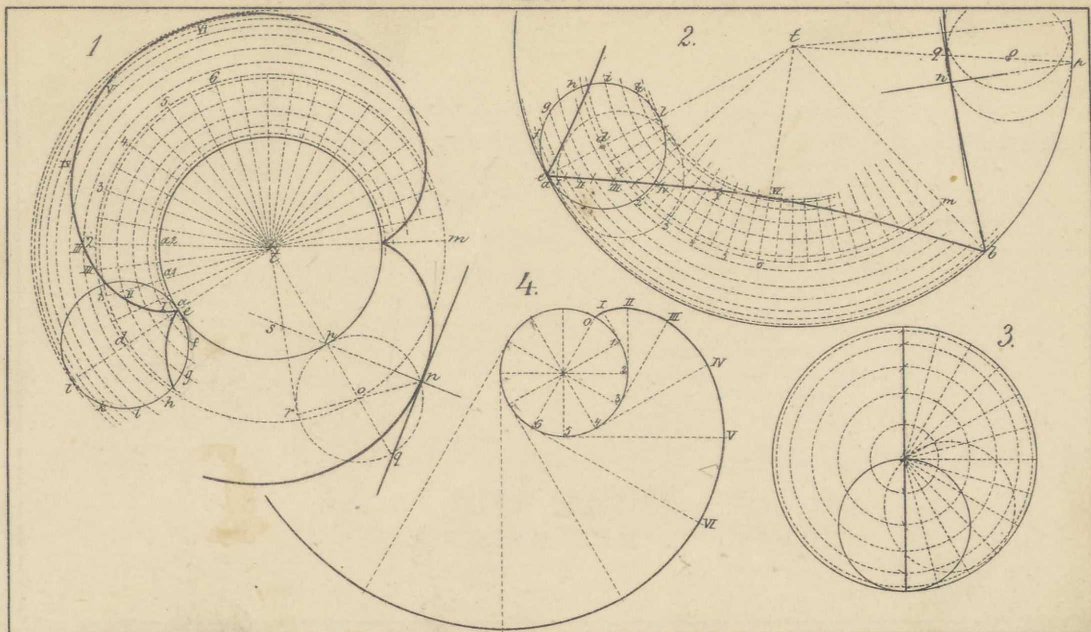
2. *At tegne en Hypocykloide.*
Grundkredsen = Cirklen *t* med Radius *ta.*
Frembringeren *d* delt i 12 eller 24 ligestore Dele fra Berøringspunktet e, *ef*, *fg*, *gh* o. s. v.
Afsæt paa Omkredsen af Cirklen *t ab* = Omkredsen af Frembringeren *d* og del den paa samme Maade som Fig. 1, og tegn Hypocykloiden med samme Fremgangsmaade som Fig. 1.

3 *At tegne en lige Hypocykloide.*
Samme fremkommer, naar Radius af Frembringeren = ½ Radius af Grundkredsen.

Afviklingslinje (Evolvente).
Evolvente kaldes den Bane, som et Punkt af en lige Linje beskriver, idet den uden at glide afvikles en Cirkel (Frembringeren). (Man tænke sig en lige Linjes ene Endepunkt hæftet paa Cirklen og derefter viklet om denne.)

4. *At tegne en Evolvente.*
Del Grundkredsen (Cirklen) i vilkaarlig mange ligestore Dele (her 12). Tegn Tangenter udgaaende fra Delingspunkterne samme Vej. Tegn med ⊙ 1 ⌒ 0 I med ⊙ 2, ⌒ I, II med ⊙ 3, ⌒ II, III o. s. v.

Plan XVIII.



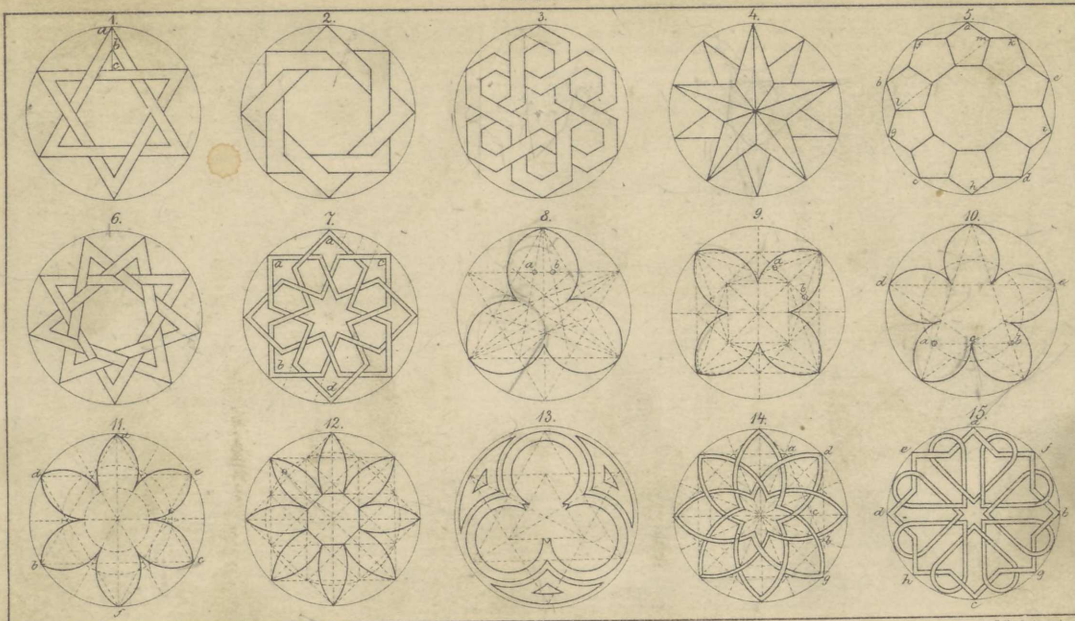
Aagaard. Galle & Aagaard.

Plan XIX.

Flademønstre.

1. Del den omskrevne Cirkel i 6 Dele. *ab* = *bc*.
2. Del den omskrevne Cirkel i 8 Dele. Tegn begge de ydre Kvadrater og tegn deres Diagonaler.
3. Del den omskrevne Cirkel i 6 Dele. Tegn den ydre Sexkant og del dens Sider i 5 Dele.
4. Del den omskrevne Cirkel i 10 Dele.
5. Del den omskrevne Cirkel i 10 Dele. Tegn Femkanterne *a b c d e* og *f g h i k*. Tegn *l m* o. s. v.
6. Del den omskrevne Cirkel i 18 Dele og træk Diametre gjennem disse Delingspunkter.
7. Del den omskrevne Cirkel i 32 Dele. *ab* og *cd* omfatte 12 saadanne Dele.
8. Del Cirklen i 6 Dele. Tegn begge Trianglerne og foren deres Skæringspunkt med den ene Triangels Spids. *a b* o. s. v. ere ⊙⊙.
9. Del Cirklen i 8 Dele og tegn Diametrene. Tegn de 3 Kvadrater. Foren det ydre og indre Kvadrats Hjørner. *ab* o. s. v. ere ⊙⊙.
10. Del Cirklen i 5 Dele og foren Punkterne som vist i Figuren. Tegn i *c* Linjen *ab* ∓ *dc*. *ab* o. s. v. en ⊙⊙.
11. Del Cirklen i 12 Dele. Tegn Trianglerne *a b c* og *d e f*. Om *c* som ⊙ tegn ⌢ tangerende *fe*. Denne Bue skærer Trekantens Side i ⊙⊙.
12. Del Cirklen i 8 Dele og træk Diametrene. Tegn de 2 Kvadrater og foren deres modstaaende Skæringspunkter. Tegn Cirklen gjennem Kvadraternes Skæringspunkter saa skæres Diametren i ⊙⊙.
13. Tegn de 2 ydre Cirkler og del den indre i 6 Dele, samt tegn Diametrene. De 2 Trianglers Sider skære Diametrene i ⊙⊙.
14. Del den omskrevne Cirkel i 16 Dele og tegn Diametrene. Tegn de 2 Kvadrater og tegn *ab*. *c* er ⊙ til ⌢ *dg*. Cirklen gennem *c* bestemmer de øvrige ⊙⊙.
15. Del den omskrevne Cirkel i 16 Dele. Tegn Kvadraterne *abcd* og *efgh*. Deres Skæringspunkter ere ⊙⊙ for de smaa Cirkler, som tangere den omskrevne Cirkel.

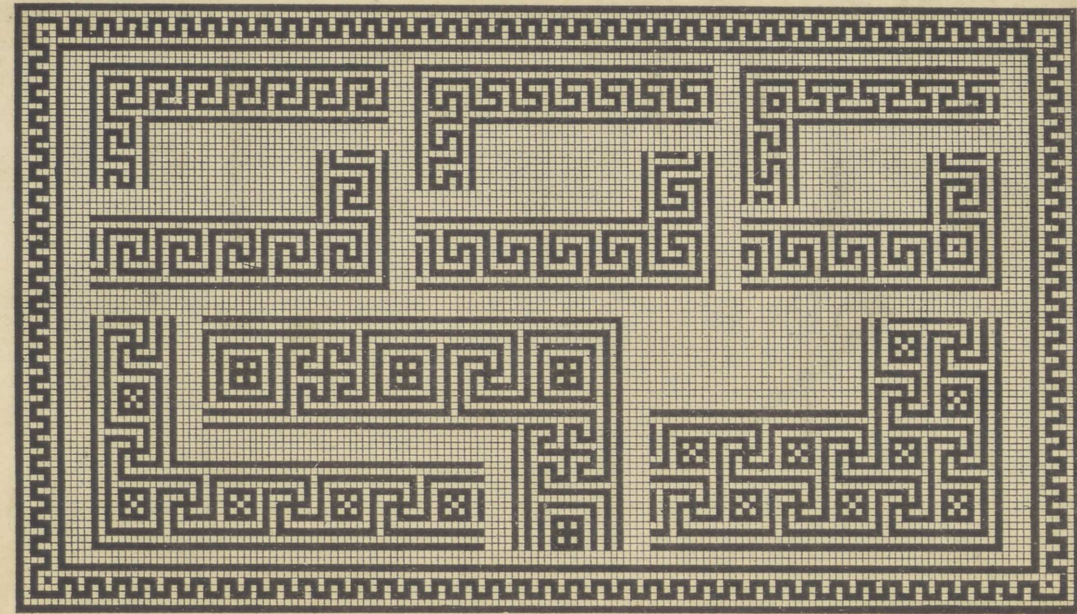
Plan XIX.



Aagaard.

Galle & Aagaard.

Plan XX.



Aagaard. Galle & Aagaard.