**Vernieuwingen in de orgelbouw**

... *les Pays-Bas sont, jusqu'à ce jour, demeurés presque*

*entièrement en dehors du progrès que nous venons de signaler.*

[Nederland is, tot op heden, bijna geheel buiten de vooruitgang

gebleven die wij zojuist hebben opgemerkt]

(Charles-Marie Philbert, *L'Orgue du Palais d'Industrie*. Amsterdam, 1876, 69.)

Inleiding

De als orgeldeskundige bekend staande Charles-Marie Philbert, vice-consul van Frankrijk in Amsterdam, beschouwde de Nederlandse orgelbouw met de optiek van iemand die, toen hij rond de twintig jaar oud was, had kennis gemaakt met de instrumenten van Aristide Cavaillé-Coll. Hij was daar diep van onder de indruk gekomen en had vervolgens tijdens zijn verdere leven dit type instrument als referentie gekozen voor zijn visie op de orgelbouw. Het wekt dan ook geen verwondering dat hij zich, vanaf zijn vestiging in Nederland in 1849, beijverde voor de verspreiding van dit orgeltype in ons land. Waarschijnlijk zonder zich af te vragen of de Nederlandse organisten nu wel zo'n behoefte hadden aan vernieuwingen als pneumatische hefbomen en combinatietreden die dit orgeltype met zich meebracht.

Philbert schildert in zijn in 1876 verschenen boek over het Cavaillé-Coll orgel in het Amsterdamse Paleis voor Volksvlijt de Nederlandse orgelbouw wel wat ouderwetser af dan deze in werkelijkheid was. Op het moment dat hij zijn boek het licht deed zien was in ons land de magazijnbalg met in- en uitslaande vouw al een kwart eeuw bekend en was het 18 jaar geleden dat C.G.F. Witte voor het eerst een in de discant overblazend register vervaardigde. Ook combinatietreden voor het in- en uitschakelen van groepen registers waren al in ons land bekend.

Wat de mechaniek betreft had Philbert niet helemaal ongelijk. Vanaf het midden van de 17e eeuw tot en met de eerste helft van de 19e eeuw bleef de technische opzet van de orgels in ons land nagenoeg ongewijzigd, ondanks historische en regionale verschillen wat betreft dispositie, klank en werkopbouw. De Nederlandse orgels waren over het algemeen robuust gebouwde instrumenten voorzien van mechanische toets- en registertractuur, mechanische koppelingen, sleepladen en keilbalgen. De in Frankrijk alweer enige decennia beproefde pneumatische hefboom hadden Nederlandse orgelmakers tot 1871 nog niet toegepast, laat staan de elektro-pneumatische tractuur waarmee men in Frankrijk en Engeland al sinds 1850 experimenteerde.

Wanneer in deze inleiding over vernieuwingen in de orgelbouw het buitenland meer aan bod komt dan ons eigen land is dat met reden. Alle vernieuwingen uit de 19e en 20e eeuw waren in Duitsland, Engeland en Frankrijk al lang en breed in gebruik voordat de orgelmakers in ons land deze toepasten.

Een tweede, niet te veronachtzamen aspect van de19e-eeuwse orgelbouw is de internationalisering. In dit opzicht is er sprake van eenrichtingverkeer. Nederland importeerde, vanaf de tweede helft van de 19e eeuw in toenemende mate instrumenten van buitenlandse bouwers, maar van enig noemenswaardige export, buiten die naar onze koloniën, was geen sprake.

In sommige Europese landen vingen de nieuwe technische ontwikkelingen binnen de orgelbouw al vanaf ca 1810 aan. De eerste vernieuwingen kan men in Duitsland (meer grondstemmen, crescendokast, doorslaande tongwerken) en Engeland (magazijnbalg met in- en uitslaande vouw, *composition pedals*) waarnemen. Frankrijk volgde wat later, maar wist uiteindelijk de reputatie te verwerven als hét land van de vernieuwingen in de orgelbouw. Dat was te danken aan een ingenieuze integratie van de diverse vindingen tot een consistent en sterk nieuw concept. Dit gold zowel voor de klank als voor de windvoorziening, de laden en de mechaniek. De introductie van de verschillende vernieuwingen in Nederland volgde pas na enige decennia, zoals in onderstaande paragrafen zal worden beschreven en zoals in tabel 1 staat afgedrukt.

Een belangrijk middel om interesse voor de nieuwe vindingen te wekken waren de nationale en internationale tentoonstellingen zoals die van Parijs in 1839, 1855 en 1867, en die van Londen in 1851. Ook al maakten de daar geëxposeerde instrumenten slechts een klein deel uit van dergelijke exposities en moesten ze in de tentoonstellingsruimten vaak concurreren met lawaaiige stoommachines, toch gaven ze de impuls tot de verspreiding van orgels die met allerlei nieuwe voorzieningen werden uitgerust. Ook op dit gebied bleef de Nederlandse orgelbouw achter. Blijkbaar zagen de Nederlandse orgelmakers niets in een mogelijke promotie van hun instrumenten langs deze weg. Alleen Dirk Ypma zond een 'gothiek meubelorgel' in naar de in 1847 georganiseerde 'Tentoonstelling der voortbrengselen van inlandsche Nijverheid en Kunst' te Utrecht en de Gebroeders Adema ontvingen in 1866 een eervolle vermelding ‘*voor hun goed bewerkt salonorgel*’ dat zij hadden geëxposeerd op de 'Algemeene Tentoonstelling van Nederlandsche Nijverheid en Kunst' te Amsterdam.

Een andere oorzaak van het grote aantal verbeteringen en de varianten daarvan was het patentrecht. Hier vormde Nederland een uitzondering ten opzichte van de omringende landen, omdat tussen 1869 en 1916 in ons land geen octrooien werden verleend. Tot 1916 verkreeg slechts één vinding van eigen bodem octrooi. De overige aanvragers kwamen uit het buitenland. Een overzicht van de Nederlandse octrooien op orgelgebied die tussen 1850 en 1955 zijn verleend, staan afgedrukt in tabel 2.

Er is een duidelijke samenhang tussen de verschillende nieuwe vindingen. Ze waren het gevolg van ontwikkelingen op muzikaal en orgelbouwkundig gebied. De belangrijkste factor bij deze vernieuwingen was het streven naar een zo stabiel mogelijke winddruk in combinatie met een grotere behoefte aan wind. De stabielere winddruk was noodzakelijk voor de uitvoering van contemporaine orgelmuziek. Deze bevatte veel meer homofone elementen dan de orgelmuziek uit de voorafgaande periodes. Passages met een plotseling, zich sterk wijzigend windverbruik, zoals akkoorden in de begeleiding, mochten geen stoten veroorzaken in de uitkomende melodie. Een systeem voorzien van een magazijnbalg met in- en uitslaande vouw en één of meerdere regulateurs kon dergelijke situaties veel beter beheersen.

Men voorzag de orgels van een relatief groot aantal grondstemmen die in veel gevallen ook nog eens sterker werden geïntoneerd. Dit vereiste niet alleen balgen die ruimer waren bemeten en op een hogere winddruk waren afgewogen, maar tevens windladen met meer cancelinhoud en grotere speelventielen.

Hogere winddruk en grotere speelventielen veroorzaakten een grotere toetsdruk, ofwel een zwaardere speelaard. Orgelmakers trachtten daarom op verschillende manieren dit probleem te overwinnen:

* met behulp van voorventieltjes op de speelventielen, of door gebroken speelventielen,
* door middel van luchtdruk, zoals bij de pneumatische hefboom en de buizenpneumatiek, en
* met behulp van elektromagnetisme.

Van niet te verwaarlozen invloed op het streven naar verlichting van de toetsdruk bij orgels was de grote vlucht die de piano nam als hét huisinstrument in de 19e eeuw. De pianotechniek en het pianotoucher hadden ook hun effect op het orgelspel, vooral in Frankrijk. In ons land was dat veel minder het geval. In de tweede helft van de 19e eeuw was het orgelspel in ons land met name bij de protestanten geënt op de Duitse traditie. Bijgevolg wist de pneumatische hefboom, na zijn eerste toepassing in 1871, maar in een beperkt aantal gevallen door te dringen tot de Nederlandse orgelbouw.

Hoewel de eerste orgels met buizenpneumatiek en registercancelladen vanaf 1892 in ons land werden geplaatst, wist deze tractuurvorm pas na het begin van de 20e eeuw door te breken. Maar daarna werd dit systeem binnen enkele jaren in ons land bijna alom overheersend.

In onderstaande paragrafen zullen de ontwikkelingen van de verschillende orgelonderdelen, in Nederland alsook daarbuiten, afzonderlijk worden behandeld. Daarbij zal, waar dit het betoog kan verduidelijken, de samenhang met andere onderdelen worden aangeduid.

Windvoorziening

Tot ver in de 19e eeuw vervaardigden orgelmakers de reeds eeuwen in gebruik zijnde keilbalgen, ook wel spaanbalgen genoemd. Deze hebben als eigenschap dat de winddruk afhankelijk is van de stand van het bovenblad. Naarmate de hoek tussen het bovenblad en het horizontale vlak zowel naar boven als naar beneden groter is, is de door de druk van het bovenblad veroorzaakte winddruk lager. Het naar binnen komen van de vouwen tijdens het zakken van het bovenblad heeft een verhogend effect op de winddruk. Dit effect is groter bij keilbalgen met één enkele grote vouw of met hooguit twee vouwen, zoals die in ons land en Duitsland werden toegepast, dan bij keilbalgen met vele kleine vouwen, die we bij het klassieke Vlaamse, Luikse en Franse orgeltype aantreffen.

De combinatie van dit effect met de invloed van de positie van het bovenblad betekent, dat de winddruk nog eens extra toeneemt wanneer het bovenblad vanaf een opwaarts gerichte, schuine positie naar horizontaal scharniert. Ook hier is de extra toename bij de keilbalg met één of twee vouwen groter dan bij de balg met meerdere kleine vouwen. Dit komt omdat de enkele vouwen met hun grote bladen meer naar binnen komen en aldus een grotere bijdrage leveren aan de volumeverkleining dan de kleinere vouwen van het Franse type balg. Tussen de horizontale en schuin neerwaartse positie van het bovenblad wordt het positieve effect op de winddruk van de vouwen gecompenseerd door de geleidelijk afnemende druk van het bovenblad. Deze laatste is immers evenredig met de projectie van de lengte van het bovenblad op het horizontale vlak.

Bij een keilbalg met één enkele vouw, zoals die bij ons voorkomt, blijft de winddruk dientengevolge nagenoeg constant. Bij een balg met meerdere vouwen, die op dezelfde manier zou zijn geplaatst, zou de druk afnemen wanneer het bovenblad vanuit horizontale positie zakt, omdat de druktoename onder invloed van de vouwen de afname door de verminderde druk van het bovenblad niet kan compenseren. Vandaar dat het bovenblad van een balg met meerdere vouwen van het Vlaamse, Waalse of Franse type bij maximale vulling meestal schuin naar boven gericht staat.

Door de toename van het aantal grondstemmen bij de orgels uit de eerste helft van 19e eeuw was een grotere capaciteit van de windvoorziening noodzakelijk. Hieraan kon worden voldaan door de toepassing van rechtopgaande balgen waarvan het bovenblad horizontaal bleef. Dergelijke balgen vonden in ons land al in de tweede helft van de 18e eeuw toepassing bij huisorgels.

Pas vanaf het midden van de 19e eeuw veroverde de rechtopgaande balg ook bij kerkorgels gaandeweg terrein, bij sommige orgelmakers nog een korte tijd met één enkele, inslaande vouw, maar al spoedig voorzagen de meeste orgelmakers hun instrumenten van een magazijnbalg met in- en uitslaande vouw.

Een voordeel van de rechtopgaande balg is, dat bij dezelfde opgang, het balgvolume twee keer zo groot is als dat van de keilbalg. Bovendien kan men met één rechtopgaande balg toe, terwijl er van keilbalgen altijd minimaal twee exemplaren nodig zijn.

Voor wat betreft de dynamiek van de winddruk is het primaire verschil dat bij keilbalgen de winddruk het gevolg is van de neerwaartse beweging van het bovenblad, terwijl dit bij horizontaal opgaande balgen wordt bereikt, ongeacht het windverbruik, door het bovenblad zoveel mogelijk op dezelfde hoogte te houden. Een windwijzer diende daarvoor ter indicatie.

Zoals uit tabel 2 kan worden afgelezen, is het eerste Nederlandse octrooi op orgelbouwkundig gebied op 21 oktober 1850 verleend aan de Leidse orgelmakers Christiaan Frederik Weenig jr en Gerrit van Leeuwen. Het betrof een vinding waardoor zij, met handhaving van keilbalgen, voor de diverse werken van een orgel verschillende winddrukken konden verkrijgen. Hun idee was echter op dat moment al achterhaald. Enige jaren tevoren had Aristide Cavaillé-Coll al orgels met gedifferentieerde winddrukken vervaardigd met behulp van de rechtopgaande magazijnbalg.

**Rechtopgaande balgen**

*Rechtopgaande balg met één vouw*

Dit type balg komt al voor in de 18e-eeuwse Nederlandse huisorgels. Ze worden gevoed door één schepbalg. De voordelen ten opzichte van de keilbalg zijn al genoemd.

*Magazijnbalg met in- en uitslaande vouwen*

Hoewel in de literatuur over het algemeen de in Londen woonachtige, uit Schotland afkomstige horloge- en klokkenmaker Alexander Cumming (1733-1814), in de literatuur vaak abusievelijk als *Cummins* gespeld, als uitvinder van de magazijnbalg met in- en uitslaande vouw wordt genoemd, kan hieraan op grond van een aantal bronnen worden getwijfeld. Cumming zelf schreef dat hij het principe van in- en uitslaande vouwen bedacht in 1762 en voor het eerst toepaste in 1787 bij het orgel met een automatisch speelwerk (*Machine-organ*) voor de Graaf (*Earl*)van Bute. De Engelse orgelhistoricus Andrew Freeman, die de archivalia over dit orgel heeft bestudeerd, moest echter concluderen dat daaruit nergens blijkt dat hier van een horizontaal opgaande balg sprake was. In- en uitslaande vouwen kunnen nu eenmaal ook worden toegepast bij keilbalgen. Naast Cumming wordt ook Samuel Green (1740 - 1796) genoemd als de eerste Engelse orgelmaker die de horizontaal opgaande balg vervaardigde. Aanvankelijk in zijn huisorgels, zoals ook de Nederlandse huisorgelbouwers deden. Mogelijk heeft daarna de vinding van Cumming gecombineerd met die van Green als resultaat de magazijnbalg met in- en uitslaande vouw opgeleverd. Wanneer en waar het eerste exemplaar daarvan is geplaatst, is niet bekend. Overigens verkreeg Cumming in 1775 ook patent op een *Water-Closet*, een doorspoelbare toiletpot.

De eveneens uit Engeland afkomstige John Abbey introduceerde dit balgtype in 1827 in Frankrijk met het orgel dat hij samen met Sébastien Erard bouwde voor de nationale tentoonstelling in Parijs.

Magazijnbalgen met in- en uitslaande vouw worden voorzien van scharen in de vorm van parallellogrammen die er niet alleen voor zorgen dat beide vouwen gelijkmatig opgaan, maar tevens dat het bovenblad zoveel mogelijk horizontaal blijft. In tegenstelling tot bij de hierboven genoemde keilbalgen is de winddruk bij de magazijnbalg met in- en uitslaande vouwen onafhankelijk van de opgang. Dit was van groot voordeel bij het streven naar een ruime windvoorziening met een constante druk.

In ons land vond de introductie van de horizontaal opgaande magazijnbalg met in- en uitslaande vouw pas ruim twintig jaar na de eerste toepassing in Frankrijk plaats. Aanleiding vormde de inschrijving in 1846 voor de plaatsing van een orgel in de Hervormde Zuiderkerk te Rotterdam. Alle werken van dit instrument moesten in één kas worden gesteld en de ruimte voor de windvoorziening was zeer beperkt. De firma J. Bätz & Co., die deze opdracht verwierf, plaatste echter de eerste magazijnbalg in Nederland in zijn in 1848 gebouwde orgel voor de Hervormde Kerk in Harmelen. Het Rotterdamse orgel, dat ook van combinatietreden was voorzien, volgde in 1850. De Rotterdamse orgelmakers Kam en Van der Meulen, die tevergeefs op het orgel van de Zuiderkerk hadden ingeschreven, volgden, wat betreft de toepassing van de magazijnbalg, hun concurrenten op de voet met hun eveneens in 1848 voltooide instrument voor de Grote of Lievenmonsterkerk te Zierikzee.

Ondanks de snelle opmars van de magazijnbalg hielden meerdere orgelmakers het bij de traditionele spaanbalgen. Tot hen behoorde J.J. Vollebregt en Zoon. Vollebregt junior vervaardigde voor zijn laatste nieuwe instrument, het in 1878 voltooide orgel van de R.K. St-Urbanuskerk te Ouderkerk aan de Amstel, nog geheel in de traditie van zijn vader, drie spaanbalgen.

**Balgbediening**

Behalve bij de meeste huisorgels was voor de windvoorziening een tweede persoon nodig: de poester- of balgtreder. De in de loop van de 19e eeuw voortschrijdende industrialisatie vormde de aanzet voor het verdwijnen van deze functie. Aanvankelijk trachtte men de fysieke belasting van de balgentreder te verlichten door mechanische hulpmiddelen en vanaf het laatste kwart van de 19e eeuw paste men externe energiebronnen toe.

*Handmatige voorzieningen*

Zowel de orgelmaker Franciscus Cornelis (I) Smits uit Reek als de Mechelse orgelmaker François-Bernard Loret voorzagen enkele van hun kleinere en middelgrote instrumenten van een slinger met krukas. Voorbeelden hiervan zijn het Smits-orgel in Overlangel (1858) en de Loret-orgels in Breda St-Antonius (1858) en Lith (1870). De krukas in Breda beschikt zelfs over een vliegwiel. Ook de gebroeders Adema maakten, in navolging van Loret, gebruik van een slinger met krukas.

*Machinale voorzieningen*

Een vroege vorm van externe bekrachtiging van de windvoorziening, waarbij menselijke arbeid niet voortdurend vereist werd om voor voldoende wind te zorgen, was die met behulp van een gewicht dat was opgehangen aan een draad. Deze was, op zijn beurt, om een draaiende trommel gewonden, analoog aan het systeem dat gebruikt werd voor het loopwerk van uurwerken. Een dergelijke toepassing kwam reeds voor bij het Zuid-Duitse *Flötenuhr* uit de 18e eeuw. In Engeland voorzag men in het midden van de 19e eeuw ook enkele orgels met automatische speelwerken van dit systeem, waaronder het hierboven genoemde instrument van de graaf van Bute. Bij dat laatste instrument is dit niet zo verwonderlijk als we ons herinneren dat klokkenmaker Alexander Cumming de ontwerper daarvan was.

Maakte Cumming nog gebruik van een op zich passieve krachtbron, in 1853 paste William Hill met succes de stoomachine toe als vroegste actieve krachtbron en wel bij het, naar toenmalige Engelse begrippen gigantische orgel voor het *Royal Panopticon of Science and Art* in Londen. Met name bij grotere instrumenten in Engeland kende deze wijze van krachtbron daarna een behoorlijke verspreiding, ondanks de nadelen van lawaaiigheid en een lange opstarttijd, die bovendien nog vergezeld gingen van een gecompliceerde bediening (de stoommachine, en later de gasmotor, stelde men wegens het lawaai dat zij produceerden in een afzonderlijke, akoestisch goed geïsoleerde ruimte op en in sommige gevallen zelfs buiten het kerkgebouw). In ons land is mij van dit type windvoorziening geen voorbeeld bekend. Later volgden water-, gas- en elektromotoren.

Hoewel men de eerste regelmatige, praktische toepassingen van machinale windvoorziening aantreft in het Verenigd Koninkrijk, stamt het eerste patent op dit gebied uit Frankrijk. Het werd in 1852 verkregen door Pierre Stein en maakte deel uit van een beschrijving van een sleepladeorgel met zuiver elektrische toets- en registertractuur. Op deze vinding zal nog nader worden ingegaan.

Opmerkelijk is dat bij rechtopgaande balgen al deze motoren, inclusief de elektromotor, gedurende de eerste jaren van toepassing, waren aangesloten op de schepbalgen die zij door middel van een krukas in beweging brachten. Ook de allereerste vorm van elektrische krachtbron, gedocumenteerd in het Franse patent van Stein uit 1852, beschrijft een dergelijke inrichting van een langzaam draaiende motor met vliegwiel en krukas.

De aanschaf van een windmachine betekende, zeker in de beginperiode, niet in alle gevallen het onmiddellijke ontslag van de orgeltrapper of orgeltrappers. Wanneer men hem of haar in dienst hield, riep men zijn of haar hulp vaak in bij kortere diensten waarbij het orgel minder lang en luid behoefde te klinken. Met name het opstarten van de stoommachine zal in veel gevallen ingewikkelder zijn geweest en meer tijd hebben gekost dan het inroepen van de hulp van de orgeltrapper. Alleen de watermotor had een vergelijkbaar bedieningsgemak als de elektromotor.

**De watermotor** bestond uit minimaal één zuiger die bewoog onder invloed van waterdruk. Deze motor kon daarom slechts worden ingezet op die plaatsen waar een openbaar waterleidingnet aanwezig was. Het voordeel ten opzichte van de stoommachine en de hieronder nog aan bod komende verbrandingsmotoren was de geruisloze werking. Het door de Gebr. Franssen in 1902 geheel omgebouwde orgel in de St-Janskathedraal te 's-Hertogenbosch was met twee van dergelijke machines uitgerust. Ook P.J. Adema was voornemens een dergelijke motor toe te passen. Afbeelding 2 toont ons een orgel met watermotoren.

**De** **gasmotor** was een vinding uit 1861 van de Fransman Étienne Lenoir (1822-1900). Maar vooral het type, ontwikkeld rond 1876 door de Duitser Nikolaus August Otto (1832-1891), maakte opgang als krachtbron voor de windvoorziening. Deze verbrandingsmotor had ten opzichte van de stoommachine het voordeel dat hij gemakkelijk kon opstarten, maar, zoals reeds gezegd, produceerde nog altijd zoveel lawaai, dat hij in een afzonderlijke ruimte moest worden opgesteld. Het uit 1916 daterende Adema-orgel van de St-Agathakerk te Lisse was bij de bouw voorzien van een gasmotor.

**De elektromotor met krukas.** Hoewel deze reeds lang bekend was, vond de ruime verspreiding ervan pas na ca 1920 plaats. De door Stein bedachte elektromotor moest worden gevoed door galvanische elementen waarmee deze hooguit een paar uur kon draaien. Dat was natuurlijk verre van praktisch. In Engeland trachtte men dit probleem op te lossen door de voor elektromotoren benodigde elektrische spanning op te wekken met behulp van een dynamo of omvormer die op zijn beurt werd aangedreven door een stoommachine buiten de balgruimte. Maar ook deze aanleg vond weinig verspreiding. De elektromotor als levrancier van orgelwind kreeg pas succes na de opkomst van het elektriciteitsnet waarvan hij de verspreiding op enige afstand in de tijd volgde.

Het nadeel van de oorspronkelijke bedieningswijze, waarbij de elektromotor al dan niet via een vertraging een krukas met verbindingsstangen de schepbalgen bediende, was, dat deze geen mogelijk bood tot regulering van het aantal balgbewegingen per tijdseenheid. Dit had tot gevolg dat bij een te hoog toerental de balg steeds in zijn hoogste stand stond, zodat het ontlastingsventiel in het bovenblad steeds geopend werd, en bij een lager toerental de windvoorziening ontoereikend was voor vol spel en alsnog de extra hulp van een balgentreder ingeroepen moest worden.

Met de komst van de centrifugale ventilator met schoepen, die rechtstreeks op de as van de elektromotor was aangesloten, verdwenen niet alleen de schepbalgen bij de nieuwe orgels, maar werden ook de magazijnbalgen kleiner.

**De centrifugale elektrische ventilator**, zoals we die thans kennen, werd voor het eerst toegepast in *Goldsmiths' Technical Institute* in Londen kort na 1890 en deed in 1910 zijn intrede in ons land met de plaatsing van een in het Engelse Lincoln vervaardigde *Kinetic Blower* voor het orgel van de Mozes en Aäronkerk in Amsterdam. Het Walcker-orgel van de Nieuwe Zuiderkerk in Rotterdam uit 1916 wordt van meet af aan door een centrifugale elektrische ventilator van wind voorzien, evenals het twee jaar later gebouwde orgel van de Gebr. Franssen in de Goirkese kerk te Tilburg. Dit type windvoorziening heeft als voordeel dat hij relatief geruisloos is, maar de wijze waarop de wind de balg of balgen bereikt verschilt radicaal van die van de voorgaande systemen. Deze laatste waren nog altijd gebaseerd op het pompen zoals de balgtreders deden. Bereikte bij het oude systeem gecomprimeerde wind uit de schepbalgen met lage snelheid de (hoofd)balg, bij het nieuwe slingeren de schoepen met hoge snelheid de wind in de (hoofd)balg. Een rolgordijn of een afsluitklep tussen motor en balg reguleert daarom de opgang van de balg. De balgen en de kanalisatie dienen tevens als een suskast voor de door de ventilator opgewekte wervelingen.

Bij sommige elektropneumatische orgels zorgt een op het andere uiteinde van de as aangebrachte stroomomvormer (gelijkstroomdynamo) voor de opwekking van de voor dit tractuursysteem noodzakelijke zwakstroom. Het hierboven genoemde orgel voor de Goirkese kerk in Tilburg was het eerste instrument in ons land met dit, overigens weinig succesvolle systeem.

**Tremulant, afsluiter, windlosser**

*De tremulant*

Het orgel kent een voorziening die een regelmatige periodieke vermindering of afsluiting van de wind veroorzaakt: de tremulant. Ook deze deed al aan het eind van de 16e eeuw zijn intrede en is sindsdien een niet weg te denken onderdeel van het instrument. Dankzij de beving van de toon die de tremulant veroorzaakt, verleent deze aan de klank van bepaalde registers een essentiële eigenschap van de menselijke stem (Vox humana) of van een blaasinstrument (blokfluit) die men op deze wijze trachtte te imiteren. Niet voor niets bestond het klassieke Italiaanse register *Voce humana* uit zwevend gestemde prestantpijpen en behoort bij de Franse *Voix humaine* de *Tremblant doux*.

Tot in de 19e eeuw hadden orgels twee soorten tremulanten. De kanaaltremulant (in het Franstalige gebied *tremblant doux),* een klep in het kanaal die de wind periodiek afsloot. Daarnaast kende men tremulanten waarbij de wind periodiek naar buiten ontsnapte via een scharnierend klepje dat voorzien was een verend latje met een verstelbaar gewichtje. Deze had een veel sterker effect dan het eerstgenoemde type. Bij de Franse klassieke orgels en de door dit orgeltype beïnvloede instrumenten heette deze *Tremblant fort* of *Tremblant à vent perdu.* Tot aan het eind van de 19e eeuw pasten in Nederland gevestigde orgelbouwers meestal het eerstgenoemde type tremulant toe, maar ook het tweede type komt af en toe voor.

Met de komst van de pneumatiek in de laatste decennia van de 19e eeuw kwam ook de pneumatische tremulant in gebruik. Deze bestaat uit een balgje van ca 15 x 30 cm dat periodiek van wind wordt voorzien door afsluitschijven die opgeheven worden door elkaar afwisselend beïnvloedende membranen.

*De* a*fsluiter*

Al spoedig nadat orgels meerdere werken kregen, voorzag men deze van kleppen die de verschillende werken afzonderlijk konden afsluiten. Deed zich in een van de werken een hanger voor, dan kon men, door dit van de windvoorziening af te sluiten, de rest van het orgel toch nog blijven gebruiken.

*De windlosser*

De windlosser of ventiel had tot functie om de balg zo snel mogelijk te laten zakken wanneer het orgel niet meer werd gebruikt. Hiermee kon de organist bewerkstelligen dat, vrijwel meteen nadat hij met spelen was gestopt de bovenbladen van de balgen zakten. Dit ging namelijk altijd met enig geluid gepaard.

**Conducten**

Tot het eind van de 19e eeuw werden afgevoerde pijpen van wind voorzien door middel van loden conducten en/of houten vervoerstokken met daarin uitgehakte en later gefreesde kanalen. In het laatste kwart van de 19e eeuw maakten sommige orgelmakers, onder wie Michael Maarschalkerweerd, de conducten ook van het goedkopere zink. Een stap verder bij de besparing van materiaalkosten gingen, vanaf het eind van de 19e eeuw, sommige Duitse orgelmakers bij hun pneumatische orgels met het aanbrengen van met zwarte glanslak bestreken kartonnen kokers. Hoewel deze kartonnen kokers altijd als minderwaardig ten opzichte van de loodconducten zijn beschouwd, hoeft de levensduur niet korter te zijn. Meerdere orgels bevatten nog meer dan 100 jaar oude kartonnen conducten terwijl sommige loodconducten uit dezelfde periode intussen zijn vervangen wegens verregaande corrosie.

Halverwege de 20e eeuw komt uit de industrie de bekende flexibele slang (westaflex) in gebruik. Tegenover het voordeel dat deze gemakkelijk verwerkbaar zijn en (in tegenstelling tot de loodconducten) bij korte afstanden geen haakse hoeken kennen die wervelingen kunnen veroorzaken, staat het nadeel dat de binnenwanden geribbeld zijn, waardoor wervelingen en remming van de windsnelheid juist weer wél optreden.

Vanaf de jaren vijftig van de 20e eeuw past men, met name bij (elektro)pneumatiek, ook kunststof slang toe. Vooral wanneer dit materiaal veel weekmakers bevat, is de levensduur ervan beperkt.

Orgels met buizenpneumatiek hebben tussen klaviatuur en laden minstens evenveel conducten als het aantal toetsen vermeerderd met het aantal registers. De uitwendige diameter van die conducten loopt uiteen tussen acht en tien mm. Een instrument met twee klavieren en pedaal heeft al gauw 135 van dergelijke conducten die dezelfde functie als abstracten, hefbomen, winkelhaken en wellen bij het mechanische orgel vervullen. Wanneer de speeltafel enkele meters van het orgel is verwijderd, kan een instrument meer dan een kilometer conduct bevatten. Aanvankelijk gebruikte men hiervoor conducten van rood koper, zoals Michael Maarchalkerweerd deed bij zijn orgel in Uithoorn (1899). Hij liet voor dat instrument overigens de laden en de speeltafel toeleveren door de Duitse orgelbouwer Weigle. Later bedienden de orgelbouwers zich uitsluitend van loden conducten, niet alleen om materiaalkosten te beperken, maar ook omdat deze vanwege hun buigzaamheid gemakkelijker te verwerken waren.

Windladen

Windladen hebben altijd de bijzondere aandacht van de orgelmakers gehad. Ze moeten immers aan vele voorwaarden voldoen. Laden moeten voldoende ruim bemeten zijn, ondanks de vaak beperkte plaatsruimte in de kas. Tussen de naast elkaar gesitueerde cancellen moeten ze geheel winddicht zijn. Bovendien moeten bij de sleeplade slepen en pijpstokken zodanig op de bovenzijde van het ladelichaam zijn bevestigd dat enerzijds de slepen soepel glijden, maar dat anderzijds er aan de onder- of bovenzijde van de sleep geen wind weglekt tussen naast elkaar gelegen gaten. Tot de vaste rituelen bij de keuring van een orgel behoort dan ook vanouds de zogenaamde ‘blinde proef’ om de eventuele aanwezigheid van door- en bijspraak vast te stellen.

Zelfs als de laden van een orgel de keuring met glans doorstaan, vormt dat nog geen garantie dat ze ook na enige jaren nog in goede toestand verkeren. Wanneer de orgelmaker hout gebruikt dat onvoldoende is gedroogd, laten de problemen niet lang op zich wachten.

De aanvankelijk met kolen gestookte heteluchtverwarming die men vanaf het laatste kwart van de 19e eeuw in toenemende mate in de kerken plaatste, was ook voor degelijk geconstrueerde laden en voor andere houtconstructies in de orgels en voor het overige kerkmeubilair van nadelige invloed. Voordien hielden de kerkgangers zich in de winter warm met behulp van stoofjes, waarbij in sommige kleinere kerken een in een of andere hoek van de ruimte opgestelde kachel de ergste kou poogde te bestrijden. Vanaf het laatste kwart van de 19e eeuw worden de nieuwe kerken voorzien van een stookkelder met een grote kolenkachel en bijbehorende verwarmingsroosters.

Was de schade door de met kolen gestookte verwarmingsinstallaties, waarvan men zich aanvankelijk bediende, nog beperkt, nadat er ook olie- en gasgestookte verwarmingen kwamen, die voorzien waren van aanjagers, verslechterde de situatie voor de orgels aanzienlijk. Dergelijke heteluchtinstallaties richtten aan het historische orgelbestand in enkele decennia meer schade aan dan voorheen was geschied in enkele eeuwen.

Met name op de luchtdichtheid van de sleeplade konden de snel wisselende klimatologische omstandigheden een verwoestend effect hebben. Dat zal in ons land een niet te veronachtzamen rol hebben gespeeld bij de opkomst van de diverse typen registercancelladen vanaf het eind van de 19e eeuw en vooral in de eerste decennia van de 20e eeuw. Daarvan beweerde men, dat deze minder gevoelig zouden zijn voor klimatologische invloeden dan sleepladen. De tijd heeft inmiddels uitgewezen dat ook dit maar in beperkte mate het geval is geweest.

**Tooncancelladen**

Tot dit ladetype behoren de sleep- en de springlade. Vanaf de 17e eeuw tot aan het midden van de 19e eeuw was de sleeplade in geheel Europa dé standaard. Alleen in Italië maakten in de 19e eeuw diverse orgelmakers nog gebruik van de springlade. Slechts bij hoge uitzondering bouwde men dit ladetype elders. Een curieus voorbeeld van een elektropneumatische springlade uit de eerste helft van de 20e eeuw is te vinden in het orgel dat Mart Vermeulen uit Overschie in 1939 bouwde voor de kapel van de Nieuwe Oosterbegraafplaats in Amsterdam.

*Transmissieladen*

Al in de eerste periode van de orgelbouw hebben orgelmakers getracht, door technische voorzieningen, een register op verschillende werken speelbaar te maken. Een vroeg Nederlands voorbeeld daarvan is de Trompet van het orgel dat Hans Goltfuss in 1646 voltooide voor de Hofkapel in Den Haag. Volgens de beschrijving van Hess in 1774 sprak in het pedaal ‘de Trompet ook mede, of schoon deze stem voor het Manuaal word afgezet’. Ook in latere tijd combineerde men registers. Met name ontleende men pedaalregisters aan een van de manualen. Dit geschiedt van oudsher door in de betreffende manuaallade evenveel extra cancellen aan te brengen als er pedaaltoetsen zijn. De pedaalregisters bezitten eigen slepen en in de pijpstok is een terugslagklepje aangebracht dat voorkomt dat de wind van een cancel in het manuaal in een cancel van het pedaal overvloeit en vice versa.

De industriële revolutie uit de eerste decennia van de 19e eeuw deed ook zijn invloed gelden bij het orgel. Vooral technisch creatieve en meer commercieel ingestelde orgelmakers, die hun markt moesten veroveren, trachtten, door combinatie van een groot aantal registers, hun orgels, ondanks een beperkt aantal pijpen, een grotere dispositie te geven. Veel van dergelijke laden bleken op den duur geen succes en er zijn dan ook nauwelijks exemplaren van bewaard gebleven.

**De transmissielade van François-Bernard Loret**. Het eerste type transmissielade, dat in de 19e eeuw in ons land zijn intrede deed, was de 'oekonomielade' van de aanvankelijk in Sint-Niklaas en na 1845 in Mechelen gevestigde François-Bernard Loret. Dit transmissiesysteem is simpel. De cancellen zijn door een overdwars aangebrachte schei in twee compartimenten gedeeld. Op het ene compartiment (A) staan de stemmen die alleen op het hoofdwerk tot klinken kunnen worden gebracht, terwijl op het andere (B) de registers staan die ook op het positief kunnen worden bespeeld.

**De transmissielade van Clerinx**.De transmissie-orgels van de in het Belgische Sint Truiden gevestigde Jan Arnold Clerinx (1816-1898) functioneerden eveneens dankzij in compartimenten verdeelde cancellen. Het Clerinx-orgel, dat zich in de Noorderkapel van de Stevenskerk in Nijmegen bevindt, is met dit in 1847 gepatenteerde systeem uitgerust.

**De transmissielade van Franssen**. Het bedrijf van de Gebr. Franssen, opgericht te Horst in 1825 en vanaf 1867 gevestigd in Roermond, vervaardigde eveneens orgels waarvan de registers van het ene manuaal ook op een ander manuaal of op het pedaal speelbaar waren. Hier worden de getransmitteerde registers gevoed vanuit twee naast elkaar gelegen cancellen en vindt de separatie van de wind plaats met behulp van klepjes in de pijpstok die beurtelings de verbinding met de niet onder druk staande cancel afsluiten. Ook Cavaillé-Coll paste dit systeem toe voor de pedaalregisters bij kleinere orgels.

*Verbeteringen ten behoeve van de windvoorziening van de cancel*

Het relatief grotere aantal grondstemmen waarmee de orgelmakers hun instrumenten vanaf het begin van de 19e eeuw uitrustten, vroeg ook om een ruimere windvoorziening in de cancellen van de lade. Dit kon men op verschillende manieren realiseren.

**Zijwaarts opengaande speelventielen.**Dit idee ontstond al in de 17e eeuw. Maar ook in de 19e eeuw vervaardigde een enkele orgelmaker zijwaarts opengaande speelventielen waarvan men verwachtte dat deze, bij dezelfde neergang, een ruimere windtoevoer gaven dan speelventielen die op de klassieke wijze worden opengetrokken. Wanneer men een berekening van de geopende oppervlakte hierop loslaat, blijkt al gauw dat dit niet het geval is. Dit systeem is dan ook een stille dood gestorven, mede omdat door de korte as waar het ventiel om draait, de kracht om deze te openen groter moet zijn vanwege het optreden van een grotere torsie.

**Dubbele speelventielen**. Bij sommige grotere laden zijn de laagste zes tot 12 tonen voorzien van dubbele ventielen om voldoende wind te waarborgen. Het nadeel van deze voorziening is de grotere toetsweerstand van deze laagste tonen die toch al relatief groot is.

**Dubbele ventielkasten**. Bij dit systeem zijn alle cancellen aan beide uiteinden voorzien van een speelventiel. Er zijn dus ook twee ventielkasten. Binnen de Franse orgelbouw paste men dit bijna standaard toe bij grotere laden. Een exacte grens is niet te stellen, maar tien registers kan worden beschouwd als omslagpunt. De orgelmaker bracht aan elk van beide lange zijden van de lade een ventielkast aan en deelde iedere cancel in twee (nagenoeg) gelijke delen, een voor de grondstemmen en een voor de combinatiestemmen. Een logische stap was, dat de combinatiestemmen als groep konden worden in- en uitgeschakeld door deze al dan niet van wind te voorzien met behulp van een door een trede bediende klep.

Hoewel Cavaillé-Coll in de contemporaine literatuur wordt geafficheerd als de uitvinder van dit systeem en ook alom als zodanig wordt beschouwd, komt de eer eigenlijk Charles Spackman (1806-1879) toe. Inderdaad paste Cavaillé-Coll, bij het in 1841 voltooide orgel in de basiliek van Saint-Denis, als eerste orgelmaker dubbele ventielkasten toe. Echter, de tekening die Barker in 1839 bij zijn aanvraag voor een patent in Frankrijk op de door hem uitgevonden pneumatische hefboom voegde bevat niet alleen een dubbelwandige crescendokast, maar ook een windlade met dubbele ventielkasten. Weliswaar ontbreekt op deze tekening de scheiding tussen grondstemmen en combinatieregisters in de cancellen, maar voor de extra windvoorziening van de pijpen heeft dit geen consequenties. De hierboven reeds genoemde mogelijkheid om de combinatieregisters met behulp van een trede in- en uit te schakelen was dus niet het oorspronkelijke doel. Dát was het verkrijgen van een ruimere windvoorziening in de cancellen.

**Registercancelladen**

Hoewel de registercancellade of kegellade in ons land pas definitief opgang deed in de eerste helft van de 20e eeuw, bestond dit ladetype al veel langer. De laden van het in 1755 door Johann Haussdörffer gemaakte orgel voor de *Evangelische Stadtkirche* in Blaubeuren kan men als voorlopers van de kegellade beschouwen. De eerste orgelmaker die de kegellade op grote schaal toepaste was de in Ludwigsburg gevestigde Eberhard Friedrich Walcker (1794-1872).

In de laatste decennia van de 19e eeuw ziet men in Duitsland een grote verscheidenheid aan windladen ontstaan. Dit werd mede veroorzaakt doordat de orgelbouwers patent op de door hun uitgevonden laden aanvroegen.

*Mechanische registercancelladen*

**De kegellade**. In 1840 bouwde Eberhard Friedrich Walcker een salonorgel met mechanische kegelladen (thans te Herbsthausen) en twee jaar later een orgel voor de kerk te Keila (Kegel an der Kegel!) in Estland.

Hoewel er van Walcker geen geschriften bekend zijn die verklaren waarom hij overging op de constructie van de kegellade, zal zijn belangrijkste beweegreden wel zijn geweest dat hij hiermee trachtte een adequate windtoevoer te verwezenlijken voor het steeds grotere aantal grondstemmen dat hij op zijn orgels disponeerde. In tegenstelling tot bij een tooncancellade kunnen bij de registercancellade pijpen van dezelfde toon geen wind aan elkaar ontnemen. Het maximale aantal pijpen dat op één registercancel tot klinken wordt gebracht is bij volgrepig spel hooguit 16 (12 in het manuaal en vier in het pedaal); met ingeschakelde sub- en superoctaafkoppel kan dit oplopen tot 30. Ook al is dit aantal aanmerkelijk groter dan het maximale aantal pijpen op welke tooncancel dan ook, door de veel grotere diameter van de registercancel is de capaciteit van de windtoevoer per pijp nog altijd groter dan bij een tooncancel. Hoogstens vormt de doorvoer bij de registerkast hier de beperkende factor.

In de loop van de 20e eeuw vervaardigde men ook windladen waar schijven de plaats van de kegels innamen. Voordeel van schijven ten opzichte van kegels is, dat, zelfs bij krimp, schijven hun afsluitende werking volledig behouden terwijl kegels een ovale doorsnede kunnen krijgen en daardoor het gat niet meer volledig afsluiten. De kegel sluit echter, dankzij zijn vorm, de luchtweg sneller af.

**De ventiellade**. De Nederlandse orgelbouwer A.S.J. Dekker paste voor zijn mechanische orgels een variant van de kegellade toe. In plaats van een kegel bevindt zich onder elke pijp een verticaal geplaatste, aan de bovenzijde scharnierende, verkleinde uitvoering van het speelventiel van een sleeplade. Mogelijk liet Dekker zich inspireren door de Duitse *Hängeventillade* van Hundeck of de variant daarvan van Ladegast. Waar bij de kegellade de armpjes aan de wellen de kegels verticaal omhoog duwen, worden bij deze lade de ventielen door een horizontale trekdraad opengetrokken.

Voordeel ten opzichte van de kegellade is, dat de wind in het kanaaltje tussen (register)cancel en pijp een hoek minder hoeft te nemen. De nauwkeurige afregeling en de moeilijke toegankelijkheid van de ventieltjes zullen, samen met de opkomst van de pneumatiek er wel de oorzaak van zijn geweest dat dit ladetype geen succes heeft gehad.

*Pneumatische registercancelladen*

**Met enkele winddruk (inlatend)**. De belangrijkste vertegenwoordiger van dit ladetype is de pneumatische kegellade. Dit is een mechanische kegellade waarvan de zich onder de lade bevindende walsen met armpjes zijn vervangen door membraanlatten met daarop keilbalgjes of membranen die de kegelstangen opstoten. Ook bij dit ladetype zorgen een of meer relais voor 'verversing' van de wind.

Aanvankelijk maakte Walcker uit Ludwigsburg naam met pneumatische kegelladen. Tot na het midden van de 20e eeuw plaatste men in ons land nagenoeg alleen dit ladetype, tot halverwege de jaren dertig van de 20e eeuw in combinatie met buizenpneumatiek en daarna, in snel toenemende mate, met elektropneumatiek.

**Met dubbele winddruk (uitlatend)**. Ook deze laden kwamen het eerst voor in Duitsland. Het principe berust op dubbele winddruk: de speelwind op hogere druk en de ladewind die de pijpen voedt, op lagere druk. De eerste lade die volgens dit systeem functioneerde was de uit 1878 daterende *Klappenlade* van Franz Boden uit Halberstadt. Hierbij sluiten ronde ventielen, die op verticaal in de registercancel geplaatste keilbalgjes zijn bevestigd, de toegang tussen registercancel en pijp af. De keilbalgjes (ook Witzigbalgjes genoemd) zijn met wind gevuld zolang de toets niet wordt aangeslagen en ledigen zich bij het neerdrukken van de toets. Wanneer het register is uitgeschakeld, komt er geen ladewind in de pijp, omdat er geen druk in de cancel heerst, maar bij een ingeschakeld register doet de ladewind de keilbalgjes terugvallen en kan deze de pijp bereiken. Veertig jaar later was dit systeem nog altijd in gebruik bij de gebroeders Rohlfing uit Osnabrück. Ze plaatsten dergelijke laden onder meer in hun instrument in de St-Vituskerk in Blauwhuis (1924). Een variant is de pneumatische lade van de firma Sauer. Hier zijn in plaats van keilbalgjes *Taschen* gemonteerd. Dit zijn rechthoekig gevormde balgjes met een afsluitschijf er bovenop en een spiraalveertje erin dat ervoor zorgt dat het schijfje de toegang naar de pijp optimaal afsluit. Het Sauer-orgel in de Parkkerk te Amsterdam (1922) is voorzien van dit ladesysteem.

De membraanlade van Friedrich Weigle (1850-1906) uit Stuttgart vond kort na 1890 grote verspreiding, temeer omdat hij dergelijke laden ook voor andere orgelbouwers vervaardigde. Dat was niet alleen te danken aan de bijzondere kwaliteit van de laden, maar vooral omdat hij er patent op had verworven waardoor anderen dergelijke laden niet na mochten maken.

Het principe van deze laden was zo mogelijk nog simpeler dan het hierboven genoemde systeem. Onder de laden zijn membraanlatten bevestigd, vaak voor meerdere tonen tegelijk. Deze zijn aan de bovenzijde voorzien van gekulpte gaten die corresponderen met gaten onder de pijpen die op bun beurt in een onder in de registercancel aangebracht balkje zijn aangebracht. Ter weerszijden laat dit balkje voldoende ruimte toe zodat de wind kan toestromen. Bovenop de membraanlat is een lap leer gelijmd die deze geheel bedekt, maar die bij de gaten enigszins is opgerekt. Wanneer de toets niet wordt aangeslagen wordt de membraanlat met speelwind gevuld en drukt daardoor het membraan tegen de gaten in het balkje zodat deze worden afgesloten en de ladewind de pijpen niet kan bereiken. Zodra de toets wordt aangeslagen valt de winddruk onder het membraan weg en wordt bij elk register de verbinding tussen registercancel en pijp geopend. Echter, alleen díe pijpen spreken waarvan de registercancel met ladewind is gevuld.

De laden van Th. Nöhren uit Roermond, die zijn systeem in 1898 aan de Amsterdamse orgelmaker P.J. Adema verkocht, berusten op hetzelfde principe als de lade van Weigle, maar hier worden de pijpcancellen gevormd door houten kokertjes (ook wel 'voetjes' genaamd) die rechtstreeks onder de pijpen zijn aangebracht, vandaar de naam 'voetjeslade' die men ook wel bezigde. De bovenzijde van de membraanlatten is bij deze laden gedekt met hout waarin ronde gaten zijn aangebracht. Deze corresponderen met de kokertjes maar hebben wel een één à twee cm. grotere diameter dan de buitenomtrek van de 'voetjes'. Op deze gaten zijn cirkelvormige lederen schijfjes gelijmd en wel zodanig, dat deze in verticale zin een behoorlijke beweeglijkheid hebben. Analoog aan het systeem van Weigle worden ook bij deze lade de cirkelvormige membraantjes tegen de onderzijde van de 'voetjes' gedrukt zolang de toets niet wordt aangeslagen. Bij het aanslaan van de toets ontsnapt de speelwind uit de membraanlat en kan, bij de registers die zijn ingeschakeld, de ladewind bij de pijp geraken via de opening aan de onderzijde van het 'voetje'.

De hierboven genoemde laden functioneren in combinatie met buizenpneumatiek. Omdat de bekrachtiging plaatsvindt doordat de winddruk wegvalt, wordt dit gedefinieerd als een systeem met ontlatende of uitlatende wind. Vooral bij de membraanlade kan theoretisch het aantal bewegende delen tot een minimum beperkt blijven: alleen het speelventiel in de speeltafel en het membraan onder de cancel. In de praktijk plaatst men onder de lade een pneumatisch relais of station waarin de speelwind wordt ververst zodat de beweging van het membraan wordt versterkt.

**Caisson- of kastenladen**

Bij caisson- of kastenladen laden staan alle pijpen op een gemeenschappelijke cancel, maar worden alleen de ventielen geopend van de registers die zijn ingeschakeld. In Duitsland werden dergelijke, aanvankelijk mechanisch en later pneumatisch gestuurde laden bekend als *Hahnenlade* waarvan Johann Hinrich Röver (1812-1895) als uitvinder wordt beschouwd. Rudolph Randebrock bracht in 1879 enige verbeteringen aan bij de mechanische *Hahnenlade* en plaatste twee jaar later in Lottum (L) een orgel dat met een dergelijk ladetype was uitgerust.

*Elektrische transmissieladen*

Elektropneumatische en elektrische tractuur maken het bijzonder gemakkelijk om transmissies aan te brengen. Wanneer de pijpen van één register, waarvan meerdere registers zijn afgeleid, op een afzonderlijke lade staan, is een elektrische koppelkast voldoende. Met name de pijpen van het pedaal benut men op die wijze voor meerdere registers.

In de jaren vijftig en zestig kon men, uit financiële overwegingen, elektrische transmissies tot in het absurde doorvoeren door gebruik te maken van geheel elektrische tractuur in combinatie met een caisson- of kastenlade waarbij zich onder elke pijp een magneet met ventiel bevindt. Uit twee uitgebouwde registers (een Prestant 8', 4', 2' en 1' en een in de laagste octaven gedekte Fluit 16', 8', 4' en 2') kon men een unitorgel samenstellen met twee klavieren en pedaal, omdat men, met behulp van elektrische schakelkasten, willekeurig gekozen pijpen bij een register kon betrekken. Het spreekt vanzelf dat aan dergelijke economisch gebouwde gebruiksinstrumenten geen artistieke pretentie kan worden toegekend.

Klaviatuur en mechaniek

**Klavieromvang**

Tegen het eind van de 18e eeuw was de omvang van de handklavieren in de discant vergroot tot f3: een aantal van 54 tonen. De omvang van het pedaal was wisselend en kon uiteenlopen van slechts één octaaf (C-c) bij een eenklaviersinstrument tot 27 tonen (C-d1) bij grote instrumenten. Zelfs tot in het laatste kwart van de eeuw beperkten sommige orgelmakers zich tot 25 tonen (C-c1). Opmerkelijk is dat een overigens modern georiënteerde orgelmaker als Michael Maarschalkerweerd tot aan het eind van zijn carrière een omvang van 54 tonen voor de manualen en 27 tonen voor het pedaal hanteerde, terwijl P.J. Adema op den duur overging tot de norm die men in Frankrijk sinds ca 1860 hanteerde: 56 tonen voor de manualen (C-g3) en 30 (C-f1) voor het pedaal.

De manualen van de nieuwe orgels van Pereboom & Leijser hebben alle 56 tonen, maar het pedaal behield tot ca 1870 slechts 25 tonen, daarna 27 en pas in de laatste periode 30.

De pedaalklavieren waren tot in de eerste decennia van de 20e eeuw recht. De orgelmakers Kam en van der Meulen plaatsten waarschijnlijk de eerste concave pedaalklavieren in ons land. Het oudst bekende exemplaar is dat van hun orgel in de Grote- of Lievensmonsterkerk te Zierikzee.

Na de Tweede Wereldoorlog zijn, onder invloed van de Angelsaksische orgelbouw, enkele elektropneumatische orgels gebouwd met als omvang voor de manualen C-c4 en voor het pedaal C-g1. Ook was het pedaalklavier van deze instrumenten radiaal aangelegd.

**Zuiver mechanische voorzieningen**

*Vrijstaande speeltafels*

Hoewel de vrijstaande speeltafel vaak wordt geassocieerd met het Franse romantische orgel, komt hij al ruim honderd jaar eerder voor in het Boheemse en Zuid-Duitse cultuurgebied. Dit is geen toeval. In het bijzonder in de rooms-katholieke kerken bleek de locatie van de klaviatuur vaak een belemmering voor het contact tussen de organist en het liturgisch centrum, terwijl hij toch regelmatig moest intoneren en afwisselen met de koorzang, het *alternatim*-spel. Om hieraan tegemoet te komen heeft men bij balustradeorgels, waar de klavieren aan de achterzijde zijn geplaatst, vaak een kijkgat in of naast de lessenaar aangebracht, zodat de organist in elk geval nog iets kan waarnemen van wat er zich op het priesterkoor afspeelt. In het Boheemse en Zuid-Duitse cultuurgebied trachtte men dit probleem op verschillende andere wijzen op te lossen. In het Habsburgse cultuurgebied plaatste men het orgel geheel of grotendeels in de balustrade met de klaviatuur aan de achterkant. Het middendeel van de kas verlaagde men zodanig, dat de organist over het orgel heen op het altaar kon kijken. Een hierop gelijkende situatie treft men in ons land aan bij het uit 1868 daterende Smits-orgel in de St-Willibrordus binnen de Veste (de Duif) te Amsterdam, waar de klaviatuur zich ook aan de achterzijde van het balustradepositief bevindt en eigenlijk als vrijstaande speeltafel fungeert ten opzichte van de hoofdkas.

Een geïsoleerd 18e-eeuws voorbeeld in ons land realiseerde Christian Ernst Friederici, een leerling van de beroemde Gottried Silbermann, in 1772 in de kerk van de Evangelische Broedergemeente in Zeist. Volgens de beschrijving van Joachim Hess was de organist daar gezeten achter een soort latafel.

Pas zeventig jaar later kende dit voorbeeld navolging. In 1854 plaatste de Amsterdamse orgelmaker Matthias van den Brink een vrijstaande speeltafel voor het uit 1833 daterende orgel van zijn vader in de St-Bavokerk te Heemstede-Berkenrode. Ook zijn uit 1863 daterende orgel in de aan zijn patroonheilige toegewijde R.K. Parochiekerk te Warmond rustte hij uit met een vrijstaande speeltafel.

Een jaar later voorzag de Zwolse orgelmaker Jan van Loo (1823-1910) zijn instrument voor de R.K. Parochiekerk van O.L. Vrouw Tenhemelopneming te Heino van een vrijstaande speeltafel.

Lodewijk Ypma vervaardigde een dergelijk type speeltafel voor zijn nog bestaande orgel in de R.K. Kerk te Rijpwetering (1874) en voor het instrument in de R.K. St-Nicolaaskerk te Purmerend (1884) dat met de kerk teloor ging en waarvan slechts delen van het pijpwerk resteren. Deze veelal nog bestaande speeltafels zijn vrij eenvoudige rechthoekige kasten waarin klavieren en registertrekkers zijn aangebracht.

De Maastrichtse orgelmaker Pereboom & Leijser plaatste in 1866 het orgel in de parochiekerk van O.L. Vrouw Onbevlekt Ontvangen in Amstenrade in twee kassen om het westvenster vrij te houden en situeerde de vrijstaande speeltafel daartussen (in de lengterichting van het schip); die zag er, mede dankzij zijn roldeksel alweer een stuk gestroomlijnder uit dan de voornoemde kasten. Mogelijk hadden zij dit roldeksel gekopieerd van François-Bernard Loret die deze moderne speeltafelafsluiting al lang toepaste, zoals bij de vrijstaande speeltafel van zijn orgel in Udenhout (1868). Deze had bovendien naar Frans model ter weerszijden van de klavieren terrassen waarin de registertrekkers waren aangebracht.

De vrijstaande speeltafel die de Gebr. Adema hadden vervaardigd voor het in 1871 opgeleverde orgel van de Mozes en Aäronkerk te Amsterdam was dus niet de eerste in ons land met een inrichting naar Frans model. Maar wel de eerste die compleet op het Franse type was geïnspireerd. Dat was ook het geval met het instrument zelf. Naast de gedeeltelijk al genoemde eigenschappen van het Frans romantische orgeltype waarover het ruim twintig jaar tevoren gebouwde Witte-orgel in de Rotterdamse Zuiderkerk al beschikte (magazijnbalg, combinatietreden, crescendokast, alle werken in één kas), was dit orgel, als eerste in ons land, uitgerust met een pneumatische hefboom.

Witte volgde dit voorbeeld ruim tien jaar later met zijn *opus magnum* in de Grote of St-Jacobskerk in Den Haag (1882) en zijn orgel voor de Oude Lutherse kerk in Amsterdam (1886). Maarschalkerweerd ging pas in 1891 over tot de plaatsing van een vrijstaande speeltafel en het toepassen van de pneumatische hefboom in zijn orgel in het Concertgebouw te Amsterdam. Hij herhaalde dit Franse concept in 1893 in de St-Martinuskerk te Sneek en in de St-Jozefkerk te Delft.

Opmerkelijkerwijs paste Pereboom & Leijser de pneumatische hefboom nooit toe, hoewel aan deze orgelmaker toch een zekere Franse oriëntatie niet kan worden ontzegd. Hun instrument in de St-Martinuskerk in Maastricht-Wyck (1878) wordt voorzien van, door middel van treden, in- en uit te schakelen combinatieregisters en van een naar Frans model ingerichte, vrijstaande speeltafel. De tractuur is echter zuiver mechanisch en dat heeft consequenties voor de speelaard, vooral bij gekoppelde klavieren.

F.C. Smits (II) maakte voor zijn orgel van de St-Jozefkerk (Heuvelkerk) te Tilburg (1895) eveneens een vrijstaande speeltafel, maar voorzag deze, evenals 33 jaar tevoren die van 'De Duif' in Amsterdam, nog steeds van staartklavieren.

*Verlichting van de toetsdruk*

Ten tijde van en zelfs ná de uitvinding en toepassing van de pneumatische hefboom door Barker trachtten verschillende orgelmakers de speelaard te verlichten met uitsluitend mechanische voorzieningen. Een tweetal, van belang voor de Nederlandse situatie, wordt hieronder besproken.

**Voorventiel en gebroken ventiel**. Het grotere aantal grondstemmen en de over het algemeen hogere winddrukken droegen bij tot een hogere toetsdruk. Sommige orgelmakers trachtten deze te verlagen door het aanbrengen van een klein speelventiel op het eigenlijke speelventiel: het voorventiel.

Een variant is het aanbrengen van een klein ventiel aan de voorzijde van het hoofdventiel. Dit noemt men een gebroken ventiel. De spleet tussen beide dient dan aan de onderzijde van de cancel te worden afgesloten met behulp van een klein sponseltje. De opening van het kleine ventiel wordt op regelbare wijze beperkt door een met het hoofdventiel verbonden schroefdraad die is voorzien van een ledermoer of simpelweg door een schroef. Het voorventiel is verbonden met de trekdraad van de toetstractuur en wordt als eerste opengetrokken. Zo zorgt deze ervoor, dat er enige wind in de cancel stroomt, voordat het speelventiel omlaag wordt getrokken en waardoor de vacuümwerking van de cancel ten opzichte van de druk in de ventielkast verdwijnt. In de praktijk blijkt deze constructie in veel gevallen geen groot succes. Om zowel voorventiel als hoofdventiel nog ver genoeg te kunnen openen wordt de toetsdiepgang noodgedwongen groot en is het toucher vaak verre van aangenaam door de dubbele 'knik'. Kam & Van der Meulen en Maarschalkerweerd behoorden tot de orgelmakers die het systeem met voorventiel toepasten. In de Angelsaksische orgelbouw kende men het ‘gebroken’ ventiel.

**Het systeem Loret**. De Vlaamse orgelmaker François-Bernard Loret die ook in ons land de nodige orgels plaatste, trachtte het probleem van de grotere toetsweerstand op te lossen door de speelventielen aan de staart te voorzien van een verend latje dat was vastgelijmd aan een beweeglijke lederen membraan tussen ventielkast en cancel. Het oppervlak van dit latje is kleiner dan die van het ventiel. Het effect van deze voorziening was beperkt. Immers, de winddruk in de ventielkast oefent druk uit op dit membraan. Om te voorkomen dat hierdoor het speelventiel, al is het maar weinig, wordt open gedrukt moet de spanning van de ventielveer worden verhoogd, zodat per saldo de toetsdruk nagenoeg of geheel gelijk blijft.

**De tussenkomst van pneumatiek**

Het streven naar een lichtere speelaard had pas echt succes toen de orgelmakers gebruik maakten van de orgelwind als actieve krachtbron. Aanvankelijk door middel van de pneumatische hefboom en, aan het eind van de 19e eeuw, via de buizenpneumatiek. Deze voorzieningen zorgden ervoor dat de toetsweerstand van het orgel even licht werd als die van een piano. Ze maakten het bovendien mogelijk om alle klavieren te koppelen zonder dat de toetsweerstand toenam.

*Pneumatische hefbomen*

Een eerste poging om met behulp van winddruk de toetsdruk te verlichten werd gedaan in 1827 door Joseph Booth uit Wakefield. Hij verbond het beweegbare onderblad van een cirkelvormig balgje (*puff*) met de trekdraad van het speelventiel en het inwendige van dat balgje met de cancel. Wanneer het speelventiel een heel klein beetje werd opengetrokken stroomde er wind vanuit de cancel in het balgje. Dit ondersteunde dan het opentrekken van het speelventiel. Het hierboven genoemde systeem van Loret is gebaseerd op hetzelfde principe.

De eerste echte pneumatische hefboom is rond 1830 vervaardigd door de Schotse orgelmaker David Hamilton uit Edinburgh. Hij paste zijn vinding in 1835 toe bij het orgel van Saint John's Episcopal church in zijn woonplaats. Een prototype is nog altijd te zien in de *Russell collection of musical instruments,* decollectie muziekinstrumenten van de universiteit van Edinburgh Een dwarsdoorsnede van dit systeem is te zien in afbeelding 14.

**De pneumatische hefboom volgens Barker**. In een publicatie uit 1851 liet Hamilton, eigenlijk zonder grond, doorschemeren, dat zijn landgenoot Charles Spackman Barker uit Bath zijn vinding zou hebben gekopieerd, want Hamilton ontwikkelde zijn eerste pneumatische hefboom al rond 1833. Het is niet ondenkbaar dat Hamilton en Barker tegelijkertijd met een nagenoeg identieke oplossing kwamen voor hetzelfde probleem. Barker trachtte zijn vinding te laten aanbrengen op het orgel van de kathedraal in York, in samenwerking met de organist van die kerk, Matthew Camidge. Maar dit ging wegens geldgebrek niet door. Ook een tweede poging in 1835 voor het orgel van de Town Hall in Birmingham, strandde.

Evenals ruim tien jaar tevoren John Abbey, ging ook Barker zijn geluk beproeven in Frankrijk. Hij deed dit op uitnodiging van Aristide Cavaillé-Coll. In 1839 verkreeg Barker in Frankrijk patent op zijn vinding. Uiteindelijk fungeerde hij als redder in de nood voor de jonge Franse orgelmaker wiens nieuwe orgel voor de Basiliek in Saint-Denis, zonder toepassing van Barkers pneumatische hefboom, wel een erg zware tractuur gekregen zou hebben en met gekoppelde klavieren onbespeelbaar zou zijn geweest. Zonder Barkers interventie zou het orgel van Saint-Denis wel eens hebben kunnen uitdraaien op een mechanisch fiasco en zou Cavaillé-Coll mogelijk niet de internationaal befaamde orgelmaker zijn geworden zoals wij hem thans kennen.

De Nederlandse orgelbouw was nogal behoudend en de toepassing van de eerste pneumatische hefboom in Nederland was te danken aan de Franse vice-consul Charles-Marie Philbert (1826-1894), een huisvriend van Aristide Cavaillé-Coll. Hij wist de Friese orgelmakers Gebr. Adema (die in 1868 in Amsterdam een filiaal hadden gesticht dat werd geleid door P.J. Adema) te bewegen het nieuwe orgel in de parochiekerk van de H. Antonius van Padua - in de volksmond Mozes en Aäronkerk genoemd - van een dergelijk toestel te voorzien. Een plaquette op het orgel vermeldt vol trots deze primeur en de panelen van het middendeel van de onderkas zijn voorzien van glas, zodat men de werking van de balgjes kan waarnemen. Ondanks de grote publiciteit die men aan dit, in meerdere opzichten vernieuwende instrument, had besteed, leverde het de Adema's geen extra opdrachten op. Evenmin betekende het de doorbraak van het moderne Franse orgeltype in onze streken.

Een relatief beperkt aantal orgelbouwers paste de pneumatische hefboom toe. P.J Adema plaatste nog pneumatische hefbomen in twee instrumenten: Haarlem, O.L.Vr. van de H. Rozenkrans en de H. Dominicus (twee Barkermachines, 1891) en Amsterdam, H. Willibrordus (De Duif, toegevoegd aan het orgel van Smits, 1896). Witte, overigens geen voorstander van de Barkermachine, bracht deze voorziening aan op zijn instrumenten met drie klavieren waaronder zijn helaas verwijderde *opus magnum* in de Grote of St-Jacobskerk in Den Haag (1882) en zijn instrument in de Oude Lutherse Kerk te Amsterdam (1886).

Maarschalkerweerd plaatste pneumatische toestellen in zijn orgels te Amsterdam (Concertgebouw, 1891), Sneek (H. Martinus, 1891) en Delft (H. Jozef, thans Maria van Jesse genaamd, 1893).

Van Steenkuyl rest ons nog het vrijwel gaaf bewaarde instrument in de Remonstrantse Kerk te Rotterdam uit 1897, waarin hij een pneumatische hefboom met uitlatende wind toepaste, naar het systeem van Hook & Hastings. Hierbij bevinden, door hoge druk gevoede keilbalgjes zich in een, onder lagere druk staande, luchtdichte kast. In onbekrachtigde toestand zijn zij geopend. Door het neerdrukken van de toets wordt een ventieltje geopend waardoor de binnenkant van het keilbalgje in contact komt met de buitenlucht en de lucht uit het keilbalgje kan ontsnappen. Door de winddruk in de luchtdichte windkast krijgt het keilbalgje voldoende energie om de veerdruk op het speelventiel te overwinnen. Na het loslaten van de toets vult het balgje zich weer met wind daarbij geholpen door de veerdruk van het speelventiel. Evenals dit, op twee winddrukken gebaseerde type pneumatische hefboom hebben ook de met buizenpneumatiek gestuurde membraanladen, die ook functioneren met twee winddrukken, een hoger repetitievermogen dan de op één druk werkende systemen met inlatende wind. Nadeel van de op uitlatende wind gebaseerde systemen is, dat deze onherroepelijk een 'hanger' vertonen wanneer het keilbalgje (bij de pneumatische hefboom) of de membraan (bij de registercancellade) lekt.

**De registerpneumatiek volgens Cavaillé-Coll**. Bij zijn grootste instrument, het orgel van de Saint-Sulpice in Parijs, dat hij in 1862 voltooide, paste Cavaillé-Coll voor de eerste maal de *moteurs à double effet* voor de registers toe. Men zou deze inrichting kunnen beschouwen als een pneumatische hefboom voor de registerslepen. Een bijkomend voordeel van dit systeem is, dat men door een extra voorziening de gekozen registratie kan fixeren en intussen een nieuwe registratie kan voorbereiden.

*Buizenpneumatiek*

Al vanaf het midden van de 19e eeuw hebben orgelmakers getracht de complexe toetsmechaniek van de orgels te vervangen met als doel de toetsdruk te verlichten. Het is opmerkelijk dat de wieg van de buizenpneumatiek niet ligt in Duitsland, waar deze tractuurvorm vanaf het laatste decennium van de 19e eeuw de grootste verbreiding zou vinden, maar in Frankrijk, waar hij uiteindelijk nauwelijks succes zou hebben.

**Buizenpneumatiek bij de tooncancellade**. De Franse orgelmaker Prosper-Antoine Moitessier (1805–1869) paste rond het midden van de 19e eeuw voor het eerst de buizenpneumatiek toe tussen toets en windlade. Hierbij bekrachtigt de toets een pneumatisch relais waaruit de wind kan ontsnappen. Aan de andere zijde van het relais bevindt zich in de ventielkast een met het speelventiel verbonden keilbalgje dat gelijk is aan die welke bij de pneumatische hefboom worden aangetroffen. Door het wegvallen van de winddruk sluit dit balgje en trekt dit het speelventiel open. Na het loslaten van de toets stroomt er via het pneumatisch relais wind in het keilbalgje en sluit het speelventiel zich.

Rond het begin van de 20e eeuw kende voornamelijk de Engelse orgelbouw de combinatie van buizenpneumatiek met de sleeplade. In ons land kwam deze combinatie slechts bij uitzondering voor. Twee opmerkelijke voorbeelden vormen de volgende van origine met elektropneumatische apparaten uitgeruste, sleepladeorgels: het instrument van Franssen in de R.K. Parochiekerk van de H. Rozenkrans te Schiedam (1888) en dat van Maarschalkerweerd in de St-Jan in Oosterhout (1889). Bij beide instrumenten werd ongeveer tien jaar na de bouw het elektrische gedeelte van de tractuur vervangen door buizenpneumatiek. De reden voor deze vervanging was dat de stroomvoorziening met behulp van elektrolytische cellen het herhaaldelijk liet afweten en men de tragere maar bedrijfszekerder pneumatiek verkoos.

**Buizenpneumatiek bij de registercancellade**. De toepassing van de buizenpneumatiek bij de kegellade dateert van 1887. De Duitse orgelmaker Friedrich Weigle was de eerste die van dit systeem gebruik maakte. Hierbij komt de verbinding tussen toets en lade tot stand via winddruk in buisjes met een diameter van acht tot tien millimeter. Bovendien verving men de wals met armpjes onder iedere toon van de mechanische kegellade door een hol balkje, de membraanlat, die evenveel membranen bevat als er registers zijn. Deze membranen, kleine rechthoekige lederen zakjes, brengen op hun beurt de kegels onder de pijpen in beweging. Dit buizenpneumatische systeem werkt met inlatende wind, terwijl de enige jaren later eveneens door Friedrich Weigle uitgevonden membraanlade met uitlatende wind functioneert.

Het eerste orgel met buizenpneumatiek in Nederland werd in 1892 geplaatst door Leichel uit Lochem in de Hervormde Kerk te Wognum.

**Tussenkomst van elektriciteit**

Het essentiële verschil tussen pneumatische en elektrische tractuur is, dat bij eerstgenoemde tractuur het hele orgel uitsluitend met behulp van luchtdruk functioneert. Bij elektrische tractuur is een andersoortige, extra energiebron noodzakelijk. Daarom kwam in ons land de elektropneumatische tractuur pas op na de verbreiding van het vaste elektriciteitsnet in de eerste decennia van de 20e eeuw. Tot die tijd bleef, een enkele mechanische uitzondering daargelaten, bij nieuwe orgels buizenpneumatiek de boventoon voeren. Het voordeel van de snellere reactie van de elektriciteit woog blijkbaar niet op tegen de decennia lange ervaring met de pneumatiek

De eerste geslaagde experimenten met elektrische bekrachtiging van de toetstractuur vonden plaats in Frankrijk. Het hierboven reeds genoemde patent van orgelmaker Pierre Stein uit 1852 bevatte, naast de reeds vermelde elektrische aandrijving van de schepbalgen, een toets- en registertractuur waarbij de speelventielen en slepen rechtstreeks door krachtige elektromagneten werden bediend. Hij presenteerde deze zuiver elektrische toets- en registertractuur bij een model dat hij exposeerde op de Parijse Wereldtentoonstelling van 1855. Het schijnt dat dit model later in bezit van Aristide Cavaillé-Coll is gekomen. Dat het systeem geen succes had, was deels te wijten aan het restmagnetisme bij de kernen van de magneten, maar vooral aan het hoge stroomverbruik waardoor de toen gebruikte elektrolytische cellen snel uitgeput raakten.

In 1870 vervaardigde Karl Weigle zijn eerste orgel met zuiver elektrische laden. Hij liet het voorlopig bij dit experiment.

*Elektrische tractuur in combinatie met pneumatiek*

Door gebruik te maken van pneumatiek, hetzij via de pneumatische hefboom bij sleepladen of mechanische kegelladen, hetzij via de pneumatische stations en de membraanlat bij pneumatische kegelladen en membraanladen, trachtte men de voordelen van beide technieken te combineren: de fysieke kracht van de pneumatiek en de grotere snelheid van de elektriciteit.

**Elektropneumatiek in combinatie met de tooncancellade**. De eerste succesvolle toepassing van de elektropneumatiek kan worden toegeschreven aan de hierboven al genoemde Barker die samen met de Franse ingenieur Albert Peschard een elektropneumatisch apparaat ontwikkelde waarop zij in 1862 patent verkregen. In 1866 pasten Barker en Verschneider dit systeem voor het eerst toe bij het orgel van de Saint-Laurent in Salon-de-Provence. De tractuur heeft de eerste veertig jaar zonder problemen gefunctioneerd en de elektropneumatische apparaten onder de laden zijn nog altijd in bedrijf, zij het voorzien van nieuwe magneten. Het bekendste orgel met elektropneumatische tractuur volgens Barker-Peschard was dat van de Saint-Augustin in Parijs uit 1868. Volgens bijgaande tekening bevatte het instrument tevens een ingenieus systeem dat de elektrolytische elementen van het stroomcircuit afsloot, zodra er geen winddruk meer in de balgen was.

Het elektropneumatische apparaat waarop William Ford Schmoele uit Philadelphia en Alexis Mols uit Antwerpen in 1881 patent hadden aangevraagd, oogstte meer succes. Schmoele experimenteerde daar overigens al mee rond 1870. Het werd in Frankrijk gebruikt door Joseph Merklin, onder meer voor zijn instrument in de Saint-Jacques-du-Haut-Pas (1887), voor het koororgel in de Sainte-Clotilde te Parijs (1888) en voor het orgel van de Notre-Dame du Saint-Cordon in Valenciennes (1891). Bij deze drie instrumenten behoorde César Franck tot de uitermate positief gestemde advies- of keuringscommissies. Toen het orgel in Valenciennes in gebruik werd genomen was hij reeds overleden, maar bij de andere twee verzorgde hij de bespeling bij de inauguratie.

Ook Louis Debierre uit Nantes paste het systeem van Schmoele & Mols toe, onder meer bij het nog immer in originele staat verkerende orgel in de voormalige abdijkerk van Montivilliers (1892).

Het eerste orgel in ons land met het systeem Schmoele en Mols was het instrument dat de Gebr. Franssen uit Roermond in 1887 bouwden voor het gebouw 'Irene' in Rotterdam van de Nederlandse Protestantenbond. Een jaar later volgt het orgel voor de R.K. Parochiekerk van O.L. Vrouw van de H. Rozenkrans in Rotterdam (thans Basiliek van O.L.Vr. van de Rozenkrans en de H. Liduina). Het eerstgenoemde instrument is verdwenen, maar het laatste functioneert thans sedert enkele jaren weer met zijn oorspronkelijke keilbalgen en magneten. De laatsten waren gelukkig bij tractuurwijzigingen omstreeks 1900 (naar buizenpneumatiek) en in 1964 (elektrificatie met uitwendige magneten) behouden gebleven.

Ook de Utrechtse orgelmaker Michael Maarschalkerweerd plaatste vanaf 1888 enige elektropneumatische orgels waaronder de instrumenten in Doetinchem St-Martinus (1888) en Oosterhout St-Jan (1889). Maarschalkerweerd handhaafde bij zijn elektropneumatische orgels nog de klassieke, mechanische registertractuur. Daardoor zijn de mogelijkheden voor speelhulpen beperkt. Bij de bovengenoemde instrumenten van Franssen geschiedde de bediening van de registers ook langs elektropneumatische weg met behulp van een pneumatische hefboom die sterke overeenkomst vertoont met de pneumatische registerapparaten van Cavaillé-Coll. In tegenstelling tot Maarschalkerweerd kon Franssen zijn instrumenten dan ook voorzien van speelhulpen, zoals vaste combinaties die bediend werden door treden.

**Elektropneumatiek in combinatie met registercancellade**. Friedrich Weigle was de eerste orgelmaker die pneumatische registercancelladen voorzag van een elektrisch in plaats van een pneumatisch voorrelais. Hij paste de elektropneumatische membraanlade voor het eerst toe in 1890. Walcker volgde in 1899, terwijl Sauer nog enige decennia de voorkeur gaf aan buizenpneumatiek.

Walcker paste bij zijn orgel voor de Nieuwe Zuiderkerk in Rotterdam in 1916 voor de eerste maal in ons land elektropneumatiek. De meeste Nederlandse orgelmakers hielden echter nog ruim 15 jaar vast aan de buizenpneumatische tractuur. Een uitzondering vormde Franssen uit Roermond, die zich ook in het verleden al gewaagd had aan verschillende experimenten. In 1918 plaatste deze orgelbouwer, met gebruikmaking van bestaande delen zoals kas en pijpwerk, een elektropneumatisch kegelladeorgel in de St-Dyonisiuskerk (Heikese kerk) te Tilburg, waarbij de spanning voor de zwakstroom van de tractuur werd opgewekt door een gelijkstroom dynamo (in de contemporaine pers 'omvormer' genoemd) die op de as van de elektromotor voor de windvoorziening was aangesloten. Tilburg moet dus in die tijd al over een elektriciteitsnet hebben beschikt.

De Rotterdamse orgelbouwer Standaart plaatste in 1924 een een elektropneumatisch orgel in de Gereformeerde Kerk aan de Tidemanstraat in Rotterdam-Delfshaven. Bernard Pels ging in 1932 over tot de bouw van een elektropneumatisch kegellade-orgel (opus 88, Waalwijk) en twee jaar later van een elektropneumatisch sleeplade-orgel. Verschueren te Heythuysen bouwde zijn eerste elektropneumatische kegellade-orgel in 1933 voor de St-Dyonisiuskerk te Schinnen. Mogelijk vormde de plaatsing van een drieklaviers elektropneumatisch orgel in de Abdijkerk te Rolduc door Klais uit Bonn, een jaar tevoren, de aanleiding voor Verschueren om ook op elektropneumatiek over te gaan. Inmiddels zorgden plaatgelijkrichters voor de opwekking van de zwakstroom.

Het jaar 1934 vormt daarentegen een keerpunt in de technische vernieuwingsdrang van de orgelbouw in ons land met de bouw van een salonorgel door Hendrik Wicher Flentrop en diens zoon Dirk Andries. Dit was uitgerust met mechanische sleepladen. Naar de wereldtentoonstelling in New York, in dit jaar, zond Flentrop, in opdracht van de regering, een mechanisch orgel in..Niettemin leverden zij nog tot 1939 elektropneumatische orgels.

*Zuiver elektrische tractuur*

Ruim 110 jaar na het patent van Stein kwamen er zwakstroommagneten op de markt die krachtig genoeg waren om de speelventielen van sleepladen rechtstreeks te openen. En ook elektromotoren met spindelassen of zeer krachtige elektromagneten die in staat waren de slepen zonder tussenkomst van pneumatiek te bewegen. Daar deze periode niet behoort tot die hier wordt besproken, zal hierop niet nader worden ingegaan.

Werktuiglijke registers en accessoria

Vanaf de vroegste tijden hebben orgelmakers hun instrumenten voorzien van werktuiglijke registers. Tot de vroegste vormen hiervan horen de afsluiters en de windlosser of ventiel. Deze werden al spoedig gevolgd door koppelingen. In de 17e en 18e eeuw kwamen werktuiglijke registers die een snelle wisseling van de registratie bewerkstelligen vooral voor in landen en streken waar bijna uitsluitend orgels met één manuaal voorkwamen, zoals in Italië en Spanje. Op de Nederlandse orgels bleven de werktuiglijke registers tot aan het derde kwart van de 19e eeuw beperkt tot koppelingen, afsluiters en een ventiel. Behoefte aan meer nevenregisters had men blijkbaar niet. Dit zal ongetwijfeld ook te maken hebben met de wijze waarop het orgel in de protestantse liturgie werd gebruikt en met het repertoire dat men speelde.

**Koppelingen**

Bij de klassieke Nederlandse mechanieken trekt een koppeling langs mechanische weg alle andere werken mee die op hun beurt aan het gekoppelde klavier zijn gekoppeld. Dit betekent dat een pedaalkoppel aan het hoofdwerk ook alle andere daaraan gekoppelde werken, zoals het rugpositief en/of het Bovenwerk, meetrekt.

De beroemde Saksische orgelmaker Gottfried Silbermann bracht voor het koppelen van het pedaal aan het hoofdmanuaal een zogenoemde *Ventilkoppel* aan. Deze bestond uit een extra ventielkast onder de lade van het hoofdmanuaal waarvan de ventielen verbonden waren met de pedaaltoetsen. Wanneer men de pedaalkoppel trok, kwam deze ventielkast onder wind te staan. Bij dit systeem kunnen de aan het hoofdmanuaal gekoppelde klavieren niet in het pedaal meespreken. De Gebr. Müller uit Reifferscheidt pasten dit type koppel toe, onder meer bij hun orgel in de R.K. St-Lambertuskerk te Kerkrade (1848).

Het traditionele systeem, waarbij het orgel slechts één pedaalkoppel aan het hoofdmanuaal kende en die vervolgens alle aan dat werk gekoppelde klavieren meetrok, werd in de tweede helft van de 19e eeuw geleidelijk verlaten. Dit had als consequentie, dat elk manuaal een eigen pedaalkoppel kreeg. Bij de buizenpneumatiek en de elektropneumatiek functioneren de koppelingen altijd onafhankelijk van elkaar.

Bij het streven naar een nog imponerender orgelklank voorzagen Franse orgelmakers de klavieren die waren verbonden met een pneumatische hefboom van een suboctaafkoppel *(Octave grave*), later ook van een superoctaafkoppel (*Octave aiguë*), beide bediend door combinatietreden. De Duitse orgelbouwers voorzagen hun instrumenten met buizenpneumatische tractuur rijkelijk van sub- en superoctaafkoppels, meestal uitgevoerd als registerwipper of -knop. Daarbij werd de lade in de discant vaak met een octaaf uitgebreid.

In 1848 plaatste de werktuigkundige Mooren een koppelklavier tussen de twee klavieren van het orgel in de R.K. Kerk van Ottersum (L). Dit koppelklavier was een vinding van Johan Wellens, onderwijzer van het nabijgelegen Middelaar. Hij wijdde er twee jaar later een publicatie aan en beschreef het onder de naam 'Suppressie-orgel'. De toepassing van een koppelklavier zou in ons land, ruim 100 jaar eenmalig blijven.

**Combinatietreden**

Combinatietreden kan men beschouwen als hét symbool van het moderne orgel uit de tweede helft van de 19e eeuw. De treden stelden de organist in staat om, zonder tussenkomst van een ander, de klank van het orgel tijdens het spel te wijzigen. Voordien brachten sommige orgelmakers, zoals G.P. Dik en P. van Oeckelen wel een piano/forte-trede aan. Deze schakelde altijd een vastgelegd aantal registers in- en uit. Een curiosum in dit opzicht was de 'Translateur' die Joh. Spoorman uit Franeker in 1789 aanbracht op het orgel dat hij vervaardigde voor de Hervormde Kerk in Blessum (Fr.). Uit de beschrijving door Lohman kan men opmaken dat het een soort octaafkoppel betrof waarmee de organist piano en forte kon bewerkstelligen.

Hierboven hebben we reeds gezien dat de combinatietreden waarschijnlijk in Frankrijk zijn geïntroduceerd door Sébastien Erard, zelfs nog voordat hij zich associeerde met John Abbey die op zijn beurt de hoogte moet zijn geweest van de *composition pedals*. Erard had al ervaring met treden, want in 1820 vervaardigde hij de eerste dubbelpedaalharp waarbij de treden, die dienen voor het verstemmen van de snaren, in twee standen kunnen worden ingehaakt. Anderzijds kende de klassieke Spaanse orgelbouw ook al met de voet bediende hefbomen en is bekend dat Aristide Cavaillé-Coll, bij de werkzaamheden die hij in 1829 als 18-jarige uitvoerde aan het orgel in de kathedraal van Lerida, een koppeltrede aanbracht. Vanaf die tijd nam bij de orgels, die men in Frankrijk bouwde, het aantal treden geleidelijk toe, waarbij Cavaillé-Coll uiteindelijk tot een gestandaardiseerde volgorde kwam. Dat was ook wel nodig, want bij een orgel met drie klavieren kon het aantal combinatietreden al gauw oplopen tot zo'n 12.

Enkele treden voor de koppelingen kwamen vanaf het midden van de 19e eeuw ook in ons land voor. Het eerste orgel van een Nederlandse bouwer met een volledige reeks combinatietreden is het hierboven reeds vermelde instrument dat de Gebr. Adema bouwde voor de R.K. Parochiekerk van de St-Antonius van Padua (Mozes en Aäron, 1871) te Amsterdam naar ontwerp en onder advies van Charles-Marie Philbert. Dit wil niet zeggen dat ons land niet eerder kennis maakte met verschillende aspecten van het Franse orgeltype. De in Maastricht gevestigde Pereboom & Leijser bouwde ook in de omgeving van Luik. Zij maakten in België kennis met de instrumenten van Merklin die al meerdere moderne vindingen bevatten en trachtten daarmee te concurreren.

Vanaf het midden van de eeuw exporteerde François-Bernard Loret uit Mechelen verschillende instrumenten naar ons land en hoewel die weliswaar niet van zoveel moderne snufjes waren voorzien als de orgels van zijn grote concurrent Merklin, waren ze toch moderner dan de instrumenten van zijn Nederlandse collega's.

Zoals hierboven al gesignaleerd was Philberts schets van de orgelbouwkundige situatie in Nederland dus niet helemaal conform de werkelijkheid.

*Combinatietreden van het Franse type*

De gestandaardiseerde aanleg van de combinatietreden door Cavaillé-Coll bij een drieklaviers instrument stelt de organist in staat om, spelend op het klavier van het *Grand Orgue* zonder hulp van een registrant en zonder van klavier te wisselen een crescendo en een decrescendo te bewerkstelligen, beginnend en eindigend met de grondstemmen van het *Récit*. Naast de koppels zijn er treden voor de *Anches* die zowel tongwerken als mixturen en hogere labiaalregisters vanaf vier-voet bevatten en daarom ook wel *Jeux de Combinaison* (Combinatieregisters) worden genoemd.

Voor het in- en uitschakelen van de combinatieregisters kent het Frans romantische orgel meerdere systemen. Onderstaande voorbeelden hebben steeds betrekking op instrumenten van Aristide Cavaillé-Coll.

1. De simpelste vorm komen we tegen op instrumenten met een of twee klavieren. Er zijn twee niet inhaakbare treden, één voor het inschakelen (*Appel*) en één voor het uitschakelen (*Renvoi*), van de combinatieregisters. Elk van deze treden bedient een lat die in de speeltafel een nok aan de registerschachten aangrijpt, de een voor het naar buiten duwen van de betreffende registers, de ander voor het terugstoten. Dit systeem komt voor bij het orgel van de *Eglise Wallonne* in Den Haag (1881) voor de Prestant (4') en de Plein Jeu van het *Grand Orgue* en voor de Basson 16', Trompette 8' en Clairon 4' van het *Récit*. Zoals in de meeste gevallen rekende men de Basson-Hautbois 8' van het Récit niet tot de combinatieregisters.

2. Wanneer slechts één register moet worden in- en uitgeschakeld, hetgeen voorkomt bij veel eenklaviers instrumenten, kan dit ook gebeuren door één niet inhaakbare trede die een klokvormige vanger bedient. Deze grijpt afwisselend in de linker en rechter nok van een in het midden scharnierende hefboom die verbonden is met de sleep. Een dergelijke constructie treffen we aan bij de Trompette van het orgel in de kapel van huize St-Bernardus (*Hospice Saint-Bernard*, 1879) in Amsterdam.

3. In een aantal gevallen voorzag Cavaillé-Coll combinatiestemmen van twee boven elkaar geplaatste slepen waarvan de ene is verbonden met de registertrekker en de andere met een inhaakbare combinatietrede. Het register kan alleen spreken wanneer de registertrekker is getrokken en de combinatietrede naar beneden is getrapt. Het voordeel van dit systeem boven de twee voorgaande is, dat de combinatieregisters afzonderlijk konden worden ingeschakeld. Hiervan is geen voorbeeld in ons land bekend.

4. Wanneer een lade is voorzien van twee ventielkasten, biedt dit de mogelijkheid deze afzonderlijk van wind te voorzien. Evenals bij het voorgaande systeem kan de bespeler ook hier de gekozen combinatieregisters vooraf trekken en daarna in- en uitschakelen door het intrappen van een inhaakbare trede. Het verschil is dat bij dit systeem de trede de ventielkast van wind voorziet, terwijl bij het voorgaande de trede extra slepen opent en sluit.

Charles Mutin, de opvolger van Cavaillé-Coll, paste nog een simpele, maar ingenieuze variant toe op het onder nr 1. vermelde systeem. Hij maakte de registerschachten een kwart slag draaibaar in een messing manchet waardoor een nokje dat achter de door de treden bediende latten haakt al dan niet kan worden weggedraaid. Door deze toevoeging kan de organist ook bij dit systeem de combinatieregisters vooraf naar believen instellen.

Een opmerkelijke voorziening van een Nederlandse orgelmaker die sterk gelijkt op de onder nr 1 genoemde inrichting is de wijze waarop bij eenklaviersorgels van de Gebroeders Gradussen de Prestant 8' niet alleen door een registerknop in- en uitgeschakeld kan worden, maar ook door een basculetrede. Een voorziening die vooral praktisch was voor de rooms-katholieke liturgie waar de zang van de voorzanger werd afgewisseld met die van het koor.

*Vrije combinatie volgens Cavaillé-Coll*

Op enkele grote instrumenten die waren voorzien van de *Moteurs à double effet* voor de bediening van de slepen, zoals het orgel in de Saint-Sulpice in Parijs en de *Town-Hall* in Sheffield, bracht Cavaillé-Coll een knop aan die de bestaande registratie fixeert. Vervolgens kan de registratie naar believen worden gewijzigd door organist of registrant(en), maar wordt de nieuwe registratie pas effectief nadat de fixatieknop weer is ingedrukt. Latere elektropneumatische apparaten, zoals men aantreft in het Franssen-orgel in Schiedam (1888), zijn gebaseerd op dit systeem van Cavaillé-Coll.

*Vrije combinatie volgens Mutin*

Op de Parijse Wereldtentoonstelling van 1900 toonde Charles Mutin twee instrumenten die beide waren voorzien van vier, vooraf instelbare, vrije combinaties. Het grootste was bestemd voor het conservatorium in Moskou. Later paste hij deze voorziening toe bij het orgel voor de *Salle Gaveau* in Parijs (thans met een ander front en in gewijzigde vorm in het stadje Saint-Saëns) en voor het conservatorium in Sint-Petersburg, dat, na tien jaar te zijn opgesteld in het atelier van de orgelbouwer, in 1924 in de *Collégiale Saint-Pierre* te Douai een goed onderkomen vond.

Het moet worden opgemerkt dat al deze instrumenten voor de registerbediening de *Moteurs à double effet* bezaten. De mechanische vrije combinatie kon alleen functioneren dankzij een lichte registerbediening en registertrekkers die slechts beperkt bewogen hoefden te worden. Dit mechanische hoogstandje komt weliswaar niet in ons land voor, maar het is wel uitgevonden door een Nederlander, de uit Sneek afkomstige Piet (Pierre) Veerkamp (1849-1923) die het bracht tot technisch directeur van het huis Cavaillé-Coll en die zijn vinding uitvoerig heeft beschreven in zijn handboek *L'orgue à tuyaux* dat pas ruim zestig jaar na zijn overlijden in druk verscheen.

*Vrije combinatie volgens Sauer (Kombinationspedal)*

De registercancellade bood, mede dankzij de lichte registerbediening, de mogelijkheid om extra speelhulpen aan te brengen. Sauer maakte daarvan gebruik door het aanbrengen van vaste combinaties door middel van treden en van een gepatenteerde additionele vrije combinatie door middel van kleine knopjes boven de registertrekkers, die eveneens kon worden in- en uitgeschakeld door een trede. Additioneel wil zeggen dat bij het inschakelen aan de bestaande combinatie slechts registers konden worden toegevoegd. De met de handregisters gekozen registratie bleef staan. Het Sauer-orgel (1889) in de Amsterdamse St-Nicolaaskerk telt naast de treden voor de koppelingen, vier treden voor vaste combinaties (P, MF, F, T) en een pedaal voor de combinatie waarbij het opschrift op het porseleinen plaatje vol trots luidt: *Sauer's Kombinationspedal, Deutsches Reichspatent 14576.*

**Vrije en vaste combinaties bij pneumatiek**

Na de komst van de buizenpneumatiek handhaafden de orgelbouwers de vaste combinaties, alleen werden deze nu ingeschakeld door knopjes die in de sierlijst onder het onderste manuaal waren aangebracht. Om weer terug te schakelen naar de handregistratie was een ‘oplosser’ aanwezig.

De vrije combinatie werd geheel onafhankelijk van de handregistratie. Reeds voor de eeuwwisseling bracht men een of meer vrije combinaties aan, hetzij in rijen exact boven de registerwippers of -trekkertjes, hetzij - meestal bij meer dan drie combinaties - in blokjes van twee naast elkaar geplaatste trekkertjes of wippertjes per register. Inschakeling geschiedde, analoog aan die van de vaste combinaties, door elkaar aflossende drukknopjes in de sierlijst onder het onderste manuaal.

Om in de wirwar van wippers, knopjes en treden op de Duitse orgels enige lijn te brengen, publiceerde men als uitkomst van het internationale muziekwetenschappelijke congres te Wenen in 1909 het *Internationales Regulativ* waarin een richtlijn werd opgenomen voor de indeling van de speeltafels. Deze richtlijn kon echter niet verhinderen dat de nodige variaties bleven voorkomen. Twee jaar tevoren had de Elzasser organist en orgeldeskundige Emile Rupp zijn *Ruppsche Normalspieltisch* geconcipieerd waarvan het Weense voorbeeld op een aantal punten afweek.

Bij de overgang naar de elektropneumatiek veranderde er, wat betreft de speelhulpen, weinig en bleef de indeling van de speeltafels nagenoeg gelijk. Wel werden de celluloid registerwippertjes met beschilderde, vaak kleurige porseleinen schildjes, ingeruild voor gegraveerde kunststof wippertjes en/of schakelaartjes.

**Registercrescendo**

De registercancellade bood ook de mogelijkheid voor een registercrescendo. Het eerste registercrescendo werd toegepast door Karl Weigle in 1865. Later, met de opkomst van de buizenpneumatiek, monteerden de Duitse orgelbouwers voor de bediening van het registercrescendo een *Rollschweller* in hun speeltafels. De Nederlandse orgelbouwers hielden voor deze inrichting vast aan een naast de zweltrede aangebrachte basculetrede. In de sierlijst boven de klavieren plaatste men achter glas een indicatie van de registers die door het registercrescendo werden ingeschakeld. Dit kan uiteenlopen van een eenvoudige cirkelvormige 'klok' met een aantal cijfers tot een fraai uitgevoerd rechthoekig overzicht van de dispositie die van links naar rechts is geordend naar de volgorde waarin de registers worden ingeschakeld. Daarlangs beweegt zich een met het pedaal of rolzweller verbonden aanwijsnaald. Bij de orgels met elektrische tractuur vormt een scala met lampjes vaak de indicatie voor het registercrescendo.

Het registercrescendo is het meest effectief op het Duits laatromantische orgeltype, in zijn ontstaanstijd '*die moderne Orgel*' genoemd. Het klankideaal voor dat instrument was, dat de bespeler, vanuit het pianissimo, een geleidelijk crescendo tot aan het volle werk kon verwezenlijken met een zoveel mogelijk gelijkblijvende klankkleur. Bij de Franse romantische en symfonische orgels is er altijd sprake van terrassendynamiek waarbij naast de sterkte ook de klankkleur verandert bij het toevoegen of het uitschakelen van de combinatieregisters.

**Crescendokast**

De crescendo- of expressiekast komt voort uit de behoefte om de orgelklank een zekere mate van expressie te verlenen. Trachtte men enerzijds, met behulp van een tremulant of beving, het vibrato van de menselijke zang na te bootsen, met de crescendo- of expressiekast probeerde men een ander belangrijk aspect te benaderen, de expressie van luid en zacht.

Hoewel de uitvinding van de crescendokast wordt toegeschreven aan de Engelse orgelmaker Abraham Jordan sr (ca 1665-1715), bestonden dergelijke inrichtingen al in de 17e eeuw in Spanje. Daar was bij sommige orgels een trede of een kniehevel verbonden met een deksel boven een, in een gesloten kastje opgestelde *Corneta* *de Eco*.

Recent onderzoek suggereert dat de vinding van Jordan sr, die hij in 1712 toepaste op het orgel van de St-Magnus-the-Martyr in Londen, veeleer een soort vibrato was. Dat vibrato werd opgewekt door een om een horizontale as draaiende schoep die een opening vulde aan de voorzijde van het overigens gesloten echowerk analoog aan de wijze waarop dit later bij het harmonium zou plaatsvinden. Volgens deze studie zou de zwelinrichting die door de organist tijdens het spel door middel van een trede kan worden geopend en gesloten, pas rond 1740 zijn uitgevonden door zijn zoon Abraham Jordan jr (1690-1756).

In de eerste periode bestond de crescendokast mogelijk slechts uit een houten deksel op het dak van de *Swell*, zoals men ook in ons land bij een aantal laat 18e-eeuwse kabinetorgels kan aantreffen,of uit een aan de voorzijde van de *Swell* aangebracht paneel dat aan de bovenzijde scharniert. Pas later kwamen de horizontale jaloezieën (*Venetian shutters*) en uiteindelijk, vanaf het midden van de 19e eeuw de verticale jaloezieën zoals die thans nog worden geconstrueerd. De Franse orgelbouw ging eerder dan de Engelse over tot dit laatste systeem. Het toenmalige voordeel van de horizontaal scharnierende panelen en jaloezieën was dat deze zich sloten wanneer men de trede losliet. Het omsloten pijpwerk bleef dan, na vertrek van de organist, ontoegankelijk voor de vleermuizen die, tenminste in Frankrijk, nog altijd de plattelandskerken bevolken. Daar deze dieren in onze kerken nauwelijks voorkomen zou dit, door de huidige verwarmingstechnieken, zeker in het stookseizoen eerder een nadeel zijn. Vanwege de ontstemming ten opzichte van de overige delen van het orgel, wordt thans bij ons aangeraden om, bij het verlaten van het orgel, de crescendokast open te laten staan.

Mogelijk werkte de 'trede' voor de crescendokast van Jordan jr. op dezelfde wijze als ruim honderd jaar later nog het geval was in het Verenigd Koninkrijk. Ter rechterzijde van het pedaal bevindt zich een houten trede die de crescendokast opent en sluit. Aangezien de crescendokast altijd vanzelf sluit is er, om dit te verhinderen een verticale stok met inkepingen die bij verschillende posities van de trede in een daarin aangebrachte nok valt.

De eerste expressiekasten in Frankrijk bediende men door middel van een grote, inhaakbare, lepelvormige, smeedijzeren trede (*cuiller*) ter rechterzijde van de overige combinatietreden in de lijst voor het pedaalklavier. Ook de eerste expressiekasten in ons land waren van een dergelijke trede voorzien. Aanvankelijk kende deze slechts twee standen: open en dicht. Cavaillé-Coll was de eerste Franse orgelbouwer die basculetreden toepaste; voor het eerst in 1865 bij het instrument voor de Markies van Lambertye in Gerbeviller (thans in de kerk van Saint-Maurice in Bécon-les-Bruyères). Dit orgel telde overigens twee expressiekasten, een voor het *Positif* en een voor het *Recit*. Ook zijn orgel voor het Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam, dat tien jaar later tot stand kwam, telde twee expressiekasten die werden bediend met basculetreden. Niettemin plaatste Cavaillé-Coll ook na die tijd nog regelmatig de *cuiller*. Deze had als voordeel boven de basculetrede dat sforzandi veel beter gerealiseerd konden worden, maar vereiste voor een geleidelijk crescendo of decrescendo veel meer beheersing van de speler. César Franck heeft op zijn orgel in de Sainte-Clotilde uitsluitend de *cuiller* gekend.

In Duitsland kwamen basculetreden veel vroeger voor dan in Frankrijk. Walcker voorzag in respectievelijk 1833 en 1839 de crescendokasten van zijn orgels in de St-Paulskirche in Frankfurt-am-Main en in de St-Peterskirche in Sint-Petersburg elk van twee basculetreden, een voor de crescendokast en de tweede voor de Physharmonica, een doorslaand tongwerk zonder schalbekers.

Er bestaat een essentieel verschil tussen de functie van de Duitse en de Franse crescendokast. Heeft het *Récit expressif* bij het Franse orgel hoofdzakelijk een pianoklank tot uitgangspunt van waaruit een crescendo kan worden gemaakt, bij het Duitse orgel dienden de *Schwellkasten* eerder om de zelfs bij geopende jaloezieën niet sterke klank van het nevenmanuaal weg te laten sterven.

De crescendokast drong geleidelijk ook tot ons land door. Op een enkel Nederlands huisorgel uit de 18e eeuw komt al een, door een trede, beweegbaar dak voor. De zwelwerking hiervan was maar gering, omdat de voorzijde van een huisorgel niet gesloten was.

Toen Johan Caspar Friederichs in 1806 het uit 1773 daterende orgel van Bätz van de Doopsgezinde Kerk in Haarlem met een tweede klavier moest uitbreiden, voorzag hij dit nieuwe Bovenwerk van een crescendokast met ‘Schalosien’ die door een trede boven het pedaal geopend en gesloten konden worden. Voorzover bekend is dit de eerste crescendokast in een kerkorgel in ons land.

Jonathan Bätz voorzag het orgel, dat hij in 1839 voor de Groothertog van Luxemburg bouwde, eveneens van een beweegbaar dak. Franciscus Cornelis (I) Smits plaatste voor het bovenwerk van zijn orgel voor de St-Petruskerk in Boxtel (1842) een raam met beweegbare jaloezieën. Maar omdat het Bovenwerk aan de overige zijden niet afzonderlijk was afgesloten, was ook het effect hiervan beperkt.

Het instrument dat C.G.F. Witte in 1850 vervaardigde voor de Zuiderkerk in Rotterdam en dat hierboven reeds ter sprake is gebracht vanwege de moderne windvoorziening en de combinatietreden, bezat wel een gesloten crescendokast met jaloezieën. Ondanks het ontbreken van de pneumatische hefboom kan dit instrument, ruim twintig jaar eerder gebouwd dan het Adema-orgel in de Amsterdamse Mozes- en Aäronkerk, als het eerste Nederlandse moderne orgel uit de 19e eeuw worden beschouwd. Alle werken waren geplaatst in één kas, het bezat twee magazijnbalgen met in- en uitslaande vouw, combinatietreden en een crescendokast.

In de eerder genoemde publicatie van Wellens, beschrijft deze ook een inrichting om een crescendo en decrescendo te bewerkstelligen met behulp van panelen die door middel van een pedaal geopend en gesloten kunnen worden. Hoewel uit zijn verhandeling blijkt dat hij op de hoogte was van het bestaan van jaloezieën, achtte hij de bediening van zijn eigen systeem lichter. Opmerkelijk is dat hij bij zijn 'Suppressie-orgel' zowel voor het Manuaal als voor het Positief een draaibare klep wil aanbrengen met als doel het realiseren van een groot, vloeiend dynamisch effect. Of zijn expressiesysteem echt zo effectief was als hij hoopte, weten we niet. Voorzover bekend, heeft hij het nooit in de praktijk kunnen laten brengen.

Ook Pereboom & Leijser plaatsen reeds vroeg het *Positif* van een aantal door hun vervaardigde instrumenten in een crescendokast en noemden het dan *Positif expressif* of *Récit expressif*. Zij deden dit allereerst in België, in Rutten (St-Martinus, 1854) en Tongeren (St-Jan, 1857). In ons land in Maastricht (Minderbroeders, 1868) en Maastricht-Wyck (St-Martinus, 1878).

Het Reciet van het Adema-orgel van de Mozes en Aäronkerk in Amsterdam is dus zeker niet het eerste expressiewerk in Nederland. Ook de decennia daarna veroverde deze inrichting niet ons land, zelfs niet na de plaatsing van het Cavaillé-Coll-orgel in het Paleis voor Volksvlijt (1875) en het Sauer-orgel in de St-Nicolaaskerk te Amsterdam (1889), die beide zelfs twee werken tellen die zijn omgeven door een crescendokast.

Pas omstreeks 1890 begonnen de Nederlandse orgelmakers de expressiekast met een langzaam toenemende frequentie te plaatsen, maar meestal slechts op hun grootste instrumenten. In alfabetische volgorde laat ik hier enige voorbeelden volgen:

P.J. Adema: Haarlem, O.L. Vrouw van de H. Rozenkrans en de H. Dominicus (Spaarnekerk, 1891), thans in gewijzigde vorm in Den Haag, St-Jacobuskerk.

Amsterdam, St-Willibrordus binnen de Veste (de Duif), 1875 plaatsing crescendokast om het Positief van het in 1864 gebouwde orgel.

Maarschalkerweerd: Sneek, St-Martinuskerk, 1891

Amsterdam, Concertgebouw 1891

Delft, St-Jozefkerk 1893

Witte Den Haag, Grote kerk (1882)

Amsterdam, Oude Lutherse Kerk (1886)

**Overige nevenregisters en speelhulpen**

De buizenpneumatiek en later de elektropneumatiek boden verschillende mogelijkheden voor het aanbrengen van nog andere speelhulpen. De in ons land meest gebruikte wil ik hier vermelden.

*Automatisch (piano)pedaal*

Deze inrichting past de sterkte van de pedaalklank aan wanneer men van het hoofdmanuaal naar het nevenmanuaal, of - bij orgels met meer dan twee klavieren - een van de nevenmanualen gaat. Het in 1916 gebouwde Walcker-orgel in de Gereformeerde Nieuwe Zuiderkerk in Rotterdam was waarschijnlijk het eerste instrument in ons land dat met deze voorziening was uitgerust. Ook het uit 1923 daterende Steinmeyer-orgel van de R.K. H. Clemenskerk in Hilversum bezat een piano-pedaal schakeling. Deze speelhulp moet toen nog niet erg bekend zijn geweest, want in 1924 schrijft de Belgische orgelbouwer Jules Anneessens aan de pastoor van de H. Annakerk in Breda, dat hij het orgel, dat hij daar zal plaatsen, zal voorzien van deze vinding, die hij als ‘*iets heel nieuws*’ omschrijft. Inschakeling geschiedde door een drukknopje in de sierlijst onder het onderste manuaal. Elders op de speeltafel vonden de knopjes, drukkers of wippers voor het afzonderlijk instellen van de door het automatisch pedaal geschakelde registers een plaats.

*Transpositie-inrichting*

Bij mechanische orgels kan een transpositie-inrichting alleen worden aangebracht wanneer de toetsen de mechaniek drukken. In Nederland is de transpositie-inrichting, voorzover mij bekend, niet in de 19e eeuw toegepast. In Frankrijk daarentegen deed Louis Debierre dit wel bij zijn *Orgue Polyphone*, een groot model kistorgel, waarbij hij zich liet inspireren door de Franse drukwindharmoniums die bijna alle van eenzelfde inrichting waren voorzien.

De pneumatische en elektropneumatische tractuur vergemakkelijkte het aanbrengen van een transpositie-inrichting. Deze functioneert bij de pneumatiek door middel van een trekstang die per halve toon in een nok valt en bij de elektropneumatiek door middel van drukknoppen die de toonhoogte aangeven waarop men de toets c wil laten klinken. Slechts enkele instrumenten zijn met een dergelijke inrichting uitgerust. Voorbeelden zijn het orgel van Joseph Adema (1925) in de R.K. Kerk te Kloosterburen met een pneumatische tractuur en het orgel van Bernard Pels in de kapel van huize Ter Eem in Amersfoort (op. 100, 1934) met een elektro-pneumatische tractuur.

**Accessoria**

Accessoria kent het orgel al vanaf zijn prilste bestaan. Vooral vanaf de late 16e eeuw voegde men verschillende nevengeluiden toe. Daarvan verwierven Trommel, Nachtegaal en Cimbelster aanvankelijk de grootste verspreiding.

**De Trommel** bestond uit twee of meer zwevend gestemde zogenaamde bordoenpijpen die het (zachte) tromgeroffel imiteerden. Na enige decennia raakte deze inrichting bij ons voorgoed uit de mode, maar in Italië maakte ze weer een 'come back' in de tweede helft van de 19e eeuw, nu als onderdeel van een complete verzameling *accessoria* zoals de *Banda militare* (grote trom en bekken) en de *Campanelli* (klokjes) die voorkomen op het *organo moderno*,een orgeltype waarop de op de contemporaine Italiaanse opera geschoeide orgelmuziek perfect ten gehore kon worden gebracht. Het Caecilianisme, de streng religieus getinte kerkmuzikale beweging die zijn wortels in het Duitse Regensburg had en vanaf 1870 de Duitse en Nederlandse rooms-katholieke kerkmuziek beheerste, kreeg tegen het eind van de 19e eeuw ook in Italië vaste voet aan de grond en maakte een eind aan de bouw van dergelijke kleurrijke instrumenten waarvan de de kern, het *ripieno* nog altijd op klassieke leest was geschoeid.

**De Nachtegaal** verspreidde zich in de 17e eeuw met name over de rooms katholieke gebieden van Europa. In het Duits als *Nachtigall*, in het Frans als *Rossignol*, in het Italiaans als *Usignole* en in het Spaans als *Pajar(it)os*. Deze hield het, ook bij ons, veel langer uit dan de trom,- bij het Vlaamse, Luikse en Franse orgel, en zelfs bij een enkel Rijnlands instrument, tot aan het eind van de 18e eeuw. Bij de restauraties of reconstructies van deze orgels in de afgelopen decennia heeft men de in de loop der tijden verwijderde of de verdwenen *Rossignol* weer in ere hersteld. Ook nieuwe instrumenten, die qua stijl aansluiten bij dit orgeltype, voorziet men wel van dergelijke vogelgeluiden. De *Rossignol* bestaat uit twee of meer open pijpjes waarvan de corpussen tweemaal zijn gekropt, zodat de boveneinden naar beneden wijzen in een bakje met water. De bovenranden dienen zich precies onder het waterniveau te bevinden, zodat het water borrelt zodra de pijpjes worden aangeblazen. De imitatie van het vogelgeluid komt tot stand dankzij deze periodieke, onregelmatige afsluiting.

**De Cimbelster**(*Cymbelstern*) vindt zijn oorsprong in de Noord en Midden Duitse late Renaissance en vroege barok. Hij bestaat uit een aan een schoepenrad bevestigd hefboompje dat verschillende belletjes tot klinken brengt wanneer uit het tot het schoepenrad gevoerde conduct wind stroomt. De klank van de belletjes kan een akkoord vormen, maar ook een toonreeks. De Cimbelster diende vooral voor de Kersttijd en voor andere feestelijke aangelegenheden. Aan het eind van de 17e eeuw verdween ook dit restje folklore van onze orgels om in de tweede helft van de 20e eeuw terug te keren op een aantal neobarok orgels.

**Het onweder** (*Orage of Tonnerre*) die men op de Franse romantische orgels in de tweede helft van de 19e eeuw tegenkomt, functioneert doordat een trede drie tot zes opeenvolgende toetsen van het pedaal tegelijk neerdrukt. Reeds aan het eind van de 18e eeuw waren onweders bij de Franse en Zuid-Duitse organisten populair en bleven dat ook in de 19e eeuw. Het verset *Judex crederis* uit het *Te Deum,* dat handelt over het Laatste Oordeel, was een geliefd moment voor de organist om zijn gehoor te doen sidderen met toonclusters die hij produceerde door met zijn onderarm over de bas van het klavier te rollen. Ook bij ons behaagden de organisten in diezelfde periode hun gehoor tijdens de openbare orgelbespelingen met zee- of veldslagen en onweders.

Cavaillé-Coll was de eerste orgelmaker die de trede *Tonnerre* of *Orage* op zijn orgels aanbracht. Zijn eerste instrument dat hiermee was uitgerust, was het orgel voor de kathedraal in Saint-Brieuc dat op 6 juni 1853 in gebruik werd genomen. Van de orgels die Cavaillé-Coll naar ons land exporteerde, waren zowel het drieklaviers instrument van het Paleis voor Volksvlijt (1875) als het tweeklaviersorgel voor de Sint Augustinuskerk (1881), beide in Amsterdam, voorzien van een *Pédale d'Orage*. Het instrument voor de *Eglise Walonne* in Den Haag, dat zelfs enkele registers meer bevat dan dat te Amsterdam, is niet van een dergelijke trede voorzien. Hieruit mag men niet overhaast de conclusie trekken dat de 'Roomsen' in ons land zich dergelijke 'wulpsigheden' wél konden veroorloven, terwijl de toch wat strenge Frans sprekende protestanten dit afwezen. Enerzijds kocht het Haagse *Consistoire* een instrument dat al was opgesteld in het atelier van de orgelmaker, waaraan men voor de plaatsing in Den Haag enige onafhankelijke pedaalstemmen liet toevoegen, anderzijds zal het *Pédale d'Orage*, bij de aanhangers van het zich in rooms katholiek Nederland snel verspreidende Caecilianisme, zeker niet in goede aarde zijn gevallen.

François-Bernard Loret keerde zich in een publicatie uit 1842 tegen het aanbrengen van een *Tonnerre* op het orgel, maar bracht er wel een aan op zijn instrument in Lith uit 1870. Ook het in 1868 gebouwde Loret-orgel in Udenhout bezit een trede voor de *Tonnerre*, maardie is later aangebracht, mogelijk door zijn zoon Camille.

Pijpwerk

Ook bij het pijpwerk deden in de loop van de 19e eeuw verschillende vernieuwingen hun intrede, zowel op het gebied van vervaardiging als wat betreft het materiaalgebruik.

**Vervaardiging**

Een van de grote verschillen tussen het klassieke pijpenmaken en die van de 19e eeuw is dat, met het voortschrijden van de tijd en de industrialisatie, steeds meer orgelmakers de platen orgelmetaal waarvan het pijpwerk zou worden vervaardigd, walsten in plaats van deze te hameren om ze de juiste dikte en stevigheid te geven. Een exact jaar hiervoor is niet te geven. In Italië walste men al in de 18e eeuw, terwijl sommige Franse orgelmakers nog tot enkele decennia in de 19e eeuw hun pijpwerk hamerden.

**Materiaal**

Naast hout en tin - loodlegeringen in diverse verhoudingen zijn in de loop der eeuwen ook andere materialen gebruikt voor het vervaardigen van pijpen. Uniek zijn de kartonnen pijpen van het positief in het Museo Civico in Venetië, dat in 1494 werd vervaardigd door Lorenzo da Pavia.

In de noordelijke Nederlanden en in Vlaanderen gebruikten orgelmakers tot in de 18e eeuw blik voor de bekers van trompetregisters.

Voor zover bekend was William Hill de eerste orgelmaker die zink aanwendde voor de vervaardiging van metalen pijpen. Hij gebruikte dit materiaal voor de frontpijpen van het orgel in de Town Hall van Birmingham (1833-1837). Was het gebruik van zink in de 19e eeuw nog uitzonderlijk en bleef het beperkt tot het 16-voets en acht-voets octaaf van strijkers, en in Duitsland tot niet sprekende fronten, het zette pas goed door na 1918, vooral in Duitsland, waar men de tinnen fronten tijdens de Eerste Wereldoorlog had moeten inleveren ten behoeve van de oorlogsindustrie. Op het economische dieptepunt vervaardigde men, om materiaalkosten te besparen, in nieuwe Duitse orgels alle pijpen langer dan twee voet van zink. Hoewel zink later als minderwaardig werd beschouwd, heeft het ook kwaliteiten die andere metalen ontberen. Het is bij gelijke dikte nog steviger dan legeringen met een hoog percentage tin. Met name de lagere tonen van strijkende registers, zoals de 16' en 8' pedaalstemmen laten een zeer karakteristieke streek horen. Vooral zinken Duitse strijkers kunnen *sauer* klinken.

**Steminrichtingen**

*Gedekte labiaalpijpen*

Tot in de 17e eeuw soldeerden de orgelmakers bij de gedekte pijpen een deksel op de op lengte afgesneden pijp. Kleine correcties van de toonhoogte konden geschieden door de pijpen te voorzien van extra brede zijbaarden die dus als stem- in niet als intonatie-inrichting dienden. Vanaf de 18e eeuw voorziet men de gedekte pijpen van beweegbare hoeden die weliswaar het stemmen vergemakkelijken, maar na de invoering van de kerkverwarming ook gemakkelijker aanleiding kunnen geven tot ontstemming door uitdroging van het papier, leer of vilt tussen hoed en corpus.

*Open labiaalpijpen*

**Op lengte afgesneden pijpen en stemlappen**. Tot in de 19e eeuw sneden traditioneel ingestelde orgelmakers de open metalen binnenpijpen, die korter waren dan twee voet, op lengte. Het stemmen daarvan geschiedt met de stemhoorn. De grotere kregen een stemlap. In frontpijpen met overlengte bracht men eiervormige uitsnijdingen aan.

In de loop der tijd voorzagen de meer vooruitstrevende orgelmakers ook de metalen pijpen korter dan twee voet van een steminsnijding en rolden zij de stemlap op. Aan het eind van de eeuw werden alleen nog pijpen korter dan ca ¼ voet op lengte afgesneden.

**Stemkrul**. Zoals hierboven reeds vermeld spreekt men van stemkrul zodra de stemlap wordt opgerold. De stemkrul heeft als voordeel dat de orgelstemmer kleine correcties van de toonhoogte gemakkelijk kan uitvoeren, een klein tikje met het stemijzer is voldoende. Sommige Nederlandse orgelmakers uit de 19e eeuw brachten bij de langere pijpen twee smallere stemkrullen in plaats van één brede aan. Op die manier verzwakt de bovenrand van de pijp minder en trachtte men een strakkere stemming te krijgen.

**Expression**. Hoewel pijpen in het in 1778 door Jorge Bosch gebouwde orgel van de kapel in het koninklijk paleis te Madrid reeds expressions bezitten werd het gebruik ervan in Europa gemeengoed dankzij de Deense orgelmakers Marcussen & Reuter, die deze steminrichting voor het eerst toepasten in 1843 bij het orgel te Kronborg. Het expression kan men beschouwen als een stemkrul die op een bepaalde afstand onder de bovenrand van de pijp is ingesneden. De zoon van Marcussen was in die periode in de leer bij E.Fr. Walcker die vermoedelijk zo het expression leerde kennen. Bij een bezoek aan Walcker in 1844 zal ook de Franse orgelmaker Aristide Cavailé-Coll zich op de hoogte hebben gesteld van deze nieuwe steminrichting. Later publiceerde laatstgenoemde niet alleen een eenvoudige formule voor de berekening van de pijplengte in verhouding tot de diameter, maar ook voor de positie, breedte en lengte van het expression. C.F. Witte paste als eerste Nederlandse orgelmaker het expression toe. Hij was ervan overtuigd dat het bijdroeg tot een grotere toonvastheid.

Het expression bewijst vooral bij registers met nauwere mensuur goede diensten. Het draagt bij aan een snijdende aanspraak en een boventoonrijkere klank. Toen, onder invloed van de heersende smaak, aan het eind van de 19e eeuw ook de prestantregisters in toenemende mate een strijkende klank kregen, werden ook deze van expressions voorzien. In de eerste decennia van de 20e eeuw had het expression zelfs zowat het alleenrecht als stemvoorziening voor open labiaalpijpen langer dan ¼ voet. Het is onduidelijk in hoeverre opvattingen over klankesthetiek enerzijds en de dunnere pijpwanden die men trachtte te compenseren door het intact laten van de bovenranden anderzijds, daarbij een rol hebben gespeeld.

**Stemring of manchet**. Vooral in de Angelsaksische orgelbouw maakt men veel gebruik van deze steminrichting die bestaat uit ringen van verend metaal. De stemring heeft als voordeel dat de bovenzijde van de pijp rondom is begrensd, zoals bij de op lengte afgesneden pijpen, wat een mooie aanspraak en toonvorming tot gevolg heeft. Nadeel is dat het vlak van de pijp, waarover de stemring schuift, kan worden beschadigd door krassen en dat slappere ringen kunnen zakken. Om aan dat laatste euvel het hoofd te bieden ontwierp men een bijzondere vorm, waarbij een deel van de onderzijde van de ring schuin is en dit deel rust op een op de buitenzijde van de pijpwand bevestigd nokje. Deze constructie voorkomt dat de stemring kan zakken, maar dat men door draaiing ervan wel de lengte van het corpus kan aanpassen. In ons land maakten de orgelmakers Kam en Van der Meulen gebruik van deze steminrichting.

**Intonatie-inrichtingen**

*Intonatie-inrichtingen bij labiaalpijpen*

**Baarden**. De verschillende typen baarden hebben als functie de wind die uit de kernspleet stroomt, te richten. Baarden zijn er in verschillende vormen: zijbaarden, kastbaarden, rolbaarden en het *frein harmonique*. Naast de klassieke zijbaarden (fluitregisters, later ook bij de prestantregisters) en de kastbaarden (quintadeenregisters) plaatste men in de 19e eeuw, vooral bij grotere pijpen, ook rolbaarden.

*Zijbaarden* behoren tot de vroegste intonatie inrichtingen. In de oude Italiaanse orgelbouw beschouwde men het gebruik ervan als minderwaardig, maar die instrumenten bezaten dan ook normaliter geen gedekte pijpen. Elders in Europa, waar men wel van gedekte pijpen (met gesoldeerde deksels) gebruik maakte, dienden de zijbaarden als steminrichting, een functie die zij verloren toen er eenmaal sprake was van verschuifbare hoeden.

*Kastbaarden* worden toegepast bij nauwe labiaalpijpen zoals quintadenen en de grotere pijpen van strijkende registers. Zij omvatten de opsnede aan de onderzijde en aan beide zijkanten.

*Rolbaarden* kwamen in de 19e eeuw in gebruik bij grotere pijpen van prestanten en strijkers. Meestal was de aan de zijbaarden bevestigde en schuin boven het onderlabium geplaatste rol van hout, maar soms ook van messing.

**Frein harmonique***.* Een voorloper van de *frein* harmonique komen al we tegen in de eerste helft van de 18e eeuw in het Zuid-Duitse cultuurgebied. De *frein harmonique*, ook wel *frein Gavioli* genoemd naar de Italiaanse (draai)orgelbouwer Anselme Gavioli is van bijzondere constructie. Echter, niet Gavioli, maar de vanuit Engeland naar Frankrijk verhuisde John Abbey jr (1843-1930) was de uitvinder van deze intonatiehulp voor strijkende registers. Hij paste deze voor het eerst toe in het in 1876 gebouwde orgel in Le Raincy, ten oosten van Parijs. Dit *frein* (letterlijk: rem) bestaat uit een, in een hoek van ca 45° vóór de opsnede geplaatst messing plaatje, dat met een smalle bladveer aan de pijpvoet is vastgemaakt. Met behulp van een op een schroefdraad bevestigde lederen moer kan men de afstand van het messing plaatje tot de kernspleet regelen.

**Kernsteken***.* Hoewel kernsteken zo oud zijn als de orgelbouw, werd de toepassing ervan pas gesystematiseerd in de tweede helft van de 19e eeuw. De achterliggende theorie was dat de uitstroomopeningen in de kernspleet die door de kernsteken locaal breder zijn, de lucht, die uit de kernspleet ontsnapt, beter op het bovenlabium richten. Het door de kernsteken veroorzaakte extra windverbruik kon worden gecompenseerd door de gemiddeld hogere winddruk van de toenmalige orgels. Om de fluitregisters een soepele aanspraak en een wollige toon te geven, voorzag men deze soms van een zeer grote hoeveelheid kernsteken, waarbij de kern enige gelijkenis met de tanden van een zaag niet kan worden ontzegd.

*Intonatie-inrichtingen bij tongpijpen*

Sneed men voordien tongpijpen op lengte af, vanaf het midden van de 19e eeuw voorzag men ook deze van intonatie-inrichtingen. Aanvankelijk alleen bij de langste pijpen, doch in de loop der tijd ook bij kortere pijpen.

**Intonatieklepje bij tongwerkpijpen***.* De bekendste intonatie-inrichting voor tongwerken is het op het expression gelijkende intonatieklepje. Volgens reeds genoemde Pierre Veerkamp moest dit klepje onder normale omstandigheden dicht zijn en werd het geopend om de intonatie enigszins aan te passen. Pas later construeerde men ook tongwerken waarvan de intonatieklepjes, analoog aan het expression, waren opgerold.

**Manchet en dekseltje***.* Cilindrische tongwerken voorzag men van een verschuifbaar manchet aan de bovenzijde met al dan niet een dekseltje, zoals in de Belgische en Franse orgelbouw de Voix humaine en in de Duitse orgelbouw de Klarinete en de Krummhorn. Het is opmerkelijk dat de Franse orgelbouwers daarentegen de Clarinette en de Cromorne wel op lengte bleven snijden, uitgezonderd de grootste pijpen die zij van het hierboven vermelde intonatieklepje voorzagen.

**Draaibare deksel 'Oboe'***.* De Duitse orgelbouwers voorzagen hun *Oboe* van een conische deksel die in het wijd uitlopende trechtervormige bovendeel van het corpus viel. In de zijwanden van beide bevinden zich minstens drie grote gaten die met elkaar corresponderen. Door de hoed te draaien kan men de sterkte van de toon aanpassen.

**Nieuwe registersoorten**

In de 19e eeuw ontstond een aantal nieuwe registers en werd de bouwwijze van enkele bestaande registers, zoals strijkers, gewijzigd ten einde de klank daarvan aan te passen aan de gewijzigde inzichten. Die trend zette zich ook in de 20e eeuw voort, in de eerste decennia om het romantische klankideaal nog verder te prononceren, maar daarna, in navolging van de *Orgelbewegung*, om het boventoon benadrukkende kleurenpalet te versterken.

De in de jaren 1950 gepatenteerde experimentele registers van de in ons land als adviseur en secretaris van de *Nederlandsche Klokken- en Orgelraad* werkzame mr A. Bouman, zoals de Zoembas, de Aliquoteen, de Septadeen en de Klokfagot, blijven hier verder buiten beschouwing, mede omdat geen van deze in een historisch belangwekkend orgel bewaard bleef.

*Labiaalpijpen*

**Strijkers**(cilindrisch, trechtervormig). Hoewel de Duitse en de, onder invloed daarvan staande, Nederlandse orgelbouw reeds in de 18e eeuw nauwere, strijkend klinkende registers kende, nam in de loop van de eerste helft van de 19e eeuw niet alleen hun aantal binnen de disposities van de orgels toe, maar kregen ook de prestantregisters meer 'streek'. Rond de overgang van de 19e naar de 20e eeuw kende vooral de Duitse orgelbouw een grote verscheidenheid aan strijkende stemmen. Grotere orgels, zoals het instrument voor de Nieuwe Zuiderkerk in Rotterdam (1916), waren, wat betreft de acht-voets grondstemmen, ingericht naar de volgende 'Abstufung':

**1. Hauptmanual 2. Manual (Schwellwerk) 3. Manual (Schwellwerk) 4. Manual (Fernwerk)**

T Syntematophon\*\*

F Gross Prinzipal F Flötenprinzipal F Geigenprinzipal

MF Viola di Gamba MF Cello MF Quintatön

MF Jubalflöte\* MF Doppelgedeckt MF Konzertflöte MF Nachthorn

P Gemshorn P Salicional P Viola d'amour P Echo Gamba

P Dulciana P Harmonika P Aeoline

Voix céleste\*\*\* Vox angelika\*\*\*\*

P Bourdon P Flûte harmonique P Lieblich gedeckt P Echo Bourdon

\* met dubbele labia \*\* 110 mm druk \*\*\* zwevend, behoort \*\*\*\* licht zwevend, behoort

bij de Aeoline bij de Echo Gamba

De vóór de registernamen afgedrukte letters zijn de sterktegraden van de vier vaste combinaties (Piano, Mezzoforte, Forte, Tutti) waarbij deze registers werden ingeschakeld en geven een indicatie over hun luidheid.

De Nederlandse orgelbouwers volgden de Duitse gewoonten maar gedeeltelijk. Zo was de strijker op het hoofdwerk veel minder sterk dan de geprononceerde Duitse Gambe. Wel plaatsten zij af en toe een zeer zachte strijker op het nevenmanuaal. Maarschalkerweerd disponeerde op het Positief van zijn uit 1896 daterende (nog mechanische) orgel voor de R.K. H. Maria Magdalenakerk in Maasland een trechtervormige Dolcissimo 8' - zachter kan het bijna niet - mogelijk onder invloed van het Caecilianisme dat voor de orgelbegeleiding als uitgangspunt had: *het orgel mag den zang niet onderdrukken*.

**Overblazende fluiten***.* Hoewel men in de 19e eeuw Aristide Cavaillé-Coll beschouwde als de uitvinder van de overblazende stemmen (*jeux harmoniques*) beschreef Michael Praetorius deze al in zijn Syntagma Musicum (1619). Andere orgelmakers in de 19e eeuw vervaardigden al eerder dan Cavaillé-Coll overblazende registers, zoals bijvoorbeeld Carl August Buchholz bij het orgel in Kronstadt (Sibiu, Roemenië, 1839), In Nederland plaatste Witte zijn eerste overblazende register in 1858 in het orgel van de Hervormde Kerk te Beusichem. Door het overblazen verkreeg de klank van deze registers een grotere draagkracht en volgens Witte toonstabiliteit.

**Labiaalklarinet***.* Dit register treft men onder meer aan op het Zwelwerk van het in 1929 door Verschueren te Heythuysen gebouwde orgel in de R.K. H. Petruskerk te Gulpen. Hoewel deze orgelmaker, in 1891 begonnen als toeleverancier van pijpen en andere orgeldelen, altijd zelf zijn pijpen heeft gemaakt, was hij blijkbaar gedwongen om dit register te betrekken van Trautner te Kaiserslautern. Trautner had namelijk als ontwerper van dit register in 1911 een langdurig patent op deze bijzondere pijpvorm verkregen (Kaiserliches Patentamt no. 247836). De corpora in de bas waren voorzien van een dubbelconus met de smalste diameter in het midden en die in de discant zelfs van twee zulke dubbelconussen.

*Tongpijpen*

**Doorslaande tongwerken***.* Als uitvinder van doorslaande tongen staat Christian Theophil Gottlieb Kratzenstein (1723-1795) te boek. Zijn constructie uit 1780 had als doel de menselijke stem te imiteren. Georg Christoffer Rackwitz, die in Sint-Petersburg met Kratzenstein in contact was gekomen, vervaardigde later doorslaande tongwerken voor de Nederlander Winkel die deze in zijn 'componium' plaatste. In Wenen ontwierp Anton Haeckl (Häckel, Haek(e)l) in 1818 de Physharmonika, het eerste toetsinstrument met doorslaande tongen. Intussen experimenteerden in Frankrijk zowel Joseph Grenié als Sébastien Erard met instrumenten die een groot aantal doorslaande tongwerken bezaten. In tegenstelling tot het instrument van Haeckl waren de tongen daarvan geplaatst op lepels die gevat waren in koppen welke op hun beurt geplaatst waren op stevels en aan de bovenzijde voorzien van een schalbeker. In navolging van Haeckl vervaardigden ook andere bouwers soortgelijke instrumenten, dus met doorslaande tongen zonder schalbekers, waarvan het Poïkilorgue van vader Dominique en zijn zoons Vincent en Aristide Cavaillé-Coll uit Montpellier, mede dankzij de steun van Giocacchino Rossini, in Frankrijk landelijke bekendheid verwierf. Het orgue-melodium uit 1842 van de Parijse bouwer Alexandre-François Debain (1809-1877), dat niet alleen door hem, maar ook door zijn grote concurrent en plaatsgenoot Jacob Alexandre (1804-1876) in groten getale werd vervaardigd, had een gestandaardiseerde dispositie en vond in de decennia daarna grote verbreiding, aanvankelijk in de salons van de bourgeoisie, later ook in de kerk. Dat laatste ging niet geheel zonder weerstand van de kerkelijke autoriteiten en van sommige kerkmusici die vooral de expressiviteit van het instrument laakten.

In ons land werd vooral het uit Duitsland en de Verenigde Staten van Amerika afkomstige zuigwindharmonium populair. In tegenstelling tot het Franse drukwindharmonium ontbeerden die instrumenten de mogelijkheid tot expressie en dat zou wel eens een positieve rol hebben kunnen spelen bij de gemakkelijke acceptatie als religieus en kerkelijk instrument. Een aantal makers van pijporgels plaatsten doorslaande tongwerken (dus mét schalbekers) in hun orgels, ook in ons land. De eerste was vermoedelijk P. van Oeckelen die het Groninger Martini-orgel in 1831 voorzag van doorslaande tongwerken. Zijn broer C.J. van Oeckelen plaatste in het orgel van de Grote of Magdalenakerk te Goes in 1833 een Vox Humana met doorslaande tongen en voorzag zijn nieuwe orgel voor de R.K. Kerk te 's-Heerenhoek, dat hij een jaar later vervaardigde, ook van een dergelijk register. In 1835 bood hun Groninger collega G.P. Dik een door hem vervaardigd kabinetorgel aan waarin een Vox Humana met doorslaande tongen voorkwam.

Bleven bovenstaande registers niet bewaard, wel behouden bleven de beide doorslaande tongwerken die Herman Koulen uit het nabij de Nederlandse grens gelegen Duitse Heinzberg plaatste in zijn uit 1852 daterende orgel in de St-Brigidakerk te Noorbeek (L). Dat bezit op het Positif een Euphone 8' en op het pedaal een Tuba 16' (C-f). Wat betreft het aantal doorslaande tongwerkregisters wordt dit instrument verre overtroffen door het orgel dat Franciscus Cornelis (I) Smits in hetzelfde jaar plaatste in Schijndel. Dat telt er niet minder dan acht, het grootste aantal dat in één instrument in Nederland is te vinden. Andere Nederlandse orgelmakers die regelmatig doorslaande tongwerken disponeerden zijn L. van Dam & Zonen en Lodewijk Ypma.

Een buitenbeentje in ons land vormt het uit 1884 daterende orgel van de Duitse orgelmaker Carl Haupt uit Ostercappeln bij Osnabrück in de Doopsgezinde kerk te Borne (Ennekerdijk), waarvan het tweede klavier enkel uit een Physharmonica 8' bestaat.

**Tongwerken met dubbele bekerlengte***.* In tegenstelling tot de labiaalregisters met dubbele corpuslengte zijn tongwerken met trechtervormige bekers van dubbele lengte, (de *anches harmoniques*) vermoedelijk wél voor het eerst door Aristide Cavaillé-Coll toegepast. Het effect van de dubbele bekerlengte was tweeledig: de toon was stabieler en de grondtoon werd benadrukt. Mede omwille van de beschikbare hoogte en de hanteerbaarheid van de pijpen kregen bij een acht-voets register meestal alleen de exemplaren vanaf c2 dubbele corpuslengte.

**Hoogdrukregisters***.* De Duitse orgelmaker Carl Weigle staat niet alleen bekend als de uitvinder van de naar hem genoemde membraanlade, maar ook van de 'Hochluftdruckstimmen', de hoogdrukregisters. Zijn hoogdruk labiaalpijpen voorzag hij van een halfrond boven en onderlabium, analoog aan de stoomfluit. De eveneens in Duitsland voorkomende *Seraphonregister* bestaan uit pijpen met twee labia die met elkaar een hoek van 90° maken. Grote Engelse orgels voorzag men eveneens van een hoogdruk tongwerk, de *Tuba Mirabilis* die de rest van de orgelklank kon domineren en daarom ook van de critici de twijfelachtige bijnaam *Tuba Miserabilis* kreeg. De kritiek op de klank van dit soort extreem luide registers kon dan ook niet uitblijven. In 1899 publiceerde de Straatsburgse organist Emil Rupp zijn geruchtmakende artikel *Hochdruck* in het *Zeitschrift für Instrumentenbau*. Samen met Albert Schweitzer kan men hem beschouwen als grondlegger van de *Elsässisch Neudeutsche Orgelreform.* Deze beweging gaf een eerste aanzet tot heroriëntatie op de klassieke orgelbouwkunst. De Eerste Wereldoorlog vormde echter een belangrijk obstakel voor de verbreiding van de ideeën van Rupp en Schweitzer.

Voor zover bekend waren de gebroeders Franssen de enige orgelbouwers in ons land die de hoogdrukregisters toepasten. Zo rustten zij, bij de complete ombouw van het orgel van de kathedrale basiliek van St-Jan in 's-Hertogenbosch in 1902, dit instrument uit met niet minder dan acht hoogdrukstemmen. In de brochure ter gelegenheid van de oplevering beweerden ze trots dat, dankzij deze hoogdrukregisters dit orgel met zijn 66 registers de klanksterkte had van een instrument met 130 stemmen. Van enig respect voor het waardevolle historische pijpmateriaal was nauwelijks sprake. De verdere lotgevallen van dit instrument illustreren op treffende wijze de snelle veranderingen in de visie op de omgang met het historische orgelbezit. In 1948, ruim veertig jaar later, werd het instrument grondig omgebouwd tot een elektrisch sleeplade orgel naar de toen geldende maatstaven en nog geen veertig jaar later, in 1984, voltooide men een, in de huidige optiek, gewetensvolle restauratie/reconstructie met nieuwe mechanische sleepladen, grotendeels naar de situatie Heynemann uit 1787, maar met gebruikmaking van enkele registers van Vollebregt uit 1870.

Besluit

In de loop van de 19e eeuw onderging de orgelbouw, zowel in technisch opzicht, als wat betreft de klank, in alle Europese landen, meer wijzigingen dan in de twee eeuwen daarvoor.

De steeds grotere klankmassa's vroegen om een ruimer bemeten windvoorziening met hogere winddrukken en een ruimere aanleg van de windladen, met ruimere cancellen en grotere ventielopeningen. Deze eigenschappen hadden een grotere toetsweerstand tot gevolg die men met pneumatische of elektrische hulpmiddelen, of een combinatie van beide, wist te overbruggen.

De *Elsässische Neudeutsche Orgelreform* kan men beschouwen als een reactie op de, vooral in het laatste decennium van de 19e eeuw, toenemende klankexpansie bij de Duitse orgels. In ons land plaatsten in 1912 Dalstein & Haerpfer uit Bölchen (thans Boulay genaamd) in Lotharingen een orgel volgens de principes van deze beweging in de voormalige Nieuwe Walenkerk te Amsterdam.

Een tweede beweging die zich heroriënterende op de klassieke orgelbouw had meer succes, Dit was de Duitse *Orgelbewegung* onder aanvoering van Willibald Gurlitt en Christhard Mahrenholz. Hun opvattingen over reinheid binnen de orgelbouw en de orgelmuziek gingen veel verder dan de ideeën van Rupp en Schweitzer. Het orgel dat Fürtwängler & Hammer in 1930 plaatsten in de Amsterdamse Jeruzalemkerk is een eerste voorbeeld in ons land van een instrument dat volgens de toenmalige uitgangspunten van de *Orgelbewegung* is gebouwd. Hoewel men ook bij deze beweging aanvankelijk uitging van behoud van de pneumatische of elektropneumatische tractuur, zouden latere ontwikkelingen binnen deze beweging na de Tweede Wereldoorlog, met name bij de Synodale Orgelcommissie der Nederlands Hervormde Kerk in ons land, de aanzet geven tot de uitdrukkelijke keuze voor het neobarokorgel, waarbij niet alleen de boventoonrijke klankopbouw van de instrumenten totaal verschilde van het orkestrale orgel, maar de orgels zelf, dankzij de toepassing van de mechanische sleeplade, in technisch opzicht aanzienlijk versoberden. Immers, de terugkeer tot de klassieke mechanische sleeplade en tot de mechanische registertractuur betekende tevens dat de vele speelhulpen van de (elektro)pneumatische speeltafels noodgedwongen achterwege bleven.

De mechanische tractuur kon aanvankelijk niet in de ogen van alle, in ons land opererende orgeladviseurs genade vinden. Vooral de adviseurs verbonden aan de *Nederlandsche Klokken- en Orgelraad*, die onder meer adviseerden bij de restauratie van historische orgels, hielden lang vast aan de elektrische of elektropneumatische tractuur en bezondigden zich zelfs aan de elektrificatie van een aantal belangwekkende mechanische historische orgels. De bekendste voorbeelden daarvan zijn de instrumenten in de Martinikerk te Groningen (1938) en de Westerkerk te Amsterdam (1939). Door deze verminkingen ging waardevol historisch materiaal verloren. Intussen is het onrecht dat deze beide instrumenten werd berokkend weer ongedaan gemaakt en zijn beide weer voorzien van nieuwe mechanische toets- en registertractuur.

Onder de orgelbouwers kan de in Zaandam gevestigde Dirk Andries Flentrop (1910-2003) worden beschouwd als dé pionier op het gebied van de mechanische sleeplade. Reeds in 1934 vervaardigde zijn orgelmakerij een salonorgel met zo'n ladetype en plaatste Flentrop achter het uit 1719 daterende front van het orgel in de Oud-Katholieke Kerk in Krommenie een mechanische sleeplade met stekermechaniek. Pas nadat in 1940 Dirk Andries Flentrop de zaak van zijn vader had overgenomen ging de orgelmakerij definitief over op het uitsluitend toepassen van mechanische sleepladen bij de bouw van nieuwe orgels.

In de rooms-katholieke kerken continueerde men tot ver in de jaren zestig van de 20e eeuw de plaatsing van elektropneumatische orgels, vaak voorzien van een overdaad aan speelhulpen, maar vanaf het midden van de jaren zestig ging ook daar geleidelijk het roer om. Ook bij hen keerde het orgel terug naar zijn wortels waarbij het directe contact tussen speler en instrument van primordiaal belang was.

Thans is er alweer ruim een halve eeuw verlopen sinds de periode van technische en klankesthetische vernieuwingen ten einde liep. Heeft de orgelbouw uit de periode tot 1900 inmiddels al bij vele organisten en orgelliefhebbers erkenning gekregen, anders ligt dat met de instrumenten uit de periode vanaf de eeuwwisseling tot ca 1950. Tot voor kort wees de meerderheid van de organisten en orgeldeskundigen orgels uit de eerste helft van de 20e eeuw af op muzikale en technische gronden. Het laatste decennium echter wint geleidelijk de opvatting terrein dat ook in deze periode van grote, vaak seriematige productie, waarbij toelevering van halffabrikaten de overhand had, een aantal orgels is gebouwd vanuit een consistente artistieke visie. De twee grootste, door Nederlandse orgelbouwers in ons land geplaatste instrumenten uit deze jaren zijn het in 1923 door Joseph Adema geconcipieerde orgel van de Sint Willibrorduskerk buiten de Veste in Amsterdam, dat na de plaatsing in 1971 in de Kathedrale Basiliek Sint Bavo te Haarlem, aan een tweede leven is begonnen, en het in 1936 door Leon Verschueren in Heythuysen vervaardigde orgel voor de St-Catharinakerk in Eindhoven. Ook al kwam het laatste instrument slechts 13 jaar later tot stand dan het eerste, ze vormen in meerdere opzichten tegenpolen.

* Was het Adema-orgel nog voorzien van buizenpneumatiek (in 1971 geëlektrificeerd), het instrument van Verschueren was voorzien van elektropneumatisch gestuurde kegelladen en voorzien van een serie setzercombinaties naar Noordamerikaans voorbeeld, het eerste exemplaar in ons land.
* Werden essentiële onderdelen zoals speeltafel, laden en pijpwerk aan Joseph Adema toegeleverd en door hem geassembleerd, bij Verschueren vervaardigde men het orgel geheel in eigen werkplaats, uitgezonderd de windmachine.
* De oorspronkelijke aanleg en de dispositie van Joseph Adema was nog in belangrijke mate geschoeid op een mengeling van uitgangspunten van de Duitse orkestrale (grote verscheidenheid aan labiale grondstemmen) en Franse laatromantische (combinatietreden, overblazende fluiten van diverse hoogte) orgelbouw, waaraan enkele eigenheden uit de traditie van de Amsterdamse Adema's waren toegevoegd (strijkerskoor 16', 8', 4', 2 2/3', 2' op het tweede manuaal, mixturen met vioolmensuur). De dispositie van het orgel in Eindhoven is echter geheel gestoeld op de uitgangspunten van de *Orgelbewegung*.Dit orgel telt relatief minder grondstemmen en, behalve een Viola di Gamba 8', een Vox Celestis 8' en een Salicionaal 8' geen andere strijkende registers. Ook heeft dit orgel slechts één overblazende fluit en zijn op elk werk meerdere enkel- en meervoudige vulstemmen gedisponeerd.

Bij deze twee instrumenten kunnen we waarnemen hoe snel de ontwikkelingen in technisch en esthetisch opzicht zich in ons land hebben voorgedaan. Die ontwikkelingen voerden uiteindelijk in ons land tot het 'Synthese-orgel', een instrument waarop men de hele orgelliteratuur zou moeten kunnen uitvoeren. Duitsland en Frankrijk kenden soortgelijke orgeltypes, respectievelijk het *Universalorgel* en het *orgue néoclassique*. Ook al kenden deze drie orgeltypen overeenkomstige uitgangspunten, ze behielden elk nog steeds nationale eigenschappen in klank en aanleg.

Bij bovengenoemde, achteraf vaak verguisde (elektro)pneumatische orgels uit eerste helft van de 20e eeuw kan men een aantal karakteristieke instrumenten aantreffen waarop vooral de in die periode geschreven muziek optimaal tot zijn recht komt. Dat behelst een groot en veelzijdig repertoire, uiteenlopend van de laatsymfonische werken van Louis Vierne tot de fijnzinnige composities van Sigfried Karg Elert, van de indrukwekkende, doorwrochte sonates van Paul Hindemith tot de kleurrijke muziek van Olivier Messiaen en in ons land de monumentale composities van Hendrik Andriessen. Dit veelzijdige repertoire vormt op zichzelf al een rechtvaardiging om ook orgels uit deze periode exemplarisch voor het nageslacht te behouden.