

## **INLEIDING**

### **KLOK EN BEL**

#### **KLOK EN BEL**

Klokken en bellen kunnen in twee categorieën worden ingedeeld:

1. De gewoonlijk kleine rinkelbel is een vrijwel gesloten, min of meer bolvormige bel met aan één zijde het ophangoog en aan de andere zijde een doorgaans spleetvormige opening. Het rinkelen ontstaat door één of meer losse kogeltjes die in de bel liggen opgesloten.

2. De gewoonlijk (veel) grotere klok bezit een hemisferisch/cilindrisch/tulpvormig model dat aan de onderzijde open is en aan de gesloten bovenzijde van één of meer ophangen (kroon) is voorzien. Dit type klok kan op twee manieren tot klinken worden gebracht: door de klok met een hamer aan de buitenkant aan te slaan of met een klepel aan de binnenkant. Dat kan zowel handmatig als automatisch. Uiteraard zijn talloze klokken zowel van een hamer als een klepel voorzien.

De klokken die binnen in gebouwen gebruikt worden, worden doorgaans op bescheiden wijze met een zachte hamer aangeslagen. Daarom is bij die klokken in feite alleen maar de grondtoon van de klank van belang. Klokken daarentegen die in torens hangen, worden vrijwel altijd krachtig met een harde klepel of hamer aangeslagen. De boventonen zijn dan zeer goed hoorbaar waardoor, wanneer op die klokken melodieuze worden gespeeld, de boventonen ten opzichte van de grondtoon een muzikaal aanvaardbare relatie moeten bezitten. Maar indien men zich beperkt tot het eigen typische klokkenidioom, zoals het luiden bijvoorbeeld, is dat, al naar gelang de inzichten, heel wat minder noodzakelijk, zo niet overbodig, ja zelfs verwerpelijk.

#### **MATERIAAL WAARUIT BELLEN EN KLOKKEN GEMAAKT WORDEN**

Klokken en bellen worden van oudsher uit zeer uiteenlopende materialen vervaardigd, te weten: aardewerk, vruchtschalen, hout, ijzer, koper, messing, brons, goud en zilver.

Gerangschikt naar klokgroottes en beginnend met de *kleinste* klokjes luidt de reeks:

goud, zilver, aardewerk, koper, vruchtschalen, hout, ijzer, messing en brons.

Gerangschikt naar klankrijkdom en beginnend met het *zachtste* geluid luidt de reeks:

koper, vruchtschalen, aardewerk, hout, ijzer, zilver, goud, messing en brons.

Gerangschikt naar de frequentie van toepassing staat brons ver bovenaan en volgen andere materialen geruime tijd later. Overigens dient men te beseffen dat het slechts om globale indicaties gaat, want ook andere factoren spelen een rol. De opsomming is daarom slechts bedoeld voor een eerste oriëntering.

#### **HET GEBRUIK VAN BELLEN EN KLOKKEN**

Klokken en bellen werden en worden voor de volgende doeleinden gebruikt:

1. *Bezwerend*: Het verdrijven van de demonen, bijvoorbeeld met de dierbel, of het oproepen van de goden, bijvoorbeeld toen de hogepriester Aäron het Heilige der Heiligen binnentrad.

2. *Ritueel*: Ondersteuning van profane en religieuze gebeurtenissen, bijvoorbeeld de luidklok van de christelijke kerken.

3. *Functioneel*: Signalering van gebeurtenissen, bijvoorbeeld de tijd met de uurklok.

4. *Muzikaal*: Het maken van muziek, waarbij een onderscheid gemaakt moet worden tussen een reeks klokken als een melodie-instrument (beiaard), als instrument voor ritmische figuren (beierwerk) en als ritmische ondersteuning van de dans (dansbellen).

Al deze aspecten zullen later in hun juiste context aan de orde worden gesteld. Stellig echter zijn de apotropaeïsche functies ouder dan de meer functionele, of althans overheersten toen op de laatste.

## ❑ **ARCHEOLOGISCHE BELLEN EN KLOKKEN**

### ❑ **CHINA, KOREA EN JAPAN**

#### ❑ **de kleine bel voor niet-muzikale doeleinden**

De gegevens over klokken en bellen uit het oude China worden ontleend aan archeologische bronnen, zoals de klokken zelf en afbeeldingen in grafkamers, alsmede aan literaire geschriften. Meer dan in enig ander land ter wereld wordt de klok al heel vroeg in de Chinese literatuur vermeld. Opmerkelijk is bovendien dat de klok dan dikwijls in een muzikale context wordt genoemd, in het bijzonder samen met trom, maar ook in combinatie met de fluit, snaarinstrumenten enz.

In China bestaat van oudsher een duidelijk onderscheid tussen de veelal kleine klepelklokjes (*ling*) voor profane en bezwerende doeleinden en de dikwijls veel grotere klepellose klokken (*chung*) voor rituele muzikaal-religieuze plechtigheden.

Het oudste in koper, dus in metaal uitgevoerde klepelklokje in China dateert uit rond 2000 v.Chr. Het is daarmee tevens het oudste metalen klokje van de wereld. Maar de grote stroom van die klokjes, en dan uitgevoerd in brons, begint toch pas tijdens de Shang-dynastie (c.1520 - c.1030 v.C.). Ze werden gebruikt als dierbel, aan het paardetuig, aan strijdwapens, maar ook werden ze soms aan de kleding gedragen. Hun functie blijkt niet expliciet uit de bronnen, hoewel men op grond van gebruiken elders mag vermoeden dat er naast een puur praktische, toch ook een apotropaeïsche betekenis was. Evenals in andere culturen bleef ook de *ling* met haar uiteenlopende functies tot in onze tijd bestaan. Een voorbeeld is de *windklok* die tot op de dag van vandaag in het Verre Oosten nog volop in gebruik is. Het zijn kleine klokken die aan de hoekpunten van de tempeldaken hangen. Hun klepel eindigt in een windvanger zodat de klok voortdurend in de wind klingelt.

#### ❑ **de klepellose klok voor het klokkenspel**

De klepellose *chung* zou vooral tijdens de Shang- en de Chou-dynastie (c.1030-722 v.C.) een belangrijke rol vervullen. Haar oorsprong moet in het rituele vaatwerk gezocht worden dat, aangeslagen met een hamertje, als een eerste primitieve klok beschouwd kan worden. Aldus ook werd de klok met de rite verbonden, ja zelfs in die zin dat een vat van speciale afmetingen c.q. de standaardklok niet alleen een standaardinhoud van 1200 gierstkorrels moest kunnen bevatten, doch bovendien de standaardtoon genaamd *huang chung* (gele klok) moest geven.

De *chung* werd uit brons gegoten, zij het in een sterk variërende samenstelling. Soms bevatte het brons zelfs meer lood dan tin enz. Maar als een zeer globaal gemiddelde mag toch wel 90% koper en 10% tin beschouwd worden. Met uitzondering van de Europese

klokken sinds het begin van de middeleeuwen is dit het brons waaruit klokken gegoten worden, waar en wanneer ook ter wereld.

De chung uit de tijd van de Shang- en Chou-dynastie heeft een zeer herkenbare vormgeving (figuur 1). De verticale doorsnede is trapeziumvormig, de horizontale bestaat uit twee tegen elkaar geplaatste cirkelsegmenten (dus géén ellips). De verticale onderzijde van de klok is horizontaal dan wel cirkelvormig uitgesneden. Het ophangoog kan steelvormig zijn, zodat de klok schuin hangt, of een rechthoekig oog waardoor de klok recht hangt. In het laatste geval bestaat de ophanging dikwijls uit twee naar elkaar toegewende gestileerde draken.

Aan beide zijden van de klokkewand bevinden zich vrijwel altijd achttien nippels volgens een vaste rangschikking. De betekenis daarvan is onduidelijk. In elk geval spelen akoestische eigenschappen daarin geen rol. Bovendien vindt men op Chinese klokken het monstermasker *thao thieh*. Ook daarvan is de achtergrond onduidelijk.

In reeksen verenigd werd de chung al tijdens de Shang-dynastie voor muzikale doeleinden gebruikt (figuur 2). Het aantal klokken lijkt aanvankelijk willekeurig gekozen. Het kon variëren van enkele klokken tot bijvoorbeeld twintig. Ook de afmetingen liepen zeer sterk uiteen. In uitzonderlijke gevallen bereikten de klokken zelfs een hoogte van 1½ meter. Het bekendste voorbeeld van Chinese klokkenspellen zijn de 65 klokken uit het graf van markies Yi (433 v.C. of kort daarna). Het gaat daarbij om één grote slagklok en negen kleinere klokkenspellen die in toonreeks elkaar deels overlappen.

Dankzij het feit dat de chung, al of niet in reeksen verenigd, vooral in tempels en paleizen werd gebruikt, werd ze bescheiden aangeslagen, dus niet hard en met een houten hamertje. De klank neigt daarom naar die van een gong waarin de grondtoon domineert. Het gevolg is dat de niet-harmonische boventonen enigszins op de achtergrond blijven. Daardoor ook is de klank van een Chinese klok nauwelijks of niet met die van de Westerse klok te vergelijken. De laatste hangt immers hoog in een toren en wordt met een ijzeren klepel of hamer krachtig aangeslagen. Aldus zullen ook de hogere niet-harmonische boventonen in het klankspectrum duidelijk aanwezig zijn. Maar er zijn nog meer verschillen.

In tegenstelling met de westerse beiaardklok waarvan de toonhoogte wordt bepaald door de zogenoemde slagtoon die in het ideale geval één octaaf hoger is dan de grondtoon, wordt de toonhoogte van de Chinese chung door de grondtoon bepaald. Maar als gevolg van haar niet ronde doorsnede zijn er twee grondtonen. Ook alle boventonen zijn gesplitst. De laagste grondtoon wordt gehoord wanneer de klok op het midden van het bolle deel wordt aangeslagen, de hogere wanneer de aanslag halverwege die plaats en de spitse zijkant wordt uitgevoerd. Het interval tussen beide grondtonen is gewoonlijk een kleine tert, met afwijkingen van een halve toon naar beneden en naar boven. Er is geen reden om aan te nemen dat dit interval bewust werd nagestreefd. Nochtans hebben de vroegste Chinese musici van de tweetonigheid van hun klokken nadrukkelijk gebruik gemaakt. Maar dat hun klokken daarom die doorsnede hebben gekregen, is hoogst twijfelachtig. Vermoedelijk is deze klokvorm meer het gevolg van de gebezigde vormtechniek dan dat het een bewuste muzikale keuze was.

De toonzuiverheid van Chinese klokken is gering. Onderlinge afwijkingen tot meer dan een halve toon komen voor, hoewel er ook klokkenspellen zijn die heel redelijk zijn. De Chinese klokkengieters waren overigens bekend met het klokkenstemmen. Door de wand aan de onderzijde van de bel te verdunnen verlaagden zij de grondtoon, door van de onder-rand iets af te vijlen verhoogden zij de toon. In het laatste geval wordt de klokhoogte min-

der, reden waarom in het Westen deze techniek bekend staat als *inkorten*. Op grond van de bewaard gebleven klokken moet echter aangenomen worden dat deze stemtechniek slechts zelden is gebruikt. De ontstemming zou in incidentele gevallen ook verklaard kunnen worden door het feit dat het dikwijls om grafritten ging. Bij deze zou de toonzuiverheid onbelangrijk zijn.

Tijdens de Han-dynastie (202 v.C.-220 n.C.) kreeg de chung een ronde doorsnede. Bovendien hebben de klokken uit hetzelfde spel dikwijls dezelfde afmetingen zodat het verschil in toonhoogte met verschillende wanddiktes werd gerealiseerd. Daarnaast zien wij een geleidelijke tendens naar zestien tonen in een chromatische volgorde op basis f. Het spel kreeg de naam *pien chung*. Die omvang heeft zich tot in de huidige tijd gehandhaafd. Vroeger werden deze klokkenspellen vooral in Confuciaanse tempels gebruikt; tegenwoordig vindt men ze alleen nog maar in een toeristische omgeving dan wel op conservatoria.

### ☒ **de Chinese tijgerklok**

Ten tijde van de Han-dynastie verschijnt die merkwaardige Chinese klok onder de naam *chhun yü* (figuur 3). Als ophangoog fungeert een tijger. De klok is nagenoeg cilindrisch en loopt naar boven toe bolvormig uit. De klassieke ornamentatie ontbreekt, dus zowel de thao thieh als de nippels. In feite doet deze klok dan ook erg on-Chinees aan. Daarom is wel eens het vermoeden uitgesproken dat dit type klok uit de prachtige bronzen regentrommen van de Vietnamese Dong Son-cultuur uit diezelfde tijd is voortgekomen. In elk geval is de chhun yü evenals die trommen erg dun van wand en geeft dan ook een diepe toon. Ze zou onder meer op het maan terras van de Confuciaanse tempels hebben gestaan, te zamen met de grote trom.

### ☒ **archeologische klokken en bellen in Korea en Japan**

Korea is voor wat klokken aangaat duidelijk schatplichtig aan China. Onder andere betekende dit dat ook daar het klokkenspel voorkwam. Minder duidelijk geldt die relatie voor Japan. De oudste klok van Japan, de *dotaku*, heeft enerzijds namelijk duidelijke reminiscenties met de Chinese chung maar anderzijds ook geheel eigen kenmerken (figuur 4). De klok komt voornamelijk voor tijdens de Yayoi-cultuur (c.250 v.C.-c.250 n.C.). Dit type klok kan bijzonder groot zijn, tot bijna 1½ meter hoog. Evenals de Chinese chung heeft ze geen ronde doorsnede, doch eveneens volgens twee tegen elkaar geplaatste cirkelsegmenten. Maar daarmee houdt de overeenkomst wel op. De dotaku bezit namelijk ter weerszijden aan de zijkanten een dunne flens die naar boven toe overgaat in het ophangoog. Op de flank zijn panelen uitgespaard waarin vooral in de latere dotaku's voorstellingen in lijnrelief uit het dagelijkse leven.

De dotaku heeft een opmerkelijk dunne wand. Bovendien zijn vooral de grotere exemplaren uit brons gegoten met weinig tin, dus een zacht, weinig klankrijk materiaal. Met dit alles heeft de dotaku, althans in vergelijking met de toenmalige Chinese klok, een weinig nadrukkelijke klank, reden waarom wel eens gedacht is dat dit type klok meer een rituele dan een klinkende functie had. In elk geval is niets bekend van enig gebruik in de muziek. Eerder is een bezwerende relatie te leggen, en wel op grond van het feit dat de dotaku niet als grafrit, doch individueel of te samen met andere op geheiligde plaatsen als berghellingen werden begraven. Was het om de vruchtbaarheid van het land te bevorderen?

Met de komst van het boeddhisme in de hier besproken landen China, Korea en Japan

werd ook de grote tempelbel geïntroduceerd. En het gaat dan om grote cilindrische klokken met ronde doorsnede die als een individuele klok in het klokhuis op het tempelterrein hangt. Onder het hoofd buiten-Europese klokken zullen wij daar nader over spreken.

## ☒ **ZUIDOOST AZIË**

### ☒ **Ban Chiang**

In het Noordoosten van Thailand is nog niet zo lang geleden in de omgeving van Ban Chiang een opmerkelijke bronscultuur gevonden. De talrijke altijd kleine bellen dateren rond het begin van onze jaartelling. Deze bellen hebben gewoonlijk een ellipsvormige doorsnede en bezitten, indien er al een ornament op voorkomt, eenvoudige lijnversieringen. Hun functie kan wellicht afgeleid worden uit het feit dat het hier om grafgiften gaat. Mogelijk ontmoeten wij hier het wereldwijde gebruik om de dode met belgerinkel naar het dodenrijk te begeleiden. Want de demonen moesten op afstand worden gehouden.

### ☒ **Khmer**

Veel jonger is de cultuur van de Khmer die hoofdzakelijk in Cambodja en Thailand gedurende de negende-veertiende eeuw floreerde. Het prachtige 12de-eeuwse tempelcomplex Angkor Vat in Cambodja is het meest imposante hoogtepunt van die beschaving.

De Khmers hebben ten behoeve van hun religieuze plechtigheden talloze priesterbellen gegoten. In die bellen vindt men de rijke symboliek terug van het hindoeïsme en later ook het boeddhisme. Een voorbeeld is een Shiva-figuur in het handvat (figuur 5). Maar ook werden minder complexe rituele voorwerpen, zoals de trisula bijvoorbeeld, uitgebeeld.

De priesterbel heeft in het gehele gebied van het hindoeïsme en boeddhisme een belangrijke functie. Deze komt in het latere en hedendaagse Tibet tot een hoogtepunt. Aldaar zullen wij wat nader op de priesterbel ingaan. Maar hier zij al vast opgemerkt dat in geheel Azië de priesterbel (*ghanta*) tot op de dag van vandaag een bescheiden muzikale functie bezit, namelijk om de gebeden te markeren die door de priester gereciteerd worden.

Natuurlijk hadden de Khmers ook dierbellen. Bekend zijn vooral de olifantsbellen in de vorm van relatief grote rinkelbellen. Opvallend is de grote zorg die aan de vormgeving werd besteed.

### ☒ **Indo-Javaanse cultuur**

Kan het grote tempelcomplex te Angkor Vat als een hoogtepunt van de cultuur der Khmer beschouwd worden, op Java is dat ongetwijfeld de 9de-eeuwse Borobudur. Bovendien ziet men in de reliëfs op dit gebouw niet alleen de priesterbel uitgebeeld, maar ook de tempelbel. De laatste hangt aan een bronzen ketting in de tempel en werd met een losse hamer aangeslagen (figuur 6). Haar afmetingen blijven altijd bescheiden, tot 50 cm hoog. Nog veel kleiner zijn de dierbellen die, hoewel fraai van vormgeving, volledig in het niet zinken bij de religieus gebruikte klok.

De Indo-Javaanse tempel- en priesterbellen bestrijken een periode van de achtste tot de zestiende eeuw, tot de tijd derhalve dat de Islam op Java de dominante godsdienst zou worden en daarmee klok en bel uit het religieuze leven zou verdrijven. Alleen op het hindoeïstisch gebleven Balie zou de klok haar oorspronkelijke taak behouden.

Nog meer dan bij de Khmer zou de Indo-Javaanse bel met talrijke symbolen uit het hindoeïsme en boeddhisme versierd worden. Met name gebeurde dat in het handvat van de

priesterbel dan wel het ophangoog van de tempelbel. Te noemen zijn de *nandi* of stier als attribuut van Shiva en als vruchtbaarheidssymbool, de *vajra* of donderkeil als symbool van de onvergankelijke werkelijkheid, de *tjakra* of het zonnerad als het universele zonnelymbol enz. Het is slechts een greep uit een ongemeen grote verscheidenheid.

Het kloklichaam zelf is gemodelleerd als was het een *stupa*, dus als een bewaarplaats van de relikwieën. Doorgaans is dit deel onversierd, hoewel er een enkele maal een afbeelding werd opgegoten, ja zelfs een jaartal. Te zamen met de versierde handvatten is op grond van stijlovereenkomsten een duidelijke relatie met Zuidoost Azië aan te wijzen en dan met name natuurlijk met de cultuur van de Khmer. Wel moet opgemerkt worden dat de Indo-Javaanse bronscultuur een veel grotere verscheidenheid bezit.

## ☒ **India en omliggende landen**

In het grensgebied van het huidige Pakistan en Afghanistan bestond in de periode van c.100-300 n.C. de Gandara-cultuur. Hier vinden wij al vroeg als het ware een synthese tussen de cultuur van het oostelijker gelegen Azië en de westelijke Grieks-Romeinse cultuur. In de vormgeving van de opgegraven klokken is dat ook duidelijk te zien. Over de functie van die bellen is echter niets bekend. Overigens, al veel vroeger waren in dit grensgebied klokjes gemaakt die eerder een westerse dan een oosterse vormgeving bezitten.

## ☒ **HET NABIJE OOSTEN, GRIEKENLAND EN HET ROMEINSE RIJK**

In tegenstelling met het oude China zijn de literaire bronnen over klokjes in de antieke culturen rondom de Middellandse Zee betrekkelijk gering. Bovendien worden ze gewoonlijk slechts zijdelings genoemd. Daarenboven laat het gebezigde woord niet altijd toe om een duidelijke beeld te vormen over de aard van bijvoorbeeld het *aes thermorum*, het brons van de baden. Was het een bel of rinkelbel, of wellicht een gong? Naast schriftelijke verwijzingen naar de bel zijn er ook enkele reliëfs en afbeeldingen bekend waarop het klokje te zien is.

Die bescheiden rol van het klokje in de westerse oudheid wordt ook door opgravingen bevestigd. Weliswaar zijn ze in grote aantallen gevonden, maar anderzijds zijn ze slechts gering van afmetingen. Voor het overgrote deel van de gevallen blijven ze onder de tien centimeter. En het gaat dan zowel om klepelklokjes als rinkelbellen. Klepelloze klokken die met een hamertje aangetikt dienen te worden zijn niet gevonden. Dit alles neemt natuurlijk niet weg dat de functie van de klok, namelijk bezwerend, ritueel en functioneel, ook hier gesignaleerd kan worden. Van een muzikale betekenis daarentegen is nauwelijks sprake.

Op grond van archeologische onderzoeken kan aangenomen worden dat het bronzen belletje op zijn vroegst in de twaalfde eeuw v.C. in het gebied van Transkaukasië-Loeristan-Noord-Iran voorkomt. Het heeft stellig iets te maken met de Indo-Europese migraties. Vermoedelijk was dat oudste klokje een paardebelle dat met zijn gerinkel het dier bescherming moest bieden. Een van de redenen voor die ondergrens schuilt in het feit dat het steeds om belletjes gaat met een ijzeren klepel. De oudste klokjes behoren dan ook stellig tot de ijzertijd die in het hier besproken gebied inderdaad in de twaalfde eeuw v.C. een aanvang neemt. Maar de grote stroom bellen is enkele eeuwen jonger. Zo dateren de oudste Egyptische belletjes vermoedelijk uit de negende eeuw v.C., de Assyrische zijn nog iets jonger, terwijl het klokje van de Romeinen vanzelfsprekend de hekkensluit is.

Het model van deze klokjes kan sterk variëren, van kegelvormig, via hemisferisch tot ci-

lindrisch en tulpvormig. Sommige belletje zijn ook wel in ajour uitgewerkt. Aan deze kenmerken is dikwijls ook hun herkomst af te leiden. Vele Romeinse klokjes bijvoorbeeld zijn duidelijk tulpvormig, een kenmerk dat bij andere culturen niet voorkomt.

Een bijzondere plaats onder de klokjes uit de westerse oudheid neemt de rinkelbel in die in oorsprong als een granaatappel gemodelleerd is, compleet met de vruchtbladeren. Betekende dit dat men aanvankelijk deze gedroogde vruchten als belletjes gebruikte om die later in brons na te bootsen? Of moeten wij denken aan de magische betekenis die aan de granaatappel werd toegekend, reden waarom het echte klokje dat model diende te bezitten? Het antwoord moeten wij schuldig blijven.

Het absolute hoogtepunt en volstrekt eenmalig voor de westerse Oudheid is het met afbeeldingen uitgevoerde Assyrische belletje van 9½ cm hoog dat met de zevende eeuw v.C. gedateerd kan worden (figuur 7). Op dit belletje ziet men de plaatselijke goden Ea, Nergal en Nunurti afgebeeld. Het lijkt daarom niet waarschijnlijk dat het hier om een tempelbel gaat. Een soortgelijke bestemming zou kunnen gelden voor de relatief veel voorkomende kleine Egyptische belletjes met de goden Bes, Anubis met de kop van een jakhals, de valkengod Horus, de Appisstier enz. Ook elders kwamen wel eens afbeeldingen voor, zoals bij de klokjes uit Amlash nabij de Kaspische Zee, belletjes die uit het begin van onze jaartelling dateren. Hun ophangoogjes zijn namelijk als paardekopjes uitgevoerd. Kennelijk gaat het hier om paardebellen.

Een soortgelijke beperking geldt voor inscripties. Weliswaar zijn er meerdere belletje met teksten in de oudheid aan te wijzen, doch hun aantal blijft gering. Zo is bijvoorbeeld een belletje gevonden met een bede aan de Griekse godin Artemis, belletjes die laten weten gegoten te zijn tegen het boze oog enz. Ook in de bijbel wordt een klokje met inscriptie genoemd (Zacharia 14,20). Het gaat dan uitdrukkelijk om paardebellen.

Over het gebruik vinden wij in de literatuur een aantal zijdelingse verwijzingen, zoals in de bijbel wanneer Aäron belletjes aan zijn priesterkleren heeft hangen om God te laten weten dat hij het Heilige der Heiligen binnentreedt (Exodus 28,33-35;39,24-26). Al eerder noemden wij de bezwerende taak. Die komt in wezen ook nog eens tot uitdrukking in de talloze Romeinse paardebellen die overal in hun toenmalige rijk zijn opgegraven en bovendien in grote aantallen. Geen klok uit de oudheid is sterker vertegenwoordigd dan juist deze.

In dezelfde bezwerende sfeer moeten de klokjes gezien worden die aan het uit c.510 v.C. daterende mausoleum van de Etruskische koning Lars Porsenna hingen. Iets dergelijks geldt voor het Griekse orakel van Dodona waar onder meer de orakels uit het geluid van klokachtige instrumenten werden afgeleid. En Salomo zou aan het dak van zijn tempel klokjes hebben gehangen. Als windbellen? Of om de vogels weg te houden, zoals een klassiek auteur meende? In elk geval kon de bel ook puur functioneel zijn, zoals voor het openen van de thermen, vismarkt enz., ja zelfs als een eenvoudige deurbel. Muzikaal ten slotte speelde de bel eigenlijk alleen maar een rol bij de dans, zoals bijvoorbeeld de sporadische afbeeldingen van Bacchanten met bellen dat kunnen aantonen.

Vanzelfsprekend kwamen in de Oudheid buiten het hier besproken gebied rondom de Middellandse Zee eveneens klokjes voor, zoals bij de Scythen en de Kelten bijvoorbeeld. die ruim gebruik hebben gemaakt van klokken en bellen, op standaards, aan lijkwagens enz.

## ☒ **PRE-COLUMBIAANSE CULTUREN**

In de pre-Columbiaanse culturen heeft de bel slechts een ondergeschikte rol gespeeld. Bijzonder weinig zijn er bewaard gebleven en dan meestal in de vorm van rinkelbellen. Aan de hand van bewaard gebleven beelden die dikwijls met bellen werden uitgebeeld, mag men vermoeden dat grotere bellen wel degelijk bestaan hebben. Omdat ze thans alle verdwenen zijn, lijkt het waarschijnlijk dat ze uit vruchtschalen waren gemaakt.

Deze beelden nemen ook in de klokkencultuur een bijzondere plaats in. In de omgeving van Veracruz (Mexico) bijvoorbeeld zijn uit de tijd van de vierde-achtste eeuw n.Chr. talrijke aardewerk figuren van kinderen opgegraven waarvan meerdere een bel om de arm dragen. Het zijn triest lachende kinderen, reden waarom die beeldjes de naam *sonriente* kregen (figuur 8). Mogelijk werden ze als plaatsvervangend offer gebruikt. Of daar is het beeld van de Azteekse godin Cihuacoatl met twee bellen aan haar middel.

De opgegraven bellen, waarvan de oudste uit ongeveer 500 v.C. dateren, zijn van uiteenlopende materialen gemaakt. Van hard aardewerk in Mexico tot goud in Columbia. Gezien de bewaard gebleven beelden met bellen mag men een bezwerende of rituele functie vermoeden. Maar stellig geen muzikale.

Veel van die kleine belletjes zijn figuratief uitgewerkt, zoals de gouden belletjes uit Mexico, Venezuela en Columbia, daterend uit een tijd sinds omstreeks c.500 n.C. Soms is het belletje zelf als een gezichtje gemodelleerd, soms alleen maar het ophangoog. Ook zijn daar de zogenoemde gezichtsbelletjes uit Peru van de Vicús-cultuur. Van enkele weten wij dat zij aan de kleren van de dode waren bevestigd.

## ☒ **HEDENDAAGSE BUITEN-EUROPESE KLOKKEN**

### ☒ **AFRIKA**

Zwart-Afrika is bij uitstek het werelddeel waar de meest uiteenlopende klokvormen in de meest uiteenlopende materialen worden gevonden (figuur 9). Onbetwistbaar middelpunt daarin vormen Nigeria en omgeving. In het bijzonder geldt dit voor de bronzen en messing bellen in een dikwijls rijk versierde uitvoering. In het verleden waren die vooral te vinden bij het volk der Benin, terwijl tegenwoordig de Yoruba daarin uitblinken.

De Afrikaanse klokkencultuur kent uitsluitend kleine klokken. Afmetingen van vijftig cm zijn al extreem. De talrijke rinkelbellen zijn vanzelfsprekend aanzienlijk kleiner. Ondanks de grote verscheidenheid in vorm is er niettemin een aantal kenmerkende bijzonderheden te onderkennen, zoals de slanke smeedijzeren bel, de Nigeriaanse bel met haar vierkante doorsnede enz. Op de gegoten bellen komen dikwijls versieringen en soms ook afbeeldingen voor. Op de oudere bellen uit het vroegere koninkrijk Benin (zestiende-negentiende eeuw) en de daaruit voortgekomen bellen van de Yoruba bijvoorbeeld ziet men veelvuldig de afbeelding van een mensegezicht. Soms zijn bellen zelfs als een portretbuste uitgewerkt. Ook wordt de ijzeren bel dikwijls bekroond door een uit hout gesneden figuur. Opvallend is dat tegenover deze rijkdom aan vormgeving inscripties niet voorkomen.

Evenals overal elders in de wereld is het gebruik van de Afrikaanse bel niet alleen te verdelen in bezwerend, ritueel en functioneel, maar ook muzikaal. Weliswaar is die muzikale functie vrijwel altijd ritmisch van aard, doch anderzijds is dat gebruik zó dominant dat het niet over het hoofd gezien kan worden.

Klokken worden gebruikt bij orakels, zoals bij het Ifa-orakel in Nigeria om de goden aan



te roepen. Het desbetreffende klokje heeft altijd een zeer herkenbare vorm. Het is namelijk uit een olifantstand gesneden. Aan een zijde loopt het in een punt uit en aan de andere zijde werd het uitgehold en voorzien van een klepeltje. Maar bellen werden ook gebruikt om kinderen, en soms ook dieren, tegen het boze oog te beschermen. Ook volwassenen zochten wel eens bescherming bij belgerinkel, zoals bijvoorbeeld met lange ijzeren staven waaraan meerdere smeedijzeren belletjes zijn bevestigd.

Natuurlijk worden bellen ook in ceremoniën gebruikt. De bel behoort bijvoorbeeld tot de regalia van de leiders der Yoruba en van het vroegere Benin. Gezichtsklokken werden door de koningen bij bijzondere gelegenheden gedragen. Ze zouden namelijk het gezicht van één van hun voorouders uitbeelden.

Muzikaal tenslotte zijn het de talloze rinkelbellen die op het lichaam gedragen werden of in de handen genomen om de dans ritmisch te ondersteunen. Minder vaak wordt de ijzeren bel, en dikwijls uitgevoerd als een tweetonige dubbelbel, in muziek gebruikt. Ze dient dan als een uiterst eenvoudige melodisch-ritmische ondersteuning van de overige instrumenten in het orkest.

## ☐ HINDOEÏSTISCHE EN BOEDDHISTISCHE CULTUREN

In de hindoeïstische, boeddhistische en aanverwante culturen is de klok in allerlei vormen en groottes volop in gebruik. Het gaat daarbij veelal om relatief smalle, cilindrisch gevormde klokken met een ophangoog waarin mythologische voorstellingen verwerkt kunnen zijn. Ook inscripties komen veelvuldig voor. De hoogte kan zelfs tot twee meter reiken. Deze zogenoemde boeddhistische klok vindt men van Japan tot in India waarbij in het eerst genoemde land vooral de hiervoor beschreven klok gebruikelijk is, terwijl in India ook allerlei Europese klokvormen gevonden worden. Onder die klokken worden soms zeer oude en zeer zware gevonden. In Korea bijvoorbeeld bevindt zich een klok die 2,80 meter hoog is, een diameter heeft van 2,27 meter en maar liefst 72 ton zou wegen. Ook China en Japan kennen zeer zware klokken die al tijdens de Europese middeleeuwen gegoten zijn. Deze landen zouden dan ook vele eeuwen mogen blijven bogen de zwaarste klokken ter wereld te bezitten!

De echte boeddhistische klok hangt altijd alleen in een houten torenachtig gebouw op het tempelcomplex. Ze wordt met een houten hamer aan de buitenzijde aangeslagen. Bij grotere klokken is dat een horizontaal hangende boomstam die tegen de klok gedreven wordt (figuur 10).

In de hindoeïstische culturen daarentegen is het gebruik van de enkele klok heel wat minder dominant. Aldaar namelijk worden soms vele te zamen tot klinken gebracht. Daarmee ook komt het muzikale element naar voren, zoals in Vanassi waar op indrukwekkende wijze gebeierd wordt. En dat betekent dan het uitvoeren van ritmische patronen op een reeks stilhangende klokken. Het is een muzikale expressie die sinds het begin van de middeleeuwen ook in Europa bestaat en nog altijd in christelijk orthodoxe kerken van Oost-Europa beoefend wordt.

Een ander type klok dat zowel in het hindoeïsme en boeddhisme alsmede verwant religies gebruikt wordt, is de priesterbel. Men vindt die bel zowel in Japan als in India, hoewel de representatie van dit soort bel in Tibet het meest tot de verbeelding spreekt. Als het vrouwelijke element wordt deze bel met de donderkeil als het mannelijke principe verbonden. De klank van een klok zal vergaan, maar de donderkeil is hard als diamant en zal altijd blijven. Aldus luidt de symboliek.

Natuurlijk vindt men in dit grote Aziatische gebied ook andere typen bellen, zoals de windklok aan het dak van de pagodes, talrijke dierbellen, zoals belletjes op de hoorn van de heilige koe enz.

## ☒ **DE ISLAM EN KLOKKEN**

In het Islamitische cultuurgebied zijn klokken opvallend afwezig. Uitsluitend kleinere klokjes, zoals dierbellen, komen voor. De veronderstelling is wel eens gedaan dat de Islam ten tijde van haar ontstaan de klok niet heeft overgenomen omdat het een christelijk attribuut zou zijn. Bekend is bijvoorbeeld de uitspraak van een Turks schrijver waarin deze het één van de grootste voordelen van de herovering van Jeruzalem in 1187 achtte dat die *afschuwelijke christelijke klokken* het zwijgen kon worden opgelegd. Een variant daarop zag men in Rusland tijdens het communisme, toen na de revolutie in 1917 kerkklokken massaal als oud brons werden opgeëist.

## ☒ **AMERIKA EN AUSTRALIË**

Sinds de Europese cultuur in deze werelddelen de dominante cultuur werd, zijn de klokken aldaar op een onmiskenbare Europese leest geschoeid. Slechts kleine bellen, zoals de dierbellen, hebben soms hun plaatselijke kenmerken behouden.

## ☒ **VROEG-CHRISTELIJKE KLOKKEN**

### ☒ **DE LATE OUDHEID EN DE VROEGE MIDDELEEUWEN**

Aanvankelijk bestond er van de zijde van de christelijke kerk nog al wat weerstand tegen het gebruik van het klokje. Omstreeks 180 n.Chr. bijvoorbeeld wees Clemens Alexandrinus op de zijns inziens ongeoorloofde gewoonte dat christelijke vrouwen op de klank van bellen dansten. En enkele eeuwen later verbood Joannes Chrysostomus het gebruik van klokken als afwerende amuletten.

In beide gevallen zal niet het klokje, doch veeleer het niet-christelijke gebruik het verbod hebben ingegeven. Want in die eerste eeuw werd het klokje door bijvoorbeeld monniken wel degelijk gebruikt, maar dan uitsluitend in een christelijke context. Zo diende de bel al vroeg voor het aankondigen van de canonicke uren.

Aanvankelijk was van een luidklok nog geen sprake, dus van een klok die al schommelend aan een balk tot klinken wordt gebracht. Kennelijk beperkte zich het gebruik tot de handbel en de kleine stilhangende klok. De overgang naar luidklok zal zich waarschijnlijk in de zesde eeuw in Frankrijk hebben voltrokken. Toen ook kon het gewicht geleidelijk aan groter worden. Sindsdien zou dat gewicht gestaag stijgen en de klok naar de toren verhuizen. Op het einde der middeleeuwen zou daarin een eerste hoogtepunt bereikt worden.

## ☒ **IERLAND**

Onder de handbellen uit de vroegste periode van het christendom nemen die van de Keltische monniken uit Ierland, maar ook Bretagne, een dominante plaats in. De bel vergezelde de monnik op zijn vele missiereizen, een gebruik dat ook door de Angelsaksische missionarissen werd overgenomen. Bonifatius bijvoorbeeld die in onze omgeving werkte, vroeg omstreeks 750 aan zijn abt in Engeland een handbel te sturen. Want het zou hem troost

schenken in vreemde landen, zo schreef hij.

Vooraf in Ierland zijn talrijke handbellen bewaard gebleven. Omdat ze ooit aan heilige monniken hebben behoord, genoten zij bijzondere verering. Ook werden aan die bellen magische krachten toegekend. Zo is er bijvoorbeeld een *clog-na-fulla*, de klok van het bloed, omdat volgens overlevering die klok in vetes genoegdoening kon schenken. Maar ook waren er handbellen die zieken zouden genezen en weer andere die onheil konden voorkomen. Overigens is de invloed van de Keltische handbellen op de ontwikkeling van de Europese klokgietkunst onbelangrijk geweest.

## ☒ **DE MIDDELEEUWSE KLOK**

### ☒ **de middeleeuwse cimbale**

Het gebruik van kleine bellen voor de muziek kan in Europa vanaf de tiende eeuw gesignaleerd worden. In de middeleeuwen zijn er talrijke traktaten over geschreven, terwijl afbeeldingen zowel in middeleeuwse miniaturen als in de timpanen van kathedralen voorkomen. En het gaat dan om een serie kleine klokjes die met een hamertje werden aangeslagen. Ze werden onder andere gebruikt bij het zangonderwijs. Ten onrechte noemde de middeleeuwer die klokjes cimbale. De klokjes zelf zijn op slechts enkele na verdwenen. Bewaard bleef een reeks van elf klokjes die op omstreeks 1200 gedateerd kunnen worden (figuur 11). Ze werden in 1906 te Bethlehem opgegraven en worden sindsdien bewaard in het Museum Flagellation te Jeruzalem. Maar ze zijn stellig van Europese oorsprong. De klokjes variëren in hoogte van 26 tot 40 cm en zijn blijkens de opgegoten tonen voor muzikaal gebruik bestemd geweest.

De traktaten geven overigens meer informatie. Doorgaans ging het om een diatonische reeks met de toevoeging van de bes. Er bestonden verschillende ontwerp-technieken, waarbij de toonverhoudingen aan de klokgewichten werden gerelateerd, dus niet aan de afmetingen. Of anders gesteld, men berekende het klokgewicht om een bepaalde toon te kunnen realiseren. Daarbij waren verschillende systemen in gebruik, maar ze waren ontoereikend om zuiver gestemde klokjes te realiseren. De klokken uit Bethlehem bevestigen dit. Waarschijnlijk heeft de middeleeuwer dit ook wel eens opgemerkt. In enkele traktaten wordt namelijk aangeraden om onzuivere bellen te stemmen door wat brons aan de binnenkant weg te hakken, dus de wanddikte verminderen waardoor de toon zal dalen. Het eerste primitieve begin van het klokkenstemmen in Europa werd toen gemaakt.

Over het model van die klokjes wordt vrijwel gezwegen. Het lijkt dat daar minder belangstelling voor bestond. Het wordt ook bevestigd in de wijze waarop die klokjes in de miniaturen getekend worden. Men ziet alle vormen tussen een hemisferische bel en de meer gebruikelijke klokvorm.

### ☒ **de middeleeuwse luidklok**

Dankzij veranderende sociale omstandigheden, zoals de opkomst der steden, zou de klok in de tweede helft van de middeleeuwen niet alleen veel belangstelling genieten, doch bovendien tot een onmiskenbaar hoogtepunt gebracht worden. Min of meer aan het begin van die periode staat een technische verhandeling over het klokkengieten die de monnik Theophilus omstreeks 1125 te Keulen schreef, terwijl het einde van die tijd gemarkeerd wordt door de belangrijkste Westeuropese luidklokkengieter aller tijden, de Nederlander Geert van Wou (c.1450-1527).

In deze periode ontwikkelt zich het klokprofiel tot wat het heden ten dage althans in visueel opzicht nog altijd is. Bezigde men in de tiende en elfde eeuw nog het zogenoemde *bijenkorfprofiel*, in de daarop volgende eeuw zou vooral het smalle, hoge *suikerbrood- of punthoedmodel* furore maken. Het voorlopig eindpunt werd bereikt in de eerste helft van de veertiende eeuw toen de gieters, halverwege beide uitersten, een model ontwikkelden dat sindsdien aan de basis staat van vrijwel alle andere klokprofielen (figuur 12). In zijn meest ideale vorm wordt de klank van dit type klok door octaaf-intervallen tussen de grondtoon en de belangrijkste boventonen gekenmerkt. Vandaar dat wij spreken over de *octaafklok*. In paragraaf 5.1.2 komen wij daar nader op terug.

De ontwikkeling van de octaafklok was mede mogelijk geworden door de introductie van de *sjablone* in de eerste helft van de veertiende eeuw. Voordien werd de klokkevorm al ronddraaiend uit de vrije hand gemodelleerd. Dankzij de sjablone werd het ook mogelijk om een klokmodel te reproduceren zodat een eenmaal goed bevonden klok naar believen gekopieerd kon worden. Trouwens, in diezelfde tijd zouden ook andere veranderingen in de klokkengieterij worden ingevoerd. Te noemen is onder andere het gebruik van lettermatrijzen waarin de belettering voor het opschrift werd gemaakt.

### ☒ **de betekenis van de klok in de middeleeuwse samenleving**

Onder de stedelijke klokken nam de *banklok* een gewichtige plaats in. Ze luidde wanneer een misdadiger zijn laatste gang maakte, of wanneer een stedelijke verordening werd afgekondigd. Het was de officiële onderstreping, want zonder het luiden van de klok was een nieuwe wet ongeldig. Naast deze officiële klok kende de middeleeuwse stad natuurlijk talloze andere, zoals de poortklok die werd geluid wanneer 's avonds de stadspoorten werden gesloten, de brandklok bij brandgevaar, de werkklok om de werktijden bekend te maken, de tiendklok wanneer de tienden geëind zouden worden enz. enz. Soms werd met één en dezelfde klok verschillende tekens gemaakt. Zo bestond er in sommige steden de klok die luidde wanneer er brand was en aan één kant met de klepel handmatig werd aangeslagen als een vijand de stadspoorten naderde. Kortom, de klok was in de middeleeuwse stad een hoorbaar teken van groot gewicht. Ook in kerkelijke ceremoniën en rituelen was de klok niet weg te denken. Dat gebruik was al eeuwen ouder, hoewel het in de middeleeuwen meer en meer geprofileerd werd. Toen ook werd de liturgische betekenis van de klok met beeldspraak ondersteund.

Al in de negende eeuw was het Amalarius, bisschop van Metz, die de klepel als de stem van de prediker van het nieuwe testament beschouwde, op dezelfde wijze als de trompet die rol vervulde in het oude testament. Die visie werd tegen het einde van de dertiende eeuw nog verder uitgewerkt door de liturgist William Durandus. Ook hij vergeleek de klok met de prediker Gods, wiens tong als de klepel van de klok was, terwijl de hardheid van het klokkenbrons de vastberadenheid van de prediker symboliseerde.

Die religieuze taak kon de klok pas toegekend worden nadat ze gekerstend was. Daarom moest een klok gewijd worden. Reeds in de achtste eeuw geschiedde dit in Spanje. En enkele eeuwen later zou het tot de normale procedure behoren. De klokkewijding bestaat in feite uit twee delen. Enerzijds het met gebed en gebaar verdrijven van de demon uit de pas gegoten klok en anderzijds het wijden van de klok voor de eredienst.

Dat de klok daarmee geacht werd bijzondere krachten te krijgen, althans in de visie van de gewone gelovige, moge blijken uit het zogenoemde weerluiden dat tot in onze tijd is blijven bestaan. Tijdens hagel en bliksem werd er met de gewijde klok geluid omdat daarmee

de demonen van dit onheil op de vlucht zouden gaan. Het moge duidelijk zijn dat deze en al die andere aspecten soms expliciet in de klokopschriften tot uitdrukking werden gebracht.

Het lijkt erop dat op het einde van de middeleeuwen de Europese klokgietkunst haar eerste hoogtepunt bereikte. Centraal daarin stond de luidklok die al soms zeer zwaar kon zijn. Voorbeelden zijn 1258: Freiburg i.Br. 10 ton, 1497: Erfurt 14 ton (figuur 13), 1501: Rouen 16 ton. Maar de zwaarste klokken zouden in latere eeuwen volgen waarbij het absolute hoogtepunt in 1733 werd bereikt met een 210 ton wegende klok die thans gebroken in het Kremlin van Moskou staat.

Op het einde van de middeleeuwen was ruim voldoende basiskennis aanwezig om in de daarop volgende eeuwen de Europese klokkencultuur een veelvormig gezicht te geven. Deze uitwaaiering naar talrijke verschijningsvormen had te maken met het besef dat de klokkeklank niet alleen een grondtoon maar ook boventonen heeft en dat het profiel belangrijk is voor toonhoogte en zuiverheid, maar ook met de ontdekking dat met behulp van allerlei technieken klokken op verschillende wijze kunnen klinken.

### ☒ **toenemende differentiatie in het klokgebruik**

Na de middeleeuwen zouden verschillende landen hun eigen weg kiezen. In de Nederlanden kreeg de beiaard in de zestiende eeuw zijn definitieve vorm. Nadien zouden weliswaar nog verbeteringen worden aangebracht, en soms zeer belangrijke, doch het basisprincipe van de beiaard bleef sindsdien hetzelfde. In Engeland kwam op het einde van de zestiende eeuw het wisselluiden in zwang, terwijl in Rusland de luidklok verdween en vanaf toen nog uitsluitend gebeierd werd. Anderzijds zou de essentie van de middeleeuwse luidklokkentraditie vooral in de Duits sprekende landen behouden blijven. De zuidelijke Europese landen daarentegen leken wat minder sturend met hun luidklokken om te gaan dan hun noordelijke burens. Het middeleeuwse suikerbroodmodel is daar nog altijd oververtegenwoordigd hoewel de muzikale smaak, althans in het noorden, de klank van die klokken veroorzaakt. Deze specificaties zullen één voor één aan de orde komen.

## ☒ **EUROPESE KLOKKEN SINDS DE MIDDELEEUWEN**

### ☒ **DE VERVAARDIGING VAN KLOKKEN**

#### ☒ **het vormen en gieten van een klok**

Nadat in de veertiende eeuw de *sjablone* of vormplank in de Westeuropese klokkengieterij was ingevoerd, zou dit hulpmiddel geleidelijk aan alle landen bereiken. Al eeuwen lang behoort de *sjablone* dan ook tot de standaarduitrusting van een klokkengieterij. Bij het vormen van de klok heeft men voor het maken van de gietvorm twee sjablonen nodig: één voor het modelleren van de *kern* en één voor de *mantel* (figuur 14). De kern is het negatief of de contramal van de binnenkant van de te gieten klok; de mantel het negatief van de buitenkant van de klok. Wanneer beide over elkaar worden geplaatst, ontstaat een lege ruimte volgens de vorm van de klok die gegoten moet worden. Het vloeibare brons wordt daarin via speciaal daarvoor uitgespaarde gietkanalen gegoten. Enkele andere kanalen dienen ervoor om de vrijkomende gassen tijdens het gieten te laten ontsnappen.

Voor het maken van de kern en mantel met behulp van een *sjablone* bestaan drie van elkaar verschillende manieren. De oudste is de werkwijze aan een horizontale spil, een me-

thodiek die in de middeleeuwen nog voor zeer zware klokken werd toegepast, doch heden ten dage nog slechts zelden, en dan nog uitsluitend voor kleine klokjes.

Over de *horizontaal draaiende spil* wordt met behulp van de sjablone allereerst de kern gemodelleerd. Het daarvoor gebruikte materiaal bestaat uit leem, vermagerd met niet alleen strohaksel en soortgelijke materialen maar ook met paardemest. Aldus wordt voorkomen dat de leem tijdens het drogen zal scheuren.

Over de kern wordt de zogenoemde *valse klok* met de sjablone voor de buitenkant gemaakt. Doorgaans bestaat ook de valse klok uit leem hoewel in dit geval andere materialen eveneens geschikt zouden zijn. De lemen klok wordt vervolgens met een dun filmpje van was bedekt. Daarop worden eveneens uit was de versieringen en opschriften aangebracht. Deze worden vooraf in houten matrijzen in was afgegoten. Ook wordt de valse klok van een wassen kroon voorzien. Kortom, de valse klok lijkt precies op de te gieten klok, doch bestaat uit leem bedekt met een laagje was en voorzien van opschriften en versieringen in was.

Nadat de valse klok voltooid is, wordt deze met een zeer fijne leempap bedekt. Daar overheen komen meerdere leemlagen die ook grover van structuur zijn. Tenslotte is de valse klok dus geheel omgeven door een mantel van leem.

Nadat de leem gedroogd is, worden kern-valse klokmantel van de spil afgeschoven en wordt de mantel van de kern gescheiden. Daarbij gaat de valse klok verloren. Deze is echter niet meer nodig, omdat niet alleen het klokmodel maar ook versieringen en opschriften zich daar inmiddels in negatief hebben afgedrukt.

Nadat kern en mantel zorgvuldig zijn bijgewerkt enz. wordt de mantel weer over de kern geplaatst. Waar zich eerst de valse klok bevond, is thans een lege ruimte, de ruimte derhalve waarin het klokkenbrons gegoten zal worden. Vooraf zijn de vormdelen zorgvuldig gedroogd teneinde al het vrije water te verdrijven. Natte vormen zouden namelijk tijdens het gieten een overmaat aan waterdamp produceren en daardoor zelfs kunnen exploderen.

Omdat tijdens het gieten het vloeibare brons grote krachten op de mantel uitoefent, dient deze versterkt te worden. Daarom werd de gietvorm, zodra die helemaal klaar was, in de grond gegraven zodat zijdelingse krachten op de mantel adequaat worden opgevangen.

In de Europese en daarmee verwante klokkenculturen bestaat het klokkenbrons sinds het begin van de middeleeuwen in hoofdzaak uit 17-25% tin, 1-6% bijmengingen zoals lood, antimoon, zink enz. en de rest koper. Hierbij geldt de regel dat een klok des te mooier klinkt naarmate het tingehalte wordt opgevoerd en de bijmengingen verlaagd worden. Meer dan 25% tin is praktisch niet mogelijk omdat een klok dan te bros zou worden en daarom snel zou scheuren. Heden ten dage wordt echter als standaard beschouwd: 78% koper, 20% tin en 2% verontreinigingen. Een andere samenstelling evenals geheel andere metalen hebben altijd weer tot teleurstellingen geleid. Stalen klokken bijvoorbeeld zijn aanzienlijk minder sonoor dan klokken uit klokkenbrons.

Wanneer het klokkenbrons in een smeltoven een temperatuur van 900° C heeft bereikt, zal het smelten. Het wordt echter vergoten bij circa 1100<sup>0</sup> C. Dan is het voldoende dun vloeibaar om de kleinste details van de gietvorm te kunnen vullen. Het gieten zelf is altijd weer een spannende gebeurtenis, juist ook omdat er van alles mis kan gaan waardoor werkzaamheden van weken weer verloren gaan. Niet voor niets werd, en soms nog altijd, geboden tijdens het gieten. Men vindt dit zowel bij katholieken en boeddhisten als bij de sjintoïsten in Japan. Bij belangrijke gietingen was het in Europa dikwijls gebruikelijk om na een geslaagde klokkegieting het Te Deum te zingen. Ook waren dikwijls de zogenoemde peter

en meter aanwezig. Zij waren meestal de schenkers van de klok en vervulden een belangrijke rol tijdens het wijden van een klok.

Wanneer de horizontale vormspil, althans voor grotere klokken, vervangen werd door een *verticale spil*, is niet meer te achterhalen. Stellig is dat al eeuwen geleden. In dat geval staat de gietvorm stil en wordt de sjablone, bevestigd aan een houder, rondom de spil gedraaid. Vanzelfsprekend is het effect hetzelfde. Het is een werkwijze die heden ten dage in vrijwel alle klokkengieterijen gebruikelijk is.

Overigens is in meer moderne gieterijen de leem inmiddels vervangen door cementzand terwijl de valse klok met chamottepap wordt ingepenseeld. Ook wordt in die gieterijen de mantel niet langer meer ingegraven doch in een stalen kast opgesloten.

De derde methode beperkt zich heden ten dage tot Engeland en Japan. Men werkt daar *zonder een valse klok*. Dit betekent dat kern en mantel afzonderlijk worden gemaakt. Voor de kern gebeurt dat op de traditionele manier met verticale spil en ronddraaiende mal. De mantel wordt echter rechtstreeks in de stalen kast gemaakt. De verticale spil wordt daarom in die kast geplaatst, zodat de buitensjablone het negatief dient te zijn van de buitenkant van de klok. Het nadeel van deze methode is dat versieringen en opschriften met matrijzen in de mantel gedrukt moeten worden hetgeen geen scherpe gietvormen oplevert.

## ☐ de toonstructuur van een klok

Welke overwegingen bij de vroegste Europese klokkengieten tot de keuze van een bepaald type klok hebben geleid, is niet bekend. De bewaard gebleven klokken rechtvaardigen echter de veronderstelling dat de mooi klinkende klok identiek werd gezien aan een model waarvan de afmetingen in eenvoudige verhoudingen tot elkaar stonden, bijvoorbeeld hoogte : onderdiameter = 4 : 5.

In de tweede helft van de middeleeuwen, toen de klokkengieterij inmiddels tot volle wasdom was gekomen, scheen de gieter meer aandacht voor de klank zelf te krijgen. Die klank werd toen nog niet geanalyseerd in grondtoon en boventonen, ofschoon men dit fenomeen toen reeds kende, doch als een totaliteit beluisterd. Men legde kennelijk nog geen relatie tussen een mooie klank en het klankspectrum en al helemaal niet tussen dat klankspectrum en het klokprofiel.

Pas in de jaren dertig en veertig van de zeventiende eeuw zou die doorbraak plaatsvinden. Dat geschiedde in Nederland toen de wens naar zuiver klinkende melodieën op het klokkenspel steeds sterker werd. Jonkheer Jacob van Eyck (c.1590-1657) uit Utrecht was de eerste die begreep dat wil, een klok op een ondubbelzinnige toonhoogte kunnen klinken, de boventonen muzikaal geordend moeten zijn. Hij was dan ook de eerste die voor dit doel de klank analyseerde in grondtoon en boventonen en vaststelde welke intervallen deze met elkaar vormen.

In tegenstelling met een snaar of orgelpijp heeft een klok van nature geen harmonische boventonen, tonen waarvan de frequentieverhouding met eenvoudige getallen beschreven kunnen worden. Die harmonische reeks luidt op basis van toon c: c - c<sup>1</sup> - g<sup>1</sup> - c<sup>2</sup> - e<sup>2</sup> - g<sup>2</sup> - bes<sup>2</sup> - c<sup>3</sup> - d<sup>3</sup> enz., waarbij staat voor iets lager dan de aangegeven toon. De frequenties van deze reeks tonen verhouden zich als 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 : 9 enz. Alle tonen van muziekinstrumenten met snaren (viool enz.) en trillende luchtkolommen (orgel enz.) hebben deze reeks.

In samenwerking met de Nederlandse klokkengieten François en Pieter Hemony (c.1609-

1667 resp. 1619-1680) slaagde Van Eyck erin om door een juiste profielkeuze de boventonen weliswaar niet een zuiver harmonische structuur te geven, maar wel het muzikaal zeer aanvaardbare akkoord:  $c - c^1 - es^1 - g^1 - c^2 - \pm e^2 - \pm f^2 - \pm f^2 - g^2 - \pm a^2 - \pm b^2 - c^3$  enz., waarbij zij opgemerkt dat de sterkste boventonen (onderstreept) harmonisch ook de belangrijkste zijn. Deze hebben frequentieverhoudingen van 5 : 10 : 12 : 20 : 30 : 41 en vormen dus een alleszins aanvaardbare serie. Die reeks, en het zij nogmaals uitdrukkelijk herhaald, is alleen maar mogelijk indien het model van de klok aan zeer speciale geometrische kenmerken voldoet. De  $\pm$ -tonen hebben veel ongunstiger verhoudingen maar storen niet of nauwelijks omdat ze slechts zwak zijn. Daarom ook wordt er minder aandacht aan hun ligging in het klankspectrum geschonken.

Heden ten dage hebben de grondtoon en zijn boventonen achtereenvolgens de volgende eigennamen: grondtoon, priem, kleine tert, kwint, octaaf, grote deciem, 1ste en 2de undeciem, duodeciem, [twee onbenoemde] en dubbeloctaaf. Omdat in tegenstelling met vele andere kloktypen in deze klok het octaafinterval domineert, spreekt men van de *octaafklok*.

Van Eyck ontdekte ook door welke boventoon de toonhoogte van een klok bepaald wordt. Voor instrumenten met harmonische boventonen is dat altijd de grondtoon, ook al is deze slechts zwak. Oorzaak schuilt in het feit dat de boventonen door hun eenvoudige rekenkundige relatie met de grondtoon die toon versterken. Bij een klok evenals bij alle andere slaginstrumenten is dat niet het geval. Anderzijds biedt dat sterke boventonen de gelegenheid om een eigen 'grondtoon' te vormen. Dat is inderdaad het geval met het octaaf  $c^2$ , duodeciem  $g^2$  en dubbeloctaaf  $c^3$ . Door hun frequentieverhouding van 2 : 3 : 4 bezitten ze een overkoepelende periodiciteit van 1 die samenvalt met toon  $c^1$ . Het gaat hier dus om wat men noemt een periodiciteitston. En daarom ook wordt tijdens de aanslag een klok op een  $c^1$  ervaren. Deze fysiologische toonhoogtegewaarwording noemt men de *slagtoon*. In de praktijk wordt door de klokkengiersers een simpel ezelsbruggetje gehanteerd: de slagtoon ligt één octaaf-interval lager dan de octaaf-boventoon. En dat is ongeacht de ligging van bijvoorbeeld grondtoon en priem. Een klok met de boventonen  $cis - b - es^1 - ges^1 - c^2$  of met  $B - cis^1 - dis^1 - gis^1 - c^2$  heeft daarom eveneens een slagtoon  $c^1$ .

Het ontwerpen van de octaafklok is een exclusieve vaardigheid van de Westeuropese klokkengiersers. Overigens is het allerminst zo dat een eenmaal ontworpen klok ook gemakkelijk volgens die afmetingen en vormen gerealiseerd kan worden. Tijdens het vormen en gieten kunnen allerlei maatafwijkingen optreden waardoor de juiste toonverhoudingen en de juiste slagtoon niet verkregen worden. Om die reden werd door de Hemony's het gebruik ingevoerd om een klok altijd iets dikker te gieten dan strikt noodzakelijk zou zijn. Zouden er dan afwijkingen ontstaan dan kunnen die na het gieten gecorrigeerd worden door enig brons aan de binnenkant van de klok uit te draaien. Dit proces staat bekend als het *klokkenstemmen*.

Het klokkenstemmen is des te noodzakelijker naarmate de klok een hogere graad van toonzuiverheid dient te bezitten. In de praktijk betekent dit dat de facto alleen maar de beiaardgiersers hun klokken consequent stemmen. Zij streven daarbij voor de hoofdtonen een nauwkeurigheid van circa 5 cents na, dus 5/100 van een halve toon. Om te kunnen stemmen dient men de beschikking te hebben over de stemgrafieken. Dit zijn grafieken voor elke te stemmen grondtoon en boventonen waaraan afgelezen kan worden hoe die toon zal veranderen wanneer op een bepaalde plaats een bepaalde hoeveelheid brons wordt uitge-



draaid. Die kennis is vele eeuwen zorgvuldig geheim gehouden en ging mede daardoor zelfs in de negentiende eeuw volledig verloren. Dit zogenoemde *klokkengietersgeheim* werd echter op het einde van diezelfde eeuw door de Engelse kanunnik Arthur Simpson herontdekt. In 1949 werden de stemgrafieken in het proefschrift van E. W. van Heuven gepubliceerd.

## ▣ **de klank van een klok**

Omdat de weg naar een zuivere toonstructuur een moeizame weg is, dreigt het gevaar dat andere aspecten van de klokkeklank over het hoofd worden gezien en met name de onderlinge sterkteverhouding van de grondtoon en de boventonen alsmede de duur van uitklinken. In het algemeen kan daarover het volgende gezegd worden.

De sterkte van de boventonen is van tal van factoren afhankelijk. Het goede klokkenbrons geeft een voortreffelijke resonans maar kan door slechte gietkwaliteit ernstig verstoord kan worden. Poreusheid bijvoorbeeld kan de hogere boventonen afzwakken waardoor de klok elke glans verliest. Ook de duur van naklinken loopt dan storend achteruit. Van een goede klok mag men bijvoorbeeld verwachten dat de grondtoon een uitklinktijd in seconden heeft van 70 maal de diameter in meters. Bij slecht gegoten klokken kan die waarde tot meer dan de helft teruglopen.

Het klokprofiel is van veel geringere invloed. Relatief grote modelwijzigingen hebben nauwelijks effect op de klanksterktes en duur van uitklinken van de boventonen. Slechts voor één parameter dient nadrukkelijk een uitzondering gemaakt te worden, namelijk de wanddikte. Hoe kleiner die is, des sterker de grondtoon en lage boventonen zullen klinken en hoe langer die zullen naklinken.

Is de klok eenmaal gegoten dan is vooral de manier van aanslaan beslissend voor de klank. Daarbij zijn van belang de contacttijd tussen klok en klepel alsmede de vraag of een multiple aanslag plaats vindt. Die contacttijd ligt in de grootteorde van enkele milliseconden. Hoe langer die is hoe meer hogere boventonen worden afgeremd en omgekeerd. Een multiple aanslag in delen van de contacttijd wordt door het muzikale oor als aangenaam ervaren. Eén enkele slag, aangenomen dat dit technisch mogelijk zou zijn, wordt als star ondervonden.

De contacttijd wordt verkleind door een klepel van licht gewicht en uit hard materiaal een hoge snelheid te geven. Niettemin liggen de uitersten binnen een beperkt gebied. Het gewicht van een klepel bijvoorbeeld varieert voor zware en middelzware klokken tussen 3 tot 5% van het klokgewicht. Met de keuze voor een bepaalde klepel wordt een klok en zeker de beiaard geïntoneerd. Bovendien zal de bespeler van een beiaard door sturing van de aanslagnelheid het timbre van de klokken tijdens zijn spel beïnvloeden.

Een laatste aspect dat van belang is voor de klank van een klok is de toren. Er is bijvoorbeeld een aanzienlijk verschil tussen een klok in een open lantaarntoren en in een toren met een grote klokkenkamer die afgedicht is met galmborden. In de laatste zullen een grote reeks van reflecties tegen de wanden ontstaan die aan het klokgeluid een aangenaam galmend effect geven.

## ▣ **verschillende kloktypen**

De octaafklok werd ontwikkeld voor het klokkenspel om herkenbare toonhoogtes te realiseren. Maar in de meeste landen wordt aan de muzikale ordening van de boventonen nauwelijks of geen aandacht geschonken, daargelaten zelfs of sommige klokkengieters met

boventonen bekend zijn. Maar ook in culturen waar men wel degelijk weet dat de klokkeklank uit de grondtoon met zijn boventonen is opgebouwd, werd en wordt niet altijd een grote muzikale precisie nagestreefd. Het argument is terecht, dat een niet-beiaardklok, dus een luidklok, die hoge toonzuiverheid niet nodig heeft, ja eigenlijk niet mag hebben. Ook op grond van de psycho-akoestiek is daar erg veel voor te zeggen. Immers, het klokakoord bestaat uit enkelvoudige tonen en dat is heel wat anders dan wanneer dat akkoord op een piano ten gehore wordt gebracht. Dan spelen ook de talloze boventonen van elke snaar afzonderlijk een rol. Bij een ontstemd octaaf op een piano kan dat buitengewoon storend zijn. Maar een onzuiver octaaf tussen twee enkelvoudige klokkeboventonen is een neutraal gegeven.

Met vorenstaande beschouwing kan verklaard worden waarom zoveel verschillende kloktypen zijn blijven bestaan, ja in vele gevallen zelfs zorgvuldig gekoesterd worden. Daarom ook kent Europa buiten de octaafklok die speciaal voor de beiaard werd ontwikkeld een grote veelsoortigheid aan klokken die door hun onderling verschillende ligging van vooral de laagste boventonen elk een geheel eigen karakter bezitten. Enkele voorbeelden waarbij het octaaf per definitie op  $c^2$  is gesteld kunnen dit verduidelijken. De basisnaam van elk type is het interval tussen grondtoon en slagtoon, terwijl de toevoeging spreekt over de ligging van de priem ten opzichte van de slagtoon.

kleine noonklok met verhoogde priem:  $B - cis^1 - es^1 - gis^1 - c^2$ .

grote septiemklok met verlaagde priem:  $cis - b - es^1 - ges^1 - c^2$ .

octaafklok met dubbel verlaagde priem:  $c - bes - es^1 - f^1 - c^2$ .

Deze voorbeelden mogen overigens niet als een star gegeven gehanteerd worden. Er zijn namelijk talloze tussenvormen mogelijk en vele andere boventooncombinaties, terwijl ook de werkelijke boventonen vrijwel nooit precies met de muziektonen samenvallen. Dergelijke klokken worden zelden uitdrukkelijk nagestreefd, doch behoren veeleer tot de traditie van een bepaald land dan wel een bepaalde klokkengieterij.

Sinds 1985 bezit de klokkenkunst een bijzondere klok: de grote terts-klok. Alle tot nog toe besproken klokken bezitten een duidelijk hoorbare kleine terts-boventoon. Voor een muziekinstrument is dat erg ongewoon, reden waarom al sinds de vorige eeuw naar een klokprofiel werd gezocht waardoor de mineurterts in een majeureterts verandert. In genoemd jaar slaagden de Technische Universiteit van Eindhoven en klokkengieterij Eijsbouts in het nabijgelegen Asten daarin. Die klok heeft derhalve als grondtoon en boventonen:  $c - c^1 - e^1 - g^1 - c^2$ . In 1993 werd een verbeterende versie ontwikkeld met niettemin een typisch klokachtig timbre.

## MANIEREN OM EEN KLOK TOT KLINKEN TE BRENGEN

In het voorafgaande is reeds enkele keren gesproken over de wijze waarop een (grote) klok tot klinken wordt gebracht. In het onderstaande volgt het volledige overzicht.

1. *Schommelend luiden*: Deze methode bestaat eruit de klok aan een zogenoemde luidbalk heen en weer te laten schommelen en wel zodanig dat de klepel de klok aanslaat. Het is de traditionele manier van luiden zoals die vooral in West-Europa voorkomt (figuur 13).

2. *Over de kop luiden*: In dit geval wordt de klok zodanig geluid dat deze telkens een volledige cirkel beschrijft. Het is een luidmethode die vooral in de zuidelijke landen zoals Portugal, Spanje en Italië voorkomt (figuur 15).

3. *Op de kop luiden*: In dit geval maakt de klok telkens een zodanige zwaai dat de klok in omgekeerde positie even stilstaat, daarna op een commando van de luider terugvalt om een volledige cirkel in omgekeerde richting te beschrijven en aldus vanuit de andere richting in omgekeerde stand weer even tot stilstand te komen. Deze luidmethodiek wordt onder andere in de Angelsaksische landen, naast het normale luiden, beoefend (figuur 16).

4. *Beieren en het bespelen van een klokkenspel* waarbij een reeks stilhangende klokken door een uitwendige hamer dan wel een inwendige klepel worden aangeslagen. Hieronder valt het beieren, dat wil zeggen het ritmisch aanslaan van een reeks klokken (figuur 17) alsmede het klokkenspel, dat wil zeggen het spelen van melodieën op een reeks klokken, hetzij met de hand, hetzij automatisch (figuur 18). Beieren was eertijds over geheel Europa verspreid; het handbespeelde klokkenspel, en in mindere mate ook het automatische, was tot ver in onze eeuw tot Nederland en Vlaanderen beperkt. En wanneer men in aantallen spreekt dan is dat nog altijd zo.

Zoals reeds eerder werd gesteld zijn de verschillende manieren om een klok te laten klinken sterk cultuurgebonden. In het navolgende zullen op deze en andere aspecten nader worden ingegaan.

## ☒ **HET LUIDEN VAN EEN KLOK**

### ☒ **het schommelend luiden**

De manier om een klok te luiden kent vele varianten. Twee ervan komen allerwegen voor en zullen hier derhalve aan de orde worden gesteld (figuur 19):

1. het luiden van een klok aan een *rechte as met een vliegende klepel*.
2. het luiden van een klok aan een *krukas met een vallende klepel*.

De eerste manier is stellig de oudste. De tweede vindt men pas in de zestiende eeuw voor het eerst in archivalia en literatuur vermeld. Een klok aan een rechte luidbalk hangt met haar volle gewicht onder de draaiingsas. Bij de krukas daarentegen ligt de draaiingsas lager zodat een deel van het klokgewicht boven die as ligt. Het moge duidelijk zijn dat in het laatste geval, dus met krukas, de klok gemakkelijker geluid kan worden dan bij een rechte as. Die keuze heeft echter enkele belangrijke consequenties.

In de eerste plaats zullen de reactiekrachten op de toren bij de enigszins uitgebalanceerde klok aan een krukas geringer zijn dan bij de rechte as. Uit bouwkundig oogpunt kan dat soms aantrekkelijk zijn. In de tweede plaats zal de klepel, wanneer de klok in haar uiterste, bijna horizontale positie is gebracht, bij een krukas omlaag vallen en op die manier de klok aanslaan, terwijl bij een rechte as, wanneer de klok haar uiterste stand heeft bereikt, de klepel zal versnellen en daarom niet óp de klok zal vallen doch juist met kracht van onder uit tegen de klokkewand geworpen worden. En vandaar ook de termen: *vallend* en *vliegend*.

Het verschil tussen de vallende en de vliegende klepel manifesteert zich in de contacttijd tussen klok en klepel. Bij een vallende klepel is die iets groter is dan bij een vliegende. Het gevolg is dat een vliegende klepel de klok een meer open, rijkere klank weet te geven, terwijl bij een vallende klepel de klok wat geremder klinkt. Daarnaast speelt een rol dat bij een vliegende klepel de klok hoger wordt opgeluid zodat het zogenoemde *mondings-effect* en in mindere mate ook het *Doppler-effect* geprononceerder gehoord wordt.

Het eerste betekent dat er een duidelijk verschil te horen is in het timbre van een klok waarvan de mond, de open onderzijde dus, naar de luisteraar is gericht, dan wel de kop,

dus de dichte bovenzijde. In de mond-klank zijn namelijk de hoge boventonen sterker vertegenwoordigd dan in de kop-klank. Vandaar dat men dan ook spreekt van bim-bam of ding-dong. Hierin is de i-klank een onomatopée voor de hoge tonen en de a- of o-klank voor de lage. Terugkerend naar het luiden moet dan vastgesteld worden dat bij het luiden met een vliegende klepel de klok hoger wordt opgeluid dan bij vallende klepel zodat bij de eerste het mondingseffect beter waarneembaar is.

Door het Doppler-effect zal de klokketoon enigszins gaan zweven waardoor de klank aan levendigheid wint. De oorzaak schuilt in het feit dat de luidende klok telkens met een bepaald snelheid door haar verticale evenwichtspositie gaat. Zwaait de klok van de luisteraar af dan zullen minder trillingen hem bereiken dan wanneer de klok naar de luisteraar toe luidt. Dat verschil manifesteert zich in een gering toonhoogteverschil.

Hoewel de verschillen niet groot zijn, hebben het mondings- en Doppler-effect niettemin tot uitgesproken voorstanders van de vliegende klepel geleid. Men vindt hen vooral in Duitsland en Denemarken. In Nederland en België daarentegen kiest men op bouwkundige gronden vrijwel altijd voor een krukas.

## ☐ **het gelui**

Gedurende de middeleeuwen was het niet gebruikelijk om meerdere klokken tegelijk aan te schaffen. Een gelui, dus een reeks luidklokken, groeide in de loop der eeuwen. Het gevolg was dat klokken van verschillende klanktypen bijeen werden gevoegd en de onderlinge afstemming een kwestie van toeval was. Op het einde der middeleeuwen kwam daarin verandering. Het was de eerder genoemde Geert van Wou die in Nederland en Duitsland grote naam verwierf door het gieten van diatonische geluien. De Utrechtse Dom kreeg bijvoorbeeld in 1505 een reeks van dertien klokken met de slagtonen  $g - a - b - c^1 - d^1 - e^1 - f^1 - fis^1 - g^1 - a^1 - b^1 - c^2 - d^2$ , waarbij alles in werkelijkheid ongeveer een halve toon lager klinkt. De zwaarste klok uit die reeks weegt ruim 8100 kg, de kleinste circa 290 kg. Overigens werden die klokken nooit gelijktijdig geluid. Al naar gelang de betekenis van een kerkelijke feestdag werd een aantal klokken uit die reeks gekozen. Dat op deze klokken bovendien gebeierd werd, dus een ritmisch klankspel daarop werd beoefend, zal niet verbazen.

Dergelijke grote geluien vormden natuurlijk een uitzondering. Vrijwel altijd was de omvang van een nieuw gelui aanzienlijk kleiner én lichter. Wel ontstond in het 19de-eeuwse Duitsland het streven om de klokketonen niet langer uitsluitend volgens een diatonische volgorde te kiezen, doch ook volgens bepaalde melodische frasen. Een bekend gelui is bijvoorbeeld het Te Deum-motief met de relatieve klokketonen  $a^1 - c^2 - d^2$ , of het Gloria-motief met  $a^1 - b^1 - d^2$ . Het typische klokkenidioom werd daarmee binnen de algemene muziek gebracht, min of meer op dezelfde wijze als dat in de zestiende eeuw al met de beiaard was gebeurd.

Ondanks deze muzikale benadering is de toonzuiverheid van de luidklok niet altijd even groot. Vooral in landen waar de beiaard niet of nauwelijks voorkomt, neemt men dikwijls met afwijkingen tot een kwarttoon genoegen. Maar zoals wij reeds eerder schreven, kan een eventueel nadelig effect niet vanuit de traditionele muziekleer beredeneerd worden. Een muzikale ordening van enkelvoudige boventonen is een totaal andere kwestie dan een ordening van instrumentale tonen met harmonische boventonen.

Wanneer wij tenslotte de term kunstmuziek introduceren om daarmee aan te geven de mu-

ziek en de instrumenten waarvan het klassieke repertoire zich bedient, dan blijkt dat de hier besproken muzikale koppeling tussen de luidklok en de kunstmuziek, zij het met uitzondering van het antieke China, zich uitsluitend in West-Europa te hebben voltrokken. Afgezien van incidentele pogingen heeft elders die verbinding niet of nauwelijks plaats gevonden. Daar gelden voor klokken niet de algemene muzieknormen en bleef men het typische klokkekaracter op een voor klokken eigen wijze hanteren.

## ☒ **het over de kop luiden**

Het is niet bekend hoe oud deze indrukwekkende manier van klokluiden is (figuur 15). Wel weten wij dat deze methode vooral in Italië, Spanje en Portugal voorkomt. Van een rustige toonvorming is bij deze manier van luiden geen sprake. De klok maakt steeds de volle cirkel wat niet alleen imponerend, ja bij zware klokken zelfs angstaanjagend is, doch bovendien zal de klepel af en toe tegen de klokkewand blijven rusten en daardoor de klank tijdelijk afremmen. Overdreven geformuleerd heeft men hier dan ook meer te maken met magisch bezwerende klanken dan met uitgebalanceerde muzikale klokketonen. De individuele tonen zijn in deze context van geen enkel belang meer. Het is alleen de klokkeklank die telt, te zamen met effecten die ontstaan door het over een volle cirkel met de klok te luiden.

## ☒ **HET OP DE KOP LUIDEN**

### ☒ **het wisselluiden**

Evenals de handbespeelde beiaard met een omvang van meerdere chromatische octaven talloze eeuwen vrijwel beperkt is gebleven tot de Nederlands sprekend gewesten aan de Noordzee, zo is het wisselluiden (*change ringing*) vrijwel alleen te vinden in de Angelsaksische landen (figuur 16).

Wanneer men het wisselluiden beluistert, hoort men in een relatief snel tempo een diatonische reeks klokken van drie tot vijftien klokken in een steeds wisselende volgorde. Elke klok wordt door één luider bediend. Beginnend met de kleinste klok worden allereerst alle klokken in omgekeerde positie gebracht, dus met de mond naar boven. Vanzelfsprekend zijn daarvoor in het luidsysteem de nodige voorzieningen aangebracht.

Vervolgens wordt met het eigenlijke wisselluiden begonnen. Eén voor één worden de klokken uit hun evenwichtspositie getrokken en wel zodanig dat ze een volledige cirkel beschrijven en aldus opnieuw in de omgekeerde positie terecht komen, zij het dan vanuit de andere zijde. Op dat moment wordt de klok ook aangeslagen.

De kern van het wisselluiden bestaat eruit dat iedere klok voortdurend zijn positie in de reeks wijzigt. Stel het gelui bestaat uit drie klokken. We geven, zoals gebruikelijk, de kleinste klok, de zogenoemde *treble*, nummer 1 en de grootste klok, de *tenor*, nummer 3. Mogelijk zijn dan de reeksen: 1 2 3 - 2 1 3 - 2 3 1 - 3 2 1 - 3 1 2 - 1 3 2 - 1 2 3. In totaal zijn er dus zes wisselingen, *changes* genaamd. Of anders gesteld, drie klokken werden gepermuteerd door ze in elke mogelijke volgorde achter elkaar te plaatsen. Het aantal wisselingen wordt wiskundig berekend door de permutatie van  $3! = 3.2.1$ . Bij vier klokken moet men dus rekenen met de permutatie van vier  $4! = 4.3.2.1 = 24$ . Bij zes  $6! = 720$ . Het aantal mogelijke rangschikkingen loopt zeer snel op. Voor een gelui van acht klokken, en dat vormt allerm minst een uitzondering, zijn al mogelijk  $8! = 40.320$  wisselingen. Het moge duidelijk zijn dat die volledigheid in de praktijk onuitvoerbaar is. Vandaar dat het systeem

vereenvoudigd wordt tot een verkorte basisstructuur, de zogenoemde *Plain Hunt*, waarop door kleine uitbreidingen gevarieerd kan worden. De essentie daarvan is dat niet telkens één paar klokken van positie wisselt maar zo mogelijk meerdere paren tegelijk. Aldus kan het aantal te gebruiken permutaties aanzienlijk worden teruggebracht. Plain Hunt kent op zijn beurt weer allerlei varianten die evenzovele eigennamen kregen.

Wisselluiden is dus het uitvoeren van ritmische figuren op basis van een wiskundig patroon. In principe zou men dat ook op bijvoorbeeld een klokkenspel kunnen doen. Om twee redenen wordt dit nagelaten. In de eerste plaats is daar het wedstrijdelement waarin groepen luiders zich met elkaar meten door zoveel mogelijk permutaties foutloos uit te voeren. Maar daarnaast speelt toch ook de klank een rol. Een stilhangende beiaardklok klinkt immers totaal anders dan een zwaaiende klok. Want niet alleen speelt daarin het Doppler-effect een rol, dus het enigszins in toon op en neer gaan omdat de geluidsbron beweegt, doch bovendien en vooral het eerder genoemde mondingseffect. Die afwisseling in timbre hoort men bij het luiden in het algemeen en bij het wisselluiden al evenzeer. Dat ook geeft deze manier van luiden een bijzonder bekooring.

Het wisselluiden gaat terug tot het einde van de zestiende eeuw, hoewel het zich pas in de daarop volgende eeuw werkelijk zou ontwikkelen. Daarna werd het een gebruik dat vooral in Engeland niet meer te stuiten was. In de loop der tijden werden allerlei wiskundige patronen ontwikkeld die met hun typische namen de cultuur van het wisselluiden blijvend beheersen.

De muzikale betekenis van het wisselluiden schuilt ongetwijfeld in de herhaling van toonreeksen waarin telkens een kleine verandering wordt gebracht. In feite kan men dus spreken van repetitieve muziek *avant la lettre*.

## ☒ **het concertluiden**

Een enkele maal komt het voor, zoals in Italië bijvoorbeeld, dat het op de kop luiden wordt gebruikt om op een reeks klokken een melodie te spelen. De schema's met permutaties zijn dan vervangen door genoteerde muziek. De leider van de klokkenluiders zal aan de hand van die muziek op de juiste tijdstippen het teken geven dat een bepaalde klokkenluider zijn klok kan loslaten zodat deze via de evenwichtstoestand weer rechtop komt te staan en aangeslagen wordt. De aldus ten gehore gebrachte, altijd eenvoudige wijsjes hebben een geheel eigen zeggingskracht.

## ☒ **AUTOMATISCH KLINKENDE STILHANGENDE KLOKKEN**

### ☒ **slagklok**

Het gebruik van de stilhangende klok als slagklok is wereldwijd verbreid. Het gegeven is simpel. De onbeweeglijk gemonteerde klok wordt langs automatisch weg aan de buitenzijde met een slaghamer aangeslagen. Vrijwel altijd is dat vanuit het uurwerk om de uurslagen te geven. Soms zijn er meerdere, doorgaans veel kleinere klokken bij betrokken, zoals bij het bim-bam dat vooral in de zuidelijke landen voorkomt. Op het eerste kwartier (kwartier over) hoort men één maal bim-bam, op het tweede (half uur) twee maal, op het derde kwartier (kwartier voor) drie maal en op het volle uur tenslotte vier maal, gevolgd door de uurslagen.

Het torenuurwerk dat de tijdstippen waarop en het aantal slagen op de slagklok regelt, ver-

scheen in de veertiende eeuw op de Europese torens, terwijl op het einde van die eeuw ook de bim-bam speelwerken in gebruik kwamen. Voorheen was dat niet mogelijk omdat een uurwerk toen nog door water werd aangedreven en dat was op een toren natuurlijk buitengewoon onpraktisch. Toen echter op het einde van de dertiende eeuw het uurwerk werd geïntroduceerd dat alleen nog gewichten voor de aandrijving bezit, kon dat ook op de toren een plaats krijgen om daar een slagklok aan te verbinden.

### ☐ **de werking van een automatisch spelend klokkenspel**

Een automatisch klokkenspel bestaat uit een reeks op toon gestemde klokken over één of meerdere octaven die op vooraf vastgestelde tijdstippen automatisch tot klinken worden gebracht. Het wordt vanuit een *speeltrommel* in werking gesteld (figuur 20). Het systeem werkt als volgt. In een ijzeren of messing speeltrommel met een doorsnede en breedte van een tot twee meter is een aantal banen met gaten op regelmatige afstanden aangebracht. Elke baan correspondeert met één uitwendige hamer op een klok. Een klok kan echter meer dan één hamer bezitten. De afstand tussen twee gaten is de trommelmaat.

Al naar gelang de muziek worden in deze gaatjes pennen gestoken, nootjes genaamd, die tijdens het ronddraaien van de trommel hefboomen van het zogenoemde trommelklavier doen kantelen waardoor via een draadverbinding de desbetreffende speelhamer omhoog wordt getrokken. Na het passeren van de stift zal de hamer terugvallen en de klok aanslaan. Daarbij zorgt een bladveer onder de hamer ervoor dat deze niet op de klok blijft rusten.

De trommel die vroeger met behulp van een gewicht ronddraaide, maar tegenwoordig door middel van een motor, wordt vanuit een uurwerk in gang gezet. Het uurwerk zorgt derhalve dat op het juiste tijdstip het trommelgewicht wordt gedeblokkeerd of de motor gaat draaien.

Op een trommel zijn gewoonlijk vier melodieën aangebracht. Omdat dit geschiedt door het verplaatsen van de nootjes van hun oude naar een nieuwe positie in de trommel spreekt men van *versteken*. Regel is om dit een maal per kwartaal te doen. Het is gebruikelijk dat het automatisch spel elk kwartier speelt. Op de volle uren de lange melodie van bijvoorbeeld  $1\frac{1}{2}$  minuut, op het half uur  $\frac{3}{4}$  minuut en op de kwartieren een korte muzikale frase van bijvoorbeeld  $\frac{1}{4}$  minuut. In enkele gevallen is ook op de  $7\frac{1}{2}$  minuten een enkele toon te horen, de zogenoemde klik.

De automatische muziek op trommel kent enerzijds beperkingen maar anderzijds geheel eigen mogelijkheden. Wat betreft het eerste dient men te beseffen dat het opheffen van de hamers en het weer laten vallen een zekere tijd vraagt. De repetitiemogelijkheden zijn derhalve niet groot. Gewoonlijk is die beperkt tot achtsten. Zestiende noten achter elkaar zijn onmogelijk, althans met één speelhamer. Vandaar de regel dat een beiaard twee maal zoveel hamers heeft als er klokken zijn; en dus ook twee maal zoveel banen in de speeltrommel. De meeste klokken krijgen dan twee hamers die beurtelings gebruikt kunnen worden. Weinig gebruikte tonen, bijvoorbeeld de gis in het basoctaaf, slechts één hamer en veel gebruikte tonen, bijvoorbeeld de c in het derde octaaf, zelfs drie hamers. Met deze zogenoemde *hamerverdeling* die ook op de *versteeklat* staat, dient de beiaardier rekening te houden.

De beperkingen komen ook tot uiting in de beschikbare nootjes, althans in de trommels die tot in de negentiende eeuw zijn gemaakt. De afstand tussen twee trommelgaatjes wordt een trommelmaat genoemd. Deze kan met behulp van verschillende typen nootjes in ach-

ten verdeeld wordt. De kleinste notenwaarde is derhalve een achtste. Zestienden kunnen dus niet gestoken worden en evenmin triolen omdat de trommelmaat geen daarvoor geschikte verdeling bezit. Slechts in een enkel geval heeft men een verdeling in twaalf en zestien. Maar dat zijn hoge uitzonderingen.

Daar de trommelmaat in vieren is verdeeld, moet de beiaardier zijn muziek ten behoeve van het versteken herschrijven in 4/4-maat zonder de muziek zelf aan die nieuwe maat aan te passen. Uiteraard maakt dergelijk muziek op papier een vreemde indruk. Immers, de maten met een accent vallen dan niet altijd samen met bijvoorbeeld de eerste tel. Daarom ook schrijft de beiaardier, alvorens te gaan steken, zijn muziek uit in een zogenoemd *versteekboek*. Daarvan zijn er zeer vele bewaard (figuur 21). De meeste dateren uit de zeventiende eeuw en later.

Een laatste beperking bestaat uit het feit dat de muziek van een automatische beiaard geen dynamische schakeringen kent. Alles klinkt even hard. Vanzelfsprekend zal met het schrijven van de automatische muziek daar ter dege rekening mee moeten houden. Pas in onze eeuw heeft men dit strakke stramien proberen te doorbreken. Een eerste poging daartoe bestond uit nootjes met verschillende hoogtes. Een hoog nootje tilde de hamer verder van de klok dan een laag nootje. En dat zou zich in de klanksterkte manifesteren. In werkelijkheid echter bleek het verschil zó gering dat het slechts een enkele maal is toegepast. Tegenover deze nadelen staat het voordeel dat de muziek voor automatisch klokkenspel geen rekening behoeft te houden met de eis dat die muziek ook door de beiaardier op het klavier gespeeld kan worden. Dit betekent dat men bijvoorbeeld akkoorden met een wijde ligging kan kiezen enz. Maar deze extra muzikale mogelijkheid wordt slechts weinig gebruikt.

Het hier behandelde trommelspeelwerk is vele eeuwen de kern van het automatisch klokkenspel geweest. Pas in onze tijd zijn varianten en nieuwe vindingen geïntroduceerd. Deze worden in de volgende paragraaf behandeld.

## ▣ de geschiedenis van het automatisch klokkenspel

Al heel vroeg heeft men zich beziggehouden met het automatisch voortbrengen van klanken. Wanneer wij afzien van allerlei niet-melodische signalen, kan vastgesteld worden dat de eerste automatische muziek in de negende eeuw in Bagdad gehoord werd. Het was de automatische fluitspeler van de gebroeders Musa waarbij de muziek op een speeltrommel geprogrammeerd was.

In Europa dateren de oudste berichten uit het midden van de twaalfde eeuw toen op kleine cimbalen automatisch muziek ten gehore werd gebracht. Vanzelfsprekend geschiedde de aandrijving nog met water. Deze speelwerken stonden dan ook binnen in een gebouw en niet op een toren. Rond 1300 wordt zo'n uurwerk daadwerkelijk geschetst, ja zelfs werd in hetzelfde manuscript de bijbehorende muziek genoteerd.

De eerste automatische klokkenspellen op torens van West-Europa verschijnen vermoedelijk niet eerder dan op het einde van de veertiende eeuw, in een tijd dat de wateruurwerken geleidelijk aan verdrongen waren door uurwerken die uitsluitend met gewichten werden aangedreven. Maar de ten gehore gebrachte melodieën zijn dan nog erg eenvoudig, ja vermoedelijk kwamen ze niet veel verder dan bim-bam slagen op de kwartieren. Pas honderd jaar later, omstreeks 1480 ontmoeten wij berichten waarin over grotere reeksen bestaande uit kleine klokken wordt gesproken en waarop muziek vanuit de automaat wordt gemaakt. Die overstap werd overigens in de Nederlanden gemaakt. En vrijwel zeker gaat



het dan om een trommel met een vaste melodie. Trommels met versteekbare melodieën doen pas omstreeks 1530 hun intrede. Dan ook neemt geleidelijk aan de omvang van klokkenspellen toe, tot in de tweede helft van de zestiende eeuw twee diatonische octaven met de toevoeging van de fis- en de bes-klokken werd bereikt en omstreeks 1645 de volle drie chromatische octaven. Afgezien van enkele incidentele beiaarden werd een omvang van vier chromatische octaven eerst in onze eeuw als standaard bereikt. Merkwaardig is dan dat de speeltrommel niet op die vier octaven werd aangesloten, doch op de inmiddels traditionele laagste drie octaven, hoewel ook hier weer uitzonderingen op bestaan.

In de oude *speeltrommels* konden de nootjes binnen een trommelmaat gewoonlijk slechts acht vaste posities innemen. Vandaar dat men enigszins misleidend van *vaste nootjes* spreekt. Niet eerder dan kort na 1900 werd in Nederland de zogenoemde *schuifnoot* geïntroduceerd. Met dit systeem was men niet langer gebonden aan een verdeling in acht van de trommelmaat. Dankzij het feit dat deze nootjes naar elke positie geschoven kunnen worden, was vanaf dat moment elk tijdsdeel mogelijk geworden.

Reeds in de tweede helft van de vorige eeuw werden er pogingen ondernomen om de speeltrommel door een pneumatisch systeem te vervangen. Het is echter op een mislukking uitgelopen, mede omdat een torenzolder niet de geschiktste plaats is voor technisch gevoelige systemen.

In de jaren twintig van deze eeuw verschijnt de elektromagnetische variant op de toren. Na vele kinderziektes zou zich deze in de jaren zestig definitief stabiliseren. Sindsdien zijn er geen speeltrommels meer gemaakt. In dit nieuwe systeem wordt de speelhamer naar de klok gedreven nadat een electromagneet vanuit het sturingssysteem onder spanning is gezet. De electromagneet op zijn beurt drijft de hamer naar de klok.

Aanvankelijk geschiedde de programmering vanuit een bandspeelwerk. Daarin lag een band uit kunststof waarin volgens het patroon van de te spelen muziek kleine gaatjes waren geponst. Wanneer men vervolgens na een commando vanuit het uurwerk deze muziekband onder een rij aftasters laat doorlopen, wordt bij het passeren van een gaatje telkens een stroomcircuit gesloten zodat de electromagneet bekrachtigd kan worden.

Het *elektromagnetische speelwerk* heeft talloze voordelen, zoals betere ritmiek, gemakkelijke bediening enz. Ook heeft men wel geprobeerd met verschillende stroomsterktes de elektromagnetische speelhamers zodanig te sturen dat dynamische schakeringen op automatisch spel mogelijk zijn. De resultaten zijn echter allerminst overtuigend. Een duidelijk nadeel van het systeem is dat de klokken feller klinken dan bij de vrij vallende speelhamers van de trommel. De magneten schieten als het ware de hamer naar de klok wat al te gemakkelijk te hoge boventonen accentueert. Ook is het electromagnetisch spel dikwijls té nauwkeurig waardoor de aangename onregelmatigheden van een trommelspeelwerk verloren zijn gegaan.

Een bedenkelijke zaak is dat men deze automatische beiaarden soms van een pianoklavier voorzag dat onder de toetsen elektrische contacten heeft die de elektromagneten kunnen activeren. Moge dit voor spellen van geringe omvang niet bezwaarlijk zijn, voor grotere carillons zijn er twee gevaren, hoewel niet werkelijk principieel, te signaleren. In de eerste plaats wordt met een dergelijk klavier gesuggereerd dat het traditionele stokkenklavier door een pianoklavier met elektrische contacten vervangen zou kunnen worden. Maar dat is natuurlijk nooit het geval omdat de magneten geen sterktegradaties kunnen weergeven. In de tweede plaats wordt met een pianoklavier gesuggereerd dat iedere pianist of organist een beiaard kan bespelen. Maar dat is zeker niet het geval omdat het eigen klankidoom

van klokken een adequate speeltechniek vereist. Zware akkoorden op lage klokken bijvoorbeeld zijn beslist uit den boze.

Beginjaren tachtig is de muziekbond vervangen door de computer. In het *computerspeelwerk* wordt dan de nodige informatie voor de magneten opgeslagen. Een voordeel is dat waar de muziekbond handmatig geponst dient te worden, de computer zijn informatie kan vastleggen vanuit een klavier waaronder elektrische contacten zijn aangebracht en dat gespeeld wordt door de beiaardier. Elke keer als een toets wordt ingedrukt wordt een stroomcircuit gesloten en die informatie naar de computer gestuurd. Zijn spel, en natuurlijk niet de klank van de klokken zelf, worden aldus in het geheugen van de computer vastgelegd en kunnen naar believen opgeroepen worden om de magneten te activeren. Het nadeel is echter dat dan geen echte mechanische muziek wordt geproduceerd, doch in feite handgespeelde muziek of anders gesteld, muziek die alleen maar gespeeld kan worden. De trommel en de muziekbond boden echter extra mogelijkheden, zoals zeer wijde akkoorden enz. In feite dient dan ook de voorkeur gegeven te worden aan het programmeren van de muziek op het scherm van de computer. In dat geval verschijnt de notenbalk op het scherm en kan de musicus naar believen daar noten in aanbrengen. Na afloop leest de computer de vereiste informatie uit het scherm en slaat deze op om op de vereiste moment de magneten te bekrachtigen.

#### ☒ **porseleinen klokkenspellen**

Nadat reeds in de achttiende eeuw daar de nodige aanzetten toe gemaakt waren, werden vanaf de jaren twintig in Meißen (Dtld.) porseleinen klokken voor automatische spellen gemaakt. Het gaat daarbij om dunwandige bellen die zodanig worden aangeslagen dat alleen de grondtoon van belang is. Het model is dat van een bijenkorf.

Tot nog toe is er een vijftigtal spellen gemaakt die allemaal in Duitsland gesitueerd moeten worden. De grootste bel heeft een diameter in de grootteorde van vijftig centimeter. De omvang kan oplopen tot vier chromatische octaven of zelfs meer. De laagste toon ligt dan in het klein octaaf.

#### ☒ **bellenspeelwerken in uurwerken en muziekinstrumenten**

Uitsluitend omwille van de volledigheid zij vermeld dat in sommige uurwerken en automatische muziekinstrumenten een bellenspeelwerk voorkomt waarop automatische muziek ten gehore wordt gebracht. Het gaat daarbij altijd om een beperkte reeks bellen, bijvoorbeeld 1 - 1½ octaaf, waarbij die bellen doorgaans min of meer volgens het hemisferische model zijn. Van deze bellen is uitsluitend de grondtoon van belang. Hun stemming is doorgaans slecht.

#### ☒ **STILHANGENDE KLOKKEN HANDMATIG TOT KLINKEN BRENGEN**

##### ☒ **inleiding**

Het moge duidelijk zijn dat er vele manieren zijn om een stilhangende klok met de hand tot klinken te brengen. Sommige methodes, zoals het beieren bijvoorbeeld, vonden grote verbreiding. Anderen daarentegen kregen slechts beperkte toepassing. Een voorbeeld van het laatste is het zogenoemde kleppen.

Bij kleppen wordt de altijd lichte klok, tot bijvoorbeeld honderd kilo, door de klokkelouder in een scheve positie getrokken zodat de klepel tegen de klokkewand valt en daarmee de

klok ook enigszins afremt. Dit wordt een aantal malen herhaald, bijvoorbeeld drie maal drie keer zoals dat in de katholieke kerk bij het Angelus luiden om 6, 12 en 18 uur gebruikelijk is. Na het kleppen van het Angelus volgt dan het uitluiden. De incidenteel toegepaste manieren om een klok te laten klinken zullen wij echter niet verder aan de orde stellen..

### ☒ **de techniek van het beieren**

Onder beieren verstaat men een ritmisch spel op een reeks grote en/of kleine klokken (figuur 17). De daarvoor noodzakelijke technische voorzieningen zijn bijzonder eenvoudig. Aan de klepels worden touwen gebonden die door middel van katrollen en hefbomen naar een centraal punt in de toren geleid wordt, hetzij ergens midden tussen de klokken hetzij één of meer verdiepingen lager. Aldaar staat de beierman die door aan de touwen te trekken ritmische klankpatronen met de klokken maakt. De klokken zelf zijn gewoonlijk niet zuiver gestemd en vormen al evenmin een toonreeks. Melodieën zijn dan ook onmogelijk. Het aantal klokken dat een beierman kan bedienen, is natuurlijk beperkt. Toch bedenkt hij allerlei ingenieuze technieken om zoveel mogelijk klokken in zijn spel te betrekken. Zo kan hij bijvoorbeeld aan de uiteinden van een houten klos zowel links als rechts een klepeltouw binden. Draait hij al trekkend deze primitieve klavierstok naar links dan zal de aan het linkertouw verbonden klepel een klok aanslaan, draait hij de stok naar rechts de rechter klok en trekt hij zonder een draaiende beweging te maken dan worden beide klokken gelijktijdig aangeslagen.

Een andere methodiek bestaat eruit om bijvoorbeeld een klepeltouw om een bovenbeen te binden. Ook wordt wel eens een zware klepel met een zeer lange pedaal verbonden. De volgende stap is natuurlijk een primitief soort klavier waarbij de klepeltouwen zijn verbonden aan lange, gewoonlijk grove hefbomen in een raamwerk. Dat in die situatie soms ook aan de mogelijkheid van melodieën gedacht wordt, zal natuurlijk niet verbazen.

### ☒ **de geschiedenis van het beieren**

De techniek van het beieren is zó voor de hand liggend en zó eenvoudig dat het juist lijkt om te veronderstellen dat deze speelwijze zo oud is als de klok zelf. Niettemin dateren de oudste schriftelijke berichten in West-Europa pas uit de twaalfde eeuw. En het ging dan om het beieren op luidklokken. Dit betekent dus dat de bewuste klokken twee functies hadden: als luidklok waarbij de klok in schommelende beweging werd gebracht en als beierklok waarbij de klepel van de stilhangende klok bewogen werd. Overigens wordt niet altijd de klepel voor het beieren gebruikt. Ook middeleeuwse miniaturen met de eerder beschreven kleine klokjes (cimbala) laten bijvoorbeeld talloze malen koning David zien die met een of twee hamers een reeks klokjes bespeelt. Er zijn echter ook afbeeldingen waarbij de toenmalige beierman werd afgebeeld.

Het beieren werd in geheel Europa beoefend. Het was bij uitstek een feestelijke bezigheid, bijvoorbeeld wanneer de landsheer een stad bezocht. Uit vele rekeningen weten wij dat dan gelijktijdig van alle stadstorens gebeierd werd. Het beieren is echter in die landen vrijwel verdwenen waar het wisselluiden beoefend wordt of het klokkenspel bespeeld. Ook in andere landen heeft het veel aan betekenis ingeboet. Thans wordt het vooral nog beoefend op de torens van de christelijk-orthodoxe kerken in Oost-Europa. Het luiden van klokken is in deze landen sinds de zestiende eeuw bijna helemaal in onbruik geraakt. Daarom ook zijn zijn de beierklokken op de torens aldaar vast opgehangen.

In tegenstelling met de eeuwen daarvoor toen over geheel Europa vooral op grote luid-

klokken werd gebeierd waarbij het toeval de reeks bepaalde, is op de orthodoxe torens het aantal klokken en de grootte daarvan niet meer aan het toeval overgelaten. De opzet is doorgaans drieledig. Eén of meer zware tot zeer zware klokken worden met behulp van een meerdere meters lang pedaal met de voet bespeeld. Zij geven het ritmische fundament. In de rechterhand wordt door middel van een klos een aantal kleine klokjes met de hand bespeeld. De linker hand tenslotte bespeelt de klokken van het middenregister. De klepel-touwen zijn voor dit doel naar een raamwerk geleid zodat wanneer een touw naar beneden wordt gedrukt de klok tot klinken wordt gebracht.

De originele beiermuziek is niet genoteerd, hoewel musicologen sinds de negentiende eeuw dit alsnog hebben gedaan. De beiermannen zelf doen het echter zonder bladmuziek. Dit is opmerkelijk omdat men voor de vele feestdagen van de kerkelijke kalender eigen ritmische figuren heeft. Daarbij bemerkt men dat de goede beierman bijzonder interessante en dynamische geschakeerde muziek kan maken.

De klokketonen zijn onbelangrijk, zoals dat in het verleden ook al het geval was. De beiermannen willen dan ook niets weten van gestemde klokken die in hun oren saai en weinig interessant klinken. Ondanks het feit dat meerdere beiermannen/vrouwen een conservatorium bezocht hebben, staat hun ideeën over klokken ver af van de Nederlandse beiaard en zulks ondanks het feit dat soms een primitief klavier wordt gebruikt dat reminiscenties met het westerse beiaardklavier bezit. Maar op die klavieren is elke ordening tussen diatonische en chromatische toetsen afwezig. Beieren blijft daarom een klokkenidoom dat geen enkele verwantschap met kunstmuziek bezit.

## ▣ **de handbespeelde beiaard**

Als er bij één klokkengebruik de verbinding tussen klokken en kunstmuziek wel is gelegd, dan is dat wel bij de beiaard. En onder een beiaard verstaan wij dan een reeks klokken in chromatische volgorde over minstens twee octaven, die met de hand vanuit een klavier bespeeld kunnen worden. Tegenwoordig is echter de standaardomvang van de grote concert-beiaard vier octaven. Bij voorkeur kiest men als zwaarste klok een  $c^1$  (c.2300 kg) hoewel transpositie naar boven, tot een kwint, veelvuldig voorkomt. De kleine beiaard is meestal beperkt tot drie octaven waarbij ook de basisklok lichter is. Bij voorkeur kiest men een  $c^2$  (c.290 kg) doch transpositie met maximaal een kwart naar beneden of naar boven is allerm minst ongebruikelijk.

Hoewel in de meeste gevallen voor de traditionele mineur octaafklok wordt gekozen, zijn er intussen al meerdere beiaarden gegoten met majeur-octaafklokken. Deze spellen hebben een geheel eigen timbre dat door sommigen erg op prijs wordt gesteld. Vooral leken tonen hun enthousiasme. Hoewel veel van de bestaande muziek ook op deze beiaarden gespeeld kan worden, is er nog nauwelijks muziek beschikbaar die speciaal bestemd is voor dit type beiaard.

In talrijke gevallen is de handbespeelde beiaard ook als automatisch klokkenspel ingericht. De klokken kunnen dus zowel vanuit de speeltrommel of het elektromagnetisch speelwerk door middel van uitwendige speelhamers tot klinken worden gebracht als vanuit het klavier door middel van inwendige klepels.

Het systeem om de klok aan te slaan is in wezen bijzonder eenvoudig (figuur 22). Men ziet hoe de klepel met een horizontale stalen draad via een bepaalde werktuigkundige verbinding verticaal omlaag wordt geleid, naar het klavier. Wordt die stok ingedrukt dan zal

de klepel naar de klok bewegen. De speling in het systeem zorg ervoor dat de klepel niet tegen de klok blijft rusten, ook al zou de beiaardier de toets ingedrukt houden.

Voor de draadverbinding tussen klepel en klavier bestaan twee hoofdsystemen. Het oudste is het zogenoemde *broekstelsel*. Daarin zijn voor elke klepel drie draden te onderscheiden, namelijk de *klepeldraad*, de *broekdraad* en de *klavierdraad*. Deze komen samen in de *broekring*. De draadlengtes worden zodanig gekozen dat de broekring zich recht boven het klavier bevindt zodat de verticale klavierdraad de broekring verbindt met de klavierstok. Vanuit de broekring wordt de klepeldraad met de klepel verbonden en de broekdraad met de toren. Het punt van bevestiging heet het *vaste punt*. Wordt vervolgens de klavierstok omlaag gedrukt dan zal de klepel tegen de klok slaan. Vanzelfsprekend dienen de lengtes en de hoeken in dit stelsel zorgvuldig gekozen te worden teneinde de klok met geringe inspanning voldoende hard te kunnen aanslaan. Maar lang niet altijd lukt dat.

Het tweede systeem is het zogenoemde *tuimelaarsstelsel*. In dit systeem is de broekdraad vervallen. De beweging in de horizontale klepeldraad wordt via een tuimelaar naar de verticale klavierdraad overgebracht. Hierbij is de verhouding tussen de lengtes van de armen in de tuimelaar van cruciaal belang.

Er wordt nog steeds gediscussieerd over de vraag welk stelsel de voorkeur verdient. Zeker is dat het tuimelaarsysteem een stabiel systeem is dan het broeksysteem. In het laatste kunnen de draden gaan slingeren zodat de beiaardier de controle op de klepels verliest. Gechargeerd gezegd is het broekstelsel eigenlijk alleen maar geschikt voor rustige, eenvoudige en zeker niet virtuoze muziek, terwijl het tuimelaarsstelsel dat laatste juist wél mogelijk maakt.

Het beiaardklavier bevat zowel een manuaal als een pedaal (figuur 23). Het manuaal bestaat uit twee rijen klavierstokken. De korte stokken zijn de chromatisch, de lange stokken de diatonische toetsen. Het pedaal omvat doorgaans 1½ octaaf, in een enkel geval twee octaven. Soms is de laagste kwint als aangehangen pedaal uitgevoerd. Alle overige pedalen zijn aan het manuaal gekoppeld. Er bestaan voor het klavier in hoofdzaak twee standaardisaties, de Europese en de Amerikaanse. In individuele gevallen wordt er echter veelvuldig van afgeweken.

Het klavier wordt bespeeld door met licht gebalde vuist de desbetreffende toets in te slaan, te tikken of te duwen, al naar gelang het muzikale effect dat men wenst te bereiken. Dubbelgrepen zijn slechts beperkt mogelijk. Vandaar dat akkoorden op een beiaard dikwijls als arpeggio's worden uitgevoerd. Bovendien grijpt de beiaardier soms naar een enigszins kunstmatig middel om een akkoord na de aanslag aan te houden. Hij doet dit door met de bijna geheel omlaag gedrukte toetsen zachtjes te tremoleren. Hiermee zijn bijzondere muzikale effecten te bereiken die onder andere de Vlaamse speelwijze decennia lang van de Hollandse decennia lang heeft onderscheiden.

In het verleden is slechts weinig muziek uitdrukkelijk voor beiaard gecomponeerd. Pas na de herleving van de beiaardkunst omstreeks het begin van deze eeuw is meer en meer voor beiaard geschreven (figuur 24). Daarin wordt niet alleen rekening gehouden met de beperkte speeltechniek, doch ook met het feit dat klokketonen niet aangehouden kunnen worden, het zij dan door te tremoleren. Bovendien dient de componist te bedenken dat vooral grote klokken lang naklinken en daardoor later komende akkoorden kunnen vertroebelen. In grote klokkenkamers waarvan de openingen met galmborden zijn afgedekt, wordt dat nog eens door de nagalm in die kamer versterkt. Met dit alles is een echt beiaardwerk dan ook bepaald meer dan de bewerking van een orgel- of pianostuk.

Traditioneel geschiedt de bespeling van de beiaard één of meer keren per week, zoals tijdens de markt, na de kerkdienst enz. De duur is meestal één uur. Sinds het einde van de negentiende eeuw is onder invloed van het in Mechelen ingestelde gebruik het in veel steden traditie geworden zogenoemde zomeravondconcerten te organiseren. Het repertoire van marktbespelingen is vanzelfsprekend meer populair van aard dan dat van de zomeravondconcerten.

## ▣ de geschiedenis van de handbespeelde beiaard

Het ligt voor de hand dat de handbespeelde beiaard is voortgekomen uit het bespelen van een reeks middeleeuwse cimbalen met een hamertje en het beieren op grote klokken in torens. Cruciaal in deze ontwikkeling is het moment waarop voor het eerst met een klavier melodieën gespeeld werden. De archieven berichten dat in 1478 een zekere Jan van Beveren voor het eerst een wijsje op klokken van Duinkerken speelde, terwijl in 1482 dat door Eliseus te Antwerpen met een primitief klavier werd gedaan, hoewel het woord klavier nog niet gebruikt werd. Dat geschiedde pas in 1510 te Oudenaarde waarbij wij dan alle reden hebben om aan te nemen dat dit klavier niet wezenlijk verschilde van het hedendaagse beiaardklavier. De beiaard is daarom stellig van Vlaamse oorsprong.

Het lijkt erop dat in de vijftiende eeuw het beiaardspel nog op luidklokken beoefend werd. Eerst sinds het begin van de daarop volgende eeuw schijnt het beiaardspel op dezelfde klokken te zijn gedaan als waarop het automatisch spel ten gehore werd gebracht. Maar het zou tot aan de tweede helft van de zestiende eeuw duren voordat zwaardere twee octaafspellen geïntroduceerd werden. Het gaat dan om diatonische reeksen met de toevoeging van de fis- en bes-klokken. En ook dat geschiedde wederom in Vlaanderen en dan met name door de klokkengieters uit Mechelen. In die stad werd tot aan het begin van de daarop volgende eeuw een vijftigtal klokkenspellen gegoten. De meeste waren voor steden in de Nederlanden, hoewel handelsbetrekkingen ze ook tot ver buiten de landsgrenzen brachten, tot in Gdansk toe.

De schaars bewaarde klokkenspellen uit de zestiende eeuw en het begin van de zeventiende eeuw maken duidelijk dat het met de toonzuiverheid slecht gesteld was. Pas omstreeks 1640 zou daar verandering komen. Dit maal geschiedde dit niet in Vlaanderen doch in de Hollandse Republiek en met name in Zutphen. Aldaar hadden zich omstreeks die tijd de uit Lotharingen afkomstige klokkengieters François en Pieter Hemony gevestigd waar zij in contact kwamen met de Utrechtse stadsbeiaardier en fluitist Jonkheer Jacob van Eyck. De laatste onderhield op zijn beurt goede contacten met de wetenschappelijke wereld van die dagen. Deze constellatie leidde tot een belangrijke verbetering van de beiaardkunst, namelijk de kennis hoe het juiste klokprofiel ontworpen moet worden en de kennis hoe een klok gestemd moet worden teneinde het ideale klokaccoord  $c-c^1-es^1-g^1-c^2$  te realiseren.

Met behulp van die wetenschap maakten zij in 1644 de eerste werkelijk zuiver klinkende beiaard en wel voor de Wijnhuistoren te Zutphen. Sindsdien zouden er nog een vijftig volgen die zij niet alleen te Zutphen goten maar ook in Amsterdam en Gent. Opmerkelijk aan die beiaarden was niet alleen hun zuivere toon, doch bovendien dat de diatonische door de chromatische volgorde was vervangen terwijl de grote beiaarden drie octaven als standaard hadden. Conform het gebruik van die tijd waren hun beiaarden in de middentoonstemming gestemd.

De meeste Hemony-klokkenspielen waren voor Nederland en Vlaanderen bestemd hoewel enkele het buitenland bereikten, zoals Mainz (1660/61), Hamburg (1661), Stockholm (1663/65), Darmstadt (1670). Deze beiaarden zijn echter in de loop der tijd weer verdwenen. In Nederland en België zijn er nog een kleine dertig te vinden, hoewel de meeste zo zwaar door de luchtverontreiniging zijn aangetast, dat ze sinds de jaren vijftig meestal ingrijpend gerestaureerd werden. Relatief ongerepte Hemony-spellen vindt men nog in Amsterdam (1657 en 1658), Gent (1659/60), Kampen (1659/1662), Antwerpen (1665), Groningen (1662/63), Utrecht (1664).

Het aantal klokkengieters dat na de Hemony's de kunst van het ontwerpen en stemmen werkelijk beheerste, is opvallend gering gebleven. Het gaat daarbij om de volgende gieters: in Amsterdam: Claes Noorden (1633-1716); Jan Albert de Grave (c.1666-1734/35); in Antwerpen: Melchior de Haze (1632-1697); Willem Witlockx (1669-1733); in Brugge: Joris Dumery (1715-1784) en in Leuven: Matthias van den Gheyn (1721-1785); Andreas Jozef van den Gheyn (1727-1793).

Na de dood van de laatstgenoemde in 1793 zou de beiaardkunst in diep verval raken. Opmerkelijk is overigens dat de eerste weer zuiver gestemde beiaard niet in Nederland of België gemaakt werd, doch in Engeland en wel in 1904 door Taylor te Loughborough. In 1921 zou de tweede gieter in dat land volgen, namelijk Gillett & Johnston te Croydon. Pas dan zouden de Nederlands sprekende gieters volgen, namelijk in 1929 Michiels te Doornik (België), 1933 Van Bergen te Heiligerlee (Ned.), 1939 Petit & Fritsen te Aarle-Rixtel (Ned.) en in 1949 Eijsbouts te Asten (Ned.). Intussen had zich ook de Franse gieter Paccard uit Annecy in de rij geschaard. Wanneer wij ons tot het heden wenden, dan zijn er naast bovengenoemden verschillende gieterijen te vinden die alleen maar af en toe een beiaard maken. Doorgaans is dat ook aan de kwaliteit bemerken. Bovendien gaat dat vrijwel altijd samen met een slechts lokale betekenis van die gieterijen. Maar werkelijk bekwame beiaardgieters die ook op de wereldmarkt opereren zijn thans Taylor, Petit & Fritsen, Eijsbouts en Paccard.

In de huidige tijd is nog altijd duidelijk te constateren dat de beiaard in oorsprong een Nederlands-Vlaams toreninstrument is. Veruit de meeste bevinden zich in deze landen. Zeker, talrijke beiaarden vindt men eveneens in de Verenigde Staten, terwijl ook Denemarken en Zweden zich niet helemaal onbetuigd laten. Maar als men de beiaarddichtheid berekent, staat Nederland bovenaan, onmiddellijk gevolgd door België. Samen zijn deze twee landen goed voor een kleine driehonderd handbespeelde beiaarden. Vervolgens komen de overige landen, zij het pas na zéér na lange tijd. Dat neemt overigens niet weg dat in een land als Duitsland bijvoorbeeld talrijke *automatisch* spelende carillons van kleine omvang te vinden zijn. Maar *handbespeelde* beiaarden zal men er slechts weinig aantreffen. Voorbeelden zijn Asschaffenburg, Berlijn, Hamburg, Hannover, Kassel, Keulen en München. Het merendeel werd in Nederland na 1950 gegoten. Dat geringe aantal weerspiegelt zich ook in de afwezigheid van een beiaardtraditie. In Nederland en België bijvoorbeeld vindt de opleiding tot beiaardier op het niveau van een conservatorium plaats. In België is er een beiaardschool sinds 1922 te Mechelen; in Nederland sinds 1953 te Amersfoort.

Voorheen was het ook in die landen gebruikelijk, zoals voor elk ander instrument, dat men de noodzakelijke speelvaardigheden bij zijn voorganger leerde. Afgezien van enkele virtuozen waarover de 18de-eeuwer Charles Burney bijvoorbeeld wist te berichten, was de speeltechniek in het verleden waarschijnlijk slechts bescheiden. Belangrijkste oorzaak was

stellig dat de tractuur van de toenmalige beiaarden niet alleen gebrekkig en onderhoudsgevoelig was, maar vooral ook omdat vrijwel alle toenmalige beiaarden met een broeksysteem waren uitgerust dat slechts een eenvoudig speeltechniek toelaat. Wederom afgezien van uitzonderingen waren de beiaarden uit de zeventiende en achttiende eeuw dan ook eenvoudige slaginstrumenten. Dit betekende bijvoorbeeld dat de muziek voor klavecimbel op de beiaard gespeeld kon worden, en dat gebeurde ook daadwerkelijk, zij het dan wel met de nodige aanpassingen en bewerkingen.

Deze haast vanzelfsprekende wens tot koppeling tussen de toenmalige kunstmuziek en de beiaard leek in de nadagen van de romantiek te verdwijnen toen de pianoforte verscheen waarmee allerlei klankexpressies, zoals in dynamiek, waren te maken die op de beiaard ten enenmale onuitvoerbaar leken, althans op beiaarden met een broeksysteem. Daarin kwam pas definitief verandering toen in 1892 de Mechelse stadsbeiaardier Jef Denyn (1862-1941) een technisch perfect uitgevoerd tuimelaarsysteem op zijn beiaard aanbracht. In de daarop volgende eeuw werden vrijwel alle beiaarden met dergelijke tuimelaars uitgevoerd, hoewel tot op de dag van vandaag een strijd der richtingen woedt. Daarin staat de vraag centraal of de beiaard met broekstelsel de beiaardier niet veel meer dwingt om het typische, eigen klokkenidoom te behouden dan wanneer zijn beiaard met een tuimelaarsysteem is uitgerust. Of anders geformuleerd, is beiaardmuziek muziek op klokken of is beiaardmuziek klokken waarop muziek wordt gemaakt?

## ☐ **HANDBELLEN**

Evenals het wisselluiden behoren ook de handbellen tot het typisch klokkeneigene van de Angelsaksische landen (figuur 25). In handbelorkesten gaat het om een aantal musici waarvan ieder één of meerdere handbellen tot zijn beschikking heeft en die op de juiste moment volgens de muziek laten klinken. Maar ook wordt met deze bellen het wisselluiden beoefend opdat ieder weet op welke moment hij later in de toren zijn klok uit de evenwichtspositie moet trekken teneinde haar te laten klinken. Slechts in een enkel geval worden handbellen in een rek gehangen en vervolgens met een hamertje bespeeld

Handbellen beslaan een toonreeks van G (g-groot) tot  $g^5$  met diameters van resp. 350 en 46 mm. Maar in de praktijk worden deze uitersten vrijwel nooit gebruikt. Gewoonlijk beperkt men zich tot één of meer octaven, al naar gelang handbelluiders beschikbaar zijn.

Door met de bel een zwaai te maken wordt deze door de klepel aangeslagen. Een bijzonder veren-mechaniek in de ophanging van de klepel zorgt ervoor dat deze na de aanslag niet tegen de klokkewand blijft rusten en de klank zou afremmen. De klepel zelf heeft een aanslag bestaande uit kunststof die op verschillende hardheden ingesteld kan worden.

Zoals reeds eerder werd gesteld hebben handbellen geen slagtoon. Hun toonhoogte wordt derhalve door de grondtoon bepaald. De bellen hebben een zodanig profiel dat de eerste sterke boventoon op een duodeciem boven de grondtoon ligt. Slechts in uitzonderingsgevallen is dat een grote deciem.

## ☐ **KLOKKENMUSEA**

In deze eeuw zijn in Europa meerdere klokkenmusea opgericht. De belangrijkste klokken- en beiaardmusea die niet tot een klokkengieterij behoren, dus een zelfstandig museum zijn, vindt men in België te Mechelen; in Denemarken te Hammelv; in Duitsland te Apol-



da, Gescher, Greifenstein en Laucha, in Frankrijk te l'Isle Jourdain; in Italië te Cervarese; in Nederland te Asten en Heiligerlee en in Oostenrijk te Wenen. Overigens, ook in Japan en China zijn klokkenmusea te vinden.

Dr. André Lehr

## 📖 LITERATUUR

- L. Boogert, A. Lehr & J. Maassen (ed.), *45 Years of dutch carillons 1945-1990*, Asten 1992, Netherlands Carillon Society.
- W. Ellerhorst, *Handbuch der Glockenkunde*, Weingarten 1957, Verlag der Martinus-Buchhandlung.
- L. von Falkenhausen, *Suspended music. Chime-bells in the culture of Bronze Age China*, Berkeley etc. 1993, University of California Press.
- E.W. van Heuven, *Acoustical measurements on church-bells and carillons*, Delft 1949, thesis Technical University Delft.
- K. Kramer (ed.), *Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde*, Karlsruhe 1986, Badenia Verlag.
- A. Lehr, *The system of the Hemony-carillons tuning*. In: *Acustica*, vol.1, 1951, p.101-104.
- A. Lehr, *De klokkengieters François en Pieter Hemony*, Asten 1959, Eijsbouts.
- A. Lehr, *Middeleeuwse klokkengietkunst*. In: *Klokken en Klokkengieters*, Culemborg 1963, Ned. Klokkenspel-Vereniging.
- A. Lehr, *Van paardebel tot speeklok. De geschiedenis van de klokgietkunst in de Lage Landen*, Zaltbommel 1971, 2de druk 1981, Europese Bibliotheek.
- A. Lehr, *Het middeleeuwse klokkenspel van Bethlehem*. In: *Klok en Klepel*, no.27, december 1981.
- A. Lehr, *the designing of swinging bells and carillon bells in the past and the present*, Asten 1987, Athanasius Kircher Foundation.
- A. Lehr, *The tuning of the bells of Marquis Yi*. In: *Acustica*, vol.67, 1988, p.144-148.
- A. Lehr, W. Truyen & G. Huybens, *The Art of the Carillon in the Low Countries*, Tiel 1991, Lannoo.
- A. Lehr, *A statistical investigation of historical swinging bells in West Europe*. In: *Acustica*, vol.74, 1991, p.97-108.
- A. Lehr, *Campanologie. Een leerboek over klokken en beiaarden*. Mechelen 1995, Koninklijke Beiaardschool 'Jef Denyn'.
- E. Morris, *The history and art of change ringing*, Wakefield, Yorkshire 1974, EP Publishing Limited.
- F.P. Price, *The carillon*, Oxford etc. 1933, Oxford University Press.
- F.P. Price, *Bells and Man*, Oxford etc. 1983, Oxford University Press.
- P. Roozen-Kroon, *Structural optimization of bells*, Eindhoven 1991, thesis Technical University Eindhoven.
- J. Sanderson (ed.), *Change Ringing. The history of an English art*, s.l. 1987, The Central Council of Church Bell Ringers.
- M. Schilling, *Glocken. Gestalt, Klang und Zier*, Dresden 1988, Verlag der Kunst.

- A. Schoofs: *Experimental design and structural optimization*, thesis Technical University Eindhoven 1987.
- J. Smits van Waesberghe, *Cymbala. Bells in the middle ages*, Rome 1951, American Institute of Musicology.
- K. Walter, *Glockenkunde*, Regensburg/Rom 1913, Friedrich Pustet.
- W. Wilson, *Change ringing. The art and science of change ringing on church and hand bells*, London 1965, Faber and Faber.

## ☐ **FIGUREN EN FOTO'S**

1. chung
2. Chinees klokkenspel
3. chhun yü
4. dotaku
5. Khmer priesterbel met Shiva
6. Indo-Javaanse tempel
7. Assyrische belletje
8. pre-Columbiaanse sonriente met bel
9. Afrikaanse bel
10. boeddhistische klok met boomstam voor de aanslag
11. reeks van Bethlehem
12. octaafklok
13. Gloriosa van Erfurt
14. gietvorm
15. over de kop luiden
16. wisselluiden
17. beieren
18. klokkenspel met speler
19. rechte as en krukas
20. speeltrommel
21. versteekboek
22. beiaardtractuur
23. klavier
24. een typisch beiaardwerk
25. handbel