

17 Niveaumeting

In de categorie van niveaumetingen komen zowel *niveauschakelaars*, welke het overvullen of leeglopen van een tank signaleren, als (analoge) *niveaumetingen* voor. De volgende paragrafen bespreken beide groepen.

17.1 Geleidbaarheid niveauschakelaar voor vaste stoffen

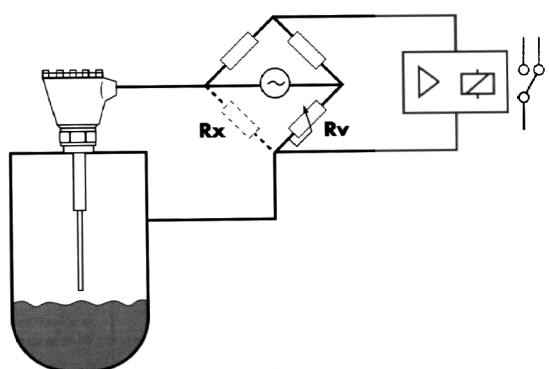
Het overschrijden van een bepaald niveau wordt gemeten door de weerstandverandering tussen sensor en metalen wand of tussen twee sensoren t.g.v. de aan-of afwezigheid van een geleidend product te meten.

In een metalen vat of tank met elektrisch geleidende stoffen wordt een deels geïsoleerde meetelektrode aangebracht (zie figuur 3.38). Indien het product de elektrode nog niet raakt, zal de elektrische weerstand tussen elektrode en tankwand relatief hoog zijn. Wanneer het niveau stijgt en het geleidende product een verbinding maakt tussen elektrode en wand zal de weerstand afnemen. Het verschil in weerstand wordt door een geleidbaarheidsversterker waargenomen. Het doorgeven van het schakelpunt kan, afhankelijk van de gekozen elektronica, op meerdere manieren geschieden. Als er geen metalen wand aanwezig is worden twee sensoren toegepast.

Dit meetprincipe is eenvoudig en relatief goedkoop. Het is eveneens geschikt voor zeer visceuze en schuimvormende producten. Met twee elektroden (of drie in een kunststof tank) is een tweekuntsregeling of pompsturing mogelijk.

De elektroden mogen echter niet vervuilen door vet of niet-geleidende aangroei. Beperkt toepasbaar bij producten met wisselende geleidbaarheid of kleinere geleidbaarheid dan 5 μS .

Nauwkeurigheid: afhankelijk van montage 1 tot 10 mm abs.



Figuur 3.38: Niveauschakelaar op basis van weerstandwijziging tussen de elektrode en metalen wand..

17.2 Tril- en stemvorkniveauschakelaar voor vloeistoffen en vaste stoffen.

De tril- en stemvorkniveauschakelaars bestaan uit een symmetrische trilvork. De basis van de trilvork is een membraan dat weer deel uitmaakt van een inschroefgedeelte of flens (zie figuur 3.39). Hierdoor bestaat de proceszijde uit één stuk metaal. De trilvork wordt via het membraan piëzo-elektrisch op zijn resonantiefrequentie van ca. 400 Hz in lucht voor trilvork en ca. 120 Hz voor stemvork, gebracht.

Trilvork in vloeistoffen

- De dimensionering van de trilvork is dusdanig dat bij onderdompelen in vloeistof de resonantiefrequentie ongeveer 20 % (80 Hz) verschuift. Een ontvangstkristal neemt de resonantiefrequentie op en via een vergelijkingsschakeling wordt een frequentieverschuiving gedetecteerd. De nauwkeurigheid bedraagt 3 tot 5 mm.

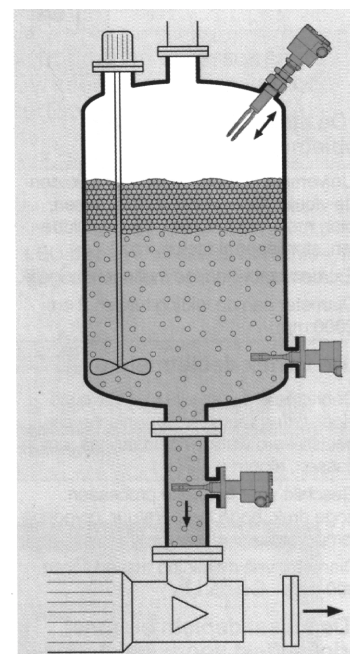
Stemvork in vaste stoffen (poeders)

- Reeds bij geringe demping door vaste stoffen zal de stemvork stoppen met trillen. Stemvorkniveauschakelaars bestaan in korte en buis- of kabelverlengde uitvoeringen. De nauwkeurigheid is, afhankelijk van montage, 10 tot 40 mm abs.

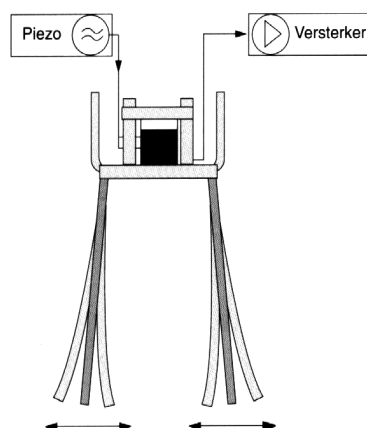
Voordelen: Universeel toepasbaar, geen afregeling nodig en relatief goedkoop. Geschikt voor zeer visceuze producten en onafhankelijk van elektrische eigenschappen van het product. In elke stand te monteren.

Nadelen: Niet geschikt voor zwevende bestanddelen in vloeistoffen groter dan 10 à 12 mm (blijft tussen de vorken zitten).

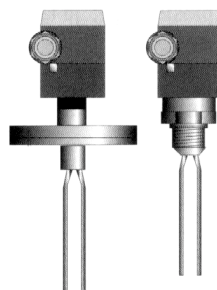
Trilvorkniveauschakelaars worden vooral als (storingsvrije) droogloop- en overvulbeveiliging gebruikt (ter vervanging van oude vlotter systemen).



c)



a)



b)



Figuur 3.39: Voorbeelden van a) opbouw b) uitvoering en c) toepassing van tril- en stemvorkschakelaars.

17.3 Capacitieve niveauschakelaar of -meter voor vloeistoffen en vaste stoffen

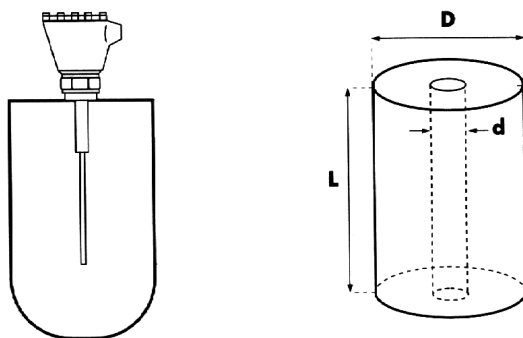
De capaciteitswaarde tussen meetelektrode en tegenelektrode, meestal de wand van tank of silo, door aan- of afwezigheid van product is een maat voor het niveau (zie ook paragraaf 8.5). Deze methode is zowel toepasbaar voor niveauschakelaars als voor niveaumeters. Bij voldoende capaciteif onderscheid tussen twee producten is ook de scheidingslaag hiertussen te meten.

Voordelen: Voor vloeistof en vaste stof, geen bewegende delen, hoge druk en temperatuurbestendig en in zeer agressieve producten toepasbaar.

Nadelen: Beperkt toepasbaar bij (niet geleidende) wisselende producten.

De nauwkeurigheid is voor schakelaar 5 tot 25 mm abs en voor niveaumeters 0,5 - 1% van SE.

Toepassingen: Capacitieve niveauschakelaars worden vooral gebruikt voor detectie of alarmering van vaste stoffen in de levensmiddelenindustrie, de veevoederindustrie, zand, grind, cement en in de bulkchemie. Capacitieve sensoren zijn er in diverse uitvoeringen: kleine, staaf- of kabelversies afhankelijk van hun toepassing en montage mogelijkheden. Met PTFE of PFA als sensormaterialen worden capacitieve sensoren veelvuldig in de chemie toegepast. Keramische isolatie maakt deze sensoren ook geschikt voor zeer hoge drukken en temperaturen. Capacitieve niveaumeters worden uitsluitend toegepast voor vloeistoffen. Veelvuldige toepassing van PTFE of PFA elektrode-isolatie heeft tot gevolg dat capacitieve sensoren ook in de voedingsmiddelenindustrie worden gebruikt. Mede door de geringe vervuiling (geen aangroei) van deze isolatie-materialen zijn ze echter ook bruikbaar in afvalwater, proceswater en drinkwater. Met capacitieve sensoren zijn eveneens scheidingslagen te meten tussen water en koolwaterstoffen in de petrochemie.



Figuur 3.40: Voorbeeld capacitieve niveaumeting.

17.4 Ultrasoneniveaumeter in vloeistoffen en vaste stoffen

Het meetprincipe steunt op de looptijdmeting en reflectie van ultrasone geluidsgolven. Zie hoofdstuk 12. (Niet te verwisselen met RADAR meting zie verder).

- **Voordelen:** Contactloos en geschikt voor wisselende producten (vloeistoffen en vaste stoffen). Is buiten de tank of silo af te regelen en niet afhankelijk van elektrische eigenschappen van het product. Toepasbaar voor zeer kleine tot grote niveauhoogten. Meetbereiken van circa 20 cm tot 45 meter
- **Nadelen:** Het product mag niet te veel schuimvorming geven of te zacht zijn (moet reflecteren). Niet geschikt voor drukken hoger dan ca 3 bar en in vacuüm.
- **Nauwkeurigheid:** 0,2 % van SE.

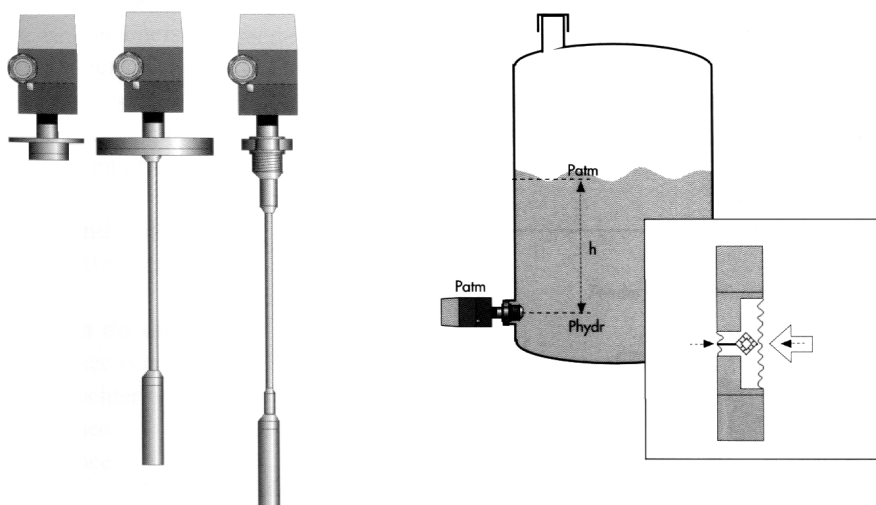
17.5 Hydrostatische niveaumeter voor vloeistoffen

Deze meter meet de hydrostatische druk van een vloeistofkolom met behulp van een relatieve drukopnemer. De hydrostatische niveausensor bestaat uit een meetmembraan dat praktisch altijd hydraulisch gekoppeld is aan een capacitieve of rekstrookjesopnemer. Bij de capacitieve opnemer wordt de geringe membraanverplaatsing via een condensator gemeten terwijl bij een rekstrookjesopnemer (meestal in dun-filmtechniek) een weerstandvariatie wordt gemeten. Uiteraard meet een hydrostatische niveausensor massa en dus alleen maar een reproduceerbaar niveau bij constante soortelijke massa. Meetbereiken variëren van circa 50 cm tot meer dan 100 meter.

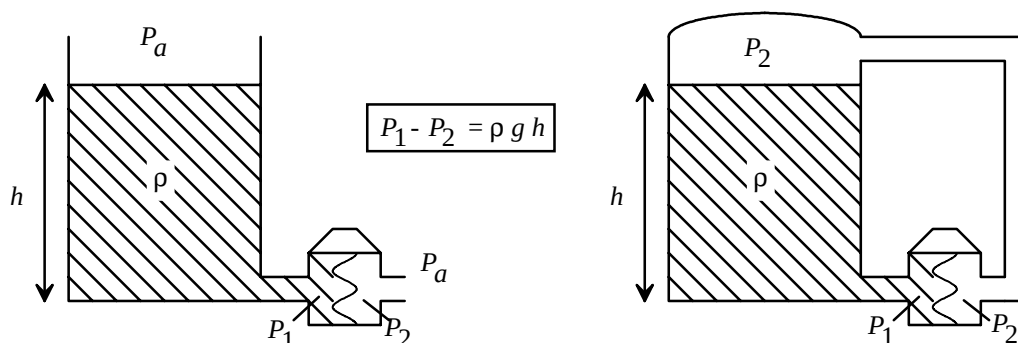
Voordeel: Eenvoudige inbouw en inregeling. Meet massa van de vloeistofkolom in plaats volume. Geschikt voor wisselende productconcentraties (met zelfde massa) en onafhankelijk van elektrische eigenschappen van het product. Is buiten de tank in te regelen en te kalibreren. In compact, buis- en kabelverlengde uitvoering leverbaar.

Nadeel: Meet massa in plaats van volume. Product mag niet uitharden.

Nauwkeurigheid: 0,2% van MW + 0,1 % / 10 K van SE.



Figuur 3.41: Voorbeeld hydrostatische drukmeting.

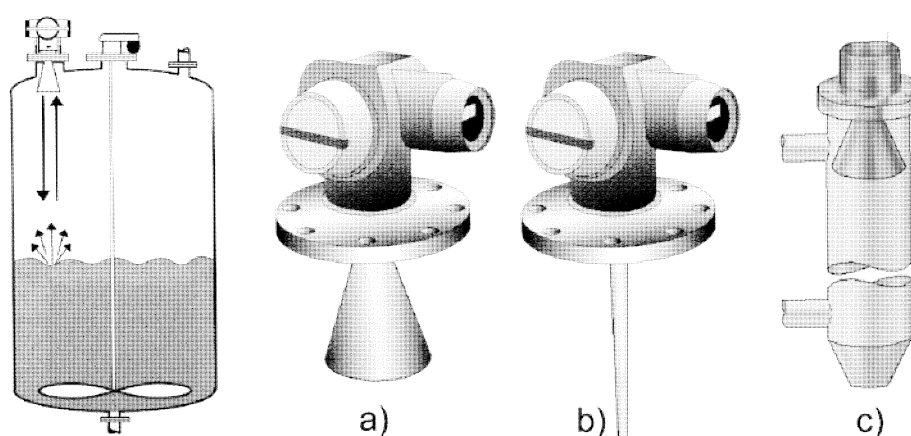


Figuur 3.42: (Hydrostatische) Niveaumeting in open en gesloten tank.

17.6 Microgolf- of radar-niveaumeting in vloeistoffen.

Een radar-niveausensor bestaat uit een gecombineerde zender en ontvanger in het GigaHertz bereik (ISM band), waarmee de looptijd van een uitgezonden en door het vloeistofoppervlak gereflecteerde microgolfpuls (elektromagnetische golf) gemeten wordt. De looptijd is een directe maat voor de niveauhoogte in de tank. De voortplantingssnelheid van microgolven is niet afhankelijk van druk, temperatuur, dampvariaties, stof of nevelvorming. Dit in tegenstelling tot ultrasoon geluidsgolven.

Het te meten product moet echter wel een bepaalde diëlektrische constante bezitten om het onderscheid tussen gas en vloeistoffase mogelijk te maken. Radar-niveausensoren kunnen zowel direct in de tank als in een by-pass worden gemonteerd (zie figuur 3.43). Voor toepassing in agressieve producten is het sensorgedeelte leverbaar in PTFE. Het uitgangssignaal is 4-20 mA.



Figuur 3.43: Voorbeeld RADAR niveaumeting: a) uitvoering voor proces tank, b) voor buffer - of stockage tanks en c) in (bestaande) by-pass.

Voordelen:

Contactloos en geschikt voor wisselende vloeistoffen. Geschikt voor vacuüm, hoge drukken (64 bar) en sensortemperaturen (250 °C). Hoge nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid. Toepasbaar bij grote niveauhoogten (tot 35 m).

Nadelen:

Signaalverlies door turbulentie, schuimvorming of hoge diëlektrische constante (groter dan 2) van het product leiden tot een kleiner meetbereik.

Toepassingen:

Bij praktisch alle vloeistoffen in de chemie of op schepen in grote opslagtanks met (wisselende) chemicaliën. Voor meetbereiken van circa 1 tot 35 meter. Vooral daar waar door turbulentie, aangroeimogelijkheden, vacuüm, druk of hoge temperatuur contactloos meten de voorkeur geniet. Geschikt voor het meten van zeer agressieve, visceuze of klevige stoffen onder zware procescondities. Ook toepasbaar als zeer nauwkeurige afstandsmeting in stoffige omgeving.

Nauwkeurigheid: 0,1% van SE

17.7 Microgolf- of radar-niveaumeting en -schakeling in vaste stoffen.

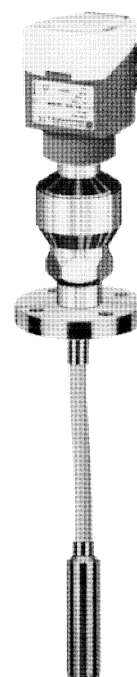
Niveaumeting in vaste stoffen of poeders tot korrelgroottes van 20 mm kan gebeuren door de looptijd van een microgolf te meten die door een kabel geleid wordt. De intersectie van de kabel met het productoppervlak weerkaatst de microgolf t.g.v. de verandering van diëlektrische constante. Figuur 3.44 geeft een uitvoeringsvoorbeeld.

Dit meetsysteem biedt volgende voordelen:

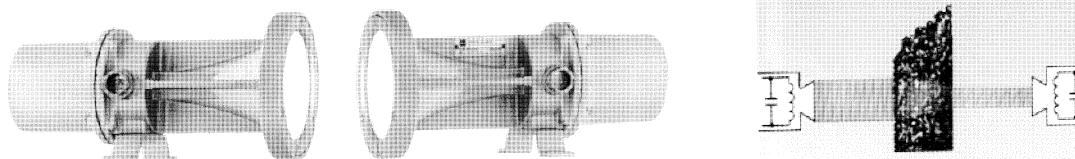
- ongevoelig voor veranderingen in producteigenschappen
- ongevoelig aan vochtigheid, stof, aankleving, druk of temperatuur
- geschikt voor alle vaste stoffen (bloem, cement, granen, kalk, zand, ... met een korrelgrootte kleiner dan 20 mm).

De maximale meetafstand bedraagt 20 m, de maximale temperatuur 120 °C.

Meting van vaste stoffen met grotere korrelgroottes gebeurt best contactloos met ultrasone golven.



Figuur 3.44: Levelflux. van E&H.



Figuur 3.45: Voorbeeld: microgolfniveauschakelaar voor grofkorrelige vaste stoffen.

Naast de (geleide) microgolfmeting zijn er ook microgolfniveauschakelaars, waarvan een voorbeeld gegeven in figuur 3.45. De zender van de microgolfschakelaar zendt een hoogfrequente radarstraling uit. De ontvanger aan de tegenliggende zijde meet de stralingsintensiteit. Afhankelijk van de productsamenstelling en -hoeveelheid wordt de straling verzwakt of geheel geabsorbeerd, hetgeen de schakelversterker activeert.

De radargolven penetreren niet door metallische of geleidende materialen. Bij metalen tankwanden is derhalve een 'venster' uit kunststof, keramiek of glas noodzakelijk.

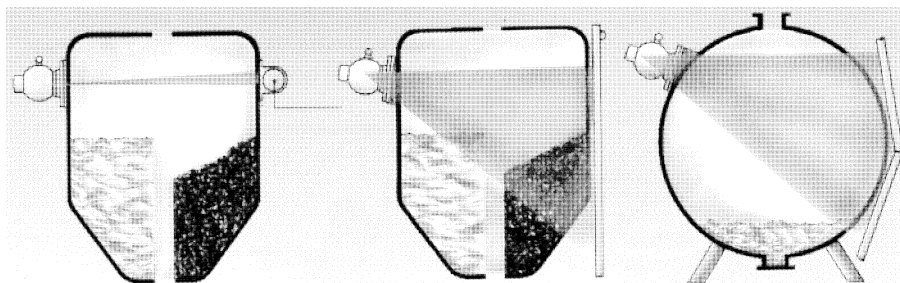
De microgolfschakelaar is een onderhoudsvrij meetsysteem, niet beïnvloed door stof, damp of vervuiling. De zender en ontvanger kunnen enkele meters uit elkaar geplaatst worden. Dit meetprincipe is ook toepasbaar voor telling van stukgoed of positionering van objecten.

Het zendvermogen is zo gering dat geen enkel gevaar bestaat voor personen die zich permanent in de directe omgeving van de zender bevinden.

17.8 Gammastraalniveauschakelaar en -meting

Een gammameting is opgebouwd uit een zender en een ontvanger, elk aan tegenliggende zijde gemonteerd. De zender is in dit geval een radioactief isotoop dat zuivere gammastraling uitzendt. De stralingsbron, kobalt 60 of cesium 137, is in een hermetisch gesloten capsule verpakt. De capsule wordt in een afsluitbare bronhouder gebracht. De detector (een Geiger -Müller telbuis) meet aan de andere zijde, bij een geopende bronhouder en geen productbedekking, een geringe stralingsintensiteit. Zodra zich tussen bron en detector product ophoopt, daalt de stralingsintensiteit en detecteert de meting dit als een niveaustijging. De preparaatsterkte, de gevoeligheid van de detector en eventuele afscherming worden zo berekend dat ook aan de detectorzijde geen enkel stralingsgevaar optreedt, zelfs niet bij een lege tank.

Voor een continue niveaumeting en een enkelvoudige niveausignalering worden verschillende types detectoren ingezet. Figuur 3.46 geeft een voorbeeld.



Figuur 3.46: Voorbeeld: gammastraalniveauschakelaar en -meting in silo en liggende cilindrische tank.

De gammameting wordt eigenlijk alleen dan toegepast, als alle andere meetprincipes het laten afweten. Moeilijke procescondities en inbouwsituaties zijn aanleiding voor het inzetten van de contactloze gammameting. Voorbeelden van deze extreme procescondities zijn:

- hoge temperatuur
- hoge druk
- zeer giftige stoffen
- grofstoffelijke stortgoederen
- aangroeiende en visceuze media

en natuurlijk alle mogelijke combinaties hiervan.

Toepassing in de voedingsindustrie is toegestaan daar zuivere gammastraling het product niet kan besmetten. De te meten producten mogen zelf niet radioactief zijn en de dichtheid van het product dient zich duidelijk te onderscheiden van die van lucht.

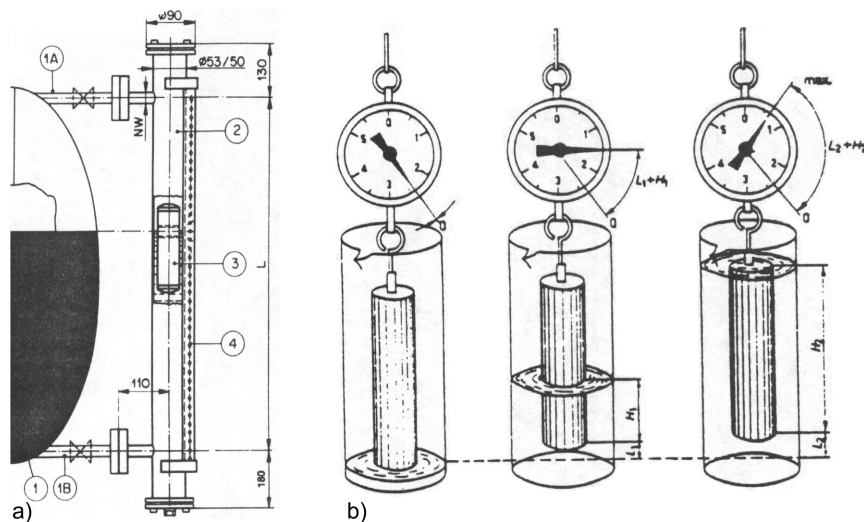
Opmerking: *Kobalt 60* heeft een groot doordringingsvermogen, wat het mogelijk maakt grote afstanden of dikke tankwanden te doorstralen. Dit preparaat wordt hoofdzakelijk voor niveauschakelaars gebruikt. *Cesium 137* waarborgt een lange inzetijd zonder tussen afregeling. De absorptiekenmerken van cesium is beter voor een lineaire niveaumeting.

De *halfwaardetijd*, dit is de tijd nodig voor een bron om tot op de helft van haar oorspronkelijke stralingsintensiteit te vervallen, bedraagt 5,3 jaar voor kobalt 60 en 32 jaar voor cesium 137.

17.9 Overige niveaumeettechnieken

Naast de reeds besproken niveaumeettechnieken zijn er nog:

- ♦ metingen via peilstok (bij vaste stoffen)
- ♦ meting via peilglazen (by-pass) (bij vloeistoffen)
- ♦ vlotterniveaumeting (bij vloeistoffen)
- ♦ gewichtmeting van gevulde tank, bv. via rekstrookjes
- ♦ draaivleugelschakelaar (bij vaste stoffen)



Figuur 3.47: Voorbeelden van vlotter-niveaumeting.

Tabellen 3.7 en 3.8 op de volgende pagina's geven een vergelijkend overzicht tussen de verschillende niveauschakelaars en niveaumetingen.