

## Cleanroom

Een cleanroom is een omgeving, die vooral gebruikt wordt voor industriële productie of wetenschappelijk onderzoek, waarbij een zo laag mogelijke hoeveelheid vervuiling, zoals stof, in de lucht aanwezige micro-organismen, fijn stof of chemische dampen aanwezig mag zijn. Of anders gezegd, een cleanroom heeft een gecontroleerde hoeveelheid vervuiling wat gespecificeerd wordt door het aantal deeltjes per kubieke meter van een specifieke omvang. Bijvoorbeeld in een typische stedelijke omgeving bevat de lucht 35 miljoen deeltjes per kubieke meter met  $0,5\ \mu\text{m}$  of groter in diameter. In een standaard cleanroom van bijvoorbeeld ISO-5 zijn er maar 3520 deeltjes van die diameter aanwezig, dit is dus zo'n 10.000 maal "cleaner".

### Overzicht

Cleanrooms bestaan in allerlei vormen en afmetingen. Gehele fabricage faciliteiten kunnen aanwezig zijn in een cleanroom met oppervlaktes van duizenden vierkante meters. Cleanrooms kunnen ook slechts enkele vierkante meter groot zijn, of slechts zo groot als een grote werktafel (flowbench). De meeste cleanrooms hebben een verticale luchtstroom, sommige zijn zeer hoog (bvb. bij de bouw van satellieten) en hebben dan dikwijls een horizontale luchtstroom. Cleanrooms worden vooral gebruikt bij de fabricage van halfgeleiders of geneesmiddelen. Maar ook in andere industrieën zoals de biotechnologie, de biologie, de optica, de productie van zonnecellen, de ruimtevaart worden cleanrooms gebruikt om producten of processen te beschermen. Meer recent maakt ook de voedingsindustrie meer en meer gebruik van cleanroom technieken. Een betere controle van het productieproces kan de houdbaarheidsdatum van bereide gerechten of verse producten in belangrijke mate verlengen; ook de strengere controle op kwaliteit leidt tot strengere omgevingsseisen tijdens de productie. Cleanrooms worden daar gebruikt waar er gevaar is voor contaminatie (vervuiling) van het product.

De lucht die van buiten de cleanroom inkomt wordt gefilterd van stofdeeltjes. De lucht in de Cleanroom wordt permanent gewisseld en gefilterd door middel van HEPA (99,97% efficiënt) en ULPA (ultra low penetration air; 99,999% efficiënt) filters om interne vervuiling te verwijderen.

Medewerkers gaan een cleanroom binnen door middel van een luchtsluis (waar soms ook een een luchtdouche aanwezig is), en ze dragen kleding zoals speciale mutsen of een hoofdkap, schoenen of overlaarzen, een soort over-all en soms ook mondkappers. Deze kleding dient niet om zichzelf te beschermen maar wel om de producten te beschermen die zich in de cleanroom bevinden of die er gemaakt worden. Voor ze de cleanroom binnen gaan moeten de cleanroomgebruikers over een kleefmat stappen, hierop blijven de deeltjes achter die zich aan de zolen van hun overlaarzen bevinden. De kleding die de gebruikers dragen wordt regelmatig gewisseld, afhankelijk van de cleanroom klasse kan dit enkele malen per dag zijn of enkele malen per week. Deze kleding wordt gewassen in een speciale cleanroom wasserij.

Gereedschap en meubels in een cleanroom zijn speciaal ontworpen om zo min mogelijk vervuiling te produceren. Daarnaast zijn er ook speciale materialen zoals stofarm papier, speciale stofarme wipes, poedervrije handschoenen, alles om zo weinig mogelijk stofdeeltjes of vezeltjes te produceren. De concentratie van stofdeeltjes wordt gemeten met een deeltjesteller (particle counter). De stofdeeltjes die gemeten worden zijn tussen 0,1 en 5 micron groot en zijn met het blote oog niet zichtbaar. Het menselijk oog ziet deeltjes vanaf ongeveer 30 micron.

In cleanrooms is de luchtdruk hoger dan die van de omgeving. Als er dan sprake is van lekken, dan lekt er enkel en alleen lucht naar buiten toe, maar vuile lucht kan niet naar binnen.

De HVAC (een luchtbehandelingssysteem) van een cleanroom zorgt er (soms ongewild) voor dat relatieve vochtigheid van de ruimte op een laag niveau blijft. Hierdoor zijn extra maatregelen nodig om elektrostatische ontladingen te voorkomen.

### Cleanroom classificatie

Cleanrooms zijn geclassificeerd door middel van het aantal deeltjes van een maximale omvang per hoeveelheid lucht. (NB de Fed. Std. 209 is al jaren geleden afgeschaft en er kan dus niet meer naar worden verwezen.) De nummers verwijzen naar de ISO 14644-1 standaard waarbij op logaritmische schaal het aantal deeltjes van  $0,1\ \mu\text{m}$  of groter wat toegestaan is per kubieke meter lucht. Een voorbeeld, een ISO klasse 5 cleanroom mag maximaal  $10^5 = 100.000$  deeltjes van  $0,1\ \mu\text{m}$  of 3520 deeltjes van  $0,5\ \mu\text{m}$  per  $\text{m}^3$  lucht bevatten.