

KUNSKAPSGUIDE

## Luft- och partikelavskiljning



Den här kunskapsguiden ger dig en pedagogisk översikt över ämnet luft- och partikelavskiljning. Guiden behandlar allt som är bra att tänka på, för att du ska kunna välja rätt lösning för just ditt behov. Lär dig mer nedan.

# Innehållsförteckning

## 1. INLEDNING

- 1.1 Luft och partiklar i system
- 1.2 Vad är lösningen?

## 2. TEORI

- 2.1 Henrys lag
  - 2.1.1 Henrys lag i vardagen
    - 2.1.1.1 Temperatur
  - 2.1.2 Tryck
- 2.2 Hur gaser hamnar i slutna värme- och kylsystem
- 2.3 Risker med gasproblem i värme- och kylsystem
  - 2.3.1 Driftstörningar
  - 2.3.2 Förkortad livslängd på systemets komponenter
  - 2.3.3 Försämrade energiöverföring och ökad energianvändning
- 2.4 Partiklar och smuts

## 3. LAGAR OCH REGLER

- 3.1 SS-EN 12828
- 3.2 VDI 2035

## 4. PRAKTISKA EXEMPEL

- 4.1 Värmesystem
- 4.2 Kylsystem

## 5. PRODUKTGUIDE

- 5.1 Avskiljare
  - 5.1.1 Toppavluftare
  - 5.1.2 Luftavskiljare
  - 5.1.3 Partikelavskiljare
  - 5.1.4 Luft- och partikelavskiljare
- 5.2 Avgasare
  - 5.2.1 Undertrycksavgasare

## 6. ORDLISTA

## 7. KONTAKT

# 1. Inledning

## 1.1 Luft och partiklar i system

---

I de flesta värme- och kylsystem utförs någon typ av driftoptimering. Det vanliga är att man tittar på komponenterna i systemet, men glömmer bort luft och partiklar i energibärande media. Det är olyckligt eftersom luft och partiklar gör det svårt att hålla rätt temperatur, orsakar oljud i pumpar och i rörsystemet, ökar risken för rost på komponenter och gör det svårt att uppnå en god cirkulation.

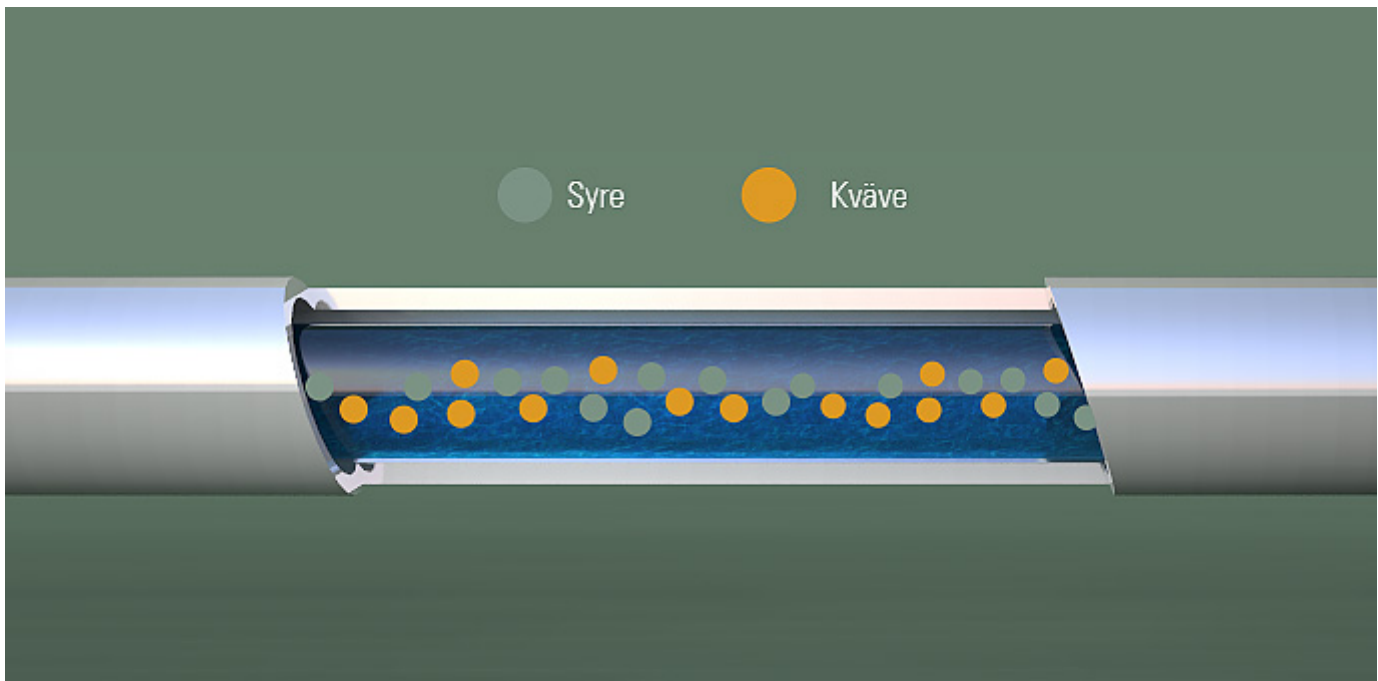
## 1.2 Vad är lösningen?

---

Det finns en rad mekaniska och tekniska lösningar för att separera gaser och partiklar från ett system. Luftavskiljare, partikelavskiljare eller kombinerad luft- och partikelavskiljare tar bort gas i form av mikrobubblor från vätskan och fångar upp fasta partiklar för avskiljning. Undertrycksavgasare är en dynamisk anläggning för vakuumavgasning som kan sänka den totala gashalten i fluiden till nära noll.

## 2. Teori

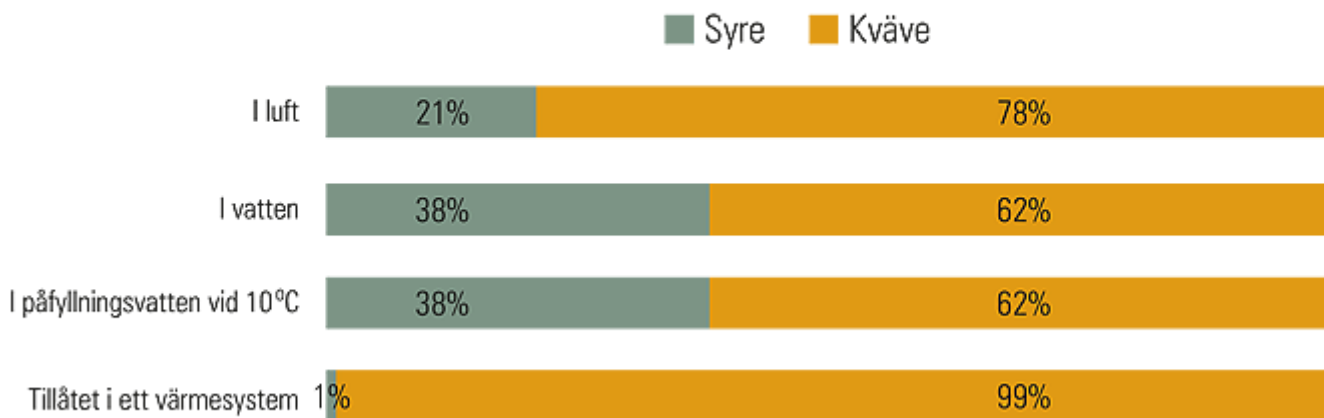
Luft består till största delen av syre och kväve. De gör att syre och kväve är de gaser som främst är lösta i vatten. I varje droppe vatten finns det en viss mängd lösta gaser. Gaserna löses i vattnet från atmosfären vid vattenytan genom naturens egna fysikaliska lagar. Mängden lösta gaser i en vätska avgörs av dess partialtryck ovanför vätskans yta och vätskans temperatur.



**Syre** i ett värme- eller kylsystem reagerar fort med tillgängliga ämnen i systemet. Syrgas är väldigt reaktionsbenägen. I ett nytt system värmesystem av stål beräknas större delen av syret ha reagerat under de första 12 timmarna i drift. Det leder till korrosion och smuts i systemet. Syrehalten brukar vara lägre än rekommenderat värde, eftersom syret i systemet har reagerat genom korrosion.

**Kväve** är en inaktiv gas. Det betyder att den inte förbrukas i kemiska reaktioner på samma sätt som syrgas. I stället ackumuleras kvävet i systemfluiden, vilket ger gas- och cirkulationsproblem. Till viss del kan kväve lösas i fluiden. När kvävehalten ökar uppstår fria bubblor i fluiden. Bubblorna ansamlas i systemet och leder till cirkulationsstörningar och avbrott. De fria bubblorna kan förstärka erosionen, fräta bort korrosionshämmande skyddsskikt samt öka slitaget på pumpar och ventiler.

## Förhållandet mellan halt



Problemet med gas i värme- och kylsystem är inte en engångsförekomst. Gas tillförs kontinuerligt genom påfyllning av systemvatten. Ett vätskeburet system är inte heller helt slutet. Luft kommer till exempel in genom komponenter i systemet.

För att förstå varför problem uppstår måste man förstå fluidens fysikaliska egenskaper. Att gaser kan lösas i en vätska beror på att fluidens molekyler ligger långt från varandra. Det gör att det finns plats för gasmolekyler mellan dem.

### 2.1 Henrys lag

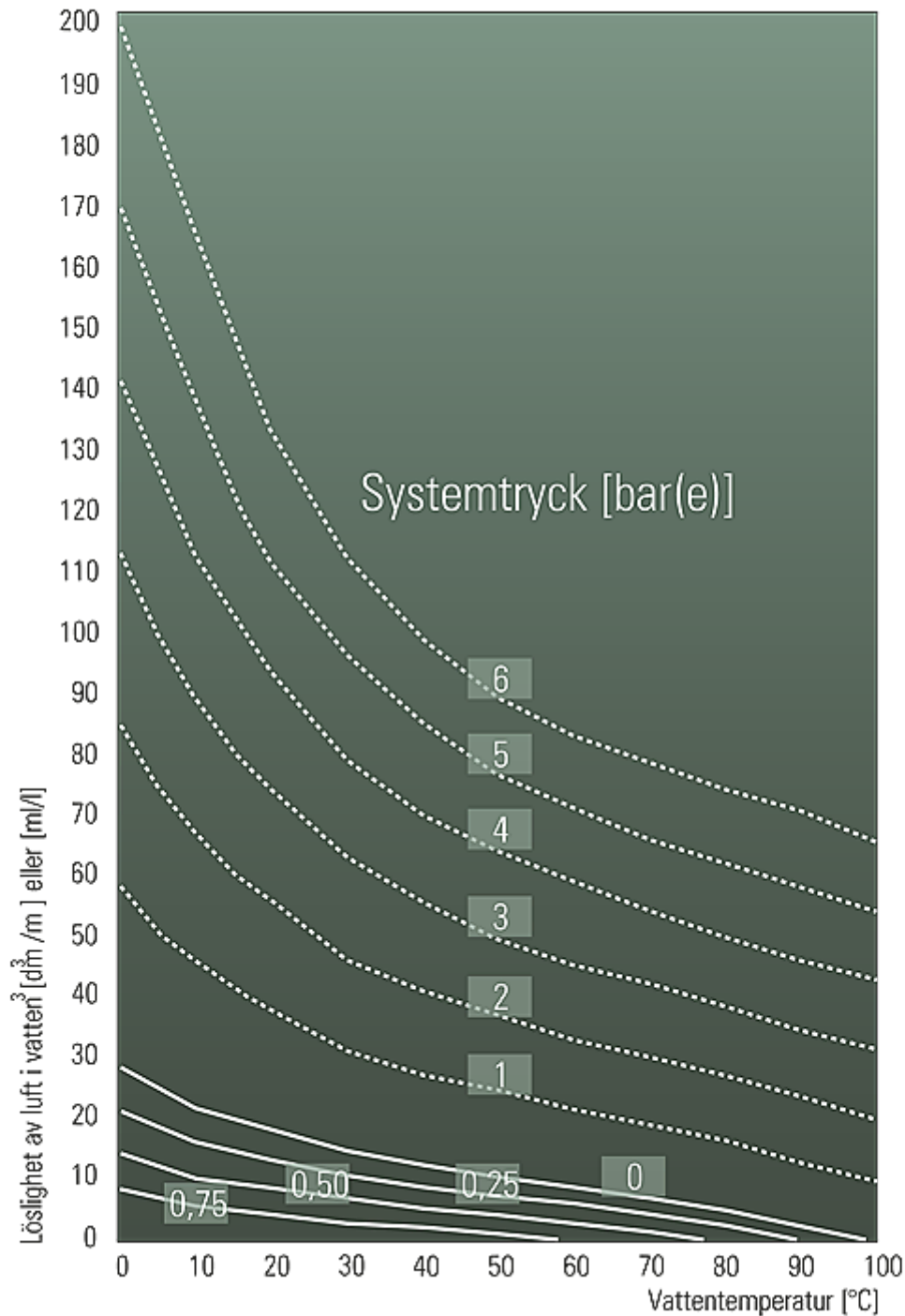
Henrys lag beskriver fenomenet av gasers löslighet i en fluid och lyder:

*Mängden gas som kan lösas i en vätska vid en given temperatur är direkt proportionell mot gasens partialtryck.*

Det betyder att:

- Om partialtrycket ökar över en vätska av en gas, ökar lösligheten av gasen i vätskan.
- Om partialtrycket sjunker över en vätska av en gas, sjunker lösligheten av gasen i vätskan.
- Löslighet av en gas i en vätska ökar om vätskans temperatur sjunker vid ett angivet tryck.
- Löslighet av en gas i en vätska minskar om vätskans temperatur ökar vid ett angivet tryck.

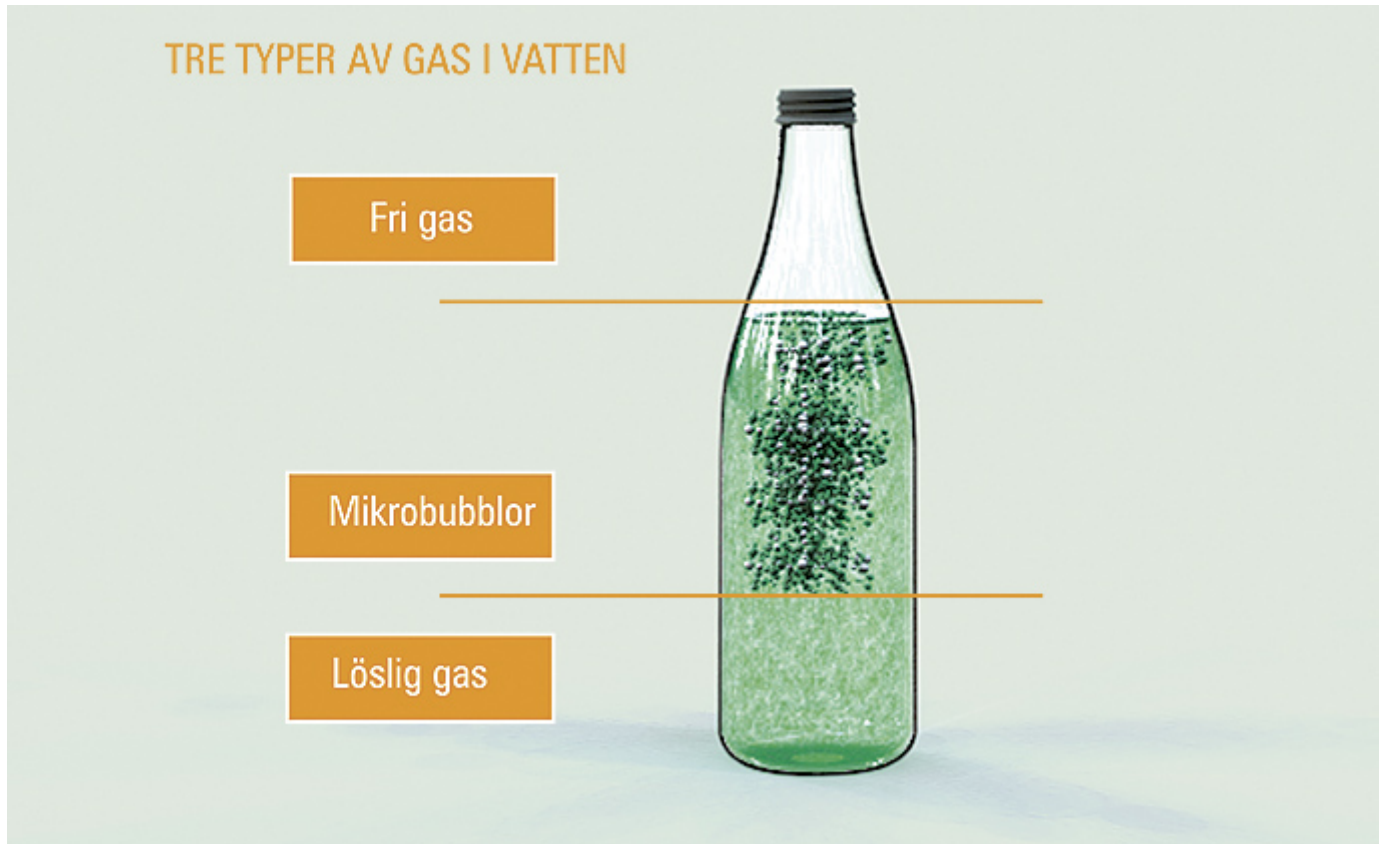
Diagrammet visar hur lösligheten förändras beroende på temperatur och tryck.



### 2.1.1: Henrys lag i vardagen

Gas och luft kan förekomma i tre tillstånd i värme- och kylsystem. Det **första** tillståndet är som fri gas. Luftfickor uppstår i höga punkter i systemet, eftersom systemtrycket och vattentrycket är lågt där. Det får fria bubblor att stiga uppåt. Det **andra** tillståndet är som mikrobubblor i systemvätskan. Tillståndet uppstår när gränsen för gaslöslighet är nådd och vätskan har blivit mättad på gas. Det **tredje** tillståndet är lös gas, som normalt förekommer i systemfluiden och

tillförs systemet genom påfyllning. Baserat på gasens tillstånd i fluiden väljs lämplig teknisk lösning för att avskilja den.



Att göra någonting så vanligt som att koka vatten, eller att öppna en flaska kolsyrat vatten, visar att Henrys lag verkligen existerar. Det är tydligt att tryck och temperatur hänger ihop.

Temperatur

Tänk dig att du ska göra dig en kopp te. Du tappar upp kallt kranvatten i en kastrull för att värma upp det. Det kalla vattnet är helt klart och fritt från synliga gasbubblor. När uppvärmningen startar kommer du nästan omedelbart att se gasbubblor stiga från kastrullens botten. Ju mer temperaturen ökar, desto fler blir bubblorna – för att bli som allra flest precis innan vattnet börjar koka.



## Tryck

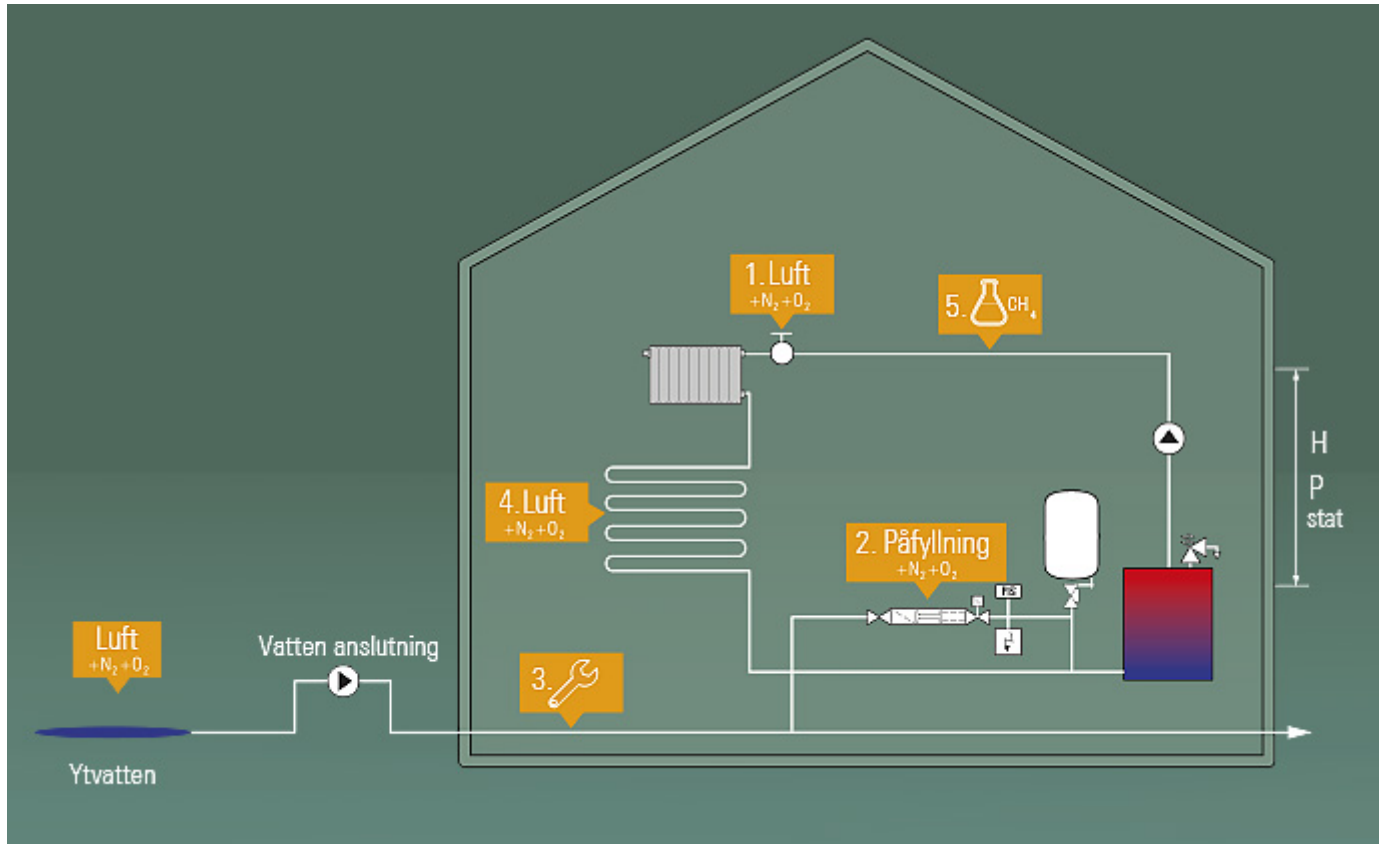
Du tar fram en oöppnad flaska kolsyrat mineralvatten. Innan du öppnar den ser du, liksom i föregående exempel, att vattnet är klart och fritt från synliga bubblor. När du sedan skruvar av kapsylen bildas bubblor som oavbrutet kommer att stiga upp till ytan. I en oöppnad flaska råder ett visst övertryck som gör att kolsyran hålls löst i vätskan. När kapsylen öppnas sker en trycksänkning och då vill vätskan avge en viss mängd fri gas i form av bubblor – i det här fallet kolsyra.





## 2.2 Hur gaser hamnar i slutna värme- och kylsystem

Alla välfungerande värme- och kylsystem är vätsketäta men inte nödvändigtvis lufttäta. Gaser kan hamna i systemet på olika sätt och i de flesta system används vatten som energibärande fluid. Här tar vi upp fem typfall:



Den vanligaste orsaken till att luft tränger in i ett system är att **(1) underhåll och tryckhållning utförs felaktigt**. Otillräcklig tryckhållning ger luften möjlighet att tränga in i systemet. Därför är det viktigt med välfungerande tryckhållning för att säkerställa att det inte uppstår undertryck, kavitation och ång- eller gasbildning i röret under alla driftförhållanden.

Av olika skäl uppstår behov av **(2) påfyllning eller eftermatning av ett värme- och kylsystem**. Oftast använder man tappvatten. Vattnet är mättat på gaser (enligt Henrys lag cirka 11 mg/l syre och 18 mg/l kväve). På så sätt hamnar gaser i systemet.

Vid **(3) reparation innesluts luft i anläggningen som inte avluftas ordentligt**. När anläggningen har ett högre tryck löses luften i systemvatten. Gashalten ökar betydligt och det är vanligt att man får driftstörningar på grund av gas efter reparationer. Det kan vara svårt att identifiera att problemet beror på en reparation, eftersom gaser transporteras med systemvatten och hamnar i högt belägna punkter.

Skillnaden i koncentration mellan gaser i luft och vatten driver **(4) diffusion av gaser genom systemets komponenter**. När syret reagerar i systemet är koncentration av syre nära noll i systemfluiden. Det ökar diffusionskraften mellan luften och systemfluiden. Komponenter av

metall i ett värme- och kylsystem har näst intill försumbar permeabilitet (genomsläpplighet). Däremot har plast, gummi och tätningsmaterial god genomsläpplighet.

I slutna värme- och kylsystem kan gaser bildas genom **(5) kemiska reaktioner och korrosion**. Gasbildning beror av följande: materialkombination, vattenkvalitet, tillsatser, tryck och temperatur. De gaser som kan hittas i systemfluiden är vätgas och metan.

## 2.3 Risker med gasproblem i värme- och kylsystem

---

Gas i systemfluiden kan ge följande konsekvenser:

- Driftstörningar.
- Förkortad livslängd på systemets komponenter.
- Försämrade energiöverföring och ökad energianvändning.

### 2.3.1: Driftstörningar

---

Oberoende av hur luften hamnar i systemet ger den upphov till driftstörningar på ett eller annat sätt.

Det vatten som cirkulerar i ett värme- eller kylsystem utsätts ständigt för tryckvariationer. I den lägsta delen är trycket högst på grund av det statiska trycket, eftersom trycket sjunker ju högre upp man kommer i systemet. Den fria luften ställer sig i anläggningens högsta del och ger driftstörningar.

Exempel på driftstörningar till följd av luft i systemet är oljud i pumpar och armaturer, smuts och korrosion (sätter igen känsliga delar i komponenter) och nedbrytning av köldbärare som glykol (ger kortad livslängd och tätare påfyllning av media).

Kalla element på översta våningen i ett höghus, ojämn temperaturfördelning och kluckande ljud är kännetecknen på att det finns gaser i systemet.

### 2.3.2: Förkortad livslängd på systemets komponenter

---

Gas i fluiden förstärker erosionen och fräter bort korrosionshämmande skikt från komponenter. Att ta bort gaser från systemet minskar risken för korrosion och komponentslitage.

### 2.3.3: Försämrade energiöverföring och ökad energianvändning

---

Ökad gaskoncentration i värme- och kylsystem minskar energiöverföringen och får energikostnaden att stiga. Den fria gasen bildar ett isolerande skikt som försämrar värmeöverföringen. Sänks mängden lösta mikrobubblor i systemfluiden behöver pumparna inte jobba lika hårt.

Genom att öka värmeöverföringen sjunker returtemperaturen på systemfluiden. Det minskar primärflödet i systemet.

Utöver de energibesparingarna finns fördelar med minskat behov av att lufta och fylla på systemet.

## 2.4 Partiklar och smuts

---

Utöver gas i värme- och kylsystem har även partiklar och smuts en negativ påverkan på prestanda och livslängd. Korrosion som har orsakats av gaser, specifikt syre, och föroreningar till följd av gamla eller dåligt rengjorda rörledningar samt kalkavlagringar kan bilda smuts och slam i systemet. Genom att ta bort partiklar och smuts från systemet minskar risken för driftstörningar.

Syre i systemet reagerar inom ett par timmar och ger upphov till korrosion. Tack vare den korta reaktionstiden påverkas inte energiöverföringen. Däremot bildas partiklar och smuts vid korrosion som fastnar på innerdelar i rör och komponenter och bildar en isolerande yta.

Öppna tryckhållningssystem påverkar energiöverföringen negativt, eftersom syre kan nå systemet utan större hinder. Därför bör man välja slutna tryckhållningssystem eller öppna system med bälg.

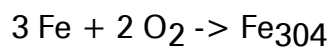
Partiklar och smuts uppkommer i huvudsak som resultat av korrosion. Förutom den korrosion som uppkommer när syret reagerar kan korrosion även uppstå med aluminiumkomponenter i systemet om fluidens pH-värde  $< 8,5$ .

Det ger följande effekter:

- Lägre cirkulation till följd av beläggningar på komponenter. Igensättning av armaturer, särskilt vattenmätare. Sämre värmeöverföring från värmeöverförande ytor. Risk för överhettning som leder till materialförstörning.
- Ökat slitage på ingående komponenter till följd av suspenderade partiklar. Sådana sänker livslängden på komponenter genom abrasion (mekanisk nötning) av material – speciellt i högflödessystem. Styrkomponenter, pumpar och rörböjar är särskilt utsatta.

Du undviker partiklar och smuts i systemet genom att installera partikel- och smutsavskiljare och välja ett slutet system för tryckhållning.

Magnetiska smutspartiklar, så kallad magnetit, uppstår när syre i systemfluiden reagerar med järn från komponenter av järn. Magnetit bildas genom att tre järnatomer reagerar med två syrgasatomer.



Partikelavskiljare med magnetisk insats avlägsnar de ferromagnetiska smutspartiklarna.

## 3. Lagar och Regler

För luft- och partikelavskiljning är den europeiska standarden VDI 2035 och den svensk-europeiska standarden SS-EN 12828 bra att känna till.

### 3.1 SS-EN 12828

---

Svensk standard "SS-EN 12828 Värmesystem i byggnader – Utförande och installation av vattenburna värmesystem" uppmärksammar vikten av god vattenkvalitet i system.

I avsnitt 4.3.2.1 talar man om vikten av god vattenkvalitet för en säker och ekonomisk drift av systemet. Syrehalten tas upp som en viktig parameter och hänvisning görs till VDI 2035.

Standarden "[Värmesystem i byggnader - Utförande och installation av vattenburna värmesystem](https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/bygginstallationer/centralvarme/ssen12828/)" (<https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/bygginstallationer/centralvarme/ssen12828/>) går att köpa och ladda ned via SIS.

### 3.2 VDI 2035

---

Den europeiska standarden uppmärksammar att en ökad mängd lösta gaser i systemfluiden indirekt försämrar energiöverföringen från energiöverförande ytor och därmed ökar energikostnaden. Här presenteras ett riktvärde på 0,1 mg/l halt syrgas i systemfluiden.

De fria gasbubblorna förstärker korrosion, skadar det invändiga korrosionsskyddet på komponenter och ökar slitage av pumpar och ventiler. VDI 2035 är inriktad på att förhindra komponentskador och minimera risken för korrosion.

Standarden tar upp vikten av lufttäta värme- och kylsystem för att förhindra gas i systemfluiden. Valfungerande och slutna tryckhållningssystem är nödvändiga för att undvika problem med gas.

## 4. Praktiska exempel

### 4.1 Värmesystem

---

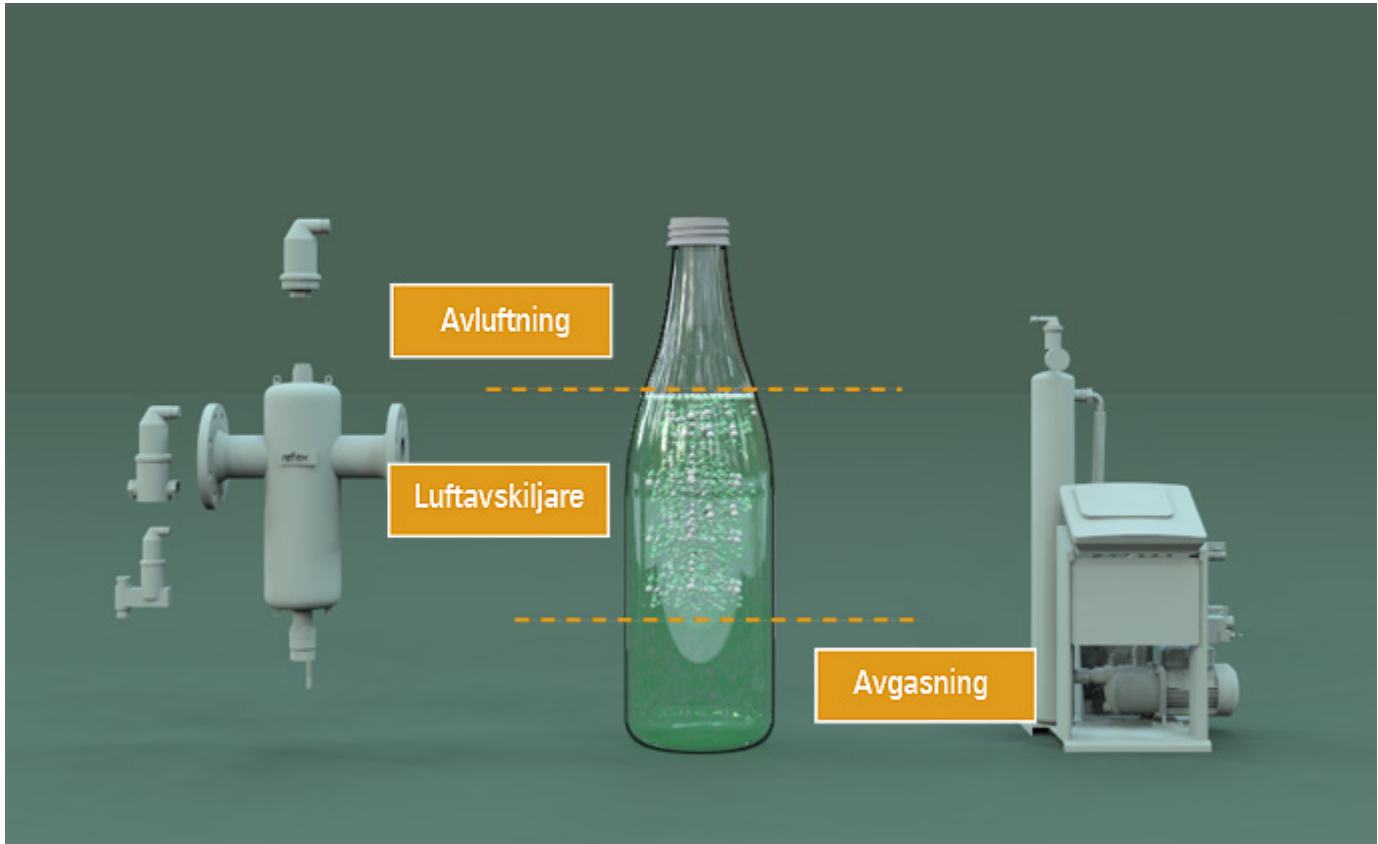
Ett 14-vånings höghus fick problem med värmesystemet på grund av luft i elementen högst upp i huset. Manuell avluftning av elementen löste endast problemet för stunden. För att lösa problemet permanent installerades undertrycksavgasaren Servitec 3. Efter 40 timmar i drift kunde man mäta att halten kväve i systemfluiden minskat från 45 mg/l till 5 mg/l i vätskan. När luftproblemen var åtgärdade upphörde klagomålen från de boende.

### 4.2 Kylsystem

---

I ett kylsystem uppstod det cirkulationsstörningar och nedbrytning av tillsatsen glykol. Vissa kylbafflar slutade att fungera och det blev nödvändigt att fylla på med mer glykol allt oftare. Det indikerar att det finns problem med gaser i systemet. Felsökningen inleddes med att se över utförande och funktion för tryckhållningssystemet. Det visade sig att cirkulationsstörningar hade uppstått på grund av hög kvävehalt i vätskan och att nedbrytningen av glykol berodde på hög syrehalt. Genom att säkerställa funktion och täthet i tryckhållningssystemet samt avgasa med Servitec försvann problemen.

## 5. Produktguide



### 5.1 Avskiljare

#### 5.1.1: Toppavluftare

Den automatiska avluftaren Exvoid T från Reflex avlägsnar luften effektivt från värme- och kylsystem. Avluftaren, som är av flottörtyp, arbetar kontinuerligt i systemet. Gaser från systemet samlas i en flottör/luftkammare av generös storlek. Det förhindrar eventuell smuts i vätskan att nå ventilen för avluftning. När vätskenivån i kammaren sjunker faller flottören. Vid en viss nivå öppnar avluftningsventilen och luften kan passera ut. När vätskenivån återigen stiger lyfter flottören och ventilen stänger. Kombinationen av läckagefri ventil och stor luftkammare gör att man undviker driftproblem och extrema tryckvariationer. Toppavluftare kan med fördel monteras i systemets högpunkter. Det ger bra förutsättningar för att ta hand om luft i exempelvis rörstammar samt god avluftningskapacitet och hög läcksäkerhet.

Film: [Så avskiljs luft och partiklar från systemvätska](#)

[https://www.youtube.com/embed/da\\_XLNtj6Y](https://www.youtube.com/embed/da_XLNtj6Y)

Denna animering visar på ett pedagogiskt sätt hur luft och smutspartiklar avskiljs från systemvätska.

[Toppavluftare AT 8060](#)

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/toppavluftare-at-8060/>

Automatiskt luftavledare med smutsskyddad mekanism.



## 5.1.2: Luftavskiljare

Reflex luftavskiljare Exvoid separerar effektivt fria bubblor från den flödande vätskan i systemet. När vätskan passerar genom avskiljarens volymförstorande hus sänks flödes hastigheten. Det ger den fria gasen möjlighet att avskiljas från vätskan, stiga uppåt och samlas i toppen av huset. En nätkassett i huset förhöjer avskiljningsgraden genom att den är placerad mitt i vätskeflödet därmed kan fånga upp de små bubblorna, så kallade mikrobubblor. En toppavluftare avleder den ansamlade gasen ut i de fria.

Luftavskiljaren ska alltid förses med en avstängningsventil mot systemet. Det gör det möjligt att demontera den felaktiga avskiljaren och ersätta den vid funktionsproblem utan att påverka systemet i övrigt. Rekommendationen är att installera avskiljaren efter värmekällan, till exempel en värmeväxlare, och strax före cirkulationspumpen. För ett kylsystem är rekommendationen att installera avskiljaren före kylmaskinen.

[Luftavskiljare AT 8032](#)

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/luftavskiljare-at-8032/>

Luftavskiljare av mässing. Med gasseparator och smutsskyddad mekanism.





### Luftavskiljare AT 8030

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/luftavskiljare-at-8030/>

Luftavskiljare av stål. Med gasseparator och smutsskyddad mekanism.



### 5.1.3: Partikelavskiljare

Reflex partikelavskiljare Exdirt separerar effektivt smuts och partiklar från den vätskan i systemet. När vätskan passerar genom avskiljarens volymförstorade hus sänks flödes hastigheten. Det ger smuts och partiklar möjlighet att avskiljas från vätskan, sjunka nedåt och samlas i botten av huset. En nätkassett i huset förhöjer avskiljningsgraden genom att den är placerad mitt i vätskeflödet och därmed kan fånga upp de små partiklarna som sedimenteras. Partiklar upp till en minsta storlek på 5 µm separeras effektivt.

Kammaren för ansamling av slam har stor kapacitet. Det ger långa intervall mellan spolningarna. Sedimentet urspolas genom en avtappningskran. Genom att komplettera partikelavskiljaren med en magnetisk insats kan även magnetit avlägsnas från systemet.

### Partikelavskiljare AT 8042

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/partikelavskiljare-at-8042/>

Partikelavskiljare av mässing, med partikelseparator och alternativt med magnetinsats.



### Partikelavskiljare AT 8040

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/partikelavskiljare-at-8040/>

Partikelavskiljare av stål, med partikelseparator och magnetinsats, AT 8040MI, som tillval.



## 5.1.4: Luft- och partikelavskiljare

Reflex luft- och partikelavskiljare Extwin ger en komplett avskiljning av gaser och partiklar genom att kombinera funktioner av en Exvoid och en Exdirt. Det ger en kostnadseffektiv installation med dubbel effekt.

### Luft- och partikelavskiljare AT 8072

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/luft-och-partikelavskiljare-at-8072/>

Automatisk luft- och partikelavskiljare av mässing för horisontell och vertikal installation. Med gas-...



### Luft- och partikelavskiljare AT 8070

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/luft-och-partikelavskiljare/luft-och-partikelavskiljare-at-8070/>

Automatisk luft- och partikelavskiljare av stål. Med gas- och partikelseparator och smuttskyddad mekanism.



## 5.2 Avgasare

### 5.2.1: Undertrycksavgasare

Reflex undertrycksavgasare Servitec skyddar mot gasproblem i såväl stora som små system. Den avgasar aktivt en vätska genom att ta ett delflöde av den flödande vätskan i systemet och avgasa den

under vakuum. Vätskan återvänder till systemet i nästan gasfritt tillstånd. Automatiskt styrda kulventiler garanterar ett konstant flöde oberoende av tryckförändringar. Standardprodukter klarar av att avskilja fria gasbubblor och lösta gaser i systemvolymerna upp till 270 m<sup>3</sup>.

Servitec är förberedd för automatisk påfyllning med läckagevarning. Påfyllning sker med avgasat vatten.

## Film: [Så fungerar undertrycksavgasaren Servitec AT8080](#)

<https://www.youtube.com/embed/VikhK93Bpx0>

Denna animering visar på ett pedagogiskt sätt hur Reflex undertrycksavgasare AT 8080 Servitec fungerar och hur mikrobubblor avskiljs.

## [Undertrycksavgasare AT 8080A](#)

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/undertrycksavgasare/undertrycksavgasare-at-8080a/>

Undertrycksavgasare för system med upp till 50 % frostskyddstillatser. Med pump för driftryck mellan...



## [Undertrycksavgasare AT 8080-40](#)

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/undertrycksavgasare/undertrycksavgasare-at-8080-40/>

Undertrycksavgasare för system med upp till 50 % frostskyddstillatser. Med pump för driftryck mellan...



## [Undertrycksavgasare AT 8080-10](#)

<https://www.armatec.com/sv/produkter/avskiljare/undertrycksavgasare/undertrycksavgasare-at-8080-10/>

Undertrycksavgasare för system med upp till 50 % frostskyddstillatser. Med pump för driftryck mellan...



## 6. Ordlista

### **Luft**

Gasblandning som finns överallt omkring oss i jordens atmosfär.

### **Syrgas**

En färglös, luktfri och smaklös gas som är en förutsättning för liv och vid förbränning.

### **Kvävgas**

Är färglös, luktlös och smaklös. Den är inte brandfarlig, understödjer inte förbränning och är inte livsuppehållande

### **Undertrycksavgasning**

Avskiljning av gaser från vätskan genom trycksänkning nära vakuum.

### **Vakuum**

Är ett fysikaliskt uttryck för ett utrymme som inte innehåller någon materia.

### **Magnetit**

Är en gråsvart järnoxid med formeln  $Fe_3O_4$  som bildas vid korrosion.

### **Korrosion**

Bildas genom en kemisk reaktion mellan ett material (metall) och den omgivande miljön (vatten, innehållande syre)

### **Högpunkt**

Högt belägen punkt i systemet där luft ansamlas

### **Reaktiv gas**

Gas som bidrar till kemisk reaktion

### **Inaktiv gas**

Gas som inte bidrar till kemisk reaktion

### **Partialtryck**

Det tryck som orsakas av en enskild gas i en gasblandning

## 7. Vill du veta mer? Kontakta oss!

Hör av dig till oss

Inga frågor är för små, inga utmaningar för stora.  
Skriv några rader eller ring vår växel.

**Telefon:** 031-89 01 00

**E-post:** [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se)

