

## Grundläggande information om läckagemätning i tryckluftsanläggningar

### Läcksökare LD 500/LD 510

Lokalisera, kvantifiera och åtgärda tryckluftsläckage

LD 500  
uppfyller  
kraven för  
klass I  
instrument i standarden  
"Standard Test Method for  
Leaks using Ultrasonic"  
(ASTM Int. - E1002-05)



”Varje fabrik behöver den, men nästan ingen vet om att tryckluft är en av de dyraste energiformerna. En rationell användning av tryckluft innebär därför stora besparingspotentialer. Ofta koncentrerar sig olika besparingslösningar endast på produktion av tryckluft, dvs. på kompressorer och värmeåtervinning.”

## Användningar med tryckluft:

- processluft
- matningsluft
- produktion av PET-flaskor
- vävstolar
- lackering
- osv.

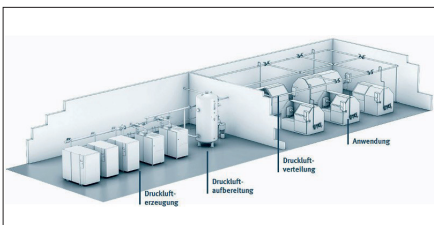
Tryckluft produceras när en kompressor komprimerar omgivningsluften. Om föroreningar i tryckluften kommer i beröring med slutprodukten kan detta leda till större kassation. Ofta blir en sådan lösning, som först verkar vara billig, i slutändan en mycket dyr metod för att producera tryckluft.”

Därför måste användaren tvunget behandla den komprimerade luften efter att den producerats eftersom komprimerad luft innehåller vatten, olja, dammpartiklar och andra föroreningar. Beroende på vilken tryckluftskvalitet som krävs kan dessa ingående ämnen orsaka problem under produktionen och höja driftkostnaderna.

För en fullgod behandling krävs förutom en kompressor, en tank och ett ledningssystem alltså ytterligare komponenter.

Därefter torkas luften med hjälp av en tork som, beroende på torktyp, kan avskilja mer eller mindre fukt och vid behov garanterar en låg daggpunkt.

Dessutom ska den komprimerade luften filteras ren från olja och partiklar. I bild 1 visar ett exempel på hur en tryckluftsanläggning är sammansatt.



**Bild 1 Komponenter i ett tryckluftssystem**

Tryckluftskvalitetsklasserna specificeras i standarden ISO 8573-1. Under förutsättning att dessa industristandarder kan uppfyllas kan risken för ett maskinavbrott sänkas och livslängden för tryckluftskomponenterna höjas. I bild 1 specificeras olika kvalitetsklasser.

CS Instruments tillhandahåller mobila och stationära mätare för tryckluftskvalitetsmätning enligt ISO 8573-1:

- restoljemätning med Oil Check 400 restoljemätare
- fasta partiklar med PC 400 partikel-mätare
- och för daggpunktsmätning FA 510 daggpunktsmätare

som passar till den mobila och stationära dataloggern DS 500.



**Bild 2: DS 500 datalogger med PC 400, OilCheck 400, FA 510 daggpunktsmätare**

Klasse	ISO 8573-1 (2010)				
	Schmutz (Feststoffpartikel) Max. Partikelanzahl je m <sup>3</sup>			Restwasser	Restöl
	0,1 < d ≤ 0,5 µm	0,5 < d ≤ 1,0 µm	1,0 < d ≤ 5,0 µm	DIP	mg/m <sup>3</sup>
0	spezifiziert gemäß Anwendung und besser als Klasse 1				
1	< 20 000	≤ 600	≤ 10	-20 °C	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-40 °C	0,1
3	nicht spezifiziert	≤ 90 000	≤ 1 000	-20 °C	1,0
4	nicht spezifiziert	nicht spezifiziert	≤ 10 000	+3 °C	5,0
5	nicht spezifiziert	nicht spezifiziert	≤ 100 000	+7 °C	25

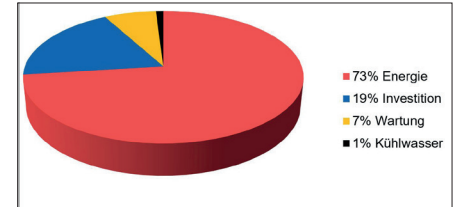
Beispiel: Druckluft der Qualitätsklasse 2.2.2. nach ISO 8573-1	
Partikel	max. 400 000 Partikel max. 6 000 Partikel
Restwasser	0,01 < d < 0,5 µm 0,5 < d < 1,0 µm 1,0 < d < 5,0 µm
Restölgehalt	min. Drucktaupunkt +40 °C max. 0,1 mg/m <sup>3</sup>

**Bild 3: Tryckluftskvalitetsklasser**

När komprimerad och renad luft försvinner vid läckage uppstår merkostnader eftersom denna luft måste produceras på nytt.

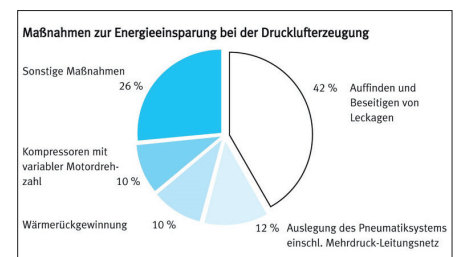
I bild 4 visas den allmänna kostnadsfördelningen i ett tryckluftssystem. Energikostnaderna som uppgår till 73 % motsvarar den högsta andelen av de totala kostnaderna.

Tryckluftsanläggningen ska därför utformas så att den producerade mängden och kvaliteten av tryckluft motsvarar specifikationerna och så att anläggningen uppnår sin maximalt möjliga verkningsgrad.



I bild 5 anges olika besparingspotentialer från Frauenhofer Institut som är möjliga för tryckluftsanschancen. Den högsta besparingspotentialen består i att reducera läckagemängden.

När läckage lokaliseras och åtgärdas kan 42 % av den totala besparingspotentialen i ett tryckluftssystem tillvaratas.



**Bild 5: Besparingspotentialer i en tryckluftsanläggning**

Enligt undersökningar som genomförts av energiagenturen NRW förekommer ofta läckagemängder på 30 %. Dessa leder till en tryckförlust på upp till 2 bar och 50 % ej tillämpad energi.

Detta bekräftas av en studie som Fraunhofer Institut genomfört på uppdrag av Energie-Schweiz. Denna studie påvisar att läckagemängden inom producerande företag uppgår till 15 % till 70 %.

Om vatten läcker ut ur ledning är det lätt att se. Vid tryckluft är detta inte så lätt att känna igen eftersom det typiska ”väsande ljudet” endast kan höras vid mycket stora läckage i en tyst omgivning.

Vid en oftast hög bullernivå i produktionshallar kan det lätt hända att detta inte hörs, vilket innebär att luften som läcker ut inte varseblivs. Ofta är användarna okunniga om de verkliga kostnaderna som orsakas av tryckluftsläckage.

Vi rekommenderar därför att en granskning av läckage genomförs regelbundet så att större läckage kan lokaliseras och därefter åtgärdas.

Ledningssystemet för energi, ISO 50001, definierar en PDCA-cykel för att reducera energikostnaderna inom företag. Denna cykel kan även användas för tryckluftssystem.

PDCA-cykeln ger en kontinuerlig och avsevärd förbättring.

Cykeln startar med en analys av utgångssituationen och en planering (Plan) av lösningsvägar för att realisera konkreta åtgärder (Do).

Själva kontrollen (Check) genomförs med en värdering av graden att målsättningen uppnås i det tillstånd som är avsett att förbättras. Dessutom värderas enstaka genomförda åtgärder.

Resultatet används till att definiera vidare förbättringsåtgärder (Act) för det fall att målet inte har uppnåtts.

Lokaliseringen av läckage fungerar som kontrollverktyg (Phase Check) i det aktuella tryckluftssystemet för att säkerställa att det fungerar effektivt.

Om brister (lokaliserade läckage) konstateras ska dessa genast åtgärdas (Phase Act).

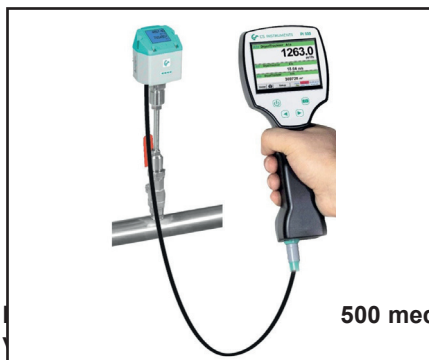


**Bild 6: Energibesparingscykel ISO 50001**

För att bestämma den exakta totala läckagemängden när utgångssituationen (P) analyseras, kan t.ex. en mobil flödesmätare PI 500 med volymflödesmätare VA 500 användas.

Läckaget resp. tryckluftsförlusten mäts upp och registreras medan produktionen står stilla.

Med hjälp av utvärderingsprogramvaran CS Basic kan läckage resp. förbrukningsdata för tryckluft analyseras exakt.



En annan mätningmöjlighet består i att mäta upp tryckfallet under en definierad tid vid produktionsstillestånd. Detta kräver emellertid en tidsödande bestämning av volymen i tryckluftsanläggningen vilket är nästintill omöjligt. Därför kommer denna metod ofta inte i fråga.

Denna typ av mätning är föråldrad och omfattar stora mätosäkerheter eftersom tryckfallet och även temperaturen måste mätas upp mycket exakt.

En trycksänkning leder alltid till en temperatursänkning. För att kunna räkna tillbaka till den nominella volymen, måste inte enbart tiden mätas exakt, utan även absoluttrycket och temperaturen (temperatur vid expansion) vid trycksensorn.

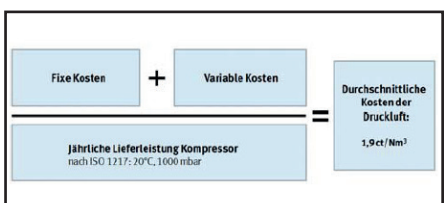
Om den totala läckagemängden är känd, kan detta värde användas till att beräkna den årliga besparingspotentialen för energikostnader. För detta ändamål krävs inte enbart en energikostnadsberäkning, utan även tryckluftskostnader och drifttiden för kompressorsystemet.

Årliga fasta kostnader för en tryckluftsanläggning:

- Räntebetalningar
- Avskrivning
- Utrymmeskostnader

### Variabla kostnader för en tryckluftsanläggning:

- Energikostnader för fullast- och tomgångstider
- Kostnader för hjälpmedel, t.ex. olja, kylvatten per år
- Underhålls- och reparationskostnader för kompressorer



**Bild 8: Genomsnittliga kostnader för tryckluft**

Om den årliga matningsmängden [m<sup>3</sup>] från kompressorsystemet delas med de totala kostnaderna [SEK], får man kostnaderna per producerad kubikmeter luft.

Produktionen av en standardiserad kubikmeter tryckluft kostar, beroende på anläggning, ungefär 0,015 €/Nm<sup>3</sup> till 0,027 €/Nm<sup>3</sup>.

### Besparingspotential för energikostnader [ SEK / år ] =

Total läckagemängd [Nm<sup>3</sup>/tim] \* tryckluftskostnader [SEK/1 Nm<sup>3</sup>] \* drifttimmar [timmar/1 år]

Efter tryckluften som läcker ut inte är synlig för det mänskliga ögat, kan läckage i produktionsanläggningen knappast lokaliseras utan lämplig utrustning.

En lösning består av lokalisering av läckage med hjälp av ultraljud. Gaser som läcker ut vid ett läckage utgör en ultraljudskälla. Ultraljudsomvandlare kan därmed användas till att lokalisera läckage.

Ultraljudsfrekvenser som är ohörbara för det mänskliga örat måste omvandlas till en akustisk signal som är hörbar för människor.

Detta sker med en frekvensblandning som förskjuter frekvenserna till ett område som är hörbart för människor.

För detta ändamål har CS Instruments utvecklat en efterföljare till läcksökaren LD 400 som går under beteckningen LD 500.

Med läcksökaren LD 500 kan tryckluftsläckage lokaliseras. Samtidigt kan den läckande mängden tryckluft beräknas i l/min och tryckluftskostnaderna beräknas i SEK och därefter dokumenteras.

Dessutom har externa mätare (svanhals och parabolantenn) utvecklats som ska underlätta lokaliseringen av läckage vid olika omgivningsvillkor.

För användaren är det viktigt att veta hur mycket tryckluft som läcker ut vid varje läckage för att kunna avgöra vilka tryckluftsläckage som ska åtgärdas. Syftet är att reparationskostnaderna inte ska överstiga läckagekostnaderna.

**Tabell 1:** Olika läckagemängder i standardliter per minut beroende på läckagediametern i mm och trycket i bar visas.

p (rel.)	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	9 l/min	36 l/min	81 l/min	145 l/min	226 l/min	325 l/min
4 bar	11 l/min	45 l/min	102 l/min	181 l/min	282 l/min	407 l/min
5 bar	14 l/min	54 l/min	122 l/min	217 l/min	339 l/min	488 l/min
6 bar	16 l/min	63 l/min	142 l/min	253 l/min	395 l/min	569 l/min
7 bar	18 l/min	72 l/min	163 l/min	289 l/min	452 l/min	651 l/min
8 bar	20 l/min	81 l/min	183 l/min	325 l/min	508 l/min	732 l/min

**Tabell 1:** Läckagemängder beroende på diameter och tryck

I tabell 2 beräknas kostnaderna som orsakas av läckage över ett driftår (365 dagar och 24 tim) till ett pris av 0,019 €/Nm<sup>3</sup>.

p (rel.)	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	90 €	361 €	812 €	1.444 €	2.256 €	3.248 €
4 bar	113 €	451 €	1.015 €	1.805 €	2.820 €	4.061 €
5 bar	135 €	541 €	1.218 €	2.166 €	3.384 €	4.873 €
6 bar	158 €	632 €	1.421 €	2.527 €	3.948 €	5.685 €
7 bar	180 €	722 €	1.624 €	2.888 €	4.512 €	6.497 €
8 bar	203 €	812 €	1.827 €	3.248 €	5.076 €	7.309 €

**Tabell 2:** Kostnader som orsakas av läckage

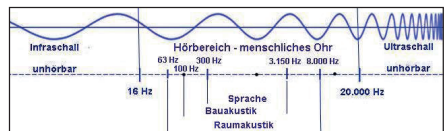
Utgående från de höga kostnaderna amorteras läcksökaren LD 500 inom prissegmentet 2000 – 3000 € mycket snabbt. En förutsättning är givetvis att de läckage som har lokaliserats även åtgärdas.

### 1.1 Vad är ultraljud? Och hur kan ultraljudsmätningar användas till att mäta läckage?

”Ordet ’ultraljud’ som har ultraviolett ljus som förebild står för ett visst område av akustiska företeelser som på grund av sina höga frekvenser inte längre kan varseblivas av människor.”

I bild 9 visas ljudets olika frekvensområden. Ultraljud omfattar inte enbart utbredningen av ljudvågor i gaser eller vätskor, utan även i fasta material.

Eftersom den övre gränsen av hörbara frekvenser skiljer sig åt mellan olika människor, finns det ingen fast gräns mellan hörbart ljud och ultraljud. Från ljudfrekvenser över 20 kHz pratar man i allmänhet om ultraljud.



**Bild 9:** Ultraljud som delområde inom akustik

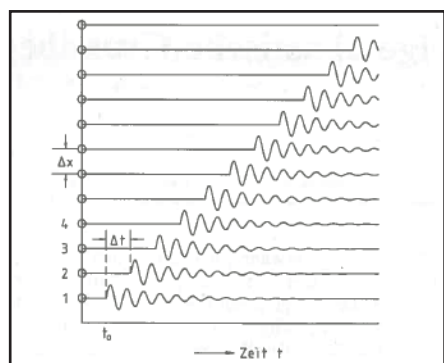
Fysikaliskt betraktat finns det ingen skillnad mellan hörbart ljud och ultraljud eftersom naturlagarna kring uppkomsten av ljud och dess utbredning är frekvensberoende. Orsaken till att man skiljer åt de båda ljudformerna ligger i olika utformningar av omvandlaren som genererar eller tar emot ljudet.

### 1.2 Utbredning av ultraljud

Ljudvågor är mekaniska svängningar av partiklar i ett särskilt medium. Detta betyder att partiklarna som mediet består av svänger kring sitt jämviktsläge.

I bild 10 visas schematiskt hur en dämpad våg utbredd till angränsande partiklar.

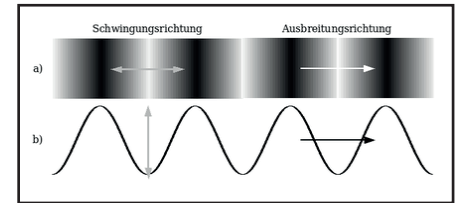
Vid tidpunkten t<sub>0</sub> befinner sig den första partikeln i jämviktsläge, därefter stimuleras den. Mellan partiklarna finns det konstanta avståndet Δx. Tidsrymden tills stimuleringen når fram till den angränsande partikeln motsvarar Δt.



**Bild 10:** Sträcka-tid-diagram för utbredning av en våg

Förhållandet Δx / Δt motsvarar utbredningshastigheten. Denna är beroende av mediet i vilket den förlustfria vågen utbredd.

Ultraljud utbredd, beroende på stimulans, i form av (a) longitudinal- eller (b) transversalvågor i vätskor och gaser.



**Bild 11:** Vågtyper i vätskor och gaser

### 1.3 Ljudfältstorheter

Ett rum där ljudvågor utbredd kallas för ljudfält.

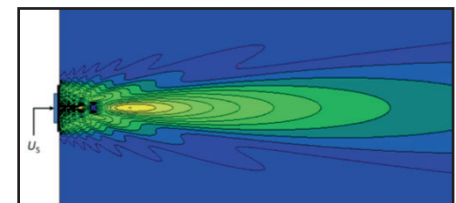
**Ljudtrycket resp. varierande ljudtryck** uppgår till över- och undertrycket som uppstår när t.ex. luftmolekyler rubbas från sitt jämviktsläge. Denna rumsliga förskjutning leder till en temporär densitets- (kg/m<sup>3</sup>) och tryckändring (N/m<sup>2</sup>).

**Ljudhastigheten** (m/s) beskriver växlingshastigheten med vilken molekylerna svänger runt om sitt jämviktsläge. Den definieras som ljudutslag per tidsenhet.

**Utbredningshastigheten** för ljudet i mediet luft uppgår till 343 m/s vid 20 °C. I vätskor och fasta medier utbredd ljudet fortare.

**Bild 12** visar schematiskt den genererade ultraljudsutvecklingen i ljudfältet för en ultraljudssändare.

Linjer binder samman punkter med samma ljudtryck, gula/ljusa gråtoner visar ett högt ljudtryck, blå/mörka gråtoner ett lågt ljudtryck.



**Bild 12:** Ultraljudsrait för en kulrörmad källa

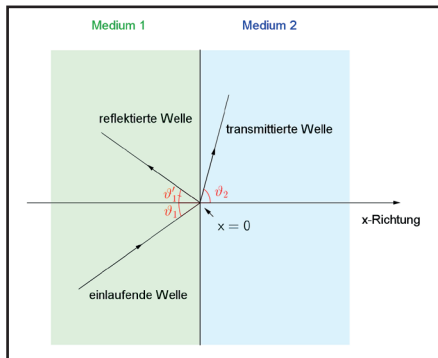


## 1.4 Reflektion och brytning

Om en rak ljudvåg träffar en rak gränssyta i ett gasformat eller flytande medium, kommer den att brytas och reflekteras beroende på gränssytans material.

Denna omständighet visas i bild 13. Den inkommande vågen i medium 1 träffar gränssytan och reflekteras tillbaka in i medium 1 med samma vinkel (ingångsvinkel = utgångsvinkel).

Beroende på gränssytans beskaffenhet kommer vågen dessutom att brytas och en del av energin att avges till medium 2.



**Bild 13: Reflektion och brytning av ultraljud**

## 2. Mätmetod vid lokalisering av läckage

Läckage är otäta ställen i tryckluftsnätet där tryckluft läcker ut och expanderar till omgivningstryck. För tryckluftsförbrukningsanalysen betraktas de som en ytterligare förbrukare som behöver matas från kompressorn för att kunna tillhandahålla erforderligt systemtryck.

Läckage uppstår ofta vid anslutningar mellan olika element. Läckage uppstår i regel av en felaktig installation eller om skadade eller slitna komponenter kommer till användning.

### Möjliga orsaker för läckage:

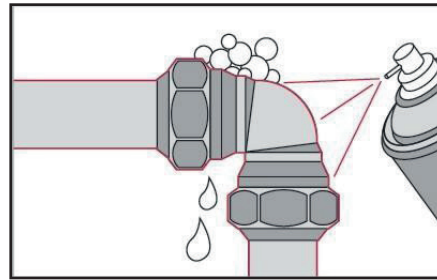
- otäta kopplingar och slangklämmor
- otäta skruv- och flänskopplingar
- porösa/defekta slangar
- porösa/defekta tätningar i verktyg och maskiner
- felaktiga kondensatavledare
- otäta eller felaktigt installerade tork-, filter-, underhållsenheter
- osv.

I nedanstående kapitel beskrivs två olika metoder för att lokalisera läckage inkl. för- och nackdelar.

## 2.1 Läckningspray

När läckage ska lokaliseras med läckningspray sprayas den trycksatta vätskan på stället som ska kontrolleras.

Om luftblåsor bildas inom vätskan är detta ett tecken på att luft läcker ut, dvs. ett läckage har lokaliserats. Denna omständighet visas i bild 5.



**Bild 14: Funktionssätt för läckningspray**

I bild 14 visas ett exempel på en läckningspray.

### Fördelar med läckningspray:

- Med hjälp av läckningspray kan till och med de allra minsta läckagen detekteras.
- Lokalisering är mycket exakt eftersom luftblåsorna visar exakt var luften läcker ut.
- Läckningspray är mycket billig. En burk kostar ca 5 €

### Nackdelar med läckningspray:

Inom företag som måste uppfylla höga krav på hygien kan det vara otillåtet att använda läckningspray eftersom det finns risk för att produkten som produceras förorenas.

- Läckningssprayen kan användas till en punktuell kontroll om läckage är förhållandevis eller ej. En kvantifiering av läckaget är inte möjlig. Vid läckage med högt volymflöde som går förlorat kommer läckningssprayen snarare att blåsas bort än att luftblåsor kan bildas. Dessa stora läckage kan man alltså även lokalisera om man för med handflatan längs med ledningarna.
- Det skulle ta mycket lång tid att kontrollera alla ledningar med läckningspray, och dessutom orsaka mycket

arbete eftersom tryckluftsledningarna ofta är monterade på väggar och i innertak.

## 2.2 Läckare LD 500/LD 5010 ultraljud

Om tryckluft flödar genom ett rör uppstår en friktion på insidan av tryckluftsledningen.

Denna friktion är beroende av ytråheten på rörledningen. Friktion uppstår även om luft som står under tryck avgår vid ett läckage.

Denna friktion genererar ultraljud medan tryckluften som avgår uppvisar ett tryck på ca 0,3 bar eller mer relativt till det atmosfäriska trycket. Detta ultraljud kan tas emot av en ultraljudsomvandlare.

I en provanordning har ett läckage anordnats och de ingående frekvensandelarna i ljudet undersökts. Resultatet av spektralanalysen visar att den aktuella omvandlaren indikerar den högsta känsligheten vid 40 kHz.

För att mäta upp ultraljudet vid läckaget används därför en 40 kHz omvandlare vars utgångsspänning ändras proportionellt mot ljudtrycket.

### Fördelar med lokalisering av läckage med LD 500 ultraljud:

- Ultraljudet som inte är hörbart för det mänskliga örat utvärderas av LD 500 läckaren.
- Läckaget motsvarar en ultraljudskälla. Ljudet som avgår sprids i rummet. Detta innebär att även relativt avlägsna ledningar kan lokaliseras.
- Om olika ljudtrycksnivåer jämförs kan man dra slutsatser kring källans utsändningseffekt. Läckage med mycket luft genererar en högre ljudtrycksnivå än läckage med mindre luftmängder. Därmed kan olika slags läckage jämföras utifrån det uppmätta decibelvärdet. Detta värde bildas av det logaritmiska förhållandet mellan ljudtryckets momentana effektivvärde och referenstryckets effektivvärde.
- Läckage kan även kvantifieras med avståndet till läckage, systemtrycket och ultraljudsnivån.

## Nackdelar med lokalisering av läckage med ultraljud:

- Ultraljud uppstår inte enbart av läckage. Det finns därmed risk för att ultraljudsstörningar uppstår. Till exempel avger elektriska motorer ultraljud som ligger inom ett liknande frekvensområde som läckage. Men samtidigt skiljer sig detta ljud från ljudet från ett läckage. Detta kan leda till att användaren blir osäker.

## Möjliga åtgärder: Använd en parabolantenn

Genom att använda en parabolantenn kan till och med mycket små läckage på <math><0,8 \text{ l/min}</math> (ca. 8 € per år) lokaliseras exakt (+/- 15 cm) på upp till 10-15 m avstånd. Därmed kan det säkerställas att endast ultraljudsvågor från det avsedda tryckluftsläckaget utvärderas. Användaren kan därmed lokalisera även mycket små läckage.

- Vid pneumatikcylindrar blåses tryckluft ut regelbundet. Detta genererar givetvis ultraljud och kan irritera användaren.

## Möjliga åtgärder: Läckagesökning vid produktionsstillestånd

Om pneumatikcylindrar, ventiler osv blåser ut trycket regelbundet, kommer även ultraljud att genereras som försvårar läckagesökningen. Detta problem kan lösas genom att tryckluftssystemet förblir under tryck, samtidigt som alla funktioner som leder till en utblåsning kopplas ifrån.

- Reflekterande ultraljud från väggar kan göra användaren osäker. Användaren hör det akustiska ljudet från ett läckage fastän inga ledningar finns vid denna plats och därmed ingen luft kan läcka ut.

## Möjliga åtgärder: Isolera läckaget

Här kan användaren avskärma avgående luft med en platta eller en folie.



Tryckluftsläckage genererar ett starkt ultraljudsfält som under vissa omständigheter kan skapa en ultraljudssignal i hela rummet.

Här rekommenderar vi på nytt att känsligheten reduceras (i manöverpanelmenyn på LD 500 ska känsligheten anpassas manuellt). Om sänkningsen inte är tillräcklig, kan läckage ändå detekteras med skillnaden i ljudvolymen.

## 2.3 Lokalisera tryckluftsläckage, mäta läckhastighet med läcksökaren LD 500/LD 510

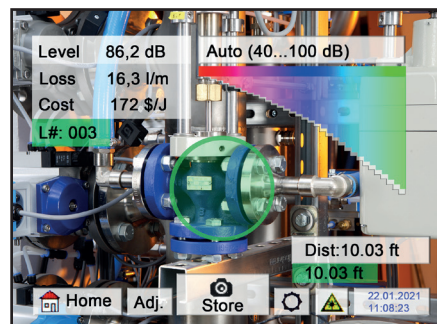
För en regelbunden kontroll om läckage föreligger i tryckluftssystemet rekommenderar vi starkt att ultraljudsmätarna LD 500 används. Dessa kan användas överallt och lokaliseringen tar inte lång tid.

Hittills har läcksökaren främst använts för att lokalisera läckage. Det var svårt att genomföra en kvantifiering av läckhastigheten i liter/min.

Med den nya läcksökaren LD 500 kan användaren se läckhastigheten i liter/min (resp. cfm vid US-enheter) direkt på displayen.

Därutöver beräknar utrustningen resulterande läckagekostnader i SEK per år (valutan kan ställas in fritt) och visar även detta belopp på displayen. Därmed kan användaren redan på plats avgöra vilka läckage som ska åtgärdas så snabbt som möjligt och vilka som kan åtgärdas på sikt.

Den integrerade kameran visar ett foto av det lokaliserade läckaget direkt på skärmen på LD 500. För dokumentation sparas fotot, läckhastigheten i liter / min, kostnaderna i SEK, företagets namn, avdelningen, mätplatsen med datum och tid i LD 500.



Dessa sparade data kan exporteras till en konventionell usb-sticka och därefter utvärderas med utvärderingsprogramvaran "CS Leak Reporter" (tillval) för en pc.

Denna programvara lägger automatiskt upp en översiktlig rapport över samtliga läckage som lokaliserats i företaget, inkl. foton, liter / min, kostnader och alla andra detaljer. Rapporten kan läggas upp för hela firman eller för varje enskild avdelning, och därefter sparas som pdf-fil.

Med summeringen i slutet av rapporten ges en enkel översikt över den totala läckagemängden i liter/min samt de totala läckagekostnaderna per år.

LD 500 läcksökaren tillhandahålls som kompletset i en robust serviceväska. Praktiska tillbehör som ett riktör med en riktpets för punktprecis lokalisering av läckage i trånga utrymmen samt ett akustiskt horn för att hitta mycket små läckage även på 6 m avstånd ingår i detta set.

För speciella krav, t.ex. läcksökning på 20 m avstånd, finns en parabolantenn som tillvalstillbehör. För extremt svåråtkomliga ställen kan en böjbar svanhals användas.

De bästa resultaten vid lokalisering av läckage med LD 500 kan uppnås när produktionen står stilla och tryckluftsnätet hålls i trycksatt skick. Om detta inte är möjligt kan lokaliseringen av läckage ändå underlättas avsevärt genom att känsligheten sänks och rätt tillsatsdon används.

För sådana villkor är svanhalsen ett idealt val eftersom den lokaliserar läckage på korta avstånd, samtidigt som den endast påverkas i mindre mån av omgivande störande ljud.

Om mätaren ska användas under produktion ska LD 500/LD 510 användas med särskilt bullerdämpande hörlurar.

## Andra användningar med läcksökaren LD 500/LD510

- Identifiering av slitage på lager samt brist på smörjmedel
- Täthetskontroll vid kondensatavskiljare och ventiler
- Detektering av delurladdningar
- Täthetskontroll
- Vakuumläckage
- Ängläckage

## 2.4 Fördelar i den praktiska användningen av läcksökaren LD 500/LD 510

### Automatisk och manuell känslighetsinställning

Med en mycket hög känslighet, som kan ställas in antingen automatiskt eller manuellt, kan såväl mycket stora som mycket små läckage lokaliseras. Därefter kan det aktuella ljudtrycket mätas upp.

Det kan vara fördelaktigt att anpassa känsligheten om en eller flera större ultraljudskällor befinner sig i närheten av varandra, eller om störande ultraljud förekommer.

Med den automatiska känslighetsregleringen kan användaren lokalisera mycket små läckage  $< 0,1$  l/min på stora avstånd upp till 20 m, men samtidigt lokalisera och mäta upp mycket stora läckage ca 100 l/min.

Den automatiskt känslighetsregleringen skiftar automatiskt till det känslighetsområde som är optimalt för den aktuella läckagestorleken.

### Lokalisera läckage, beräkna läckagemängden i l/min samt beräkna kostnaderna i SEK med LD 500

Med läcksökare som erbjudits hittills har det endast varit möjligt att lokalisera möjliga läckage. Hittills var det inte möjligt att ange läckhastigheten i l/min eller att beräkna läckagekostnaderna.

Med LD 500 kan dessa båda uppgifter nu utföras, till och med mycket små tryckluftsläckage  $< 0,1$  l/min på mer än 20 m avstånd kan lokaliseras. Dessutom kan kostnaderna för tryckluftsläckaget beräknas i SEK.

Med LD 500 kan dessa båda uppgifter nu utföras, till och med mycket små tryckluftsläckage  $< 0,1$  l/min på mer än 20 m avstånd kan lokaliseras. Dessutom kan kostnaderna för tryckluftsläckaget beräknas i SEK.

Med ledning av de beräknade kostnaderna för läckage kan man avgöra vilka läckage som ska åtgärdas, och vilka som ska lämnas utan åtgärd. Eftersom kostnader uppstår när läckage repareras, måste denna beräkning vara så exakt som möjligt. Om de verkliga läckagekostnaderna ligger under reparationskostnaderna kommer användaren att göra en ekonomisk förlust.

En annan fördel med LD 500 jämfört med konventionella läcksökare som finns på marknaden är läckagemätningen med olika tillsattdon för 5 cm till ca 20 m.

### Lämpligt tillbehör för läckagemätning med LD 500/LD510

En annan viktig punkt för att lokalisera och beräkna läckage är tillbehöret för läcksökaren LD 500 som underlättar användarens arbetsuppgifter.

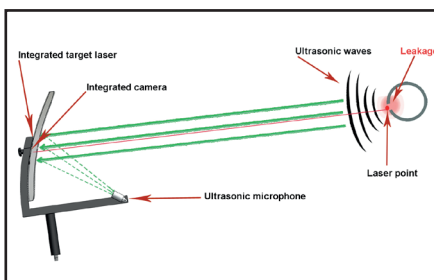
### 2.4.1 Akustiskt horn



Det akustiska hornet samlar alla ljudvågor, även från mycket små läckage och förstärker det hörbara ljudet. Samtidigt förhindrar det att sidoriiktade ljudvågor träffar ultraljudsomblandaren vilket underlättar lokaliseringen av läckage.

Ett akustiskt horn är ett perfekt val för medelstora avstånd till läckage (20 cm till 5 m). Om ett läckage detekteras bör användaren gå närmare och därefter lokalisera det exakt. Om detta inte är möjligt rekommenderar vi att en svanhals används som på grund av sin reducerade känslighet kan lokalisera läckage exakt.

### 2.4.2 Parabolantenn



Eftersom ultraljud reflekterar mot gränssytor, är det möjligt att dra fördel av dessa egenskaper för att samla ultraljudet i brännpunkten med hjälp av en större parabolformad yta. Detta ger en större förstärkning och därmed större räckvidd för LD 500.

Genom att samla samman ultraljudsvågorna i parabolantennen kan till och med mycket små läckage  $< 0,8$  l/min (ca 8 € per år) lokaliseras exakt ( $\pm 15$  cm) på upp till 10-15 m avstånd.

Parabolantennens form garanterar att endast ultraljudsvågor från det pejlade tryckluftsläckage utvärderas.

Därmed kan användaren på egen hand mäta upp mycket små läckage, t.ex. vid tryckluftsledningar på hög höjd under inertaket i produktionshallar och därefter lokalisera dem exakt.

En exakt lokalisering och mätning av läckage med laserpekaren och kameran i parabolpegeln med LD 500 är för tillfället unikt på marknaden.

### 2.4.3 Svanhals

#### LD 500 med svanhals

Svanhals för en exakt lokalisering av tryckluftsläckage vid svåråtkomliga platser, t.ex. i maskiner och anläggningar.



vara svåråtkomliga kan en flexibel svanhals användas. Denna fungerar som förlängning till armen för avlägsna och svåråtkomliga läckage.

Svanhalsens känslighet är lägre än tratten och parabolantennen eftersom mätningen sker närmare läckaget.

Tack vare denna reducerade känslighet kommer mindre omgivningsljud att förstärkas och därmed varseblivas, vilket är den stora fördelen med svanhalsen. Denna är därmed rätt tillsattdon för tunga användningar.

Svanhalsens längd uppgår till 0,6 m resp. 1,5 m.

### 2.4.3 Riktrör med riktpets





Riktröret kan användas till en exakt lokalisering av ett tryckluftsläckage bland flera mycket små läckage i ett trångt utrymme, t.ex. i ett tryckluftsfördelarskåp med ventilterminaler och en mängd av tryckluftsslanger.

## 2.5 Dokumentation, utvärdering, rapportering direkt från källan med LD 500

Alla relevanta data för varje läckage kan anges och sparas i LD 500. För utvärdering, dokumentation och rapportering av läckage finns programvaran CS Leak Reporter. Relevanta läckagedata sparas i LD 500:

- Bild av läckaget
- Datum och tid
- Företagets namn/avdelning/maskin osv
- Läckagets omfattning i liter / minut
- Kostnader för läckage per år i SEK
- Leak Tag Nr.

Förutom data som har sparats i LD 500, kan även Leak Tags inkl. alla läckagedata stanna kvar på platsen som dokumentation i pappersform.

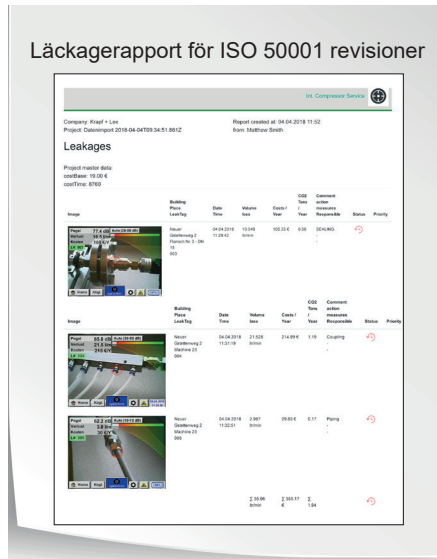
Därmed kan underhållsteknikern hitta läckaget snabbare och på plats avgöra vilka läckage som behöver åtgärdas omedelbart.

## CS Leak Reporter



Läckagedata som har sparats i LD 500/510 exporteras till en usb-sticka så att en rapport kan läggas upp med programvara.

Om läckage lokaliseras och sparas, kommer följande data i LD 500/510 att sparas. Dessa står till förfogande i programvaran CS Leak Reporter efter export och kan användas till att lägga upp en rapport.



- Bild över läckställe
- Datum och tid
- Företagets namn / avdelning / maskin
- Läckagets omfattning i liter/min (enheten kan ställas in)
- Kostnader för läckage per år i SEK (valutan kan ställas in)

Detaljerade rapporter kan läggas upp med pc-programvaran CS Leak Reporter som kan ställas till tryckluftsanläggningens ägare resp. avdelningschefens

Rapporten kan läggas upp för den kompletta firman eller för varje avdelning. Här dokumenteras samtliga lokaliserade läckage i en översikt.

Med summeringen i slutet av rapporten ges en enkel översikt över den totala läckagemängden i liter/min samt de totala läckagekostnaderna per år.

**LEAK TAG**  
DO NOT REMOVE

Leak Tag number:

Date / Datum:

Inspector / Prüfer:

Defective element / Defektes Element:

Priority / Priorität:  high  low

Loss / Verlust:

Costs per year / Kosten p.a.:

Date repaired / Reparatert am.:

Repaired by / Reparatert durch:

www.cs-instruments.com

---

Leak Tag number:

Date / Datum:

Inspector / Prüfer:

Defective element / Defektes Element:

Location / Ort:

Gas Type / Medium:

Priority / Priorität:  high  low

Loss / Verlust:

Costs per year / Kosten p.a.:

www.cs-instruments.com

Bild 15: Leak Tag för dokumentation av läckage

## 2.6 Mätningar i praktiken med LD 500 tryckluftskopplingskåpet

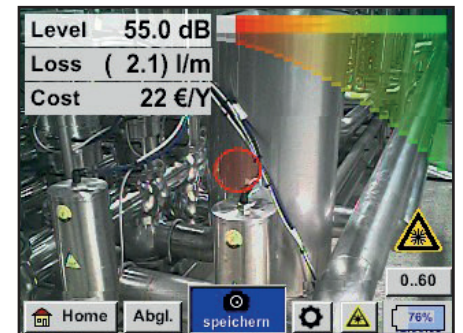
Ett problem är att slangarna har dragits mycket nära varandra och att ultraljudet reflekteras från skåpets väggar.

Här måste antingen riktröret med riktspejten eller svanhalsen användas för att lokalisera läckaget exakt eftersom tryckluftsläckaget är mycket litet.



Otät stickanslutning

Typiska läckage vid stickanslutningar kan lokaliseras mycket snabbt och enkelt med en tratt eller en parabolantenn på större avstånd (3-10 m). Detta gäller även om förlustvärdet är mycket lågt.



Otät stickanslutning