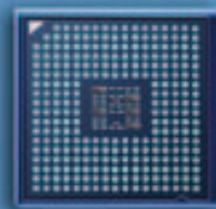


TRO

life

magazin Mai/2015



Reinraumluft.

Luft in ihrer reinsten Form.

inhalt



wissenschaft & technik

EnEff: Reine Räume. Maximale Luftreinheit – minimaler Energieeinsatz.

Seite 04

projektbericht

Die hohe Kunst reiner Luft. Reinraum-Referenzen rund um den Globus.

Seite 10

streiflichter

Die Geschichte reiner Umgebung.

Seite 20

reportage

Fabrik der Zukunft. Industrie 4.0.

Seite 24

forum & wirtschaft

Reinräume. RLT-Segment mit Wachstum.

Seite 30

lifestyle

Das Reinheitsgebot von 1516.

Seite 32

feature

Reinraum und Wetter. Luftdruck und Klima.

Seite 34

interview

Reinraum-Experte Prof. Dr. Weißsicker im Gespräch.

Seite 40

trox news

Luft-Management. ISH

Seite 44

glosse

Reinlichkeit und Recht und Keimfreiheit. Die schwäbische Kehrwoche.

Seite 46

standpunkt

Reine Luft.

Reinlufttechnik und Reinluft-Management-Systeme finden sich in sehr viel mehr Bereichen, als man gemeinhin denkt. Nicht nur im OP, in den Life Sciences oder der Halbleiterproduktion. Reinraumkonditionen brauchen die Nanoindustrie ebenso wie Brauereien, Großbäckereien, Apotheken und Tierställe, aber auch die Automobilindustrie, Studios, Regie- und Besprechungsräume, wo hohe Anforderungen an die Lufthygiene oder an die Druckregelung gestellt werden.

Anders als in den übrigen Bereichen der Lüftung und Klimatisierung steht bei der Reinraum-Klimatisierungs- und Lüftungstechnik das Produkt und nicht der Mensch im Mittelpunkt der Überlegungen. Höchstleistungen müssen hierbei vor allem die Filter bringen. Denn in der Mikrochip-Industrie können integrierte Schaltkreise mit unglaublich vielen elektronischen Bauelementen auf nur wenigen Quadratmillimeter kleinen Halbleiterplättchen untergebracht werden. Der neue Apple iPad Air2-Prozessor ABX beispielsweise verfügt über 3 Milliarden Transistoren. Um die Funktionalität solcher feiner Schaltkreise sicherzustellen, müssen Filter in der Lage sein, Partikel im Submikrometer-Bereich, also auch Ausgasungsprodukte wie Atome und Moleküle, zurückzuhalten. Eine unvorstellbare Leistung.

Heute stehen wir vor dem Übergang zur nächsten industriellen Revolution. Das „Internet der Dinge“ wird es ermöglichen, Alltagsprodukte und Werkstücke mit künstlicher Intelligenz auszustatten. Ein superspannendes Thema, dem wir uns in der Reportage widmen.

Die Beherrschung reinheits- und sicherheitsrelevanter Faktoren hat uns natürlich auch auf der ISH beschäftigt. Aber vor allem wollten wir unseren Besuchern zeigen, wie TROX sich vom Komponenten- zum Systemanbieter gewandelt hat. Unser Stand wurde mit einer kompletten, perfekt aufeinander abgestimmten Klimatisierungs- und Lüftungsanlage ausgestattet – alles made by TROX. So konnten Besucher die Luft auf ihrem Weg von A bis X zurückverfolgen: vom AIRNAMIC Auslass bis zum X-CUBE Zentralgerät.

Und nun viel Vergnügen bei der Lektüre!

Ihr

Michael Bauer

Vorsitzender der Geschäftsführung TROX GmbH



EnEff: Reine Räume.

Maximale Luft-
reinheit – minimaler
Energieeinsatz.

Über 2.500 Terawattstunden Energie werden jährlich in Deutschland verbraucht, allein 120 Terawattstunden, also fast 5 %, für die Lüftung und Klimatisierung von Reinräumen. Tendenz steigend. Denn die Zahl der Produktionen unter Reinraumbedingungen in Elektronik- und Pharmaindustrie, Mikrobiologie, Gentechnologie, Medizin, Kosmetik-, Lebensmittel- und Automobilindustrie nimmt stetig zu.

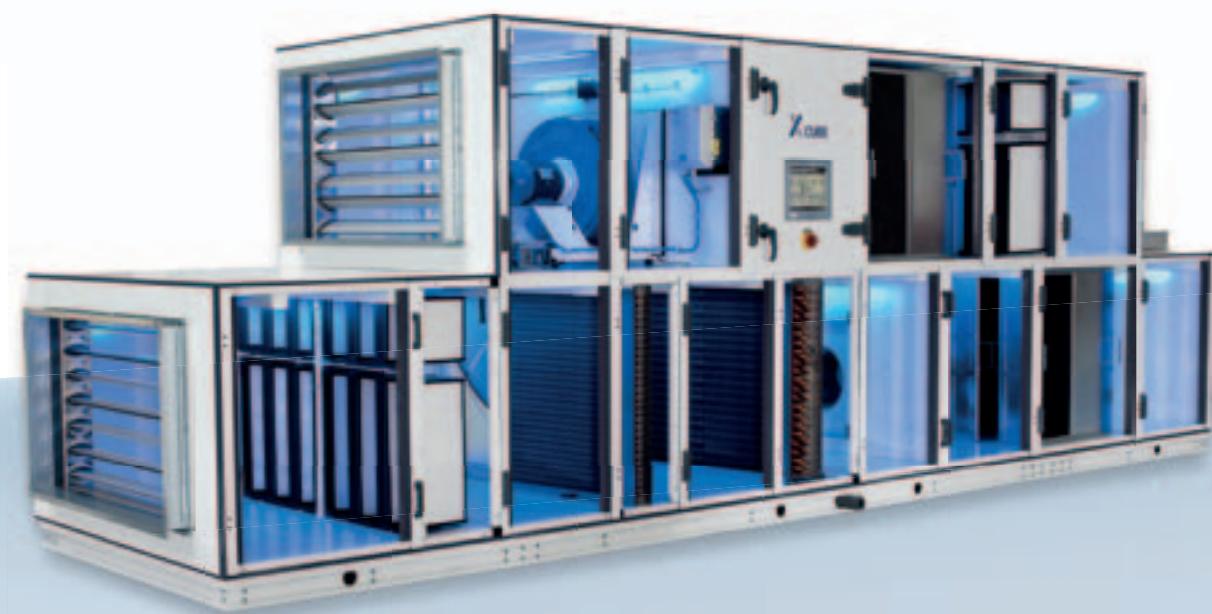


Gigantisches Energieeinsparpotenzial.

Das Potenzial an Energieeinsparung im Bereich Reinräume ist gigantisch. Das Wissen über das Verhalten von Raumluftrömungen aber noch nicht ausreichend erforscht. Deshalb hat Ende 2014 die TU Berlin unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel das Forschungsprojekt „EnEff: Reine Räume“ gestartet, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie mit einer Million Euro gefördert wird. Nach Einschätzung von Prof. Kriegel sind Reduzierungen der benötigten Luftvolumenströme um bis zu 40 % möglich: eine jährliche Energieeinsparung von 48 Terawattstunden. So viel verbraucht ganz Portugal an Strom.



Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel
Leiter des Forschungsprojekts
„EnEff: Reine Räume“



* 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Dabei konzentriert sich das laufende Forschungsvorhaben lediglich auf Luftführungsarten im Raum. Weitere Maßnahmen wie die Abführung von Wärmelasten mittels energieeffizienter Luft-Wasser-Systeme, der Einsatz regenerativer Energiequellen oder eine innovative Bauteileaktivierung, beispielsweise durch Phase-Change-Materials, sind nicht Bestandteil der Untersuchungen. Sie können neben der Optimierung der Luftführung aber zusätzlich dazu beitragen, die Energieverbräuche zu minimieren.

Darüber hinaus wird auch eine bedarfsgeführte Lüftung und Klimatisierung mit stationären und instationären (intermittierenden) Luftströmungen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit getestet.

Im Berliner Reinraum-Testlabor wird das TROX X-CUBE Zentralgerät für die Versorgung mit entsprechend aufbereiteter Außenluft eingesetzt.



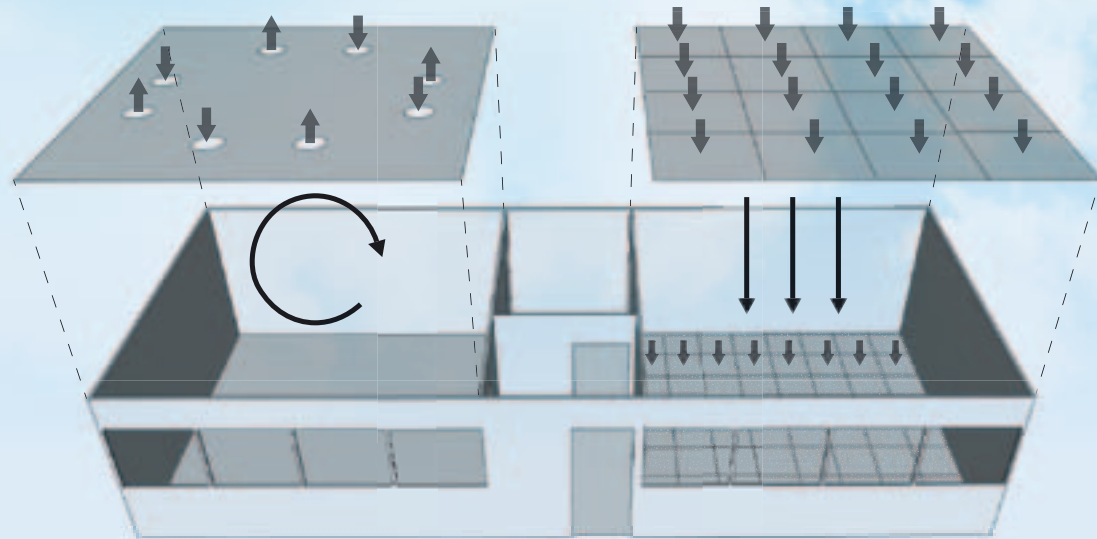


Hermann-Rietschel-Institut
Gebäude-Energie-Systeme

Reinraum-Testlabor

Reinraum mit TVS¹⁾

Reinraum mit TAV²⁾



¹⁾ TVS: turbulente Verdünnungsströmung

²⁾ TAV: turbulenzarme Verdrängungsströmung

DATEN	Fläche:	75 m ²
	Volumenströme:	2.500 m ³ /h Außenluftanteil
	RLT-Anlage:	13.000 m ³ /h Zuluft
	Temperaturen:	16 bis 24 °C (± 0,1 K)
	Luftfeuchte:	40 bis 60 % (± 10 %)
	Druck: Schleuse 1	15 Pa
	Schleuse 2	45 Pa
	Druckkaskade (Schleuse - Reinraum)	15 Pa ± 5 Pa
	Reinraum mit TVS¹⁾:	25 m ² H14-Filter 3.000 m ³ /h 30 Pa
	Reinraum mit TAV²⁾:	25 m ² U15-Filter 40.500 m ³ /h (600-facher Luftwechsel) 60 Pa

Reinraum-Testlabor.

Am Hermann-Rietschel-Institut wurde eigens ein Forschungslabor aufgebaut, das rund 90 % aller in der Praxis installierten Arten von Reinraumsituationen abdeckt. Das Wissenschaftsteam wird alle bekannten Strömungsformen (Mischlüftung, Quelllüftung, Verdrängungslüftung und Freistrahlen) untersuchen. Mit dem Ziel, stabile Luftströmungen herzustellen, die eine geforderte Reinheit am Arbeitsplatz gewährleisten, aber gleichzeitig auch eine deutliche Reduktion der Gesamtluftmenge mit sich bringen. Quelllüftung oder generell eine Luftführungsart von unten nach oben, so Prof. Kriegel, bietet entscheidende Vorteile gegenüber konventionellen Systemen mit Luftführung von oben nach unten, denn hier muss die Luft nicht entgegen den thermischen Auftriebskräften geführt werden. Unnötig hohe Luftmengen werden so vermieden.

Bestehende Normen und Richtlinien definieren lediglich die maximal zulässigen Partikelkonzentrationen für die verschiedenen Reinraumklassen. Deshalb wird ein Bestandteil der Forschungsarbeit sein, dass nicht der gesamte Raum hinsichtlich der Partikelkonzentration betrachtet wird, sondern lediglich Raumbereiche, in denen sich die zu schützenden Personen und/oder Produkte befinden. Die Berliner Forscher wollen nachweisen, dass mit bestehenden, aber auch neuartigen Zuluftdurchlässen stabile Strömungsformen möglich sind, die eine lokale Belüftung zulassen, und damit die lokale Lüftungseffektivität gesteigert werden kann. So müsste nicht mehr der gesamte Raum homogen durchströmt werden, sondern nur noch die Schutzbereiche, was die Luftvolumina im gesamten Raum drastisch senken würde. Insofern könnten die Ergebnisse des Berliner Forschungsprojekts auch Einfluss auf die Vorschriften nehmen, die dahingehend spezifiziert werden müssten, dass Möglichkeiten neuartiger Lüftungsmethoden Berücksichtigung finden und deutlich werden.

Forschungslabor mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung



Forschungslabor mit turbulenter Verdünnungsströmung

Modernste Messmethoden.

Die Wissenschaftler am Hermann-Rietschel-Institut setzen State-of-the-Art-Softwaretools ein, was eine enorme Rechnerkapazität erfordert. Moderne numerische Strömungssimulationen (Computational Fluid Dynamics, CFD) werden durchgeführt. Dafür steht dem Team der HRI-eigene HPC-Cluster im Rechenzentrum der TU Berlin zur Verfügung. Dieser umfasst 400 Rechenkerne mit mehr als 1 TB Arbeitsspeicher und einer Festplattenkapazität von etwa 10 TB.

Zur Messung der Partikelkonzentration ist in der Praxis ein Permanentpartikel-Monitoring üblich. Dies funktioniert aber nur für homogene Partikelkonzentrationen im gesamten Raum. Da in der Untersuchung jedoch nur einzelne Bereiche betrachtet werden, müssen die Wissenschaftler eigens Korrelationen zwischen Partikelmessstelle und dem reinen Bereich erforschen, da der Messpunkt selten direkt in dem zu schützenden Bereich installiert werden kann.

Lüftungskomfort im Arbeitsbereich.

Neben der Lüftungseffizienz sieht das Team um Prof. Kriegel aber auch den Lüftungskomfort im Aufenthaltsbereich als wichtige Aufgabe der Lüftungs- und Klimatisierungstechnik. Denn energieeffiziente Lösungen werden nur dann vom Nutzer akzeptiert, wenn sie keine Beeinträchtigung der thermischen Behaglichkeit mit sich bringen. In den verschiedenen Reinraumklassen herrschen unterschiedliche Kleiderordnungen, sodass dieser Aspekt selbstverständlich auch Berücksichtigung in dem Berliner Forschungsprojekt finden wird.



mit Unterstützung durch:



Die hohe Kunst reiner Luft.

Reinraum-Referenzen
rund um den Globus.

Verfolgen Sie mit uns den Weg der Luft durch eine Reinraumproduktion von A–X. Von den Auslässen bis zum X-CUBE Zentralgerät. Wir zeigen Ihnen die beispielhafte Ausstattung einer Fertigungsstätte mit TROX Systemen und Komponenten und im Speziellen die Besonderheiten unserer Luft-Management-Systeme sowie unserer Filtersysteme und Lüftungsgeräte.

One-Stop-Shop



TROX managt die Reinraumluft.

Basis für die Zuverlässigkeit und Sicherheit einer raumlufttechnischen Anlage für Reinräume ist ein intelligentes Luft-Management, verbunden mit einer wirkungsvollen Filtration der Luft. Dabei müssen die einzelnen Lüftungskomponenten in optimaler Weise zusammenwirken.

In der lufttechnischen Planung für Reinräume steht die Beherrschung unerwünschter luftgetragener Partikel im Fokus. Staubpartikel der Außenluft, aber auch Keime und Gase. Partikel, die naturgemäß der Mensch einschleppt, oder solche, die beim Arbeitsprozess freigesetzt werden.

TROX beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit der Kette der Maßnahmen, um negative Einflüsse auf Mensch, Produkt und Umwelt durch Luftkontamination zu verhindern, und entwickelt ganzheitliche Lösungen.

TROX Raumlufttechnik für Reinräume:

- 1 X-CUBE RLT-Geräte
- 2 X-CUBE CROFCU Clean Room Fan Coil Unit
- 3 TROX Raumluft-Management-Systeme
- 4 Mediumfilter M5
- 5 Feinstaubfilter F7
- 6 Schwebstofffilter H14
- 7 Schwebstofffilter-Deckenluftdurchlässe
- 8 Schwebstofffilter-Wanddurchlässe
- 9 Lüftungsgitter und Gitterbänder
- 10 TROXNETCOM
- 11 Brandschutzklappen
- 12 X-FANS Entrauchungsventilatoren
- 13 Wetterschutzgitter
- 14 Jalousieklappen

A - D Reinraumklassen

projektbericht



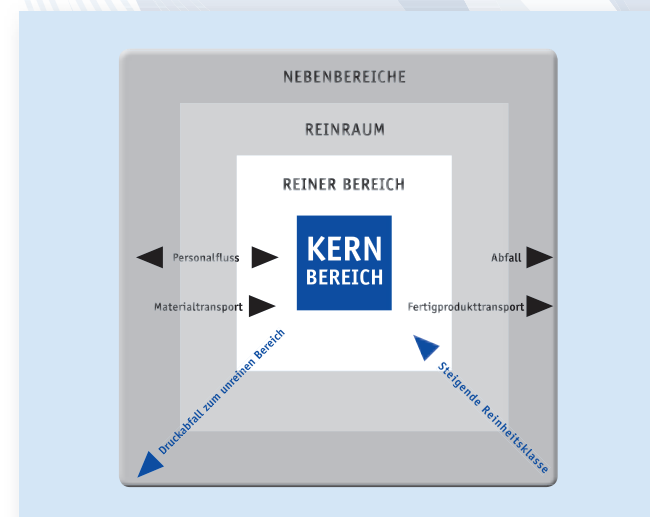
Frank plastic AG

Raumlufttechnik schafft Reinstraumbedingungen.

Die Beherrschung der Wechselwirkung vielfältiger reinheits- und sicherheitsrelevanter Faktoren hat zu höchst zuverlässigen und energieeffizienten Reinraum-Luft-Systemen geführt, die folgenden Aspekten Rechnung tragen:

- **Luftaufbereitung, -transport, -filterung und -einbringung:** Sicherstellen einer hohen Luftreinheit und einer komfortablen Raumluftqualität
- **Luftmanagement:** Schutz von Produkten, Prozessen, Personen (höchste Qualitätsmaßstäbe in der Produktion) und Umwelt vor kontaminierter Luft durch Aufrechterhalten geforderter Luftvolumenströme und -bilanzen
- **Brandschutz und Entrauchung:** Verhindern der Übertragung kontaminierter Luft und von Rauch- und Flammenausbreitung über die RLT-Anlage im Falle eines Brandes. Gezielter Abzug toxischer Brandgase über eine separate maschinelle Entrauchungsanlage.

Schalenmodell Kontaminationskontrolle



Strengste Hygieneanforderungen, die fortschreitende Miniaturisierung und die damit verbundene steigende Anfälligkeit der Produkte und Prozesse durch Luftpartikel machen die Anforderungen an die Schutzeinrichtungen der Reinraum-Lufttechnik immer diffiziler. Schon Kleinstpartikel im Nanobereich, in der Größe von einem Millionsten Millimeter, gefährden die Funktionalität der Produkte. Legt sich zum Beispiel ein Partikel auf die empfindlichen Kristalle eines LCD-Bildschirms, erscheinen schwarze Punkte.

Bedarfslüftung spart wertvolle Energie.

Raumlufttechnische Anlagen sollten effektiv, aber auch flexibel betrieben werden können, ohne dass sie rund um die Uhr mit voller Leistung laufen. Luft-Management-Systeme gewährleisten eine intelligente bedarfsgerechte Volumenstromregelung und damit eine hohe Energieeffizienz. Die Anlagen arbeiten nur dann im Vollbetrieb, wenn voll gearbeitet wird. In der übrigen Zeit werden sie mit einem verminderten Luftwechsel gefahren. Das führt im Verlauf der Gebäudenutzungszeit zu erheblichen Kosteneinsparungen für die Betreiber.

Hohes Potenzial an Energieeinsparung im Bestand.

Raumlufttechnische Systeme haben in puncto Energieeffizienz eine enorme Weiterentwicklung erfahren. Deshalb schlummern in Altanlagen erhebliche Energieeinsparpotenziale. Bei der lüftungstechnischen Modernisierung eines Gebäudes kann der Energieverbrauch der Klima- und Lüftungsanlagen durch entsprechende Maßnahmen wie die Aufrüstung von Zentralgeräten mit Frequenzumformern und dem Einsatz variabler Volumenstromregler um bis zu 40 % reduziert werden. Die Investitionen können sich bereits nach zwei Jahren amortisieren.



Nestlé AG

Lufthoheit: maßgeschneiderte Lösungen für die Steuerung und Überwachung.

Klimatisierungs- und Lüftungskomponenten müssen miteinander kommunizieren, damit sie effektiv zusammenwirken. Speziell, wenn sie der Sicherheit von Mensch und Einrichtung dienen. Intelligente Kommunikationssysteme sorgen deshalb dafür, dass Daten über die Gebäudeleittechnik abgefragt, gesammelt, sichtbar gemacht und kontrolliert werden können.

Mit dem physikalischen Prinzip des gezielten Überdrucks werden in der Reinraum-Produktion Kontaminationen vermieden. Überdruck verhindert, dass ungewollt Luft oder unerwünschte Partikel eindringen können. Für die speziellen Anforderungen im Reinraum hat TROX maßgeschneiderte Lösungen entwickelt. Bewährte Plug & Play-Kommunikation und die Anbindung an die Gebäudeleittechnik via LON, BACnet, Modbus oder über Ethernet mit einer IP-basierten Kommunikation ermöglichen eine einfache und effiziente Systemintegration.

Hightech-Raumlufttechnik.

Gerade in hochsensiblen Bereichen werden hinsichtlich der Hygiene an die Klima- und Lüftungszentrale die höchsten Anforderungen gestellt. Deshalb setzt das frei konfigurierbare TROX RLT-Gerät X-CUBE bereits als Standardausführung Maßstäbe in puncto Sicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität. Vom hochwertigsten zentralen RLT-Gerät für die unterschiedlichsten Anwendungen sind es dank folgender Maßnahmen für TROX nur minimale Schritte zum hygiespezifischen Zentralgerät:

- Einbindung von Regelklappen in der geforderten Leckageklasse 4 nach EN 1751
- Pulverbeschichtete Schalldämpferkulissen
- Innenböden aus Edelstahl



TROX Hochleistungsfilter

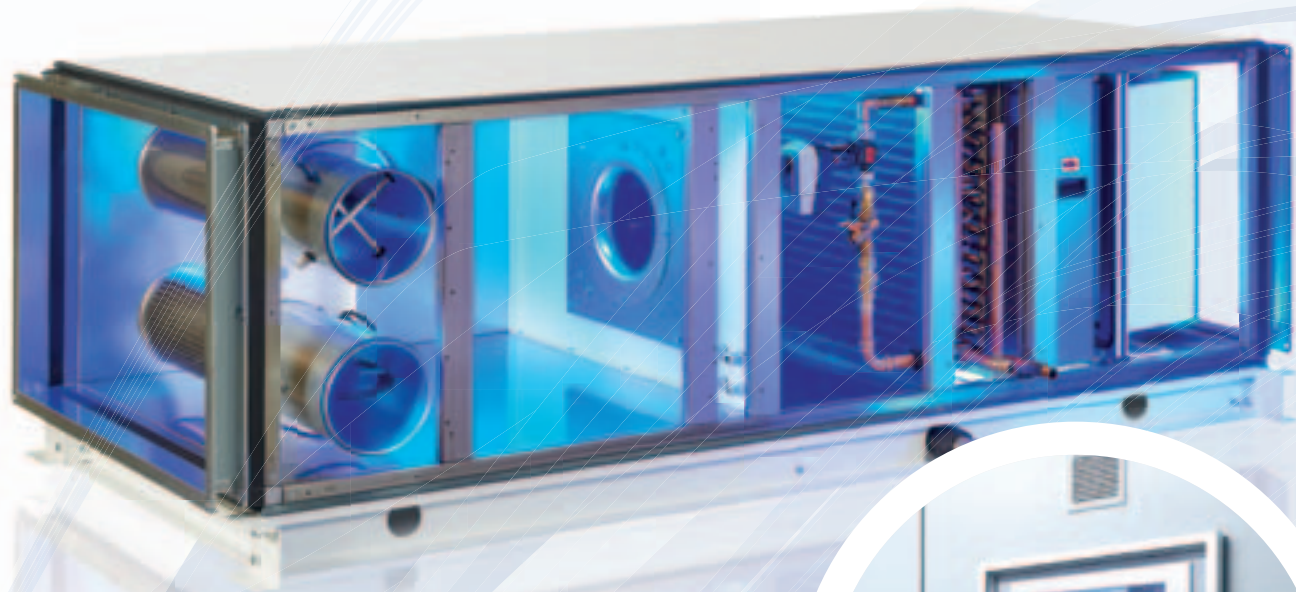


Dank innovativer Wärmerückgewinnungssysteme, Ventilatoren mit hohem Wirkungsgrad und strömungsoptimierter Komponenten wie Filter oder Kulissen-schalldämpfer zeichnen sich die X-CUBE-Geräte durch eine besonders hohe Energieeffizienz aus.

Die intelligente Vernetzung von Komponenten und weiteren Geräten mit dem Zentralgerät schafft eine übergreifende Kommunikation und ermöglicht so die zentrale Steuerung und Regelung der optimal aufeinander abgestimmten Systemkomponenten.

Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin, Münster, Deutschland





X-CUBE CROFCU



Funktionen:

- Reinheitsgrade aller Reinheitsklassen durch druckseitigen Anschluss geeigneter Schwebstofffilter
- Konstanzhaltung qualifizierter Luftmenge im Gerät über einen internen Regelkreis, unabhängig von Güteklasse und/oder Verschmutzungsgrad der Luftfilter
- Variabler Luftvolumenstrom: 0 bis 6.000 m³/h
- Nennluftvolumenstrom: 4.200 m³/h
- Abfuhr von Wärmelasten und Regelung der Raumtemperatur
- Zufuhr und Beimischung aufbereiteter Außenluft zur Frischluftversorgung der Personen, variabel einstellbar im Bereich von 50 bis 2.000 m³/h
- Regelbarer Fortluftvolumenstrom mit Regelung des qualifizierten Raumdrucks
- Überwachung der Verschmutzung nachgeschalteter Filter

Vorteile:

- Raumsparende Installation im Zwischendeckenbereich über den Reinnräumen
- Sehr kurze Inbetriebnahmezeiten und keine Elektroverkabelung vor Ort notwendig dank werkseitiger Einstellung aller Parameter
- Geringe Druckverluste dank energieoptimiertem System mit kurzen Leitungswegen
- Abgestimmt auf ein Deckenraster von 1,2 m
- FAT – Factory Acceptance Test

Dezentrale Lösung setzt neue Maßstäbe.

Der langjährigen Erfahrung des weltweit führenden Unternehmens im Anlagenbau von Reinnräumen, Daldrop + Dr. Ing. Huber, und der ganzheitlichen Betrachtung sämtlicher Anforderungen an Reinnräume ist es zu verdanken, dass mit X-CUBE CROFCU ein Lüftungsgerät entwickelt wurde, das dank seiner Komplexität und Anwendungsvielfalt neue Maßstäbe setzt.

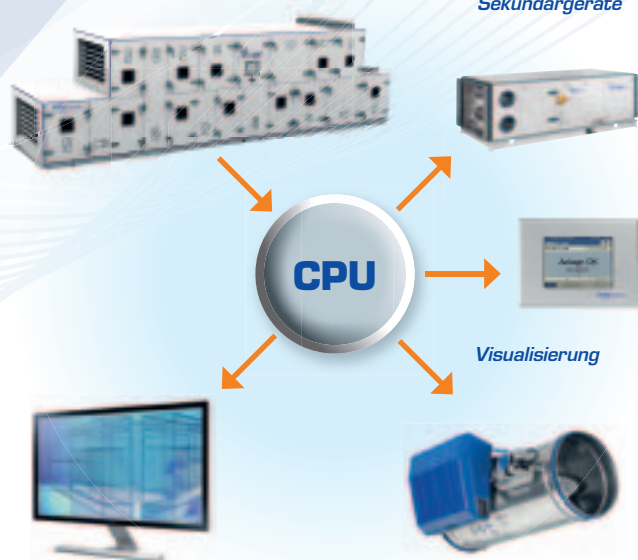
Das X-CUBE CROFCU Sekundärgerät ist in der Lage, wesentliche Garantiewerte für Reinnräume aller Klassen herzustellen und aufrechtzuerhalten. Es ist mit allen dafür notwendigen strömungsgünstig angeordneten Komponenten ausgestattet und bietet die Möglichkeit der Außenluftbeimischung bei gleichzeitiger Raumluftabfuhrung als Fortluft ohne einen Kurzschluss der Luftströme.

Die Außenluftaufbereitung übernimmt ein X-CUBE RLTL-Gerät, ausgestattet mit hocheffizienten Wärmerückgewinnungssystemen, die abhängig vom Frischluftbedarf des Gebäudes, der eingesetzten Komponenten und den Anforderungen variabel dimensioniert werden können.

TROX Luftmanagement

Zentralgeräte

Sekundärgeräte

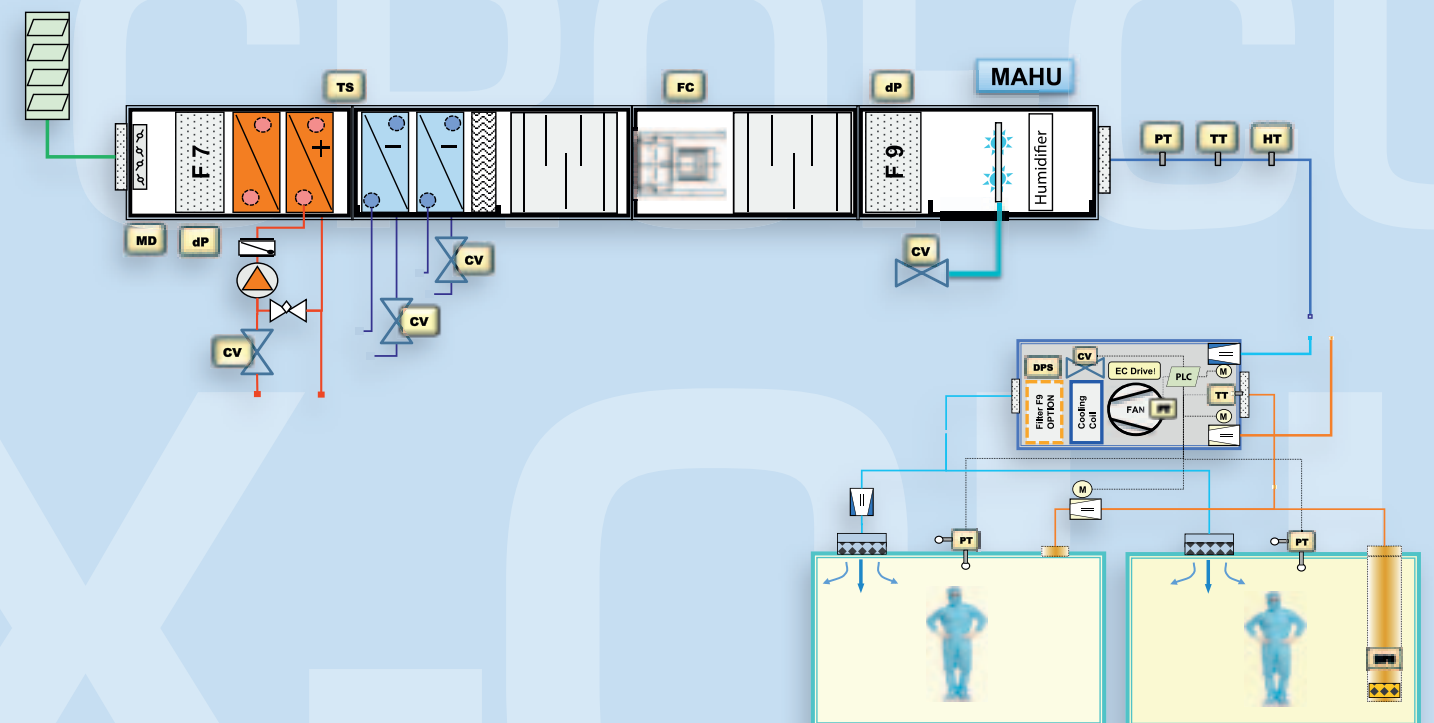


Intelligentes Raumluft-Management und Sekundär-Umluftsysteme minimieren den Energieeinsatz.

Sekundärluftsysteme – die wirtschaftliche Alternative.

Die meisten Reinnräume sind durch eine sehr hohe Luftwechselrate gekennzeichnet. Je nach Anforderungssituation muss die Luft im Raum pro Stunde bis zu 600-fach ausgetauscht werden. Gleichzeitig aber halten sich in den Produktionsstätten oder Laboren nur wenige Personen auf. Das heißt wiederum: Es wird in der Regel wenig „Luft verbraucht“ und somit ist nur eine geringe Außenluftzufuhr erforderlich. Ähnlich verhält es sich mit dem Abführen von Wärmelasten, da sie meist nur punktuell abgetragen werden müssen. Nicht in jedem Fall muss die Luftversorgung komplett über Außenluftsysteme erfolgen. Außenluft, die durch ein zentrales Raumluftgerät aufbereitet wird, ist gleichbedeutend mit einem höheren Volumenstrom, höheren Energieaufwand für die Konditionierung der Außenluft, höheren Widerständen und einem weiteren Luftweg und damit mit höheren Druckverlusten. In vielen Fällen sind deshalb Sekundär-Umluftsysteme in Verbindung mit einem kleineren Zentralgerät die wirtschaftlichere Lösung.

Anlagenschema CROFCU in Verbindung mit dem X-CUBE Zentralgerät für Außenluftaufbereitung.





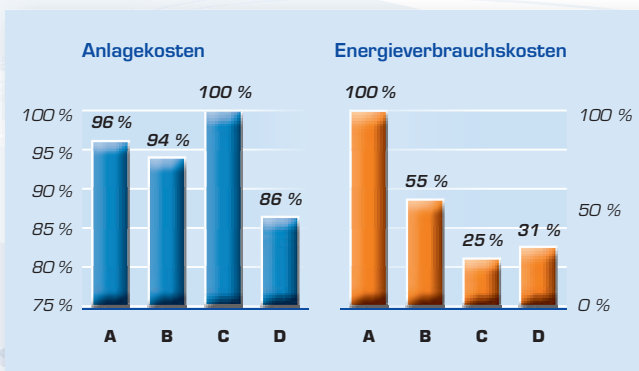
hameln group gmbh – ausgestattet mit X-CUBE CROFCU und Schwebstofffilter-Durchlässen von TROX.

Energieeffizientes Sekundärsystem – praxisbewährt.

Diverse Projekte in der Pharmazie und Biotechnologie wurden einem Systemvergleich unterzogen, in denen sich der X-CUBE CROFCU als wirtschaftlichste und energieeffizienteste Variante herausgestellt hat – insbesondere für die Reinheitsklassen 7 und 8 nach ISO 14644 bzw. für die Klassen C und D nach EU-GMP.

Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass das X-CUBE CROFCU Sekundärgerät den Aufwand für Planer und Anlagenbauer erheblich reduziert und dem Nutzer ein flexibles, außerordentlich wirtschaftliches System bietet.

Anlage- und Energieverbrauchskosten im Vergleich



- A Kombinierte Zu- und Abluftgeräte für definierte Zonen
- B Separate Außenluftaufbereitung und Umluftgeräte für definierte Zonen
- C Separate Außenluftaufbereitung und Fan Filter Units mit Zonenkühlern
- D Separate Außenluftaufbereitung und X-CUBE CROFCU in der Reinraumfläche

Filtration für höchste Reinheitsgrade.

In vielen Produktionsbereichen muss eine hochreine Produktionsumgebung hergestellt werden, etwa im Bereich der Life Sciences, wie zum Beispiel bei der Produktion von Pharmazeutika oder Lebensmitteln. Oder aber in der Halbleiterfertigung. So müssen in der Elektronikindustrie mittlerweile neben Partikeln im Submikrometer-Bereich auch Ausgasungsprodukte, also Atome und Moleküle bestimmter Stoffgruppen, beherrscht werden, damit eine kontaminationsbedingte Beeinträchtigung des Produkts verhindert wird.

Hohe bzw. sehr hohe hygienische Anforderungen in sensitiven und hochsensitiven Bereichen der Medizin-, Biologie-, Pharmazie- und Lebensmittelindustrie und -technologie werden bei TROX Filtern sichergestellt:

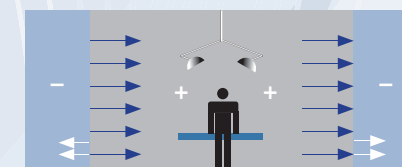
- Hygienekonform nach VDI 6022
- Für Reinheitsklassen 5–8 nach ISO 14644-1
- Schwebstofffilter-Luftdurchlässe als endständige Filterstufe, mit Mini Pleat Filterplatten zur Abscheidung von Schwebstoffen
- Einfacher, zeitsparender und sicherer Filterwechsel durch spezielle Anpressrahmen
- Verschiedene Luftdurchlässe für die optimale Anpassung an individuelle Anforderungen

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS), Göttingen, Deutschland

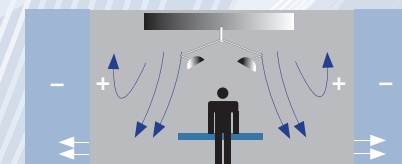
Optimales Strömungsverhalten.

Die Ausführung der Durchlässe sowie deren Kombination und räumliche Anordnung bestimmen das Strömungsbild und letztendlich die Wirkungsweise und Wirksamkeit eines Reinraumkonzepts. Je nach Reinheitsklasse kommen unterschiedliche Strömungsformen in Reinräumen zum Einsatz: Turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV), Turbulente Verdünnungsströmung (VDS), aber auch Mischströmung (TAV und VDS) oder Quellluftströmung.

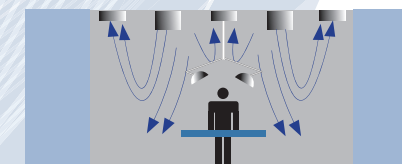
Werden die höchsten Anforderungen an die Lufthygiene gestellt, sorgt häufig eine Turbulenzarme Verdrängungsströmung für den Abtransport kontaminierter Luft. Ihr gleichförmiges Geschwindigkeitsprofil und nahezu parallele Strömungslinien über den gesamten Querschnitt des reinen Bereichs verdrängen die luftgetragenen Teilchen aus dem reinen Bereich.



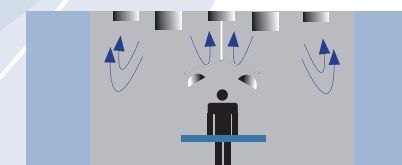
1. Turbulenzarme Verdrängungsströmung



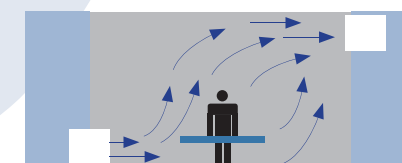
2. Turbulenzarme Verdrängungsströmung



Turbulente Verdünnungsströmung



Mischströmung



Quellluftströmung

Je nach Anforderungen und Reinheitsklasse kommen in Reinraum-Produktionen unterschiedliche Luftströmungsformen zum Einsatz, um das Produkt vor Kontamination zu schützen und die Qualität zu sichern.



One-Stop-Shop. Komplettlösungen aus einer Hand.

Mit maßgeschneiderten raumluftechnischen Komplettlösungen über den gesamten Weg der Luft löst TROX Schnittstellenprobleme: vom RLT-Gerät und den Ventilatoren über Mess-, Steuer- und Regelsysteme bis hin zu einem einzigartigen Spektrum strömungsoptimierter Luftdurchlässe, Filter und der notwendigen Brandschutz- und Entrauchungstechnik bekommen Sie bei TROX alles aus einer Hand. Das sorgt für perfekt aufeinander abgestimmte RLT-Systeme und reduziert den Aufwand für Planer und Anlagenbauer erheblich.

Wichtige raumluftechnische Richtlinien und Normen im Überblick.

- EN 779 Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik – Bestimmung der Filterleistung
- EN 1822-1 (alle Teile), Schwebstofffilter (HEPA und ULPA)
- EN 13779 Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs-, Klimaanlagen und Raumkühlsysteme
- EN 16798-3 Entwurf: Energieeffizienz von Gebäuden; Teil 3: Anforderungen an die Leistung von Lüftungs- und Klimaanlagen u. Kühlsystemen
- EN ISO 14644-3 Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche – Teil 3: Prüfverfahren
- EN 12469 Mikrobiologische Filter
- EN ISO 14698 Biokontaminationskontrolle
- VDI 2083 Blatt 1–18
- VDI 6022 Blatt 1 Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte
- DIN 1946-4
- SWKI Richtlinie 99-3
- ANSI/ASHRAE Standard 170 Ventilation of Health Care Facilities
- VMP
- EG GMP 2003/94/EG [Annex 1, 11, 15]

Die Geschichte reiner Umgebung.

Reinheit oder griechisch **Asepsis** („ohne Fäulnis“) ist der Zustand der Keimfreiheit. Davon abzugrenzen ist der Begriff Antisepsis. Sie bedeutet keine vollständige Keimfreiheit, sondern nur eine Reduktion der Keime. Antiseptik heißen die dazu führenden Maßnahmen.



Maßnahmen zur Asepsis und Antisepsis sind:

Sterilisation:

Keimfreimachung aller medizinischer Instrumente und der Kleidung sowie die Verwendung steril verpackter Einmalinstrumente und -kleidung. In der Regel physikalische Verfahren ohne Verwendung chemischer Biozide.

Wassersterilisation:

Spülen mit hochrein gefiltertem Wasser und dem Biozid Wasserstoffperoxid, um eine chemisch-physikalische und schließlich rückstandsfreie Keimfreiheit zu erreichen, zum Beispiel in Getränke-Abfüllanlagen.

Raumdesinfektion:

Chemische Biozide und gegebenenfalls zusätzliche physikalische Verfahren. Sie erreicht nur endliche Grenzwerte (Antisepsis), weil man Räume, in denen Menschen arbeiten, nicht völlig keimfrei halten kann.

Raumluftsterilisation:

Ein laminarer Luftstrom mit gefilterter Luft soll verhindern, dass keine neuen Keime in sterile Bereiche eingetragen werden und kontaminierte Luft (z. B. im OP durch den Patienten oder das ärztliche Personal) in den unmittelbaren Reinraum-Bereich gelangt.



Joseph Lister, (1827–1912)
1. Baron Lister, OM (Order of Merit)
Britischer Mediziner, der sich einen Namen als „Vater der antiseptischen Chirurgie“ gemacht hat.

Die Entdeckung der Asepsis.

Die Mediziner **Semmelweis** und **Lister** erkannten als Erste die Bedeutung kontrolliert reiner Umgebungen. Die Umsetzung ihrer Hygienemaßnahmen in Krankenhäusern und Operationssälen führte zu einer drastisch niedrigeren Mortalitätsrate der Patienten.

Zu der Zeit war noch nicht bekannt, dass Verunreinigungen und Keime auch durch die Luft transportiert werden. Robert **Koch** und Louis **Pasteur** waren später die Pioniere auf dem Gebiet der **Mikrobiologie**. Sie fanden wichtige Erkenntnisse über die Übertragung von Krankheitserregern. Das Pasteurisieren basiert auf der Entdeckung, dass Bakterien abgetötet werden, wenn sie auf 65 °C bis 80 °C erhitzt werden.

„**Unsichtbare**“ **Kontamination** wurde nun weiter erforscht, um ihr gezielt entgegenwirken zu können. Daraus entwickelte sich schließlich auch die **Reinraumtechnik**.

Die Väter der Luftfiltration.

Schon den hippokratischen Ärzten im Altertum war bekannt, dass Sauberkeit bei der Bekämpfung von Krankheiten elementar ist. Die Römer erkannten vor mehr als **2.000 Jahren**, dass Staubpartikel in der Umgebungsluft mittels Tüchern abgeschieden werden konnten. Im Prinzip die Entdeckung des Filters.

1814 wurde von Brisé Fradin eine mit Baumwolle gefüllte Filterbox entwickelt, die als Atemschutz für Arbeiter im Bergbau diente.

1861 versuchte Luis Pasteur erstmalig luftgetragene Mikroorganismen durch ein mit Baumwolle gefülltes Glasröhrchen abzuscheiden.

Die erste Abfüllung unter Reinraumbedingungen.

Das Thema der Sterilität erhielt aber erst Anfang des **19. Jahrhunderts** wissenschaftliche Beachtung. Und den Eingang in die Fertigung durch den französischen Konditor und Erfinder François Nicolas Appert, der **1810** eine aseptische Abfüllmethode für Lebensmittel wie Fleischbrühe, Bohnen und Erbsen entwickelte – die Konservierungsmethode des Einkochens. Seine Pionierleistung mit der ersten sterilen Produktabfüllung war, wenn man so will, der Vorbote für die **Reinraumproduktion**.



Reinräume. Produktion und Natur.



Reinraumproduktion.

Miniaturisierung braucht reinste Verhältnisse.

Die Produktion unter Reinraumbedingungen kam erstmals nach dem 2. Weltkrieg in der US-Luft- und Raumfahrt und Nuklearindustrie zum Einsatz. Dafür wurden neue Filtersysteme entwickelt. Im Zuge immer kleiner werdender Komponenten machten Experten die Erfahrung, dass eine integrierte Mikroelektronik nur dann funktioniert, wenn sie unter reinraumtechnischen Kriterien gefertigt wird und zum Einsatz kommt. Ab einem gewissen Grad der Miniaturisierung werden Partikel aus der Umgebungsluft zum größten Problem für die Fehlerrate der Produktion.

Ein weiterer Meilenstein der Reinraumtechnik stellte dann die Entwicklung von HEPA-Schwebstofffiltern in den 1950er-Jahren und später der ULPA-Filter dar.

Konventionelle Reinräume – durch Schleusen zugängliche, klimatisierte Räume mit Über- oder Unterdruck – sind deshalb seit den 1960er-Jahren zum Standard in vielen Betrieben der Pharmazie, Medizin, Feinmechanik und Elektronik geworden.



Wenn man sich vorstellt, dass die Strukturbreite einer elektronischen Leiterbahn auf einem heutigen Mikrochip rund 30–250 Nanometer beträgt und im Vergleich dazu ein menschliches Haar 300-mal so dick ist, dann weiß man um die großen Anforderungen, die heute an die Reinraumtechnik gestellt werden.

* Quellen: Wikipedia: Reinraumtechnik – Herausg. Lothar Gail, Udo Gommel, Hans-Peter Horig; Medizintechnik – Life Science Engineering von Erich Wintermantel, Autor Suk-Woo Ha; Clean Room Technology – Hightech im Wandel der Zeit, Prof. Gernot Dittel

links: Tasmanien, eine Insel am östlichen Rand des Indischen Ozeans, ca. 240 km südlich des australischen Festlands, unten: Panoramablick Hobart; rechts: Amazonasgebiet, Bolivien, Peru, Brasilien



Die sauberste Luft der Welt.

Tasmanien im Westen Australiens beansprucht für sich, die sauberste Luft der Welt zu haben. Dafür ist eine natürliche Verdrängungsströmung verantwortlich. Westwinde, die vom Pazifik her stürmisch am Ende der Welt toben: die „Roaring Forties“.

Das Festland, das diesem Breitengrad am nächsten liegt, ist mehr als 15.000 Kilometer entfernt – Südamerika. Selbst die Antarktis liegt noch 2.000 km entfernt weiter südlich und Afrika reicht erst gar nicht weit genug in Richtung Süden, um sich den stürmischen Winden in den Weg zu stellen. Die Westwinde bringen einen gewaltigen Volumenstrom „Reinluft“ auf die Insel, die die durch Luftverschmutzung auf der Insel verunreinigte Luft verdrängt, mit einem erfreulichen Ergebnis: Der geringe Gehalt von Methan, Kohlendioxid und Lachgas in der Atmosphäre attestiert dem Edge of the World, wie die Einheimischen ihren Ort nennen, die „sauberste Luft der Erde“.

Natürliche Filtration im Regenwald.

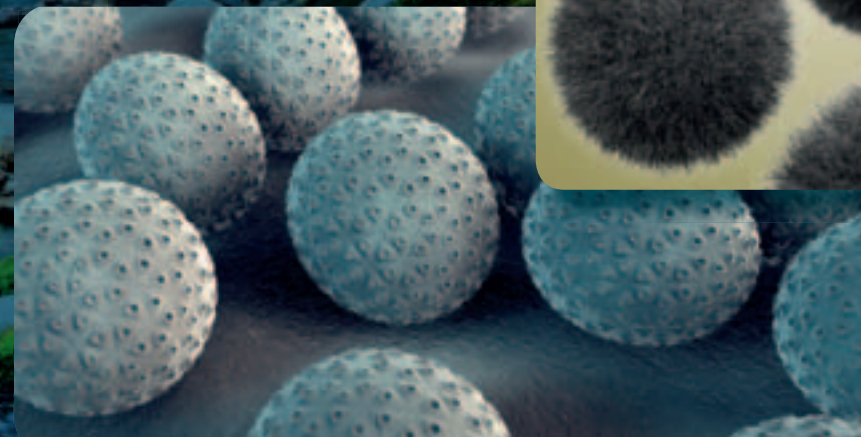
Nur wenige Orte der Erde liegen weiter weg von der industrialisierten Welt als der Regenwald des Amazonas. Das Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz hat dort nahezu „jungfräuliche“ Luft untersucht. Sozusagen die Urluft, wie sie vor der Ausbreitung von Autos, Fabriken und Kraftwerken geherrscht haben könnte.

Die Forscher maßen, welche Partikel in welcher Konzentration durch die Atmosphäre über den Regenwald strömen. Nordöstliche Luftströmungen vom Atlantik legen rund 1.600 Kilometer über den nahezu unberührten Regenwald zurück und waschen auf ihrem Weg Schmutzpartikel weitestgehend aus. Die Vegetation dient dabei als natürlicher Filter.

Über den Metropolen werden üblicherweise mehrere zehntausend Partikel pro Kubikzentimeter Luft gemessen, über dem Urwald nur wenige hundert: in der Hauptsache Aerosole im Submikronbereich (weniger als ein Tausendstel Millimeter), die von der Vegetation emittiert wurden. Das entspricht einer Ultra-Filterleistung. Die Luft ist nahezu völlig sauber.

Der Regenwald schafft sich auch sein Klima selbst. Indem er Pollen, Pilzsporen und auch viele kleinere Partikel freisetzt, an denen Tröpfchen und Eiskristalle kondensieren. Diese Kondensationskeime bilden Wolken, fallen schließlich als Regen wieder zur Erde und tragen zum immerfeuchten Klima des Regenwalds entscheidend bei.

rechts: Staubpartikel unterm Mikroskop
unten: Pollen in starker Vergrößerung



Fabrik der Zukunft. Industrie 4.0

Erst war es die Dampfmaschine, die eine industrielle Fertigung revolutionierte, dann das Fließband, daraufhin die Elektronik und nun also die Vernetzung. Die Fabrik der Zukunft als „cyber-physisches System“ wird fortlaufend Daten sammeln, sie interpretieren und ständig dazulernen.

Internet der Dinge

Das Internet der Dinge.

Der Begriff geht auf Kevin Ashton zurück, einem britischen Technologie-Pionier. Als Leiter des Auto-ID Center am Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat er 1999 den Begriff „Internet of Things“ geprägt. Im Internet der Dinge werden Objekte mit künstlicher Intelligenz ausgestattet. Über das Internet können sie untereinander Informationen austauschen. So verschmelzen reale und virtuelle Welt miteinander.

Neue bahnbrechende Entwicklungen haben den Boden bereitet. Dinge des Alltags bekommen heute Miniatur-Computer zu akzeptablen Kosten eingepflanzt. Waren und Güter können nicht nur mittels RFID (Radio-Frequency Identification) eine eigene Identität bekommen, sondern dank Sensoren und Aktoren auch Zustände erfassen und darauf reagieren: Waschmaschinen waschen selbstständig, unabhängig vom Menschen. Und schalten sich dann ein, wenn der Strom gerade günstig ist.

Autos werden sich selbst steuern. Kühlschränke bestellen Milch und Butter nach, wenn sie aufgebraucht sind. Das Internet der Dinge wird aber nicht nur ein „Smart Home“ schaffen und vieles im Alltag erleichtern und verbessern. Es wird in einem noch sehr viel größerem Maße die industrielle Fertigung beeinflussen. Man spricht von der 4. industriellen Revolution oder der Industrie 4.0. Fünfzig Milliarden Gegenstände sollen bis 2020 vernetzt sein, schätzen die Experten.



Die 4. industrielle Revolution. Maschine und Web wachsen zusammen.

Durch die zunehmende Einbettung von Intelligenz in Objekten (Embedded Systems), ihre steigende informationstechnische Vernetzung zu Cyber Physical Systems sowie die Interaktion mit dem Internet wachsen die reale Welt der Güter und die virtuelle des Cyberspace stärker zusammen. Das Internet der Dinge wird einen radikalen Wandel einleiten.

In der Logistik sind selbstständig steuernde Prozesse heute schon Praxis. Behälter werden mit einem Chip ausgestattet, auf dem neben Produktinformationen auch das Transportziel gespeichert wird. Wenn sie an der Sortiermaschine vorbeifahren, übermitteln sie ihren Bestimmungsort. Die Sendung wird entsprechend eingeordnet und zielgerichtet weiterbefördert. Solche Prozesse laufen schnell, autonom und vor Ort ab.

Cyber-Fabrik. Die Autonomie der Produktionsmittel.

Das Internet der Dinge eröffnet in Produktionsstätten ungeahnte Möglichkeiten, um die Fertigung zu flexibilisieren. Die nötigen Daten zur Produktionssteuerung werden mit den Werkstücken selbst transportiert und übermittelt. So werden Abläufe in der Produktion besser, präziser und schneller steuerbar, ohne dass eine komplexe zentrale Steuerung benötigt wird.

Produkte und Geräte mit eigenen Sensoren können heute schon Daten aus ihrer Umgebung erfassen und verarbeiten. So messen Blutkonserven selbstständig Lagertemperatur und Lagerzeit. Wird eins davon überschritten, meldet sie dies ans Lagersystem, um unmittelbar für Ersatz zu sorgen.

Logikkomponenten, die in Geräten, Anlagen und Produkten eingebettet sind, messen, regeln und steuern. Werkstücke in der Fabrik laufen autonom die nächste freie Maschine an, um bearbeitet zu werden. Maschinen mit Embedded Systems können aber auch Energieverbrauch und Werkzeugverschleiß u. v. m. messen und weiterleiten. Daten, die für die Wartung von Bedeutung sind und sie effizienter und viel wirtschaftlicher gestalten.



TROXNETCOM
Durchführung automatisierter Funktionstests für Brandschutz- und Entrauchungsklappen

Steuerungs- und Regelungskomponenten auf allen Ebenen industrieller Prozesse ermöglichen eine sehr viel stärkere Ausdifferenzierung. So können Ressourceneinsatz und Prozessabläufe optimiert, Planungen variabler gestaltet und spezifischer auf Kundenanforderungen abgestimmt werden.

Kürzlich haben schwedische Forscher sogar elektronische Etiketten entwickelt, die konventionell druckbar sind und sich mit dem Mobilfunknetz verknüpfen lassen. Sollten sie sich in der Praxis bewähren, würde das die Herstellung von Logikkomponenten revolutionieren. Sie könnten einfacher und günstiger produziert werden und die Entwicklung des „Internet of Things“ weiter vorantreiben.

TROX 4.0

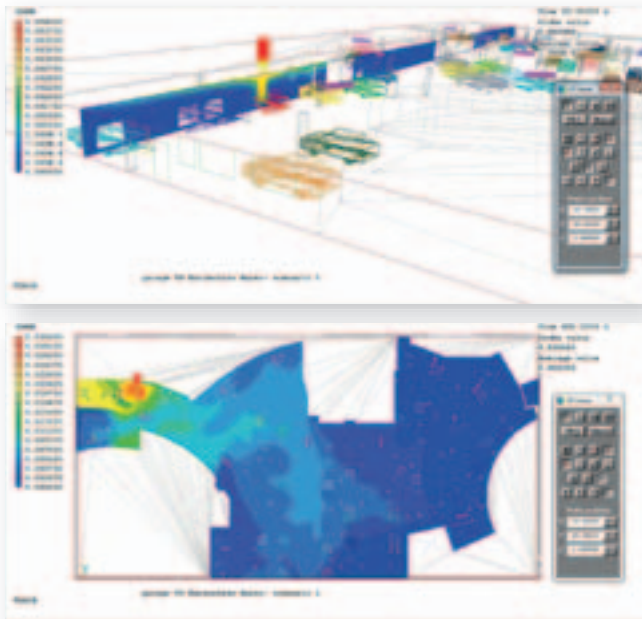


Der intelligente TROX TLT Ventilator prüft selbstständig den Zustand seiner Bauteile.

Bei TROX TLT hat Industrie 4.0 bereits Einzug erhalten – mit selbstständig agierenden Diagnosesystemen. Das intelligente Ventilator-Diagnose-System ist zu jeder Zeit in der Lage, eine zustandsabhängige Untersuchung der Ventilatoren und im Speziellen der Motoren durchzuführen. So ermöglicht sie dem Betreiber, den Bauteilzustand individuell zu beurteilen und rechtzeitig Maßnahmen für eine Motorenwartung einzuleiten, um so eine sichere Betriebsweise sicherzustellen. Speziell bei Entrauchungsventilatoren ist dies ein entscheidender Vorteil gegenüber der bisherigen Praxis periodischer Inspektionen, weil es die Kosten spürbar senkt. Das TROXNETCOM-System wiederum ermöglicht die Durchführung automatisierter Funktionstests für Brandschutz- und Entrauchungsklappen. So sorgt TROX für intelligente Überwachungssysteme, die den Brandschutz eines Gebäudes auf die höchste Sicherheitsstufe stellen.

Virtual Reality.

Ein andere zukunftsweisende Cyber-Technologie, die im Industriebau eingesetzt wird, ist die Planung mit Hilfe der „Virtual Reality“ – kurz VR genannt. Maschinen, Anlagen, aber auch komplette Gebäude werden in Hochleistungsrechnern nachgestellt. So werden Simulationen in einer virtuellen Realität durchgeführt. Im Bereich der Raumlufttechnik und der maschinellen Entrauchung wird die VR-Visualisierung bereits als fortschrittliches Analyseinstrument eingesetzt. Simulationen machen beispielsweise die Rauchausbreitung im Falle eines Brandes sichtbar. So können Gefahren besser abgeschätzt und die Planung der Fluchtwege auf gesicherte Erkenntnisse gestützt werden.



CFD-Brandsimulationen liefern aufschlussreiche Ergebnisse in der Entwurfsplanung, aber auch für die Brandursachenforschung und Brandfolgenmittlung sowie bei der Untersuchung von Brandphänomenen.

Intelligente Roboter erhöhen die Produktivität auch bei der Fertigung von TROX Brandschutzklappen.



Die Automobilindustrie* arbeitet bereits mit Hochdruck daran, Fertigungsschritte, Industrieroboter, ja ganze Fabriken virtuell abzubilden. Ziel ist es, den Bau eines neuen Autotyps perfekt planen zu können. Im Idealfall könnten so ganze Fabriken auf Knopfdruck umgestellt werden. Dafür müssen Roboter und ihre Arbeitsschritte so realistisch wie möglich am Computer simuliert werden, um sie aus der Ferne programmieren zu können. Im Falle einer Umrüstung auf ein neues Modell würden teure Stillstandzeiten vermieden, weil die Maschinen nicht mehr von Hand eingestellt werden.

(*s. DIE WELT 21.02.14 BMW plant sich selbst abstimme Maschinen.)

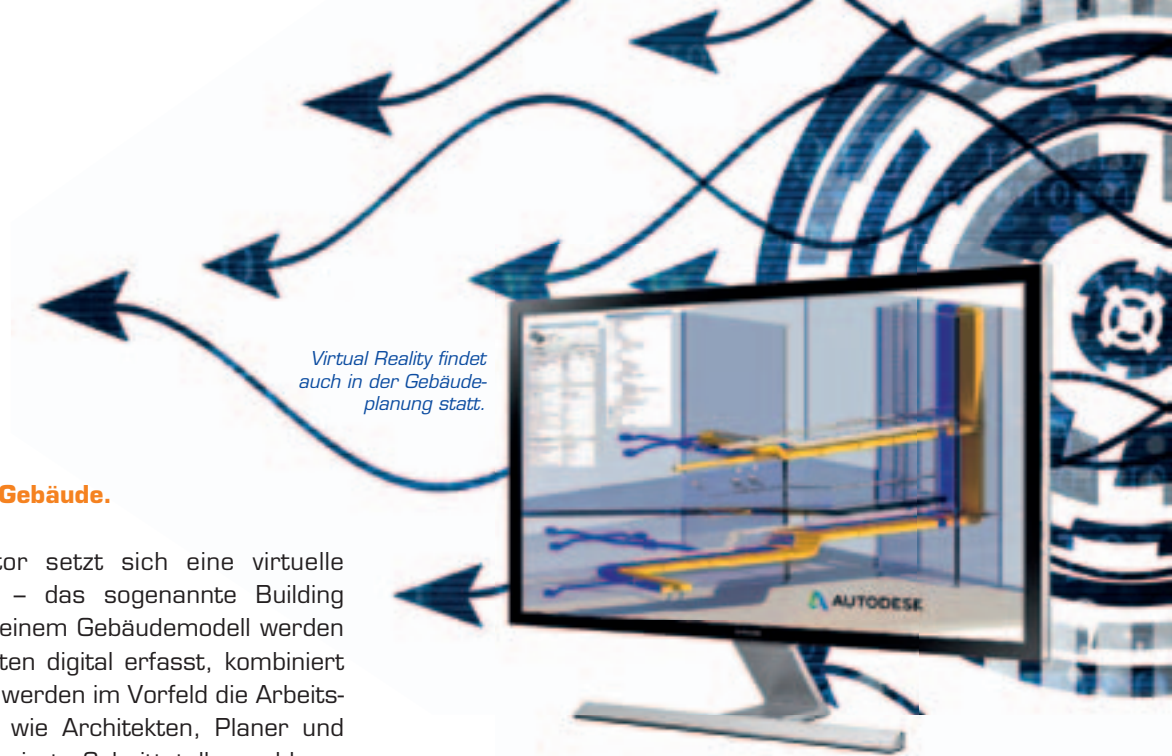


BIM: Virtual Reality im Gebäude.

Auch im Gebäudesektor setzt sich eine virtuelle Planungsmethode durch – das sogenannte Building Information Modelling. In einem Gebäudemodell werden alle wichtigen Gebäudedaten digital erfasst, kombiniert und visuell dargestellt. So werden im Vorfeld die Arbeitsschritte aller Beteiligten, wie Architekten, Planer und Bauherr, im Modell integriert. Schnittstellenprobleme werden von vornherein ausgeschlossen, ein reibungsloser Arbeits- und Informationsfluss gewährleistet.

Reinraumindustrie 4.0

Die Zukunft in der Reinraumtechnik hat bereits begonnen. Denn im Bereich der Reinraumlufttechnik kommen Strömungssimulationen kombiniert mit geometrischen VR-Modellen erfolgreich zum Einsatz, um die Effizienz der Systeme noch weiter zu steigern. So kann bereits in einer frühen Planungsphase das Luftströmungsverhalten im Gebäude beobachtet werden, was für ein Reinraumprojekt von essenzieller Wichtigkeit ist. Architekten und Planer verfolgen in einer visualisierten Fertigungshalle am Computer, wie sich eingestreute Partikel verteilen und wo es zu ungünstigen Strömungssituationen kommt. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden die Anordnung der Lüftungskomponenten optimiert und der Energieeinsatz reduziert.



Virtual Reality findet auch in der Gebäudeplanung statt.

Die immer weiter fortschreitende Miniaturisierung von Oberflächen- und Schaltstrukturen setzt eine noch gründlichere Reinraumtechnik voraus: Mikrochips werden heute bereits mit Strukturen von 30 Nanometer Breite gefertigt – eine Größenordnung weit unter der Wellenlänge des Lichts. Da darf natürlich kein Partikel mehr dazwischenkommen. So nähern sich die Produktionsbedingungen dem fast undenkbaren Anspruch „null Toleranz“. Abweichungen in der Chipstruktur sind in einer Größe von nur noch eins zu zehn Milliarden erlaubt. Das entspricht einem winzigen Schlagloch von einem Zehntelmillimeter Tiefe auf der Strecke von Füssen nach Flensburg.

In die komplett andere Richtung entwickelt sich die Größe der Produktionsstätten, die unfassbare Dimensionen erreicht. So hat eine Produktionsanlage für LCD-Displays in Korea ein Ausmaß von 150–180.000 m². Das entspricht der Fläche aller Spielfelder in der Fußballbundesliga. In China wiederum baut Foxconn Electronics zusammen mit Sony eine Fabrik für LCD-Fernseher auf sage und schreibe 1,3 Mio. Quadratmetern. Es entsteht ein Areal, das 500.000 Menschen Arbeit geben wird und auf dem 30 Mio. LCD-Fernseher gefertigt werden sollen.

DEM REINRAUM GEHÖRT DIE ZUKUNFT!

ZUKUNFT



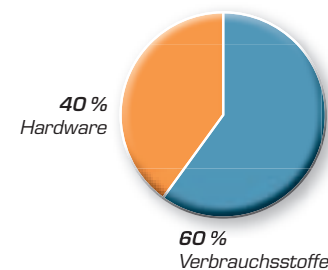
Reinräume.

RLT-Segment mit Wachstum.

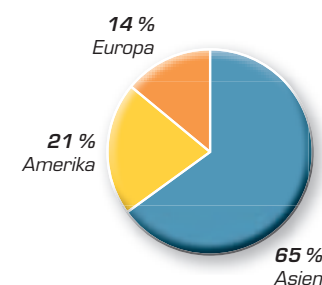
Strenge Hygieneauflagen und steigende Anforderungen an den Schutz und die Qualität der Produkte, die starke Dynamik der pharmazeutischen Industrie, des Gesundheitswesens und der Biotechnologie sowie die fortschreitende Miniaturisierung in der Halbleiter- und Nanoindustrie lassen die Nachfrage nach Reinraum-Produkten kontinuierlich wachsen. Die Reinraumtechnik findet immer breitere Anwendungsbereiche.

Der Reinraum-Sektor, der in den Technologiebereich wie RLT-Anlagen und Filter sowie Verbrauchsstoffe wie Schutzkleidung und Reinigungsmittel gegliedert wird, hat ein Marktvolumen von über 10 Milliarden US-\$ weltweit. Knapp 40 % fallen auf den Anlagensektor. Das weitaus größere Stück des Kuchens liegt bei den Verbrauch-artikeln. Experten gehen davon aus, dass der Markt der technischen Ausrüstung von Reinräumen in den nächsten fünf Jahren jährlich um über 5% wachsen wird.

Reinraum-Produkte: Verteilung Marktvolumen weltweit



Regionale Verteilung Umsatzvolumen der Verbrauchsstoffe



Es verwundert nicht, dass in Asien, wo heute die Mehrzahl der Mikrochip-Industrien angesiedelt ist, die Musik spielt. Regional gesehen ist Asien führend und weist das stärkste Wachstum auf – sowohl bei der Hardware als auch bei den Verbrauchsgütern. China ist der am schnellsten wachsende Halbleiterproduzent, fast alle Komponentenhersteller für Displays und Bildschirme sind in Asien angesiedelt. Dort entsteht jetzt ein Areal für die Produktion von LCD-Displays auf einer Fläche von 1,3 Millionen m². Das entspricht in etwa einem Drittel der Fläche des New Yorker Central Parks.

Nimmt man das Verbrauchsmaterial als Indikator, fallen rund zwei Drittel des Marktvolumens auf den asiatischen Kontinent, Tendenz stark wachsend, gefolgt von Amerika mit etwas über 20% und Europa mit nur knapp 15%.

Die deutsche Reinraumtechnik-Branche erwirtschaftet laut DRRI mit rund 15.000 Mitarbeitern einen Jahresumsatz von rund 2,5 Mrd. € und leistet einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg des Technologie- und Produktionsstandorts Deutschland.

Die Zahlen verdeutlichen: Es ist Dynamik im Markt für Reinraumprodukte, wovon auch die Klima- und Lüftungstechnik profitieren wird.

Quellen: Cleanroom Worldmarket, Cleanroom Technology Market Report, 2014

Das Reinheitsgebot von 1516.

Heute noch muss deutsches Bier laut Gesetzgebung ausschließlich aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser gebraut werden. Damit ist das Reinheitsgebot das älteste noch gültige Lebensmittelgesetz. Im nächsten Jahr feiert das deutsche Reinheitsgebot seinen 500. Jahrestag. Es geht auf Herzog Wilhelm IV. zurück. Danach durften zur Herstellung von Bier ausschließlich Gerste, Hopfen und Wasser verwendet werden. Die wichtige Rolle der Hefe war zu der Zeit noch nicht bekannt. Sie kam erst später.



Ziel des Reinheitsgebots war es, Verfälschungen oder lebensbedrohlichen Zusätzen vorzubeugen. Denn vielfach wurden Kräuter oder andere Mixturen beigemischt, um das Gebräu haltbar zu machen. Manche Kräuter verfehlten ihre Wirkung und der Biergenuss endete nicht selten tödlich.

Hefe kam mehr oder weniger zufällig ins Spiel. Sehr viel später erst wurde nachgewiesen, dass sie die eigentliche Ursache für die Haltbarkeit des Gerstensaftes ist. Im Mittelalter waren es meist die Frauen, die brauten. Darunter viele Bäckerinnen, die sich als die erfolgreichsten Braumeisterinnen herausstellten. Warum? Der Legende nach sollen sie den Biersud in Gefäßen gelagert haben, in denen vorher Brotteig geknetet wurde. Reste von Hefe in den Bottichen sorgten so für eine längere Haltbarkeit des Gerstensaftes.

Über Frauen, die weniger Glück hatten, weil sie keine Hefereste in ihren Gefäßen hatten und das Bier deshalb oft verdarb, sagte man: „**Bei der ist Hopfen und Malz verloren.**“ Von sage und schreibe zehn Versuchen, Bier zu brauen, führten im Schnitt lediglich zwei zum Erfolg.

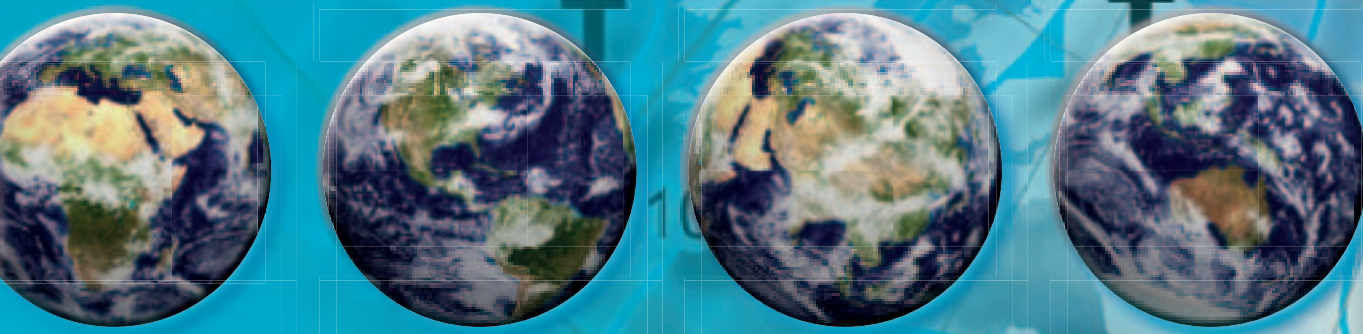
Ab Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckte man dann die Zauberformel: die alkoholische Gärung. Jetzt wusste man, dass die Hefe in Verbindung mit Zucker dafür verantwortlich ist. Rund zwei Jahrhunderte später, im Jahre 1789, erkannte der Forscher Lavoisier, dass das Duo Hefe/Zucker eine geradezu durchschlagende Wirkung hat: den Alkoholgehalt und damit verbunden auch eine größere Haltbarkeit sowie die prickelnde Spritzigkeit des Bieres. Durch die Beigabe von Hefe wird der Malzzucker in der Bierwürze in Alkohol und Kohlendioxid umgewandelt.

Darauf ein Bier!



Reinraum und Wetter.

Luftdruck und Klima.



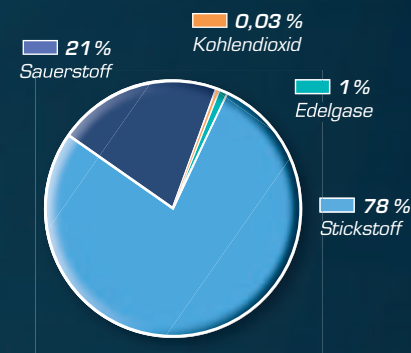
Reinräume und das Wetter haben so manches gemeinsam. Denn bei beiden sind Luftdruck, Luftströmungen und Luftbilanzen die entscheidenden Faktoren.

Erde und Reinraum. Ein Vergleich.

Stellen wir uns die Erde als Raum vor. Ein Raum mit Luft gefüllt: die Erdatmosphäre, die unterschiedliche Luftdruckverhältnisse aufweist. Und schon haben wir die Parallelen zum Reinraum. Stark vereinfacht ist der Reinraum ein abgeschlossenes Volumen, das mit hochgradig gereinigter und damit sauberer Luft durchströmt wird. Wie es auch bei der Erde der Fall wäre, hätte der Mensch nicht die Luftverschmutzung verursacht.

In Reinraumanlagen sorgen die unterschiedlichen Luftdruckverhältnisse für die Abgrenzung verschiedener Reibereiche. Auf der Erde beeinflussen sie das Wetter. Und bei beiden sorgen die Luftströmungen für die klimatischen Bedingungen.

Zusammensetzung unserer Luft



Element Luft.

Unsere Luft ist ein Gasgemisch der Erdatmosphäre. In der Hauptsache besteht sie aus den Elementen Stickstoff und Sauerstoff. Daneben enthält die Luft noch die Komponenten Argon, Kohlenstoffdioxid und weitere Spurengase sowie gasförmiges Wasser: im Verhältnis von rund 78:21:1. „Luftteilchen“ haben naturgemäß Gewicht und werden von der Erde angezogen. Druck entsteht.

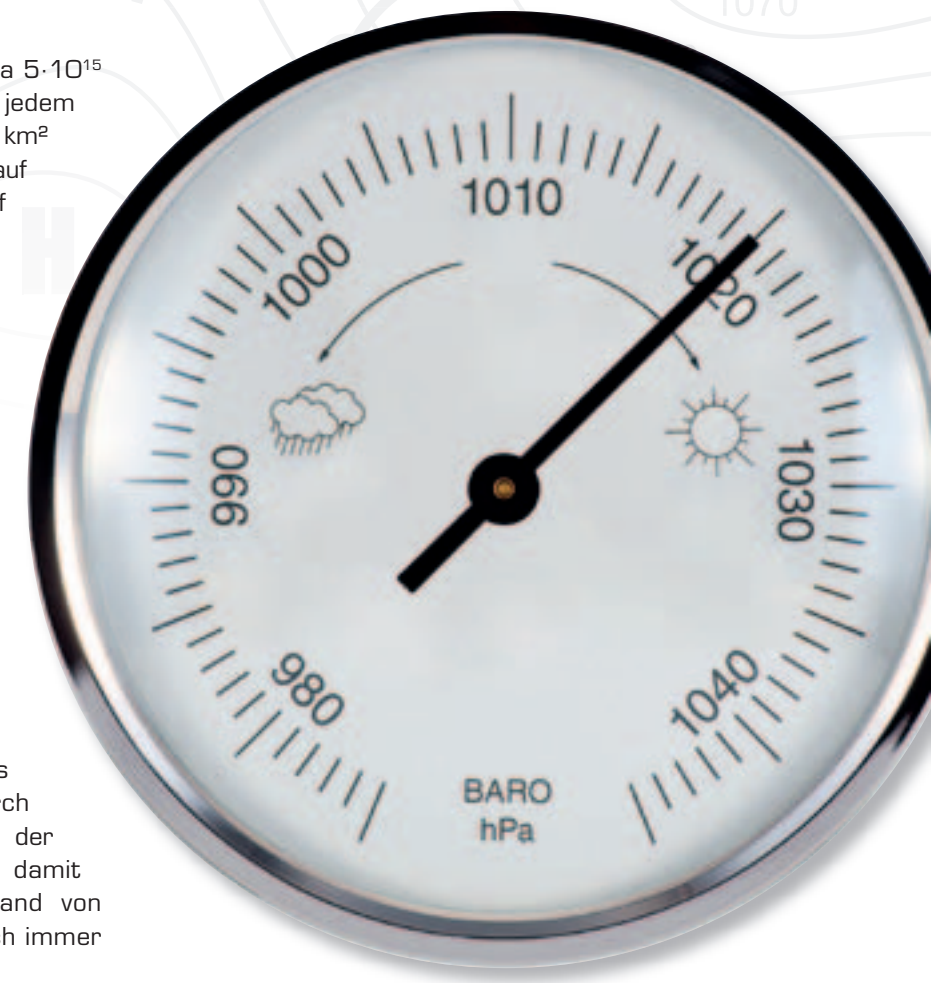


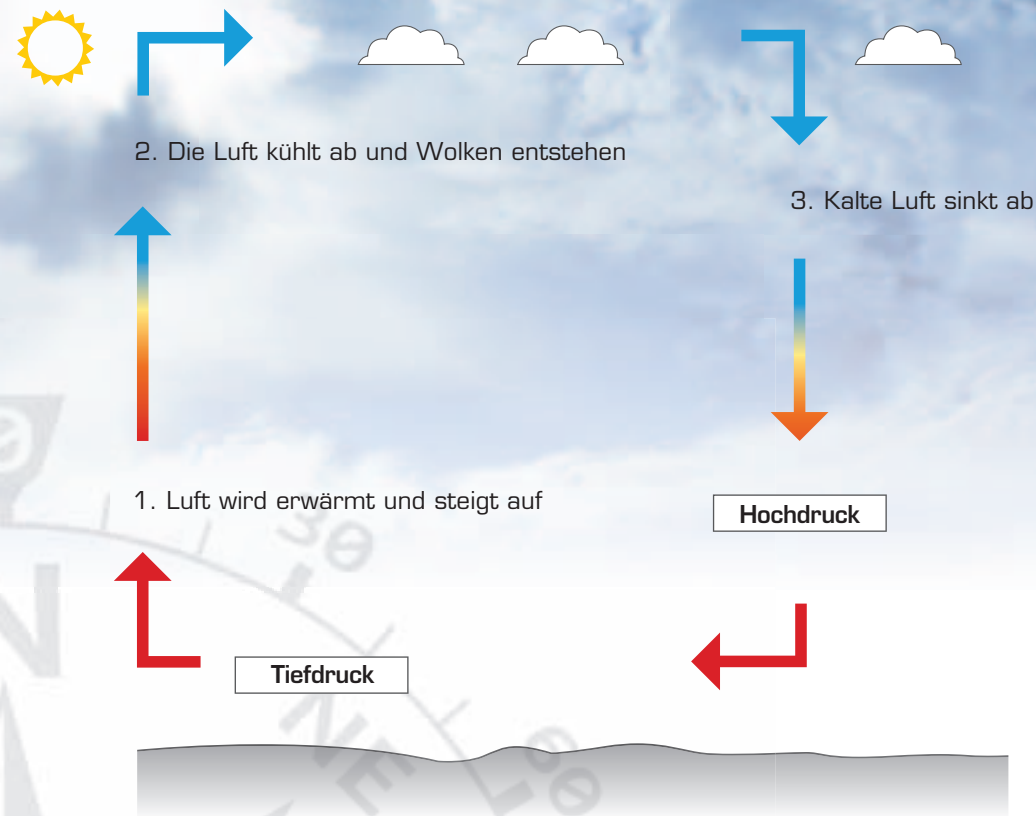
Der hydrostatische Druck der Luft.

Die Erdatmosphäre hat eine Masse von circa $5 \cdot 10^{15}$ Tonnen. Es lasten also rund 10 Tonnen auf jedem Quadratmeter der Erdoberfläche (ca. $5 \cdot 10^8$ km² bzw. $5 \cdot 10^{14}$ m²). Der Druck, also die Kraft, die auf einem Quadrat Flächeneinheit wirkt, beträgt auf Meereshöhe 10^5 N/m² (100.000 N/m²). Der Mensch spürt davon nichts, da über seine gesamte Oberfläche durch die geringe Luftdichte an der Erdoberfläche (ca. 1,2 kg/m³) nur geringste Druckunterschiede wirken, im Vergleich zum Wasser, wo aufgrund der 1.000-fachen Dichte die Druckunterschiede auf der Körperoberfläche zu einem merklichen Auftrieb, d. h. einem Gewichtskraftverlust führen.

Druck, Temperatur und Dichte stehen in direktem Zusammenhang.

Steigt die Temperatur an, werden Teilchen schneller und stoßen mit größerem Impuls aufeinander und voneinander weg. Dadurch entfernen sie sich voneinander. Die Anzahl der Atome (Masse) im Luftvolumen sinkt und damit auch die Dichte. Mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche sinkt der Luftdruck, da sich immer weniger an Luftmasse darüber befindet.





Luftströmungen bestimmen das Wetter.

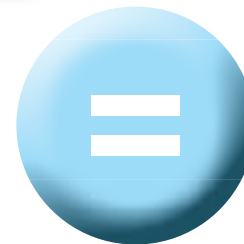
Unser Wetter hängt eng mit dem variierenden Luftdruck innerhalb der Atmosphäre zusammen. Erwärmt die Sonne die Luft am Erdboden, dehnt sie sich aus, wird leichter und steigt auf. In der Höhenluft sind es weniger Luftteilchen. Die Luft weist eine geringere Dichte auf und der Luftdruck ist geringer. So entsteht ein Tiefdruckgebiet. Die aufsteigende warme Luft transportiert Luftfeuchtigkeit – weil sich Luft in größerer Höhe wieder abkühlt, werden daraus Wolken. Abgekühlte Luft ist schwerer und sinkt neben dem

Tiefdruckgebiet wieder ab. Auf dem Weg nach unten erwärmt sich die kalte Luft, nimmt dabei Wasserdampf auf und löst so die Wolken auf – das Wetter wird schön. Weil die sinkenden Luftmassen auf die Luft darunter drücken, nennt man den Bereich Hochdruckgebiet.

Um den unterschiedlichen Luftdruck am Erdboden auszugleichen, strömt Luft von den Hochdruckgebieten in die Tiefdruckgebiete. Es entsteht Wind.

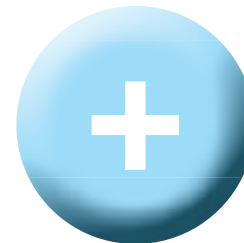
Wetterdienst

Wettervorhersagen.



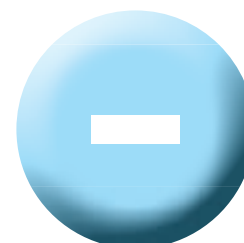
Gleichbleibender Luftdruck.

Meistens findet sich ein stabiler Luftdruck während eines ausgedehnten Hochs. Das ist ein Zeichen für gleichbleibendes und beständiges gutes Wetter. Bei manchen Hochdruckwetterlagen bleibt der Druck über Tage oder sogar Wochen konstant.



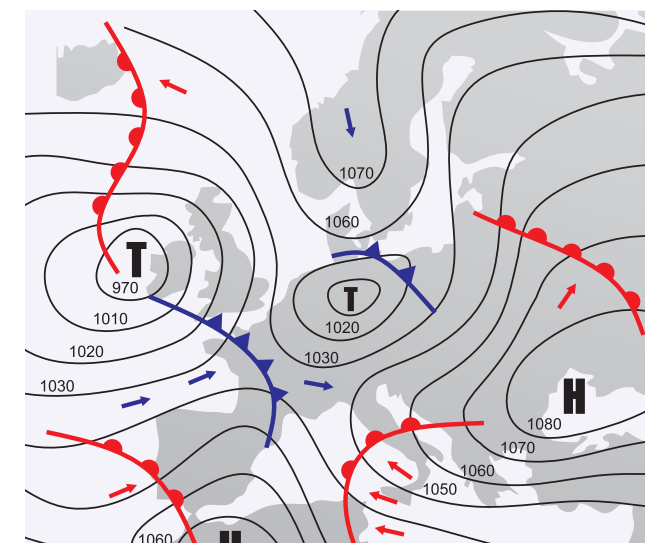
Ansteigender Luftdruck.

Ein langsamer und konstanter Anstieg deutet auf eine längerfristige Wetterverbesserung hin. Ein starker Anstieg, deutlich über 1 hPa/Std., auf eine vorübergehende Wetterverbesserung. Er kann ein Anzeichen für einen bevorstehenden Hochdrucksturm sein.



Fallender Luftdruck.

Ein langsamer und stetiger Abfall ist ein Zeichen für eine Wetterveränderung. Meist bedeutet es, dass eine Schönwetterperiode zu Ende geht. Stark abfallender Druck ist ein Hinweis auf ein sich näherndes Tief, das Schlechtwetter bringt. Je nach Höhe des Druckabfalls muss mit Sturm gerechnet werden.



Luftdruck und Wetterfähigkeit.

Niederfrequente Luftdruckschwankungen können Menschen wetterfällig machen, hat die Münchner Umweltmedizinerin Eva Wanka festgestellt. Verantwortlich dafür sind in der Halsschlagader befindliche Druckrezeptoren, die Herzfrequenz und Blutdruck regulieren.



„Die peripheren Blutgefäße dehnen sich bei Wärme aus, damit der Körper mehr Wärme abgibt. Umgekehrt ist es bei Kälte. „Das führt bei Menschen mit Bluthochdruck oder niedrigem Blutdruck zu Problemen.“

Reinraum-Lufttechnik reagiert aufs Wetter.

Neben der Lüfthygiene sind es in der Reinraum-Lufttechnik die Parameter Luftfeuchte und Lufttemperatur, die je nach Anforderungen und Produktionsumgebung durch das RLT-Zentralgerät beherrscht werden müssen. Dazu bedarf es einer zuverlässiger Sensorik, die den Zustand der Luft kontinuierlich kontrolliert.

Neben der Messung harter Facts werden in einem intelligenten Luft-Management-System aber auch weiche Faktoren berücksichtigt. So spielen Prognosemodelle für das Wetter eine wichtige Rolle, da die Parameter Temperatur und relative Feuchte von der Wetterlage beeinflusst werden.

Deshalb arbeitet ein RLT-System umso energieeffizienter, je genauer die natürliche Umgebung prognostiziert werden und je zielgenauer das RLT-System darauf reagieren kann.

Ein Beispiel: Bei der Luftentfeuchtung wird Kälte gebraucht. Feuchte Luft muss dafür auf 6 °C heruntergekühlt werden. Bei stark fallenden Temperaturen stellt das System dann auf Free Cooling um, was eine erhebliche Energieeinsparung mit sich bringt.

Oder: An einem heißen Sommertag werden rasch sinkende Temperaturen für den nächsten Tag angekündigt. Dann wird das System mit „weniger Kühlung“ in der Nacht zuvor reagieren, anstatt am nächsten Tag „aufzuheizen“.



interview

Reinraum- Experte.

Prof. Dr. Weißsieker
im Gespräch.



Prof. Dr. Horst Weißsieker
*ICTP Director Deerns Germany
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
der IHK zu Köln für das Sachgebiet Reinraumtechnik
Honorarprofessur für Projektmanagement an der
Ilia State University in Tiflis, Georgien*

Herr Professor Weißsieker, wir haben gelesen, Sie wollten als Jugendlicher Astronaut werden?

Oh ja, gelandet bin ich schließlich aber bei der Physik, immerhin mit dem Schwerpunkt Astrophysik.

Und wie kommt man vom Weltraum in den Reinraum?

Da spielte der Zufall, wie so oft im Leben, eine Rolle. Als Student war ich Taxifahrer und traf Wolf Ziemer (Anm. der Red.: damals bei Fläkt Lufttechnik). Durch ihn wurde mein Interesse für die Aerosolphysik und Reinraumtechnik geweckt. Meine Doktorarbeit habe ich dann auf dem Gebiet der Reinraumüberwachung und aktiver Reinraumsteuerung geschrieben.

Im Übrigen ist der Sprung vom Weltraum zum Reinraum nicht allzu groß. Denn in der Raumfahrt und Satellitenherstellung liegen die Wurzeln der modernen Reinraumproduktion. Bei Raumflügen spielt zudem die Reinraumtechnik eine entscheidende Rolle, um Kontaminationen ins oder vom All zu vermeiden.



Letztes Jahr war Alexander Gerst ein halbes Jahr auf der ISS. Wären Sie nicht auch gerne zur ISS geflogen und wäre die Reinraumtechnik nicht auch ein interessantes Forschungsprojekt fürs All?

Sie haben Recht, ein Flug zur Raumstation ist ein lang gehegter Wunschtraum von mir. Ich wäre furchtbar gern dabei gewesen, aber man wird ja nicht jünger ...

Für Nicht-Lüftungsexperten: Wie werden die Astronauten in der ISS eigentlich mit Luft versorgt? Können im All auch Reinraumzustände geschaffen werden?

Auf der Internationalen Raumstation wird Sauerstoff aus der Elektrolyse von Wasser gewonnen. Der überschüssige Wasserstoff wird ins All entlassen. Beim Verbrauch des Sauerstoffes durch die Astronauten wird Kohlendioxid frei, das chemisch gebunden und so dem Prozess entnommen wird. Deshalb müssen regelmäßig relativ große Mengen Wasser zur ISS transportiert werden.

Natürlich wird die Luft auch in den Raumstationen gefiltert und umgewälzt und mit Sauerstoff angereichert. Eine gute Luftfiltration ist notwendig, damit sich nicht irgendwo Staub an kritischen Stellen ablagert. Durch die Schwerelosigkeit bleibt ja der Staub jeder Größe im luftgetragenen Zustand.

Wir haben bereits eine Vielzahl von Reinraumexperimenten in den verschiedenen Raumstationen absolviert. Die Anwendungen reichten von der Pharmazie und Medizintechnik bis hin zur Mikroelektronik und Biotechnologie. Viele Reinraumfertigungsschritte finden im Vakuum statt! Und Vakuum hat man dort oben natürlich ausreichend.

Was sind mögliche Reinraum-Forschungsthemen fürs All?

Unter der Schwerelosigkeit entstehen gleichmäßigere Schichten, dies braucht man fast für alle Anwendungen. Manche Prozesse der Reinraumtechnik sind eventuell nur unter Schwerelosigkeitsbedingungen machbar.



Sie haben in Ihrer beruflichen Tätigkeit als Reinraumexperte mehr als 50 Länder besucht. Kann man daraus schließen, dass Deutschland weltweit eine führende Rolle in der Reinraumtechnik innehat?

In der Tat ist Deutschland führend in diesem Bereich, was Richtlinien, Innovationen und den Anlagenbau angeht. Ich freue mich und bin schon ein kleines bisschen stolz, in meiner 30-jährigen Tätigkeit auch einen Teil beigetragen zu haben.

Sie lehren und planen nicht nur Reinräume, sie gelten auch als einer der anerkanntesten Gutachter im Reinraum-Business. Ohne aus dem Nähkästchen zu plaudern, können Sie uns sagen, worum es bei Reinraum-Gutachten in erster Linie geht?

Mein erstes Gutachten befasste sich mit einem Projekt, das von der Errichtung her zehn Jahre zurücklag. So lange dauerte der Prozess schon an. Nach ca. 1 ½ Jahren wurde der Prozess mit einem Vergleich beendet. Häufig finde ich bei meinen Gutachten-Projekten, dass die Parteien die Richtlinien nicht kennen, nicht wissen, was die Bring- und die Holschulden jeweils sind. Hier kann ich häufig helfen, möglichst früh in der Auseinandersetzung einen Kompromiss zu finden.

Sie sind Vorsitzender des Fachausschusses Green Hospital im VDI. Er scheint dem Gesundheitssektor wichtige Impulse zu geben.

Wie bei der Energiewende gehen von unserem Land wichtige Impulse gerade im energetischen Sektor aus. Das Know-how unserer Ingenieure und der Innovationsvorsprung im regenerativen Energiebereich liefern uns einen wichtigen Wettbewerbsvorsprung, was Green Technologies angeht.

In Krankenhäusern gilt neben der Lufthygiene ein sehr großes Augenmerk der Effizienz in der Gebäudeausrüstung, Medizintechnik und bei den Arbeitsabläufen. Mittlerweile nimmt der Stromverbrauch einer Klinik einen Anteil von 20 % des gesamten Energieverbrauchs ein und verursacht rund 50 % der Energiekosten. Bekanntlich ist die beste Energie die, die nicht verbraucht wird. Wir bauen mittlerweile Krankenhäuser in vielen anderen Ländern, die Passivhaus-Standard besitzen. Das entlastet die unter notorischem Kostendruck leidenden Gesundheitseinrichtungen ungemein. Auch deshalb ist Green Hospital zu einem weltweit verbreiteten Markenbegriff geworden!

Herr Prof. Weißsiker, wir bedanken uns für das Gespräch.



Die ganze Welt der Klimatechnik.

Der Kreis zum One-Stop-Shop schließt sich für TROX auf der ISH/Aircontec in Frankfurt. Dank der Abrundung des Programms ist TROX in der Lage, jeden Anwendungsbereich raumluftechnisch auszustatten. Zudem sind unsere raumluftechnischen Systeme mit eigener intelligenter Steuer- und Regelungstechnik ausgestattet, die damit eine größtmögliche Funktionalität und Energieeffizienz für das Gewerk Klima und Lüftung möglich macht.



Komfortklimasystem mit Raum- und Zonenregelung X-AIRCONTROL



Mit besonders leisen Wohnungslüftungsgeräten in kompakter Bauweise setzt TROX im Wohnungsbau neue wegweisende Standards.



Neue Hydraulikstation zur Realisierung hocheffizienter Kreislaufverbundsysteme für die verschiedensten Anwendungen.



NFC-Technologie für eine Schnelldiagnose per Smartphone.

Von der Komponente bis zum System.

Der Fokus des Messeauftritts auf der ISH/Aircontec 2015 galt nicht nur einzelnen Komponenten und Geräten, sondern kompletten Systemlösungen für jeden Gebäudetyp. Um diesen Anspruch nachhaltig erlebbar zu machen, war der TROX Messestand in vier Teilbereiche unterteilt:

- Zentrales Komfortklimasystem
- Entrauchungssysteme
- Wohnungslüftungssysteme
- Dezentrale Lüftungssysteme

Ob Flughafen- oder Bürogebäude, Schule, Krankenhaus und Reinraum, Ein- oder Mehrfamilienhaus – TROX ist in der vorteilhaften Lage, Kunden nicht nur Komponenten und Geräte, sondern komplette Systemlösungen aus einer Hand und für jeden Gebäudetyp anzubieten. Die unschätzbaren Vorteile liegen auf der Hand: weniger Schnittstellen, kürzere Bauzeiten, maximale Funktionalität und Nachhaltigkeit sowie perfekt aufeinander abgestimmte Klimatisierungs- und Lüftungskomponenten, die international zertifiziert sind.

Um den ganzheitlichen Anspruch auf der ISH nachhaltig erlebbar zu machen, wurde auf dem TROX Messestand ein komplettes Komfortklimasystem installiert. Darüber hinaus innovative Entrauchungssysteme, energieeffiziente zentrale und dezentrale Luft-Wasser-Systeme und unsere Neuentwicklungen für den Wohnungsbereich.

Innovationen made by TROX.

Erleben Sie auf den folgenden Seiten die wichtigsten Neuheiten, die TROX auf der ISH präsentiert hat – mit kurzen Erläuterungen zu den Merkmalen und Vorteilen innovativer TROX Technik.

Intelligenz im System.

Ein neues Steuerungs- und Regelsystem sorgt als Systemeinheit für ein hoch funktionales und energieeffizientes Luftmanagement mit unübertroffenen Komfort: X-CUBE CONTROL, das Regel-Subsystem im raumlufttechnischen Zentralgerät, X-AIRCONTROL, das für die Raum- und Zonenregelung in Abhängigkeit

der Raumlufttemperatur, -qualität und Personenbelegung verantwortlich ist, und TROXNETCOM, die praxisbewährte Lösung für Brandschutz- und Entrauchungssysteme. Alle drei ergänzen sich optimal, können problemlos angebunden werden und sind auch dank App per Smartphone bedienbar.

Damit regelt, steuert und überwacht TROX – mit oder ohne Anbindung an die Gebäudeautomation – die gesamte Klima- und Lüftungstechnik, insbesondere in kleinen und mittelgroßen Anlagen.

Regelungssystem X-CUBE CONTROL.



Hygienischer Kreislauf für hochsensible Bereiche.

Optionale Zu- und Abluft-Wärmeübertrager sind im Hochleistungs-Kreislaufverbundsystem (H-KVS) räumlich völlig voneinander getrennt und lediglich hydraulisch miteinander verbunden. Dadurch ist es nachgewiesenermaßen besonders prädestiniert für den Einsatz in hochsensiblen Bereichen. Das H-KVS lässt sich leicht in das frei konfigurierbare TROX X-CUBE Lüftungsgerät integrieren. Mit dem Einsatz des TROX H-KVS wird Geruchs- und Stoffübertragung sicher vermieden. Die integrierte Regelung kann direkt mit X-CUBE CONTROL vernetzt werden.

Luftvolumenströme: alles bestens geregelt.

Die innovative NFC-Schnittstelle (Near Field Communication) der neuen TROX Compactregler macht es möglich, Volumenstromregelgeräte im laufenden Betrieb und ganz bequem per TROX FlowCheck-App auf dem Android-Smartphone auslesen und zu kontrollieren.

Safety first. Zertifizierte Sicherheitssysteme.

In der Brandschutz- und Entrauchungstechnik hat TROX den hohen Anspruch, als Schrittmacher der Branche zu agieren. TROX zeigte auf der ISH komplexe und ausgeklügelte Entrauchungskonzepte mit exakt aufeinander abgestimmten Komponenten wie Jet-Entrauchungsventilatoren, Axial-Brandgas-Dachventilatoren, maschinelle Entrauchungsanlagen, Rauchauslöseeinrichtungen und vieles mehr. TROX verbindet diese Komponenten in Kombination mit der Steuereinheit TROXNETCOM zu einem intelligent funktionierendem Brandschutz- und Entrauchungssystem.

Modular und multifunktional.

Die modular aufgebaute multifunktionale Rauchauslöseeinrichtung RM-O-M mit integrierter Luftstrom- und Verschmutzungsüberwachung ist problemlos in jedes Brandschutzsystem zu integrieren. Einzigartig: die abnehmbare Anzeige- und Bedieneinheit, die in ungünstigen Einbausituationen Diagnose und Bedienung extrem erleichtert.

Praktisch: Das Anzeige- und Bedienelement der Rauchauslöseeinrichtung RM-O-M ist für eine Diagnose und Bedienung abnehmbar.

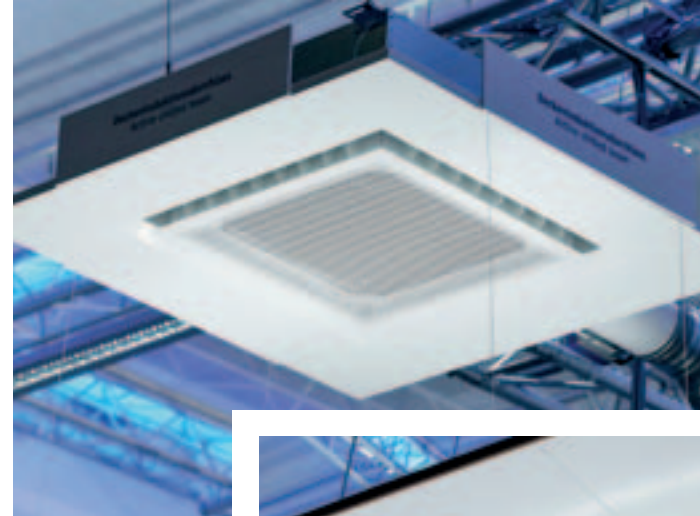




TROX Brandschutzklappen: CE-zertifiziert für gleitenden Deckenanschluss, Flansch an Flansch, Nass- und Weichschotteinbau und weitere Einbauarten, mit sicherer Anbindung an das RLT-System durch TROXNETCOM.



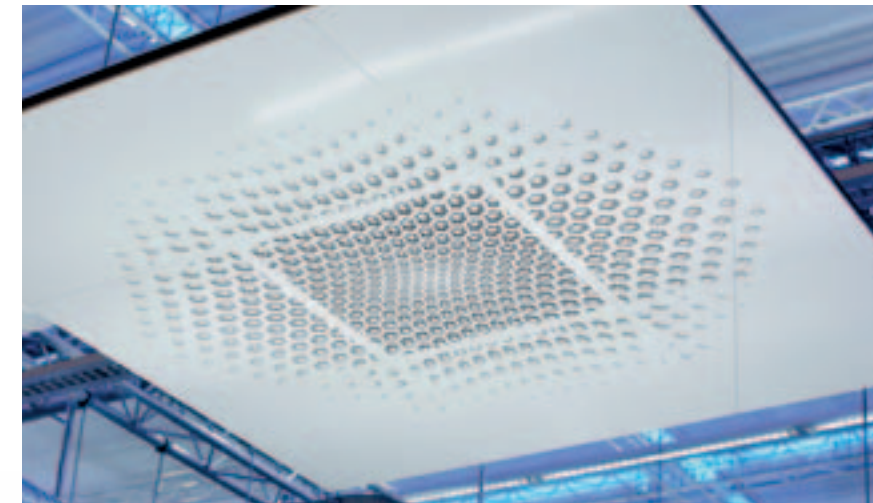
Energiesparen mit geprüfter Sicherheit: der neue axiale TROX TLT Brandgas-Dachventilator der Type DAX.



Der vierseitig ausströmende Deckeninduktionsdurchlass DID614 passt sich mit fünf Düsenvarianten und verschiedenen projektspezifischen Anforderungen optimal an. Das magnetisch befestigte, leicht abnehmbare Induktionsgitter besitzt eine optisch ansprechende auslaufende Perforation.



Das dezentrale Unterflurlüftungsgerät FSL-U-ZAS kann über eine Öffnung des Gitters bequem gewartet und gereinigt werden. Dank des neuen Regelungskonzepts ist der Betrieb komplett kondensatfrei.



Focus Design: In Decken integrierte Frontplatte mit zukunftsweisendem Design und dahinter liegender unsichtbarer Technik.

Europaweit zertifizierter Brandschutz.

Moderne Architektur fordert immer umfassendere Verwendungen und eine Vielzahl praxiserer Einbaulösungen. Absolute Sicherheit für Planer, Anlagenbauer und Betreiber liefert die europäische CE-Zertifizierung gemäß Bauproduktverordnung (BauPVO) inklusive einer umfangreichen Leistungserklärung, die die wesentlichen Merkmale für die jeweiligen Einbausituationen aufführt und die Leistungsfähigkeit des Produkts für Planende und Ausführende transparent macht.

TROX bietet die umfassende Sicherheit eines europaweit zugelassenen Programms an Brandschutz- und Entrauchungskomponenten.

Entrauchungssysteme mit CE-konformer Sicherheit.

Die Entrauchungsklappe EK-EU setzt den neuen Standard in der Bauindustrie. Sie erfüllt höchste Anforderungen an die Sicherheit, ausgestattet mit CE-Zertifizierung und bauaufsichtlicher Zulassung.

Entrauchung gemäß EnEV.

Der neue Brandgas-Dachventilator BV AXN der Type DAX hat ein komplett wärmeisoliertes Gehäuse, das die Gebäudehülle dicht abschließt. Dank Doppelschale und den beiden fest montierten Abluftklappen erfüllt er die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV).

Versuchswand für Dauerfunktionstest der Stellantriebe nach Prüfnorm EN 1366-10 für Entrauchungsklappen und einen komplett angeschlossenen Kanal.



Luft optimal geführt.

TROX arbeitet kontinuierlich an der strömungstechnischen Optimierung von Luftdurchlässen, Lüftungsgeräten und Luftfiltern, ein wichtiger Aspekt der Energieeffizienz. Bei allen technischen Verbesserungen ist aber auch der Designaspekt ein wichtiges Anliegen, um auch den Architekten optimale Lösungen anbieten zu können.

Der Deckeninduktionsdurchlass DID642 besticht durch seine flache Bauhöhe. Neue Düsengeometrien sorgen für geringere Druckverluste und ein breites Einsatzspektrum. Er kann freihängend oder in Raster- bzw. Gipskartondecken eingebaut werden.

Luft für die Menschen, Wasser für die Lasten.

Luft-Wasser-Systeme in der Sanierung brauchen keine großen Lüftungszentralen und Lüftungskanäle und lassen sich harmonisch in die bestehende Architektur integrieren. Sie können in Boden, Decke, Wand oder Fassade eingebaut werden.

Zukunftsweisendes Design in der Luftführung.

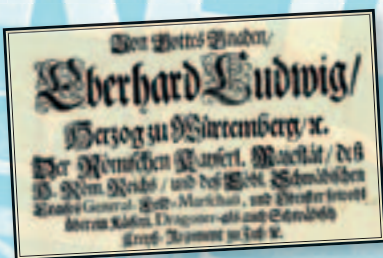
Bei den XARTO Luftdurchlässen sind Technik und Design getrennt, was dem Architekten völlig neue Perspektiven in der Innenraumgestaltung eröffnet. Dies hat der von TROX initiierte Designwettbewerb „Focus Design“ eindrucksvoll bewiesen. Hochrangige Architektur-

Design- und Planungsbüros haben Frontplatten entworfen, die sich perfekt in die Raumdecken integrieren lassen und zu einem ganz eigenständigen Gestaltungselement werden. Ebenfalls neu: der Deckendralldurchlass RFD, unsichtbar hinter einer fein perforierten Deckenplatte, und das dezentrale Unterflurlüftungsgerät FSL-U-ZAS.



Schwäbische Kehrwoche.

Reinlichkeit und Recht und Keimfreiheit.



Ein Herzog hielt seine Untertanen zur Sauberkeit an.

Die Kehrwoche geht auf Herzog Eberhard Ludwig von Württemberg zurück, der im Jahre 1714 in Stuttgart die „Gassensäuberungs-Ordnung“ erließ. Bis heute gilt sie als Geburtsstunde der Kehrwoche. Ihr ursprüngliches Ziel war es, die hygienischen (Un-)Verhältnisse auf den Straßen und Gassen Württembergs zu verbessern. Bis heute wird sie Woche für Woche zelebriert – mit großer Sorgfalt und Enthusiasmus.

Graf Eberhard im Barte mahnte in seinem Erlass seine Untertanen zur Sauberkeit: „Damit die Stadt rein erhalten wird, soll jeder seinen Mist alle Wochen hinausführen, (...)

jeder seinen Winkel alle vierzehn Tage, doch nur bei Nacht, sauber ausräumen lassen und an der Straße einen anlegen. Wer kein eigenes Sprechhaus (WC) hat, muss den Unrath jede Nacht an den Bach tragen.“

Außerhalb Baden-Württembergs mag es kaum einer glauben: Anna Hunger, eine Journalistin, machte sie sogar zum Thema ihrer Magisterarbeit. Ein Fazit: „Nur wer ordentlich putzt, gilt auch in den Augen der Nachbarn als ordentlicher Mensch.“

Recht machen kann man's eigentlich nie.

Speziell der Zugezogene hat mit der Kehrwoche die einmalige Chance, den Beweis anzutreten, ein ordentlicher Mensch zu sein. Aber Achtung, nicht übertreiben. Der gesunde Mittelweg tut's, sonst gestaltet sich das Verhältnis mit den alteingesessenen Nachbarn auch schwierig. Das wichtigste ungeschriebene Gesetz dabei ist, der Kehrwochen-Pflicht möglichst samstags

nachzukommen. Denn am sechsten Tage ist die Wahrscheinlichkeit am größten, von den Mitbewohnern bei Ausübung der Pflicht gesehen und bemerkt zu werden. Deshalb Regel Nr. 2: die Arbeit mit Eimer, Besen und Kutterschaufel* sollte möglichst geräuschvoll verrichtet werden.

*Kehrblech

Kehrwoche – Reinlichkeit ist eine ernste Sache.

Mit der Kehrwoche ist es dem Schwaben bitterernst, da versteht er keinen Spaß. Als Manfred Rommel, Stuttgarts OB, die Kehrwoche für öffentliche Straßen und Gehwege 1988 abschaffte, hagelte es Proteste. Die Bürger im Südwesten pochten darauf, Sauberkeit gesetzlich verankert zu wissen. Schließlich gehöre die Kehrwoche zum Schwaben wie Linsen und Spätzle oder Rostbraten, Trollinger und Maultaschen. Die Auflage, mindestens einmal wöchentlich zu fegen, wurde als Ehrensache angesehen. Wer sich nicht daran hielt, konnte mit einem Ordnungsgeld zwischen fünf und

Kehrwoche, die
 Wortart: Substantiv, feminin;
 Gebrauch: süddeutsch, besonders schwäbisch; Bedeutung: Woche, in der eine Mietpartei verpflichtet ist, die Treppe (den Bürgersteig oder Ähnliches) zu reinigen.
 Ziehen sogenannte **Reigschmecke**, also Leute von außerhalb, in die schwäbische Metropole Stuttgart, werden sie mit einer ganz besonderen **Reinraum-Maßnahme** konfrontiert: der schwäbischen Kehrwoche.



Besenrein soll's sein!
 Bei luftführenden Teilen laut Vorgaben der Richtlinie VDI 6022.

tausend Mark rechnen. Die Kehrwoche lebt aber natürlich fort in Stuttgart – festgeschrieben in Klauseln der Mietverträge.

„Es stritt der Bürgermeister in mir mit dem Kehrwochenpflichtigen“, wird Rommel dazu zitiert. „Der Kehrwochenpflichtige hat gewonnen.“

Kehrwoche – kein Spaß.

Die Kehrwoche hat trotz allen Ernstes amüsante Scherze hervorgebracht. Am 1. April 1999 berichtete der Fernsehsender BTU über ein angebliches Verbot der Kehrwoche. Die Reaktion: eine Flut von Protesten. Das Telefon der Redaktion stand nicht mehr still.

Wie ernst man es mit der Kehrwoche nimmt, zeigte auch die nicht ganz ernst gemeinte Anzeige der Volkshochschule in Calw. Sie bot am 1. April einen Kehrwochen-Kompaktkurs an. Im Programm: die historisch-soziologische Bedeutung der Kehrwoche, Materialkunde (Besen,

Schrubber, Kehrblech) sowie praktische Übungen (wesentliche Griffe, Halte-, Schwung- und Schrubbtechniken). In Anbetracht des Datums rechnete man mit keinerlei Reaktion. Doch weit gefehlt, mehr als 100 Interessenten meldeten sich auf die Anzeige.

Kehrwoche – a guats G'schäft.

1995 besserte ein Student sein Taschengeld auf, indem er anbot, die Kehrwoche und ihre Pflichten entgeltlich zu übernehmen. Nur ein halbes Jahr später hatte er schon 180 Mitarbeiter. Nachdem er nur wenig später 300 Mitarbeiter beschäftigte, brach er sein Studium ab. Clever, die Schwaben, sie können halt alles – außer Hochdeutsch.

Impressum:

Herausgeber:
 TROX GmbH
 Heinrich-Trox-Platz
 D-47506 Neukirchen-Vluyn
 Tel.: +49 (0)2845/202-0
 Fax: +49 (0)2845/202-265
 E-Mail: trox@trox.de
 www.trox.de

Realisation:
 TR advertising GmbH
 Schanzenstraße 6–8
 D-40549 Düsseldorf

Redaktion:
 Christine Roßkothen, TROX GmbH
 Klaus Müller

Redaktionsbeirat:
 Ralf Joneleit
 Sven Burghardt

Druck:
 Limberg-Druck GmbH
 Industriestr. 17
 D-41564 Kaarst

Lektorat:
 Michael Lesjak
 Heinrich-Könn-Str. 33
 D-40625 Düsseldorf

Art Direction:
 Alexandra Höver

Bildredaktion:
 Alexandra Höver
 Klaus Müller

Bildquellen:
 Titel: Fotolia
 Seite 4/5: Fotolia
 Seite 6/7: Hermann-Rietschel-Institut/TU Berlin, TROX GmbH, Fotolia
 Seite 8/9: Hermann-Rietschel-Institut/TU Berlin, TROX GmbH
 Seite 10/11: Fotolia
 Seite 12/13: Fotolia
 Seite 14/15: Daldrop + Dr.Ing.Huber GmbH + Co. KG, TROX GmbH, Fotolia
 Seite 16/17: Daldrop + Dr.Ing.Huber GmbH + Co. KG, TROX GmbH
 Seite 18/19: TROX GmbH
 Seite 20/21: Fotolia, Wikimedia: „Weltrundschau zu Reclams Universum 1902“
 Seite 22/23: Fotolia
 Seite 24/25: Fotolia
 Seite 26/27: TROX GmbH, Fotolia
 Seite 28/29: TROX GmbH, Fotolia
 Seite 30/31: TROX GmbH, Fotolia
 Seite 32/33: Fotolia
 Seite 34/35: Fotolia
 Seite 36/37: Fotolia
 Seite 38/39: Fotolia
 Seite 40/41: Fotolia
 Seite 42/43: Fotolia
 Seite 44/45: TROX GmbH
 Seite 46/47: TROX GmbH
 Seite 48/49: TROX GmbH
 Seite 50/51: Fotolia, „Die Gassensäuberungsordnung von 1714“ Foto: Staatsarchiv



TROX GmbH
Heinrich-Trox-Platz
D-47504 Neukirchen-Vluyn
Tel.: +49 (0)2845/202-0
Fax: +49 (0)2845/202-265
trox@trox.de
www.trox.de