

1

Der Reinraum stiftet eine Branche

Die Reinraumtechnik in Deutschland ist in den vergangenen 30 Jahren auf drei Feldern vorangekommen: bei der Technik, bei den Einsatzgebieten und – am bemerkenswertesten – bei der Identität als eigenständige Branche.

Die deutsche Reinraumtechnik – es gibt sie nicht. Zumindest ist sie nicht als solche in der amtlichen Wirtschaftsstatistik unseres Landes erkennbar. Die aktuelle Wirtschaftszweigklassifikation (WZ 2008) des Statistischen Bundesamtes kennt keine Branche „Reinraumtechnik“. Sie ordnet Hersteller und Dienstleister dieser Technologie, wie eine Anfrage ergeben hat, allesamt anderen Wirtschaftszweigen unter, nämlich:

- der „Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, nicht für den Haushalt“ (Unterklasse 28.25.0),
- der „Gas-, Wasser-, Heizungs- sowie Lüftungs- und Klimainstallation“ (43.22.0),
- dem „sonstigen Tiefbau a. n. g.“ (42.99.0)
- sowie den Ingenieurbüros für technische Fachplanung und Ingenieurdesign oder anderen Ingenieurbüros, worunter Planungsdienstleister wie der Autor dieser Zeilen und sein vor 30 Jahren gegründetes Unternehmen fallen (aufgeführt unter Nummer 71.12).

Das Fehlen eines Reinraumoberbegriffs in dieser wichtigen Klassifikation liegt nicht daran, dass die Aktivitäten der Reinraumtechniker für eine statistische Erfassung zu klein oder zu kleinteilig wären. Ohne Weiteres gelingt es den Statistikern, so zisielierte Wirtschaftsaktivitäten zu erfassen wie jene, die sich in Deutschlands amtlicher Statistik etwa rund um „Reisenecessaires“ drehen oder um die „Herstellung von Besen und Bürsten“ und das „Anbringen von Akustikplatten“. Die Nichterfassung auf dem Radar der Statistik rührt auch nicht aus einer zu kurzen Existenz der Branche – erste Sterilisierungskonzepte in der Medizin reichen zurück bis ins 19. Jahrhundert.

Vielmehr folgen die Klassifikationen einer abgestimmten internationalen und europäischen Systematik der Wirtschaftszweige (ISIC der Vereinten Nationen und NACE der Europäischen Union). „Entscheidend für die Erfassung von wirtschaftli-

chen Tätigkeiten in Wirtschaftszweigen sind die inhaltlichen und konzeptionellen Vorgaben der internationalen Klassifikationen, von denen die WZ 2008 abgeleitet wurde“, heißt es beim Statistischen Bundesamt. Und dort tauchen Begriffe wie „Clean Room Construction“ zwar auf, aber nicht auf der Branchenebene, sondern nur im Kleingedruckten, wo eine Tätigkeit zusammen mit anderen Tätigkeiten bestimmten Unterklassen zugeordnet wird. So steht die Konstruktion von Reinräumen auf einer Stufe mit „Golfplatzbau“ und der Errichtung von Tennisplätzen.

■ 1.1 Der Schlüssel zu neuen Kunden und Märkten

Die Wahrnehmung als eigenständige Branche in der Öffentlichkeit ist der Reinraumtechnik aus historischen Gründen bislang versagt geblieben. Hervorgegangen aus einer Vielzahl unabhängiger technischer Lösungen in der Medizin und in ganz unterschiedlichen Branchen, entwickelte sie sich lange im Schlepptau der Halbleiterindustrie. Anfang der 1990er-Jahre waren die Anbieter von Reinraumtechnik noch abhängig vom Wohl und Wehe der Mikrochipherstellung. Deren heftige Zyklen spiegelten sich direkt in der Auftragslage der Reinraumdienstleister.

Es dürfte zu den wichtigsten Marktveränderungen der vergangenen 30 Jahre gehören, dass sich die Branche aus dieser Abhängigkeit befreit hat. Dies gelang, weil Reinraumanbieter Schritt für Schritt in immer neuen Industriebranchen Fuß gefasst haben. Betrug der Marktanteil der Halbleiterhersteller unter den Reinraumnachfragern laut den Marktforschern von McIlvaine im Jahr 2000 noch 50 Prozent, geht er seitdem immer weiter zurück, während derjenige von anderen Industriebranchen permanent steigt. Heute ist die Nachfrage nach Reinraumtechnik geprägt von sehr vielen und sehr verschiedenen Einsatzgebieten: Sie wird gebraucht in der Lebensmittelindustrie wie in der Raumfahrt, fürs Möbel- wie fürs Mikrochipdesign, in der Autofabrik wie im Krankenhaus. Überall, wo Partikel – ob Staub oder Keim – stören, wird Reinraumtechnik zum unentbehrlichen Produktionsfaktor.

■ 1.2 Mehr Firmen definieren sich über die hochreine Fertigung

Vor einem ersten Überblick über die Trends in den wichtigsten Nachfragebranchen (welcher in den Kapiteln 4 und 5 vertieft wird) lohnt der Blick darauf, wie sich die Anbieter von Reinraumtechnik in den letzten drei Dekaden entwickelt haben. Damals wie heute sieht die Anbieterseite, die niemand in Gänze überblickt und kaum jemand untersucht hat, ebenso heterogen wie die Nachfrageseite aus. Schätzungen zufolge beschäftigen sich 15000 Mitarbeiter in Deutschland mit Reinraumtechnik und erzielen einen Jahresumsatz von 2 bis 3 Milliarden Euro. Als gesichert kann zudem gelten, dass ein großer Teil der Weiterentwicklung der Reinraumtechnik in Europa geleistet wird und dass die Unternehmen der Reinraumindustrie in Deutschland, Österreich und der Schweiz neben denen in den USA und Japan die globalen Technologieführer sind. Zur hiesigen Branche gehören Unternehmen des Anlagenbaus, Zulieferer von Filtern, Schleusen, Bekleidung, Steuerungs- und Überwachungssystemen und Zubehör. Es gibt einige große Unternehmen mit umfassendem Produktsortiment, auf Produktgruppen spezialisierte mittelständische Unternehmen und Ingenieurbüros.

Anders als vor 30 Jahren treten diese Firmen jedoch nicht mehr nur als isolierte Marktteilnehmer auf, sondern auch als Vertreter einer Zunft, die sich einer gemeinsamen Sache verschrieben hat. Sie stehen für die Kompetenz, hochreine Umgebungsbedingungen zu schaffen, sei es für industrielle, medizinische oder forschende Zwecke. Wer Aufgaben lösen kann, die ein Reinraum aufgibt, beherrscht eine Querschnittstechnologie, die andere Branchen und Technologien zum Fortschritt befähigt und deren Produktivität erhöht. Diese Fähigkeit ist eine ingenieurtechnische Besonderheit, die auf dem Markt als solche wahrgenommen und nachgefragt wird. Darum hat die Identifizierung mit der Branche zugenommen. Die Anbieter ordnen sich – obwohl als Hersteller, Dienstleister oder Anwender weiter in äußerst verschiedenartigen Märkten unterwegs – immer häufiger selbst der „Reinraumtechnik“ zu. Die Verpflichtung zu hohen Reinheitsanforderungen ist zum identitätsstiftenden gemeinsamen Merkmal geworden – und ermöglicht firmenübergreifendes Denken und branchentypische Kooperationen.

Das Wachsen dieses Branchenbewusstseins in den vergangenen 30 Jahren lässt sich an vielen Wegmarken festmachen:

- Etablierung branchenspezifischer Messen (Cleanzone, seit 2012; Lounges, seit 2007),
- Gründung einer Fachzeitschrift für die Branche („Reinraumtechnik“, seit 1998),

- Veranstaltung regelmäßiger Fachtagungen (Benediktbeurer Reinraumtage, seit 2002),
- Einführung reinraumspezifischer Ausbildungen und Studienfächer seit 1997 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Rosenheim (D) und seit 2004 an der Carinthia University of Applied Sciences in Kärnten (A),
- Pflege von Standards und Normen (VDI-2083, seit 1976) und Etablierung internationaler Regelwerke (zum Beispiel EN ISO 14644, seit 2001),
- internationaler Austausch reinraumtechnischer Themen (International Confederation of Contamination Control Societies – ICCCS, seit 1972) und
- Gründung einer deutschen Interessenvertretung (Deutsches Reinraum-Institut, seit 2011).

Insgesamt trifft sich die Branche jedes Jahr laut Deutschem Reinraum-Institut (DRRI) auf über 50 Konferenzen und Ausstellungen, die sich mit den neuesten Entwicklungen befassen. Das DRRI hat dabei das Ziel, Brancheninteressen der deutschen Reinraumwirtschaft gegenüber der Öffentlichkeit zu vertreten und den beteiligten Unternehmen und Institutionen einen Überblick über marktliche, technische und wissenschaftliche Trends zu verschaffen. Im ersten Jahr der Coronapandemie informierten die Mitglieder beispielsweise über erprobte technische Möglichkeiten, die das Ansteckungsrisiko in Innenräumen und auf Verkaufsflächen senken.

Gegründet von sechs Unternehmen, zählen heute Vertreter von über 50 Firmen, Hochschulen und Messeveranstaltern zu den Mitgliedern, darunter auch aus der Schweiz, Österreich, Griechenland, Belgien, Ägypten und Italien. Die Mitgliederstruktur spiegelt nicht nur die Bandbreite der Produzenten, Lieferanten und Dienstleister aus der Reinraumtechnik wider, sondern auch die der Nutzer, etwa aus der Kunststoffindustrie und dem Maschinenbau. Ein wissenschaftlicher Beirat beantwortet Firmenfragen zur Reinraumfertigung. Da es nur wenige Hochschulen gibt, an denen Reinraumtechnik gelehrt wird, widmet sich das DRRI auch der Aus- und Weiterbildung, etwa durch die Vermittlung von Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten oder durch die Lehrtätigkeit einiger Mitglieder.

■ 1.3 Der Mensch im Reinraum – mehr als nur Störfaktor

Rund um den Reinraum ist damit in Mitteleuropa eine Branche entstanden, die lange nicht mal von den Mitarbeitern als solche wahrgenommen wurde. Diese Selbstwahrnehmung hat sich auch fürs Auge erkennbar verändert. Wer vor 30 Jah-

ren in einen Reinraum blickte, der bekam – ganz egal, was darin produziert wurde – überall einen ähnlichen Eindruck. Reinräume sahen gleich aus, und zwar gleich trist. Die Standardinnenfarbe für den Reinraum war RAL Nr. 9010, ein Weißgrau, von grellen, künstlichen Lichtquellen angestrahlt. Auch bei den Oberflächen herrschte wenig Vielfalt. Eine solche Arbeitsatmosphäre, die es hier und da auch heute noch gibt, sorgt bei Reinraumarbeitern nicht gerade für Hochgefühle. So war es nur konsequent, dass die Reinraumarbeiter von anderen Kolleginnen und Kollegen in der Firma eher bemitleidet als beneidet wurden.



Bild 1.1 Einst und heute, Teil 1: Arbeitsplätze, an denen die Funktion der Elektroden von Gehörimplantaten getestet wird – inzwischen in Schutzkleidung. Fotos: MED-EL

Was für ein Unterschied zu heute: Im Reinraum Beschäftigte erfahren immer stärker eine Wertschätzung als hochqualifizierte Prozessingenieure. Arbeitgeber haben den Wert erkannt, den Reinraumtechniker als spezialisierte Fachkräfte darstellen – und herstellen. Entsprechend sorgen sie sich um deren Wohlbefinden am Arbeitsplatz. Mit neuen Farben, besonderen Lichtsystemen und innovativer Inneneinrichtung versuchen sie, das Arbeitsklima im Reinraum zu verbessern, was neben ihrer Attraktivität als Arbeitgeber auch den Arbeitsschutz erhöht. Am ergonomisch gestalteten Arbeitsplatz ist die Ermüdung geringer, die Konzentration höher und werden weniger Fehler gemacht. Eine Investition in attraktive Reinraum Arbeitsplätze geht damit einher, dass die maschinelle Ausstattung im Reinraum steigt, Arbeitsplätze produktiver und pro Reinraum weniger werden. Arbeiteten vor 30 Jahren beispielsweise in Shenzhen 280 chinesische Beschäftigte im Reinraum einer Leiterplattenfabrik, sind es beim selben Hersteller heute: drei.



Bild 1.2 Einst und heute, Teil 2: Werkhalle in China, in der Platinen für Halbleitertechnik gelötet werden – nunmehr vollautomatisch. Fotos: Chinese Contamination Control Society/Wang Da Qian

■ 1.4 Minienvironments: Halbleiterhersteller setzen den Kostentrend

Natürlich haben sich viele der Trends, die wir in der Reinraumtechnik in den vergangenen Jahrzehnten beobachtet haben, schon vorher angedeutet oder waren – wie die zunehmende Digitalisierung – auch in anderen Wirtschaftszweigen am Werk. Dennoch lassen sich in der Rückschau auf die letzten 30 Jahre spezifische Entwicklungen ausmachen, die auch die Zukunft prägen werden.

Am augenfälligsten zeigt sich der Wandel in der Halbleiterindustrie. Unter den Chipfabriken dominierte damals noch der sogenannte Ballroom – die riesige, hochreine Fabrikhalle, in der am offenen Produkt (Wafer im Magazin) gearbeitet wird. Solche gigantischen Fabs sind mittlerweile die Ausnahme. Die Halbleiterindustrie hat es innerhalb der letzten beiden Dekaden im Zuge der Einführung der 300-Millimeter-Wafertechnologie geschafft, die Anforderungen an die nötigen Umgebungsparameter der Produktion mehr und mehr zu senken und dadurch Kosten zu sparen. Es ist nämlich nicht nur technisch, sondern betriebswirtschaftlich sehr relevant, ob eine Produktionsstätte mit einem Volumen von 5000 Kubikmetern gereinigter Luft auskommt oder ob durch eine überdimensionierte Konzeption 500 000 Kubikmeter nötig werden. Die Reinräume, in denen Mikrochips fabriziert werden, sind weniger aufwendig und teuer ausgestattet als früher – obwohl die Strukturen der Chips immer feiner und damit gegenüber äußeren Einflüssen immer empfindlicher geworden sind.



Bild 1.3 Reinraumtechnische Fertigungsstraße: eine automatische Fertigungslinie mit einer Serie von hermetisch dichten Isolatoren zur Herstellung von Halbleiterbausteinen. Foto: AdobeStock

Bei diesem Trend spielen aufwendige Einhausungstechnologien wie Minienvironments bis hin zu Isolatoren die entscheidende Rolle. Die Halbleiterindustrie hat die Hersteller von Prozessmaschinen rechtzeitig eingebunden, die Maschinen so zu gestalten, dass auch in weniger aufwendigen Reinräumen die erforderliche Produktreinheit gesichert ist. Die Reinheit wird also innerhalb der Maschine gewährleistet, während die Umgebung mit einer niedrigeren Klassifizierungsstufe auskommt, zum Beispiel einem Reinraum der Klasse 6 nach DIN EN ISO 14644-1. Was an Mehraufwand in der Maschine steckt, kann bei Raumdesign und Betriebskosten gespart werden. Wenn künftig unvorstellbar kleine Partikel von unter 5 Nanometer als „Critical Particle Size / Molekulare Kontamination“ eingestuft werden, also ferngehalten werden sollen, wird eine neue VDI/ISO-Klassifikation nötig, die aktuell entwickelt wird: Die bislang höchste Klasse – ISO 1 – reicht nur bis 100 Nanometer (vgl. Abschnitt 5.1).

■ 1.5 Trendfolger in vielen Industrien

Die Strategie des Downsizings, also hochreine Fabriksäle durch hochreine Minienvironments zu ersetzen, hat zwar schnell Anhänger gefunden. Die Vorteile – weniger Energie, Material, Kosten, aber höhere Qualität – spielen schließlich auch in anderen Industriebranchen eine wichtige Rolle.

Index

A

Apotheke 38, 65, 70, 93, 94
Arbeitsplatzdesign 5, 26, 45, 48, 55, 67,
96, 103, 127
Automatisierung 9, 46, 54, 84, 88, 93,
109, 116, 135
Automobilindustrie 44, 123

B

Branchen 148

C

Corona 4, 59, 65, 77, 103

D

Deutsches Reinraum-Institut 4, 9, 33, 54

E

Energie 141
– erzeugen 66, 67, 74, 125, 143, 145
– sparen 32, 34, 56, 66, 109, 118, 147

F

Fachkräfte 5, 97, 100
– aus- und weiterbilden 4, 12, 40, 46, 51,
53
– finden 21, 23, 24, 27, 30, 32, 36, 52,
60, 69, 96

H

Halbleiter 2, 6, 44, 48, 49, 112
Historie 61, 80, 98, 107, 129, 130

I

Interdisziplinarität 12, 21, 26, 36, 45, 52,
60, 69

K

Kosten 15, 18, 21, 31, 35, 42, 54, 57, 70,
75, 109, 112, 122, 126, 135
Krankenhaus 18, 47, 59, 65, 73, 77, 108
Künstliche Intelligenz 47, 86, 87, 96, 117
Kunststoffverarbeitung 8, 103, 119, 125

L

Lebensmittel 9, 34, 79, 98, 108
Lüftung und Filter 27, 31, 41, 63, 66, 74,
85, 100, 116, 122, 127, 132, 135, 141

M

Marktstatistik 3, 65, 70, 72, 79, 81, 86,
89, 107, 115, 124, 128, 148
Medizin 8, 18, 28, 29, 30, 50, 54, 71, 87,
88, 93, 97, 104, 119
Medizintechnik und Implantate 89, 119
Messen und Verbände 3, 13, 77, 107, 115,
127, 128
Minienvironments 7, 57, 101, 103, 116, 126

Q

Qualifizierung *19, 20, 22, 29*

R

Raumfahrt *127*

Regelwerke *4, 12, 29, 49, 111*

– Life Science *8, 9, 18, 19, 20, 26, 29, 51, 56, 63, 70, 81, 85, 91, 92, 93, 99*

– Technische Branchen *7, 17, 114, 120, 130, 131, 138*

Reinraumkleidung *28, 54, 57, 64, 74, 130*

S

Science und Fiction *48, 50, 88, 96, 99, 103, 108, 110, 140, 144*

U

User Requirements Specification (URS)
16, 18, 35, 68

V

Vorausdenken *14, 28, 29, 36, 46, 71, 127*