

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>IX</b>
----------------------	-----------

<b>Über den Autor</b> .....	<b>XIII</b>
-----------------------------	-------------

<b>1 Der Reinraum stiftet eine Branche</b> .....	<b>1</b>
--	----------

1.1 Der Schlüssel zu neuen Kunden und Märkten .....	2
---	---

1.2 Mehr Firmen definieren sich über die hochreine Fertigung .....	3
--	---

1.3 Der Mensch im Reinraum – mehr als nur Störfaktor .....	4
--	---

1.4 Minienvironments: Halbleiterhersteller setzen den Kostentrend .....	6
---	---

1.5 Trendfolger in vielen Industrien .....	7
--	---

1.6 Neue Materialien und Kombinationen in der Medizintechnik .....	8
--	---

1.7 Wachstumsfeld Ernährung .....	9
-----------------------------------	---

1.8 Ausblick .....	9
--------------------	---

<b>2 Odyssee 2023 – Planlos in den Reinraum</b> .....	<b>11</b>
---	-----------

2.1 Unter Zeitdruck .....	12
---------------------------	----

2.2 Auf Zahlen fixiert .....	15
------------------------------	----

2.3 Last Lastenheft .....	16
---------------------------	----

2.4 Zehn Tipps vom Planer für Reinraumbetreiber .....	20
---	----

2.4.1 Verantwortung teilen, Vertrauen aufbauen .....	20
--	----

2.4.2 Eigene Kapazitätslücken schließen .....	22
---	----

2.4.3 Auf externes Know-how zugreifen .....	26
---	----

2.4.4 Regelwerke berücksichtigen .....	29
--	----

2.4.5 Firmen professionell und produktneutral auswählen .....	30
---	----

2.4.6 Energieverbrauch minimieren .....	32
---	----

2.4.7	Kosten beherrschen . . . . .	34
2.4.8	Gewerkeübergreifend denken . . . . .	36
2.4.9	Bau überwachen und abnehmen . . . . .	38
2.4.10	Technik prüfen und Mängel beseitigen . . . . .	40
2.5	Für ein Ende ohne Schrecken . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Mensch oder Maschine: Wer beherrscht den Reinraum der Zukunft? . . . . .</b>	<b>43</b>
3.1	Der Reinraum ist zu komplex für einen Algorithmus . . . . .	46
3.2	Maschinelle Logik ist verantwortungslos . . . . .	47
3.3	Im „Reinraum 4.0“ droht die Überforderung der Mitarbeiter . . . . .	48
3.4	Technologisches Potenzial allein heißt noch nichts . . . . .	49
3.5	Weiterbildung führt in den Reinraum von morgen . . . . .	51
3.6	Reinraumtechniker gesucht, aber nicht gefunden . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Reinraumtechnik kontra Keime . . . . .</b>	<b>59</b>
4.1	Krankenhaus . . . . .	59
4.1.1	Die Herzkammer: der OP . . . . .	62
4.1.2	Kostenvorteile durch sinkenden Energieverbrauch . . . . .	65
4.1.3	Zwei bis drei Jahre Planung für ein Krankenhaus . . . . .	67
4.1.4	Krankenhäuser sollten GMP lernen . . . . .	70
4.2	Mobiles Krankenhaus . . . . .	71
4.2.1	Diagnose: In vielen Ländern fehlt die Klinik auf dem Land . . . . .	72
4.2.2	Lösung: der modulare und flexible Reinraum . . . . .	73
4.2.3	Skalier- und verlegbar je nach Bedarf . . . . .	75
4.3	Künstliche Befruchtung/IVF . . . . .	79
4.3.1	Schwanger geworden: kontrolliert, hygienisch und aseptisch . . . . .	80
4.3.2	Fortpflanzung im Reinraum funktioniert messbar besser . . . . .	83
4.4	Wo bleibt Pharma 4.0? . . . . .	86
4.4.1	Technologische Potenziale ohne Ende, aber ... . . . . .	86
4.4.2	Markt 3.0: Das lukrative Weiter-so . . . . .	90
4.4.3	Behörden 1.0: Wettbewerb nicht vorgesehen . . . . .	91
4.4.4	Der Mitarbeiter: nicht 4.0-ready . . . . .	96
4.4.5	Szenarien für die Pharmabranche . . . . .	97

4.5	Lebensmittel .....	97
4.5.1	Verbraucher und Gesetzgeber verändern die Lebensmittelbranche. .	99
4.5.2	Aus dem Reinraum auf den Teller .....	99
4.5.3	Je sauberer die Produktion, desto länger ist die Haltbarkeit. ....	100
4.5.4	Aufs saubere Verpacken kommt es an. ....	103
4.5.5	Keine Schweine im Reinraum. ....	103
4.5.6	Aquakultur ohne Antibiotika .....	104
4.5.7	Salat lokal: Gemüse wächst im Reinraum nebenan .....	106
<b>5</b>	<b>Reinraumtechnik kontra Partikel .....</b>	<b>111</b>
5.1	Reinraumfabriken: Wo einst der Schweiß in Strömen floss. ....	111
5.1.1	Halbleiterhersteller als Vorreiter unter den Industriebranchen. ....	112
5.1.2	Kunststoff-, Auto- und Batteriehersteller ziehen nach .....	118
5.2	Raumfahrt .....	127
5.2.1	Kleine Fehler lassen große Träume platzen .....	128
5.2.2	Reinheitsanforderungen zwischen Sichtkontrolle und Biohazard ..	130
5.2.3	Raumfahrtspezifische Sonderklasse „Visibly Clean“ .....	131
5.2.4	Reicht für die meisten Satelliten: ISO-Klasse 8 .....	132
5.2.5	Höhere Ansprüche erfüllt ISO-Klasse 5 .....	133
5.2.6	Trends bei der künftigen Satellitenintegration. ....	134
5.2.7	Transport im mobilen, stoßgesicherten Reinraum .....	137
5.2.8	Der Erdborbit ist kein reiner Raum .....	139
5.3	Energie .....	141
5.3.1	Kühlung aus dem Parkhaus .....	141
5.3.2	Fotovoltaikmodule zu Lande, zu Wasser und im All. ....	142
5.3.3	Solarthermische Kraftwerke. ....	145
5.3.4	Energie sparen? .....	147
	<b>Danksagung .....</b>	<b>149</b>
	<b>Index .....</b>	<b>151</b>