

**Hitoshi Takeda**

# **LCIA – Low Cost Intelligent Automation**

**Produktivitätsvorteile durch Einfachautomatisierung**

Übersetzung aus dem Japanischen  
von Carsten Klages

---

---

# Inhalt

---

---

<b>Einführung</b> .....	15
<b>Kapitel 1: Die Rolle der <i>Einfachautomatisierung</i> (LCIA) im <i>Synchronen Produktionssystem</i> (SPS)</b> .....	17
1.1 SPS und IAS .....	17
1.2 Wozu dient das IAS? .....	19
1.3 Was ist <i>Einfachautomatisierung</i> (LCIA)? .....	22
1.4 Die 6 Ziele der <i>Einfachautomatisierung</i> .....	24
1.5 Gesamtüberblick .....	26
<b>Kapitel 2: Grundvoraussetzungen</b> .....	27
2.1 Sicherheit geht vor. ....	27
2.2 Eliminieren der 3 M (Muri, Mura und Muda) .....	27
2.3 Standardisierte Arbeitsabläufe .....	28
2.4 Die 6 S .....	28
<b>Kapitel 3: Einfachautomatisierung (LCIA) von Montagetätigkeiten</b> .....	35
3.1 Die 12 LCIA-Konzepte für das Montieren Wie ist menschliche Tätigkeit durch Werkzeug-Tätigkeit zu ersetzen? .....	36
3.1.1 Bereitstellung am optimalen Greifpunkt .....	37
3.1.2 Werkzeug zu Spezialwerkzeug machen .....	38
3.1.3 Auswählen autonomatisieren .....	39

3.1.4	Werkzeug automatisieren	40
3.1.5	Von Vorrichtung zu Vorrichtung	41
3.1.6	Ein Arbeitsplatz = zwei Stationen	42
3.1.7	Automaten mit Auswerfern ausstatten.	43
3.1.8	Von Ausgang zu Eingang.	44
3.1.9	Bausätze bilden	45
3.1.10	Teilezuführung in Magazinen	46
3.1.11	Ein-Griff-Umrüsten	47
3.1.12	Mit den Händen eines Chirurgen bei der Operation	48
3.2	So sind die LCIA-Beispiele aufgebaut	49
3.2.1	Beispiel 1: Verhedderte LEDs mittels Fangstab vereinzelt zuführen.	50
3.2.2	Beispiel 2: Durch vereinzelt Zuführung von Bedienungsanleitungen Zeitschwankungen bei der Arbeit vermeiden	51
3.2.3	Beispiel 3: Kinderleichtes Arbeiten beim Verpacken durch vereinzelt Bereitstellung am optimalen Greifpunkt	52
3.2.4	Beispiel 4: Zeitschwankungen durch vereinzelt Ausgabe plättchenförmiger Bauteile eliminieren	53
3.2.5	Beispiel 5: Zeitverkürzung durch vereinzelt Zuführung von Fiberglaskabeln	54
3.2.6	Beispiel 6: Vereinzelt Bereitstellung von Packbehältern, die schwer zu entnehmen waren.	55
3.2.7	Beispiel 7: Kinderleichtes Arbeiten durch Bereitstellung von dünnen Teilen am optimalen Greifpunkt.	56
3.2.8	Beispiel 8: Stabiles Arbeiten durch Aufwickelvorrichtung für abgezogene Schutzfolien.	57
3.2.9	Beispiel 9: Zeitverkürzung durch Schneide-Biege-Maschine mit Motor	58
3.2.10	Beispiel 10: Beruhigtes Arbeiten durch eine stets saubere Lötspitze	59
3.2.11	Beispiel 11: Greifen und Ablegen eines Schraubendrehers für das Justieren eliminieren	60
3.2.12	Beispiel 12: Arbeiten ohne Werkzeugwechsel durch Montierhilfe für Laufrollen	61
3.2.13	Beispiel 13: Kinderleichtes Arbeiten durch Werkzeug zum Lösen von Schnappverbindungen	62

3.2.14	Beispiel 14: Verbesserte Werkerfreundlichkeit bei der Kolbenringmontage durch Drehregal . . . . .	63
3.2.15	Beispiel 15: Zeitverkürzung beim Verschrauben, damit das Werkstück nicht mehr umgedreht werden muss . . . . .	64
3.2.16	Beispiel 16: Personaleinsparung beim Nachfüllen von Schmiermittel an Drehachsen . . . . .	65
3.2.17	Beispiel 17: Zeitverkürzung beim Abblasen von Werkstückträgern für Linsen . . . . .	66
3.2.18	Beispiel 18: Verringerter Arbeitsaufwand durch Automatisierung von Löten und Silikon-Auftragen . . . . .	67
3.2.19	Beispiel 19: Manuellen Arbeitsaufwand verringern durch Automatisierung . . . . .	68
3.2.20	Beispiel 20: Übernehmen des nächsten Arbeitsschritts durch Einfachautomatisierung des Mutter-Festziehens . . . . .	69
3.2.21	Beispiel 21: Manuellen Arbeitsaufwand verringern durch Vereinzeler für verhakete Anschlussklemmen . . . . .	70
3.2.22	Beispiel 22: Automatisierung des nachträglichen Lötens durch lokales Tauchlöten . . . . .	71
3.2.23	Beispiel 23: Verringerter Arbeitsaufwand durch automatisiertes Einpressen von Anschlussleiste . . . . .	72
3.2.24	Beispiel 24: Personaleinsparung durch automatisierte Kontrolle und automatisches Auswerfen von Beipacks . . . . .	73
3.2.25	Beispiel 25: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit durch Auswerfer beim Heißsiegeln ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	74
3.2.26	Beispiel 26: Automatisches Überprüfen der Vollständigkeit und Auswerfen von Beipacks sowie Bereitstellen von Leerbehältern . . . . .	75
3.2.27	Beispiel 27: Weitergabe an den nächsten Prozess unter Ausnutzung des Antriebs eines Heißnieters . . . . .	76
3.2.28	Beispiel 28: Zeitverkürzung durch Zusammenfassen und Automatisieren der Arbeitsschritte Einpressen und Beschriften . . . . .	77
3.2.29	Beispiel 29: Rückgabegerät für Leerbehälter nach dem Balkenwaagen-Prinzip . . . . .	78
3.2.30	Beispiel 30: Keine Wegezeiten durch automatisches Retournieren von Paletten . . . . .	79
3.2.31	Beispiel 31: Geordnetes Produzieren von Formteilen mithilfe einer Gardinenleiste . . . . .	80

3.2.32	Beispiel 32: Durch Bereitstellung in Bausätzen Schwankungen in den Montagezeiten für neue Modelle eliminieren . . . . .	81
3.2.33	Beispiel 33: Dank Bereitstellung der Bauteile am optimalen Greifpunkt muss sich der Mitarbeiter weniger umdrehen . . . . .	82
3.2.34	Beispiel 34: Bereitstellung von mehreren Bedienungsanleitungen am optimalen Greifpunkt. . . . .	83
3.2.35	Beispiel 35: Mannloser Betrieb durch Automatisierung einer Schneide-Biege-Maschine für die Anschlussdrähte von Kondensatoren. . . . .	84
3.2.36	Beispiel 36: Freie Hände durch automatisiertes Abziehen des Deckpapiers einer Isolierplatte . . . . .	85
3.2.37	Beispiel 37: Kinderleichtes Arbeiten durch Bereitstellung von Lagern am optimalen Greifpunkt. . . . .	86
3.2.38	Beispiel 38: Ultrakleiner automatischer Etikettenabzieher aus dem Eigenbau mit einfachem Einsetzen der Etikettenrollen. . . . .	87
3.2.39	Beispiel 39: Rüstzeitverkürzung beim Befestigen des Gummis für den Druckkopf eines Bestückers . . . . .	88
3.2.40	Beispiel 40: Kein Verlassen der Linie mehr durch Ein-Griff-Umrüsten von Prüfgeräten . . . . .	89
3.2.41	Beispiel 41: Rüstzeitverkürzung mittels Drehtisch für Vorrichtungen . . . . .	90
3.2.42	Beispiel 42: Zeitverkürzung durch automatische Zuführung und Ausgabe großer Gehäuse-Mehrwegbehälter . . . . .	91
3.2.43	Beispiel 43: Vereinzelte Zuführung von LEDs mittels Rutsche . . . . .	92
3.2.44	Beispiel 44: Dank <i>Piratenschiff</i> muss sich der Mitarbeiter weniger oft umdrehen . . . . .	93
3.2.45	Beispiel 45: Zeitverkürzung durch vereinzelte Zuführung von Spulengehäusen. . . . .	94
3.3	Praktische Beispiele für <i>LCIA</i> in einer Montagelinie für Elektronikgeräte. . . . .	95
3.3.1	Beispiel 46: Verkürzte Wechselzeiten durch automatische Zuführung von Leiterplattenmagazinen . . . . .	96
3.3.2	Beispiel 47: Verringerter Arbeitsaufwand durch automatische Ausgabe der Trennreste von Leiterplatten-Nutzen. . . . .	97
3.3.3	Beispiel 48: Bereitstellen und Retournieren von Teilekartons mit einem Griff . . . . .	98
3.3.4	Beispiel 49: Manuelles Löten am optimalen Arbeitspunkt . . . . .	99

3.3.5	Beispiel 50: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit durch Auswerfer beim Leiterplatten-Prüfen ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	100
3.3.6	Beispiel 51: Zeitverkürzung durch vereinzelte Bauteilzuführung (Bauteil A) . . . . .	101
3.3.7	Beispiel 52: Zeitverkürzung durch vereinzelte Bauteilzuführung (Bauteil B) . . . . .	102
3.3.8	Beispiel 53: Ein-Griff-Zuführung von großen Teilebehältern . . . . .	103
3.3.9	Beispiel 54: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit beim Schraubenfestziehen durch einfachautomatisierte Schraubenzuführung ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	104
3.3.10	Beispiel 55: Verringerter Arbeitsaufwand durch Auswerfen des Werkstücks nach der Druckfestigkeitsprüfung ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	105
3.3.11	Beispiel 56: Verbesserte Werkerfreundlichkeit beim Umrüsten durch Drehvorrichtung . . . . .	106
3.3.12	Beispiel 57: Beseitigung des manuellen Etikett-Aufklebens, so dass das Werkstück nur noch eingelegt werden muss . . . . .	107
3.3.13	Beispiel 58: Weniger Aufwand und freie Hände beim Etiketten-Abziehen durch autonomatischen Vorschub mittels Motor . . . . .	108
3.3.14	Beispiel 59: Kein Überprüfen mehr durch Anzeigen der beizupackenden Teile und <i>Pokayoke</i> gegen das Vergessen von Teilen . . . . .	109

**Kapitel 4: Einfachautomatisierung (LCIA) in der mechanischen Bearbeitung . . . . . 111**

4.1	Die 12 LCIA-Konzepte für die mechanische Bearbeitung Wie ist menschliche Tätigkeit durch mechanische Tätigkeit zu ersetzen? . . .	112
4.1.1	Vorrichtungen zum Einwerfen . . . . .	113
4.1.2	Handarbeit simpel automatisieren . . . . .	114
4.1.3	Autonomatisches Festspannen . . . . .	115
4.1.4	Vorschub, Anhalten und Zurückfahren sind Sache der Maschine . . . . .	116
4.1.5	Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	117
4.1.6	Der Ausgang des einen Prozesses ist der Eingang des nächsten . . . . .	118
4.1.7	Sofortige Qualitätskontrolle mit <i>Ein-Griff-Lehren</i> . . . . .	119
4.1.8	Einschalten über <i>Während-Schalter</i> . . . . .	120

4.1.9	Umrüsten in $\leq 81$ sek. . . . .	121
4.1.10	Rugby statt Fußball . . . . .	122
4.1.11	Maschinenbreite = Werkstück + 100 mm . . . . .	123
4.1.12	Maschinen modular aufbauen . . . . .	124
4.2	Praktische Beispiele . . . . .	125
4.2.1	Beispiel 60: Gleichzeitiges Schweißen von 4 Teilen dank einer selbst gebauten Vorrichtung. . . . .	125
4.2.2	Beispiel 61: Freie Hände durch automatische Angussabtrennung bei Formteilen . . . . .	126
4.2.3	Beispiel 62: Deutliche Verkürzung der Reinigungszeit mittels leerer Kartons und Druckluftpistole . . . . .	127
4.2.4	Beispiel 63: Kinderleichtes Arbeiten durch automatisiertes Wenden eines Werkstücks . . . . .	128
4.2.5	Beispiel 64: Zeitverkürzung durch automatisches Arretieren der Sicherheitsabdeckung . . . . .	129
4.2.6	Beispiel 65: Kein Nachzählen mehr von Formteilen durch automatischen Container-Wechsel. . . . .	130
4.2.7	Beispiel 66: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit durch Auswerfer am Prüfgerät ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ) . . . . .	131
4.2.8	Beispiel 67: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit durch Auswurf-Mechanismus auf engem Raum ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ). . . . .	132
4.2.9	Beispiel 68: Transport eines Werkstücks an den Eingang des nächsten Prozesses mithilfe seines Eigengewichts . . . . .	133
4.2.10	Beispiel 69: Keine Schwerarbeit mehr durch automatischen Transport zum nächsten Prozess . . . . .	134
4.2.11	Beispiel 70: Mannloser Betrieb zur Überbrückung von Pausenzeiten durch Pufferapparatur mit einer Reichweite von 1 Stunde . . . . .	135
4.2.12	Beispiel 71: Ein-Griff-Lösung für das pneumatische Messen. . . . .	136
4.2.13	Beispiel 72: Überprüfung mit Messlehre bei gekoppeltem Start der nächsten Maschine statt Sichtkontrolle . . . . .	137
4.2.14	Beispiel 73: Ein-Griff-Lösung für das gleichzeitige Zentrieren und Verspannen eines Werkstücks . . . . .	138
4.2.15	Beispiel 74: Null Rüstzeiten durch justierfreien Angussgreifer . . . . .	139
4.2.16	Beispiel 75: Zeitverkürzung durch Ein-Griff-Steckverbindungen. . . . .	140
4.2.17	Beispiel 76: Zeitverkürzung durch Bypass an der Heißkanalregelung . . . . .	141

4.2.18	Beispiel 77: Rüstzeitverkürzung durch Ein-Griff-Lösung für die Schienenkonfiguration eines Bestückautomaten . . . . .	142
4.2.19	Beispiel 78: Effizienteres Punktschweißen bei der Blechteilbearbeitung . . . . .	143
4.2.20	Beispiel 79: Zeitverkürzung und weniger Wege durch kleine Lötroboter aus dem Eigenbau . . . . .	144
4.2.21	Beispiel 80: Pressen und Spritzgießen kombinieren . . . . .	145
4.2.22	Beispiel 81: Zeitverkürzung durch Integration einer Prüffunktion für Gewindebohrungen in die Bearbeitungsmaschine. . . . .	146
4.2.23	Beispiel 82: Schaffung einer Gewindeschneidemaschine durch Vereinigung zweier Bohrstände. . . . .	147
4.3	Praktische Beispiele für <i>LCIA</i> in einer Bearbeitungslinie für Zylinderköpfe . . . . .	148
4.3.1	Beispiel 83: Arbeiten mit reiner Einlegetätigkeit bei der Zylinderkopfbearbeitung durch Grobführungen ( <i>Chaku-Chaku-Prinzip</i> ). . . . .	149
4.3.2	Beispiel 84: Automatisches Beiseite-Schieben nach dem Auswerfen des fertig bearbeiteten Werkstücks . . . . .	150
4.3.3	Beispiel 85: Bereitstellung einer <i>Pokayoke</i> -Prüflehre von oben mit Federzug . . . . .	151
4.3.4	Beispiel 86: Automatischer Start der Bearbeitung des nächsten Werkstücks, falls das vorhergehende als „vollständig IO“ geprüft wurde. . . . .	152
4.3.5	Beispiel 87: Verkürzte Prüfzeiten durch Bereitstellung des Messwerkzeugs am optimalen Greifpunkt . . . . .	153
<b>Kapitel 5: Einfachachautomatisierung (LCIA) von Transporten. . . . .</b>		<b>155</b>
5.1	Die 12 <i>LCIA</i> -Konzepte für das Transportieren Wie ist menschliche Tätigkeit in den Materialfluss zu integrieren? . . . . .	156
5.1.1	Schmale Behälter. . . . .	157
5.1.2	Gebinde standardisieren . . . . .	158
5.1.3	Transportwagen mit gemischter, satzweiser Beladung . . . . .	159
5.1.4	Be- und Entladen auf einheitlicher Höhe . . . . .	160
5.1.5	Der nachgelagerte Prozess löst aus . . . . .	161
5.1.6	Klare, einfache Routen . . . . .	162

5.1.7	Transportiere eifrig! . . . . .	163
5.1.8	Bewegung autonomatisieren . . . . .	164
5.1.9	Auch das Zurückholen der Leerbehälter in den Fluss integrieren . . . . .	165
5.1.10	Transport festgelegter Mengen zu nicht festgelegten Zeiten . . . . .	166
5.1.11	Keine Hebezüge, Kräne oder Gabelstapler . . . . .	167
5.1.12	Das Material ins Laufen bringen . . . . .	168
5.2	Praktische Beispiele für LCIA beim Transport . . . . .	169
5.2.1	Beispiel 88: Keine manuelle Transporttätigkeit mehr durch Einfach-FTS (1, Überblick) . . . . .	169
5.2.2	Beispiel 89: Keine manuelle Transporttätigkeit mehr durch Einfach-FTS (2, Auffangwannen) . . . . .	170
5.2.3	Beispiel 90: Keine manuelle Transporttätigkeit mehr durch Einfach-FTS (3, Werkstückträger) . . . . .	171
5.2.4	Beispiel 91: Transport von schweren Teilen ohne Gabelstapler . . . . .	172
5.3	Praktische Beispiele für LCIA beim Transport von Teilen für Automotoren . . . . .	173
5.3.1	Beispiel 92: Autonomatisches, gleitendes Beladen eines Transportwagens . . . . .	174
5.3.2	Beispiel 93: Autonomatisches Lösen eines Stoppers während des Werkstücktransports . . . . .	175
5.3.3	Beispiel 94: Autonomatisches Auswählen von Werkstücken verschiedener Länge . . . . .	176
5.3.4	Beispiel 95: Auffangwannen satzweise automatisch auf einen Transportwagen laden . . . . .	177
5.3.5	Beispiel 96: Automatische Teilezuführung vom Transportwagen in die Linie . . . . .	178
5.3.6	Beispiel 97: Autonomatisches Retournieren von leeren Auffangwannen, um neue Werkstücke hineinzustellen . . . . .	179
<b>Kapitel 6: Pokayoke unter Verwendung einfacher Sensoren . . . . .</b>		<b>181</b>
6.1	Praktische Beispiele . . . . .	184
6.1.1	Beispiel 98: Keine vergessenen Lötstellen mehr durch autonomatisches Prüfen . . . . .	184

6.1.2	Beispiel 99: Durch <i>Pokayoke</i> falsche Werkstück-Ausrichtung beim Prüfen verhindern . . . . .	185
6.1.3	Beispiel 100: <i>Pokayoke</i> beim Kabel-Löten mittels Bildererkennungssensor . . . . .	186
6.1.4	Beispiel 101: Effizienteres Arbeiten durch Hilfe-System für das Kommissionieren. . . . .	187
<b>Autoren und Firmen, die ihre Beispiele zur Verfügung gestellt haben. . . . .</b>		<b>189</b>
<b>Anhang: „Während“-Schalter . . . . .</b>		<b>190</b>
<b>Glossar . . . . .</b>		<b>191</b>
<b>Autoreninformation . . . . .</b>		<b>192</b>