INDUSTRIELLE AUFTRAGSFERTIGUNG

CNC-Fräsmaschinenüberwachung in der industriellen Auftragsfertigung: Fallstudie

Produktive Bearbeitung und verborgene Verluste in einem gemischten Maschinenpark mit rund 78 CNC-Maschinen sichtbar machen.



3-Achs- und 5-Achs-CNC-Fräsmaschinen in der industriellen Auftragsfertigung.

78

Relevante CNC-Maschinen (ca.)

2 Schichten

Modellierter Betriebsplan

2009–2018

Maschinengenerationen

DIE HERAUSFORDERUNG

Wo ging produktive Bearbeitungszeit verloren?

Maschinenbelegung konnte Rüsten, Werkzeugbereitstellung, Prüfung, Warten, kurze Unterbrechungen und Stillstände enthalten.

DIE LÖSUNG

Ein gemeinsamer Blick auf den bestehenden CNC-Maschinenpark

Externe Novo AI Nachrüstsensoren schaffen eine gemeinsame Sicht auf Maschinenzustände. WatchMen macht produktive Bearbeitung und verborgene Verluste über verschiedene Maschinengenerationen hinweg vergleichbar.

ERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

+1.714,2 h

Zusätzliche produktive Kapazität

Ungefähre Jahreshochrechnung für 3 Pilotmaschinen

+28,57 %

Produktivitätssteigerung

Vom Kunden berichtetes Ergebnis

-42,00 %

Weniger Leerlaufzeit

Modellierte relative Reduktion

Qualität blieb das Abnahmekriterium. Eine höhere Auslastung galt nur dann als Verbesserung, wenn spezifikationskonforme Teile gefertigt wurden.

Die Angaben kombinieren die vom Kunden berichtete Produktivitätssteigerung von +28,57 % mit klar gekennzeichneten Modellrechnungen. PP = Prozentpunkte.

DIE PRODUKTIONSHERAUSFORDERUNG

Eine ausgelastete CNC-Maschine kann dennoch verlorene produktive Kapazität verbergen

Beim CNC-Fräsen mit hoher Variantenvielfalt kann eine Maschine belegt bleiben, während Rüsten, Werkzeugbereitstellung, Prüfung, Warten, Mikrostopps und Stillstände die wertschöpfende Bearbeitung reduzieren. 3-Achs- und 5-Achs-Maschinen können zudem unterschiedliche Betriebsmuster aufweisen.

60,0 Min.

Leerlaufzeit pro Maschine / Schicht
Modellierte Ausgangsbasis

52,8 Min.

Rüsten / Wechsel pro Schicht
Modellierte Ausgangsbasis

40,8 Min.

Werkzeugbedingte Wartezeit pro Schicht
Modellierte Ausgangsbasis

Das Fallstudienmodell verwendet zwei 8-Stunden-Schichten an 250 Produktionstagen: 4.000 geplante Stunden je überwachter CNC-Maschine und 12.000 Stunden im Umfang des 3-Maschinen-Piloten.

Was sichtbar wurde

Produktionsfrage	Vor der Überwachung	Mit WatchMen
Bearbeitet die CNC-Maschine produktiv?	Lokale Beobachtung / bestehender Maschinenstatus	Validierte Maschinenzustands-Zeitachse
Wohin ging die geplante Zeit?	Verluste später rekonstruiert	Produktive, Rüst-, Leerlauf- und Stillstandszeiten
Wie viel Zeit entfiel auf Rüsten und Werkzeuge?	Schwer konsistent vergleichbar	Vergleichbare Ereignisdauern und Trends
Was ist mit kurzen Unterbrechungen?	Mikrostopps wurden leicht übersehen	Kontinuierliche Transparenz und Historie
Warum dauerte ein Auftrag länger?	Auftragskontext ohne physische Zeitachse	Auftragskontext plus Maschinenverhalten
Wann sollte das Team reagieren?	Rückblickende Analyse	Konfigurierbare Abweichungsalarme

Prozess verbessern

Wenn der Zielwert realistisch ist, Warten, Rüsten, Werkzeuge, Mikrostopps und Maschinenverhalten untersuchen.

Planungsannahme prüfen

Wenn Teilefamilie, Geometrie, Werkzeug, Maschinenfähigkeit oder Qualität die Leistung begrenzen, Planwert und Produktionsstammdaten prüfen.

Die Zahlen richtig lesen: Die Produktivitätssteigerung von +28,57 % ist das bereitgestellte Projektergebnis. Die Betriebskennzahlen auf Seite 2 sind aus den jährlichen Verlustkategorien modelliert und auf eine 8-Stunden-Schicht normiert.

IMPLEMENTIERUNG

Eine Monitoring-Ebene für den bestehenden CNC-Maschinenpark

Externe Novo AI Sensoren schaffen ohne SPS-Zugriff eine gemeinsame Ebene für Maschinenzustände. Edge-Verarbeitung und WatchMen machen produktive Bearbeitung, Leerlaufzeiten und wiederkehrende Unterbrechungen über CNC-Maschinen verschiedener Generationen hinweg sichtbar.



Novo AI Nachrüstsensor an bestehender CNC-Ausrüstung.

<15 Min.

Installationsrichtwert pro Maschine

Kein Eingriff in SPS oder Maschinensteuerung.
Für 3 Pilotmaschinen: insgesamt weniger als 45 Min. Montage-Richtwert.

01 Erfassen

Externe Sensoren erfassen das physische Maschinenverhalten.

02 Interpretieren

Edge-Verarbeitung und Validierung unterstützen die Erkennung von Maschinenzuständen.

03 Kontext ergänzen

WatchMen verknüpft Maschinenzustände mit Auftrags- und Produktionskontext.

Von der Installation zum operativen Einsatz

Phase	Projektmeilenstein
Tag 0	Sensoren an 3 überwachten CNC-Maschinen installiert.
Tage 1–3	Signalerfassung und erste Klassifizierung.
Tage 3–5	Validierung der Maschinenzustände und Lernphase.
Wochen 1–6	Baseline, Analyse wiederkehrender Verluste und Auftragskontext.
Wochen 7–12	Verbesserungsmaßnahmen und Auswertung.

Die Installation in unter 15 Minuten und die Lernphase von 3–5 Arbeitstagen sind Plattform-Richtwerte; kundenspezifische Validierung und Verbesserungsdauer hängen von Maschine und Prozess ab.

CNC-Umgebung mit rund 78 Maschinen

Der relevante CNC-Maschinenpark umfasst 3-Achs- und 5-Achs-Fräsmaschinen. Der Pilot überwacht 3 CNC-Maschinen; die Baujahre reichen von 2009 bis 2018.

ERGEBNISSE UND MASSNAHMEN

Die Zeitachse in eine Produktionsreaktion überführen

Das Monitoring liefert die Maschinendaten. Das Produktionsteam kann sich anschließend auf die größten wiederkehrenden Verluste konzentrieren und prüfen, ob Prozessänderungen nutzbare CNC-Kapazität freisetzen.

01 Verborgene Leerlaufzeit reduzieren

Die modellierte Leerlaufzeit sinkt von 500 auf 290 Stunden je Maschine/Jahr und setzt 210 Stunden je Maschine frei.

Maßnahme: Materialbereitschaft, Vorbereitung des nächsten Auftrags, Bedienerreaktion und Qualitätsübergabe verbessern.

02 Rüst- und Wechselzeiten verkürzen

Die modellierte Rüst-/Wechselzeit sinkt von 440 auf 390 Stunden je Maschine/Jahr, eine Reduktion um 11,36 %.

Maßnahme: Vorrichtungen, Werkzeuge, Programme und Material für den nächsten Auftrag vorbereiten, bevor die Maschine frei wird.

03 Werkzeugbedingte Wartezeiten reduzieren

Die modellierte werkzeugbedingte Wartezeit sinkt von 340 auf 190 Stunden je Maschine/Jahr, eine Reduktion um 44,12 %.

Maßnahme: Werkzeuge vorkommissionieren, wenn sinnvoll offline voreinstellen und Verbrauchsmaterial rechtzeitig bereitstellen.

04 Stillstände und Mikrostopps reduzieren

Im Modell sinkt der Stillstand von 240 auf 190 Stunden und die Mikrostoppzeit von 160 auf 132 Stunden je Maschine/Jahr.

Maßnahme: Wiederkehrende kurze Unterbrechungen und längere Störungen untersuchen und danach dieselben Kennzahlen erneut prüfen.

Vergleichbare Produktionsbedingungen verwenden

Maschinen und Aufträge unter Berücksichtigung von Achskonfiguration, Teilefamilie, Geometrie, Programm, Werkzeugen, Losgröße, Prüfung und Qualitätsanforderungen vergleichen. Mehr Laufzeit allein bedeutet keine bessere Produktion.

WIEDERHOLBARER VERBESSERUNGSZYKLUS

1 Messen	2 Untersuchen	3 Handeln	4 Verifizieren
Maschinenzustände erfassen.	Ereignisse und Ursachen prüfen.	Den relevanten Prozess ändern.	Dieselben Kennzahlen vergleichen.

ERGEBNISSE

Mehr geplante Zeit wurde produktiv

+1.714,2 h

Produktive Bearbeitungskapazität pro Jahr

Ungefähre Jahreshochrechnung für 3 Pilotmaschinen

Das Modell annualisiert die zusätzliche produktive Bearbeitungskapazität der drei überwachten CNC-Maschinen innerhalb derselben geplanten Zeit.

Verlustkategorie	Vorher	Nachher	Freigesetzte Zeit
Leerlauf / Warten	1.500 h	870 h	630 h
Rüsten / Wechsel	1.320 h	1.170 h	150 h
Werkzeugbedingte Wartezeit	1.020 h	570 h	450 h
Stillstand	720 h	570 h	150 h
Mikrostopps	480 h	396 h	84 h
Sonstige geplante / unterstützende Zeit	960 h	709,8 h	250,2 h
Gesamte freigesetzte Kapazität			**1.714,2 h**

Der jährliche Gewinn von +1.714,2 h entspricht derselben freigesetzten Maschinenzeit, die in den folgenden Verlustkategorien dargestellt ist.

Woher die zusätzliche produktive Kapazität kommt

MODELLIERTE JÄHRLICHE VERLUSTREDUKTION / 3 ÜBERWACHTE CNC-MASCHINEN

Pro Maschine / 8-Stunden-Schicht	Vorher	Nachher
Leerlaufzeit	60,0 Min.	34,8 Min.
Rüsten / Wechsel	52,8 Min.	46,8 Min.
Werkzeugbedingte Wartezeit	40,8 Min.	22,8 Min.
Mikrostoppzeit	19,2 Min.	15,8 Min.

Freigesetzte Verluststunden und zusätzliche produktive Kapazität beschreiben dieselbe Zeit.

Kennzahlen getrennt halten

Produktivität, produktive Auslastung, OEE, Auftragsdauer, Output und Qualität sind separate KPIs. Kapazitätsgewinne und Verlustreduzierungen beschreiben dieselbe freigesetzte Maschinenzeit.

ANWENDUNG DER ERKENNTNISSE

Was Sie in Ihrer eigenen CNC-Fräsproduktion prüfen sollten

Wiederkehrende Verluste werden handlungsrelevant, wenn Maschinenverhalten, Auftragserwartungen und Produktionskontext gemeinsam betrachtet werden. Bringen Sie diese Informationen in ein praxisnahes Pilot-Review ein.

Zum Pilot-Review mitbringen	Warum es wichtig ist
Maschinen- und Teilegruppen	Technisch ähnliche 3-Achs-, 5-Achs-Maschinen und Teilefamilien vergleichen, bevor die Leistung bewertet wird.
Maschinen- und teilespezifische Zielwerte	Prüfen, welche Bearbeitungsleistung und Auftragsdauer für den jeweiligen Prozess realistisch sind.
Qualitätskriterien	Maß-, Toleranz- und Oberflächenanforderungen definieren, die bei Produktivitätsverbesserungen eingehalten werden müssen.
Auftrags-/Programm-/Werkzeugkontext	Geplante Maschine, Programm, Werkzeuge, Material und erwartete Bearbeitungszeit verknüpfen.
Schicht- und Störgrundkontext	Bei der Verlustanalyse Warten, Rüsten, Werkzeuge, Prüfung, Instandhaltung und Störungen trennen.

Was der Sensor erkennen kann

Wann sich das physische Maschinenverhalten änderte, wann produktive Bearbeitung stoppte und ob sich ein Muster wiederholte.

Was Kontext benötigt

Warum das Ereignis auftrat. Auftragsdaten, Programm, Werkzeuge, Qualität, Instandhaltung und Bedienerkontext liefern die organisatorische Ursache.

Ein sinnvoller täglicher Review

Beginnen Sie mit den größten wiederkehrenden Verlusten. Prüfen Sie Auftrag, Programm, Werkzeuge und Maschinenkontext, vereinbaren Sie eine Maßnahme und vergleichen Sie anschließend dieselben Kennzahlen.

BERECHNUNGSGRUNDLAGE UND KPI-INTERPRETATION

Projektdaten: rund 78 relevante CNC-Maschinen, 3 überwachte Pilotmaschinen, Baujahre 2009–2018 und eine vom Kunden berichtete Produktivitätssteigerung von 28,57 %. Betriebsmodell: 2 × 8-Stunden-Schichten × 250 Tage = 4.000 geplante Stunden je überwachter Maschine bzw. 12.000 Stunden im Pilotumfang. Eine produktive Ausgangsbasis von 50,00 % × 1,2857 ergibt 64,285 % nach der Verbesserung. Der jährliche Zugewinn beträgt 12.000 × 14,285 % = 1.714,2 Stunden im 3-Maschinen-Piloten.
Jahresstunden und einzelne Verlustreduzierungen sind illustrative Modellergebnisse. Wenn dasselbe validierte Ergebnis später auf rund 78 relevante CNC-Maschinen übertragen würde, läge das Skalierungsszenario bei etwa +44.569,2 produktiven Stunden/Jahr; dies ist kein direkt gemessenes 78-Maschinen-Ergebnis. OEE, produktive Auslastung, Auftragsdauer, Output und Qualität sind separate KPIs.

Sehen Sie, was Ihre CNC-Maschinen tatsächlich leisten

Besprechen Sie Ihre CNC-Maschinen, wiederkehrende Verluste und einen geeigneten Pilotversuch mit Novo AI.
WatchMen-Demo anfragen →