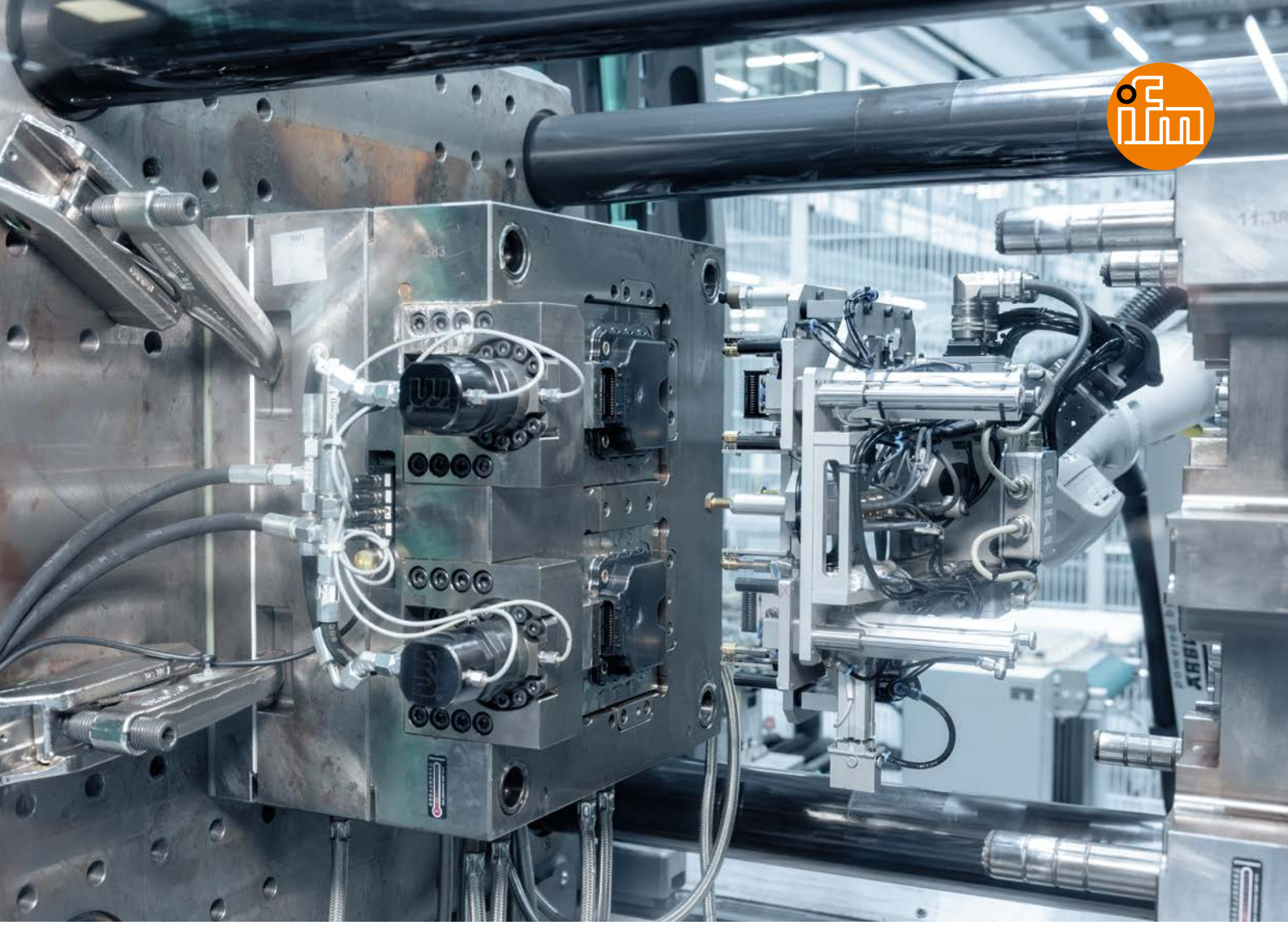


數位洞察 深入探討 工具

感測器技術與工業物聯網（IIoT）如何提升射出成型的品質與能源效率。

現代塑膠加工的特點在於品質要求日益提高、成本壓力不斷增加，以及對製程穩定性極高的需求。特別是在射出成型過程中，可重複的生產條件與精確的製程控制，是影響廢品率、能源消耗及成本效益的關鍵因素。要達成此目標，一個重要的先決條件是必須能取得可靠的製程數據。RAFI 集團在其巴德瓦爾德塞（Bad Waldsee）廠區，展示了如何透過有針對性地運用感測器及 moneo IIoT 平台，將原始數據轉化為有助於生產優化的寶貴洞見。

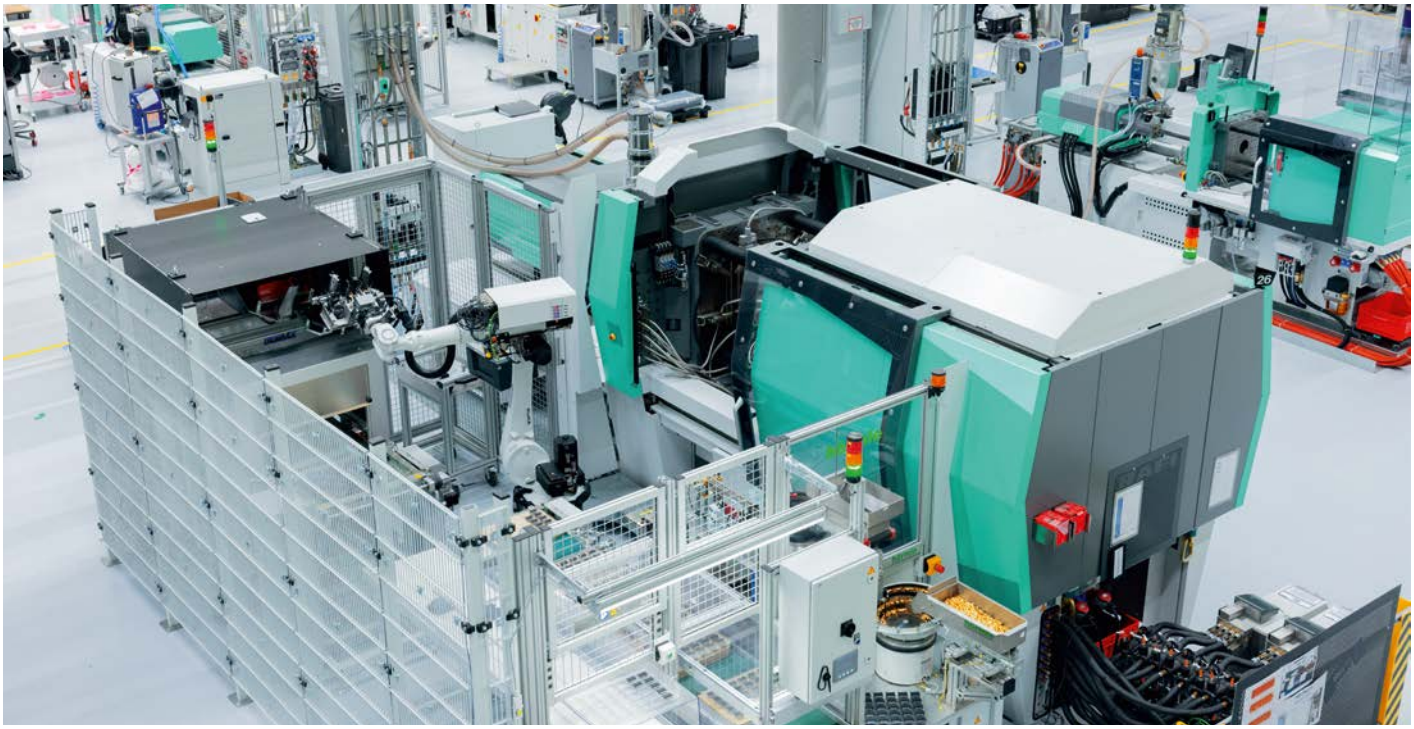
RAFI 在巴德瓦爾德塞（Bad Waldsee）廠區生產塑膠射出成型零件，既用於自家標準 HMI 產品，也用於客製化的客戶應用。其應用領域涵蓋醫療與農業技術，乃至工業及汽車領域。因此，對零件的尺寸精度、表面品質及長期穩定性也提出了相應的高要求。在射出成型過程中，預先乾燥過的塑料顆粒會被熔化，並在高壓下注入工具中。隨後的冷卻階段對於零件品質至關重要。必須精確維持工具溫度、冷卻液流量以及供回管線之間的溫差。即使是微小的偏差，也可能對循環時間、尺寸穩定性或外觀特性造成負面影響。

動機：讓流程透明化，而非依賴猜測

該專案的啟動，正是基於要運用感測器以及來自自動化專家 ifm 的 moneo IIoT 平台這一明確目標。其目的是不再僅憑經驗和抽查來評估射出成型製程。相反地，該流程應透過數據來確保其透明度與可追溯性。

RAFI 開發與設計部門的（**Guido Zoll**）如此闡述這項做法：「我們希望確切了解射出成型週期中究竟發生了什麼，以及哪些參數確實會影響品質與效率。」

特別著重於工具內的熱工況、冷卻迴路的利用情況，以及壓縮空氣和電能等輔助介質的消耗量。 其目的是建立透明度，並在此基礎上找出具體的改善槓桿。



配備整合式機器人，用於處理成形零件的塑膠射出成型機。

作為該工具內及機台上的資料來源之感測器

實際上，注塑工具的各個冷卻迴路均已配備流量及溫度感測器。這些感測器會持續測量進水與回水溫度，以及相應的冷卻水流量。根據這些數據，可以精確地測定溫度差異，從而對工具冷卻的效率得出可靠的結論。

「除了冷卻迴路之外，我們還會分析機台的耗電量，以便及早偵測峰值負載。我們還會監控供應至機械手臂及射出機的壓縮空氣，因為任何洩漏或接頭鬆動的情況都會立即反映在特性曲線上。moneo 會偵測並持續分析這些數據。若測量值超出設定的限值，軟體將自動觸發警報。這使得能夠即時識別故障，例如當機器人因壓力不足而掉落零件時，」 **Guido Zoll**表示。由於壓縮空氣是最昂貴的能源形式之一，即使是很小的洩漏，也可能造成重大的經濟影響。

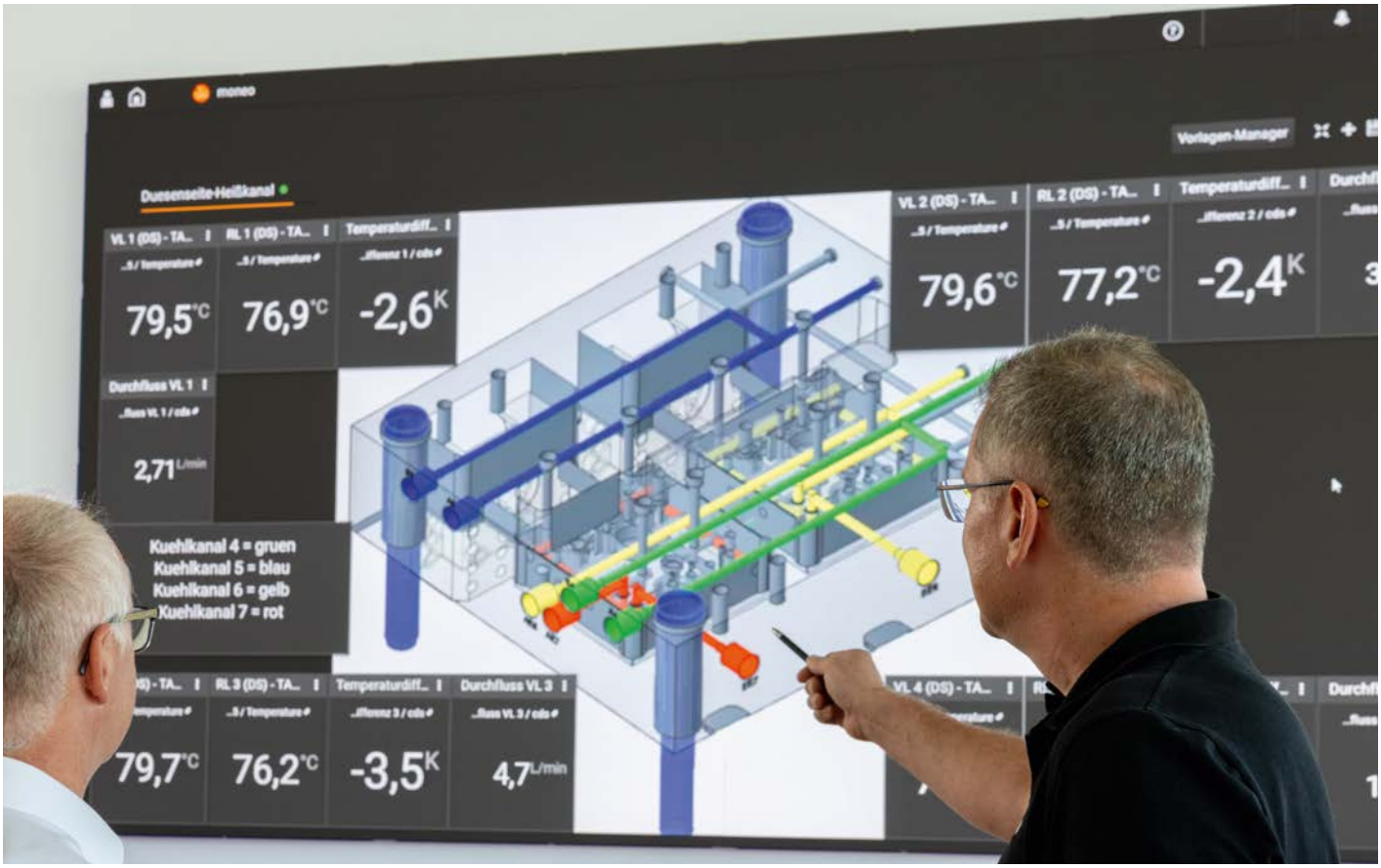
moneo 作為核心的 IIoT 平台

僅憑龐大的感測器數據本身，並不會創造任何附加價值。關鍵在於其有系統地進行蒐集、分析與詮釋。這正是 moneo 派上用場的地方：「我們的工業物聯網（IIoT）平台能讓整個工廠的操作狀況一目瞭然，並揭示機器實際的操作方式，」ifm solutions 工業物聯網應用案例副總裁**Christoph Schneider**解釋道。**Guido Zoll**補充道：「此外，團隊中的每個人，從小組長到班組主管，都能查閱關鍵績效指標。任何人都能從這些特徵曲線中立即判斷出，某個流程是否運作順暢，或是是否出了問題。」

所使用的IO-Link 感測器透過IO-Link 主站進行通訊，這些主站會彙整資料，並透過乙太網路將其傳輸至公司網路。接著，測量值便會輸入至 moneo。該平台的模組化設計從投產之初便展現出其優勢：「透過 moneo 配置軟體模組，我們得以預先設定感測器，並在幾乎沒有停機時間的情況下完成其調試，」代表 ifm 協助推動此專案的**Christoph Schneider**表示。

moneo 採用模組化架構，涵蓋多個層級，從裝置管理與資料擷取，到分析與警報皆包含在內。

數位透明度：moneo 能偵測、視覺化呈現並分析所有感測器數據，一旦超過閾值或發現異常，便會自動發出警告。



資料擷取、分析、視覺化與歷史化

在 moneo 中，所有感測器資料都會被記錄下來，集中儲存，並以能確保歷史可追溯性的方式進行處理。儀表板以數值和圖表形式，提供當前製程狀態的概覽。使用者可一目瞭然地確認溫度、流量或消耗量是否在預設的容差範圍內。這種透明度，加上對測量值的分析以推導出具實質意義的關鍵績效指標，是一項至關重要的步驟，正如 **Christoph Schneider** 所強調的：「只有當資料呈現在眼前時，你才能看出該從何處著手。」

moneo 不僅能將數據可視化，更能實現全面的歷史化追蹤。這使得能夠分析數小時、數天或數週內的製程趨勢，並將其與所製造零組件的品質特性進行關聯分析。

閾值、警報與異常偵測

moneo 的一項關鍵功能是自動監控已設定的閾值。若這些閾值被超過或未達標，系統便會觸發警報，例如透過電子郵件或儀表板通知。這使得任何偏差都能在早期階段被識別並糾正，從而防止生產出有瑕疵的組件。

此外，moneo 還能協助識別流程中的異常情況。例如，透過觀察溫度或流量曲線的變化，以及分析計算出的熱傳遞結果，便能揭示冷卻通道中逐漸形成的結垢現象。「人們往往認為，只要零件看起來沒問題，一切就沒問題。然而，數據顯示降溫可能過於劇烈或不均勻，」 **Christoph Schneider**表示。moneo 的這些智慧分析功能，在確保製程穩定及產品品質始終如一方面，發揮著關鍵作用。

從監控到主動式製程優化

moneo 的附加價值不僅在於監測，更在於據此提出具體措施。在 RAFI，這些數據已協助找出優化潛力，例如在冷卻水用量方面。在某個案例中，顯然實際達成的溫差僅有 0.8 度，而非目標的 2 度，這清楚顯示流量過大。透過調整冷卻迴路，在不影響製程穩定的前提下，成功實現了節能。與此同時，這些數據使我們能夠有目標地縮短生產週期，從而於相同時間內提高產品產量。

> moneo 會收集並持續分析數據。
> 若測量值超出設定的限值，軟體將自動
> 觸發警報。這使得能夠即時識別出故障。

Guido Zoll，RAFI 開發與設計部門

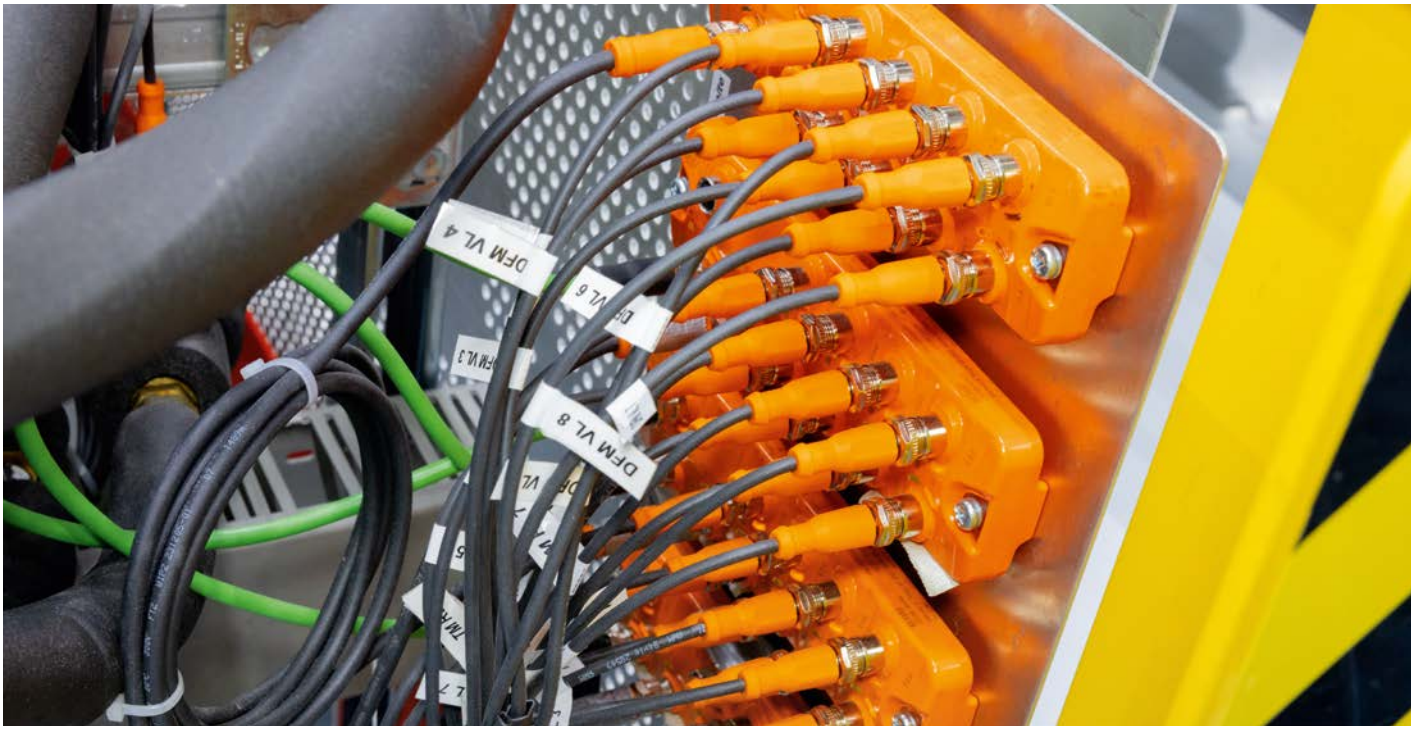


SD8500 壓縮空氣流量計可高精度地測量流量、消耗量、壓力及介質溫度。所有測量值均透過 IO-Link 以數位方式傳輸至控制器及 moneo。



射出模具的各個冷卻迴路，是透過安裝在供回管路中的溫度感測器進行監測，其精確度可達十分之一度。

所有數位與類比感測器信號皆透過 AL2301 IO-Link模組進行整合，並以 IO-Link 信號的形式同時傳輸至控制器與 moneo。



「唯有當行動是基於數據而產生，並回饋至流程中時，附加價值才會產生，」**Christoph Schneider**表示。RAFI 的（**Guido Zoll**）也表示同意：「基本理念在於節約資源，僅使用實際所需的量；換言之，就是有目標地使用冷卻水、電力或壓縮空氣。我們也希望避免出現尖峰電流。當多台機器同時開啟其加熱元件時，會導致高負載峰值。透過所蒐集的資料，我們將能確保未來機器能以錯開的時間間隔啟動。這使我們能夠降低這些峰值並節省能源。」

長遠而言，計畫是直接連接外部系統（例如溫度控制裝置），以便能自動調整控制變量。

能源效率與永續發展

除了品質與製程優化之外，能源效率也正成為越來越重要的關注焦點。moneo 能夠對能源及介質消耗進行詳細記錄、分析，並進行具成本效益的評估。如此一來，潛在的節省不僅得以顯現，更能加以量化。一個具體的例子是壓縮空氣的消耗量：「系統上線後不久，我們便注意到壓縮空氣消耗量持續增加。「我們立即查明了原因，並採取了必要的措施，」**Christoph Schneider**表示。

得益於持續的數據收集，即使是最微小的洩漏——例如在機器停機期間發生的洩漏——也能被可靠地偵測到。根據所獲得的洞見，可以精確判斷維護措施在何時才具有成本效益。除了能直接降低成本外，這種以數據為導向的方法，對於降低能源消耗和 CO_2排放量，也做出了可量化的貢獻。

規模擴展與進一步發展

RAFI 在規劃此專案時，已刻意將可擴展性納入考量。將逐步連接更多機器，且已規劃增設其他感測器，例如用於測量廠房溫度或濕度的感測器。目標是將 moneo 中所有與品質相關的因素整合起來，並使其相互關聯。

「我們目前正計畫將此功能擴展至其他機器。我們也打算整合其他感測器，例如用來測量烘乾機內的濕度、工具內的壓力、工作坊的溫度或空調系統的狀態。目標是在 moneo 中記錄所有可能影響射出零件品質的參數，」**Guido Zoll**表示。

未來的功能強化，例如基於狀態的維護、自動化行動建議以及由人工智慧支援的分析，旨在進一步推動生產從「透明化」向「自我優化」的轉型。

結論

RAFI 的案例顯示，唯有將感測器與高效能的工業物聯網（IIoT）平台結合，才能充分發揮感測器在射出成型領域中的潛力。moneo 作為生產的中央平台，負責收集、整理及解析製程數據，並將其提供給不同角色的使用者。由此帶來的透明度不僅能確保品質的一致性，還能實現為特定目標而設的節能，並持續優化製程週期。這使得 moneo 成為塑膠射出成型領域中，實現數據驅動決策與永續競爭力的不可或缺工具。

ifm.com/cnt/rafi

ifm electronic gmbh · Friedrichstr. 1 · 45128 Essen