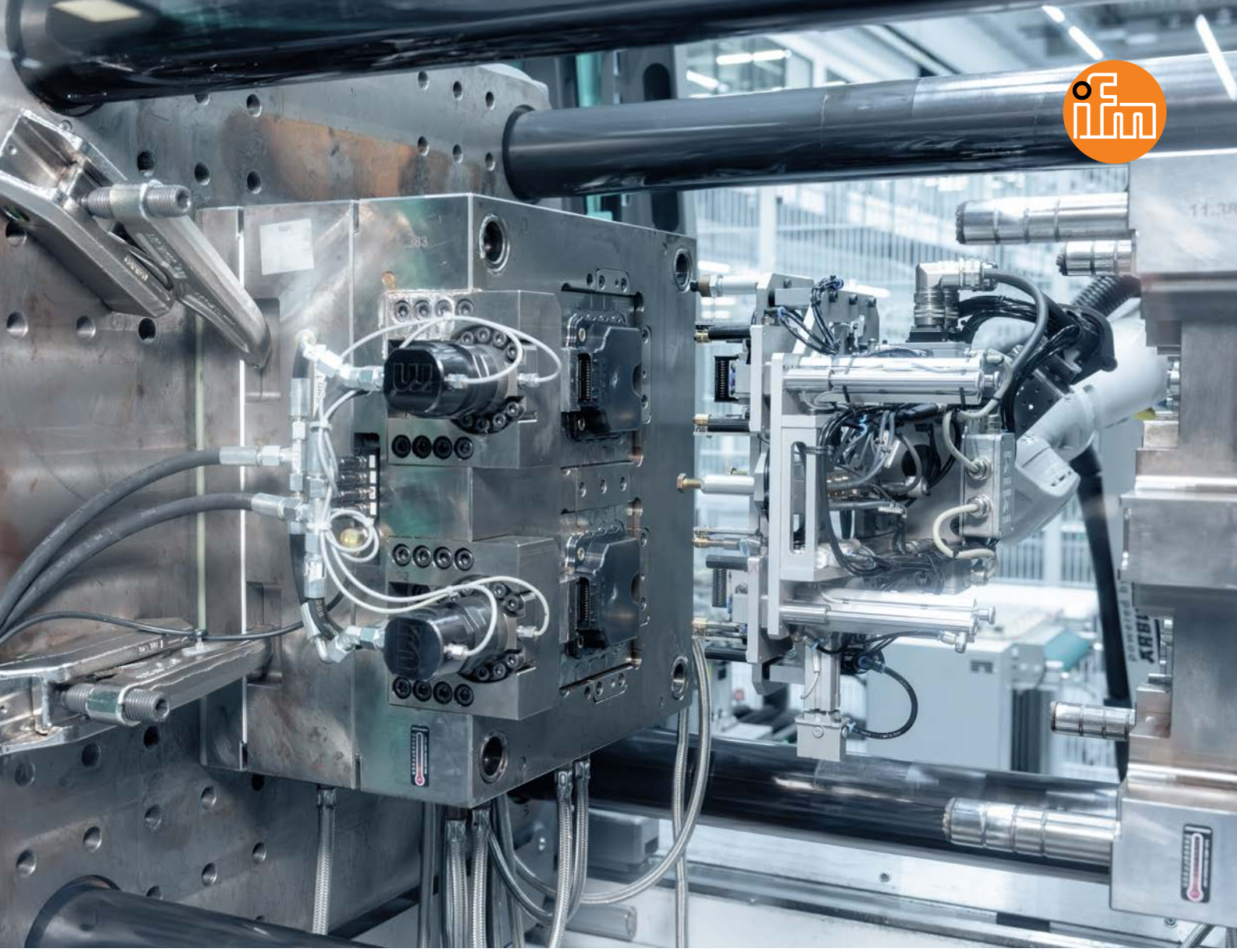


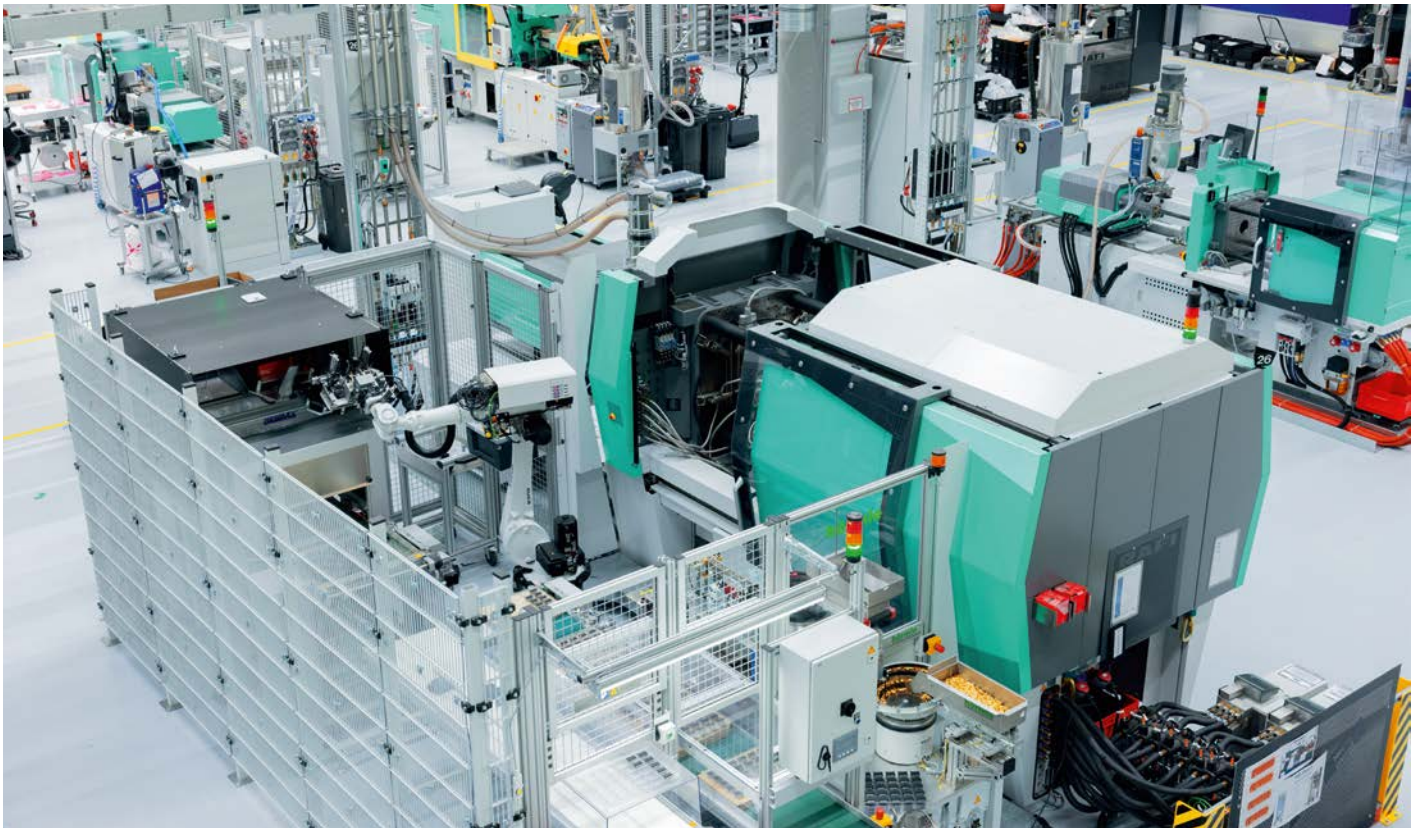
数字化洞察注塑设备

传感器技术和工业物联网如何提升注塑领域的质量与能效

现代塑料加工业面临着质量要求日益严格、成本压力持续加大、流程稳定性要求高等诸多挑战。尤其在注塑环节，是否具备可重复的生产条件和精准的流程管控能力，直接关乎废品率、能耗水平与成本效益。而拥有这种能力的一个重要前提是，要能够获取可靠的过程数据。在其位于巴德瓦尔德塞的生产基地，RAFI集团展示了如何通过针对性部署传感器与moneo工业物联网平台，将原始数据转化为宝贵洞察，实现生产流程优化。

在巴德瓦尔德塞生产基地，RAFI为自己的标准HMI产品及客户的定制化应用生产各类注塑成型零部件。其产品主要应用于医疗、农业、工业及汽车等领域，因此，对零部件的尺寸精度、表面质量以及长期稳定性，都相应地有着严格要求。

在注塑成型工艺中，经过预干燥处理的塑料颗粒会被熔融，然后通过高压注入模具。后续的冷却阶段对零部件质量至关重要。模具温度、冷却液流量以及供回管路之间的温差都必须精准管控，即便是微小偏差，也会对生产周期、尺寸稳定性或外观特性造成负面影响。



注塑机以及负责搬运注塑件的集成式机器人。

动因：让流程清晰透明，不再依赖猜测

该项目在设计之初就确定采用自动化专家ifm的传感器与moneo工业物联网平台，目标是摆脱仅依靠经验和抽检来评估注塑工艺的传统模式，而是通过数据，让工艺流程变得透明和可追溯。

来自RAFI研发及设计部门的**Guido Zoll**这样描述项目思路：*“我们希望精准掌握整个注塑成型周期到底发生了什么，以及哪些参数会真正影响质量与效率。”*

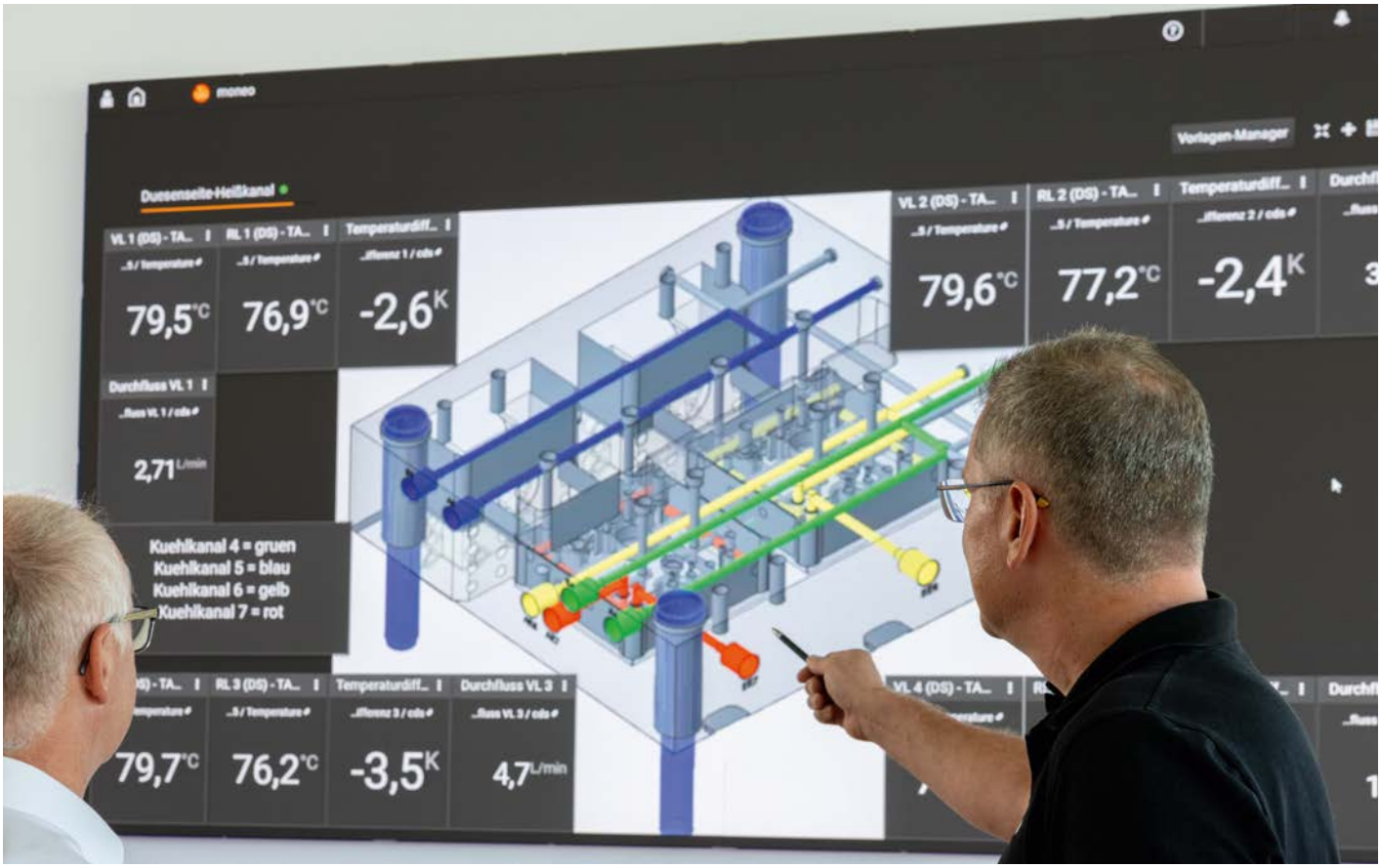
该项目重点聚焦于模具内部的热状态、冷却回路的利用率，以及压缩空气、电能等辅助介质的消耗量，目标是实现工艺流程透明化，并在此基础上识别出具体的改善机会。

模具内与设备端的传感器作为数据源

在实际应用中，注塑模具的冷却回路都配备了流量传感器和温度传感器。这些传感器会持续测量供水和回水温度，以及对应的冷却水流量。基于这些数据，可以准确得出温差，从而可靠判断模具的冷却效率。

“除冷却回路外，我们还会分析设备的功耗，实现峰值负载的早期识别。同时监测机械臂与注塑机的压缩空气供给状态，任何泄漏或接头松动都会立即在特征曲线上体现出来。moneo会持续收集并分析这些数据。一旦测量值超出设定阈值，软件便会自动报警，这样就能实时识别故障情况，比如由于压力不足导致机器人掉落工件，” **Guido Zoll**表示。而压缩空气是最昂贵的能源介质之一，哪怕是微小的泄漏，也会造成重大经济损失。

数字化透明：moneo负责采集、可视化和分析所有传感器数据。
一旦数值超出阈值或检测到异常情况，系统自动报警。



moneo作为IIoT中央平台

仅有大量传感器数据本身无法创造出任何附加值，关键在于对数据进行结构化的采集、分析与解读。这正是moneo的用武之地，*“我们的工业物联网平台可提供全厂级数据透明化，直观呈现设备的实际运行状态”*，ifm解决方案集团IIoT用例副总裁**Christoph Schneider**解释道。

Guido Zoll补充道：*“此外，从集团领导到班组长的每一位团队成员都可以查看关键绩效指标。所有人都能通过特征曲线立刻判断出流程是否运行顺畅，或者是否出现故障。”*

IO-Link传感器与IO-Link主站进行通信，主站负责汇集数据，经由以太网传输至企业内网，测量值随后会被导入moneo平台。该平台的模块化设计，在调试初期就展现出显著优势：*“借助moneo配置软件模块，我们可以预先完成传感器的参数设置，后续调试几乎无需停机，”*代表ifm支持该项目实施的**Christoph Schneider**表示。moneo采用模块化结构，覆盖多个层级，从设备管理、数据采集，到数据分析和报警。

数据采集、分析、呈现与历史归档

在moneo中，所有传感器数据均被妥善记录、集中存储并处理，以便日后进行历史数据追溯。仪表板提供当前工艺状态的数字和图表概览，用户一眼就能看出温度、流量或能耗值是否处于设定的容差范围内。这种透明度，结合对测量值进行分析以得出有意义的关键绩效指标，是至关重要的一环。正如ifm解决方案集团IIoT用例副总裁**Christoph Schneider**所强调的：*“只有数据可见，你才能知道从哪里着手。”*

除了简单的数据可视化之外，moneo还可实现全面的历史数据追溯。该平台支持以小时、天或周为单位进行过程趋势分析，并将其与产出零部件的质量特征相关联。

> moneo平台持续收集并分析数据。一旦测量值超出设定阈值，软件将会自动触发报警，实现故障实时识别。
>
> *Guido Zoll，RAFI研发及设计部门*



SD8500压缩空气流量计可高精度测量流量、消耗量、压力及介质温度。所有测量值均通过IO-Link数字化传输至控制器和moneo平台。

阈值、报警与异常检测

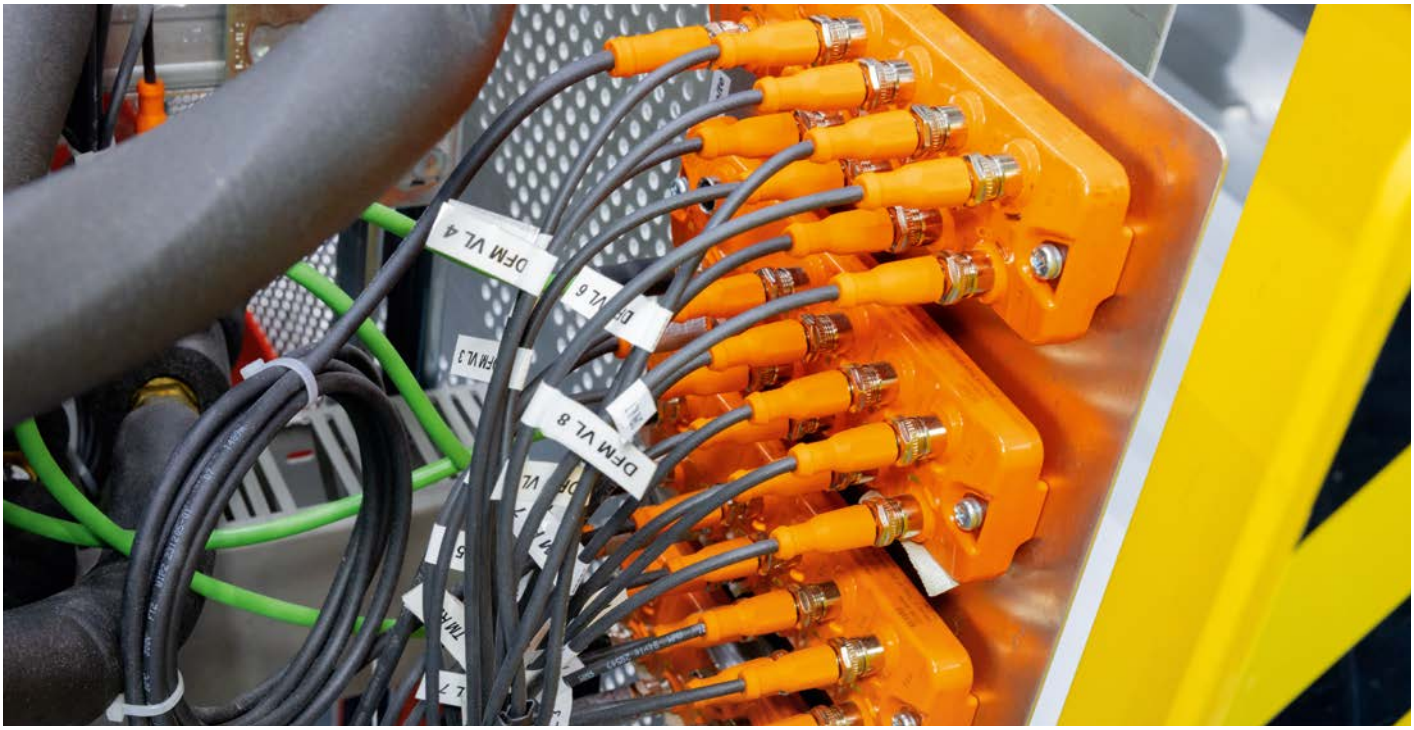
moneo的一个重要功能是设定阈值的自动监测。当测量值超出或未达到设定阈值时，系统便会通过电子邮件、仪表板通知等方式发出预警，以便工作人员及早发现偏差并及时纠正，避免生产出不良零部件。

此外，moneo还能识别生产流程中的异常情况。通过温度或流量曲线的变化，以及对计算得出的热传输数据进行分析，可揭示冷却通道逐渐结垢这类隐性问题。*“人们通常误以为零部件外观合格就万事大吉了，但数据会反映冷却是否过度或不均匀，”* **Christoph Schneider**表示。moneo的这些智能分析功能在持续保障流程稳定性和高质量标准方面发挥着重要作用。



安装在供回管路上的温度传感器对注塑模具的多个冷却回路进行监测，测量精度可达0.1°C。

所有数字量和模拟量传感器信号均由AL2301 IO-Link模块进行汇总，并作为IO-Link信号同时传输至控制器与moneo。



从状态监测到主动性工艺优化

moneo的附加价值不仅仅体现在状态监测能力，更在于输出具体的改进措施。RAFI已基于数据，挖掘出冷却水流量等方面的优化潜力。

在一个实例中，监测结果揭示了一个明显的事实：冷却回路实际温差仅达到0.8°C，远低于2°C的目标温差，这清晰表明冷却水流量过高。通过调整冷却回路，在不影响工艺稳定性的前提下实现了节能。同时，有了数据支持，还能够有针对性地缩短生产周期，从而提高了同等时间内的产量。

“只有从数据中推导出行动措施并将其应用到工艺流程中，附加值才会产生，” **Christoph Schneider**表示。RAFI的**Guido Zoll**对此深表赞同：*“我们的基本想法是尽可能节约资源，按需消耗，也就是说，以精准的方式使用冷却水、电力或压缩空气。同时我们也希望避免峰值电流。当多台设备同时启动其加热元器件时，就会产生高负载峰值。依托采集到的数据，未来我们可以确保设备错峰启动以削减此类峰值，从而节省能源。”*

从长远来看，该项目还计划直接连接温控单元等外部系统，实现控制变量的自动调节。

能效与可持续发展

除质量和工艺优化外，能源效率正成为日益重要的关注点。moneo可实现对能源及介质消耗量的详细记录、分析和高效评估。这样，节能潜力不仅清晰可见，还能进行量化。一个具体示例是压缩空气消耗量。*“系统投入运行不久，我们就注意到压缩空气消耗量持续攀升，于是立即找到了问题根源并采取了必要措施，”* **Christoph Schneider**表示。

得益于持续的数据采集，即便是设备停机阶段出现的微小泄漏也能被可靠识别。基于这些数据洞察，可以准确判断何时采取维护措施更加经济。除直接降低成本外，这种数据驱动的方法还能够为节能减排作出可衡量的贡献。

项目扩容与进一步发展

RAFI在项目设计阶段就特意将可扩展性纳入考量。按计划，更多设备将逐步实现互联，还将新增更多传感器用于监测车间温度和湿度。目标是将所有与质量相关的要素都整合到moneo中，实现彼此间的互联互通。

“我们目前正计划将这套方案推广到其他设备上，同时还准备集成更多传感器，比如用于测量干燥机内部湿度、模具内部压力、车间温度及空调系统状态。目标是把所有可能影响注塑件质量的参数都采集汇总到moneo中，” **Guido Zoll**表示。

未来还准备实施基于状态的维护、自动化行动建议以及AI辅助分析等增强功能，以进一步支持从透明度向自主优化生产的转型。

结论

RAFI的应用案例表明，注塑工艺中的传感器只有结合高性能工业物联网平台，才能充分发挥其全部潜能。moneo作为生产端的中央平台，负责采集、整理、解读过程数据，并提供给不同岗位的用户。由此实现的流程透明度，不仅保证了质量稳定性，更实现了精准节能以及生产周期的持续优化，这使得moneo成为注塑行业实现数据驱动决策、打造可持续竞争力的重要工具。

ifm.com/cnt/rafi

ifm electronic gmbh · Friedrichstr. 1 · 45128 Essen