Best Practice

Entwicklung einer Heißmesszelle

Das Unternehmen

nokra GmbH wurde 1991 als Spin-off der Fraunhofer-Institute für Lasertechnologie (ILT) und Produktionstechnik (IPT) in Aachen gegründet. Ziel war die industrielle Anwendung der Lasertriangulation zur berührungslosen Inline-Messung geometrischer Merkmale.

nokra entwickelte sich zu einem führenden Anbieter von laserbasierten Mess- und Prüfsystemen für die Stahl-, Aluminium- und Automobilindustrie. Die Systeme messen unter anderem Dicke, Ebenheit, Kontur und Breite von Materialien direkt im Produktionsprozess. Ein bedeutender Meilenstein war die Entwicklung der Heißmesszelle zur Vermessung warmer Schmiedestücke. Diese speziell konzipierte Messzelle ermöglicht präzise, berührungslose Messungen unter hohen Temperaturen, wodurch eine exakte Qualitätskontrolle direkt im Produktionsprozess gewährleistet wird. Die Integration dieser Technologie stellte eine wesentliche Erweiterung des Produktportfolios dar und eröffnete neue Anwendungsfelder insbesondere im Schmiede- und Metallverarbeitungssektor.

Im September 2024 wurde nokra von der Vishay Precision Group (VPG) übernommen. Seit 2025 ist nokra vollständig in die kanadische Tochtergesellschaft KELK (VPG Canada ULC) integriert. Mit dem Beitritt zur Kelk Gruppe erfolgte eine strategische Erweiterung der Kompetenzen und Ressourcen. Die Zugehörigkeit zur Gruppe ermöglichte nokra den Zugang zu einem breiteren Netzwerk und die Nutzung ergänzender Technologien im Bereich der Automatisierungstechnik. Dadurch konnte das Unternehmen seine Systemlösungen weiter optimieren und integrierte Automationskonzepte anbieten, die über die reine Prüftechnik hinausgehen.

nokra.de
alabon.com

Herausforderung / Ausgangssituation

In der Fertigung von Schmiedeteilen stellt das Kaltmaß die entscheidende Bezugsgröße für die Qualitätskontrolle dar. Bislang erfolgt die Vermessung der Bauteile im Allgemeinen ausschließlich im kalten Zustand, nachdem die Teile abgekühlt sind. Diese Vorgehensweise bringt jedoch erhebliche Nachteile mit sich: Zwischen der Herstellung des Schmiedeteils und dem Vorliegen der Messergebnisse entsteht eine lange Zeitverzögerung. In dieser Phase können fehlerhafte Bauteile unentdeckt bleiben, was zu aufwändigen Nacharbeiten oder gar zu Ausschuss führt – mit entsprechendem Material- und Kostenaufwand.

Die Integration einer Messtechnik, die eine Vermessung im warmen Zustand unmittelbar nach der Umformung ermöglicht, ist aufgrund der spezifischen Herausforderungen der Warmumformung und der notwendigen Genauigkeit bislang nicht realisiert worden. Die extrem hohen Temperaturen der Schmiedeteile, die häufig Werte von über 1000 °C erreichen, sowie die rauen Umgebungsbedingungen in der Fertigung – geprägt durch Vibrationen und Schmutz – erschweren den Einsatz sensibler Messsysteme erheblich. Diese Faktoren stellen hohe Anforderungen an die Robustheit und Temperaturbeständigkeit der Messtechnik und erfordern innovative Lösungsansätze für eine zuverlässige Integration in den Fertigungsprozess.

© nokra

Zielsetzung

Hinsichtlich der ambitionierten Herausforderungen soll eine Heißmesszelle folgende Eckdaten erfüllen.

- **Genaue Erfassung der 3D-Ist-Geometrie der Bauteile im warmen Zustand:** Die Heißmesszelle muss in der Lage sein, die komplexe Geometrie der Bauteile präzise zu erfassen, während diese noch heiß sind, um eine verlässliche Datengrundlage für die weitere Verarbeitung zu schaffen.
- **Kurze Messzeit (< 10 Sekunden):** Um den Einfluss der Bauteilabkühlung und der Zunderbildung auf das Endergebnis gering zu halten, ist eine schnelle Messung essenziell. Die Heißmesszelle sollte die Geometrie innerhalb von weniger als 10 Sekunden erfassen.
- **Variable Auswertung:** Da bei Schmiedeteilen eine Vielzahl unterschiedlicher geometrischer Merkmale die Qualität bestimmen sind Auswertealgorithmen notwendig, die diesen Umstand berücksichtigen.
- **Überführung der Warmmaße in Kaltmaße:** Die Umrechnung der warmen Messdaten in Kaltmaße erfolgt mittels spezialisierter Algorithmen, die eine genaue Vorhersage ermöglichen. Dabei ist die parallele Temperaturmessung während der Geometrieerfassung entscheidend, um die temperaturabhängige Bauteilschrumpfung präzise zu berücksichtigen.

- **Möglichst universelle Bauteilaufnahme:** Die Heißmesszelle sollte flexibel gestaltet sein, um unterschiedliche Bauteiltypen und -größen aufnehmen und messen zu können, wodurch eine breite Anwendbarkeit in der Fertigung gewährleistet wird.

- **Integrationskonzept in bestehende Schmiedeanlagen:** Für eine effiziente Nutzung muss die Heißmesszelle nahtlos in vorhandene Schmiedeanlagen integrierbar sein, um den Produktionsprozess optimal zu unterstützen und keine zusätzlichen Stillstandzeiten zu verursachen.

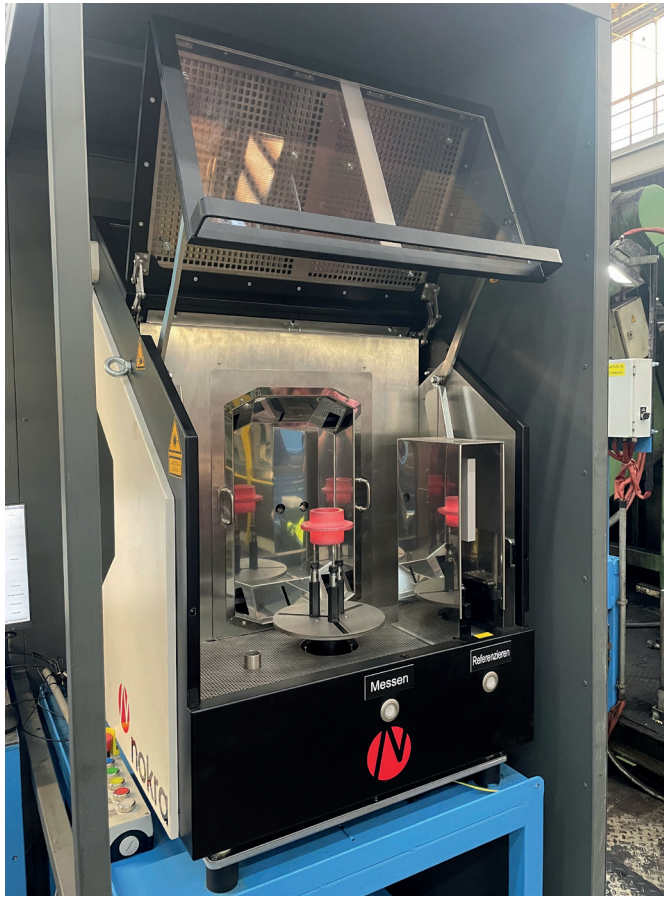
Diese Merkmale gewährleisten eine präzise, schnelle und praxisnahe Erfassung der Bauteilgeometrie im heißen Zustand und fördern somit die Qualitätssicherung und Prozessoptimierung in der Fertigung.

Lösung

Strategie
Die Entwicklung der Heißmesszelle erfolgte im Rahmen eines geförderten Forschungsprojekts. Dabei kooperierte Nokra mit einem Schmiedeunternehmen und einer Fachhochschule. Ziel war es, einen Demonstrator zu entwickeln und dessen prinzipielle Funktionsweise sowohl unter Laborbedingungen als auch in der Praxis zu erproben.

Die Heißmesszelle gewann 2019 den Sonderpreis Messtechnik im Rahmen des Innovationspreises des Landkreises Göttingen sowie die Auszeichnung digitalPIONEEER 2025.

Nach erfolgreicher Erprobung wurde die Heißmesszelle zur Marktreife weiterentwickelt und anschließend auf dem Markt eingeführt. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung des Produkts erfolgten maßgeblich durch das Feedback der Kunden.



© nokra

Maßnahmen

Die Entwicklung einer marktreifen Heißmesszelle umfasst mehrere aufeinanderfolgende Phasen, die systematisch durchlaufen werden müssen, um von der ersten Demonstrator-Entwicklung bis zur kontinuierlichen Optimierung nach Markteinführung zu gelangen. Im Folgenden sind die durchlaufenen Lösungsschritte strukturiert beschrieben:

1. Ideenfindung

- Problemdefinition: Klares Verständnis des Problems oder der Herausforderung, für die eine Lösung gefunden werden soll.
- Zielsetzung: Festlegung der Ziele, die mit den neuen Ideen erreicht werden sollen. Was soll die Idee leisten? Welche Kriterien muss sie erfüllen?

2. Konzeption (gefördertes Forschungsprojekt)

- Anforderungsanalyse: Erfassung der technischen Anforderungen, Marktbedürfnisse und Zielgruppenanalyse.
- Technische Machbarkeitsstudie: Untersuchung der grundlegenden physikalischen und technischen Prinzipien der Heißmesszelle.
- Entwicklung und Umsetzung: Entwicklung eines Prototyps, der die Kernfunktionalitäten der Heißmesszelle zeigt und erste technische Validierungen ermöglicht.
- Tests und Validierung: Durchführung von Laborversuchen zur Überprüfung der Messgenauigkeit, Stabilität und Zuverlässigkeit des Demonstrators.

3. Weiterentwicklung zur Marktreife

- Design-Optimierung: Verbesserung des Prototyps hinsichtlich Robustheit, Miniaturisierung, Energieeffizienz und Benutzerfreundlichkeit.
- Integration von Elektronik und Software: Entwicklung und Implementierung von Steuerungs- und Auswerteelektronik sowie geeigneter Software zur Datenverarbeitung.
- Qualitäts- und Sicherheitsprüfungen: Durchführung von normgerechten Tests (z. B. EMV, Temperaturbeständigkeit).
- Pilotserienfertigung: Herstellung einer kleinen Serie, um Produktionsprozesse zu testen und erste Praxiserfahrungen zu sammeln.
- Marktanalyse und Business-Planung: Bewertung der Wettbewerbsfähigkeit, Preisgestaltung und Vertriebsstrategien.

4. Markteinführung

- Produktlaunch: Offizielle Vorstellung der Heißmesszelle am Markt, inklusive Marketing- und Vertriebsmaßnahmen.
- Schulung und Support: Bereitstellung von Anwenderschulungen und technischem Kundensupport.
- Erfassung von Kundenfeedback: Systematische Sammlung von Nutzererfahrungen und Verbesserungsvorschlägen.

5. Iterative Optimierung durch Kundenfeedback

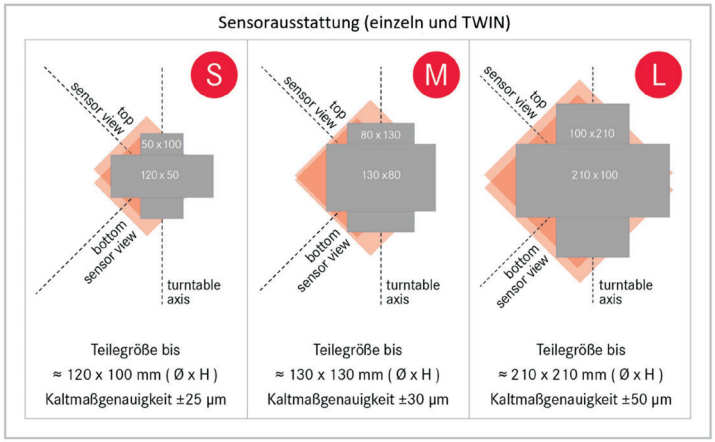
- Analyse des Kundenfeedbacks: Auswertung der Rückmeldungen zur Identifikation von Schwachstellen und Verbesserungspotenzialen.
- Produktanpassungen: Umsetzung technischer Verbesserungen, Erweiterungen der Funktionalität und Optimierung der Bedienbarkeit.
- Updates und Weiterentwicklungen: Regelmäßige Software-Updates und ggf. Hardware-Revisionen.
- Langfristige Kundenbindung: Aufbau von Kundenbeziehungen durch kontinuierlichen Support und Innovationen.

Diese Phasen bilden einen geschlossenen Entwicklungszyklus, der sicherstellt, dass die Heißmesszelle nicht nur technisch ausgereift, sondern auch marktfähig und kundenorientiert ist. Die iterative Verbesserung nach Markteinführung ist entscheidend, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben und den sich wandelnden Kundenanforderungen gerecht zu werden.

© Gorodenkoff – adobestock.com

Ergebnisse

Mit der Heißmesszelle wurde ein spezialisiertes Messinstrument entwickelt, welches präzise Vermessung von Bauteilen unter extremen Bedingungen durchführen kann. Sie ist in der Lage, Die Geometrie heißer Prüflinge, beispielsweise direkt nach dem Schmiedeprozess und bei Temperaturen von bis zu 1.200 °C, zu analysieren.



© nokra

z. B. für Hatebur AMP20/30/50 • AMP50/70 • AMP70/75XL

In der größten Ausführung (L-Zelle) können Bauteile mit einem Gewicht von bis zu 20 kg, einem Durchmesser von bis zu 210 mm und einer Höhe von bis zu 210 mm vermessen werden.

Die Heißmesszelle erfasst die Bauteiltopographie und ermöglicht so die berührungsfreie Messung einer Vielzahl von Qualitätsmerkmalen wie beispielsweise Länge, Dicke, Breite, Höhe, Ebenheit, Profil, Form, Lage, u. v. m.

Die hohe Präzision der Heißmesszelle zeigt sich in einer Messgenauigkeit von bis zu ± 25 µm.
Ein weiterer Vorteil ist die Geschwindigkeit: Die Messung kann unmittelbar nach dem Umformprozess erfolgen, was eine schnelle Rückmeldung für die Prozesssteuerung ermöglicht und zur Reduzierung von Fertigungszeiten beiträgt.

Die Heißmesszelle wird voraussichtlich zu einer Schlüsseltechnologie in der Umformindustrie avancieren und damit die Qualitätssicherung sowie die Prozessoptimierung in der industriellen Serienfertigung maßgeblich verbessern.

Lessons Learned

Die Entwicklung der Heißmesszelle bei nokra liefert wichtige Erkenntnisse für die Produktentwicklung unter anspruchsvollen Bedingungen:

Problemlösung durch Technologieinnovation: Die Heißmesszelle löst das Problem der Qualitätskontrolle bei Schmiedeteilen, indem sie eine präzise Vermessung unter extremen Temperaturen ermöglicht. Dies reduziert Nacharbeit und Ausschuss, was zu erheblichen Kosten- und Zeiteinsparungen führt.

Kooperation als Erfolgsfaktor: Die Zusammenarbeit mit einem Schmiedeunternehmen und einer Fachhochschule im Rahmen eines geförderten Forschungsprojekts war entscheidend für die Entwicklung eines funktionierenden Demonstrators und die spätere Marktreife.

Iterativer Entwicklungsprozess: Der Erfolg der Heißmesszelle basiert auf einem mehrphasigen Entwicklungsprozess, der von der Konzept- und Demonstrator-Entwicklung über die Marktreife bis hin zur iterativen Optimierung durch Kundenfeedback reicht.

Anpassung an extreme Bedingungen: Die Entwicklung musste die Herausforderungen hoher Temperaturen (über 1000 °C), Vibrationen und Schmutz berücksichtigen, was innovative Lösungsansätze für Robustheit und Temperaturbeständigkeit erforderte.

Messgenauigkeit und Geschwindigkeit: Die Fähigkeit, die 3D-Geometrie präzise und schnell (unter 10 Sekunden) zu erfassen, ist entscheidend für die Effizienz im Produktionsprozess und die Reduzierung von Abkühlungs- und Zunderbildungseffekten.

Flexibilität und Integration: Die universelle Bauteilaufnahme und die nahtlose Integration in bestehende Schmiedeanlagen sind essenziell für eine breite Anwendbarkeit und die Vermeidung zusätzlicher Stillstandzeiten.

Kundenfeedback als Motor für Optimierung: Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung des Produkts erfolgten maßgeblich durch das Feedback der Kunden, was die Bedeutung einer kundenorientierten Produktentwicklung unterstreicht.

Strategische Integration und Erweiterung: Die Übernahme durch VPG und die Integration in KELK ermöglichten nokra den Zugang zu einem breiteren Netzwerk und ergänzenden Technologien, was die Optimierung der Systemlösungen und die Angebotserweiterung förderte.

Dieses Best Practice wird im Rahmen des Forschungsprojekts TuWAs bereitgestellt. TuWAs – Transformationshub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang unterstützt Unternehmen, die heute Komponenten für den Verbrennungsmotor fertigen. Mit Wissen und Vernetzungsangeboten untersützt das TuWAs-Team Sie dabei, Ihre Transformation zu gestalten und den Wandel zur Elektromobilität zu bewältigen.

Mehr Infos:
TuWAs-Newsletter-Abo
TuWAs-Transformationshub

Tel.: +49 371 5397 1302
E-Mail: info@tuwas-hub.de