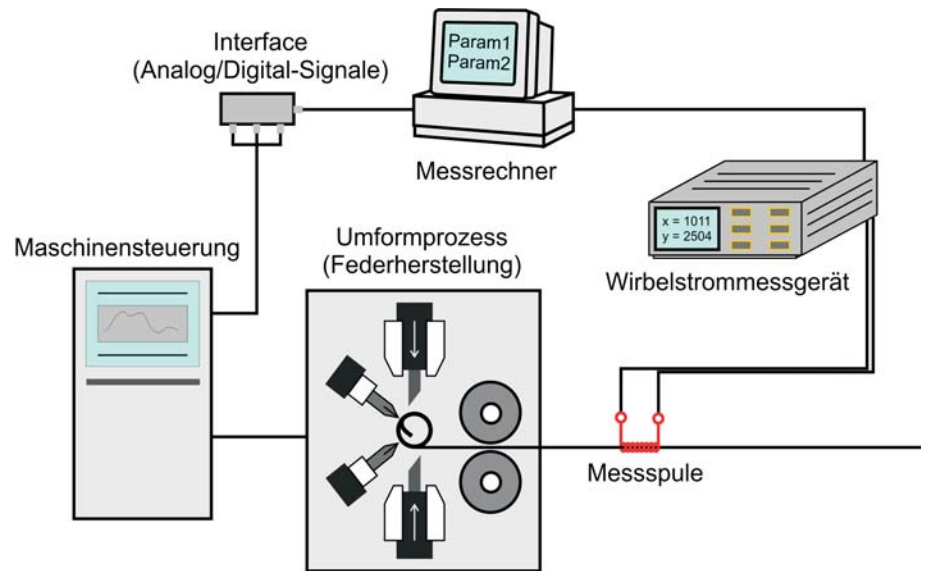
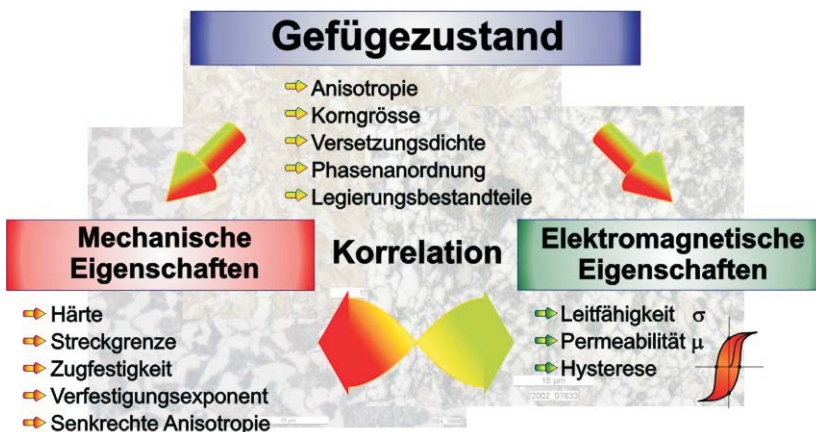


Bei 3R-AQC handelt es sich um ein automatisches System zur zerstörungsfreien Messung der Materialeigenschaften und deren Verknüpfung mit den Maschineneinstellungen. Es ist möglich, Schwankungen der Werkstoffeigenschaften von Lieferant zu Lieferant, von Charge zu Charge, von Coil zu Coil und auch innerhalb eines Coils zu kompensieren und so eine beinahe werkstoffunabhängige Qualität zu liefern. Dadurch können die Stillstandzeiten und die Ausschussproduktion auf ein Minimum reduziert und so die Produktionskosten gesenkt werden. Bei der Erfassung der Werkstoffeigenschaften werden die mechanischen Werkstoffeigenschaften nicht explizit ermittelt. Es werden direkt die Messwerte aus dem Wirbelstrommessgerät mit den Maschineneinstellwerten gekoppelt.

Das Messsystem besteht aus einer Messspule, dem Wirbelstrommessgerät, dem Messrechner und dem Interface für die analogen und digitalen Ein- und Ausgänge. Dargestellt ist ein System für die Federherstellung. 3R-AQC misst an Hand der Wirbelstrommesswerte die mechanischen Eigenschaften indirekt über die elektromagnetischen Werkstoffeigenschaften und berechnet daraus die optimalen Maschineneinstellungen für die aktuellen mechanischen Werkstoffeigenschaften.



Das Verfahren ist überall dort einsetzbar, wo die Schwankungen der Eigenschaften des Ausgangsmaterials die Qualität des Prozesses und des Produkts beeinflussen und der Prozess mindestens einen Freiheitsgrad (eine Einstellmöglichkeit) hat, um diese Schwankungen zu korrigieren bzw. den Prozess an diese Eigenschaften anzupassen. Es werden nicht nur die mechanischen Werkstoffeigenschaften erfasst, sondern auch der Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit und die Geometrie des Ausgangsmaterials miteinbezogen. Durch die multifrequente Messung wird mehr Information gewonnen, als aus einem Zugversuch, Bulge-Test oder Miyauchi-Versuch. Es werden automatisch die Eigenschaften des Werkstoffs ermittelt, welche für die konkrete Umformoperation relevant sind. So wird von den „klassischen“ mechanischen Werkstoffeigenschaften in die operationsspezifische Umformbarkeit übergegangen.

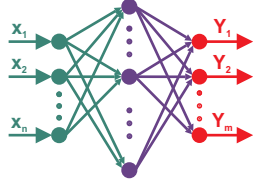


Der Gefügestand beeinflusst sowohl die mechanischen als auch die elektromagnetischen Eigenschaften. Die elektromagnetischen Eigenschaften des Materials können mit dem Wirbelstromsystem gemessen und über ein geeignetes Modell mit den, den jeweiligen mechanischen Eigenschaften entsprechenden Maschineneinstellungen, verknüpft werden.

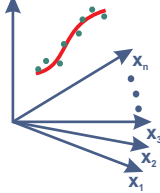
Dieses Verfahren ist nicht nur auf Umformprozesse beschränkt, sondern kann auch an andere Bearbeitungsprozesse wie z.B. Wärmebehandlungen angepasst werden. Dazu müssen die elektromagnetischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials mit den, für den Bearbeitungsprozess wichtigen Eigenschaften korrelieren und kompensierbar sein. Einen entscheidenden Vorteil des Systems stellt die Tatsache dar, dass die Werkstoffeigenschaften vor dem Produktionsprozess gemessen werden.

Durch das mathematische Modell sind die Zusammenhänge zwischen den gemessenen Werten und der daraus resultierenden Ausprägung der Qualitätsmerkmale des Fertigteils bekannt. Die Maschineneinstellungen können also an die aktuellen Werkstoffeigenschaften angepasst werden, woraus eine Minimierung der Ausschussproduktion und engere Toleranzen des jeweiligen Qualitätsmerkmals folgen.

Neuronale Netze



Multiple Regression



Die Ausgangssignale des Wirbelstromgeräts werden im Messrechner durch geeignete mathematische Modelle mit dem Gefüge, und dadurch mit den aktuellen Materialeigenschaften verknüpft. Mögliche Modelle sind Multiple Regressionsalgorithmen, Neuronale Netze, Genetische Algorithmen, ...

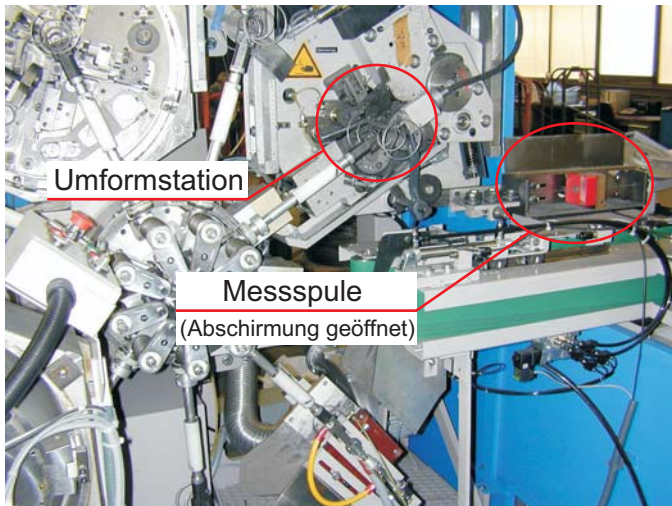
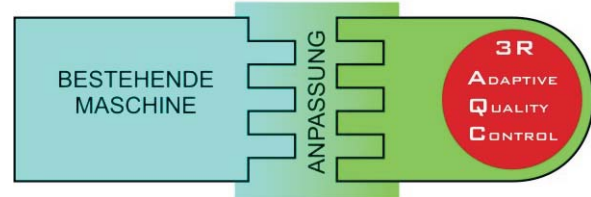
Um den Maschinenbediener weitestgehend zu entlasten und menschlichen Fehlern vorzubeugen wurde darauf geachtet, alle Funktionen des Systems zu automatisieren:

- Automatische Bestimmung der Messparameter - Es werden immer nur die besten Frequenzen verwendet
- Automatische Definition der Modellstruktur - Das optimale mathematische Modell wird verwendet
- Automatische Ermittlung der Modellkoeffizienten - Die Modellparameter werden optimiert
- Automatisches Training - Das Training läuft autonom und muss nicht überwacht werden
- Adaptive Kontrolle der Trainingsmenge - Daten, die das Modell verfälschen, werden aussortiert

3R-AQC beschränkt sich nicht nur auf Draht als Rohmaterial und Biegen als Umformprozess. Das System kann auch bei Prozessen, bei denen Stangen, Rohre, Blechstreifen und -tafeln durch Tiefziehen, Stanzen, Prägen, usw. verarbeitet werden oder auch bei Wärmebehandlungen eingesetzt werden, sogar spanende Bearbeitungsverfahren kommen in Frage.

„3R Adaptive Quality Control“ ist ein offenes System. Es muss nicht für jeden Umformprozess neu entwickelt werden. Es muss nur an den konkreten Prozess und die konkrete Maschine angepasst werden. So entsteht in einer sehr kurzen Zeit eine neue Maschinengeneration.

NEUE MASCHINE



Die adaptive Korrektur wird z.B. beim Drahtbiegen in der Bettfederherstellung angewendet. Der Projektpartner war die Firma Spühl AG St.Gallen, der führende Produzent für Maschinen zur Bettfederherstellung. Es handelt sich um einen dreidimensionalen Biegeprozess mit mehreren Einstellparametern. Diese Bettfedern haben 14 Qualitäts- und Geometrie-Merkmale bei einer Produktionsrate von 100 Federn pro Minute. Schon relativ kleine Schwankungen der mechanischen Eigenschaften des verarbeiteten Drahtes beeinflussen seine Umformbarkeit und damit auch in entscheidender Weise die Geometrie bzw. die Qualität der Federn. Daraus resultieren Störungen beim Greifen und bei der Montage.

Durch 3R-AQC lassen sich unter anderem folgende Ziele erreichen:

- Ausschussproduktion intern drastisch senken
- engere Toleranzen der Qualitätsmerkmale des Fertigprodukts erreichen
- Nacharbeit, Umstellungs- und Einfahrtigkeiten minimieren
- Reklamationen und Gutschriften massiv reduzieren
- 100% Ausgangskontrolle der Fertigteile vermeiden
- neue Marktsegmente erschliessen