

## **Ausgangssituation**

Alttextilien können für die Herstellung von Qualitätserzeugnissen nur dann eine entscheidende Rolle spielen, wenn sie sortengerecht getrennt und als exakt definierte Komponenten mit spezifischen Eigenschaften neuen Herstellungsverfahren für textile Produkte zugeführt werden können. Hohe Qualität sowie eine Leistungssteigerung beim Textilrecycling sind nur durch schnelles Online-Erkennen von textilen Altmaterialien möglich. Charakteristische Spektrallinien im Amplitudenspektrum von Faserstoffen können Aufschluß über die chemische Zusammensetzung der Materialien geben. Neuronale Netze als Nachbau der Verarbeitungsvorgänge des Gehirns finden zunehmend Einsatz in Wissenschaft und Technik. Neuronale Netze werden in der Regel nicht programmiert, sondern durch Lernverfahren trainiert.

## **Forschungsziel**

Untersuchung der Eignung neuronaler Netze für das Erkennen von textilen Faserstoffen und deren Mischungen unter Nutzung der Spektralanalyse im Infrarotbereich (NIR). Realisierung eines Faserstofferkennungssystems mit hardwaregestütztem neuronalen Netzwerk zur Erzielung hoher Erkennungsgeschwindigkeiten.

## **Forschungsergebnis**

Die Verknüpfung, Anpassung und Weiterentwicklung von Hochtechnologien wie NIR-Spektroskopie, neuronalen Netzen und Mikroelektronik ermöglichte die Schaffung eines schnellen Erkennungssystems für textile Faserstoffe. Nach Analyse der Amplitudenspektren ausgewählter Faserstoffe wurde eine Spezialekamera für den nahen Infrarotbereich zur Meßwerterfassung eingesetzt, mit der die markanten Eigenschaften der Faserstoffe und deren Mischungen als Spektrogramme für die Weiterverarbeitung in einem neuronalen Netzwerk erfaßt wurden. Für eine optimale Auswahl einer geeigneten Struktur des neuronalen Netzes wurde eine große Anzahl von Faserstoffproben gemessen und eine visuelle Analyse der Spektren durchgeführt (Bild 1). Entsprechend den Bedingungen des neuronalen Netzes erfolgte eine Datenaufbereitung und Verdichtung der Meßdaten für optimalen Anlernprozeß. Für diese Aufgaben wurden verschiedene Algorithmen konzipiert und als Windows-Programme realisiert. Der Anlern- und Testprozeß erfolgte mit dem Netzwerksimulator NNSIM unter dem Betriebssystem LINUX. In einer Vielzahl von Variationen wurden Strategien zur Gestaltung von Lerndateien wie Datenmodulation, Verdichtung und Normierung erarbeitet und getestet. Für die Datenaufbereitung, -auswertung und -bewertung wurde erforderliche, unter Windows lauffähige, Software erarbeitet. In den Testprozessen wurden die ausgewählten textilen Faserstoffe und auch deren quantitativ und qualitativ unterschiedlich zusammengesetzten Mischungen gut erkannt. Erkennungsfehler bei Mischungen betragen etwa 2 bis 5 % (Bild 3). Die simulierten Ergebnisse wurden in ein Hardwaresystem auf der Basis der in der Arbeitsgruppe „Neurologik-Baukasten“ entwickelten ASICs SIO2 praktisch umgesetzt. Die erforderliche Netzstruktur konnte mit einem Testboard mit 3 Chips realisiert werden. Die Kommunikation mit diesem Testboard erfolgte mit einem unter C++ für Windows realisierten Programm, mit dem auch die Neuroneninformationen der SIO2-Chips umprogrammiert und somit an verschiedene Erkennungsaufgaben angepaßt werden konnten (Bild 2). Mit dieser Hardware konnte der Nachweis der in der Simulation erreichten Ergebnisse erbracht werden.

## **Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung**

Die Anwendung liegt in der schnellen Online-Erkennung von Faserstoffen für Sortieranlagen, Prozeßsteuerung und Qualitätskontrolle. Durch Kombination mit moderner Signalerfassung und -verarbeitung sowie hochleistungsfähiger Rechentechnik sind Erkennungszeiten im ms-Millisekundenbereich möglich. Durch Mehrfachabtastungen der zu identifizierenden Proben wird eine hohe Erkennungsqualität gesichert. Es ergeben sich völlig neue Möglichkeiten einer Echtzeitanalyse. Ein Anwendungsbeispiel ist eine Sortieranlage für Alttextilien (Bild 4).

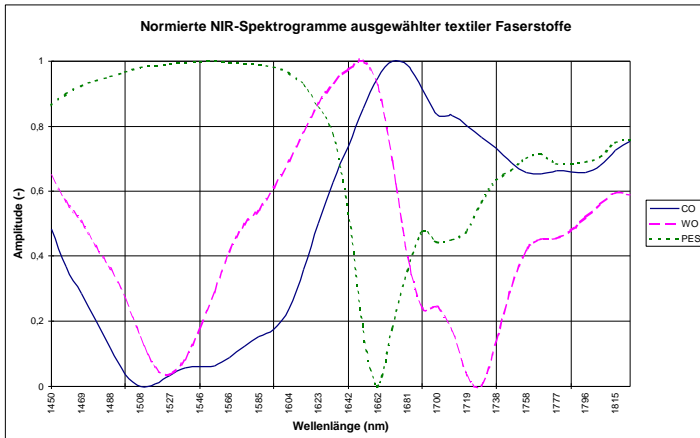


Bild 1:  
Typische Spektren ausgewählter textiler Faserstoffe

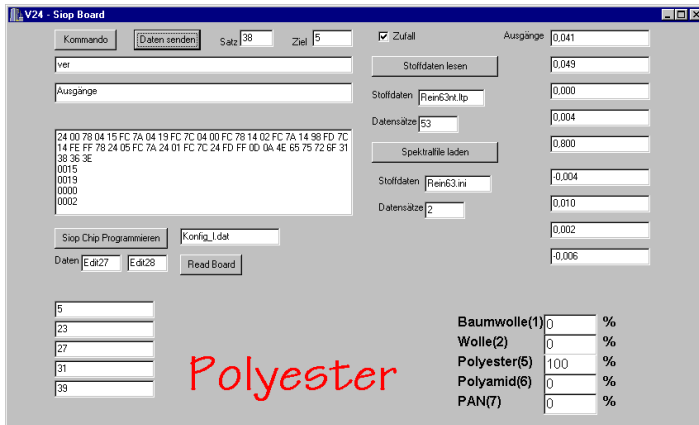


Bild 2:  
Benutzeroberfläche Kommunikationsprogramm SIOP2-Board

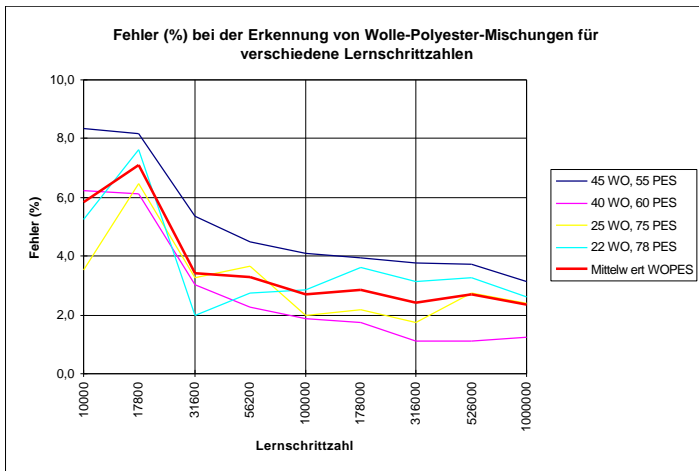


Bild 3:  
Fehler bei der Erkennung von Wolle-Polyester-Mischungen

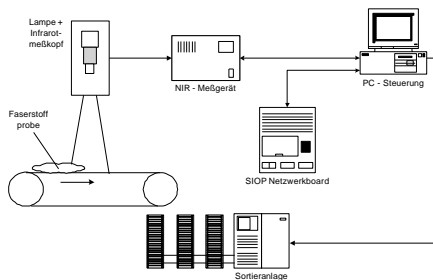


Bild 4:  
Struktur einer Sortieranlage für Alttextilien