



Doctoral Thesis

## Automatische Optimierung des Schusseintrages beim Luftdüsenweben

**Author(s):**

Alther, Roger

**Publication Date:**

1993

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000926212> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 10327

# **Automatische Optimierung des Schusseintrages beim Luftdüsenweben**

ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels  
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

ROGER ALTHER  
Dipl. Masch.-Ing. ETH  
geboren am 13. Juni 1962  
von St. Gallen

Angenommen auf Antrag von  
Prof. H. W. Krause, Referent  
Prof. Dr. W. Schaufelberger, Korreferent

Zürich 1993

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Luftdüsenweben ist ein hochproduktives aber auch energieintensives Webverfahren. Beim Schusseintrag erfährt dabei das Schussgarn eine grosse Zugkraft, die proportional zur Endgeschwindigkeit des Schusses ist. Bei ungünstigen Konstellationen kann diese Fadenbelastung zu Fadenbrüchen führen.

Das Schusseintragsverhalten ist von der Garnstruktur abhängig. Es sind deshalb grosse Unterschiede im Eintragsverhalten zwischen verschiedenen Garnen, möglicherweise auch zwischen Garnen desselben Typs zu erwarten. Darum müssen die Betriebsparameter der Webmaschine bei jedem Garnwechsel, sogar nach jedem Spulenwechsel von neuem dem Garn angepasst werden. Die Betriebsparameter des Schusseintrages sind die Blaszeiten und die Blasdrücke der Hauptdüse und der Stafettendüsen.

In der vorliegenden Arbeit werden grundlegende Betrachtungen über den Schusseintrag mit Luft angestellt und ein Verfahren gezeigt, das die automatische Optimierung der Betriebsparameter der Webmaschine ermöglicht. Optimieren bedeutet in diesem Zusammenhang, dass für ein bestimmtes momentan verwebtes Schussgarn diejenigen Einstellungen der Schusseintrags-elemente der Webmaschine gesucht werden, welche den Luftverbrauch sowie die Garnbelastung minimieren.

Ein analytisches Modell wurde hergeleitet, das die Schussgarn-Dynamik beschreibt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Stafettendüsen so arbeiten, dass sie das Schussgarn gestreckt durch das Webblatt führen, nicht aber beschleunigend wirken. Experimentell wurde gezeigt, wie die dazu notwendigen Einstellungen der Stafettendüsen zu finden sind. Mit Versuchen an einem speziellen Schusseintrag-Prüfstand wurde nachgewiesen, dass für den optimalen (im Sinne des oben definierten Optimums) Schusseintrag die Hauptdüse so kurz wie möglich bei entsprechend hohem Druck blasen muss.

Die Optimierung der Betriebsparameter basiert auf der Ermittlung des Schusseintragsverhaltens, d.h. auf der Messung der Schussfadengeschwindigkeit. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Gerät entwickelt, mit dem die Schussfadengeschwindigkeit an der Webmaschine berührungslos gemessen werden kann. Diese Messeinrichtung arbeitet mit der Korrelationsmesstechnik und wurde mit einem digitalen Signalprozessor realisiert. Der Geschwindigkeitsverlauf wird für eine Systemidentifikation verwendet, d. h. die Koeffizienten des Differentialgleichungssystems, das die Dynamik der Schussgarnbewegung beschreibt, werden numerisch bestimmt. Als Verfahren wird eine least-squares-

Methode eingesetzt. Die optimalen Schusseintragsparameter werden durch Lösen eines Randwertproblems berechnet. Dies erfordert die numerische Simulation des Schusseintrages.

Für den optimalen Dauerbetrieb der Webmaschine wird eine adaptive Mehrgrößenregelung gezeigt. Die Regelgrößen sind die Endgeschwindigkeit des Schussgarnes und die Schusseintragszeit. Die Adaption der Regelparameter basiert auf dem Modell der Garndynamik und den bekannten Modellparametern.

## SUMMARY

Air-jet weaving is an extremely productive weaving technology with a relatively high energy consumption. Due to the high yarn tension during weft insertion, weft breakage can occur if insuitable operating conditions are employed. The peak yarn tension is proportional to the weft speed immediately before stopping.

The weft insertion behaviour is affected by the yarn properties, which is why considerable differences in the weft insertion behaviour are observed. Machine operating parameters must be adapted to the yarn properties following a change of the yarn type and often after changing the yarn package. The operating parameters are the air flow duration and the air pressure of the main weft insertion nozzle and relay-nozzles.

In the present work, fundamental studies of weft insertion by air jet are made and a procedure is given which automatically optimises the operating parameters. Optimisation in this context means the determination of the different settings of the elements involved in the air-jet weft insertion, in order to minimise air consumption and yarn tension.

An analytical model for the yarn motion has been developed. It is assumed the relay-nozzles operate accurately implying that the weft remains straight in the channel but is not accelerated. It has been shown experimentally how the optimum settings of the relay-nozzles can be determined. To operate the main weft insertion nozzle in an optimum manner, the air pressure has to be a maximum. This operating condition was found experimentally by means of an air-jet-loom simulator.

The determination of the machine's optimum operating parameters is based on the measurement of the weft insertion characteristics, i.e. by actually detecting the yarn velocity. In the course of this work, a device has been developed which allows the measurement of the yarn velocity on the weaving machine without touching the yarn. It is based on a correlation technique incorporating a digital signal processor. The parameters of the analytical model are determined using a system identification in which a least squares method is applied. The optimum operating parameters are calculated by solving a boundary value problem which involves numerical simulation of the weft motion.

For optimum continuous operation of the weaving machine, an adaptive MIMO-control is employed in which signals of the yarn speed before stopping and the corresponding weft insertion time are controlled. The adaption of the control

parameters is based on the analytical model of the yarn motion and its predetermined model parameters.