

# Zerstörungsfreie Prüfung der Bewehrung von Betonbauteilen mithilfe der magnetischen Streifefeldmethode

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Diederich, Holger

**Publication date:**

2016

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010735825>

**Rights / license:**

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

DISSERTATION ETH NR. 23733

**ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG DER BEWEHRUNG VON  
BETONBAUTEILEN MITHILFE DER MAGNETISCHEN  
STREUFELDMETHODE**

Abhandlung zur Erlangung des Titels

**DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN DER ETH ZÜRICH**

(Dr. sc. ETH Zürich)

vorgelegt von

**HOLGER DIEDERICH**

MSc ETH Bau-Ing.

geboren am 18. Februar 1988

Bürger von Winterthur ZH

angenommen auf Antrag von

Prof. Thomas Vogel

Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Große

2016

## Zusammenfassung

Mit der Zunahme des Verkehrsaufkommens, begrenzten Platzverhältnissen in den Ballungsgebieten, sowie der Altersverteilung der bestehenden Infrastruktur wird die Erhaltung von Tragwerken künftig eine noch wichtigere Rolle spielen. Damit steigt auch der Bedarf nach geeigneten Prüfmethode zur Zustandserfassung.

Eine dieser Prüfmethode ist die magnetische Streufeldmethode. Bisher ist die praktische Bedeutung dieser Methode gering, obwohl es für die zerstörungsfreie Detektion von Schäden in der Bewehrung keine überzeugenden Alternativen gibt. Einige Probleme, die dem Praxiseinsatz bisher entgegenstanden, konnten mit der vorliegenden Arbeit gelöst werden, um so einen weiteren Schritt in Richtung etablierte Prüfmethode zu gehen.

Mithilfe von magnetischen Gleichfeldern ist es möglich, Schadstellen in der ferromagnetischen Bewehrung von Stahlbetonbauteilen zu detektieren. An der Schadstelle entsteht dabei ein Streufeld, das durch eine geeignete Messapparatur erfasst und mittels Software dargestellt und ausgewertet werden kann. Auf diese Weise konnten mit dem entwickelten Verfahren Ermüdungsbrüche und Korrosionsschäden zerstörungsfrei innerhalb von üblichen Bewehrungsüberdeckungen geortet werden.

Nach wie vor sind für den Praxiseinsatz der Methode die unterschiedlichen, komplizierten und teilweise auch unbekanntem Bewehrungslayouts eine Herausforderung. Dieser Herausforderung wurde begegnet durch den Bau eines neuen Messwagens, der eine flächige Magnetisierung und eine Messung in guter Geschwindigkeit und hoher Auflösung erlaubt. Um den höheren Informationsgehalt dieser Messung auch auszunutzen, wurde eine neue Darstellungsform entwickelt, die eine intuitive und zuverlässige Interpretation der Messergebnisse ermöglichen soll. Eine speziell entwickelte Software unterstützt den Benutzer dabei mit bildverbessernden Massnahmen. Zusätzlich wird über ein Verfahren aus der Mustererkennung ein Ansatz für eine automatische Auswertung der Messdaten geschaffen.

Schliesslich konnte die Verwechslungsgefahr zwischen Schadsignalen und Signalen der intakten Bewehrung weiter reduziert werden. Im Labor- und Feldversuch konnte der Nutzen der Methode belegt werden. Eine weitere Verbesserung der Handhabung, der Signalqualität und Zuverlässigkeit, sowie des Gewichts des Messgerätes ist möglich und auch notwendig. Eine Kombination mit anderen Prüfmethode ist denkbar und prüfenswert.

## Abstract

The conservation and maintenance of existing infrastructure will play an increasingly important role in the near future due to increases in traffic volume, the limited space in metropolitan areas as well as the aging of existing structures. A direct consequence of these factors is the necessity for suitable testing methods to survey the condition of such structures.

One of these testing methods is the magnetic flux leakage method. Thus far, the practical application of this method has remained limited, even though no convincing alternatives exist for the non-destructive detection of damage in the steel reinforcement. Several problems, which previously hindered the practical application of this method, were solved in this work. Hence, another step was taken towards developing this method into an established test procedure.

Damage locations in the ferromagnetic reinforcement of reinforced concrete elements can be detected with the help of constant magnetic fields. A magnetic flux leakage is observed at the damage location, which can be measured with appropriate measurement equipment and represented as well as analysed with a software. Utilising these principles, the developed method enables the non-destructive detection of fatigue fractures and corrosion damage in the reinforcing steel within the typical concrete cover.

The practical application of this method remains a challenge due to varying, often complex and partly unknown reinforcement layouts. This challenge was confronted through the construction of a new measurement vehicle which enables a simultaneous planar magnetisation and measurement at reasonable velocity and of high resolution. A new form of representation was developed in order to fully utilise the higher information content of these measurements. This enables an intuitive and reliable interpretation of the measurement. A specifically developed software assists the user with image enhancement processes. In addition, a pattern recognition algorithm was implemented to enable an automatic analysis of the results.

In conclusion, the likelihood of confusing damage signals and the signals arising from undamaged reinforcement was further reduced. The advantages of this method could be illustrated in laboratory tests and in field measurements. Further improvements in aspects such as the ease of handling, signal quality and reliability as well as reduction of the weight of the measurement device are possible and deemed to be necessary. Furthermore, a combination with other testing methods is also possible and merits further investigation.