

Zyklische Eindringprüfung – eine effiziente Methodik zur Abschätzung der Dauerfestigkeit von Stählen

B. Blinn¹, D. Görzen¹, P. Ostermayer¹, P. Lehner¹, D. Eifler¹, T. Beck¹

¹ RPTU Kaiserslautern-Landau, Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK), Kaiserslautern, Rheinland-Pfalz, Deutschland

Für Stähle kann die Wechselfestigkeit σ_w mit dem 1,6-fachen der Vickershärte HV abgeschätzt werden [1]. Hiermit ergeben sich allerdings große Abweichungen, da das zyklische Verformungsverhalten des Werkstoffs nicht berücksichtigt wird. Zur effizienten Analyse des zyklischen Verformungsverhaltens, und insbesondere des Verfestigungsvermögens, können instrumentierte zyklische Eindringprüfungen (IZE) genutzt werden [2]. Hierbei repräsentiert der in den IZE bestimmte zyklische Verfestigungsexponent e_{II} das Verfestigungspotential des Werkstoffs [2], was eine quantitative Bewertung des zyklischen Verformungsverhaltens ermöglicht.

Zur Entwicklung einer effizienten Prüfmethodik, die eine valide Abschätzung von σ_w erlaubt, wurde in der vorliegenden Arbeit der Zusammenhang zwischen σ_w und HV um den in den IZE ermittelten e_{II} erweitert. Hierfür wurde für unterschiedliche Zustände verschiedener niedriglegierter Stähle experimentell σ_w , HV sowie e_{II} ermittelt, und deren Korrelationen analysiert. Hierbei konnte festgestellt werden, dass σ_w stark mit dem Produkt aus HV und $|e_{II}|$ korreliert. Basierend auf dieser Korrelation konnte eine erhebliche Steigerung der Vorhersagegenauigkeit im Vergleich zur rein auf der Härte basierenden Abschätzung erzielt werden (vgl. [2]). Die erhöhte Zuverlässigkeit der Wechselfestigkeitsvorhersage resultiert hierbei aus der Berücksichtigung des zyklischen Verformungsverhaltens.

Da mit Hilfe einer Reduktion der Eindringkraft die örtliche Auflösung der Kennwertermittlung gesteigert werden kann, ist es darüber hinaus denkbar, mit dieser Methodik für gradierte Bauteile lokal σ_w zu bestimmen, was Gegenstand weiterer Forschungen ist.

[1] Murakami (2002). ISBN 0080440649

[2] Görzen et al. (2022). doi.org/10.3390/met12071066

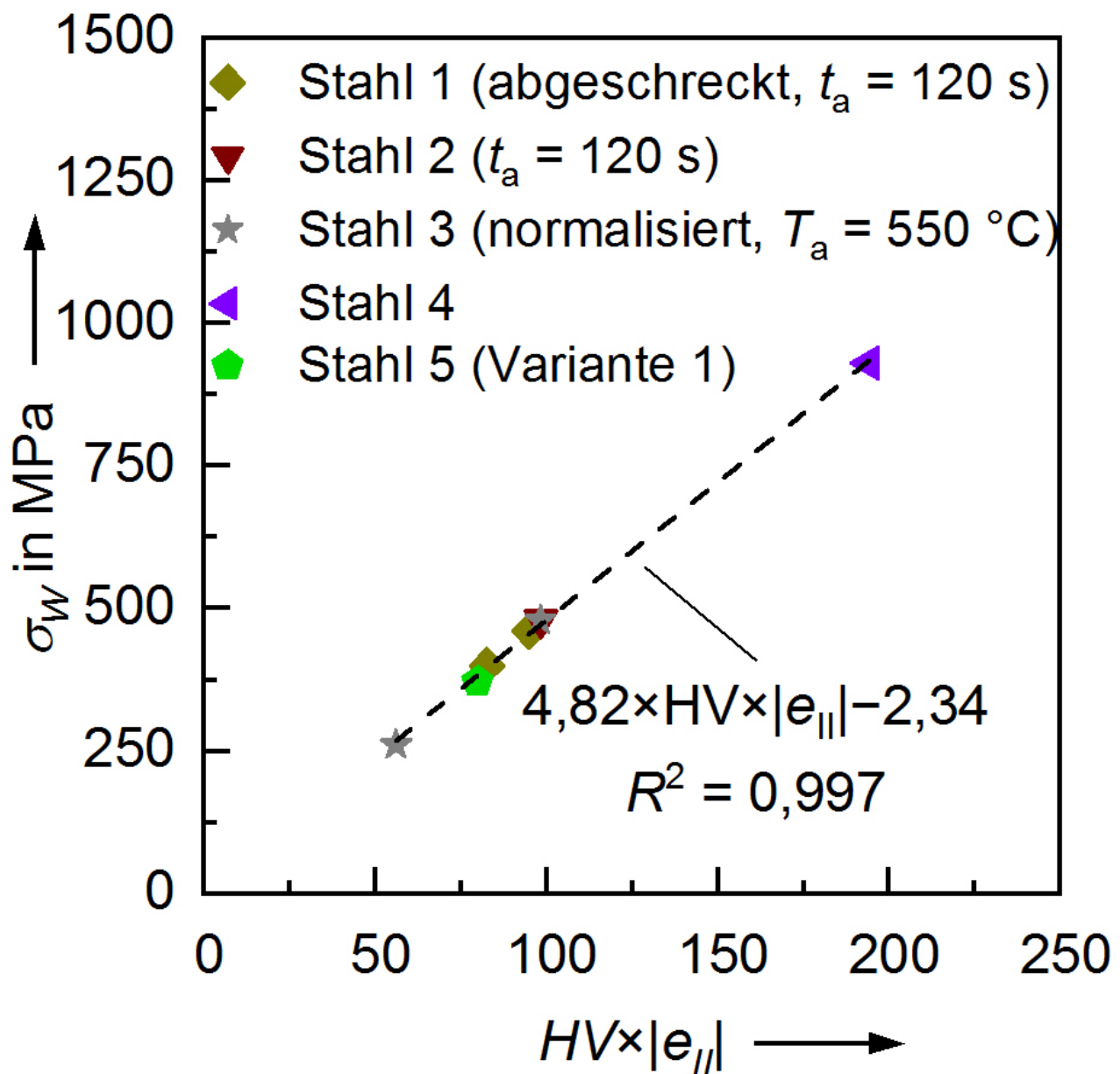


Abb.1: Korrelation zwischen der Dauerfestigkeit und dem Produkt aus HV und $|e_{||}|$

In Abb. 1 ist die Korrelationsfunktion zwischen der Dauerfestigkeit und dem Produkt aus zyklischem Verfestigungsexponent und der Vickershärte dargestellt, welche auf Basis der Messwerte von 7 Werkstoffuständen von insgesamt 5 verschiedenen Stählen ermittelt wurde.

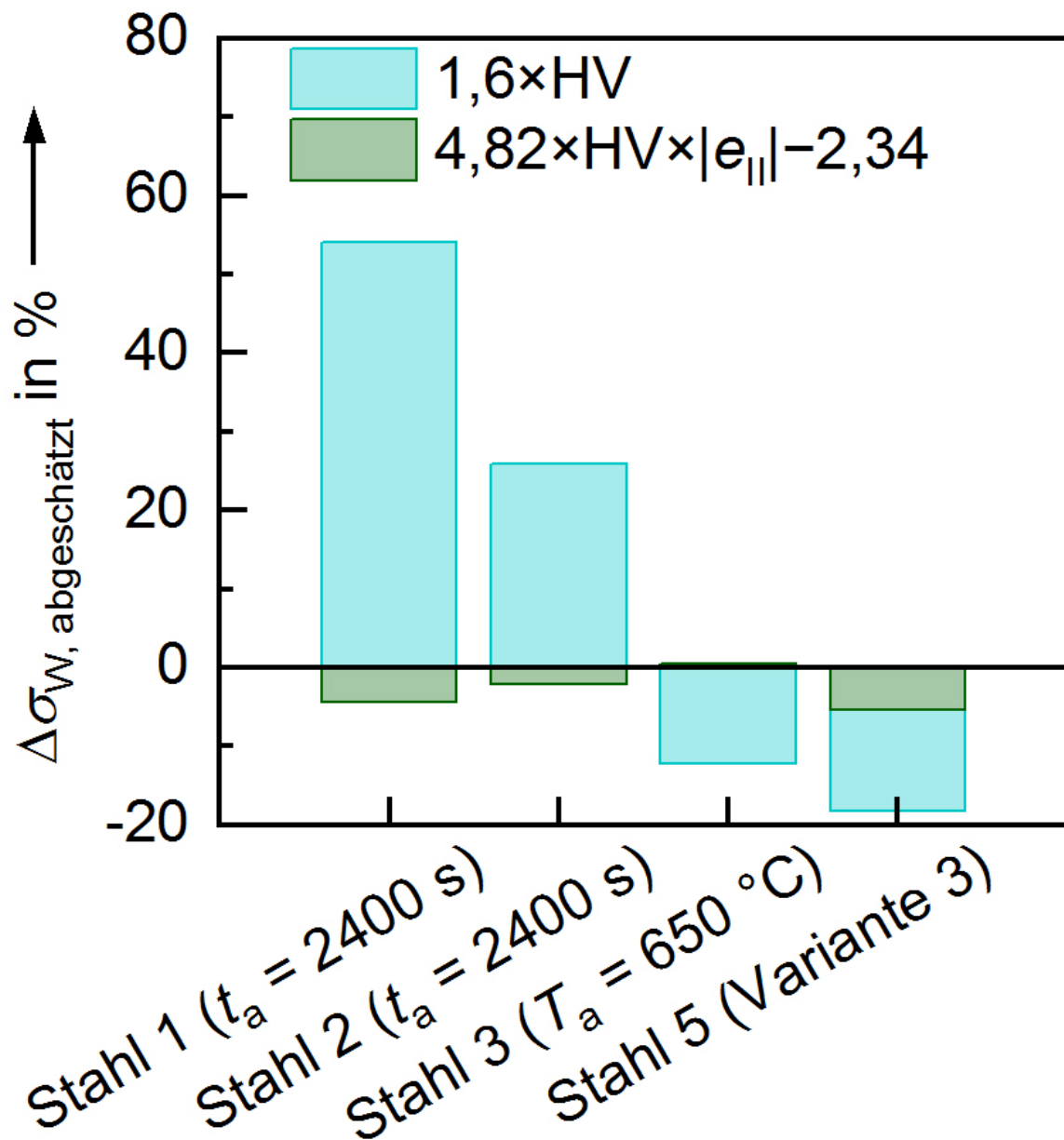


Abb. 2: Vergleich der Vorhersagegüte auf Basis von HV und dem Produkt aus HV und $|e_{||}|$

In Abb. 2 ist für 4 unterschiedliche Stähle dargestellt, das unter Berücksichtigung von $|e_{||}|$, und somit des zyklischen Verformungsverhaltens, eine signifikant genauere Vorhersage der Dauerfestigkeit von Stählen möglich ist. Hierbei ist zu beachten, dass für die Vorhersage mittels $HV \times |e_{||}|$ die Korrelationsfunktion aus Abb. 1 verwendet wurde.