

Carinthia II	170./90. Jahrgang	S. 123–131	Klagenfurt 1980
--------------	-------------------	------------	-----------------

# Werkstoffkundliche Untersuchung einer Eisenbahnschiene aus Buchscheiden

Von Hans Jörg KÖSTLER

(Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen)

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine 1883 in Buchscheiden (Kärnten) aus Bessemerstahl vom Eisenwerk Heft (bei Hüttenberg/Kärnten) gewalzte Eisenbahnschiene, die bis 1972 in Verwendung gestanden war, wies bei einer chemischen Zusammensetzung von 0,22 % C, 0,10 % Si, 0,33 % Mn, 0,135 % P und 0,015 % S (Durchschnittswerte) stärkere, makroskopisch erkennbare Phosphor- und Schwefelseigerungen auf. Das Mikrogefüge besteht aus Perlit und Ferrit in WIDMANNSTÄTTEN'scher Anordnung, die auf eine Überhitzung beim Walzen hindeutet und sich durch neuerliche Austenitisierung mit anschließender Abkühlung in Luft beseitigen ließ. Im Zugversuch wurden für die nicht wärmebehandelte Schiene 331 N/mm<sup>2</sup> Streckgrenze, 542 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit, 24,2% Bruchdehnung und 50,5% Brucheinschnürung festgestellt. Die Zugfestigkeit entspricht den für Bessemerstahlschienen üblichen Werten.

## SUMMARY

An acid Bessemer steel rail, rolled at ironworks Buchscheiden (Carinthia) in 1883 and used until 1972 contains 0,22 % carbon, 0,10 % silicon, 0,33 % phosphorus and 0,015 % sulphur; the cross section shows segregations of phosphorus and sulphur. The microstructure consists of pearlite and WIDMANNSTÄTTEN ferrite, which could be removed by normalizing and air cooling. The yield point (331 N/mm<sup>2</sup>) and the tensile strength (542 N/mm<sup>2</sup>) of the not heat treated rail correspond to usual values of acid Bessemer steel rails.

## EINLEITUNG

Bald nach der 1864 erfolgten Inbetriebnahme des Bessemerstahlwerkes in Heft bei Hüttenberg (KÖSTLER 1977 und Anhang) bezogen die Kärntner Schienenwalzwerke Prävali und Buchscheiden Heftler Bessemerstahlblöcke und verarbeiteten sie zu Eisenbahnschienen, die zu den frühesten „Einstoff-“ oder „Ganzstahlschienen“ der ö.-u. Monarchie zählen. Das Bessemerverfahren erlaubte nämlich erstmals, die aufwendige, mehrere Walz- und Schweißprozesse umfassende Schienenfertigung aus Puddelstahl (mit höherem Kohlenstoffgehalt für den Schienenkopf bzw. mit niedrigerem für Steg und Fuß) zu verlassen und Eisenbahnschienen aus nur einer Werkstoffart zu erzeugen (LAIZNER 1976).

Wegen laufender Erneuerung der Gleisanlagen besitzen Bessemerstahlschienen heute Seltenheitswert und sind darüber hinaus als solche schwierig zu identifizieren, weil die im Steg eingewalzte Bezeichnung (Stahlart, Ort und Jahr der Walzung) meist bis zur Unleserlichkeit wegrostet. Im Gegensatz dazu trug die Schiene, über deren Beschaffenheit nachstehend berichtet wird, die gut sichtbare Aufschrift „BST BUCHSCH 1883“, womit ihre Herkunft eindeutig feststeht. In Anbetracht des ideellen Wertes einer Bessemerstahlschiene aus dem Eisenwerk Buchscheiden, das im Jahre 1892 die Produktion einstellen mußte (siehe Anhang), ist Herrn Dipl.-Ing. R. TENSCHERT, Buchscheiden, für sein Entgegenkommen, einen ausreichend großen Probenabschnitt für die werkstoffkundliche Untersuchung zur Verfügung zu stellen, bestens zu danken.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### Äußere Beschaffenheit

Der zu untersuchende Probenabschnitt (Länge 400 mm) stammt von einer Eisenbahnschiene, die bis 1972 in einem Abstellgeleise des Bahnhofes Feldkirchen eingebaut war und wegen Deformierung sowie Abnutzung des Schienenkopfes im Bereich der Lauffläche ausgewechselt werden mußte (Abb. 1 und 2). Die zur Zeit des Ausbaues fast neunzig Jahre alte Schiene wies eine stark verrostete Oberfläche auf und zeigte besonders im Übergang vom Steg zum Fuß einige Stellen mit intensiver Korrosion, die zum Teil lochartige Oberflächenfehler hervorgerufen hatte.

### Makro- und Mikrogefüge

Ein mit dem HEYN'schen Ätzmittel geätzter Querschliff (Abb. 2) veranschaulicht die Phosphorseigerungen, die bei der Walzung in Längsrichtung gestreckt wurden. Mehrere dunkle Bereiche in der Mitte von Schienenkopf und -fuß sowie im Steg stellen demnach Querschnitte durch die seigernten „Längsfasern“ dar, während helle Zonen im Oberteil des Kopfes und im Unterteil des Fußes nahezu seigerungsfrei erscheinen (POKORNY 1967). Insgesamt deutet das Makroätzbild auf stärkere Block- und Kristallseigerungen hin, da auch der BAUMANN-Abdruck zur Feststellung der Schwe-

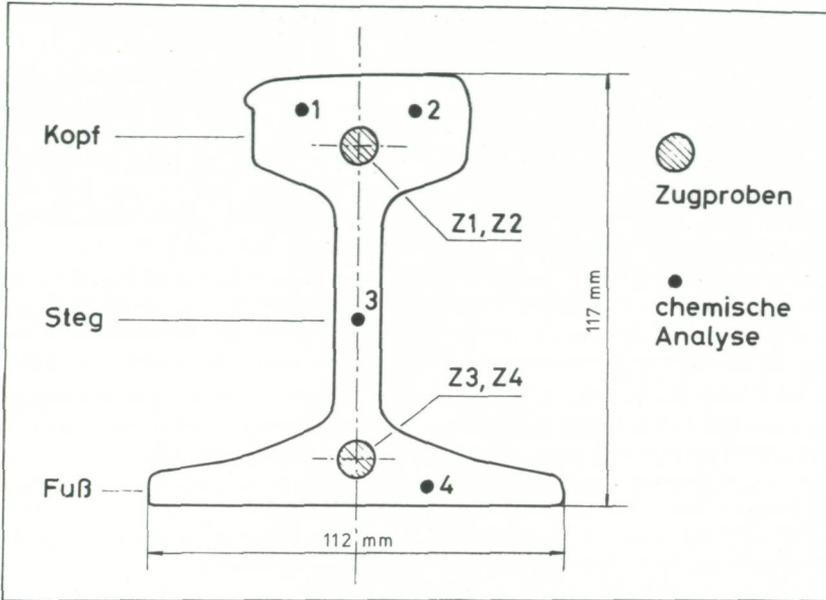


Abb. 1: Querschnitt durch die untersuchte Schiene und Angabe der Probenlage.

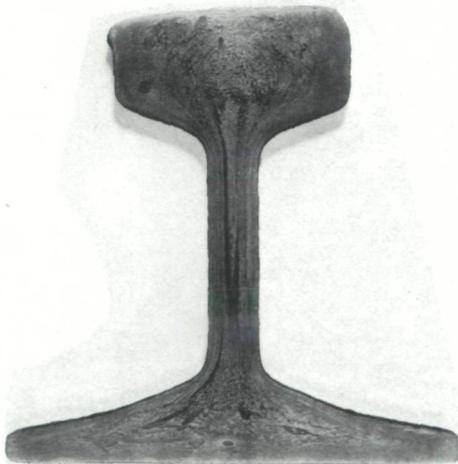


Abb. 2: Mit dem HEYN'schen Ätzmittel geätzter Querschliff zur Feststellung der Phosphoreicherungen (dunkel).

felseigerungen die fast gleiche Verteilung dieses Elementes wie jene des Phosphors nachwies.

Das Mikrogefüge besteht – unabhängig von der Probenlage in der Schiene – aus Perlit und Ferrit in WIDMANNSTÄTTEN'scher Anordnung (Abb. 3, Fig. a und b). Diese Gefügeausbildung, die auf einen Orientierungszusammenhang zwischen kristallographisch bevorzugten Ebenen im Austenit und im Ferrit zurückgeht, tritt in un- und niedriglegierten Stählen mit 0,15 bis 0,35 % Kohlenstoff und üblichen Austenitkorngrößen nach verhältnismäßig schneller Abkühlung auf, die infolge Ablage auf einem Kühlbett hier nicht auszuschließen ist. Außerdem begünstigen eine Überhitzung, d. h. die Erwärmung des (zu walzenden) Stahles weit über die Austenitisierungstemperatur und die damit verbundene Vergrößerung des Austenitkorns das Entstehen des WIDMANNSTÄTTEN'schen Gefüges (HOUDREMONT 1956).

Eine Probe, die bei 900°C/1 Std. (ca. 70°C über dem  $A_{C_3}$ -Punkt) austenitisiert worden war und nach dieser Normalglühung in ruhender Luft auf Raumtemperatur abkühlte, zeigte das übliche Gefüge aus körnigem Ferrit mit eingelagertem Perlit (Abb. 4, Fig. a und b). Es ist daher anzunehmen, daß eine erhebliche, bis nach dem letzten Walzstich anhaltende Überhitzung und weniger die rasche Abkühlung der fertigen Schiene auf dem Kühlbett das WIDMANNSTÄTTEN'sche Gefüge verursachten.

Kopf, Steg und Fuß bzw. die gesamte Schiene enthalten sehr viele nicht-metallische Einschlüsse, die größtenteils als Sulfide (meist Mangansulfid)

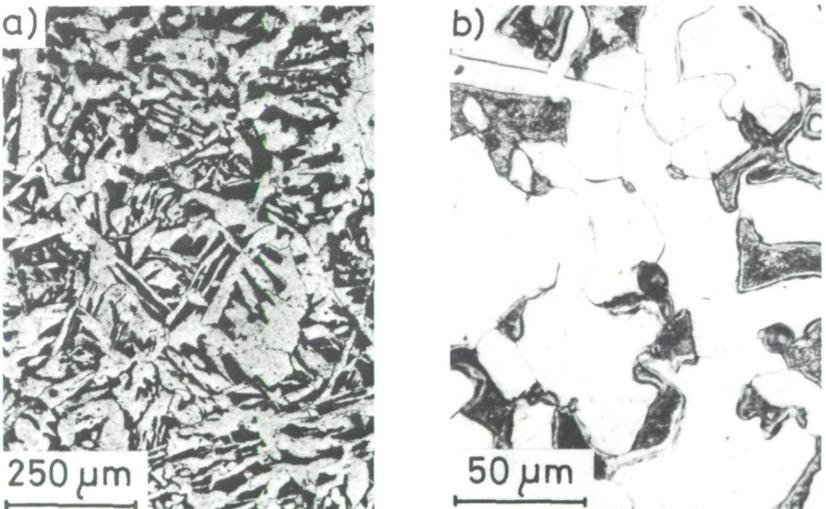


Abb. 3: Mikrogefüge der nicht wärmebehandelten Schiene (Querschliff): Perlit (dunkel) und Ferrit (hell) in WIDMANNSTÄTTEN'scher Anordnung. Ätzmittel: 3% ige  $HNO_3$ .

und als Gemisch von Sulfiden und Oxyden vorliegen. Der relativ beste Reinheitsgrad (Beurteilung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1570, 2. Ausg., 1971) wurde im Kopf festgestellt, wo Einschlüsse bis einschließlich Stufe 4 auftreten, während im Fuß zahlreiche Einschlüsse sogar der Stufen 7 und 8 vorhanden sind.

### Mechanische Werte

Je zwei aus Schienenkopf und -fuß der nicht wärmebehandelten Schiene entnommene Zugproben ergaben die in Tab. 1 zusammengestellten Werte für Streckgrenze und Zugfestigkeit sowie für Bruchdehnung und -ein-

Tab. 1: Mechanische Werte der untersuchten Eisenbahnschiene (nicht wärmebehandelt).  
Zugprobe A 10×50 DIN 50125 (längs), vgl. Abb. 1.

Probenlage und Bezeichnung	Streckgrenze N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung (L <sub>0</sub> = 5 d <sub>0</sub> ) %	Bruch- einschnürung %	
Kopf	Z 1	323	536	25,4	49,6
	Z 2	366	562	21,2	41,0
Fuß	Z 3	329	546	23,8	55,1
	Z 4	305	524	26,4	56,4

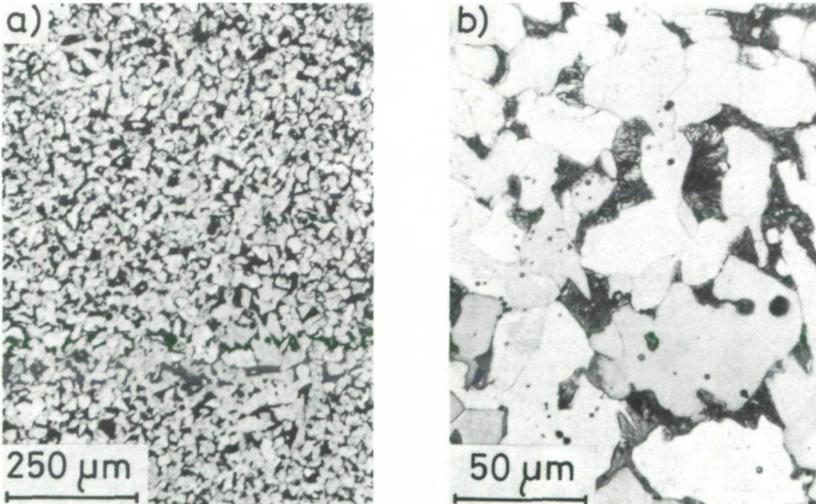


Abb. 4: Mikrogefüge der bei 900°C/1 Std. normalgeglühten Schiene (Querschliiff): körniger Ferrit (hell) mit eingelagertem Perlit (dunkel).

schnürung, deren Ungleichmäßigkeit sich mit den Schwankungen des Kohlenstoffgehaltes erklären läßt. Die durchschnittliche Zugfestigkeit ( $542 \text{ N/mm}^2$ ) entspricht dem in Großzahluntersuchungen ermittelten Festigkeitsbereich für Bessemerstahlschienen, wie aus Abb. 5 hervorgeht, welche auch die Entwicklung der österreichischen Eisenbahnschienen hinsichtlich ihrer Zugfestigkeit und damit auch ihres Verschleißwiderstandes zeigt (LAIZNER 1976).

### Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung (Tab. 2) wurde an vier Stellen, deren Lage Abb. 2 angibt, bestimmt und entspricht im allgemeinen einem unlegierten Baustahl, dessen hoher Phosphorgehalt heute allerdings praktisch jede Anwendung verhindern würde (Richtwert für den Phosphorgehalt heutiger Stähle:  $0,020\%$ ). Der Schwefelgehalt erreicht mit ca.  $0,015\%$  verhältnismäßig gute Werte, und das als „Stahlschädling“ geltende Kupfer liegt sogar um nahezu zwei Zehnerpotenzen unter den Werten für Stähle der Jetztzeit.

Ein Vergleich des Silizium-, Mangan-, Phosphor- und Schwefelgehaltes der Schiene mit jenem des Hefter Roheisens (JÜPTNER 1896) als Ausgangsprodukt der Stahlerzeugung weist nach, daß es sich bei dem untersuchten Werkstoff tatsächlich um Bessemerstahl handelt, weil

1. Silizium und Mangan, die Hauptwärmeträger des Bessemerprozesses, auf geringe Werte abgenommen haben (eine Erhöhung des Mangan-gehaltes mit Ferro-Mangan ist nicht auszuschließen), sowie

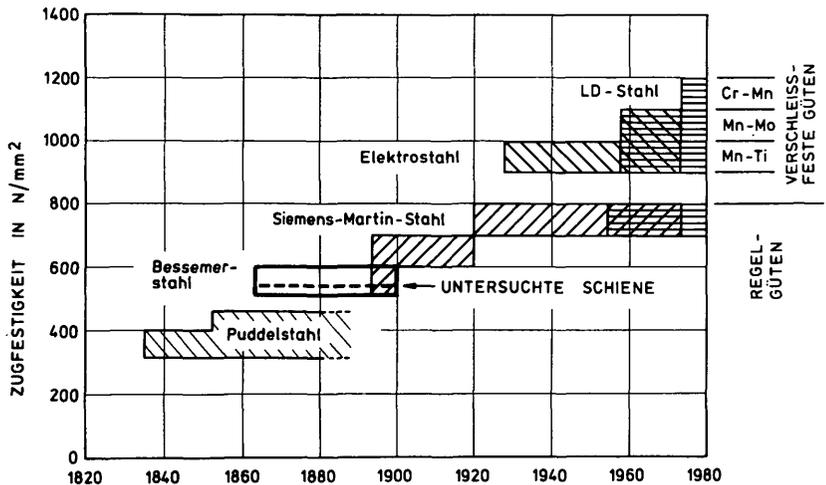


Abb. 5: Die Entwicklung der österreichischen Eisenbahnschienen unter dem Einfluß der Stahlerzeugungsverfahren (LAIZNER 1976).

TABELLE 2: Chemische Zusammensetzung der untersuchten Eisenbahnschiene und des in Heft erschmolzenen Roheisens sowie anderer Bessemerstahlschienen

Herkunft und Bezeichnung des Materials	Pr. Bez.	Chemische Zusammensetzung (Massen-%)											Anmerkung
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu				
Untersuchte Eisenbahnschiene aus Buchscheiden (vgl. Abb.1)	1	0,22	0,10	0,32	0,120	0,012	n.nw. <sup>b)</sup>	0,003	0,004	Mo, W, Co, Ti, Nb, Sn und Al: je 0,001 - 0,006 %			
	2	0,23	0,10	0,33	0,150	0,018	n.nw.	0,003	0,005				
	3	0,20	0,10	0,32	0,149	0,012	n.nw.	0,003	0,005				
	4	0,24	0,10	0,33	0,1	0,016	n.nw.	0,002	0,004				
Graues Holzkohlenroheisen aus Heft. Jüptner 1896	-	2,81	2,72	3,99	0,106	0,014	Spuren	n.b.	n.b.				
	-	3,37	4,13	4,49	0,118	0,024							
	-	3,05	4,54	5,01	0,110	0,015							
Bessemerstahl- schienen Kerpely 1878	-	0,26	0,20	0,53	Sp.	0,072	n.b. <sup>h)</sup>	n.b.	0,01	aus Holzkohlenroheisen			
	-	0,26	0,23	0,45	0,059	0,052	n.b.	n.b.	0,04	- "			
	-	0,40	0,05	0,21	0,004	0,047	n.b.	n.b.	0,02	- "			
	-	0,21	0,06	0,10	0,047	0,055	n.b.	n.b.	0,07	aus Koksroheisen			
	-	0,32	0,02	0,11	0,048	0,070	n.b.	n.b.	0,18	- "			
	-	0,30	0,03	0,45	0,059	0,052	n.b.	n.b.	0,04	- "			

a) Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft

b) k.k.priv. Südbahn-Gesellschaft

c) Ternitzer Walzwerks- und Bessemer-Stahlfabrications-Actiengesellschaft

d) Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft (Währen)

e) Erzherzog Albrecht'sches Eisenwerk (ehem.östr.-Schlesien)

f) Prager Eisenindustrie-Gesellschaft (Böhmen)

g) nicht nachweisbar

h) nicht bestimmt

2. infolge saurer Schlacke weder eine Entphosphorung noch eine Entschwefelung des Roheisens stattgefunden haben. (Das Bessemerverfahren konnte daher nur bei Roheisen mit kleinen Gehalten an Phosphor und Schwefel Anwendung finden.)

Tab. 2 gibt auch die chemische Zusammensetzung von Bessemerstahlschienen anderer Hüttenwerke wieder, deren Produkte KERPELY 1878 eingehend prüfte. Alle Werkstoffe weisen die grundsätzlich gleiche Analyse auf, jedoch überrascht der wesentlich geringere Phosphorgehalt, der im Buchscheidener Stahl angeblich über Spuren nicht hinausgeht. Eine Erklärung für diese eher ungewöhnlichen Gehalte an Phosphor könnten Roheisensorten mit niedrigen Phosphorgehalten (nach KERPELY 1873 für Hefter Roheisen z. B. 0,037, 0,021 und 0,083 %) und/oder die Auswahl entsprechenden Materials für die schon erwähnten Vergleichsprüfungen sein.

## ANHANG

1. Hochofen- und Stahlwerk in Heft (SCHUSTER/KÖSTLER 1979)
  - 1803 Kauf des Hefter Floßofens durch die Compagnie RAUSCHER
  - 1857/62 Bau einer Hochofenanlage (Erz- und Kohlenmagazin, Röstanlage und 2 Hochöfen)
  - 1864 Inbetriebnahme des Bessemerstahlwerkes
  - 1869 Übernahme des Werkes durch die in diesem Jahre gegründete Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft
  - 1869/70 Modernisierung des Bessemerstahlwerkes
  - In den siebziger Jahren mehrere Neubauten (z. B. FILLAFER'sche Röstanlage)
  - 1881 Übernahme des Werkes durch die in diesem Jahre gegründete Österreichisch-Alpine Montangesellschaft
  - 1882 Bau des 3. Hochofens
  - 1901 Auflassung des Bessemerstahlwerkes und eines Hochofens
  - 1903 Auflassung eines weiteren Hochofens
  - 1908 Auflassung des letzten Hochofens
2. Stahl- und Walzwerk in Buchscheiden (KÖSTLER 1978)
  - 1844/46 Erbauung des Eisenwerkes Buchscheiden (Brennstoff fast nur Torf!)
  - 1850/54 Entwicklung von Torfgasgeneratoren durch A. MÜLLER und J. SCHLEGEL
  - 1853 Gründung der Buchscheidener Eisenwerks Actien-Gesellschaft
  - 1855/56 Neubau eines Puddelstahl- und Walzwerkes besonders für die Schienenherzeugung
  - 1870 Übernahme des Werkes durch die Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft
  - 1873 Auflassung der Stahlerzeugung wegen ausschließlicher Verarbeitung von Hefter Bessemerstahl
  - 1881 Übernahme des Werkes durch die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft
  - 1892 Auflassung des Werkes

## L I T E R A T U R

- HOUDREMONT, E. (1956): Handbuch der Sonderstahlkunde. *Erster Band* – Berlin/Göttingen/Heidelberg und Düsseldorf.
- JÜPTNER v. JONSTORFF, H. (1896): Compendium der Eisenhüttenkunde. – Wien.
- KERPELY, A. (1873): Das Eisen auf der Wiener Weltausstellung 1873. Erste Hälfte. – Schemnitz.
- (1878): Über Eisenbahnschienen (Versuche und Studien). – Leipzig.
- KÖSTLER, H. J. (1977): Einführung und Beginn der Stahlerzeugung nach dem Bessemerv erfahren in Österreich. – Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte, 122:194–206.
- (1978): Zur Geschichte der Kärntner Eisenwerke Buchscheiden und Freudenberg mit besonderer Berücksichtigung des Beginnes der Torffeuerung bei metallurgischen Prozessen. – Blätter für Technikgesch., 38:7–39.
- LAIZNER, H. (1976): Österreichs Beitrag zur Entwicklung der Eisenbahnschiene. Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte, 121:392–401.
- POKORNY, A. und J. (1967): Die Ferri Metallographia. 3. Bd.: Erstarrung und Verformung der Stähle. – Paris–Nancy.
- SCHUSTER, W., und KÖSTLER, H. J. (1979): Die ehemaligen Eisenwerke der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft in Kärnten. – Carinthia I, 169:181–260.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. Hans Jörg KÖSTLER, Dannerhof 5, A-8750 Judenburg.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [170\\_90](#)

Autor(en)/Author(s): Köstler Hans Jörg

Artikel/Article: [Werkstoffkundliche Untersuchung einer Eisenbahnschiene aus Buchscheiden \(Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen\) 123-131](#)