

# Automatische Vickers CHD Messung

**Arnold Horsch**

**Alle Unterlagen sind zu Ihrem  
persönlichen Gebrauch und unterliegen  
dem © Copyright von**



**Die weitere Verwendung ist nur  
mit Quelleangabe und vorheriger  
Genehmigung gestattet**

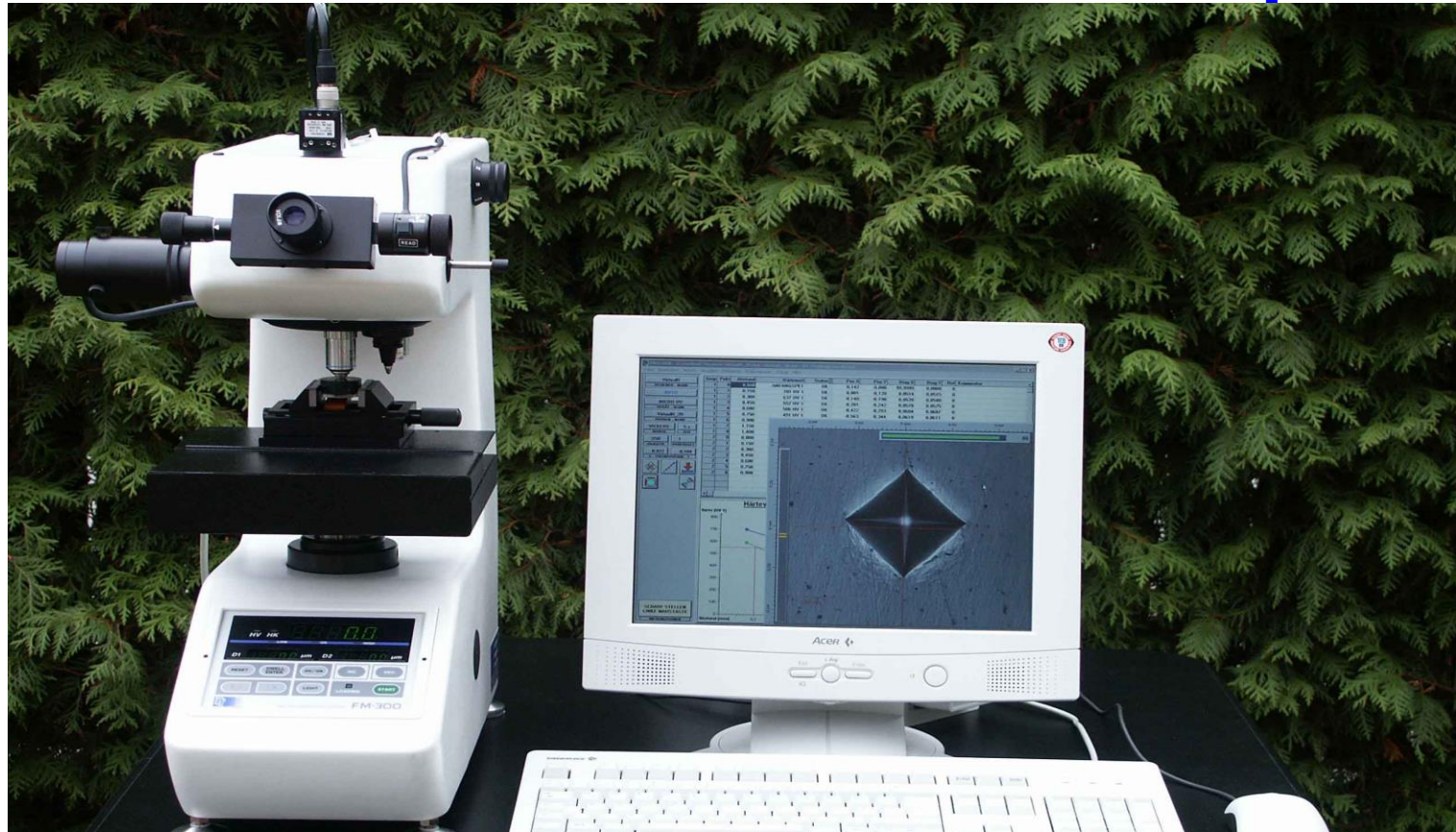
# Inhalt

- **Historie automatische Vickershärteprüfung**
- **Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung**
- **Praktische Aufgabe mit Forderung**
- **ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision**
- **Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Inhalt

- **Historie automatische Vickershärteprüfung**
- Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung
- Praktische Aufgabe mit Forderung
- ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision
- Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit
- Zusammenfassung und Ausblick

# Historie automatische Vickershärteprüfung



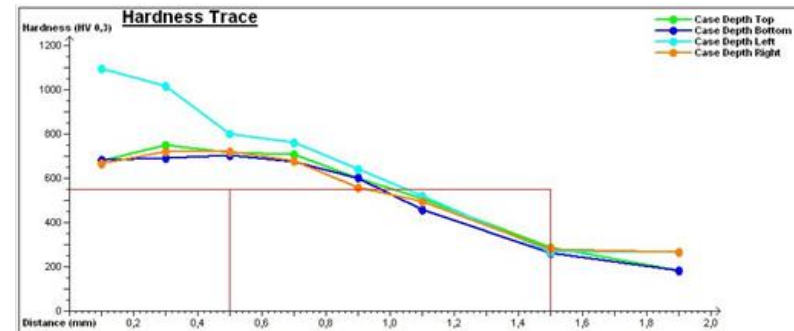
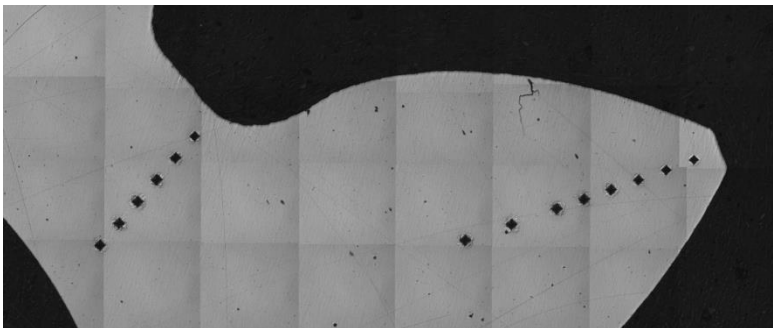
Vollautomatischer  
**ecoHARD®VA** Vickers Härteverlaufsprüfer  
von AHOTEC® e.K., 2001

# Inhalt

- Historie automatische Vickershärteprüfung
- **Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung**
- Praktische Aufgabe mit Forderung
- ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision
- Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit
- Zusammenfassung und Ausblick

# Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung

- Einsatzhärtungstiefe = **CHD** (Eht)
- Nitrierhärtetiefe = **NHD** (Nht)
- Randhärtetiefe = **SHD** (DS, Rht)



*CHD Messung an Zahnrad mit  
Auswertekurve*

# **Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung**

- **verschieden vollautomatische Vickershärteprüfsysteme sind auf dem Markt**
- **alle arbeiten mit Bildanalyse**
- **es gibt keinen internationalen Standard der regelt wie ausgewertet werden soll!**
- **die ISO 6507 regelt nur die manuelle Auswertung des Härteeindruckes**
- **ASTM erwähnt Bildanalyse**



# Inhalt

- Historie automatische Vickershärteprüfung
- Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung
- **Praktische Aufgabe mit Forderung**
- ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision
- Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit
- Zusammenfassung und Ausblick

# Praktische Aufgabe Diesel injectors



Messung an bestimmten Messpunkten 0,05mm unter der Oberfläche, Toleranz **750<sup>+100</sup> HV0,5**

Forderung tägliche Überprüfung der Härteprüfmaschine mit einer Härtevergleichsplatte **≈760 HV0,5**  
erlaubte Abweichung **± 8 HV** vom Sollwert

# Vorgaben der ISO 6507-2

## Genauigkeit der Messeinrichtung

	Auflösung der Messeinrichtung	Wiederholgenauigkeit der Messeinrichtung
Härteeindrücke < 0,040 mm	0,0002 mm	0,0004 mm
Härteeindrücke > 0,040 mm	0,5 % of d	1 % von d

d = gemessene Diagonale

## Maximale zulässige Abweichung bei HV 0,5

Method	Maximale Abweichung der Härteprüfmaschine in ± in %															
	HärteHV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1500
HV 0,5		4		5		5		6		6	7	7	8	8	9	11

## Wiederholgenauigkeit der Härteprüfmaschine

	Wiederholgenauigkeit der Prüfmaschine max.		
	ḍ <sup>1)</sup>	HV 0,2 to < HV 5	
Härtewert Platte	HV 0,2 bis < HV 5	Härtewert Platte	HV
> 225 HV	0,04 ḍ	350	28
		600	48
		<b>750</b>	<b>60</b>

<sup>1)</sup> ḍ Mittelwert aus 5 Diagonalen Messungen

## Vorgaben der ISO 6507-2

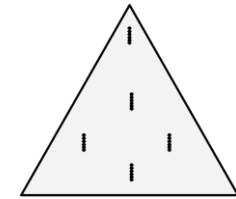
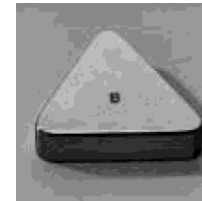
Was bedeutet dies bei **750<sup>+100</sup> HV0,5**?

- Eine Vickershärteprüfmaschine hat bei **750 HV0,5** eine erlaubte Streuung von  $\pm 8\%$   
= **690 bis 810 HV**  
= eine Spannweite von **120 HV**
- Bei einer zulässigen Wiederholgenauigkeit von **60HV**
- **Forderung  $\pm 8$  HV vom Sollwert =  $\pm 1,1\%$**
- **Bemerkung:**  
dies sind die Werte für die Kalibrierung der Härteprüfmaschine.

# Aufgabe

Um die Genauigkeit und die Wiederholgenauigkeit herauszufinden wurde der nachfolgende Versuch durchgeführt:

- Setzen von 25 Härteeindrücken in 5 verschiedenen Bereiche auf einer MPA Härtevergleichsplatte
- manuelle Auswertung der Härtevergleichsplatte mit einem Videosystem ein Prüfer jeder Härteeindruck neu fokussiert
- automatische Auswertung mit der **ecoHARD® VA** Software, Wiederholung jeder Messung 10x immer mit neuem Autofokus um die Wiederholgenauigkeit von Bildanalyse und Autofokus zu sehen
- Wiederholung der Messung nacheinander mit Tischverfahren
- Messung unter **Industriebedingungen** in einem Härtereilabor, in einem 3 Schicht System über einen Zeitraum von einem Jahr jede Woche 1x jede Schicht



# Aufgabe

**Mit diesem Versuch sollten folgende Fragen beantwortet werden:**

- **Gibt es einen unterschied in den Ergebnissen zwischen manueller Messung und Auswertung mit Bildanalyse**
- **Gibt es einen Unterschied zwischen den 3 beim Anwender vorhanden Härteprüfmaschinen**
- **die Wiederholgenauigkeit aller Maschinen**
- **die Wiederholgenauigkeit des Bildanalyzesystems mit Autofokus**
- **die Wiederholgenauigkeit der manuellen Messung**
- **wie sieht die Langzeitstabilität der Messergebnisse aus**

# Mögliche Einflussgrößen auf das Prüfergebnis

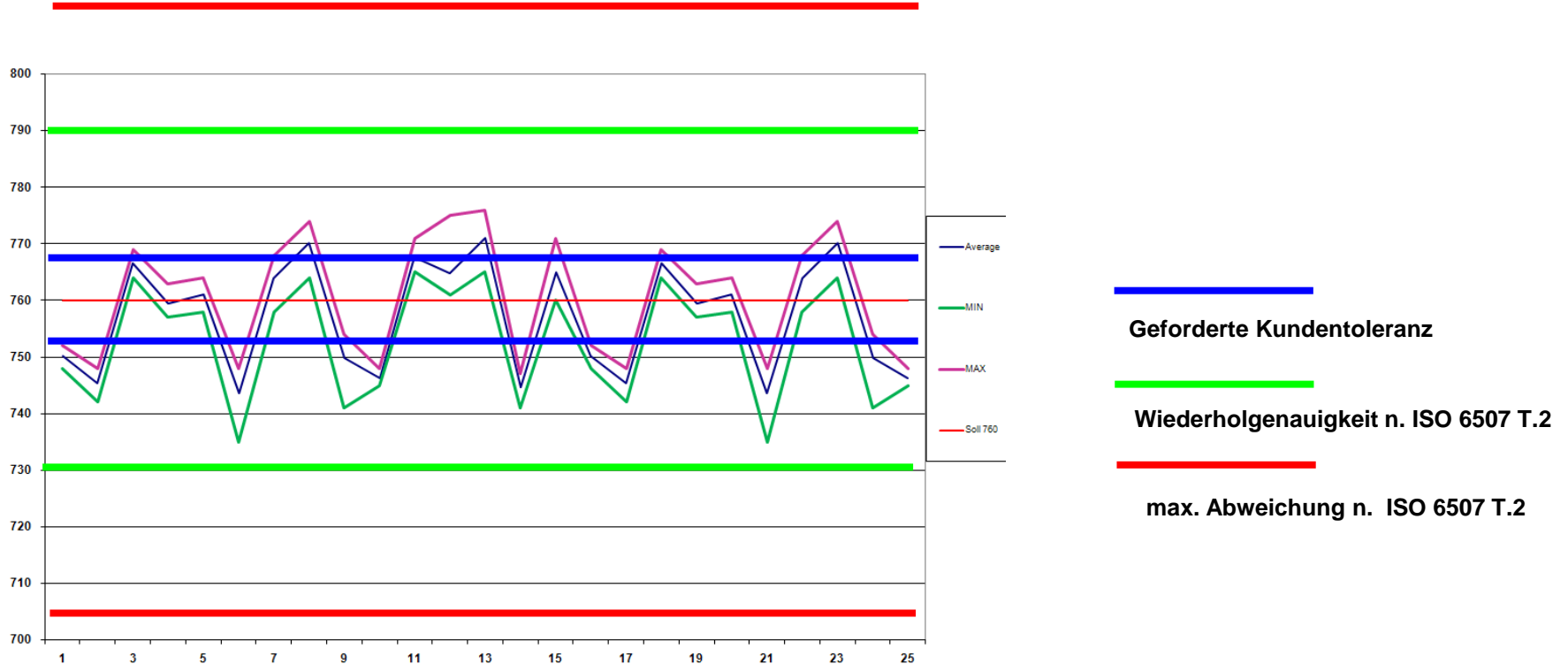
- Probleme mit dem Autofokus
- Nicht einwandfrei arbeitende Auswertelgorithmen der Bildanalyse
- Vibrationen von ausserhalb
- Schwankungen der Beleuchtung
- Verschmutzung der Optik

# Inhalt

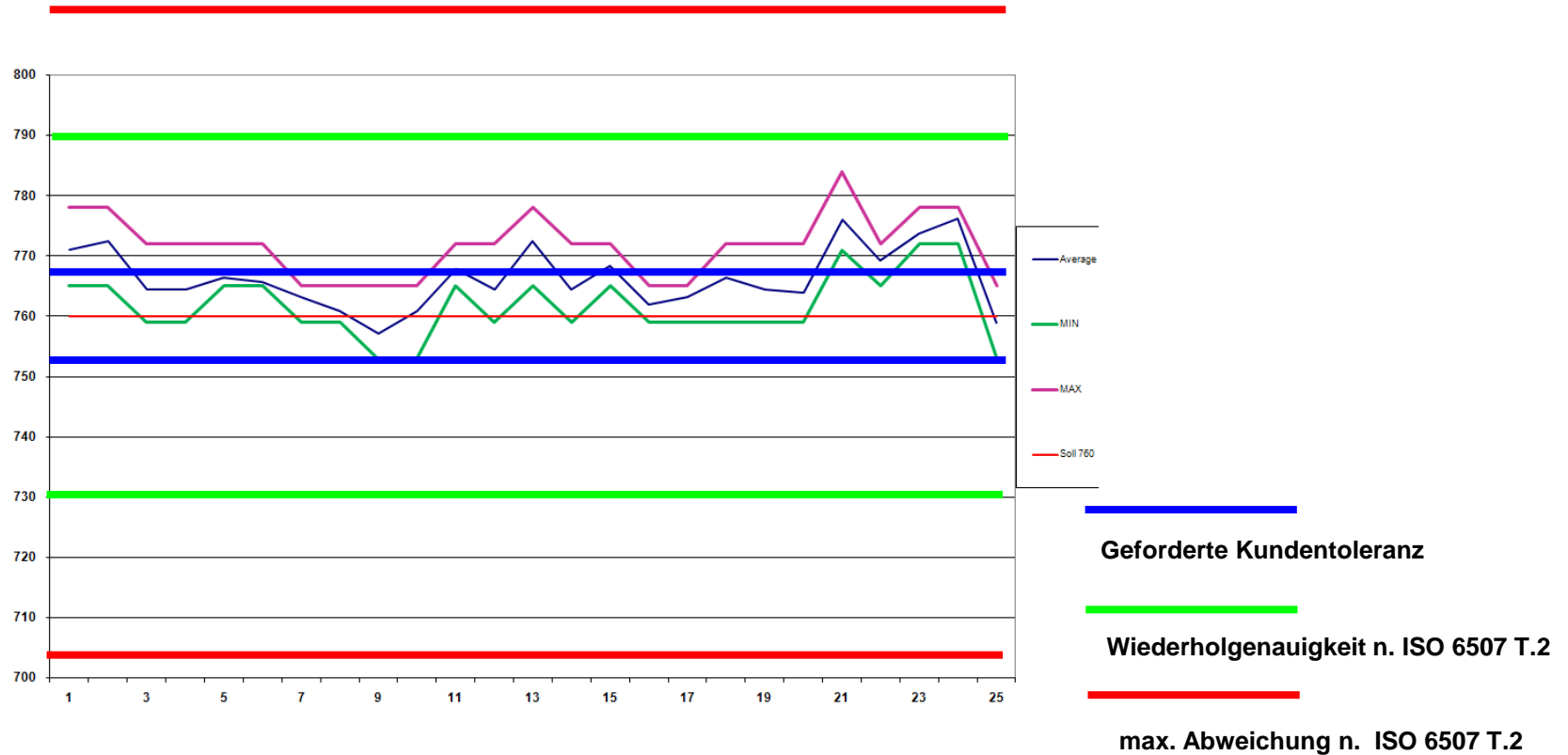
- Historie automatische Vickershärteprüfung
- Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung
- Praktische Aufgabe mit Forderung
- ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision
- **Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit**
- Zusammenfassung und Ausblick



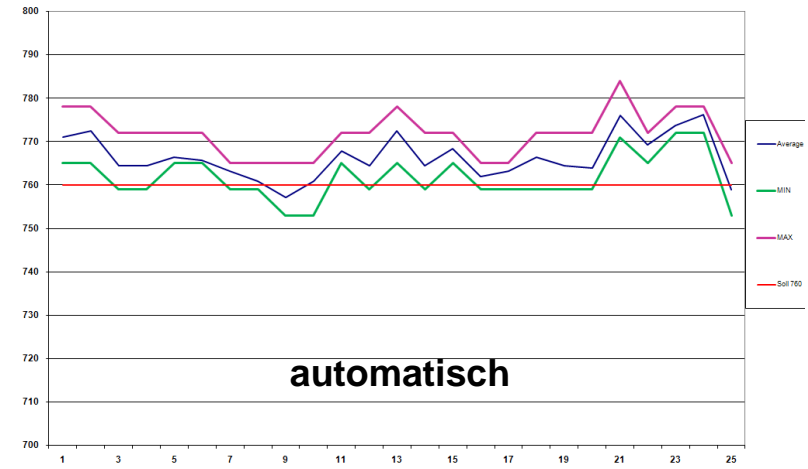
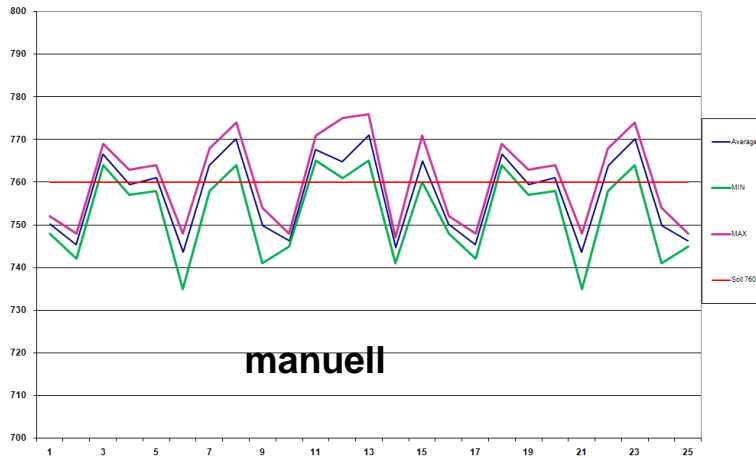
# Ergebnisse der mauellen Auswertung



# Ergebnisse der automatischen Auswertung



# Ergebnisse



Indentation	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Measurement 4	Measurement 5	Measurement 6	Measurement 7	Measurement 8	Measurement 9	Measurement 10	Range	Average	MIN	MAX
1	750	752	749	748	751	750	751	750	750	751	4	750	748	752
2	747	742	742	743	744	746	748	748	748	745	6	745	742	748
3	765	764	765	767	768	766	767	766	769	769	5	767	764	769
4	759	759	759	759	759	758	757	763	761	761	6	760	757	763
5	758	762	760	759	764	762	760	761	761	764	6	761	758	764
6	746	745	746	745	744	746	748	744	735	737	13	744	735	748
7	763	762	765	765	762	766	765	765	768	758	10	764	758	768
8	770	772	769	771	774	770	773	773	765	764	10	770	764	774
9	750	752	753	752	754	752	753	741	746	745	13	750	741	754
10	745	745	745	746	748	746	746	747	747	748	3	746	745	748
11	765	765	765	767	769	769	768	771	768	770	6	768	765	771
12	775	763	761	761	765	765	765	763	764	766	14	765	761	775
13	766	765	771	771	771	773	772	771	776	774	11	771	765	776
14	741	744	744	743	744	747	745	746	746	747	6	745	741	747
15	762	760	762	764	768	765	763	771	767	768	11	765	760	771
16	750	752	749	748	751	750	751	750	750	751	4	750	748	752
17	747	742	742	743	744	746	748	748	748	745	6	745	742	748
18	765	764	765	767	768	766	767	766	769	769	5	767	764	769
19	759	759	759	759	759	758	757	763	761	761	6	760	757	763
20	758	762	760	759	764	762	760	761	761	764	6	761	758	764
21	746	745	746	745	744	746	748	744	735	737	13	744	735	748
22	763	762	765	765	762	766	765	765	768	758	10	764	758	768
23	770	772	769	771	774	770	773	773	765	764	10	770	764	774
24	750	752	753	752	754	752	753	741	746	745	13	750	741	754
25	745	745	745	746	748	746	746	747	747	748	3	746	745	748
<b>Range</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>37</b>				
<b>Average</b>	757	756	756	757	758	758	758	758	757	756				
<b>MIN</b>	741	742	742	743	744	746	745	741	735	737				
<b>MAX</b>	775	772	771	771	774	773	773	773	776	774				

Indentation	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Measurement 4	Measurement 5	Measurement 6	Measurement 7	Measurement 8	Measurement 9	Measurement 10	Range	Average	MIN	MAX	
1	772	772	765	772	778	765	778	772	765	772	13	771	765	778	
2	772	778	772	772	772	765	772	778	765	778	13	772	765	778	
3	765	765	765	765	765	759	772	759	765	765	13	765	759	772	
4	772	765	759	765	759	765	765	765	765	765	13	765	759	772	
5	765	772	765	765	765	765	765	765	765	765	7	766	765	772	
6	765	765	765	765	765	765	765	772	765	765	7	766	765	772	
7	765	759	759	765	765	759	765	765	765	765	6	763	759	765	
8	759	759	759	759	765	759	759	759	765	765	6	761	759	765	
9	753	753	765	753	765	759	759	759	753	753	12	757	753	765	
10	759	765	759	759	765	765	759	759	765	753	12	761	753	765	
11	772	772	765	765	765	765	765	772	765	772	7	768	765	772	
12	765	759	765	765	759	765	765	772	765	765	13	765	759	772	
13	765	772	765	772	778	778	778	772	765	778	13	772	765	778	
14	765	759	765	765	765	765	759	765	765	772	765	13	765	759	772
15	765	765	765	771	772	765	765	772	772	772	7	768	765	772	
16	759	765	759	759	759	765	765	765	765	759	6	762	759	765	
17	765	759	765	759	765	765	765	765	765	759	6	763	759	765	
18	765	772	772	765	765	772	765	765	765	759	13	767	759	772	
19	765	765	765	765	765	765	759	772	759	765	13	765	759	772	
20	759	759	759	765	765	765	772	765	765	765	13	764	759	772	
21	772	784	778	772	771	772	778	778	778	778	13	776	771	784	
22	765	765	772	772	765	772	765	772	772	772	7	769	765	772	
23	772	772	778	778	772	772	772	772	772	772	6	774	772	778	
24	778	772	772	778	778	772	778	778	778	778	6	776	772	778	
25	753	759	759	765	759	759	759	759	759	759	12	759	753	765	
<b>Range</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>25</b>					
<b>Average</b>	765	766	766	766	766	766	767	767	767	767					
<b>MIN</b>	753	753	753	753	759	759	759	759	759	753					
<b>MAX</b>	778	784	778	778	778	778	778	778	778	778					

# Diskussion über die tägliche Prüfung

**Tägliche Überprüfung der Härteprüfmaschine mit einer  
760 HV 0,5 Härtevergleichsplatte,  
erlaubte Abweichung  $\pm 8$  HV vom Nennwert**

**d = 0,0347 mm = 770 HV 0,5**

**d = 0,0349 mm = 761 HV 0,5**

**Range 17 HV + 9HV - 8 HV**

**d = 0,0351 mm = 753 HV 0,5**

## ***Genauigkeit der Messeinrichtung***

	Auflösung der Messeinrichtung	Wiederholgenauigkeit der Messeinrichtung
Härteeindrücke < 0,040 mm	0,0002 mm	0,0004 mm
Härteeindrücke > 0,040 mm	0,5 % of d	1 % of d

d = gemessene Diagonale

**Die Messunsicherheit der Normalmessmaschine für die  
genutzten Härtevergleichsplatte ist 760 HV 0,5 =  $\pm 19$  HV**

# Inhalt

- Historie automatische Vickershärteprüfung
- Aktuelle Situation der automatischen Vickershärteprüfung
- Praktische Aufgabe mit Forderung
- ISO 6507-2 Genauigkeit und Präzision
- Ergebnisse eines Ringversuches mit HV 0,5  
Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Zusammenfassung

- Die geforderte Genauigkeit der Messung auf einer Härtevergleichsplatte, ist deutlich kleiner, als die Spannweite die erreicht wird, aus der zulässigen Abweichung des Messsystems
- Alle 3 eingesetzten Härteprüfmaschinen entsprechen ISO 6507 T.2 und liegen im Mittelwert aller Messungen innerhalb  $\pm 1\%$  vom Nennwert der Härtevergleichsplatte
- Die Ergebnisse waren über 1 Jahr stabil
- Die gemessenen Werte zeigen das wir bei allen 3 Härteprüfmaschinen dicht an der Messunsicherheit der Kalibriermaschine des MPA liegen
- Z. Zt. gibt es eine endlose Diskussion über die Prüfmittelfähigkeit von Härteprüfmaschinen, weil es keine anerkannte Methode gibt es zu Prüfen

# Ausblick

- **Wir müssen eine Methode zur Prüfmittelfähigkeit, für die Vickerskleinlasthärte entwickeln**  
im VDI Arbeitskreis 3.23 wird an einer Methode gearbeitet
- **Für die automatische Auswertung mit Bildanalyse wird ein Standard benötigt**
- **Wir werden versuchen diesen Ringversuch auch mit Maschinen anderer Hersteller zu wiederholen um dort die Prüfergebnisse auszuwerten**

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit