

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

SincoTec Prüfbericht 05601

**Dauerschwingfestigkeitsversuche an
acht Varianten von Flugkarabinern**

Finsterwalder GmbH, München

Clausthal-Zellerfeld, den 13.06.2005

Auftraggeber : Finsterwalder GmbH
Herrn Thomas Finsterwalder
Pagodenburgstraße 8
D-81247 München

Auftragsnummer SincoTec : 05601
Auftragsnummer Kunde : ---

Dipl. Ing. Sven Henze
Leiter Prüflabor

Dr.-Ing. Joachim Hug
Geschäftsführer

Inhalt

1. Aufgabenstellung.....	3
2. Zusammenfassung und Stellungnahme.....	4
3. Versuchsdurchführung	5
4. Versuchsergebnisse.....	7
4.1 Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.....	7
4.2 Bruchlage	10
4.3 Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse	11
5. Allgemeines.....	12
6. Anhang.....	12

1. Aufgabenstellung

Es sind Dauerschwingfestigkeitsversuche an acht Varianten von Flugkarabinern (Karabiner) durchzuführen. Für die Karabiner ist unter Berücksichtigung des Probenumfangs die „Dauerfestigkeit“ unter Laborbedingungen zu ermitteln.

Spezifizierung der Varianten:

- Variante 1: Sup Air St (3 Karabiner)
- Variante 2: Austrialpin Inox Steel St (5 Karabiner)
- Variante 3: Pinlock Mono Bi Al (13 Karabiner)
- Variante 4: Sup Air Al (3 Karabiner)
- Variante 5: Austrialpin 3200 Delta St (2 Karabiner)
- Variante 6: Camp Al (2 Karabiner)
- Variante 7: Quick out Al (1 Karabiner)
- Variante 8: Austrialpin Parafly (1 Karabiner)

Im Rahmen der Untersuchung ist folgender Versuchsablauf und Prüfumfang festgelegt:

- Der Prüfumfang liegt je nach Variante zwischen 1 und 13 Karabiner (siehe oben).
- Einrichten der vorhandenen Einspannvorrichtung, in der die Karabiner gemäß der in Bild 2 und 3 dargestellten Einbaulage zugschwellend beansprucht werden können.
- Die Lasteinleitung erfolgt mit den beigeestellten Gurtbändern mit größtmöglichem Hebelarm bzw. im ungünstigsten Lastfall.
- Die Varianten 1 bis 7 werden mit geöffneten Schnapper belastet. Die Variante 8 wird mit geschlossenem Schnapper belastet.
- Der Versuchsablauf erfolgt nach dem Treppenstufenverfahren mit einem Spannungsverhältnis von $R = 0,1$ ($F_u / F_o = 0,1$) und einem Stufensprung von 5 bis 8 %.
- Ausfallkriterium ist ein technischer Anriss bzw. eine Frequenzdifferenz von 1,0 Hz

Die Versuche werden nach DIN 50100: Werkstoffprüfung, Dauerschwingversuch durchgeführt und fallen deshalb in den akkreditierten Bereich der SincoTec GmbH.

Prüfbedingungen:

- Die Prüfungen werden unter Umgebungsdruck durchgeführt.
- Die Umgebungstemperatur ist Raumtemperatur (ca. 18°C).
- Die Luftfeuchtigkeit ist kleiner als 80%.

Probenspezifische Daten:

Probeneingangsdatum: in mehreren Lieferungen vom 06.02.05 bis zum 15.04.05

Anzahl der Proben und Probenkennzeichnung: siehe Tabelle 3 bis 10, keine Kennzeichnung durch den Kunden.

Ort und Zeitpunkt der Prüfung: Prüflabor der Fa. SincoTec vom 22.02.05 bis zum 25.05.05

Rücklieferung der Proben: 27.05.05

Verwendete Mess- und Prüfgeräte:

Für die Untersuchung wurden folgende Mess- und Prüfgeräte verwendet:

Mess- und Prüfgerät	Hersteller	Inventar-Nr.
Kraftaufnehmer 12,5 kN	Interface	019-99

Tabelle 1: Verwendete Mess- und Prüfgeräte

2. Zusammenfassung und Stellungnahme

Unter Vernachlässigung der statistischen Unsicherheit kann der Mittelwert der „Dauerfestigkeit“ mit geöffnetem Schnapper unter Laborbedingungen für die nachfolgend aufgeführten Varianten wie folgt grob abgeschätzt werden (Angabe der Oberlast):

- Variante 1: Sup Air St (3 Karabiner) → ca. 450 N
- Variante 2: Austrialpin Inox Steel St (5 Karabiner) → ca. 600 N
- Variante 4: Sup Air Al (3 Karabiner) → ca. 900 N
- Variante 5: Austrialpin 3200 Delta St (2 Karabiner) → ca. 1.600 N
- Variante 6: Camp Al (2 Karabiner) → zwischen 500 N und 1.000 N
- Variante 7: Quick out Al (1 Karabiner) → oberhalb von 5.000 N

Auf Grund der geringen Anzahl von Versuchspunkten bei den Varianten 1, 2, 4 bis 8 liefert eine statistische Auswertung der Versuchsergebnisse keine sinnvollen Ergebnisse.

Variante 8:

Der Austrialpin Parafly Karabiner, der geschlossen mit $F_o = 2.500 \text{ N}$ und $F_u = 250 \text{ N}$ belastet wurde, versagte nach 106.000 Lastwechsel mit einem Bruch an der Schnapper-Nase.

Variante 3:

Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse für den Pinlock Mono Bi Al Karabiner mit dem Softwareprogramm „WINTREP“ (siehe 4.3). Bei einem Probenumfang $n < 17$ Proben gelten die berechneten Ausfallwahrscheinlichkeiten als statistisch nicht abgesichert. Die Ergebnisse weisen eine relativ große Streuung auf.

Statistische Werte (Angabe der Oberlast)			
Mittelw. der Dauerfest. „X“	4.166,67 N	Ausfallwahrsch. X (99 %)	5.123 N
Standardabweichung „S“	411,15 N	Ausfallwahrsch. X (90 %)	4.694 N
Log. Standardabweichung „s“	0.0434	Ausfallwahrsch. X (10 %)	3.640 N
ausgewertete Proben	12	Ausfallwahrsch. X (1 %)	3.210 N

Tabelle 2: Übersicht der statistischen Werte für die Variante 3

Bei einem Großteil der Karabiner liegt der Rissausgangsort in den Bögen auf der gegenüber liegenden Seite des Schnappers. Bei der Variante 3 traten vier verschiedene Bruchlagen auf (siehe Bild 4 bis 6).

Bei der Variante 7 wurde nach der Prüfung eine defekte Hülse unter dem Gurtband festgestellt (siehe Bild 6). Dieses ist jedoch kein sicherheitsrelevantes Element des Karabiners.

Mit den vom DHV zur Verfügung gestellten Betriebsbeanspruchungen (siehe Anlage) liegt ein Großteil der getesteten Varianten mit der ermittelten Dauerfestigkeit unterhalb der Betriebsbeanspruchung. Ein Großteil der getesteten Varianten ist somit nicht unbegrenzt einsetzbar. Wir empfehlen eine Überprüfung der Einsatzbedingungen und eine Ermittlung der Einflussfaktoren für Korrosion und Kerben. Aus den dann zur Verfügung stehenden Daten sollte eine Prüfvorschrift zur Karabinerprüfung erstellt werden.

3. Versuchsdurchführung

Die Prüfung erfolgt auf einem 20 kN unwuchtgetriebenen Horizontalresonanzpulser der Marke POWERSWING (siehe Bild 1) mit der Prüfstandsreglungssoftware „E-MOTION“ der Fa. SincoTec. Die Versuche werden mit einer Frequenz von ca. 23 Hz durchgeführt.

Die Regelung fährt die Prüfmaschine im aufsteigenden Ast der Resonanzkurve auf die vorgegebene Sollamplitude. Tritt eine Schädigung ein, verändert sich die Steifigkeit des Schwingensystems. Die Regelung reagiert mit einer Drehzahländerung. Nach einem wählbaren Schädigungsfortschritt (Frequenzabfall) kann der Prüfstand definiert abgeschaltet werden.



Bild 1: Foto des Resonanzprüfstandes

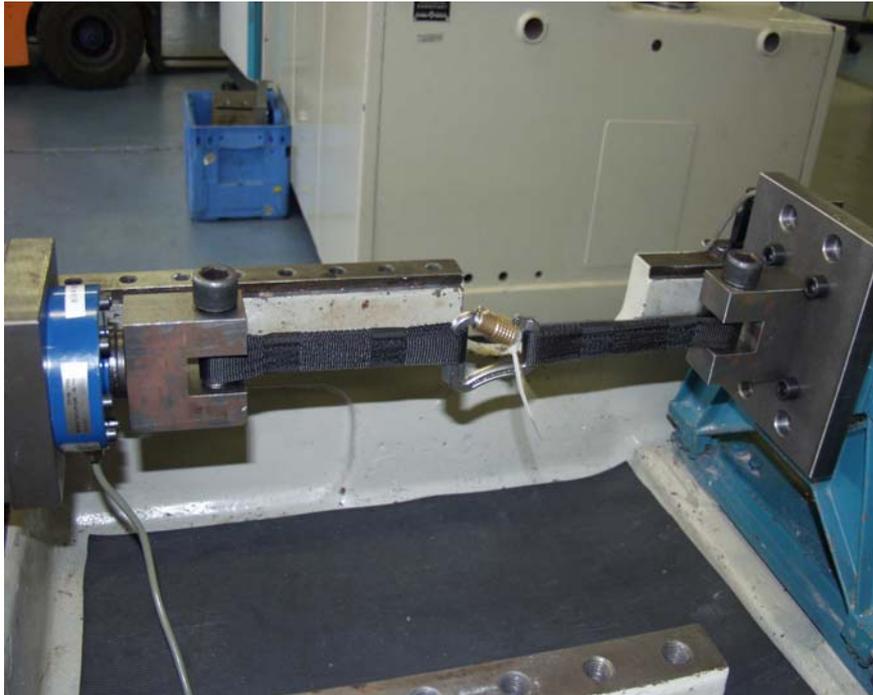


Bild 2: Foto der Einspannvorrichtung



Bild 3: Foto der Einspannvorrichtung mit größtmöglichem Hebelarm

4. Versuchsergebnisse

4.1 Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
01	Sup-Air St	offen	400 / 40 500 / 50	1.000.000 739.700	Stop Bruch 1
03	Sup-Air St	offen	450 / 45	2.000.000	Durchläufer
02	Sup-Air St	offen	500 / 50	2.000.000	Durchläufer

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 3: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 1

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
04	Austrialpin Inox Steel St	offen	400 / 40 500 / 50 600 / 60 900 / 90 1.200 / 120*	1.600.000 1.000.000 1.000.000 1.000.000 156.000	Stop Stop Stop Stop Bruch 1
06	Austrialpin Inox Steel St	offen	1.000 / 100	137.900	Abbruch
05	Austrialpin Inox Steel St	offen	900 / 90*	213.000	Bruch 1
06	Austrialpin Inox Steel St	offen	700 / 70	287.000	Bruch 1
29	Austrialpin Inox Steel St	offen	500 / 50 700 / 70	2.000.000 700.000	Durchläufer Bruch 1
30	Austrialpin Inox Steel St	offen	600 / 60	2.000.000	Durchläufer

Fett: erneut eingebaut

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 4: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 2

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
12	Pinlock Mono Bi Al	---	1.000 / 100 1.500 / 150 2.000 / 200 3.000 / 300 4.000 / 400 5.000 / 500	1.000.000 1.000.000 1.000.000 1.000.000 1.000.000 621.000	Stop Stop Stop Stop Stop Bruch 1
18	Pinlock Mono Bi Al	---	4.750 / 475	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 4
09	Pinlock Mono Bi Al	---	4.500 / 450	1.562.000	Bruch 2, 3
14	Pinlock Mono Bi Al	---	4.250 / 450	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 4
10	Pinlock Mono Bi Al	---	4.000 / 400	5.000.000	Durchläufer
15	Pinlock Mono Bi Al	---	4.250 / 425	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 4
16	Pinlock Mono Bi Al	---	4.000 / 400	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 4
13	Pinlock Mono Bi Al	---	3.750 / 375	5.000.000	Durchläufer
07	Pinlock Mono Bi Al	---	4.000 / 400	5.000.000	Durchläufer
11	Pinlock Mono Bi Al	---	4.250 / 425	5.000.000	Durchläufer
08	Pinlock Mono Bi Al	---	4.500 / 450	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 3, 4
33	Pinlock Mono Bi Al	---	4.250 / 425	5.000.000	Durchläufer mit Anriss 4
34	Pinlock Mono Bi Al	---	4.000 / 400	5.000.000	Durchläufer

Tabelle 5: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 3

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
19	Sup-Air Al	offen	800 / 80 1.000 / 100*	5.000.000 147.000	Durchläufer Bruch 1
02	Sup-Air Al	offen	900 / 90*	5.000.000	Durchläufer
20	Sup-Air Al	offen	1000 / 100*	268.000	Bruch 1

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 6: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 4

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
24	Austrialpin 3200 Delta St	offen	1.500 / 150* 1.800 / 180* 2.100 / 210*	1.000.000 1.000.000 488.000	Stop Stop Bruch 1
23	Austrialpin 3200Delta St	offen	1.700 / 170	1.030.000	Bruch 1

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 7: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 5

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
27	Champ Al	offen	1.000 / 100	26.000	Bruch
25	Champ Al	offen	500 / 50	5.000.000	Durchläufer

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 8: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 6

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
26	Quick out Al	---	6.000 / 60	2.153.000 5.000.000	Stop (Bruch Buchse) weiter Durchläufer mit Anriss der Buchse, Funktion i.O.

Tabelle 9: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 7

Nr.	Variante	Schn.	Fo / Fu [N]	N	Bemerkung
31	Austrialpin Paralfy	geschlos sen	2.500 / 250	106.000	Bruch 1

*: klemmt beim Öffnen

Tabelle 10: Tabellarische Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Variante 8

4.2 Bruchlage

Bei einem Großteil der Karabiner liegt der Rissausgangsort in den Bögen auf der gegenüber liegenden Seite des Schnappers. Bei der Variante 3 traten vier verschiedene Bruchlagen auf (siehe Bild 4 bis 6).

Bei der Variante 7 wurde nach der Prüfung eine defekte Hülse unter dem Gurtband festgestellt (siehe Bild 6). Dieses ist jedoch kein sicherheitsrelevantes Element des Karabiners.

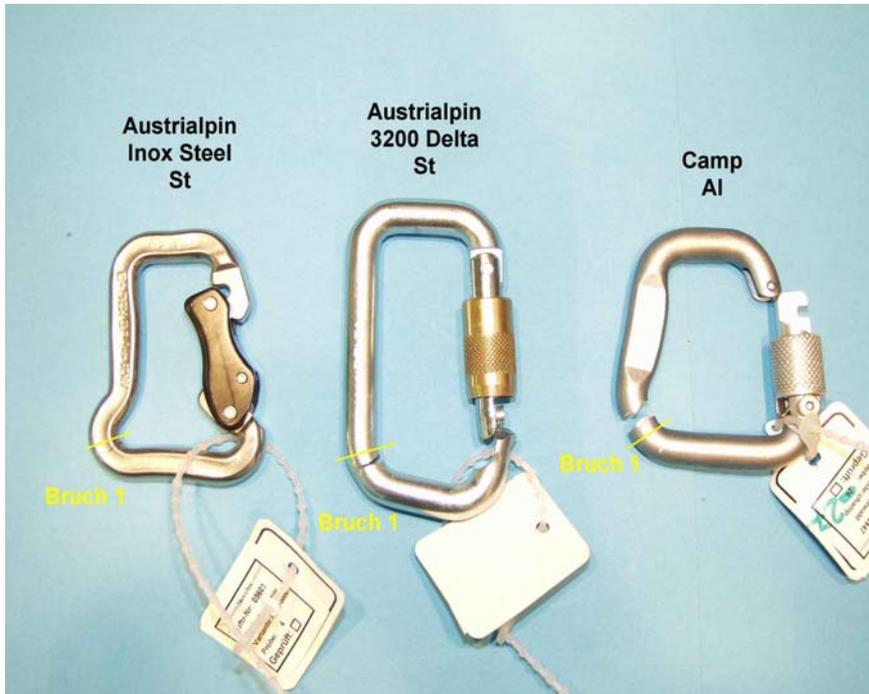


Bild 4: Foto der Bruchlagen der Varianten 2, 5 und 6

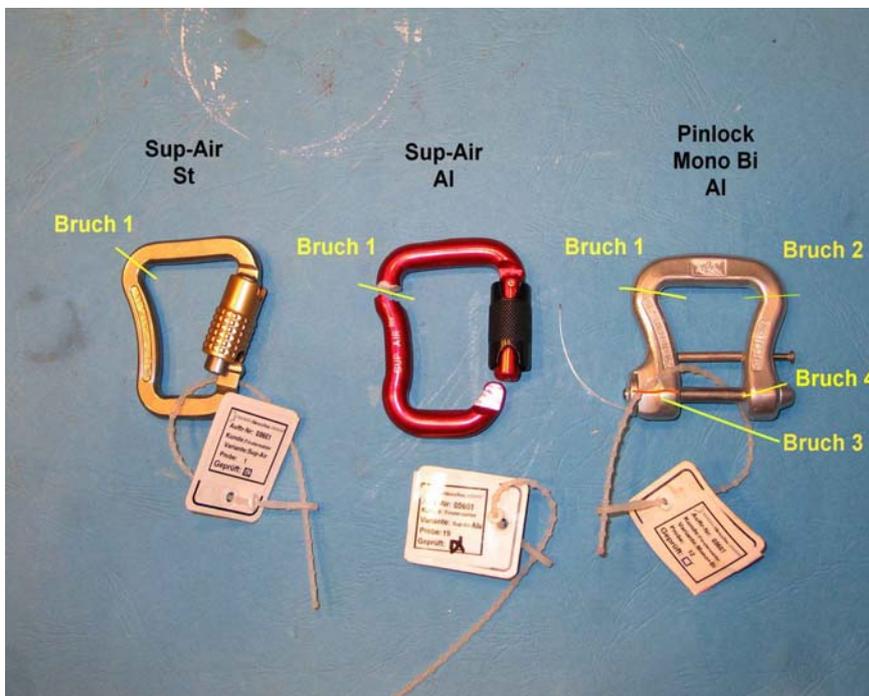


Bild 5: Foto der Bruchlagen der Varianten 1, 4 und 3

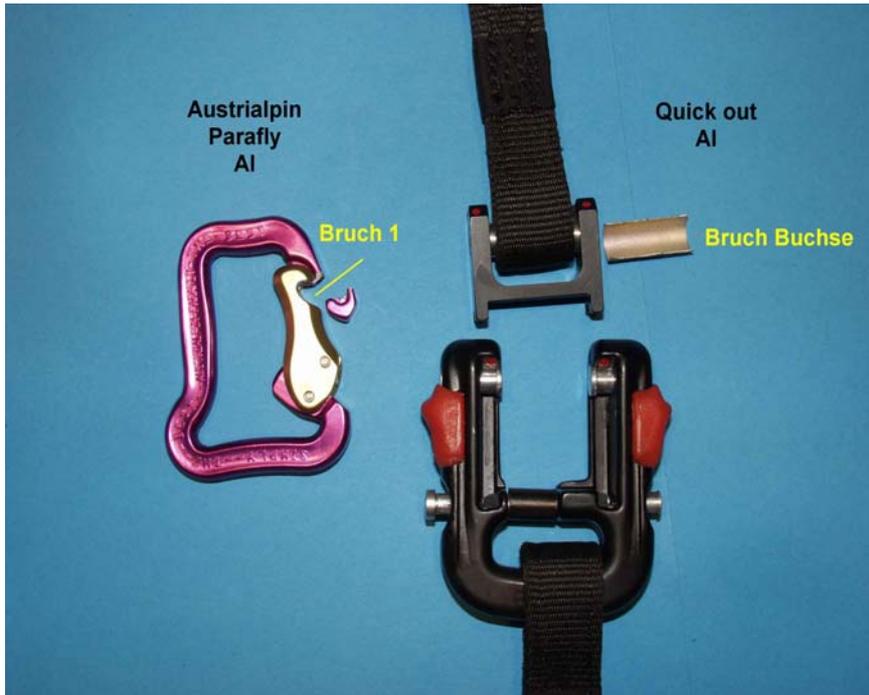


Bild 6: Foto der Bruchlagen der Varianten 8 und 7

4.3 Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse

In Bild 7 folgt eine Darstellung der Versuchspunkte der Variante 3 (Pinlock Mono Bi Al Karabiner) im Treppenstufenverfahren.

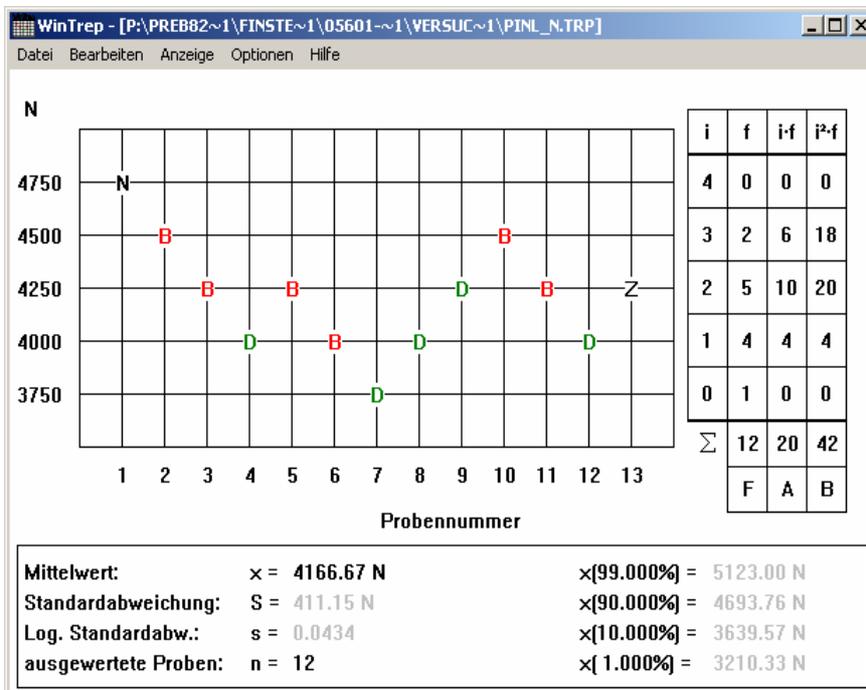


Bild 7: Darstellung der Versuchspunkte der Variante 3 im Treppenstufenverfahren

5. Allgemeines

Die Schwingfestigkeit von Bauteilen unterliegt einer statistischen Streuung. Die statistische Aussagegenauigkeit ist abhängig von der Anzahl der geprüften Bauteile.

Im Prüflabor der Fa. SincoTec werden ausschließlich Mess- und Prüfmittel eingesetzt, die auf nationale oder internationale Normale rückführbar sind.

Vorbereitend für jede Versuchsreihe erfolgt eine elektrische und mechanische Überprüfung der Kalibrierung der gesamten Messkette.

Die Messunsicherheit des verwendeten Mess- bzw. Regelaufnehmers ist kleiner als $\pm 1 \%$ nach DIN EN 10.002-3.

6. Anhang