

Prof. Dr. J. Geis-Gerstorfer • Osianderstraße 2-8 • D-72076 Tübingen

Firma  
Ankatit-Anka Guss GmbH  
Schillerstr. 26  
63875 Waldaschaff

**Prof. Dr. Jürgen Geis-Gerstorfer**

*Leiter der Sektion*

**Medizinische Werkstoffkunde und  
Technologie**

*am*

**Universitätsklinikum Tübingen**

Osianderstr. 2-8  
D-72076 Tübingen

Tel./Fax: 07071 / 29-86199

Fax: 07071 / 29-5775

E-Mail: juergen@gerstorfer.net

# Expertise

## zum Korrosionsverhalten von 'Ankatit Legierungen'

### Allgemeine Angaben

Bezeichnung:	Korrosionsprüfung gemäß ISO 10271
Prüfgegenstand:	• Ankatit U
Auftraggeber:	Ankatit-Anka Guss GmbH Schillerstr. 26 63875 Waldaschaff
Ansprechpartner:	Herrn Detlef Kauermann
Auftrag vom:	02.11.2011
Auftragnehmer/Prüfer:	Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Jürgen Geis-Gerstorfer
Durchführung:	E. Schweizer (Analytik)
Datum der Expertise:	24.01.2012

## 1. Ziel der Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung bestand darin, die Aufbrenn-Legierung „Ankatit U“ in ihrem Korrosionsverhalten zu untersuchen.

## 2. Materialien

Chemische Zusammensetzung der untersuchten Legierung nach Herstellerangaben:

Ankatit U:	Co:	62,3 %
(LOT: Muster 5181)	Cr:	25,2 %
	Mo:	6,0 %
	W:	5,0 %
	Si:	0,8 %
	Mn:	0,7 %
	C:	<0,02 %

## 2. Methoden

### 2.1. Probenpräparation

Von den erhaltenen Gusswürfeln wurden 6 Prüfkörper der Größe 32 x 12 x 1,5 mm gegossen. Die Proben wurden mit SiC 180/ 320/600 bis SiC 1200 auf allen sechs Seiten geschliffen.

Da es sich um eine Aufbrennlegierung handelt, wurde sie vor dem Korrosionstest einem simulierten Keramikbrand unterzogen.

Die Proben wurden bei 600 °C in den Ofen eingesetzt. Der Ofen wurde dann innerhalb von 7 min auf 930 °C aufgeheizt und diese Temperatur 10 min gehalten.

Von allen Oberflächen wurde anschließend mindestens 0,1 mm entfernt. Die Schußpolitur erfolgte jeweils mit frischem P1200 (ISO 6344:1998) SiC Naßschleifpapier.

Nach der Oberflächenpräparation wurde jede Probe individuell mit einer Schieblehre vermessen und die Oberfläche jeder Probe auf 0,1 cm<sup>2</sup> bestimmt

Danach wurden die Oberflächen für 2-5 Minuten im Ultraschallbad mit Ethanol gereinigt.

## **2.2. Korrosionsuntersuchungen**

Die Korrosionsprüfungen erfolgten gemäß ISO 10271. Der Elektrolyt für die Tauchversuche bestand aus 0,1 mol/L Milchsäure und 0,1 mol/L NaCl (pH 2,3).

### **2.2.1. Immersionsprüfung**

#### **Chemikalien**

- ◆ Natriumchlorid (Merck Nr. 1.06404)
- ◆ Milchsäure 90% (AppliChem Nr. A3509)
- ◆ Ultrapur Wasser (18,2 MW x cm at 25°C, Millipore Simplicity 185)
- ◆ Einzelelement Plasma Standard Lösung für ICP-OES Analyse, Specpure®, Alfa Aesar, 1000 µg/ml je Element

#### **Testprozedur**

Der Immersionstest wurde in Kunststoffröhrchen [15 ml (Material PP) mit Verschlusskappen (Material PE), Greiner BioOne Nr. 188261 and 210261] durchgeführt.

Jede Probe wurde in ein separates Röhrchen plaziert, wobei auf minimale Kontaktpunkte der Probe mit den Röhrchen geachtet wurde.

Sodann wurde 10 ml Testlösung (0,1 m NaCl; 0,1 m Milchsäure) in die Röhrchen gefüllt und anschließend verschlossen, um eine Verdunstung der Lösung zu verhindern. Die Proben/ Röhrchen wurden in einem Inkubator auf  $37\pm 1$  °C temperiert.

#### **Untersuchungszeitraum**

Die Immersionszeit betrug 1 - 42 Tage.

#### **Elementanalyse**

Die Analyse der in Lösung gegangenen Elemente wurde mit einem ICP-OES Spektrometer Optima 4300 DV (Perkin-Elmer) vorgenommen. Zur Kallibrierung wurden Standardlösungen unter Verwendung der Testlösung (0,1 m NaCl/Milchsäure, pH 2,3) angesetzt.

Jedes Element wurde bei 2 verschiedenen Wellenlängen und 3 sequentiellen Messdurchläufen bestimmt. Daraus wurden Mittelwerte berechnet. Die Nachweisempfindlichkeit der Konzentrationen der untersuchten Legierungselemente wurde als  $<0,05$  mg/l ermittelt (blank detection limit). Die Menge der herausgelösten Elemente wurde auf µg/cm<sup>2</sup> umgerechnet.

### 3. Ergebnisse

Tab. 1: Analytisch (ICP-OES) bestimmter Masseverlust von **Ankatit U**.

Tag	Probe	Mo	Co	Cr	Mn	Si	W
1	1	0,00	0,47	0,04	0		0
	2	0,07	0,76	0,05	0		0,05
	3	0,00	0,43	0,04	0		0
	4	0,00	0,51	0,05	0		0
	5	0,00	0,58	0,05	0		0
	6	0,00	0,49	0,06	0		0
	<b>Mean</b>	<b>0,01</b>	<b>0,54</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0,03</b>	<b>0,12</b>	<b>0,01</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
4	1	0	0,09	0	0		0
	2	0	0,19	0	0		0
	3	0	0,08	0	0		0
	4	0	0,11	0	0		0
	5	0	0,12	0	0		0
	6	0	0,09	0	0		0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0,11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0,04</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
7	1	0	0	0	0		0
	2	0	0,07	0	0		0
	3	0	0	0	0		0
	4	0	0,04	0	0		0
	5	0	0,05	0	0		0
	6	0	0,04	0	0		0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0,03</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0,03</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
14	1	0	0,07	0	0		0
	2	0	0,11	0	0		0
	3	0	0,06	0	0		0
	4	0	0,08	0	0		0
	5	0	0,08	0	0		0
	6	0	0,07	0	0		0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0,08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0,02</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
21	1	0	0	0	0		0
	2	0	0,07	0	0		0
	3	0	0,05	0	0		0
	4	0	0,05	0	0		0
	5	0	0,05	0	0		0
	6	0	0,05	0	0		0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0,02</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>

28	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0,05	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0,02</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
35	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
35	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
	<b>Mean</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>StAbw</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tab. 2: Summierter mittlerer Masseverlust aller Elemente aus der Tabelle 1 von **Ankatit U**.

Tag	Summe [ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ]
1	0,61
4	0,72
7	0,76
14	0,83
21	0,88
28	0,89
35	0,89
42	0,89

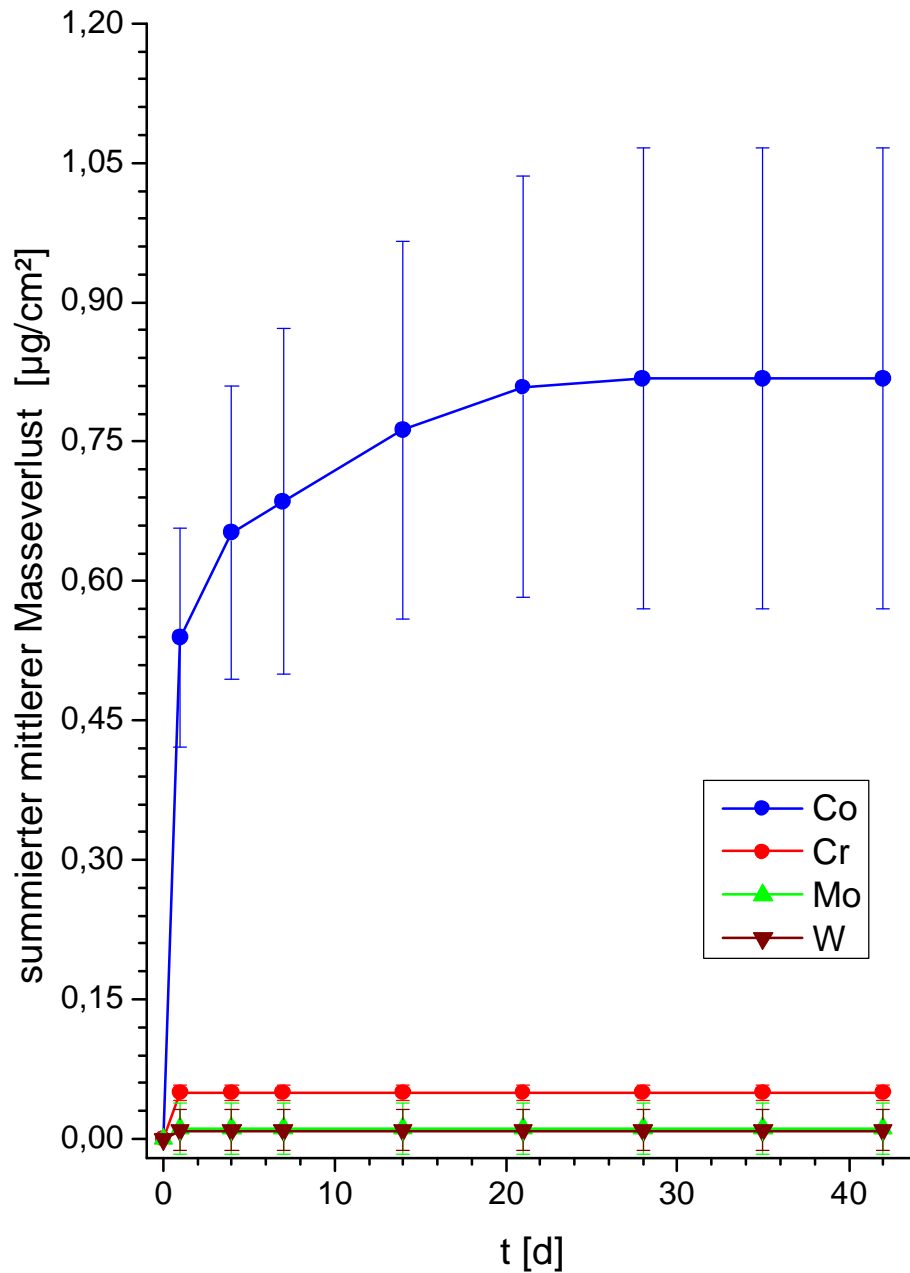


Abb. 1: Über die Zeit aufsummierter mittlerer Gesamtmasseverlust ( $n=6$ ) der analysierten Elemente von **Ankatit U**.

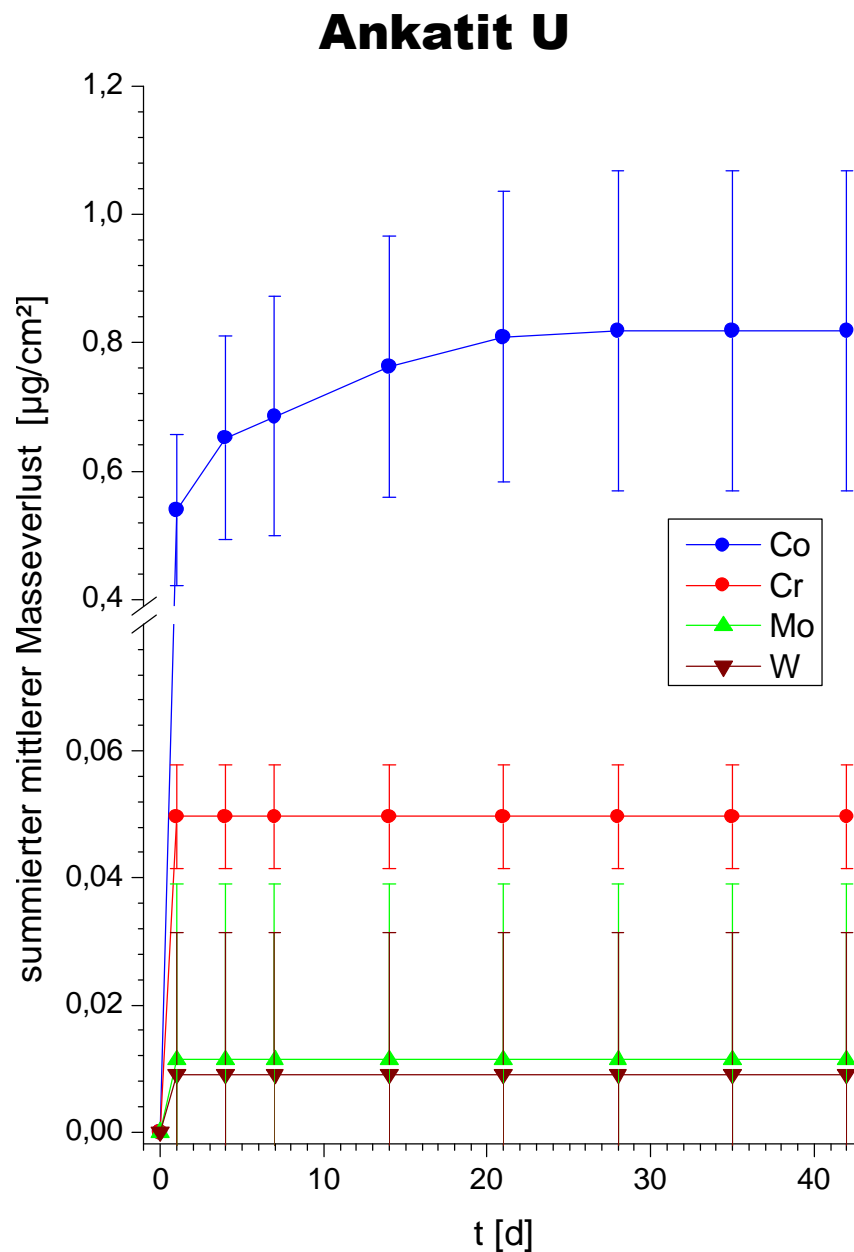
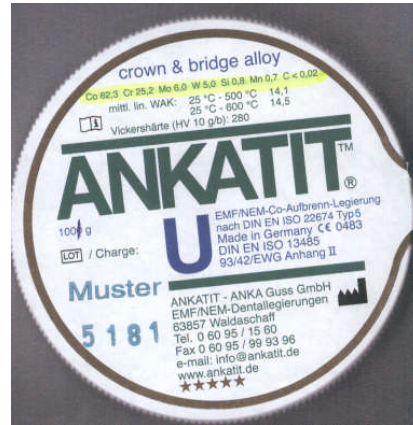


Abb. 1a: Die Mittelwerte liegen rechnerisch z.T. unterhalb der tatsächlichen Nachweisempfindlichkeit der Analysenmethode von  $0,05 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

**Zusammenfassung:**

Die hier untersuchte Legierung „Ankatit U“ zeigte eine außerordentlich geringe chemische Löslichkeit und kann somit hinsichtlich ihres in diesem Test gezeigten Korrosionsverhaltens der Spitzengruppe der edelmetallfreien Legierungen zugeordnet werden.

Tübingen, den 24 Januar 2012

Prof. Dr. Jürgen Geis-Gerstorfer  
Auftragnehmer/Prüfer