

KfK 3975  
September 1985

# **1000 h-Langzeituntersuchungen zur Iod-Korrosion an ausgewählten Edelstahlproben unter simulierten Auflöserbedingungen**

J. Amend, H.-G. Dillmann, J. Furrer, R. Kaempfer  
Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik  
Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik  
Projekt Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung

KfK 3975

PWA 53/85

1000 h-Langzeituntersuchungen zur Iod-Korrosion an  
ausgewählten Edelstahlproben unter simulierter  
Auflöserbedingungen

J. Amend, H.-G. Dillmann, J. Furrer, R. Kaempfer

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt  
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
ISSN 0303-4003

1000 h-Langzeituntersuchungen zur Iod-Korrosion an  
ausgewählten Edelstahlproben unter simulierten  
Auflöserbedingungen

Zusammenfassung

Die Ergebnisse eines neuen Verfahrens zur Langzeituntersuchung von Iod-Korrosion an ausgewählten Edelstählen in Gegenwart von  $\text{NO}_x$  werden vorgestellt.

Unter den vorgegebenen Korrosionsbedingungen des Auflöserabgases (4 g Iod/ $\text{m}^3$  und 1 Vol.-%  $\text{NO}_x$ ) haben sich die Werkstoffe 1.4539 und 1.4563 bewährt. Für den Werkstoff 1.4306 konnte nach Ablauf von 600 h Einwirkungszeit beim Einsatz in der Kondensationsphase Lochfraß nachgewiesen werden.

Diese extremen Langzeiteffekte wurden mit der begleitenden potentiokinetischen Untersuchung nicht erfaßt, da sie sich aus versuchsbedingten Gründen über wesentlich kürzere Zeiträume erstreckte.

1000 h Investigations of Iodine Induced Corrosion Performed  
on Selected Stainless Steel Specimens under Simulated  
Dissolver Conditions

Abstract

The results are presented of a novel technique for extended time investigations of iodine induced corrosion performed on selected stainless steel specimens in the presence of  $\text{NO}_x$ .

Under the specified corrosion conditions of the dissolver offgas (4 g iodine/ $\text{m}^3$  and 1 vol.-%  $\text{NO}_x$ ) the materials 1.4539 and 1.4563 have stood the test. For the material 1.4306 pitting corrosion was found after 600 h of exposure in the condensation phase.

These extreme long-time effects were not recorded by the potentiokinetic investigation made in parallel because the latter experiment covered much shorter periods of time.

## Inhaltsverzeichnis

### A. Langzeitkorrosionstests

1. Einleitung und Problemstellung
2. Versuchsaufbau
3. Versuchsdurchführung
4. Ergebnisse

### B. Elektrochemische, potentiokinetische Untersuchungen

1. Einleitung
2. Versuchsaufbau und Durchführung
3. Ergebnisse

### C. Literatur

### D. Tabellen

### E. Abbildungen

## A. Langzeitkorrosionstests

### 1. Einleitung und Problemstellung

Die bei der Iodeinspeisung in die Auflöserabgas-Reinigungsanlage PASSAT aufgetretene Korrosion im Naßteil der Anlage führte zu ersten Kurzzeit-Korrosionstests an geschweißten Edelstahlproben /1/. Die Ergebnisse dieser 150 h und 300 h Tests ließen erkennen, daß zutreffende Aussagen über das Langzeitverhalten von Edelstählen in korrosiven Medien wie Iod und  $\text{NO}_x$  nicht gemacht werden können. Aufgrund starker Korrosion wurde die Auswahl der eingesetzten Edelstahlproben für die 1000 h-Korrosionsuntersuchung nach folgenden Kriterien getroffen:

- a) Stähle mit niedrigerem Kohlenstoffgehalt (X 1, X 2) mit maximal 0,02 Gew.-% C. Die Werkstoffe 1.4541 und 1.4571, beide X 10, d.h. max. 0,1 Gew.-% C, wurden nicht mehr eingesetzt.
- b) Stähle mit höheren CrNi + Mo-Gehalt, da mit steigender Wirksumme (W) die Lochfraßbeständigkeit verbessert wird /2/.  
Wirksumme (W) = Massenprozent Cr + 3 Massenprozent Mo der Legierung.

Wegen der Abhängigkeit der Korrosion in der flüssigen Phase der  $\text{HNO}_3$  von der Konzentration gelöster Chrom-, Mangan- und Eisenionen, sind definierte Konzentrationen dieser Ionen zuzüglich Cerionen als Auflöser-simulat-Lösung vorgelegt worden.

Die Problemstellung für die Testapparatur bei der Langzeituntersuchung bestand darin, das Flüssigkeitsniveau der siedenden Säure bei konstanter Verdampfungsrate nur innerhalb äußerst geringer Grenzen schwanken zu lassen, d.h. sehr geringe Änderungen des Flüssigkeitsvolumens bedingen sehr geringe Änderungen der Säurekonzentration. Im Versuchsbetrieb betrug die maximale

Volumenabweichung  $\pm 1,4 \%$ , das entspricht einer Säurekonzentrationsänderung von  $\leq 0,6 \%$ .

Außerdem resultiert daraus ein gleichbleibendes Volumen der Dampfphase. Die Konzentrationen an Iod und  $\text{NO}_x$  im definierten Gasvolumenstrom sowie die Verweilzeit über die Flüssigkeit wird dann konstant gehalten, da die sich am Siedepunkt einstellende Temperatur ein Fixpunkt ist.

Gelöst wurde die Aufgabe mit einer modifizierten Füllstandshöhenregelung, die mit der Heizung so gekoppelt war, daß die über einen bestimmten Zeitraum zudosierte Flüssigkeitsmenge der Verdampfungsrate entsprach.

## 2. Versuchsaufbau

Das Schema der Testapparatur wird in Abbildung 1 wiedergegeben /3/.

In einem Reaktionsgefäß aus Glas, welches mit verd.  $\text{HNO}_3$  halbfüllt ist, befindet sich ein Glasgestell, an dem die Edelstahlproben mit PTFE-Bändern so befestigt sind, daß eine Serie Proben von der Säure gut bedeckt ist, während die andere Serie 5 cm von der Flüssigkeitsoberfläche entfernt in der Dampfphase hängt.

Eine mit PTFE vollisolierte Stabsonde zur kapazitiven Füllstandsmessung ragt zentral in das Reaktionsgefäß. Die Sonde ist in der Art modifiziert, daß die zur kapazitiven Messung notwendige zweite Kondensatorplatte als Kupferblechmantel um das Gefäß gelegt ist. Ein 2 cm breiter Sehschlitz ermöglicht die visuelle Beobachtung während des Versuches.

Die Beheizung erfolgt durch einen Heizpilz, der zur Vermeidung von Siedeverzügen mit einem Magnetrührer im Verbund geschaltet ist.

Mit Hilfe einer Dosierpumpe wird aus einem Vorratsgefäß die der Verdampfungsrate und Iodkonzentration entsprechende Menge einer salpetersauren NaI-Lösung durch eine Kapillare in die Flüssigkeit des Reaktionsbehälters dosiert.

Der Gasvolumenstrom von 50 l Luft/h wird mit einem Kleinkompressor erzeugt, die Volumenmessung geschieht mit Durchflußmessern. Der Luftmenge wird über eine Mischkammer exakt 1 Vol.% NO zugeregt und das Gemisch durch eine Glasfritte in die Dampfphase des Reaktionsbehälters eingespeist.

Das Iod- und NO<sub>x</sub>-haltige Wasserdampf-Luftgemisch strömt aus dem Reaktionsbehälter in den auf 60 °C geregelten Kondensationsbehälter. Im Kondensationsbehälter sind die Edelstahlproben in der gleichen Art wie im Reaktionsbehälter an einem Glasgestell befestigt. Am Boden des Gefäßes befindet sich ein Ventil zum Kondensatablaß. Die Iod- und NO<sub>x</sub>-Rückhaltung des Gasgemisches erfolgt in zwei weiteren Gefäßen mit 30prozentiger NaOH durch Auswaschen.

Der stationäre Zustand der Apparatur, bei dem das vorgegebene Niveau der siedenden Säure bei konstanter Temperatur gehalten wird und die Verdampfungsrate dem kontinuierlichen Zulauf entspricht, wird durch die Regeleinrichtung erreicht.

Die Regeleinrichtung umfaßt die komplette Meßeinrichtung, bestehend aus der mit Elektronikeinsatz versehenen Sonde zur kapazitiven Füllstandsmessung mit separatem Meßumformer (Silometer), einem PID-Regler, dem Leistungssteller (Thyristor) und dem Grenzwertgeber.

Das füllstandsproportionale Meßsignal der Sonde wird im Silometer auf ein normiertes Ausgangssignal von 0 - 20 mA bzw. 4 - 20 mA (Sero-Life) umgeformt. Der verwendete Regler, ein stetiger PID-Regler mit analogem Stromausgang, Sollwert-Einsteller und Handautomatik verfügte zusätzlich über eine Digitalanzeige für Soll- und Istwert und Stellsignal, sowie über eine quasi-

analoge LED-Anzeigekette für Regelabweichungen. Für diesen Regelvorgang mußte der Regler invers geschaltet werden, d.h. die Wirkungsrichtung des Ausgangssignals war umgekehrt.

Bei einem eingestellten Proportionalbereich von  $X_p = 50 \%$ , einer Nachstellzeit von  $T_N = 18$  min konnte eine Regelung ohne bleibende Regelabweichung und ein Anfahrverhalten ohne Überschwingungen erzielt werden. Das vom Regler ausgehende Stellsignal, welches über das Stellglied (Leistungssteller) die Regelung der Heizung ermöglichte, lag laut digitaler Anzeige im stationären Zustand der Apparatur bei  $50 \%$ .

Eventuelle extreme Abweichungen des Füllstandes sollten aus sicherheitstechnischen Gründen mit einem Grenzwertgeber abgefangen werden. Der Grenzwertgeber für 2 Signale mit je einem Grenzwert für Maximalwert-Überschreitung und Minimalwert-Unterschreitung hätte die Heizung und die Dosierpumpe ausgestellt und zusätzlich über ein Magnetventil die NO-Einspeisung unterbrochen.

### 3. Versuchsdurchführung

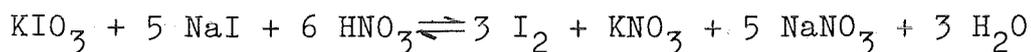
Für den 1000 h-Korrosionstest wurden folgende nach dem WIG-Verfahren geschweißte Edelstähle:

1.4462	1.4539
1.4306 (Krupp)	1.4563
1.4306 (Thyssen)	Inconel 625

als gebeizte und passivierte Proben im Format von ca.  $50 \times 20 \times 2$  mm<sup>3</sup> eingesetzt. Die Übersichtstabelle (Tabelle 1) zeigt die Hersteller, die Schweißzusätze und die Legierungsanteile der Edelstähle. Der Einsatz der Proben erfolgte in der Flüssig- und in der Dampfphase bei ca.  $104^\circ\text{C} - 105^\circ\text{C}$ , im Kondensationsgefäß bei  $60^\circ\text{C}$ . Der Ansatz im Reaktionsgefäß enthielt  $\text{KIO}_3$  (4,9 g) in 3,5 molarer  $\text{HNO}_3$  (ca. 600 ml). Zusätzlich wurden zur Simulation der Auflöserlösung folgende Ionen vorgelegt:

Cr<sup>VI</sup> : 120 mg/l      Ce<sup>III</sup>: 1300 mg/l  
Fe<sup>III</sup>: 1000 mg/l     Mn<sup>VII</sup>: 40 mg/l

Über die Dosierpumpe wurde eine Lösung (58 ml  $\hat{=}$  Verdampfungsrate) von Natriumiodid in verdünnter HNO<sub>3</sub> zugespeist. Die Konzentration der NaI-Lösung war so berechnet, daß nach der Gleichung:



200 mg Iod/h entwickelt wurden. Nach Zugabe von NO<sub>x</sub> in das Transportgas (50 l/h) entspricht dies der Auflöserabgas-Zusammensetzung von 4 mg Iod/l und der NO<sub>x</sub>-Konzentration von 1 Vol.%. Die zudosierte Menge an HNO<sub>3</sub> ersetzt den stöchiometrischen Verbrauch an Säure bei dieser Reaktion.

Um unnötige Aufkonzentrierung der entstandenen Salze zu vermeiden, wurde ca. alle 80 h der Versuch vollständig neu angesetzt.

Die Auswertung der Testproben erfolgte nach 150, 300, 600 und 1000 Stunden.

#### 4. Ergebnisse

In Tabelle 1 und 2 sind die differentiellen und integralen Korrosionsraten der Edelstahlproben mit normaler und intensiver Vorbehandlung (Beizen und Passivieren) der jeweiligen 1000 h Korrosionsteste aufgeführt. Zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Korrosionsverhaltens sind die Werkstoffe 1.4306 ESU und 1.4539 herausgestellt worden. In der flüssigen Phase zeigen beide Werkstoffe nach 150 h einen hohen Abtrag, der sich dann gleichmäßig abschwächt (Abb. 2). Durch die intensivere Vorbehandlung wurden die hohen Anfangskorrosionsraten reduziert und ab 300 h findet ein stetiger Abtrag auf niedrigerem Niveau statt.

Dem Einsatz in der Dampfphase widerstanden alle Stähle.

In der Kondensationsphase dagegen sind die Unterschiede der beiden Edelstähle klar zu erkennen (Abb. 3). Beim Werkstoff 1.4306 ESU wurde durch die Intensiv-Vorbehandlung der Erstabtrag drastisch verringert und durch die gebildete Passivschicht findet eine Stabilisierung bis 600 h statt. Nach 1000 h trat deutlich Lochfraß auf, der durch Untersuchungen am Raster-Elektronenmikroskop (REM) bestätigt wird (Abb. 4). Unter den gewählten Korrosionsbedingungen haben sich die Werkstoffe 1.4539 und 1.4563 sowie bedingt 1.4462 bewährt.

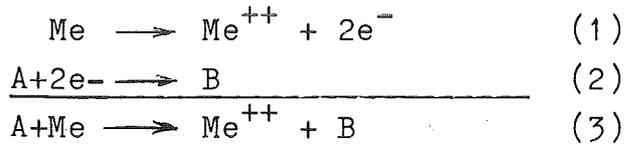
## B. Elektrochemische, potentiokinetische Untersuchungen

### 1. Einleitung

Theoretisch ist der Ablauf der Korrosion mit den Mitteln der Thermodynamik, der chemischen Kinetik und der Diffusion berechenbar. Wegen der Vielfalt der bei der Korrosion ablaufenden Vorgänge ist allerdings eine Voraussage über Ablauf und Geschwindigkeit der Korrosion nur in seltenen Fällen möglich. Aus diesem Grunde besitzen Korrosionsversuche bei der Beurteilung von Korrosionsproblemen eine besondere Bedeutung.

Die Korrosionsvorgänge mit Gasen werden als Zunderung bezeichnet. Bei der Korrosion mit Flüssigkeiten, insbesondere mit wässrigen Lösungen, aber auch mit Salzschmelzen, sind elektrochemische Vorgänge bestimmend; man spricht deshalb auch von "elektrochemischer Korrosion".

Der elektrochemische Mechanismus der Korrosion besagt im Prinzip, daß die Korrosion eines Metalls in einem Elektrolyten aus zwei an verschiedenen Orten ablaufenden Teilreaktionen besteht, die sich an einem zweiwertigen Metall wie folgt formulieren lassen:



Bei elektrochemischen Vorgängen treten zwei charakteristische Größen auf, durch die sich die vielfältigen Arten und komplizierten Eigenschaften von Elektrodenvorgängen quantitativ beschreiben lassen:

- a) Das Potential, meßbar als Differenz gegenüber einer Bezugsselektrode;
- b) die Stromdichte, gegeben durch den Quotienten aus Stromstärke und Elektrodenoberfläche.

Wird durch eine äußere Stromquelle ein Stromfluß erzwungen, so kann der fließende Strom als Funktion der an einer Elektrode angelegten Potentialdifferenz gemessen werden, man erhält eine Stromdichte-Potentialkurve.

## 2. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Die Abbildung 5 zeigt das Prinzipschaltbild der Versuchsanordnung zur Aufnahme von Stromdichte-Potentialkurven.

Für die durchgeführten Untersuchungen wurde 1 n  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + x n KI ( $x = 10^{-4}, 10^{-2}$ ) als Elektrolyt gewählt, da  $\text{HNO}_3$  für sich selbst ein elektrochemisches Redoxsystem darstellt und die anfallenden Kurven wesentlich schwerer zu interpretieren sind. Die Arbeitstemperatur der belüfteten Meßzelle betrug 20 °C.

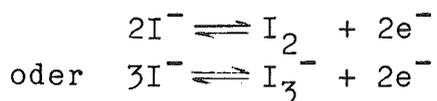
Als Vorschubgeschwindigkeit wurde für alle Versuche  $0,440 \text{ mVs}^{-1}$  gewählt. Die Vorbehandlung der eingesetzten Edelstahlproben wurde bereits beschrieben.

### 3. Ergebnisse

Abbildung 6 zeigt die Stromdichte-Potentialkurven ausgehend vom sich einstellenden Ruhepotential. Die Ruhepotentiale liegen alle voll im Passivbereich, zurückzuführen auf den Luftsauerstoff der belüfteten Meßzelle. Die geringfügigen Abweichungen beim Werkstoff 1.4541 liegen im Rahmen der Reproduzierbarkeit. Der starke Stromanstieg im Bereich von 900 mV wird verursacht:

- a) durch Sauerstoffentwicklung
- b) Übergang in die transpassive Auflösung des Werkstoffes.

In den Abbildungen 7, 8 und 9 sind die Stromdichte-Potentialkurven der Werkstoffe 1.4541, 1.4306 und 1.4539 dargestellt, die im Potentialbereich von - 400 bis + 900 mV zyklisch im iodidhaltigen Elektrolyten aufgenommen wurden. Die Ruhepotentiale wurden hier drastisch in Richtung negativer Potentiale verschoben. Im wesentlichen wird das Ruhepotential der Werkstoffproben in diesem Elektrolyten durch das Redoxpotential der Iod/-Iodid-Reaktion bestimmt:



wobei auch Iodat auftreten kann /4/.

Die dargestellten Kurven sind Summen-Stromdichte-Potentialkurven, bei denen die Korrosionsreaktion von der Iod/Iodid-Reaktion überlagert wird. Die bereits beschriebenen Langzeit-Laboruntersuchungen zur Iodkorrosion von Edeltählen zeigten nach 600 h beim Werkstoff 1.4306 einen stark ansteigenden Korrosionsangriff /5/. Da die potentiokinetischen Untersuchungen sich über einen wesentlich kürzeren Zeitraum erstreckten, können solche Langzeiteffekte deshalb nicht erfaßt werden.

C. Literatur

- /1/ J. Amend, J. Furrer, R. Kaempffer;  
18th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, Baltimore,  
Conf. 840806, Volume 1, p. 400 - 423 (1984).
- /2/ K. Lorenz, G. Medwar;  
Thyssenforschung 1 (3) 97/108 (1969).
- /3/ Patentanmeldung P 3403514.5 (1985)  
Einrichtung zur Konstanthaltung der Verdampfungsrate und  
Konzentration von beheizbaren aggressiven Medien.
- /4/ K. Vetter; Elektrochemische Kinetik,  
Springer Verlag Berlin, 1961.
- /5/ R. Kaempffer, J. Amend, H.-G. Dillmann, J. Furrer;  
Reaktortagung München,  
ISSN 0720 - 9207, p. 491 - 494 (1985).

Tabelle 1: Korrosionsrate an Edelstahlproben nach 1000 h-  
Korrosionstest in Iod- und NO<sub>x</sub>-haltiger Phase

Korrosionsrate

different.  $K_D = \frac{\Delta m_i}{A \cdot \Delta t_i} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right]$  ; integr.  $K_I = \frac{\sum \Delta m_i}{A \cdot \sum t_i} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right]$

N o r m a l e V o r b e h a n d l u n g

Flüssigphase

Stahlprobe	Different. Korrosionsrate $\frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$				Integr. $\frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$
	150 h	300 h	600 h	1000 h	1000 h
1.4462	31,0369	24,6828	30,6703	32,9003	30,7192
1.4306 WAK	29,9708	20,4678	24,1228	24,2599	24,5066
1.4306 ESU	36,4208	26,3470	24,6680	19,1791	24,4872
1.4563	38,8855	18,2839	18,2839	19,8934	22,0179
Inconel 625	47,6633	27,5457	28,7837	25,6500	30,1764
1.4539	39,8321	22,5715	21,6421	17,7253	22,9433

Dampfphase

1.4462	7,1663	0,2389	0,1194	3,7623	2,6515
1.4306 WAK	6,0464	2,1340	3,7346	2,9343	3,5212
1.4306 ESU	3,6701	2,3594	3,6701	3,2441	3,3031
1.4563	14,4140	6,4348	4,3757	0,3861	4,5945
Inconel 625	15,7100	3,3884	8,9332	7,3930	8,5019
1.4539	6,0196	0,2736	0,2736	5,4381	3,2013

Kondensationsphase

1.4462	0,4618	0,4618	0,5773	0,5196	0,5196
1.4306 WAK	111,9549	3,2089	0,5348	6,6852	20,1091
1.4306 ESU	427,7286	3,6873	0,1317	15,1114	70,7965
1.4563	3,4339	2,2075	0,9811	5,0589	3,1641
Inconel 625	12,6296	3,3884	0,1540	0,6931	2,7262
1.4539	3,3847	1,9341	0,3626	1,2693	1,4143

Tabelle 2: Korrosionsrate an Edelstahlproben nach 1000 h-  
Korrosionstest in Iod- und NO<sub>x</sub>-haltiger Phase

Korrosionsrate

different.  $K_D = \frac{\Delta m_i}{A \cdot \Delta t_i} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right]$  ; integr.  $K_I = \frac{\sum \Delta m_i}{A \cdot \sum t_i} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right]$

I n t e n s i v - V o r b e h a n d l u n g

Flüssigphase

Stahlprobe	Different. Korrosionsrate $\frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$				Integr. $\frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$
	150 h	300 h	600 h	1000 h	Korr. 1000 h
1.4462	22,8137	9,5761	9,9986	11,6181	12,5053
1.4306 WAK	14,1995	9,5847	9,5847	12,2471	11,3419
1.4306 ESU	16,2092	11,7647	11,8954	12,5490	12,7843
1.4563	19,6830	7,4131	7,0297	9,1066	9,8160
Inconel 625	34,2679	16,8224	15,1090	16,4720	18,7850
1.4539	30,4676	10,2564	8,8989	8,7104	12,2624

Dampfphase

1.4462	10,9479	2,3048	5,4739	2,3768	4,5808
1.4306 WAK	2,1834	0,7278	3,6390	0,5459	1,7467
1.4306 ESU	2,1147	0,2643	4,0973	0,4956	1,7843
1.4563	6,9018	-	3,5787	0,2876	2,2239
Inconel 625	12,4611	11,5265	13,7072	0,5841	7,9439
1.4539	14,3740	3,1623	3,4498	0,1078	3,7085

Kondensationsphase

1.4462	5,2342	0,2755	0,8264	7,8512	4,2149
1.4306 WAK	46,8584	0,3550	-	29,4196	18,8498
1.4306 ESU	11,9838	-	-	16,4127	8,3626
1.4563	4,8569	-	0,1278	0,5752	0,9969
Inconel 625	6,8536	0,3115	1,0903	1,2850	1,9159
1.4539	3,1646	-	0,9230	0,6922	1,0285

Tabelle 3: Übersichtstabelle der beim 1000 h Korrosionstest eingesetzten Edelstahlproben

Werkstoff DIN Nr. Handelsname bzw. Herkunft	Her- steller	Schweiß- zusatz	8	Wirk- summe (W) Mass. %	A n t e i l e i n G e w . %								Bemerkungen
					C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	
1.4462 X2 Cr Ni Mo N 22 5 3 SAF 2205	Sandvik	22.6.3L	7,8	31,1	0,027	0,35	1,67	0,026	0,003	22,1	5,7	3,0	N = 0,15
1.4306 X2 Cr Ni 18 9 ( W A K )	Thyssen	Thermanit 30/40 E	7,9	19,2	0,017	0,39	1,54	0,029	0,003	18,39	10,22	0,28	
1.4306 X2 Cr Ni 18 9 ( E S U )	Krupp	Thermanit 30/40 E	7,9	19,4	0,007	0,02	1,59	0,022	0,005	19,13	12,4	0,09	
1.4563 X1 Ni Cr Mo Cu 31 27 4 Sanicro 28	Sandvik	27.31.4L Cu	8,0	37,0	0,011	0,15	0,67	0,014	0,003	26,9	32,2	3,36	Cu = 1,0
Inconel 625	Wiggin Alloys	-	8,44	49,0	0,06	0,30	0,05	0,005	0,006	21,8	62,3	9,05	Co = 0,027 Fe = 2,4 Ti = 0,2 Al = 0,1 Ta+Nb = 3,7
1.4539 X2 Ni Cr Mo Cu 25 20 5 2 RK 65	Sandvik	20.25.5L Cu	8,0	32,6	0,018	0,497	1,667	0,016	0,004	19,4	24,77	4,393	Cu = 1,4

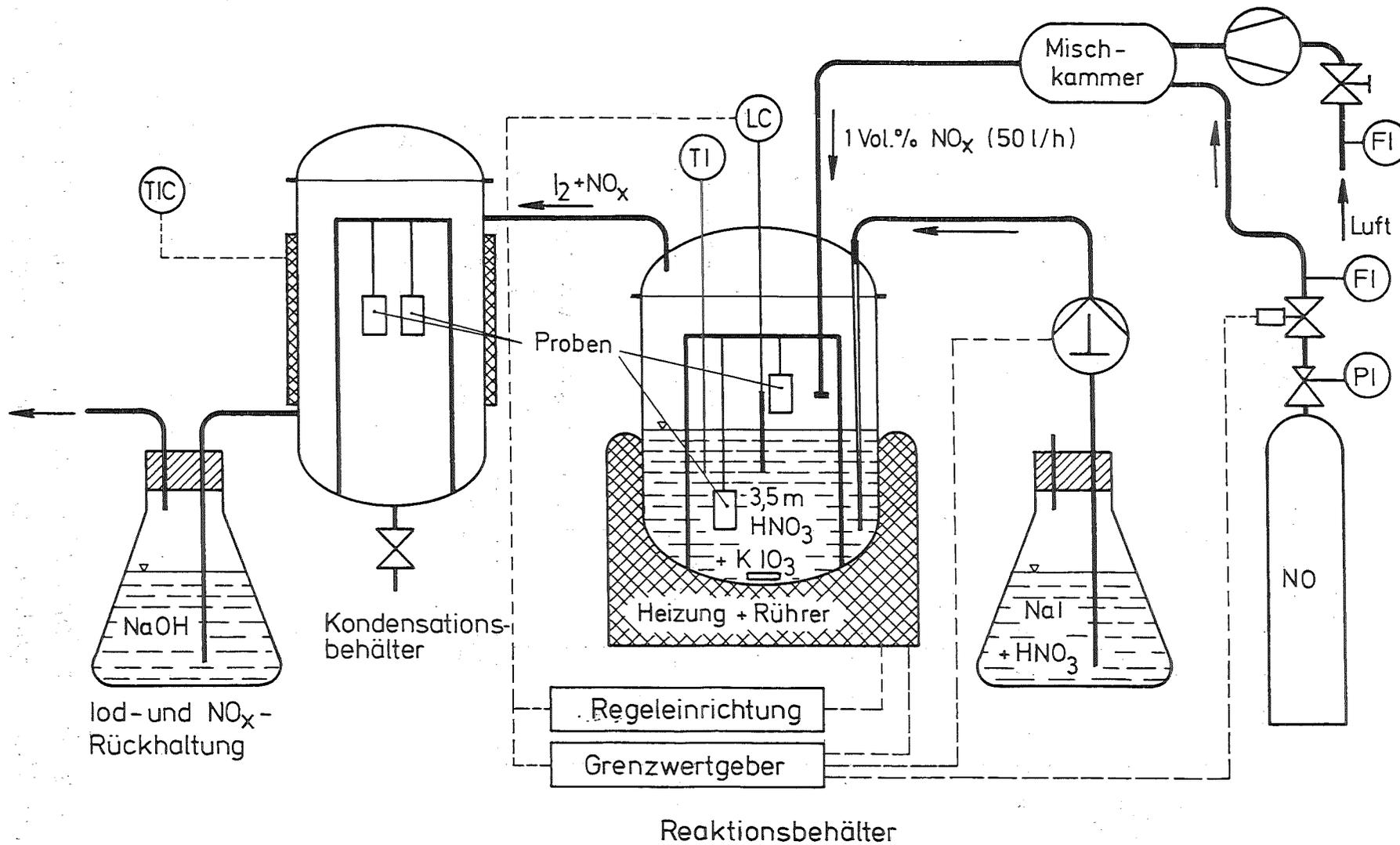


Abb. 1

Kontinuierlich arbeitende Testapparatur zur Korrosionsuntersuchung von Edelstahlproben in NO<sub>x</sub>- und I<sub>2</sub>-haltiger flüssiger und dampfförmiger Phase

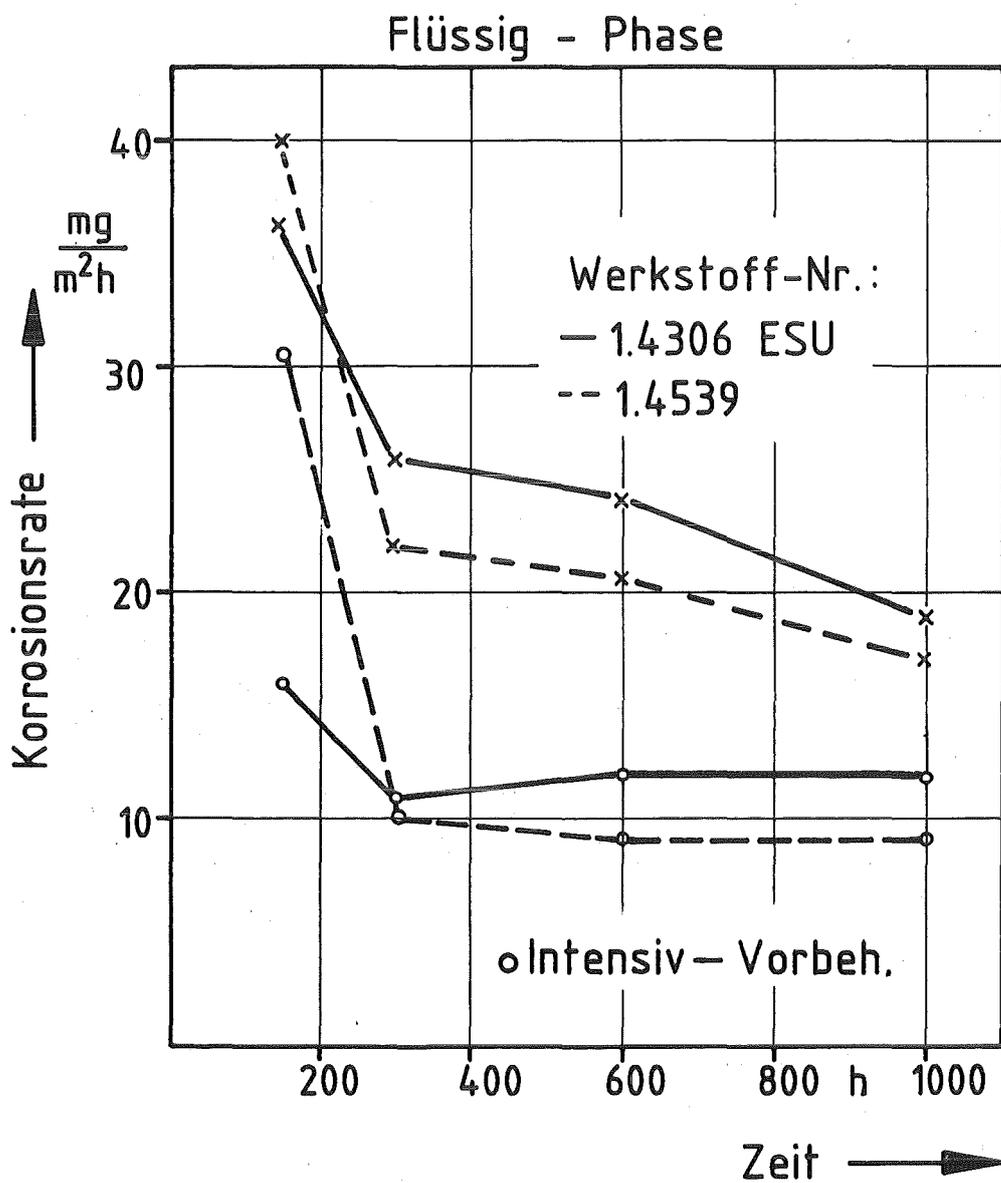


Abb. 2

Differentielle Korrosionsrate von Edelstahlproben mit unterschiedlicher Vorbehandlung als Funktion bestimmter Zeitabschnitte

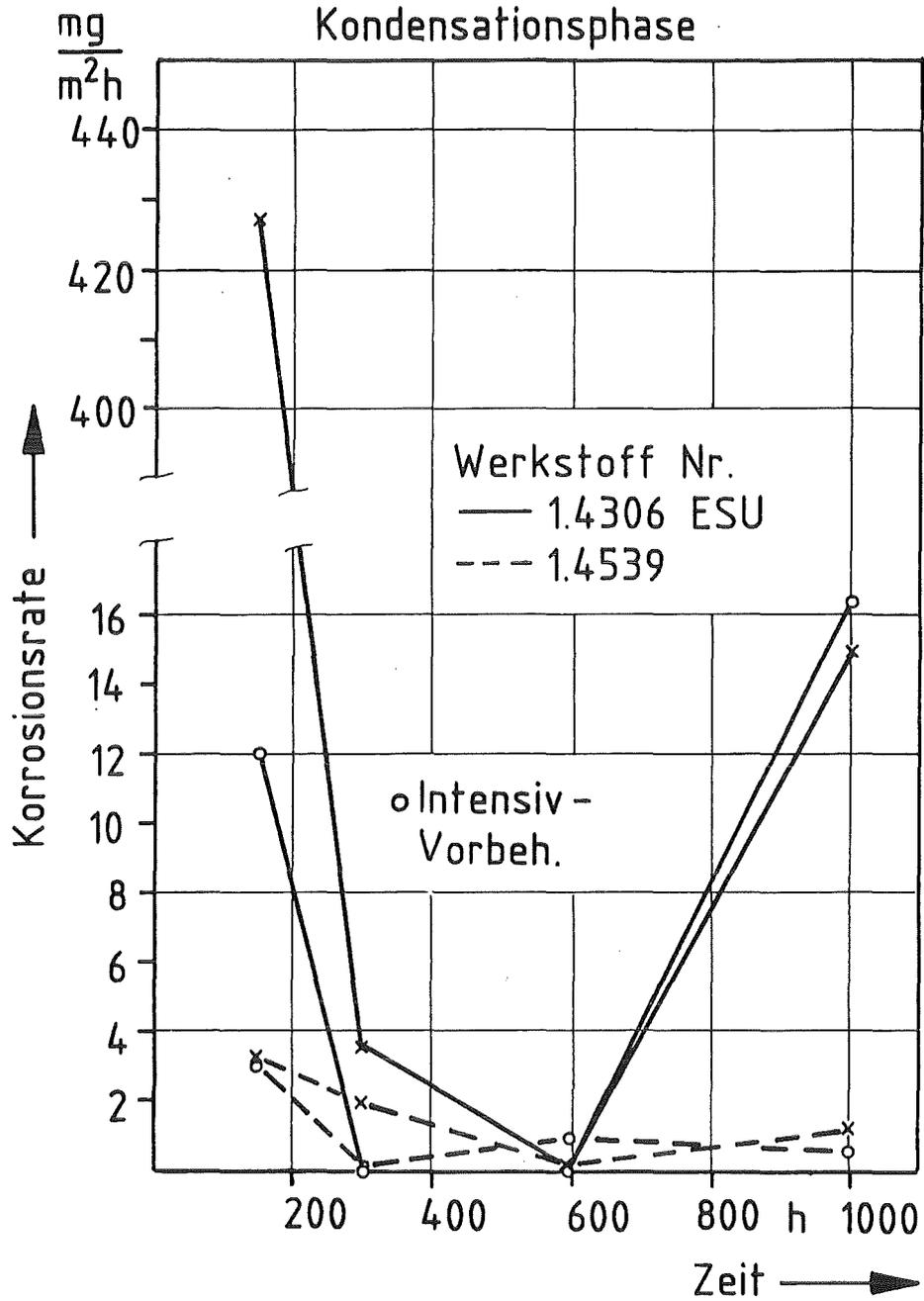
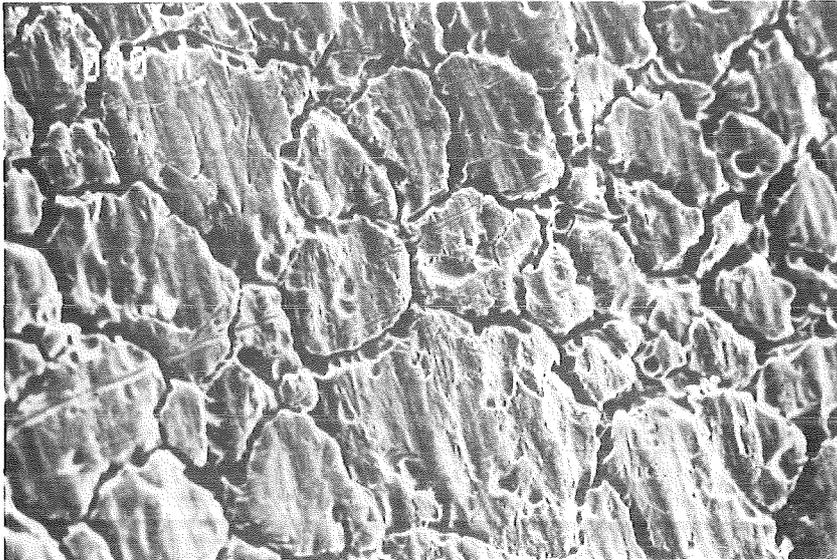
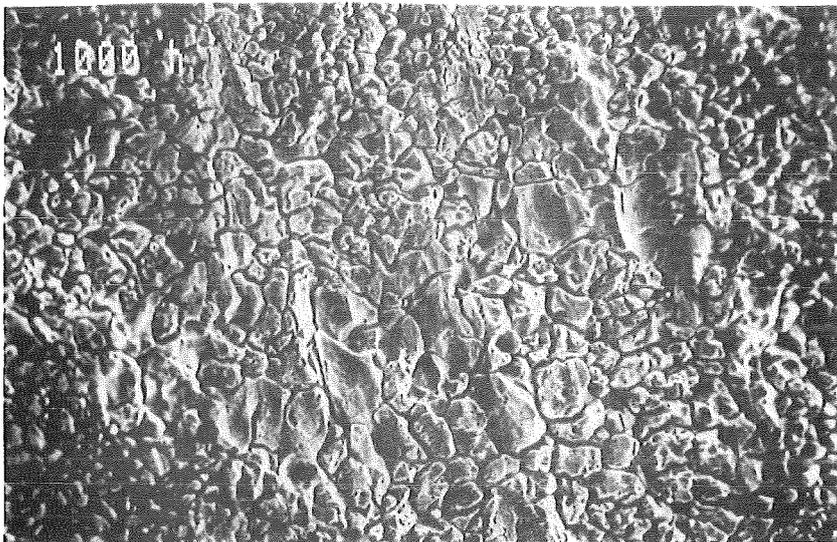


Abb. 3

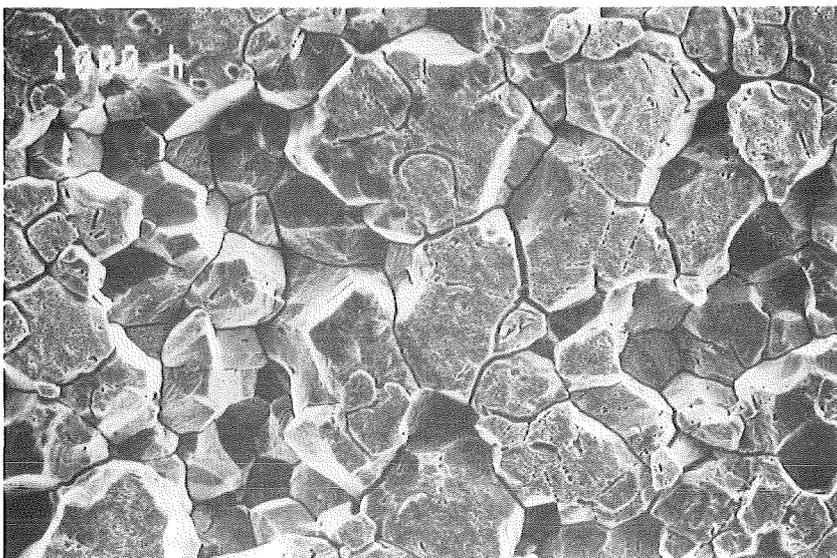
Differentielle Korrosionsrate von Edelstahlproben mit unterschiedlicher Vorbehandlung als Funktion bestimmter Zeitabschnitte



Werkstoff  
1.4539



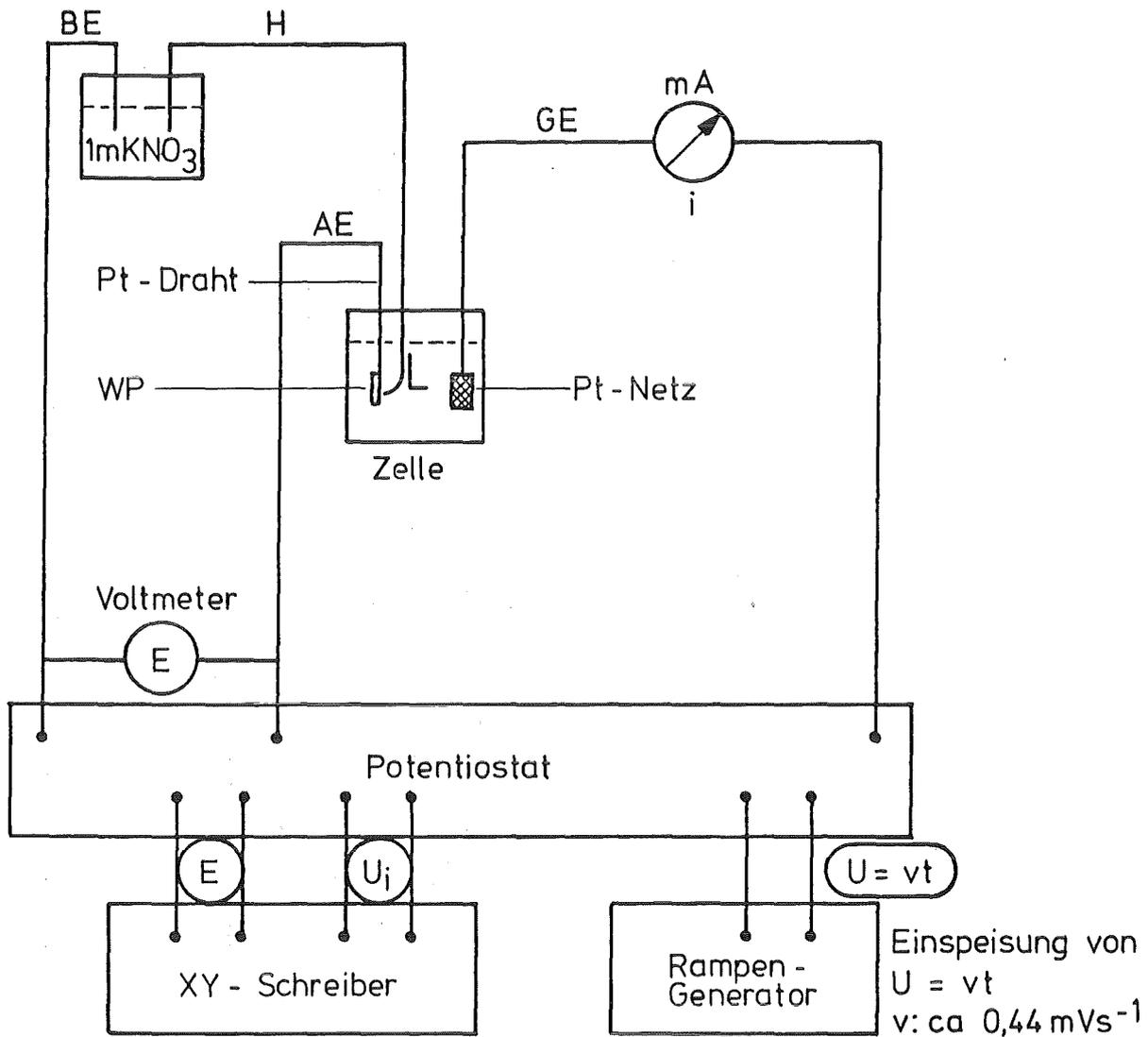
Werkstoff  
1.4563



Werkstoff  
1.4306 ESU

Abb. 4

REM-Aufnahmen (500fache Vergrößerung) verschiedener  
Edelstahlproben nach 1000 h-Korrosionstest



- AE: Arbeitselektrode  
 BE: Bezugslektrode ( Kalomel/1mKNO<sub>3</sub> )  
 GE: Gegenelektrode ( Platin - Netz )  
 H: Heber für 1mKNO<sub>3</sub> - Lsg.  
 L: Luggin Kapillare  
 WP: Werkstoffprobe ( ca. 20cm<sup>2</sup> CrNi - Stahl )  
 XY - Schreiber: X:  $E = E_R + vt$   
                   Y:  $U_i = f(E) = ki$   
 wobei  $E = U_{AE} - U_{BE}$

Abb. 5

## Meßanordnung zur Ermittlung von Stromdichte-Potentialkurven (SPK)

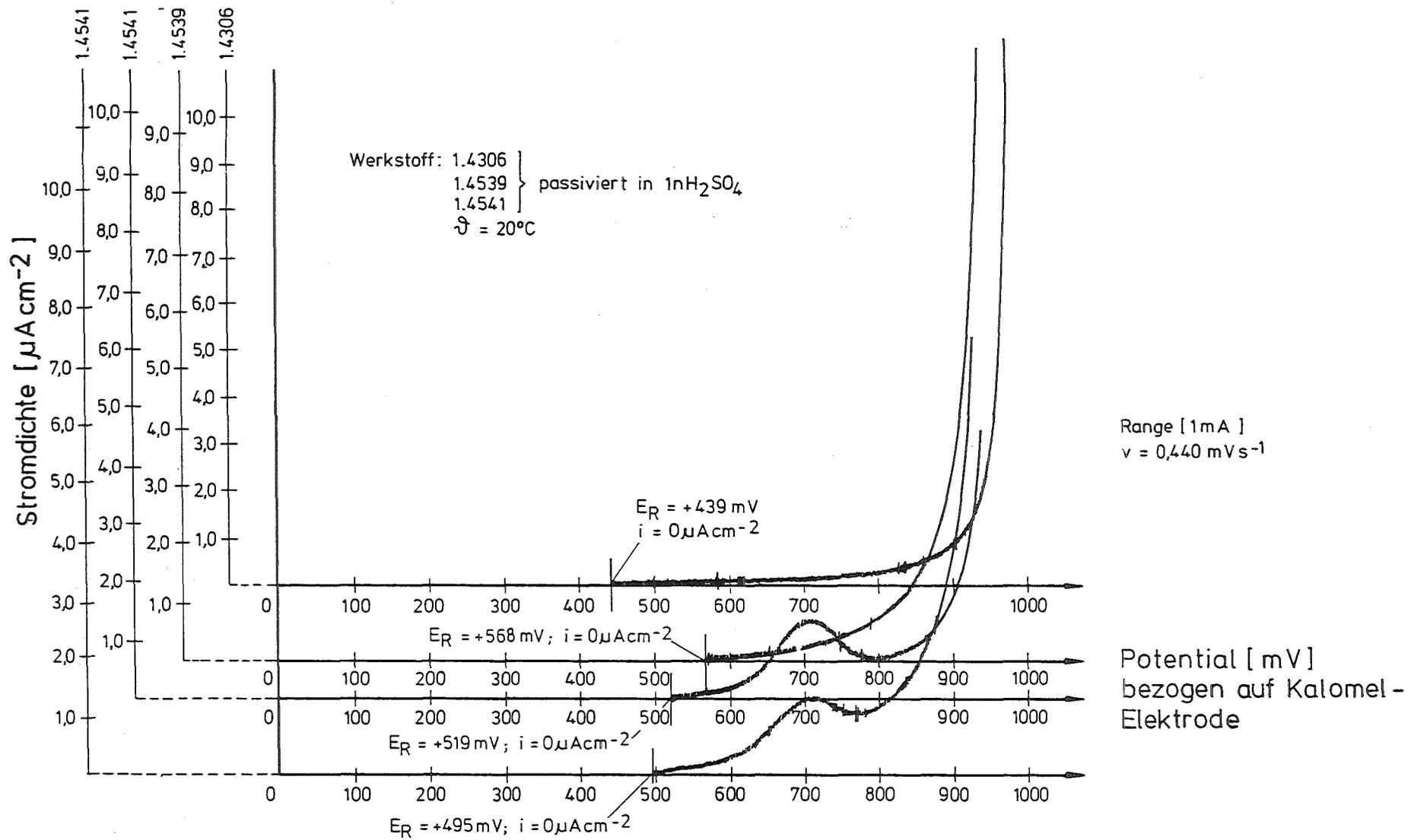


Abb. 6  
 Stromdichte-Potentialkurven von austenitischen CrNi-Stählen

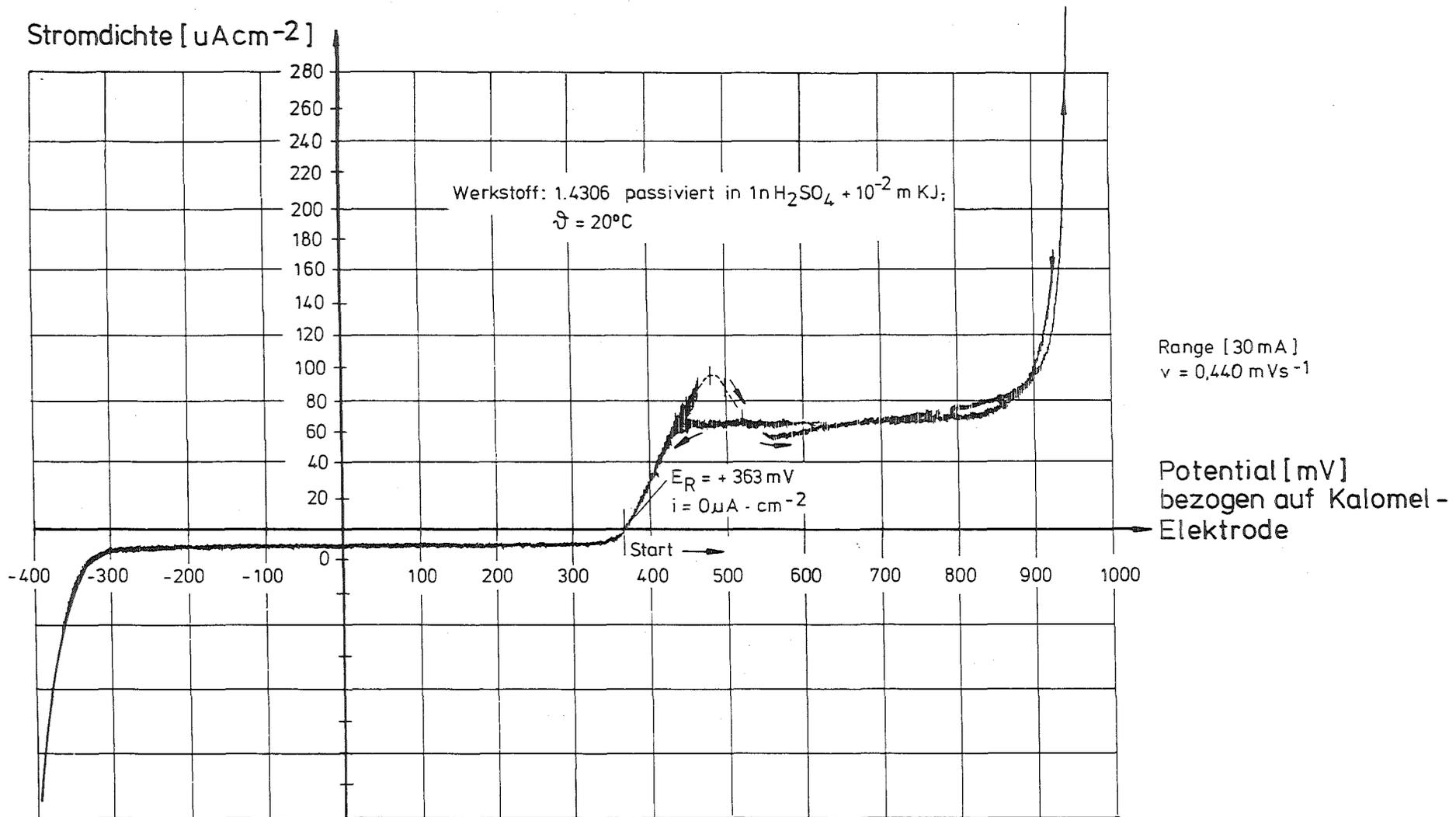


Abb. 7

Stromdichte-Potentialkurven von austenitischem CrNi-Stahl

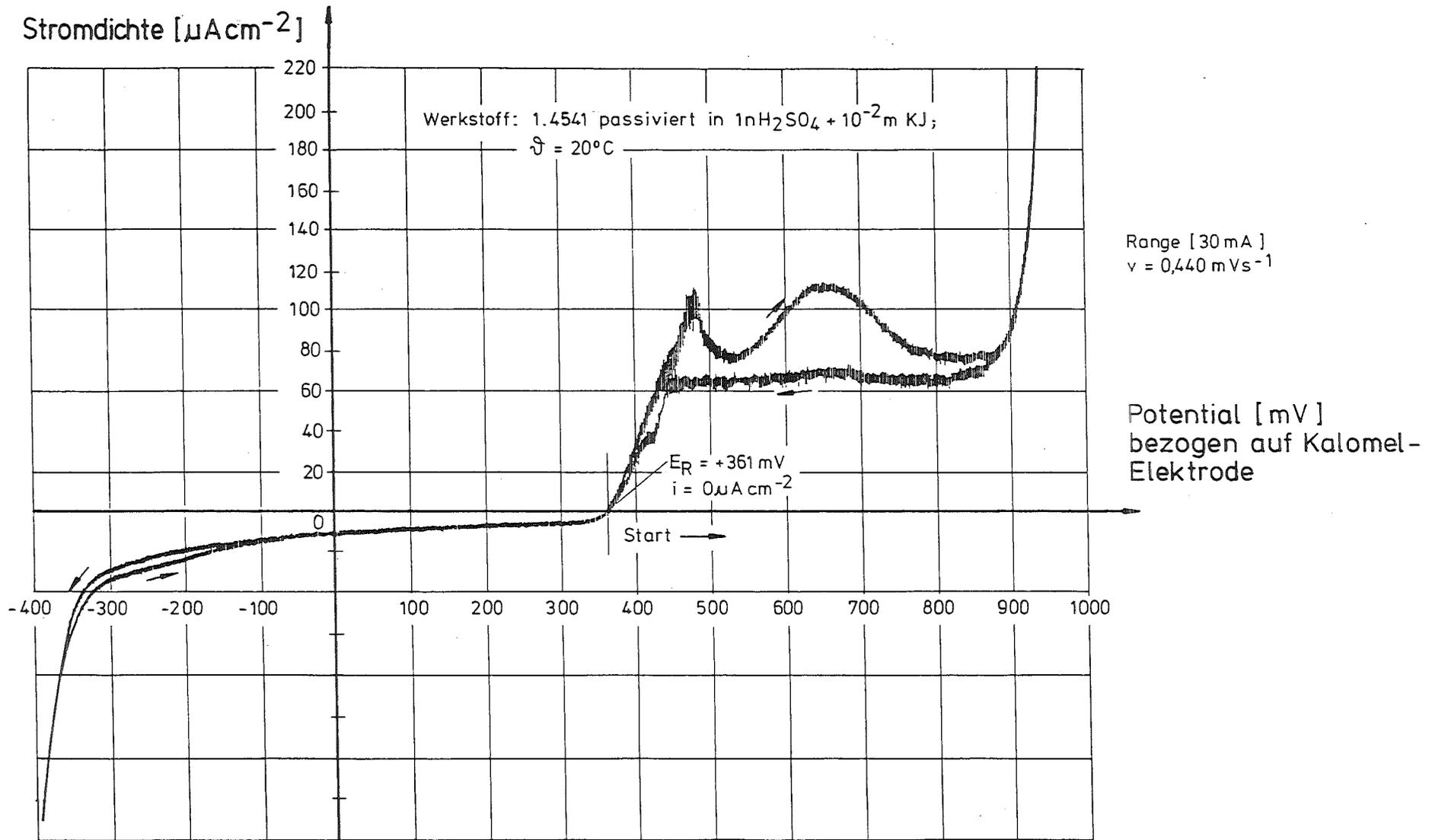


Abb. 8

Stromdichte-Potentialkurve von austenitischem CrNi-Stahl

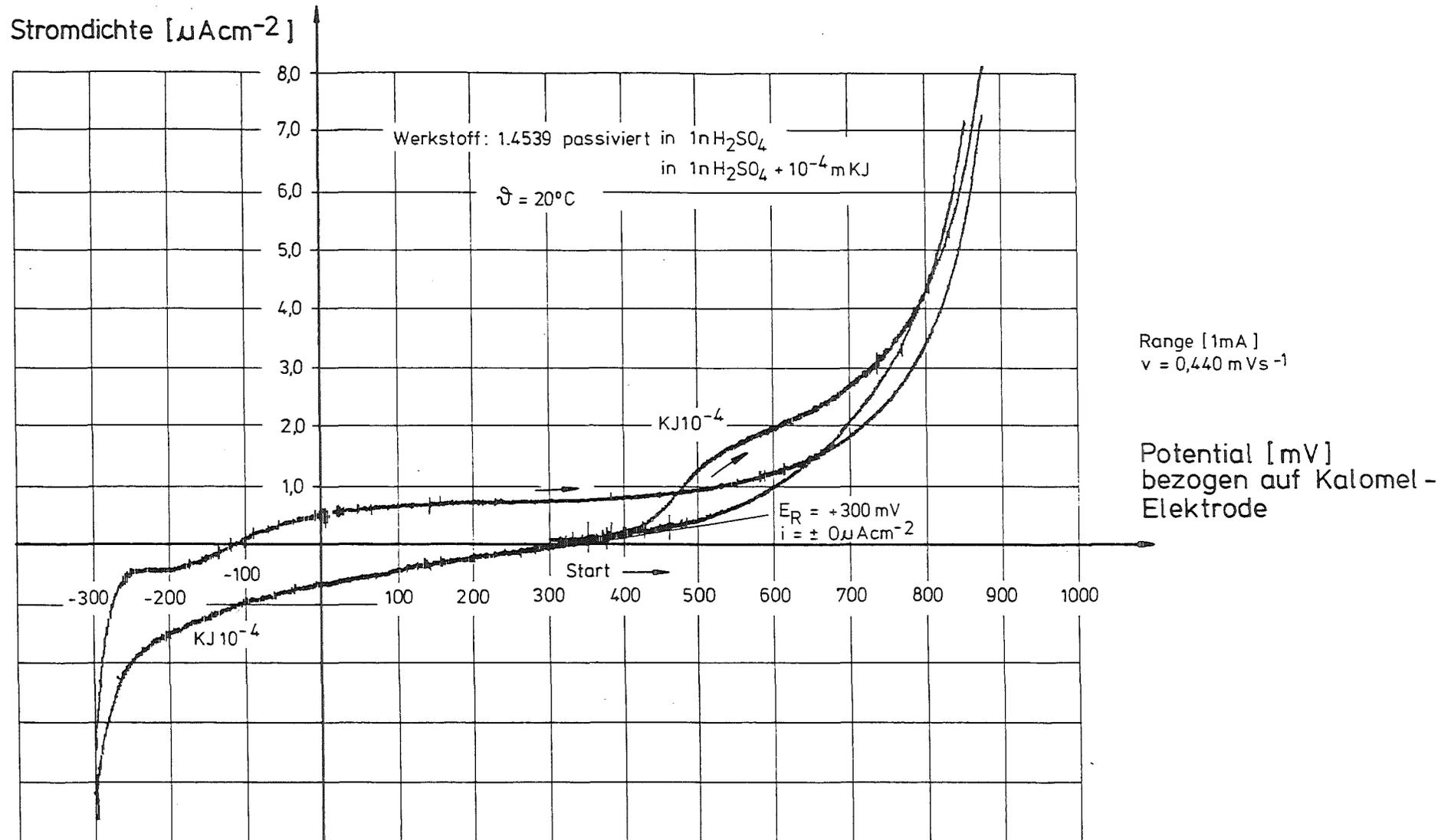


Abb. 9

Stromdichte-Potentialkurve von austenitischem CrNi-Stahl