

Dieser Bericht ersetzt den Bericht vom 20. 03. 2009

gekürzte Ergebnisdarstellung des Laborvergleichs EDX, 20. 04. 2009 Seiten: 10

---

## Laborvergleich EDX 2009 (LV09)

Editor  Martin Bühner (Laborleiter REM/EDX)	Geprüft/Freigegeben  Dr. Andreas Schäfer (Geschäftsführer)
--	---

**nano**Analytics

Heisenbergstraße 11  
48149 Münster

fon: 0251.53406.300  
fax: 0251.53406.310

info@nanoanalytics.de  
www.nanoanalytics.de



Wir sind ein nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die in der Akkreditierungsurkunde benannten Verfahren akkreditiertes Prüflabor. Unser QM-System entspricht den Anforderungen der ISO 9001. Die Analysemethoden REM/EDX, XPS, Lichtmikroskopie, AFM und optische Profilometrie werden direkt in unseren Labors durchgeführt. Andere Verfahren vergeben wir im Unterauftrag an qualifizierte Unternehmen.

## Zielsetzung

Dieser Laborvergleich soll es den Teilnehmern ermöglichen, ihre qualitativen und quantitativen EDX-Ergebnisse mit denen anderer EDX-Nutzer zu vergleichen. Einerseits ergibt sich daraus die Möglichkeit der Selbstkontrolle hinsichtlich Gerät und Bediener, andererseits stellt es eine geeignete Form dar, die eigene Kompetenz gegenüber Dritten zu verdeutlichen.

## Zusammenfassung

Die drei Hauptbestandteile (>>1%) der beiden unbekanntes Proben wurden von allen EDX-Teilnehmern sicher nachgewiesen. Deren Prozentgehalte wurden mit Standardabweichungen von rund 1(Massen)% in Übereinstimmung mit Referenzmessungen angegeben. Im Bereich der „Spuren“-Elemente (<~1%) stellt sich heraus, dass die schwierigste Aufgabe bereits die ‚sichere‘ Identifizierung der vorhandenen Elemente ist.

## Probenmaterial und Präparation

Die beiden zur Untersuchung an die Teilnehmer verteilten Proben stammen aus der Gruppe der austenitischen Stähle. Das Ausgangsmaterial in Form von 0,5 bzw. 1,0 mm starken Blechen wurde unter Verwendung von SiC-Schleifpapier und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Paste poliert, gereinigt und in kleine Stücke geschnitten. Jeder Teilnehmer erhielt je ein Stück der beiden Stahlsorten mit den Werkstoffnummern<sup>1</sup>

- 1.4310<sup>2</sup> (Probe „A“)
- 1.4301<sup>3</sup> (Probe „B“)

Die Werkstoffbezeichnungen waren den Teilnehmern zum Zeitpunkt der Analyse nicht bekannt. Die Aufgabe bestand darin, nur Elemente ab Natrium (Ordnungszahl Z = 11) zu identifizieren und zu quantifizieren, also insbesondere eventuell vorhandenen Kohlenstoff nicht zu berücksichtigen.

Die Wahl der Messparameter wie Beschleunigungsspannung, Messzeit oder Größe des Analyseflecks wurde vollständig den Teilnehmern überlassen, was dem alltäglichen Einsatz am nächsten kommen dürfte.

---

<sup>1</sup> Die Sollzusammensetzungen stehen in Tabelle 9 auf Seite 11

<sup>2</sup> DIN-Bezeichnung: X10CrNi18-8

<sup>3</sup> DIN-Bezeichnung: X5CrNi18-10, ältere Bezeichnungen: V2A und 18/10

## Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen, wie viele Teilnehmer für die aufgeführten Elemente quantitative Werte genannt haben.

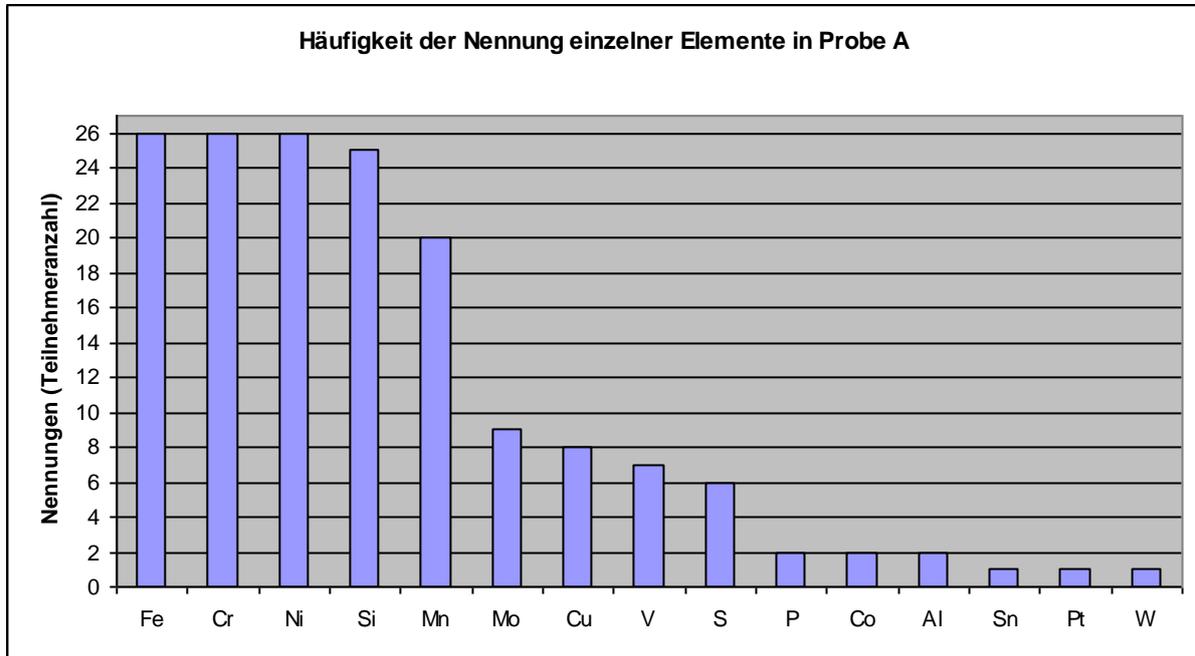


Abbildung 1 - Qualitative Identifizierung der Elemente in Probe A

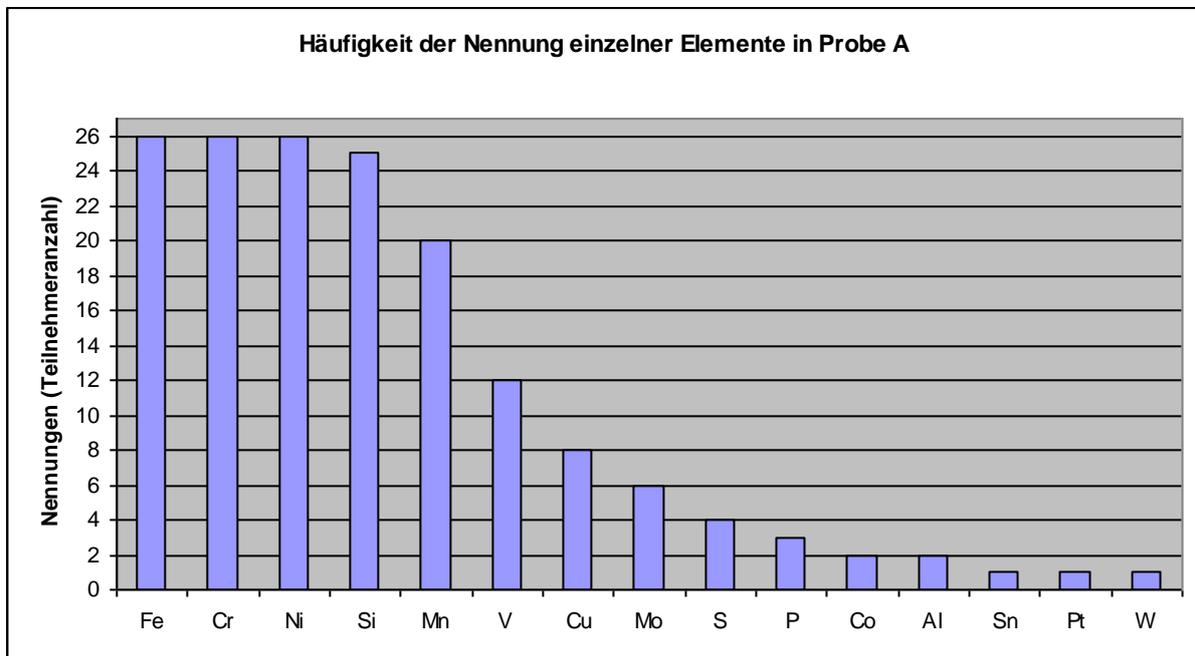


Abbildung 2 - Qualitative Identifizierung der Elemente in Probe B

Tabelle 1 - Ergebnisse<sup>4</sup> aller Teilnehmer für Probe A

Probe A	Fe	Cr	Ni	Mn	Si	Mo	Co	Cu	V	S	Al	P	Sn	Pt	W	Techn.	kV
LV09-00	72,0	18	7,2	1,1	0,8	0,3	0,3	0,20								Si(Li)	30
LV09-01	74,7	17	7,2		0,8					0,15						SDD	15
LV09-02	73,6	17	7,9	1,0	0,6											Si(Li)	20
LV09-03	74,0	17	7,6	0,9	0,7											Si(Li)	20
LV09-04	73,3	17	7,3	0,9	0,8	0,4										Si(Li)	20
LV09-05	73,5	17	7,2	1,0	0,7	0,3	0,1	0,28	<0,08							SDD	20
LV09-06	72,5	18	7,2	1,2	0,8											Si(Li)	20
LV09-07	73,6	14	6,7	2,1	0,7	0,1		0,37	2,37	0,11		0,053				SDD	20
LV09-09	74,2	17	6,8		0,6			0,15	0,64	0,10	0,09	0,050				SDD	30
LV09-10	73,8	17	7,4		0,8			0,43		0,22						Si(Li)	20
LV09-11	72,8	18	7,1	1,4	0,8											Si(Li)	20
LV09-12	73,0	17	6,9	1,3	0,6	0,4		0,34	0,08		0,06					SDD	20
LV09-13	73,4	18	6,9	0,9	0,9	0,4			0,05							SDD	20
LV09-14	72,4	18	7,0	1,0	0,8	0,4		0,20	0,10							Si(Li)	20
LV09-15	73,5	19	6,8		1,0											Si(Li)	20
LV09-16	71,8	19	6,7	1,1	1,4	0,2										Si(Li)	20
LV09-17	72,7	15	6,7	2,3	0,4	0,4		0,30	1,20				0,4	0,2	0,3	SDD	20
LV09-18	75,5	18	6,9													Si(Li)	25
LV09-20	74,5	18	6,8		0,8					0,20						SDD	15
LV09-21	74,7	17	6,9	0,8	0,5					0,15						SDD	20
LV09-22	72,6	18	7,2	1,5	1,0											Si(Li)	20
LV09-23	73,6	18	6,8	1,2	0,7											Si(Li)	20
LV09-24	72,9	18	7,1	1,1	0,6											Si(Li)	20
LV09-25	72,9	18	7,1	1,0	0,7											Si(Li)	20
LV09-26	72,8	18	7,1	1,2	0,8											Si(Li)	20
LV09-27	72,5	18	7,7	1,1	0,6											Si(Li)	20

<sup>4</sup> Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Ergebnisse jedes einzelnen Teilnehmers auf 100% normiert und auf *ein* Ergebnis gemittelt, falls der Teilnehmer z. B. mehrere Positionen einzeln genannt hat, ohne selbst einen Mittelwert anzugeben. Die Zahl der Nachkommastellen in den meisten der gezeigten Tabellen bestimmt sich aus der Standardabweichung des Mittelwerts oder, falls diese nicht ermittelbar ist, aus der angegebenen Anzahl (Ausnahme hier: Vanadium).

Tabelle 2 - Ergebnisse<sup>4</sup> aller Teilnehmer für Probe B

Probe B	Fe	Cr	Ni	Mn	Si	Co	Cu	V	Mo	S	Al	P	Sn	Pt	W	Techn.	kV
LV09-00	70,9	19	7,9	0,8	0,6	0,4	0,18	0,13								Si(Li)	30
LV09-01	73,4	18	8,0		0,5					0,06						SDD	15
LV09-02	72,3	18	8,7	0,9	0,5											Si(Li)	20
LV09-03	72,4	18	8,4	0,7	0,5											Si(Li)	20
LV09-04	72,2	19	7,9	0,7	0,7											Si(Li)	20
LV09-05	72,0	18	8,1	0,8	0,5	0,2	0,27	0,16	0,14							SDD	20
LV09-06	71,5	19	7,9	1,0	0,6											Si(Li)	20
LV09-07	72,1	15	7,5	1,9	0,5		0,40	2,04		0,05		0,05				SDD	20
LV09-09	72,9	16	7,6		0,4		0,17	3,22		0,01	0,04	0,02				SDD	30
LV09-10	72,4	18	8,1		0,6		0,44	0,18								Si(Li)	20
LV09-11	71,7	19	7,6	0,9	0,5			0,20								Si(Li)	20
LV09-12	72,5	18	7,1	1,2	0,6		0,12	0,32	0,23		0,08					SDD	20
LV09-13	72,2	19	7,6	0,7	0,6			0,16	0,14							SDD	20
LV09-14	71,1	19	8,0	0,8	0,5		0,20	0,13	0,20							Si(Li)	20
LV09-15	72,0	20	7,4		0,8											Si(Li)	20
LV09-16	70,8	20	7,4	0,8	1,0			0,15								Si(Li)	20
LV09-17	71,5	16	7,6	2,1	0,3		0,30	1,50	0,20				0,4	0,2	0,2	SDD	20
LV09-18	73,0	19	8,2													Si(Li)	25
LV09-20	72,9	19	7,8		0,5							0,18				SDD	15
LV09-21	73,7	18	7,8	0,5	0,2			0,06		0,07						SDD	20
LV09-22	71,5	19	8,1	1,1	0,8											Si(Li)	20
LV09-23	72,0	19	7,6	1,0	0,6			0,11								Si(Li)	20
LV09-24	71,7	19	7,8	0,8	0,5											Si(Li)	20
LV09-25	71,6	19	7,9	0,6	0,6											Si(Li)	20
LV09-26	71,6	19	7,7	0,9	0,5											Si(Li)	20
LV09-27	72,3	19	7,2	1,1	0,4											Si(Li)	20

Da nur für drei Elemente (Eisen, Chrom und Nickel) von allen Teilnehmern Konzentrationsangaben vorliegen, wurden für Tabelle 3 bis Tabelle 6 die Summen jedes einzelnen Teilnehmers für diese drei Elemente auf 100% normiert und einheitlich auf eine Nachkommastelle gerundet, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen.

Tabelle 3 – normierte Konzentrationsangaben für die drei Hauptelemente

Probe A	Fe	Cr	Ni	Probe B	Fe	Cr	Ni
LV09-00	74,0	18,6	7,4	LV09-00	72,4	19,6	8,0
LV09-01	75,4	17,4	7,3	LV09-01	73,8	18,2	8,0
LV09-02	74,8	17,1	8,1	LV09-02	73,2	17,9	8,8
LV09-03	75,2	17,1	7,7	LV09-03	73,3	18,3	8,5
LV09-04	74,9	17,7	7,5	LV09-04	73,2	18,8	8,0
LV09-05	75,3	17,3	7,4	LV09-05	73,5	18,2	8,3
LV09-06	74,0	18,6	7,4	LV09-06	72,6	19,3	8,1
LV09-07	78,0	14,9	7,1	LV09-07	75,8	16,2	7,9
LV09-09	75,4	17,6	6,9	LV09-09	75,8	16,3	7,9
LV09-10	74,9	17,6	7,5	LV09-10	73,3	18,5	8,2
LV09-11	74,4	18,3	7,3	LV09-11	72,8	19,4	7,7
LV09-12	75,2	17,8	7,1	LV09-12	74,3	18,4	7,3
LV09-13	75,0	18,0	7,0	LV09-13	73,4	18,9	7,7
LV09-14	74,2	18,6	7,2	LV09-14	72,4	19,4	8,2
LV09-15	74,3	18,8	6,9	LV09-15	72,5	20,0	7,4
LV09-16	73,8	19,3	6,9	LV09-16	72,2	20,2	7,6
LV09-17	76,9	16,0	7,1	LV09-17	75,4	16,6	8,0
LV09-18	75,5	17,6	6,9	LV09-18	73,0	18,8	8,2
LV09-20	75,3	17,9	6,8	LV09-20	73,4	18,7	7,9
LV09-21	75,9	17,1	7,0	LV09-21	74,4	17,8	7,8
LV09-22	74,5	18,1	7,4	LV09-22	72,8	18,9	8,3
LV09-23	75,0	18,0	7,0	LV09-23	73,3	19,0	7,7
LV09-24	74,2	18,5	7,3	LV09-24	72,6	19,5	7,9
LV09-25	74,2	18,6	7,2	LV09-25	72,5	19,5	8,0
LV09-26	74,3	18,5	7,2	LV09-26	72,7	19,5	7,8
LV09-27	73,8	18,4	7,8	LV09-27	73,4	19,3	7,3
Mittelwert	74,9	17,8	7,2	Mittelwert	73,4	18,7	7,9
Sigma	1,0	0,9	0,3	Sigma	1,0	1,0	0,3

Es folgen die nach Herstellern, Detektortechnologie und Beschleunigungsspannung ausgewerteten Tabellen. Auch hier wurden wegen der Vergleichbarkeit nur die drei Hauptelemente Eisen, Chrom und Nickel berücksichtigt.

Tabelle 4 – Hersteller der beteiligten EDX-Systeme

Hersteller	Anzahl Systeme	Probe A						Probe B					
		Fe	±	Cr	±	Ni	±	Fe	±	Cr	±	Ni	±
A	8	75,9	1,0	17,0	1,0	7,1	0,2	74,6	1,0	17,6	1,0	7,9	0,3
B	8	74,1	0,2	18,6	0,3	7,3	0,2	72,6	0,3	19,5	0,3	7,9	0,3
C	7	74,8	0,3	17,8	0,6	7,4	0,4	73,1	0,3	18,8	0,7	8,1	0,5
D	2	74,7	0,4	18,2	0,2	7,1	0,2	73,1	0,3	19,2	0,3	7,7	0,0
E	1	75,5		17,6		6,9		73,0		18,8		8,2	

Tabelle 5 – Detektortechnologie der beteiligten EDX-Systeme

Technologie	Anzahl	Probe A						Probe B					
		Fe	±	Cr	±	Ni	±	Fe	±	Cr	±	Ni	±
Si(Li)	17	74,5	0,5	18,2	0,6	7,3	0,3	72,8	0,4	19,2	0,6	8,0	0,4
SDD	9	75,8	1,0	17,1	1,0	7,1	0,2	74,4	1,0	17,7	1,0	7,9	0,3

Tabelle 6 – verwendete Beschleunigungsspannungen

Beschleunigungsspannung [kV]	Anzahl	Probe A						Probe B					
		Fe	±	Cr	±	Ni	±	Fe	±	Cr	±	Ni	±
30	2	74,7	1,0	18,1	0,7	7,2	0,3	74,1	2,4	18,0	2,3	7,9	0,1
25	1	75,5		17,6		6,9		73,0		18,8		8,2	
20	19	74,9	1,0	17,8	1,0	7,3	0,3	73,3	1,0	18,7	1,0	7,9	0,4
15	2	75,3	0,1	17,6	0,4	7,1	0,3	73,6	0,3	18,4	0,4	7,9	0,1

Tabelle 8 – siehe Seite 8 – hier nur dargestellt zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse

		Fe	Cr	Ni
WDX	Probe A	74,4	17,8	7,8
	Probe B	73,1	18,7	8,2
ICP-OES	Probe A	74,8	17,6	7,6
	Probe B	73,5	18,4	8,2

## Vergleich der Ergebnisse mit Referenzwerten

Drei Teilnehmer haben freundlicherweise die zur Verfügung gestellten Proben mit anderen Analyseverfahren untersucht. Wenn auch WDX und  $\mu$ RFA aufgrund der Verwendung von Röntgenstrahlung recht eng mit EDX verwandt sind, liefern sie doch weitere Erkenntnisse. Als völlig andersartig darf hingegen die ICP-OES gelten, da es sich hierbei weder um ein röntgen-basierendes noch um ein oberflächenanalytisches Verfahren handelt.

Tabelle 7 stellt einerseits die „Referenz“-Ergebnisse dar, andererseits enthält sie die Mittelwerte aller Laborvergleichsteilnehmer. Dabei wurden exakt dieselben Elemente berücksichtigt, für die ein quantitativer Wert aus der ICP-OES-Analyse vorliegt. Auch wurden die Ergebnisse jeder Probe wieder auf 100% normiert und auf signifikante Nachkommastellenanzahl gerundet.

Tabelle 7 - Ergebnisse anderer Analyseverfahren<sup>5</sup> und Mittelwert aller Laborvergleichs-EDX-Ergebnisse

		Fe	Cr	Ni	Mn	Si	Mo	Cu	Co	V	P	S
WDX	Probe A	72,5	17,3	7,6	1,09	0,68	0,35	0,20	0,17	0,05	0,030	0,008
	Probe B	71,6	18,3	8,0	0,84	0,49	0,13	0,21	0,30	0,13	0,033	0,004
$\mu$ RFA-EDX-Kombi	Probe A	73,2	18,2	7,2	0,3	0,6	0,3	0,2				
	Probe B	71,8	18,8	8,0	0,1	0,5	0,1	0,2		0,6		
ICP-OES	Probe A	73,2	17,2	7,4	0,96	0,58	0,33	0,20	0,09	0,05	0,02	
	Probe B	72,0	18,0	8,0	0,74	0,48	0,13	0,22	0,21	0,13	0,03	
<b>Mittelwert EDX</b>	<b>Probe A</b>	<b>72,3</b>	<b>17</b>	<b>7,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,28</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,051</b>	
	<b>Probe B</b>	<b>71,2</b>	<b>18</b>	<b>7,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0,18</b>	<b>0,26</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,08</b>	

Die größtenteils gute Übereinstimmung der EDX-Ergebnisse mit den ICP-OES-Werten wird am deutlichsten beim Vanadium verletzt. Die Ursache liegt bei den Teilnehmern 07, 09 und 17, deren Werte für Vanadium bei beiden Proben deutlich nach oben abweichen. Leider ist bisher kein Grund hierfür bekannt, außer der Vermutung, dass es mit der Anpassung des Bremsstrahlungsuntergrunds zu tun haben wird.

Zur besseren Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen von Tabelle 3 bis Tabelle 6 wurden auch die Werte von WDX und ICP-OES in Tabelle 8 auf die drei Hauptelemente normiert.

Tabelle 8 – normierte Referenzergebnisse der drei Hauptelemente

		Fe	Cr	Ni
WDX	Probe A	74,4	17,8	7,8
	Probe B	73,1	18,7	8,2
ICP-OES	Probe A	74,8	17,6	7,6
	Probe B	73,5	18,4	8,2

<sup>5</sup> Bei der ICP-OES wurden noch Spuren (bei vorsichtiger Abschätzung < 0,05%, realistischerweise eher < 0,01%) folgender Elemente qualitativ nachgewiesen: Aluminium, Arsen, Schwefel, Natrium, Zinn, Titan und bei Probe B zusätzlich Niob.

## Kommentare

Wegen der Energieauflösung der EDX-Systeme kommt es zu Überlappungen der Signale verschiedener Elemente.

### *Schwefel / Molybdän*

Offensichtlich entscheiden sich die EDX-Systeme/Teilnehmer am liebsten für entweder Molybdän oder Schwefel. Nur *eines* der 48 Ergebnisse nennt *beide* Elemente.

Bei einem Teilnehmer ist dieses Verhalten besonders offensichtlich, da seine Ergebnisse aus dem Mittelwert von jeweils 40 Einzelmessungen gewonnen wurden. Wahrscheinlich wurde jedes Spektrum automatisch ausgewertet, wobei die Identifizierung sich bei Probe A in 22 Fällen für Schwefel, in 4 Fällen für Molybdän und in 14 Fällen für keines von beiden entschieden hat. Die Mehrheitsentscheidung fiel so bei diesem Teilnehmer zugunsten des Schwefels aus.

### *Mangan / Chrom*

Das Signal von Mangan wird vom deutlich höher konzentrierten Chrom überlagert, so dass es den Teilnehmern verständlicherweise schwerer gefallen ist, rund 1% Mangan nachzuweisen als 0,6% Silizium.

### *Messzeit / gesammelte Impulse*

Die Angaben zur Messzeit bzw. zu den Impulsen im Kanal bei 3 keV sind leider ohne Rückfrage bei den Teilnehmern nicht sinnvoll auszuwerten. Vermutlich wäre ein Zusammenhang zwischen der Anzahl gesammelter Röntgenquanten und der Fähigkeit, Spurenelemente nachweisen zu können, sichtbar geworden.

### *Zählraten / Totzeiten*

Die angegebenen Zählraten reichen für Si(Li)-Detektoren von rund 900 bis rund 2200 cps, für SDD-Detektoren von ca. 1500 bis ca. 45000. Dabei ergeben sich Totzeiten für die Si(Li)-Detektoren von ungefähr 20 bis ungefähr 40% und für die SDD-Detektoren von unter 5 bis gut 15%. Somit ermöglichen es die SDD-Detektoren erwartungsgemäß, mehr Röntgenimpulse pro Zeiteinheit zu erfassen.

### *Energieauflösung*

Die nominellen Energieauflösungen (Mn-K $\alpha$  bei 1000 cps) reichen von 122 bis 148 eV und lassen keinen offensichtlichen Zusammenhang zu den Ergebnissen erkennen. Insbesondere scheint eine gute Energieauflösung nicht bei der Entscheidung z. B. zwischen Schwefel und Molybdän zu helfen.

### *Alter der EDX-Detektoren*

Das durchschnittliche Alter der EDX-Systeme liegt bei gut 6 Jahren und reicht von ‚neu‘ bis 19 Jahre. Es lässt sich kein offensichtlicher Zusammenhang zwischen dem Alter und der ‚Richtigkeit‘ der Ergebnisse herstellen.

## Anhang:

Teilnehmer (inkl. Referenzlaboratorien)

<entfernt>

### Sollzusammensetzung

Die Sollzusammensetzungen der Proben variieren je nach Quelle<sup>6</sup> leicht.

Tabelle 9 - Sollzusammensetzungen der Werkstoffe (Quintessenz aus verschiedenen Quellen)

	1.4301	1.4310
Kohlenstoff	≤ 0,07	0,05 – 0,15
Chrom	17,0 – 19,5	16,0 – 19,0
Nickel	8,0 – 10,5	6,0 – 9,5
Silizium	≤ 1,0	≤ 2,0
Mangan	≤ 2,0	≤ 2,0
Phosphor	≤ 0,045	≤ 0,045
Schwefel	≤ 0,015	≤ 0,015
Stickstoff	≤ 0,110	≤ 0,110
Molybdän	–	≤ 0,80
Eisen	≥ 66,76	≥ 66,38

## Schlussbemerkung – Ende der Ergebnisdarstellung

Die in diesem Bericht zusammengefassten Analyseergebnisse beruhen ausschließlich auf den durch die Teilnehmer zur Verfügung gestellten Daten. Diese wurden wahrscheinlich aus dem durch uns versendeten Probenmaterial gewonnen und spiegeln den jeweils untersuchten Probenbereich zum Zeitpunkt der Analyse wider. Weitergehende Schlussfolgerungen auf Basis dieser Befunde liegen im alleinigen Verantwortungsbereich der Teilnehmer bzw. desjenigen, dem dieser Ergebnisbericht vorliegt. Die Ergebnisdarstellung darf ohne die schriftliche Genehmigung des Prüflabors nur vollständig, nicht aber auszugsweise vervielfältigt oder verwendet werden.

Möchten Sie an einer Neuauflage des Laborvergleichs EDX teilnehmen? Dann informieren Sie sich bitte auf der Website:

<https://www.nanoanalytics.com/de/auftragsanalytik/laborvergleich.html>

Diese Ergebnisdarstellung lag ursprünglich auf unserem Server unter der Adresse:

<https://www.nanoanalytics.com/de/auftragsanalytik/laborvergleich/fruehere-ergebnisse.html>

---

<sup>6</sup> Ein Ausgangspunkt für die Recherche nach Sollwerten ist z. B.:

<http://www.edelstahl-rostofffrei.de/techndaten.asp> Unter "Werkstoff-Datenblätter" sind verschiedene Quellen verfügbar. Alternativ <http://www.metallograf.de/werkstoffkartei/auswahl.htm>. Ebenso [http://www.matthey.ch/fileadmin/user\\_upload/downloads/fichetechnique/DE/1.4301.pdf](http://www.matthey.ch/fileadmin/user_upload/downloads/fichetechnique/DE/1.4301.pdf) bzw. [http://www.matthey.ch/fileadmin/user\\_upload/downloads/fichetechnique/DE/1.4310.pdf](http://www.matthey.ch/fileadmin/user_upload/downloads/fichetechnique/DE/1.4310.pdf)