

181354

Beilage 384 H

An den  
Nationalen Energie-Forschungs-Fonds  
Bäumleingasse 22  
4001 BASEL

Schlussbericht

Zwischenbericht

Gesuch-Nr. 384  
180.3

Bitte leer  
lassen!

## Bericht und Abrechnung

### 1. Projekt-Träger:

Louis Schlapbach, Prof., Physikinstitut Universität Fribourg

Berichterstatter:

Louis Schlapbach, Prof., Physikinstitut Universität Fribourg

Titel des Projektes:

Wasserstoff in Metallen

Datum der Gesuchsbewilligung  
durch Stiftungsrat: 13.4.1988

Beginn der Projektarbeiten: 1.4.1988

Datum bereits erstatteter  
Zwischenberichte: 7.6.1989

Ende der Berichtsperiode: 30.9.1990

Bewilligter Beitrag	Fr.	328'000.--
Hiervon bezogen	Fr.	295'000.--
Beanspruchte Restzahlung	Fr.	33'000.--
Definitiv nicht beanspruchte Restzahlung	Fr.	

2. **Inhaltsübersicht über den Bericht:**

(In den Beiblättern des Berichterstatters zu übernehmende Dispositionen)

- 2.1. Schilderung der Projektbearbeitung
- 2.2. Unvorhergesehene Vorkommnisse und Entwicklungen
- 2.3. Erfolg der Projektarbeiten im Verhältnis zu den Erwartungen bei der Gesuchstellung
- 2.4. Berichterstattung über erfolgte und beabsichtigte Anmeldung bzw. Verwertung von Schutzrechten
- 2.5. Erfolgte oder beabsichtigte Publikationen
- 2.6. Allfällig gewünschte Mitwirkung des NEFF bei beabsichtigten Publikationen
- 2.7. Hinweise auf offene, vom NEFF künftig zu verfolgende Forschungsbereiche
- 2.8. Fakultativer Zusatzbericht
- 2.9. Verwendung des NEFF-Beitrages nach
  - Personalkosten
  - Materialkosten
  - Mietkosten
  - Reisekosten
  - Literatur
  - übrige Kosten
- 2.10. Aufstellung des aus NEFF-Mitteln finanzierten, nach Abschluss des Forschungsprojektes noch verwertbaren Materials (Anlagen, Maschinen, Geräte etc.)

Datum und Unterschrift

9.1.91



Bitte sämtliche Zwischenberichte in 12-facher und die Schlussberichte in 22-facher Ausführung

## 2.0 Vorbemerkungen

Die wichtigsten Punkte des Zwischenberichtes vom 7.6.1989 sind der Vollständigkeit halber in gekürzter Form in diesen Schlussbericht miteinbezogen.

Der Projektteil A (Metallhydride als Elektroden) ist zusätzlich durch das BEW-Projekt "Metallhydride als Elektroden in Batterien" Nr. EPA-217.587/88 verstärkt worden.

## 2.1. Projektbearbeitung und erarbeitete Ergebnisse

Die in Vorgängerprojekten NEFF 180-180.2 an der ETH Zürich aufgebauten Hydriervorrichtungen und das Oberflächenspektrometer wurden im April 88 nach Fribourg transferiert und zuerst provisorisch (Gebäudeumbau), 1990 definitiv eingerichtet. Ein 24 kW Hochfrequenzgenerator und ein Induktionsschmelztiegel zum Erschmelzen von Legierungen unter Hochvakuum (Turbomolekularpumpe) oder Schutzgas wurde aufgebaut. 1990 konnten zusätzlich ein Röntgengenerator mit Debye-Scherrer-Kamera zum Charakterisieren der Legierungen und eine Bedampfungsanlage zum Erneuern der Anoden des Oberflächenspektrometers in Betrieb genommen werden. Die Grundausrüstung für das elektrochemische Beladen von Metallhydridelektroden wurde auf Steuerung und Datenerfassung mit Computer erweitert.

### Metallhydride als Elektroden

Metallhydridelektroden werden innert weniger Jahre Cadmiumelektroden in reversiblen Nickel-Cadmium-Batterien ablösen. Als Elektrodenmaterial stehen einphasige intermetallische Verbindungen auf der Basis  $\text{LaNi}_5$  und mehrphasige Legierungen auf der Basis von  $\text{AB}_2$  Laves-Phasen bestehend aus den Elementen Ti, Ni, Zr und V im Vordergrund. Die Legierungen werden durch Wasserstoffabsorption pulverisiert und anschliessend kompaktiert. Wir haben vorwiegend  $\text{LaNi}_5$  und  $\text{LaNi}_{4.7}\text{Al}_{0.3}$  und ihre Korrosion in 5-6 molarem KOH-Elektrolyten als Funktion der Zahl der Beladungszyklen und des Restpotentials nach Entladung untersucht. Die Analyse der Elektrodenoberfläche ergab drastische Modifikationen der chemischen Zusammensetzung und Dicke der Oberflächenschicht. Oberflächen von  $\text{LaNi}_5$ -Legierungen sind an Luft durch

selektives Oxidieren La-reich mit einem Ni:La Verhältnis von  $\approx 1$  bis 1.5; im KOH-Elektrolyt stellt sich bei -0.5V ein Verhältnis von 2 bis 2.5 ein, bei Erhöhung des Restpotentials auf 0.06 V jedoch schon ein Verhältnis von 10. Nickel ist teilweise oxidiert, teilweise metallisch, La vollständig oxidiert. Wir vermuten ohne schlüssigen Beweis, dass bei der beobachteten starken Ni-Anreicherung La in Elektrolyt gelöst werden.

Die starke Ni-Anreicherung wurde an Oberflächen von  $\text{LaNi}_5$  und  $\text{LaNi}_{4.7}\text{Al}_{0.3}$ -Elektroden gefunden. Aluminium bildet keine passivierende Oberflächenschicht, entgegen allen Erwartungen. Die bessere zyklische Lebensdauer von  $\text{LaNi}_{4.7}\text{Al}_{0.3}$  scheint eher mit Eigenschaften des Bulks (Stabilität gegen weiteres Zerfallen durch Verprödung) und nicht der Oberfläche zusammenzuhängen.

Die Oxidation der Oberflächenschicht und die starke Ni-Anreicherung ist nicht nur für den Kapazitätsverlust als Funktion der Zyklenzahl, sondern auch für den elektrischen und thermischen Kontakt von Korn zu Korn und von Korn zum Stromkollektor wichtig. Sie könnten damit den maximalen Lade-/Entladestrom begrenzen [Ref. 1].

Im Zusammenhang mit der maximalen Kapazität der Elektroden sind die elektronischen Eigenschaften erneut interessant geworden. Wir konnten die totale Dichte der Elektronenzustände an  $\text{LaNi}_5$ -Einkristallen mit Photoelektronenspektroskopie messen und mittels Photoelektronendiffraktion in die partiellen Dichten von La und Ni zerlegen. Das Valenzband wird von Ni3d-Zuständen 0.8eV unterhalb des Fermi-niveaus dominiert [Ref. 2].

### Bildung von Yb-Hydrid in Yb Filmen auf $\text{PdH}_x$ -Substrat

Zur Untersuchung der H-Diffusion durch Grenzschichten und in Oberflächennähe wurden dünne Filme von Yb auf Pd und auf Pd-Hydrid aufgedampft und mittels Photoelektronenspektroskopie analysiert. Zu Vergleichszwecken wurden auch Yb-Hydride untersucht. H diffundiert schon bei Zimmertemperatur schnell aus Pd-Hydrid ins Yb und bildet kontaminationsfreie Schichten von  $\text{YbH}_{2.6}$ . Dabei verändert sich die Elektronenkonfiguration des Grundzustandes von Yb beträchtlich; Valenzänderungen zwischen zweiwertigem Yb mit  $4f^{14}$  Konfiguration und gemischtvalentem Yb mit  $4f^{14}/4f^{13}$  Konfiguration treten auf als Funktion von Schichtdicke und H-Gehalt [Ref. 3].

### Bildung und Analyse von sauerstofffreien Schichten von Magnesiumhydrid

Die Analyse der Elektronenstruktur von  $MgH_2$  mittels Photoemission, die zum Verständnis der zu starken Mg-Wasserstoff-Bindung notwendig ist, war bisher nicht möglich, weil die 1-5 ppm Sauerstoffverunreinigung im Wasserstoff stärkere Effekte verursacht als der Wasserstoff. Dank der zuerst an Yb-Schichten erfolgreich angewendeten Methode des Hydrierens durch Diffusion atomaren Wasserstoffs aus dem Substrat (Pd) in eine aufgedampfte dünne Schicht (Yb, Mg) ist es gelungen, sauerstofffreie  $MgH_2$ -Schichten herzustellen und zu analysieren. Die  $Mg\ 1s$ -Zustände sind um 2eV zu grösserer Bindungsenergie verschoben (als im Mg), die Plasmonanregungen verschwinden vollständig und die Zustandsdichte am Fermi-niveau geht auf Null zurück, was alles auf den nichtmetallischen Charakter von  $MgH_2$  hinweist. Bei erhöhten Temperaturen erfolgt eine teilweise oder vollständige Desorption des Wasserstoffs zusammen mit der Mg-Pd Interdiffusion über die Grenzfläche; die Schicht wird wieder metallisch. Wir versuchen z.Z. aus den gemessenen elektronischen Eigenschaften ein Modell der thermodynamischen Eigenschaften zu entwickeln [Ref. 4].

### Hydride von Mg-Li-Legierungen

Wir erwarten, dass metallische Hydride auf der Basis von Mg-Legierungen den Wasserstoff weniger stark binden. Nach theoretischen Arbeiten könnten Legierungen von Mg mit einwertigen Metallen (z.B. Li) Hydride bilden, die ein metallisches, möglicherweise sogar supraleitendes, Wasserstoff-Untergitter aufweisen.

Wir haben Mg-Li Legierungen (feste Lösungen, 0-30 at % Li) in zugeschweissten Tantaltiegeln aufgeschmolzen und charakterisiert. Die Oberfläche war stets Li-reich. Bei erhöhter Temperatur nimmt die Li-Anreicherung noch zu. Die Legierungen reagierten bei Zimmertemperatur überhaupt nicht mit Wasserstoff. Erst oberhalb 200°C setzte die Wasserstoffabsorption langsam ein. Sie war umso langsamer, je höher der Li-Gehalt der Proben war. Röntgengraphische Analyse ergab, dass die Wasserstoffabsorption leider in keinem Fall zu einem ternären Mg-Li-Hydrid führte sondern zu einer " $MgH_2 + LiH_x$ "-Zersetzungsreaktion.

Wir versuchen z.Z. durch Protonenimplantation bei tiefen Temperaturen ein ternäres Hydrid herzustellen und seine elektrische Leitfähigkeit in situ zu messen [Ref. 5].

### Elektronische Eigenschaften von Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub>-Hydrid

Wir haben Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub>-Verbindungen hergestellt, zu Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub>H<sub>7</sub> hydriert und mittels Photoelektronenspektroskopie und Messungen der elektrischen Leitfähigkeit charakterisiert. Das gelbliche, metallische Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub> weist, ähnlich wie Au, ein volles schmales d-Band 2.8 eV unter dem Fermi-niveau auf. Auch das Hydrid ist noch metallisch. Der elektrische Widerstand weist Anomalitäten bei 260 K auf, möglicherweise durch Strukturänderungen verursacht. Unterhalb 260 K nimmt der Widerstand stark ab.

K. Yvon, Uni Genf, untersucht z.Z. die Kristallstruktur und Phasenreinheit des Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub>-Hydrids [Ref. 6].

### Haftkoeffizient von H<sub>2</sub> auf Cerium

Sogenannte MOS (metal oxide semiconductor)-Strukturen eignen sich als empfindliche H<sub>2</sub>-Detektoren. Wir haben eine Si/SiO<sub>2</sub>-Struktur im Ultrahochvakuum mit Ce bedampft und den Ce-Film H<sub>2</sub>-Gas ausgesetzt. H<sub>2</sub> dissoziiert schnell auf der Ce-Oberfläche und diffundiert an die Ce/SiO<sub>2</sub>-Grenzfläche. Der Haftkoeffizient von H<sub>2</sub> auf Ce konnte zu  $\cong 0.4$  abgeschätzt werden, in guter Übereinstimmung mit publizierten Resultaten aus viel komplizierteren Messapparaturen. Offenbar eignet sich diese einfache Struktur zur quantitativen Messung von Haftkoeffizienten [Ref. 7, 8].

### Cu-Ausscheidungen auf Cu-Zr-Legierungen nach Tempern in H<sub>2</sub>

Kristalline und amorphe Cu-Zr-Legierungen bilden Metallhydride und weisen hohe Diffusionsgeschwindigkeit auch für die Metallatome auf, verknüpft mit besonderen, eventuell für die Katalyse interessanten, Oberflächeneigenschaften. Wir konnten nachweisen, dass sich kristalline Cu-Zr-Legierungen beim Tempern in H<sub>2</sub>-Atmosphäre (1-2 bar) an der Oberfläche zersetzen in Ausscheidungen aus ZrO<sub>2</sub> einerseits und metallischem Cu ( $\mu\text{m}$  gross) andererseits. Je nach Behandlung (Temperatur, Zeit, H<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Partialdruck) sind die Cu-Ausscheidungen in metallischem Kontakt mit der darunterliegenden Legierung oder aber durch ZrO<sub>2</sub> elektrisch davon isoliert. Durch geeignete Wahl der Behandlungsparameter lässt sich offenbar die Wechselwirkung zwischen dem metallischen Cu (Katalysator) und dem Support in einem grossen Bereich verändern, was für das Herstellen selektiver Katalysatoren von Interesse sein könnte [Ref. 9].

### "Kalte Fusion", Nachweis von Schwermetallen in wässrigen Lösungen

Wir haben im Zwischenbericht ausführlicher über eigene Experimente im Zusammenhang mit dem "Kalte-Fusion"-Fieber berichtet und erwähnt, dass die Elektrodenoberflächen nach elektrochemischen Beladungsexperimenten stets mit Bleiabscheidungen von der Grösse atomarer Monolagen verunreinigt waren [Ref. 10, 11]. Wir haben diese Entdeckung zu einer hochempfindlichen analytischen Methode zum Nachweis kleinster Mengen von Schwermetallen (Pb, Hg, Cd) in wässrigen Lösungen entwickelt. In einem ersten Schritt werden Schwermetallverunreinigungen elektrochemisch auf eine Edelmetallelektrode abgeschieden. Im zweiten Schritt erfolgt der elementspezifische Nachweis mittels Photoelektronenspektroskopie. Der hohe Wirkungsquerschnitt der Schwermetalle im Photoemissionsprozess gestattet die hohe Nachweisempfindlichkeit von 1 % einer atomaren Monolage auf 0.2 cm<sup>2</sup> Fläche, was etwa 10<sup>12</sup> Atomen entspricht. Erfolgt eine effiziente elektrochemische Abscheidung aus 100 cm<sup>3</sup> Lösung erhält man eine Nachweisgrenze von < 1 ppt! Das Verfahren wurde zum Patent angemeldet und in Kurzform veröffentlicht [Ref. 12, P1].

Das Verfahren ist so empfindlich, dass wir in den nichtneutralen Getränken Orangensaft, Cola und Chianti, nach 30 Sekunden Kontakt mit Amalganfällungen im Mund, Quecksilber nachweisen konnten. Zur Zeit läuft in Zusammenarbeit mit dem Zahnärztlichen Institut der Uni Zürich eine Versuchsserie zur Analyse von Speichel.

Der Projektverantwortliche wurde von der American Physical Society eingeladen, am March Meeting einen kritischen Übersichtsvortrag in der Sitzung "Hydrogen in Metals-Fusion Related" zu halten [Ref. 12].

### Dünne Schichten von Metallen der Seltenen Erden als Sorptionspumpen

Auf Grund der von uns gemachten Beobachtungen, dass aufgedampfte dünne Schichten von Metallen der Seltenen Erden äusserst effizient Wasserstoff und andere reaktive Gase pumpen, haben wir eine Sorptionspumpe für Ultrahochvakuum entwickelt, in unserer Apparatur eingebaut und als Patent angemeldet [Ref. P2].

Edition des Buches "Hydrogen in Intermetallic Compounds II"

Der Projektverantwortliche hat als Editor den 2. Band dieser Springer Serie konzipiert und darin die Kapitel

I Introduction und

II Surface Properties and Activation  
geschrieben. Im Druck [Ref. 13].

Oberflächenanalytische Arbeiten für die Industrie

In der Berichtsperiode haben wir für die Firmen Comet (Röntgenröhrenhersteller), Tetra-Pak, Landis und Gyr, Spectrospin, Ems-Patvag, Devex (metallisierte Gewebe) und Ciba-Geigy sowie für das Paul-Scherrer-Institut, Physik. Inst. der Uni Bern und Zahnärztl. Institut der Uni Zürich Oberflächenanalysen durchgeführt.

## 2.2 Unvorgesehene Vorkommnisse und Entwicklungen

Keine aussergewöhnlichen (cf. Zwischenbericht), ausser der "Kalten Fusion", die schliesslich zur Entwicklung einer zum Patent angemeldeten Methode zum Nachweis von Schwermetallen in wässrigen Lösungen führte; interessantes Nebenprodukt.

## 2.3 Erfolg der Projektarbeiten im Verhältnis zu den Erwartungen bei der Gesuchsstellung

Die Untersuchungen sowohl zum Projektteil A (Elektroden) wie B (leichte Metallhydride) führten zu interessanten Erkenntnissen. Die A-Ergebnisse sind direkt auf Anwendungen übertragbar, die B-Ergebnisse erfordern eine Fortsetzung der Untersuchungen (bewilligt).

Die experimentellen Schwierigkeiten im Umgang mit den leichten Metallhydriden sind grösser als erwartet.

Interessante Nebenprodukte (spin off's):  
Sorptionspumpe, Nachweis von Schwermetallen.

## 2.4 CH-Patentanmeldungen

P1 A. Fischer, T. Greber, L. Schlapbach:  
"Methode zum Nachweis von Schwermetallen in kleinsten Mengen im Wasser"  
Patentgesuch Nr. 2639/89-8

P2 T. Greber, P. Blanchard, L. Schlapbach:  
"Sorptionspumpe aus reaktiven Schichten von Metallen der Seltenen Erden zur Verminderung des Restgasdruckes in Ultrahoch-Vakuumanlagen"  
Patentgesuch Nr. 2560/90

## 2.5 Publikationen und Berichte

1. F. Meli, L. Schlapbach: "Surface Analysis of AB<sub>5</sub>-Type Electrodes", J. Less-Common Met., im Druck
2. A. Stuck, D. Naumovic, U. Neuhaus, J. Osterwalder, L. Schlapbach: "Partial Densities of States of LaNi<sub>5</sub>", im Druck
3. T. Greber, J. Osterwalder, L. Schlapbach: "Yb on Al: Substrate and Adsorbate Induced Yb Contraction", Phys. Rev. B **40**, 9948 (1989)  
  
St. Büchler, L. Schlapbach, R. Monnier, L. Degiorgi, P. Fischer, J. Schefer: "Valence Transitions in Yb Hydrides", Proc.Int. Symp. "Metal-Hydrogen Systems", Stuttgart 1988, Z. physik. Chemie NF, **163**, 579 (1989)
4. A. Fischer, L. Schlapbach: "Mg/Pd Interfaces with and without Hydrogen", J. Less-Common Met., im Druck
5. H. Köstler: "Herstellung und Charakterisierung von Magnesium-Lithium-Hydriden und Magnesiumhydridschichten auf Palladiumhydrid"  
Diplomarbeit Uni Fribourg, 1990, unveröffentlicht
6. J.P. Burger, L. Schlapbach, U. Maier, I. Vedel: "Electronic Properties of Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub> and Ca<sub>3</sub>Pd<sub>2</sub>H<sub>7</sub>", Z. phys. Chemie NF, **163**, 569 (1989)
7. T. Greber, L. Schlapbach: "Hydrogen from Water Vapour on a Ce-Pd Interface", Z. phys. Chemie NF, **164**, 1213 (1989)
8. P. Gröning, T. Greber, J. Osterwalder, L. Schlapbach: "On the Growth of a Metallic Ce Film on SiO<sub>2</sub>", Vacuum **41** 1439 (1990)

9. Yu Xin-nan, L. Schlapbach: "Cu precipitations at the Surface of Crystalline Cu-Zr Alloys after Annealing in Hydrogen", *Z. phys. Chemie NF*, **164**, 1171 (1989)
10. T. Greber, A. Fischer, C. Rhême, S. Drissi, J. Osterwalder, J. Kern and L. Schlapbach: "Cold Fusion Experiments in Fribourg", *Proc. Conf. Understanding of Cold Fusion Phenomena*, Vol. **24**, S/F Bologna 1989, p. 219 (1990)
11. M. Ulmann, J. Liu, J. Augustynski, F. Meli, L. Schlapbach: "Surface and electrochemical characterization of Pd cathodes after prolonged charging in LiOD +D<sub>2</sub>O solutions" *J. Electroanal. Chemie*, **286** 257 (1990)
12. L. Schlapbach: "Hydrogen in and on Metals, Facts and Dreams", *Bull. American Phys. Soc.* **35** 1378 (1990)
13. L. Schlapbach: Kapitel "Introduction" und Kapitel "Surface Properties and Activation" in "Hydrogen in Intermetallic Compounds II", Springer Serie Topics in Applied Physics Vol. **64**, L. Schlapbach, ed., (1991) im Druck
14. L. Schlapbach, A. Fischer, F. Meli: "Light Weight Metal Hydrides" und "Corrosion of AB<sub>5</sub> Metal Hydride Electrodes in Reversible Batteries", IEA Hydrogen Task VII, Technical Report 1990, im Druck

Ferner sind noch erschienen:

15. L. Schlapbach, ed.: "Hydrogen in Intermetallic Compounds I", Springer TAP **63** (1988), darin:  
L. Schlapbach: Kap. I, Introduction;  
M. Gupta, L. Schlapbach: Kap. 5: Electronic Properties

16. Yu Xin-nan, L. Schlapbach: "Surface properties and electronic structure of amorphous Zr-Ni-hydride", Phys. Rev. B 37, 6215 (1988)
17. Yu Xin-nan, L. Schlapbach: "Surface properties of chemically prepared LaNi<sub>5</sub>", Int. J. Hydrogen Energy 13, 429 (1988)

## 2.10 Aufstellung des noch verwertbaren Materials

- 1 Computer Mac IICx
- 1 Temperaturregler Tecon
- 1 Mac Portable
- 2 Druckminderer Wasserstoff
- 1 Leckventil Balzers
- 1 Elektronenstrahlverdampfer

**ABRECHNUNG**  
**1.4.1989 - 9.11.1990**

**2.9.1 Personalkosten**

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
1001	Etat de Fribourg Lohn A. Fischer, 1.1.1988-31.12.1988	22'939.15
1002	Etat de Fribourg Lohn A. Fischer, 1.1.1989-31.12.1989	43'015.45
1003	Frédéric Pythoud Ferienarbeit	2'550.--
1004	J. P. Burger akad. Gast	2'500.--
1005	H. Köstler Ferienarbeit	2'500.--
1006	I. Vedel Lohn 1.2.-31.8.90	13'461.85
1007	H. Köstler Lohn Nov. und Dez.90	5'550.--
1008	A. Krozer Lohn Oktober	5'000.--
1009	Etat de Fribourg Lohn A. Fischer 1.1.-30.9.1990	<u>35'216.--</u>
Total Personalkosten		<u>32'732.45</u>

## 2.9.2 Materialkosten

### a) Material von bleibendem Wert

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
2001	VG Instruments, Wiesbaden	2'136.20
2002	Cendres & Metaux SA, Bienne	1'162.70
2003	Balzers Hochvakuum AG, Zürich	645.15
2004	Service Informatique, Fribourg	10'705.--
2005	Klaus Schaefer, + Co. Zürich	2'470.--
2006	Laborbedarf + Kristallhandel, Geilenkirchen	2'561.65
2007	Balzers Union AG, Balzers	165.65
2008	Distrelec AG, Zürich	370.65
2009	Meili Kryotech, Gippingen	385.90
2010	Orbatex AG, Grenchen	1'194.75
2011	Balzers Hochvakuum AG, Zürich	463.55
2012	Tecon AG, Oberuzwil	603.20
2013	Balzers Hochvakuum AG, Zürich	313.50
2014	Direktkauf, Mac Portable	6'848.--
2015	Clarke Associates, Bristol	110.30
2016	Vacotec SA, Reconvilier	342.--
2017	Parker Pneumatic, Velbert	767.45
2018	Carbagas, Zürich	1'345.75
2019	Philips AG, Zürich	191.15
2020	American Institut of Physics	56.90
2021	Balzers Hochvakuum AG, Zürich	2'590.75
2022	S. Suda, Japan	2'710.--
2023	Hahn + Bischof, München	<u>11'953.85</u>
Total Material von bleibendem Wert		<u>50'094.05</u>

## b) Verbrauchsmaterial

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
2025	Bender & Hobein AG, Zürich	369.60
2026	Metrohm AG, Herisau	113.20
2027	Thyssen Stahl AG, Duisburg	268.60
2028	Cendres & Metaux AG, Biel	1'196.60
2029	L. Schlapbach, Auslagen	342.55
2030	Metalor AG, Neuchâtel	722.75
2031	SAG Schweisstechnik, Dällikon	156.55
2032	Semadeni AG, Ostermundigen	31.60
2033	Distrelec AG, Zürich	270.60
2034	Carbagas, Liebefeld	130.65
2035	Carbagas, Liebefeld	228.--
2036	Walter Rentsch, Dietlikon	866.40
2037	Glas + Spiegel AG, Basel	263.60
2038	Huber & Suhner AG, Herisau	99.20
2039	Carbagas, Liebefeld	141.90
2040	ITT Multicomponents, Zürich	121.30
2041	Bossard AG, Zug	621.40
2042	Sauerstoffwerk AG, Lenzburg	1'139.65
2043	Polaroid AG, Zürich	366.30
2044	Carbagas, Liebefeld	94.45
2045	Klaus Schaefer + Co., Zürich	695.--
2046	Swiatrans Speditions AG, MuttENZ	102.--
2047	Physikinstitut, Freiburg	162.55
2048	A. Mattern AG, Zürich	72.50
2049	Distrelec Electronic AG, Zürich	<u>280.80</u>
		8'857.75

Übertrag		8'857.75
2050	Nickel-Contor, Zürich	69.20
2051	Ardel SA, Lausanne	90.25
2052	Koenig Dr. Ing. AG, Dietikon	387.65
2053	Carbagas, Liebefeld	52.50
2054	T.E. Klebetechnik, Hannover	112.65
2055	Distrelec AG, Zürich	487.35
2056	Carbagas AG, Bern	70.05
2057	Arbor Ventil AG, Niederrohrdorf	589.40
2058	Deltron Electronic, Kirchberg	96.85
2059	Héliocop, Fribourg	17.30
2060	Carbagas, Liebefeld	62.90
2061	RMB SA, Bienne	15.65
2062	Vidéo et inf. SA, Fribourg	178.--
2063	Fenner AG, Versoix	114.45
2064	Fluka Chemie AG, Buchs	16.80
2065	Pan Gas, Luzern	31.50
2066	Siemens Albis AG, Renens	382.30
2067	Arbor AG, Niederrohrdorf	91.--
2068	Interalloy AG, Lupfig	194.40
2069	Angst + Pfister, Zürich	219.65
2070	Carbagas, Liebefeld	18.50
2071	Carbagas, Liebefeld	49.25
2072	Carbagas, Liebefeld	119.35
2073	Carbagas, Liebefeld	291.60
2074	Arbor AG, Niederrohrdorf	679.45
2075	Kontron Electronics AG, Zürich	223.85
2076	Cendres & Metaux, Bienne	509.85
2077	Deutsches Museum, München	57.90
2078	Distrelec AG, Zürich	<u>97.95</u>
		14'185.30

Übertrag		14'185.30
2079	Carbagas, Liebefeld	273.30
2080	Carbagas, Liebefeld	223.45
2081	Carbagas, Liebefeld	197.95
2082	Carbagas, Liebefeld	66.25
2083	Ammann SA, Fribourg	73.--
2084	E. Truninger AG, Zürich	127.--
2085	Metalor, Neuchâtel	532.70
2086	Ifanger, Uster	220.75
2087	Kontron Electronics	85.45
2088	Nickel-Contron, Zürich	801.25
2089	Polaroid , Zürich	120.--
2090	Societa Italiano di Fisica	76.--
2091	Siemens-albis AG, Zürich	382.30
2092	Basix für Elektronik AG,Zürich	155.45
2093	Memorex Telex, Schlieren	194.--
2094	Philips AG, Zürich	24.65
2095	Metallwerk Plansee	1'028.55
2096	Debrunner + Wassmer AG, Givisiez	79.55
2097	Debrunner + Wassmer AG, Givisiez	28.90
2098	Carbagas, Liebefeld	333.--
2099	Carbagas, Liebefeld	197.95
2100	Transmetra AG, Schaffhausen	280.65
2101	Lemo SA, Ecublens	119.10
2102	Elbatex AG, Wettingen	115.95
2103	Elbatex AG, Wettingen	298.35
2104	Distrelec AG, Zürich	59.80
2105	Ardel SA, Lausanne	133.65
2106	Polaroid AG, Zürich	45.20
2107	Hayoz Hard + Software, Murten	<u>30.--</u>
		20'489.45

Übertrag		20'489.45
2108	Johnson Matthey + Brandenberger AG, Zürich	229.50
2109	Rahn + Co, Zürich	77.75
2110	SAG, Dällikon	497.80
2111	Elbatex AG, Wettingen	17.70
2112	Distrelec AG, Zürich	114.95
2113	Elma Electronic AG, Wetzikon	210.60
2114	Commerce de Fer, Fribourg	380.45
2115	Commerce de Fer SA, Fribourg	194.55
2116	Wieland + Oertli AG, Illnau	702.75
2117	Debrunner + Wassmer AG, Givisiez	93.20
2118	Angst + Pfister AG, Zürich	574.85
2119	Bossard AG, Zug	75.40
2120	Iseli Organisation de Bureau SA, Fribourg	1'540.--
2121	Ifanger, Uster	242.40
2122	Carbagas, Liebefeld	95.60
2123	Carbagas, Liebefeld	371.40
2124	Carbagas, Liebefeld	197.95
2125	Carbagas, Liebefeld	110.95
2126	Carbagas, Liebefeld	156.60
2127	Angst + Pfister AG, Zürich	404.40
2128	Angst + Pfister AG, Zürich	57.10
2129	Hélio-cop, Fribourg	24.50
2130	Nickel-Contor AG, Zürich	173.55
2131	Kodak SA, Lausanne	208.20
2132	Georg Utz AG, Bremgarten	77.--
2133	Carbagas, Liebefeld	183.10
2134	Carbagas, Liebefeld	56.70
2135	Carbagas, Liebefeld	202.80
2136	Carbagas, Liebefeld	<u>381.30</u>
		28'142.50

Übertrag		28'142.50
2137	VG Instruments, Wiesbaden	70.85
2138	VG Instruments, Wiesbaden	289.10
2139	J. C. Meyer SA, Fribourg	168.--
2140	Interalloy AG, Lupfig	262.55
2141	Degussa AG, Zürich	173.65
2142	Distrelec AG, Zürich	92.15
2143	Distrelec AG, Zürich	275.10
2144	Alfred Mattern AG, Zürich	133.50
2145	Elektro-Material AG, Zürich	30.45
2146	Balzers Hochvakuum AG, Zürich	285.70
2147	Commerce de Fer SA Fribourg	11.20
2148	Commerce de Fer SA, Fribourg	10.--
2149	Commerce de Fer Sa, Fribourg	73.35
2150	Huber + Suhner AG, Herisau	295.65
2151	Interprinting AG, Zürich	412.--
2152	Institut de Chimie, Magasin, Fribourg	765.30
2153	Nova Traffic AG, Zürich	<u>131.15</u>
Ausgaben Verbrauchsmaterial		31'622.20
2154	Rückvergütung Cendres + Metaux SA, Bienne	<u>-1'196.60</u>
Total Ausgaben Verbrauchsmaterial		<u>30'425.60</u>

### 2.9.3 Mietkosten und Unterhalt

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
3001	Carbagas, Liebefeld	139.50
3002	Carbagas, Liebefeld	207.--
3003	Scherrer Hansruedi	<u>420.--</u>
Total Mietkosten und Unterhalt		<u>766.50</u>

## 2.9.4 Reisekosten und Auslagen für Gäste

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
4001	Physikinstitut Kasse, Spesen Seminar Dr. Delley	196.--
4002	Aare-Taxi AG, Brugg	38.--
4003	Reisespesen A. Fischer	100.--
4004	Police des étrangers, Fribourg	48.--
4005	Reisespesen Pui Lam	3'241.40
4006	Vergütung Ausgaben Pui Lam	7'500.--
4007	Bundesamt für geist. Eigentum, Bern	120.--
4008	Seminar R. Bowman	640.--
4009	Hotel Alpha, Fribourg	198.--
4010	Universal Flug- + Weltreisen, Zürich	2'350.--
4011	Paul Scherrer Insitut, Villigen	180.--
4012	Imprimerie St-Paul SA, Fribourg	87.--
4013	Impressum Buchservice, Dietikon	190.10
4014	Greber Thomas, Reisespesen	360.--
4015	L. Schlapbach, Reisespesen	6'407.--
4016	Bourse de M. Zhi Wei	2'000.--
4017	Reisespesen A. Fischer	90.--
4018	Reisespesen L. Schlapbach	525.--
4019	Colloque, Weinberger	460.--
4020	Reisespesen L. Schlapbach	1'204.--
4021	M. Heuberger, Poster / U. Meier Bahnentschädigung	260.--
4022	Spesen U. Maier	94.--
4023	Bundesamt für geistiges Eigentum, Bern	115.--
4024	Hotel Alpha, M. Bao Deyon	157.80
4025	Air Canada, Bern	<u>1'942.--</u>
		28'503.30

Übertrag		28'503.30
4026	Dr. Poon, akad. Gast	2'000.--
4027	Spesen L. Schlapbach	816.--
4028	Auslagen für A. Krozer	574.--
4029	Auslagen für H. Köstler	<u>750.--</u>
Total Ausgaben Reisekosten + Auslagen Gäste		<u>32'643.30</u>

## 2.9.5 Literatur, Mitgliederbeiträge, Kurse

Fakt. Nr.	Name des Geldempfängers Bezeichnung der gekauften Ware	Quittungs- betrag
5001	Elsevier Science Publ., Amsterdam	124.20
5002	Lange + Springer, Berlin	39.90
5003	International Hightech-Forum, Basel	670.--
5004	MRS, Pittsburgh	257.85
5005	Lindwurm, Freiburg	218.50
5006	Pergamon Press, Kronberg	95.50
5007	University of Toronto, Symposium	1'175.60
5008	Rückvergütung Einschreibgebühr, Uni Toronto	././ 170.20
5009	Lindwurm, Freiburg	335.65
5010	Schweiz. Phys. Gesellschaft,	10.--
5011	Lindwurm, Freiburg	<u>180.30</u>
Total Ausgaben Literatur, Mitgliederbeiträge + Kurse		<u>2'937.30</u>

## AUSGABEN VOM 1.4.89-9.11.90

Personalkosten	1.4.1989 - 9.11.1990		132'732.45
Materialkosten	1.4.1989 - 9.11.1990		
Material von bleibendem Wert	1.4.1989 - 9.11.1990	50'094.05	
Verbrauchsmaterial	1.4.1889 - 9.11.1990	<u>30'425.60</u>	80'519.65
Mietkosten und Unterhalt	1.4.1989 - 9.11.1990		766.50
Reisekosten und Auslagen für Gäste	1.4.1989 - 9.11.1990		32'643.30
Literatur und Mit- gliederbeiträge, Kurse	1.4.1989 - 9.11.1990		<u>2'937.30</u>
Total 1.6.1988 - 9.11.1990			<u>249'599.20</u>

## ZUSAMMENFASSUNG

*Saldo Bank per 31.3.1989*

Übertrag Saldo 31.03.1989	58'372.95	
+ noch nicht bezahlte Personalkosten bis 31.03.1989	+32'783.20	
./. Rechnung Reisespesen vom 26.9.1988	- <u>300.--</u>	90'856.15

*Gutschriften Bank*

19.6.1989	Rest ETH-Zürich Teil	10'636.80	
20.7.1989	Transfer Saldo Abschluss Kto 105248-51-1	1'462.50	
20.10.1989	Transfer Saldo Abschluss Kto 105248-51-2	1'334.95	
3.12.1989	Überweisung NEFF	110'000.--	
29.12.1989	Zins 1.1.-29.12.1989	1'199.10	
19.6.1990	Transfer Saldo Abschluss Kto 105248-51-3	<u>1'801.80</u>	<u>126'435.15</u>

*Guthaben* 217'291.30

*Ausgaben 1.6.1988 - 9.11.1990* 249'599.20

*Negativ-Saldo per 9.11.1990* -32'307.90



1701 FRIBOURG

TEL. 037/20 61 11

6000-880926-04-10083/01

PIECE DE CAISSE

Datum / Date / Data: 26.09.88 16:09:54

Konto / Compte  
Conto / Account No.: 0235- 105248-50

DE PHYSIQUE P.A. M. L. SCHLAPBACH  
FRIBOURG

COMPTE D'EPARGNE PLACEMENT RUBR.  
PHYSIQUE DES SOLIDES-NEFF

Text / Texte / Testo	Auszahlung / Paiement SFR / Pagamento / Withdrawal FRS	Einzahlung / Versement SFR / Versamento / Deposit FRS	Val.
PRELEVEMENT	300.00		260988
Mme Nicolas, Oray, Univ Paris 12			
Asc. Lachumfort - Electrochimique			
SOLDE EN VOTRE FAVEUR SFR 98.559.25		frais de voyages	

CREDIT SUISSE

MONTANT RECU

Bemerkung zum Bankauszug:

Die Gutschrift von Fr. 193'000.-- vom 2.10.1990 betrifft das Projekt 384.1, deshalb wird diese in der Zusammenfassung nicht berücksichtigt. Von diesem Betrag wurden Fr. 150'000.-- am 6.11.1990 als Festgeld angelegt.

Auch ist die Lohnrechnung für A. Fischer von Fr. 35'216.-- nicht auf diesem Auszug aufgeführt, da wir diese erst am 29.11.1990 bezahlt haben.

Dies ergibt nun einen effektiven Minus-Saldo von Fr. 32'397.90, der sich wie folgt zusammensetzt:

Saldo gemäss Auszug per 8.11.1990		45'908.10
./. Gutschrift NEFF vom 2.10.1990	./. 193'000.--	
+ Festgeldanlage	<u>+ 150'000.--</u>	./. 43'000.--
./. Lohn A. Fischer		<u>./. 35'216.--</u>
Minus-Saldo per 8.11.1990		<u>./. 32'307.90</u>

1701 FRIBOURG TEL. 037/20 61 11

RELEVÉ EN CAPITALUX DU 01.01.90 AU 09.11.90

Konto/Compte No. 105248-50  
 Compto/Account No. 105248-50  
 COMPTE D'EPARGNE PLACEMENT RUBR.  
 PHYSIQUE DES SOLIDES-NEFF

INSTITUT DE PHYSIQUE  
 F. A. M. L. SCHLAPBACH  
 BD DE FEROLLES  
 1700 FRIBOURG

Blatt/Feuille 1  
 Foglio/Sheet 1

Währung/Monnaie FRANCS SUISSES  
 Valuta/Currency

Datum/Date	Text/Texte/TESTO	s. Rückst./v. verso v. retro/p. t. o.	Zu unsern Gunsten/En notre faveur A nostro favore/In our favour	Zu Ihren Gunsten/En votre faveur A vostro favore/In your favour	Val.	Saldo/Soide/Balance
	SOLDE REPORTE					
150190	ORDRE DE BONIFICATION		1,400.00		150190	123,750.55 C
170190	ORDRE DE BONIFICATION		545.05		170190	122,350.55 C
170190	BONIFICATION					
	F. A. M. L. SCHLAPBACH FRIBOURG			1,400.00	150190	123,205.50 C
020290	PRELEVEMENT		460.00		020290	122,745.50 C
020290	LIQUIDATION DU PLACEMENT A TERME			10,000.00	020290	132,745.50 C
130290	ORDRE DE BONIFICATION		55.00		130290	
130390	ORDRE DE BONIFICATION		57.90		130390	
130390	ORDRE DE BONIFICATION					
130290	US\$ 167.00 AU C 1.52		257.85		130290	86,042.75 C
130290	ORDRE DE BONIFICATION		1,126.75		130290	86,097.75 C
130290	ORDRE DE BONIFICATION		45,205.25		130290	84,290.60 C
150290	BONIFICATION C 0235-0216-0063-0076			55.00	190290	77,442.60 C
220390	ORDRE DE BONIFICATION		1,807.15		220390	
300390	PRELEVEMENT		6,848.00		300390	
020490	PLACEMENT A TERME - NOUVEAU			50,000.00	300390	27,442.60 C
100490	ORDRE DE BONIFICATION		110.30		100490	
100490	ASTG 43.00 AU C 2.4725		1,569.45		100490	25,762.85 C
110490	ORDRE DE BONIFICATION		1,204.00		110490	24,558.85 C
110490	PRELEVEMENT		260.00		240490	24,298.85 C
240490	ORDRE DE BONIFICATION		2,970.00		250490	21,328.85 C
250490	ORDRE DE BONIFICATION					
270490	LIT 60,000.00 AU C 0.12		76.00		270490	



SCHWEIZERISCHE KREDITANSTALT  
CREDIT SUISSE CREDITO SVIZZERO

Konto lautend auf/Titulaire du compte/Titolare di conto/Account holder  
INSTITUT DE PHYSIQUE  
P. A. M. L. SCHLAPFACH  
RD DE PEROLLES  
1700 FRIEBOURG

TEL. 037/20 61 11

DU 01.01.90 AU 09.11.90

1701 FRIEBOURG

RELEVÉ EN CAPITALUX

Konto/Compte  
Conto/Account No. 105248-50

COMPTE D'ÉPARGNE PLACEMENT RUBR.  
PHYSIQUE DES SOLIDES-NEFF

Währung/Monnaie  
Valuta/Currency FRANCS SUISSES

Blatt/Feuille  
Foglio/Sheet 2

Datum/Date Data	Text/Texte/TESTO	s. Rückts./v. verso v. retro/p. t. o. *	Zu unsern Gunsten/En notre faveur A nostro favore/in our favour	Zu Ihren Gunsten/En votre faveur A Vostro favore/in your favour	Val.	Saldo/Solde/Balance
270490	ORDRE DE BONIFICATION		731,75		270490	
270490	ORDRE DE BONIFICATION		767,45		270490	19,753,65 C
070690	IM 873,54 AU C 87,40		94,00		070690	
070690	ORDRE DE BONIFICATION		95,50		070690	
070690	IM 107,00 AU C 25,50		1,028,55		070690	
070690	ORDRE DE BONIFICATION		1,109,30		070690	
070690	ORDRE DE BONIFICATION		2,481,60		070690	14,944,70 C
110690	PRELEVEMENT		2,500,00		110690	12,444,70 C
190690	TRANSFERT SOLDE ECRIT. DE BOULEMENT			1,201,80	290690	14,246,50 C
290690	DU COMPTE 105248-51-3			50,000,00	290690	64,246,50 C
020790	LIQUIDATION DU PLACEMENT A TERME			100,000,00	030790	164,246,50 C
020790	105248-51-3					
030790	VERSEMENT POSTAL					
030790	0235-0702-1031-1418					
030790	PLACEMENT A TERME, NOUVEAU					
030790	105248-51-4					
130790	ORDRE DE BONIFICATION		30,000,00		030790	134,246,50 C
130790	ORDRE DE BONIFICATION		1,016,25		130790	
170790	CHEQUE BANCAIRE		4,229,65		130790	128,340,40 C
170790	US\$ 32,70 AU C 1,435		56,90		170790	
170790	CHEQUE BANCAIRE					
170790	CAN\$ 940,00 AU C 1,24					
170790	CHEQUE BANCAIRE		1,175,60		170790	
170790	ORDRE DE BONIFICATION		2,710,00		170790	
230790	ORDRE DE BONIFICATION		2,714,90		170790	
230790	ORDRE DE BONIFICATION		2,500,00		230790	121,683,00 C

Beachten Sie bitte den Vermerk auf der Rückseite  
Vogliate tener conto delle osservazioni indicate a tergo

Veillez observer les remarques au verso  
Please observe the note on the reverse side

S.E.&O.  
E.O.E.

C - Zu Ihren Gunsten/En votre faveur  
 A Vostro favore/In your favour  
 D - Zu unsern Gunsten/En notre faveur



SCHWEIZERISCHE KREDITANSTALT  
CREDIT SUISSE CREDITO SVIZZERO

1701 FRIEDBURG

TEL. 037/20 61 11

INSTITUT DE PHYSIQUE  
P. A. M. L. SCHLAFBACH  
BD DE PEROLLES  
1700 FRIEDBURG

RELEVÉ EN CAPITALAUX

DU 01.01.90 AU 09.11.90

Konto/Compte No. 105248-50

COMPTE D'ÉPARGNE PLACEMENT RUGR.  
PHYSIQUE DES SOLIDES-NEFF

Währung/Monnaie  
Valuta/Currency

FRANCS SUISSES

Blatt/Feuille  
Foglio/Sheet

3

Datum/Date Data	Text/Texte/Texto	s. Rücksv. v. retro/p. l. o. *	Zu unsern Gunsten/En notre faveur A nostro favore/In our favour	Zu Ihren Gunsten/En votre faveur A Vostro favore/In your favour	Val.	Saldo/Solde/Balance
230790	ORDRE DE BONIFICATION IM 13,916.00 AU C 65.90		11,953.65		230790	
230790	PLACEMENT A TERME, NOUVEAU 105248-51-5		100,000.00		240790	7,229.15 C
070890	PRELEVEMENT		2,000.00		070890	5,229.15 C
080890	ORDRE DE BONIFICATION		2,809.75		080890	2,419.40 C
130990	ORDRE DE BONIFICATION		1,232.10		130990	1,187.30 C
140990	ORDRE DE BONIFICATION IM 424.00 AU C 83.95		359.95		130990	
140990	ORDRE DE BONIFICATION		1,526.95		130990	
140990	ORDRE DE BONIFICATION		1,597.25		130990	2,296.85 D
250990	PRELEVEMENT		574.00		250990	2,870.85 D
021090	BONIFICATION C 0235-1002-0202-0031			193,000.00	031090	190,129.15 C
031090	REDUCTION DU PLACEMENT A TERME 105248-51-4			30,000.00	021090	220,129.15 C
041090	VERSEMENT			170.20	051090	220,299.35 C
191090	ORDRE DE BONIFICATION		14,287.85		191090	206,011.50 C
241090	BONIFICATION C 0235-1024-0110-1731			1,196.60	091090	207,208.10 C
041190	PRELEVEMENT			750.00	021190	206,458.10 C
041190	PLACEMENT A TERME, NOUVEAU 105248-51-6		150,000.00		071190	56,458.10 C
081190	ORDRE DE BONIFICATION		5,000.00		081190	45,908.10 C
081190	ORDRE DE BONIFICATION		5,550.00		081190	
	MOUVEMENT TOTAL		465,466.05	387,623.60		1. 73. 000 -
						2 908.10
						1. 35 716 -
						- 32 307.90

C = Zu Ihren Gunsten/En votre faveur  
A Vostro favore/In your favour  
D = Zu unsern Gunsten/En notre faveur  
A nostro favore/In our favour

S.E.&O.  
E.O.E.

Veillez observer les remarques au verso  
Please observe the note on the reverse side

Beachten Sie bitte den Vermerk auf der Rückseite  
Vogliate tener conto delle osservazioni indicate a tergo