

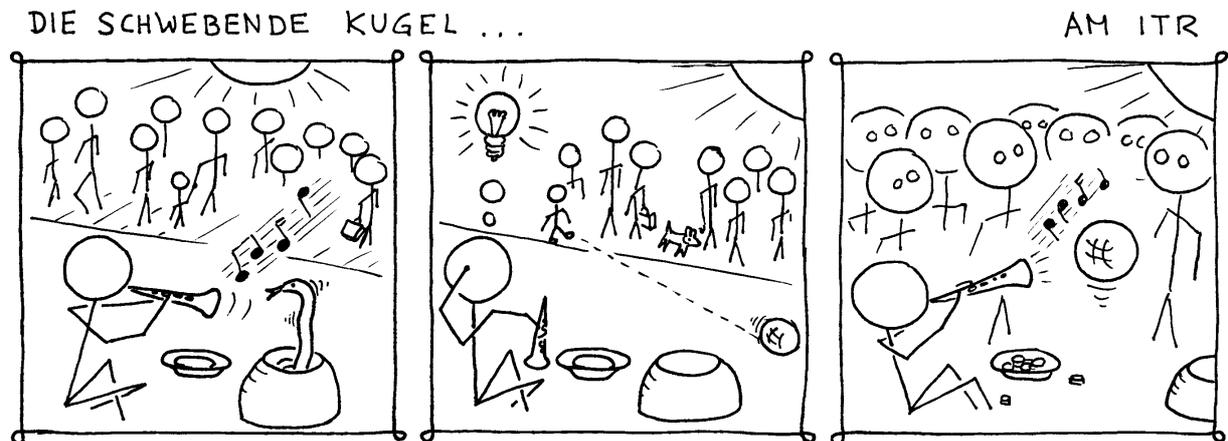
Fotoimpressionen

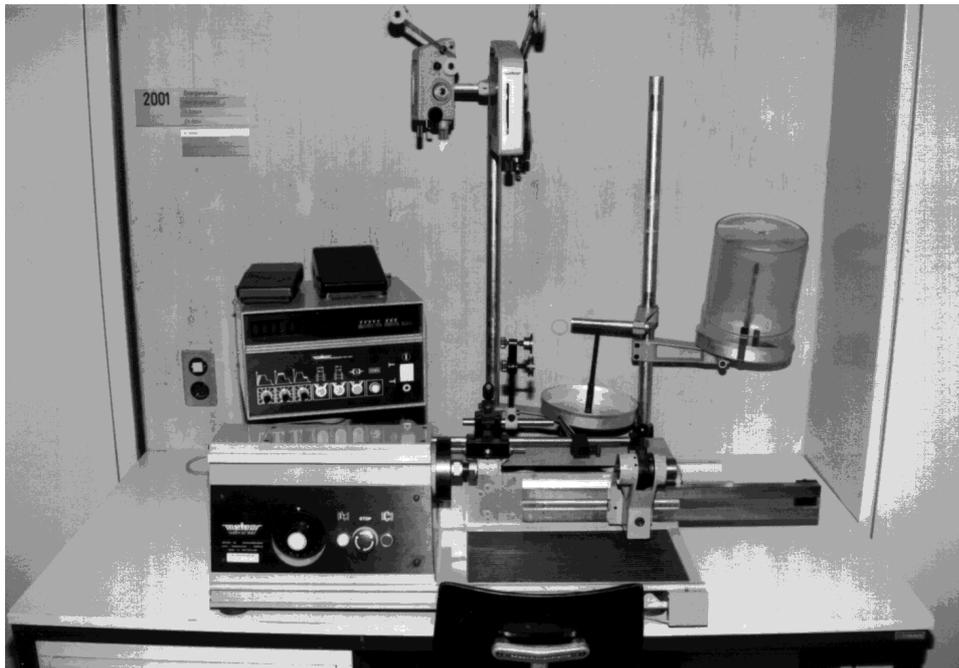
Die "schwebende Kugel"

Eine Blechkugel soll mit Elektromagneten
in der Schwebelage gehalten werden.

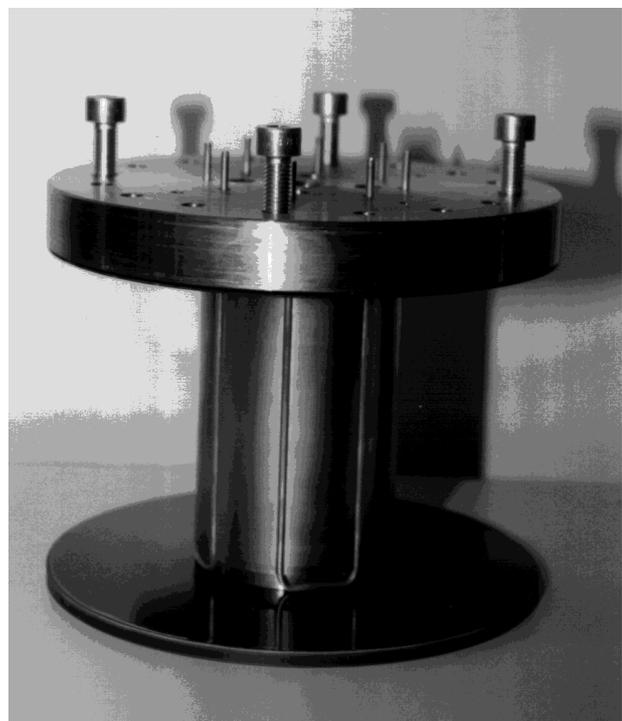
Bruno Kamm und Peter Märki

Diplomarbeit
Interkantonales Technikum
Rapperswil
20. Dezember 1996

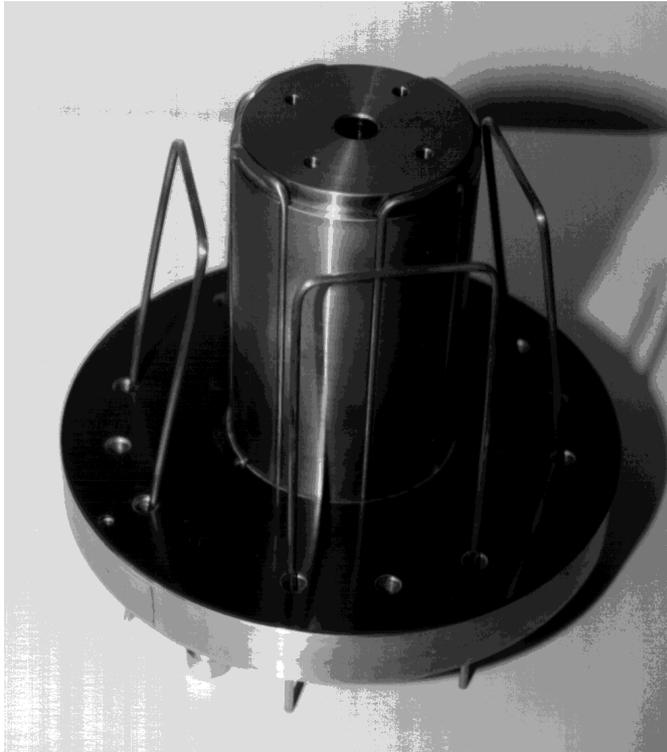




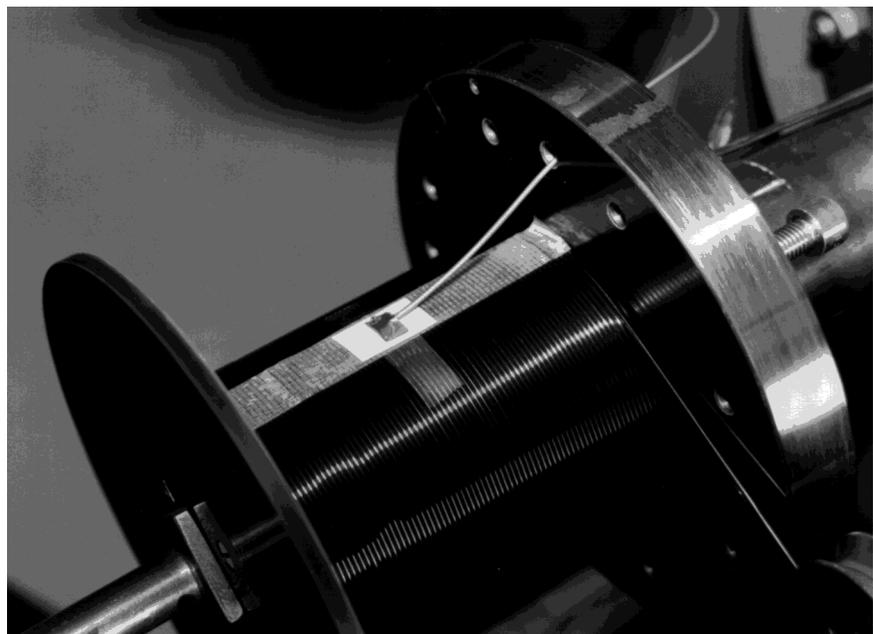
Die Wickelmaschine am ITR ...



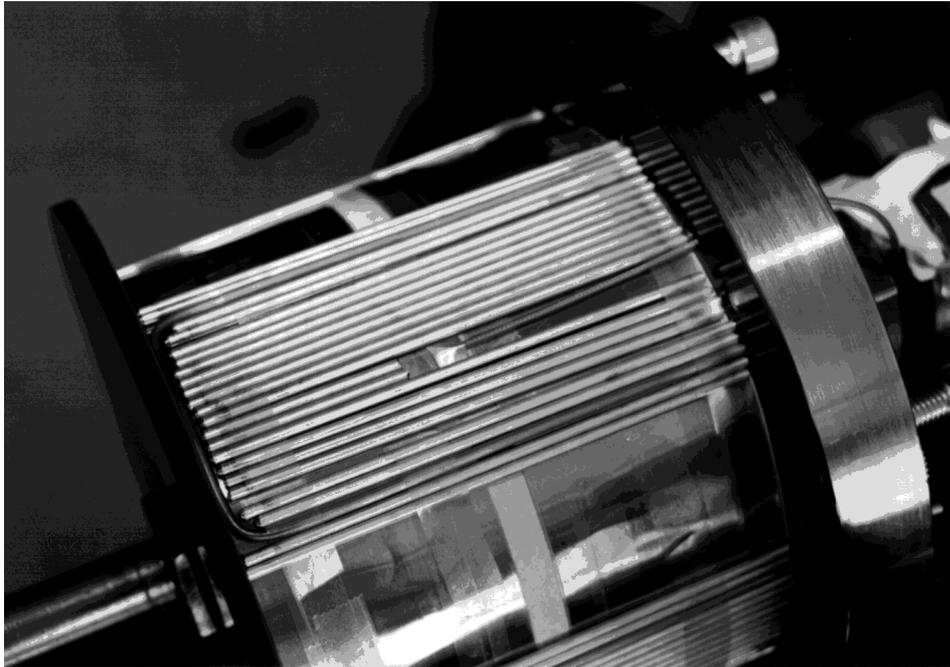
Spulenkern mit innerer Kühlung ...



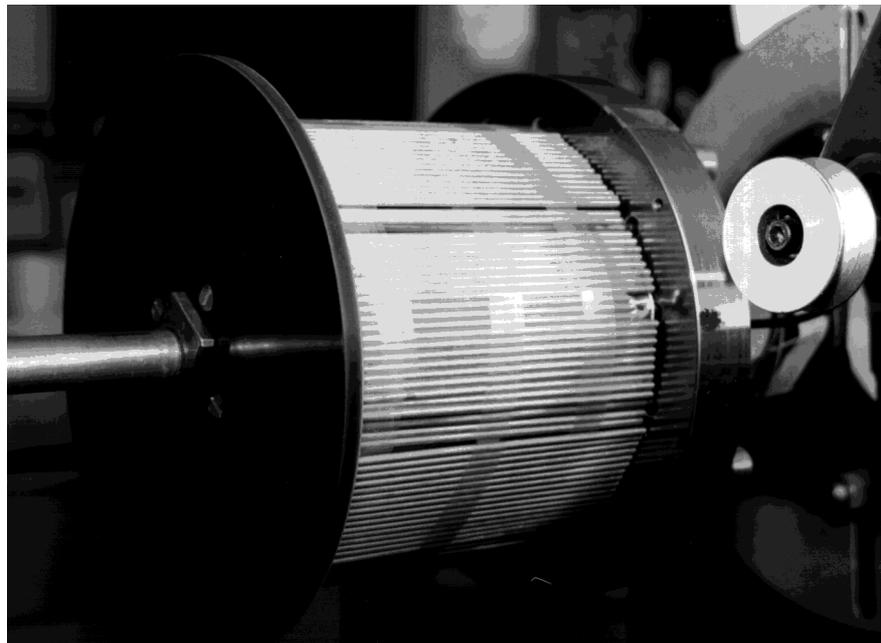
Spulenkern mit Kupferröhren zur Kühlung ...



Erste Spule mit Temperatursensor ...



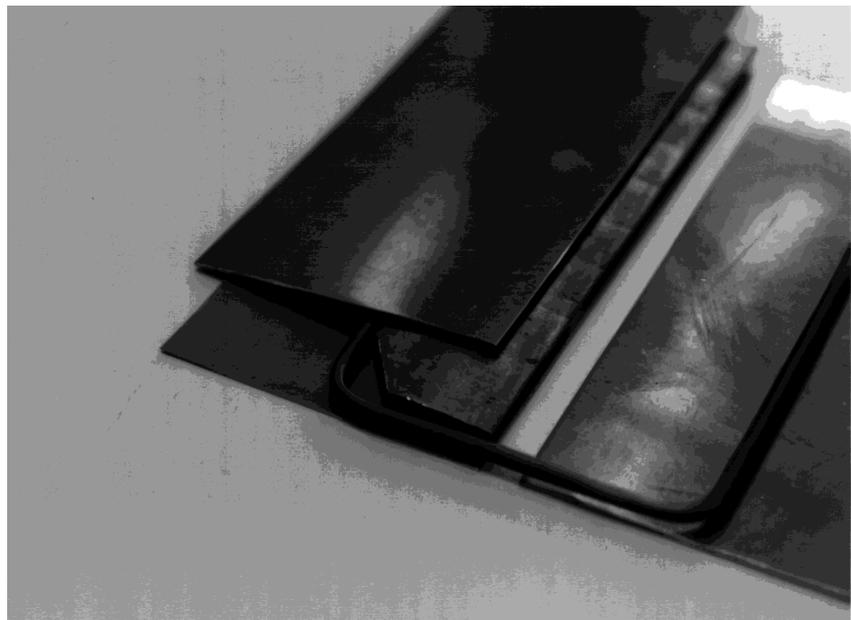
Äussere Kühlung der ersten Spule mit Temperatursensor, Kupferröhren
und Aluminiumstäben ...



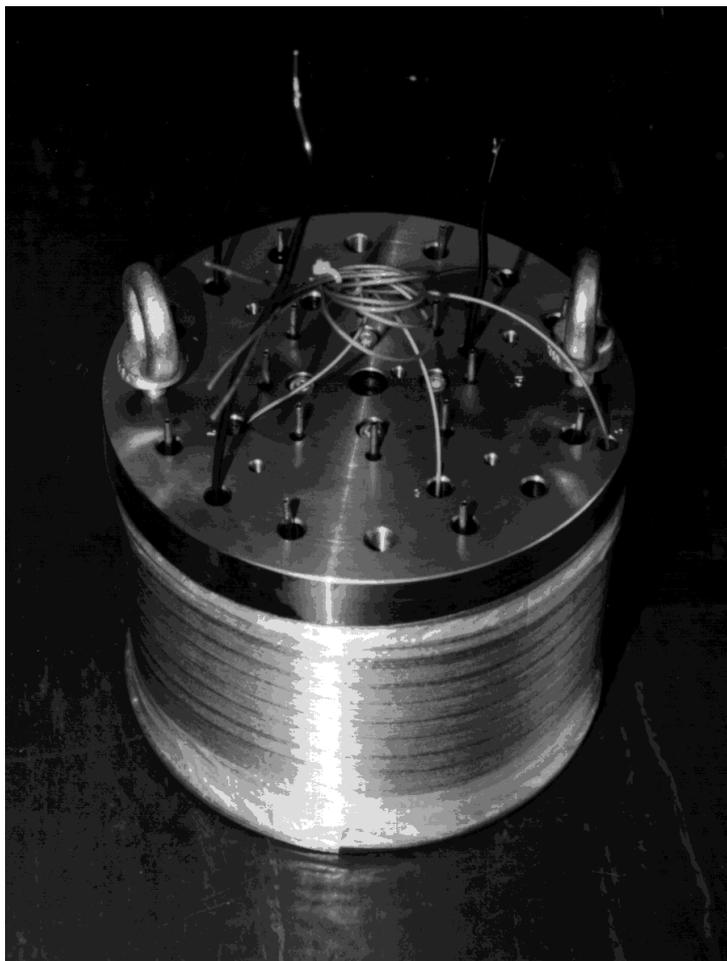
Äussere Kühlung der ersten Spule ...



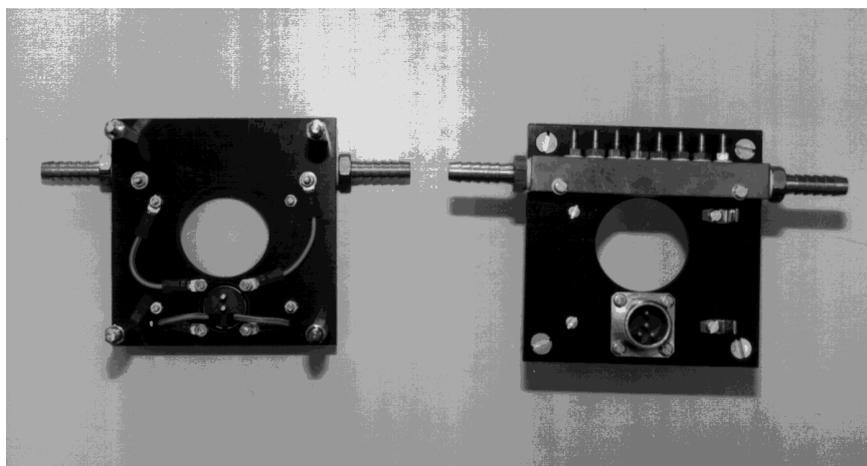
Die erste Spule fertig gewickelt ...



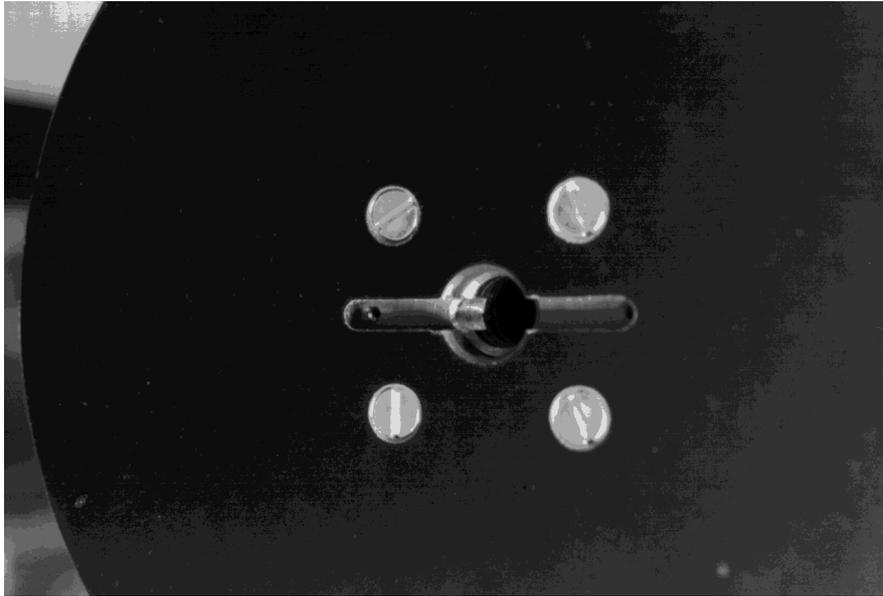
Aufbau der äusseren Kühlung für die Spule 2 und 3 ...



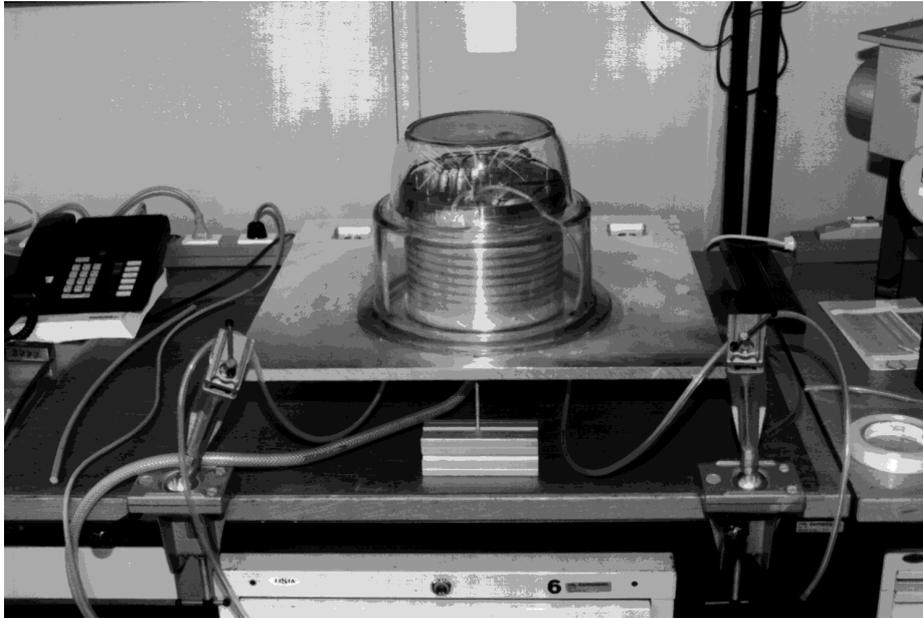
Spule 2 ...



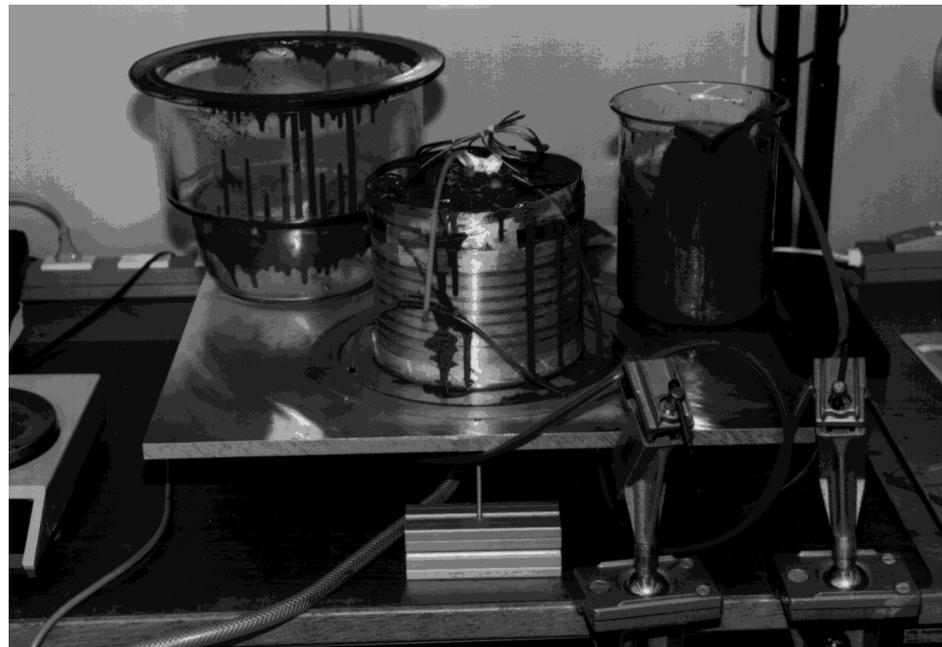
Wasserverteilsystem und Stromanschluss für die Spulen ...



Spule von unten ...



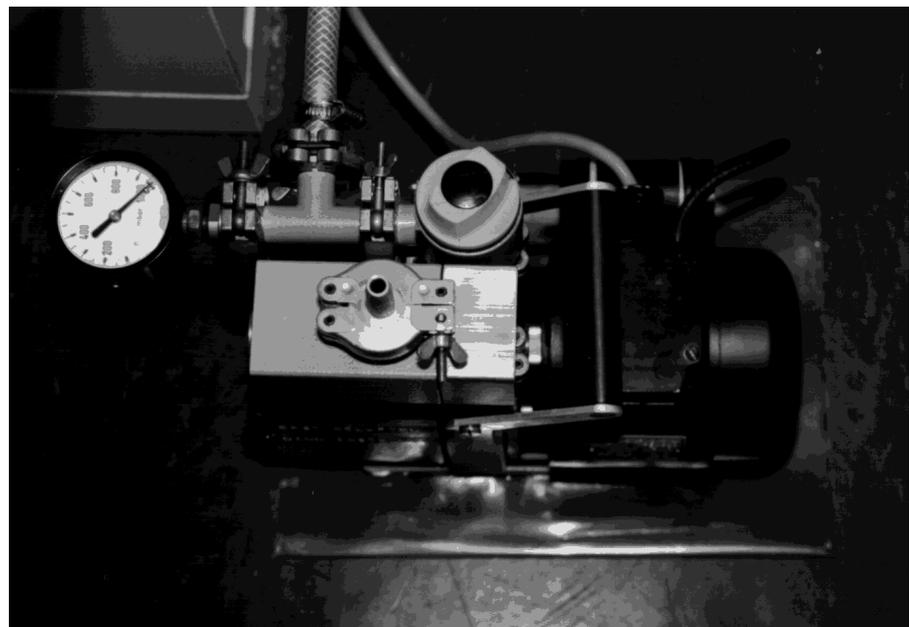
Aufbau für die Spulenvergiessung (Spulen 2 und 3) ...



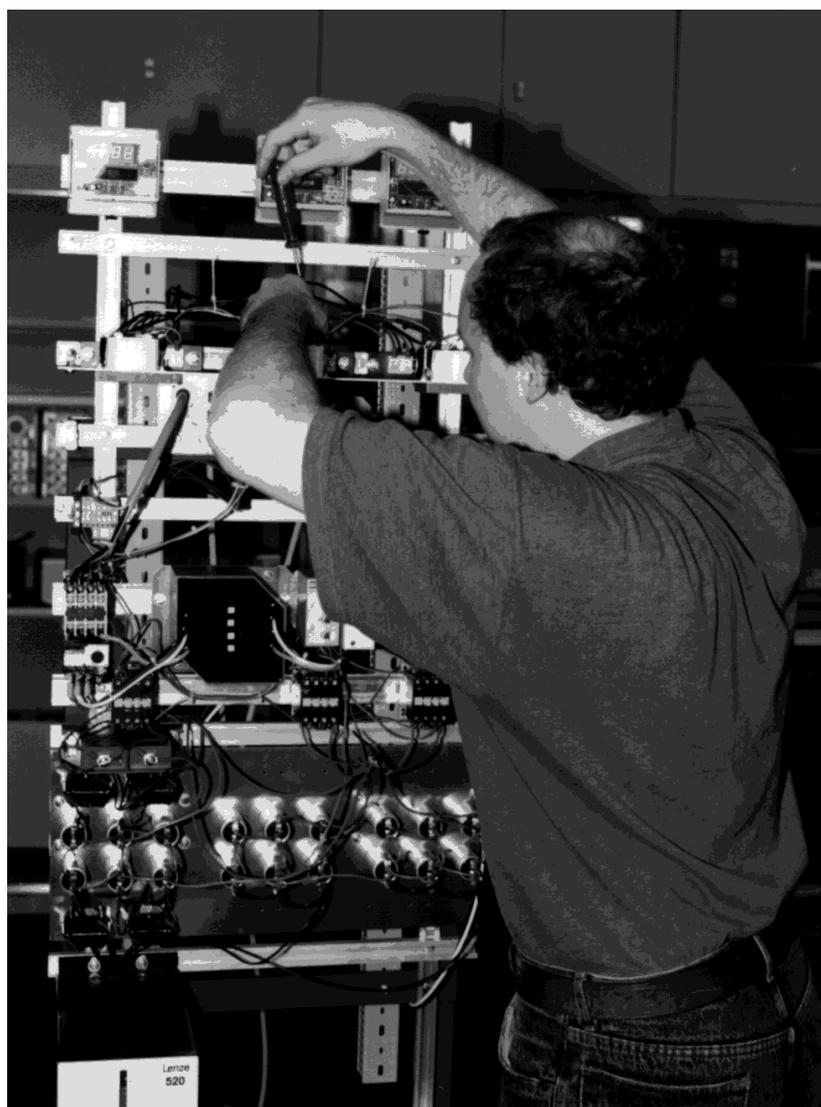
Nach dem ersten Vergiessen ...



Ansicht einer frisch vergossenen Spule ...



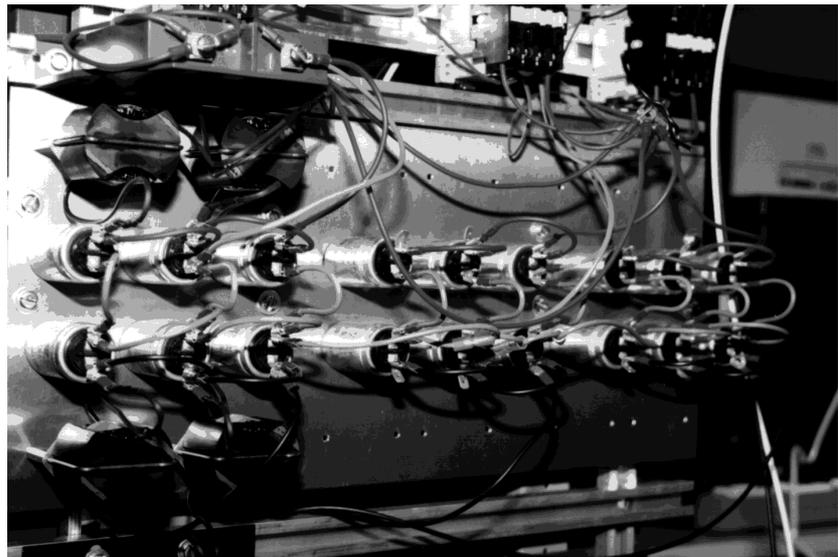
Drehschieber-Vakuum-Pumpe ...



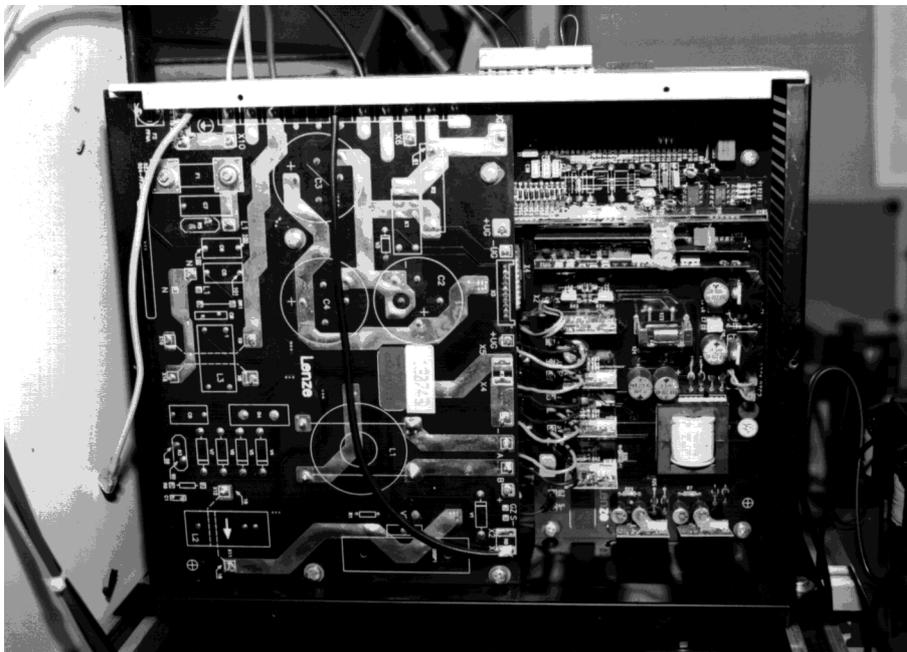
Peter an der Arbeit ...



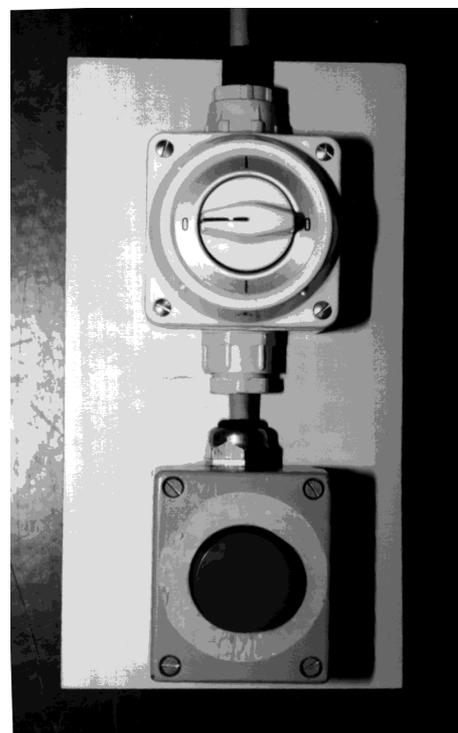
- Ohne Kommentar -



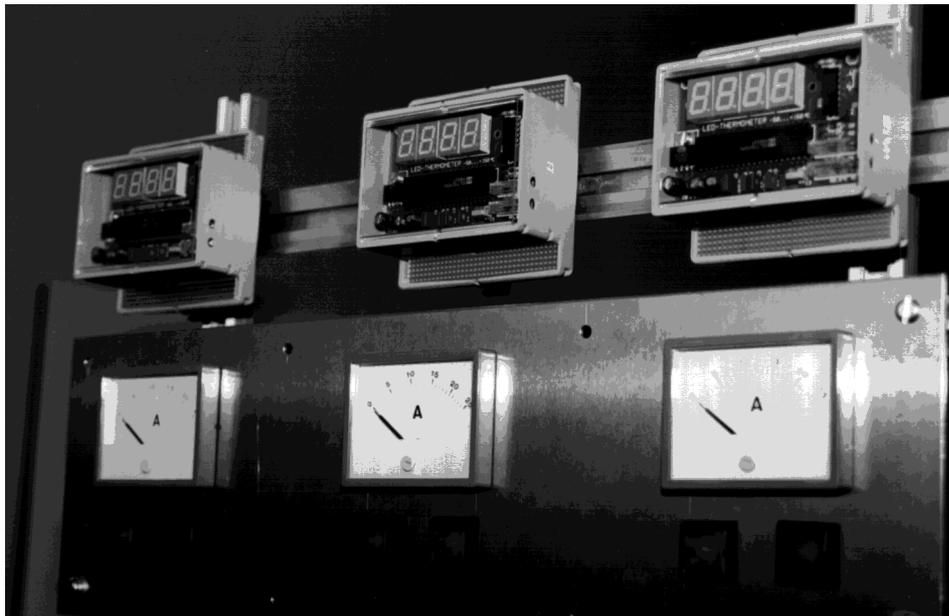
Die imposante LC-Filterbank ...



Innenleben des 4-Q-DC-Choppers ...



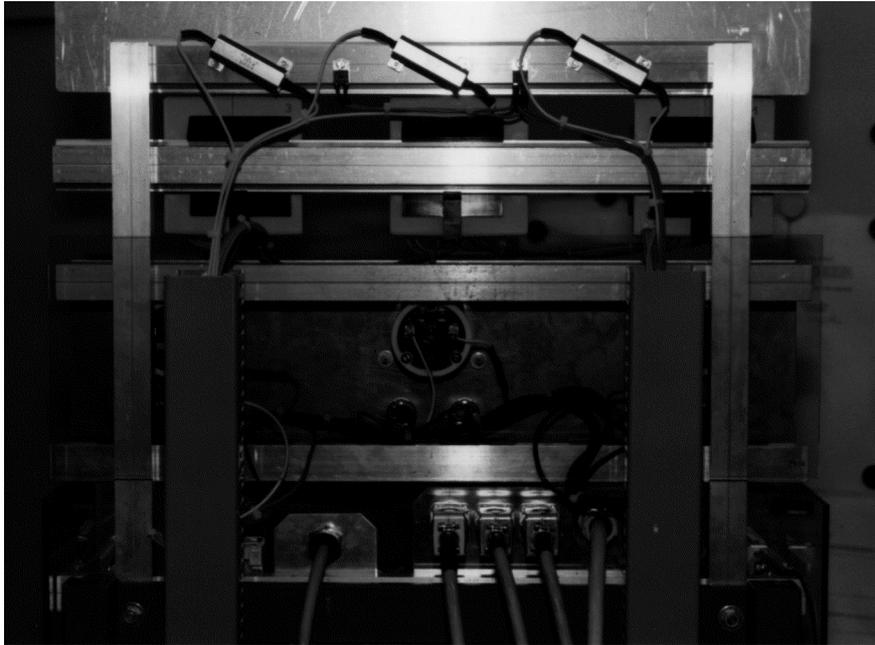
Hauptschalter mit Notaus ...



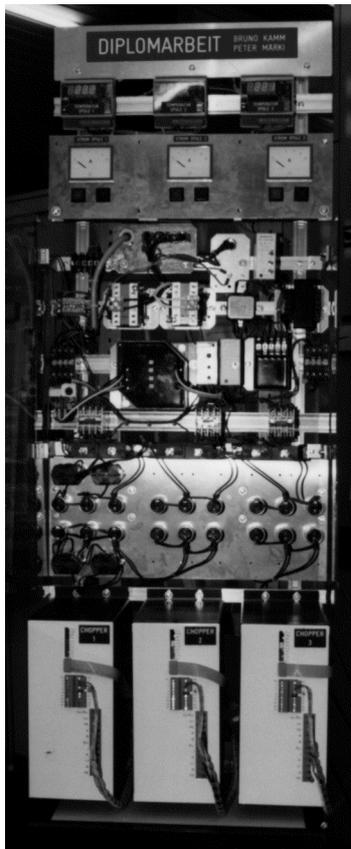
Anzeigeeinheit. Oben wird die Spulentemperatur und unten die Grösse des Spulenstromes angezeigt ...



Details vom Starkstromaufbau ...



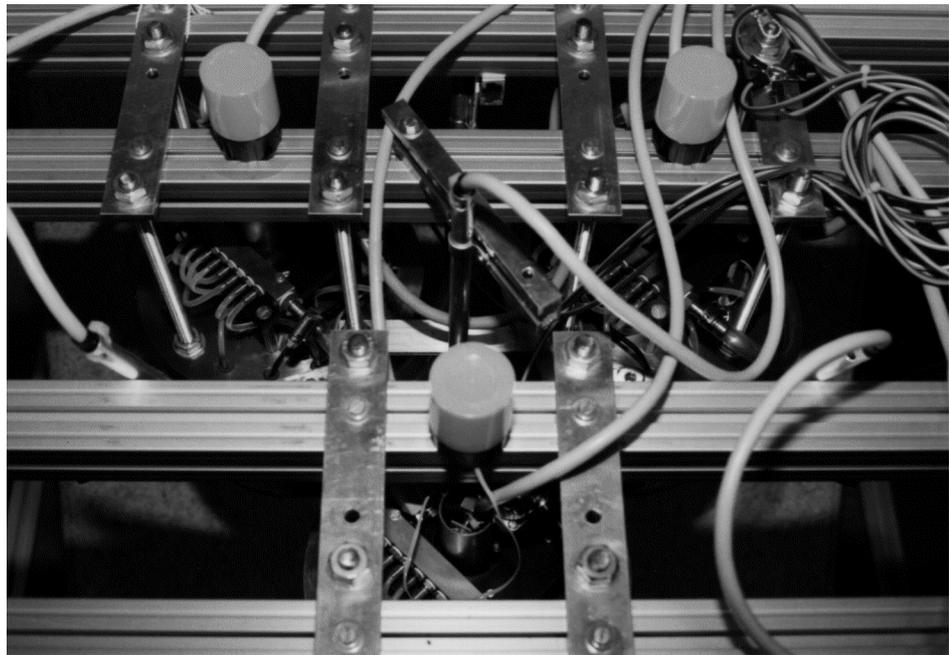
Detail auf der Rückseite vom Starkstromaufbau. Oben sind Widerstände für das "Verheizen" überflüssiger Feldenergie zu sehen ...



Die fahrbare Starkstromansteuerung für die Spulen ...



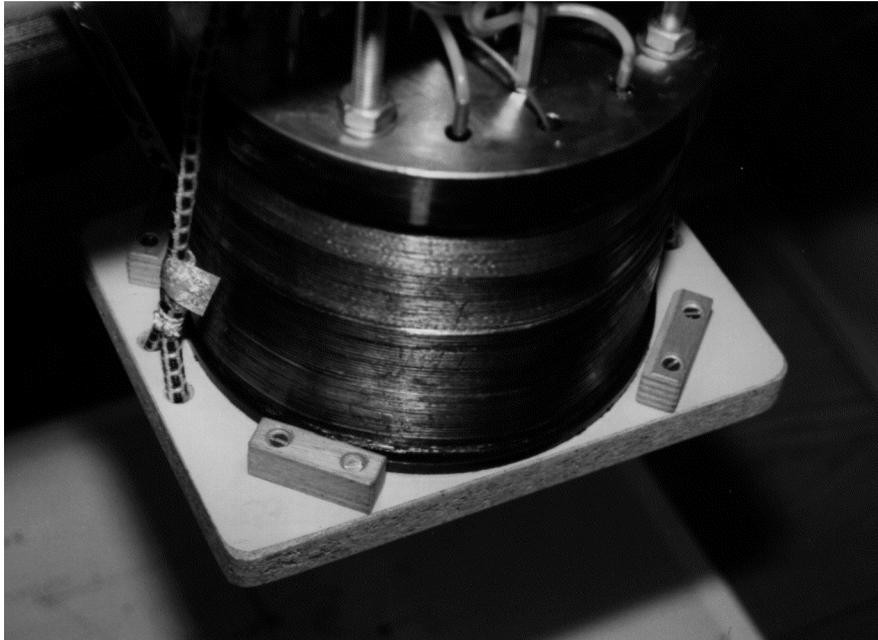
Die drei Spulen in der Aufbauphase. Hier sind sie noch zu weit auseinander ...



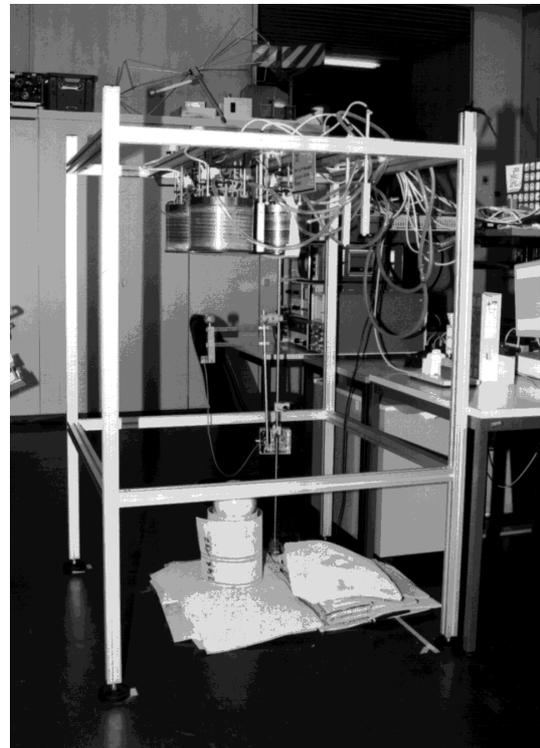
Sicht von Oben auf die Spulen ...



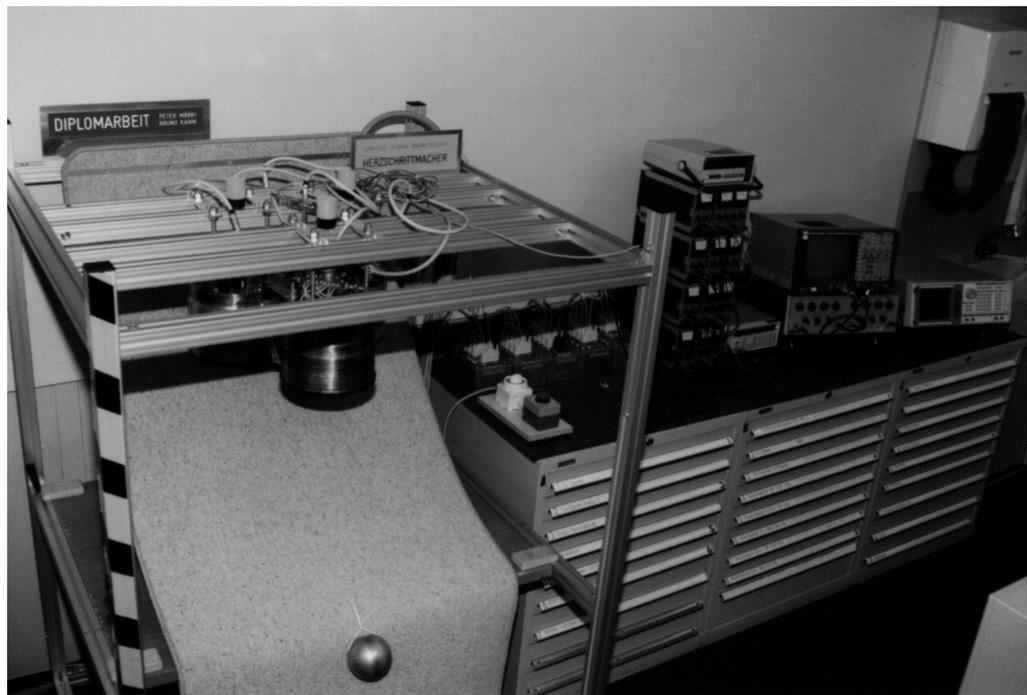
Sicht seitlich zwischen die Spulen. Gut sichtbar sind die Streben zwischen den Spulen. Diese halten die Spulen zusammen ...



Ein Brett schützt die Spule. Das Brett ist nötig, wenn man mit Eisenteilen spielt ...



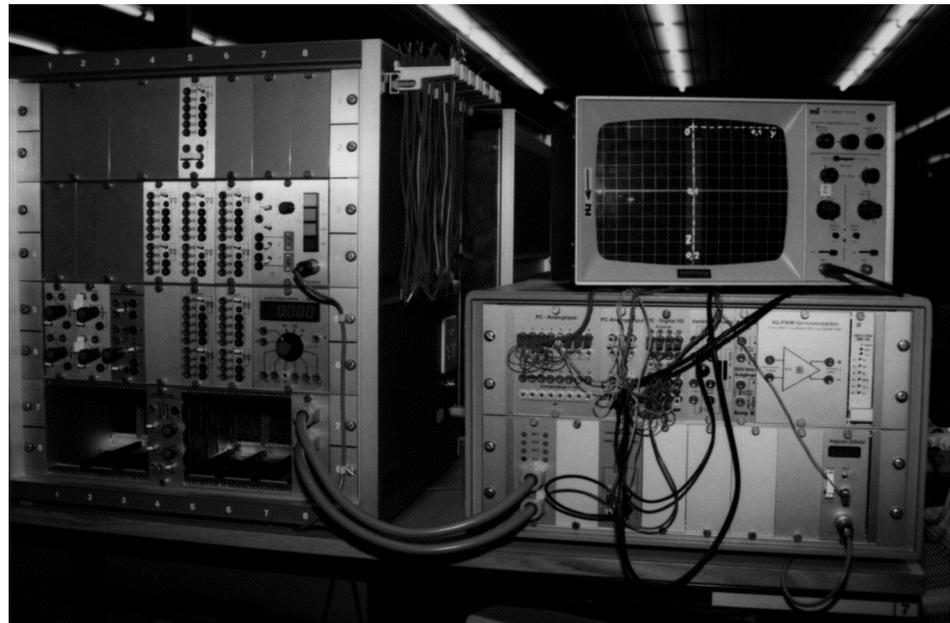
Gesamtansicht der Spulenhaltung mit Spulen, im Aufbau ...



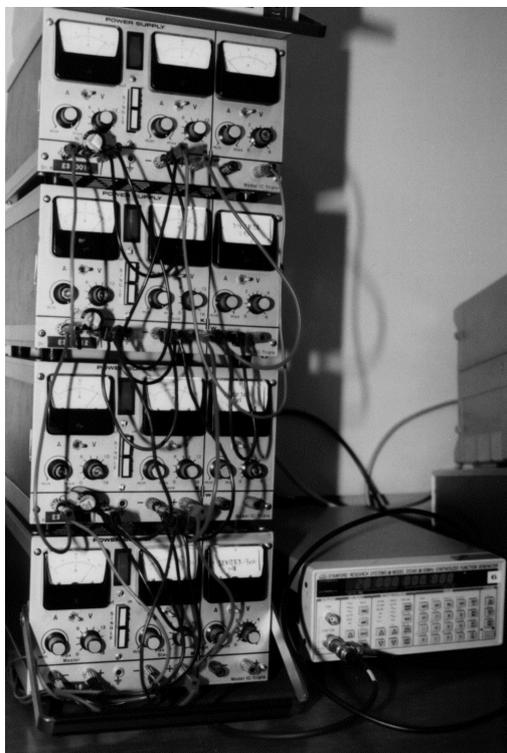
Die fertige Hardware im RT-Labor ...



Unser Arbeitsplatz im RT-Labor ...



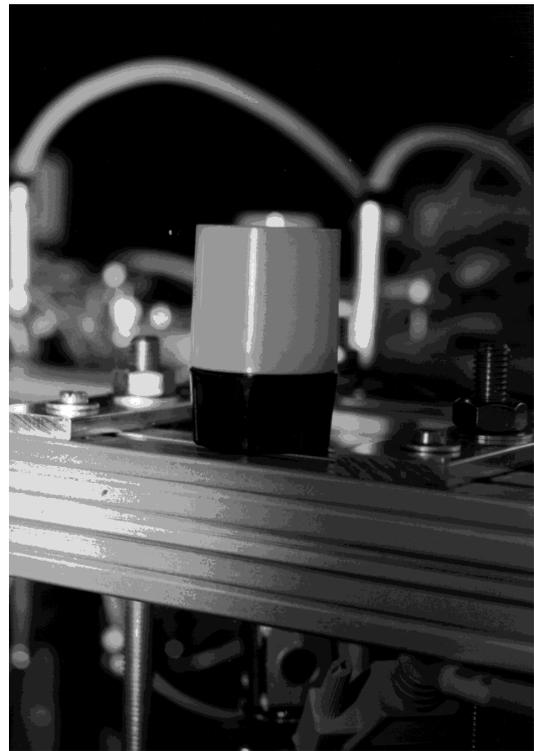
RealITR ...



Unsere Elektronik braucht Strom. Rechts Arbitrary-Generator ...



Die Spulen brauchen auch noch Wasser ...

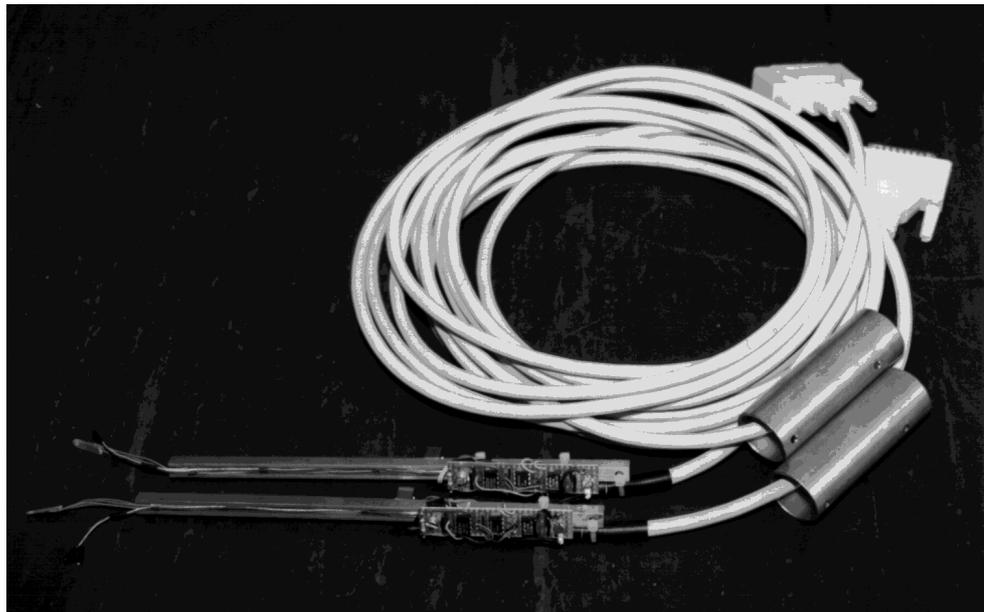


Detail: Lampe. Die Helligkeit entspricht dem B-Feld der darunterliegenden Spule. Damit wird das Feld „sichtbar“

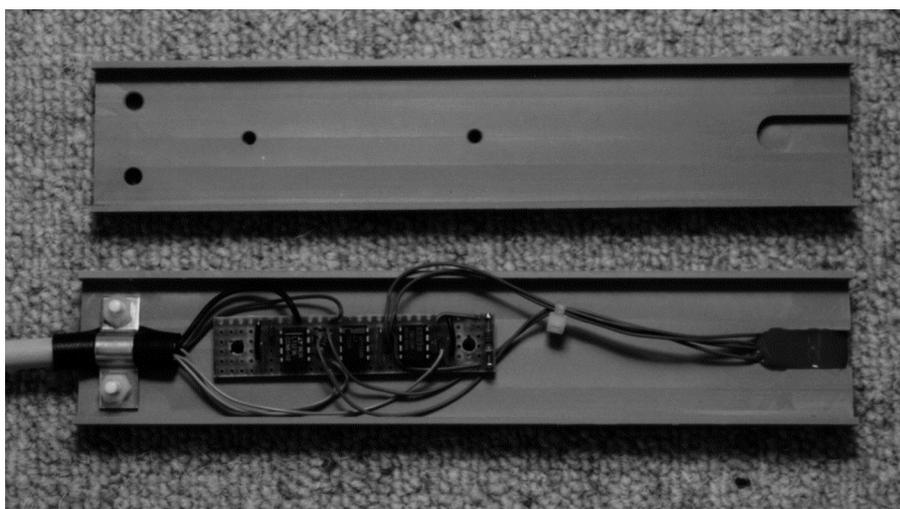
...



Als Lampengehäuse musste ein gelber Bleistiftspitzer erhalten ...



Diese Teile werden von oben in die Spulen geschoben. Unten werden Hallensoren, US-Sender und ein Temperatursensor angeschlossen. Die IC's dienen der Verstärkung der Hallensensorsignale ...



Der Referenzhallsensor ...



US-Mikrophone ...



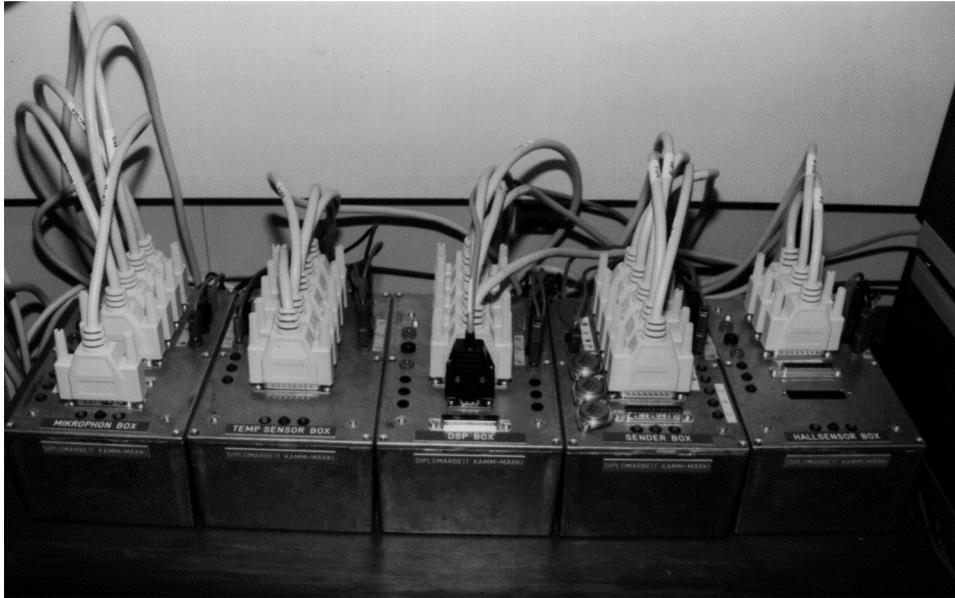
Referenzmikrofon ...



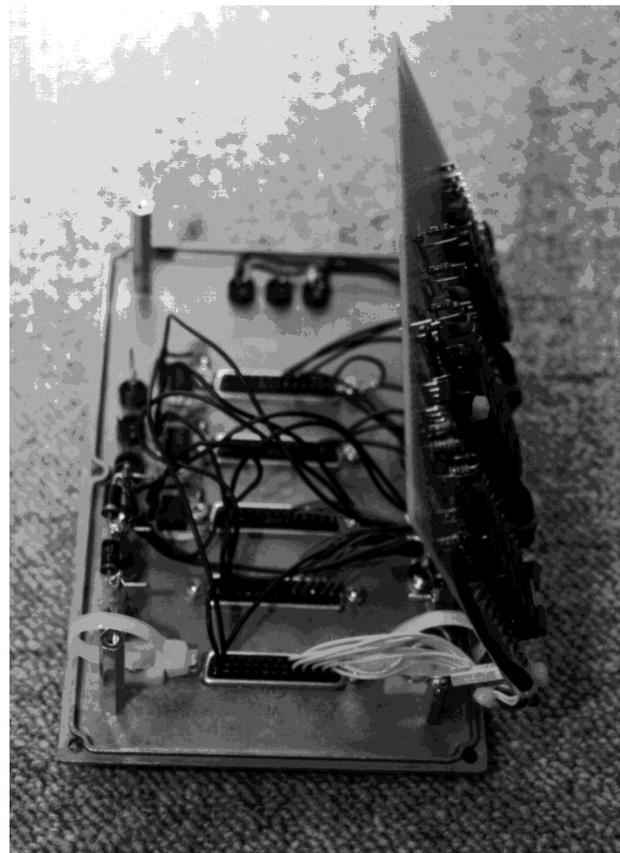
Es ist bis heute unklar ob Herzschrittmacher mit unseren Feldern klar kommen. Aber sicher ist sicher ...



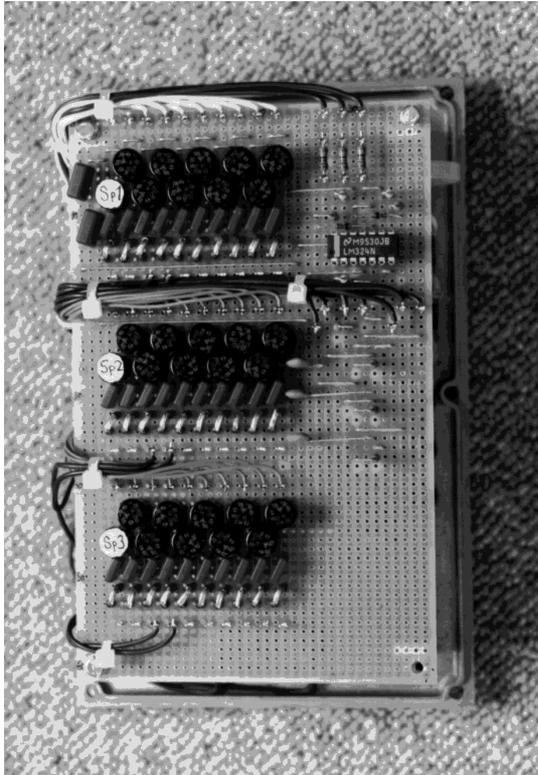
Fridolin: Er erleichterte uns das Arbeiten bei tropischem Klima.



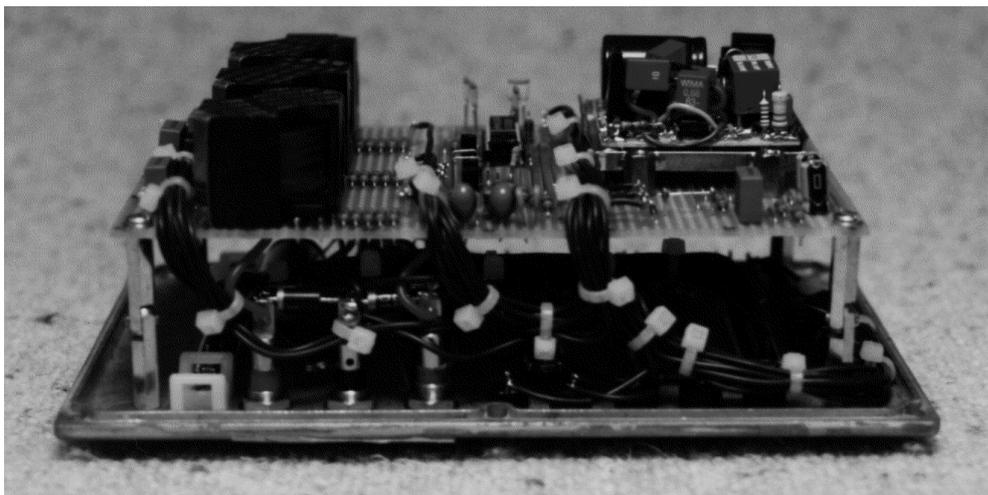
"Elektronik Boxen" ...



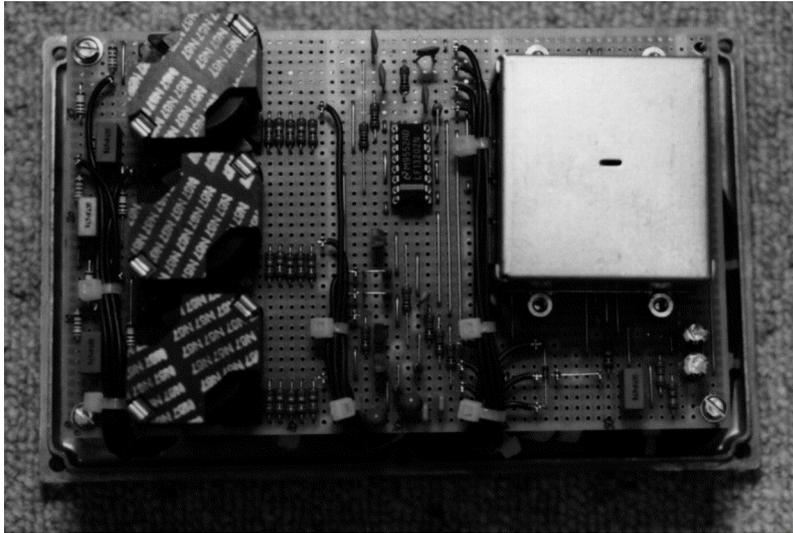
Eine geöffnete Box. Die Bauteile
sind von beiden Seiten gut zugänglich ...



Auf diesem Print befinden sich Sicherungen und Filter für die Temperatursensoren. Sollte eine Spule durchschlagen, so lösen die Sicherungen aus ...



Leistungsverstärker für die US-Sender. Links die drei Transformatoren ...

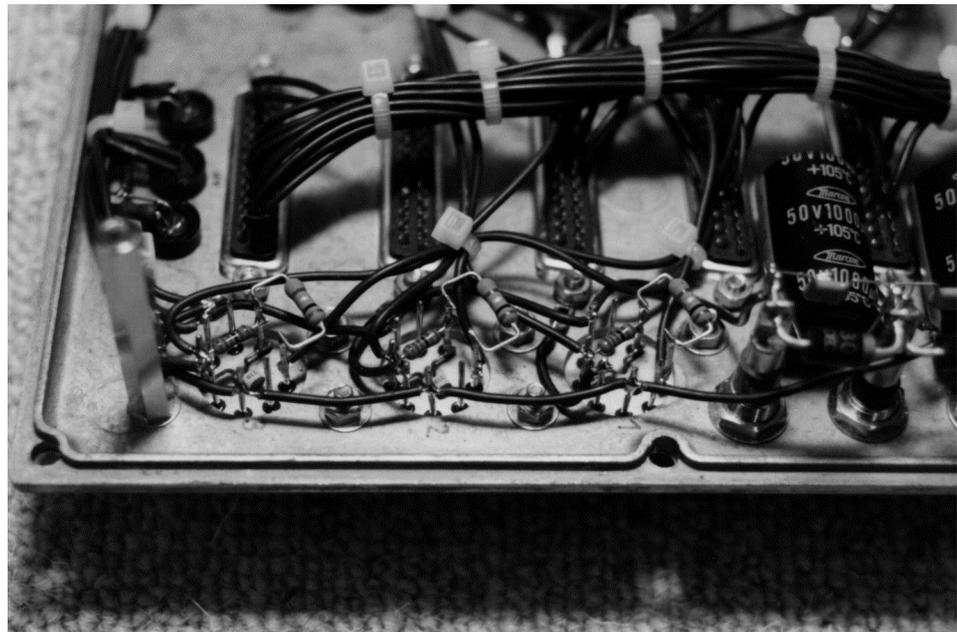


Rechts im Blechgehäuse die Hochspannungsversorgung zur Polarisation der US-Transducer

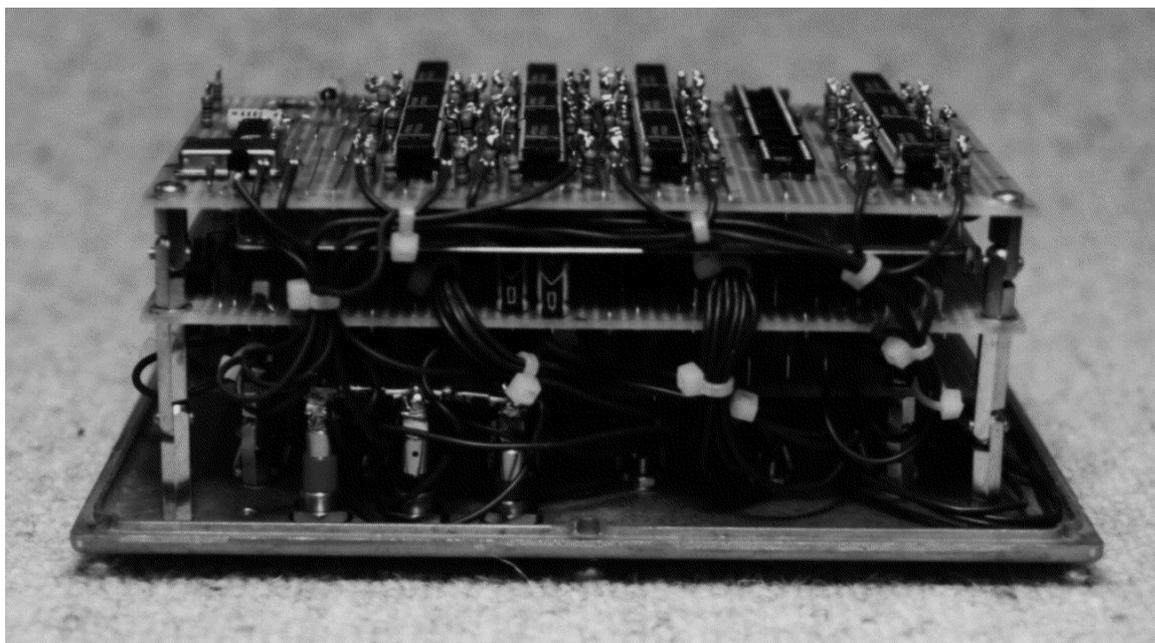
...



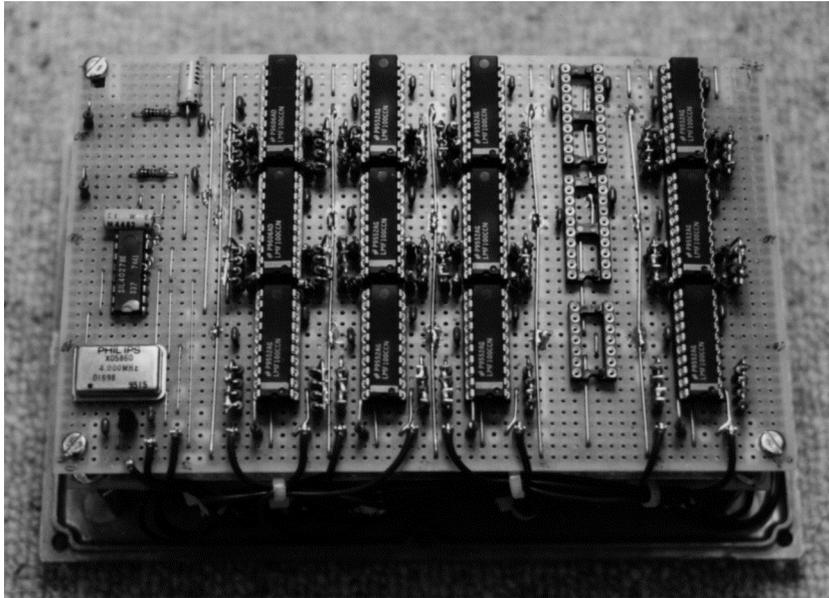
Schnelle Leistungsoperationsverstärker



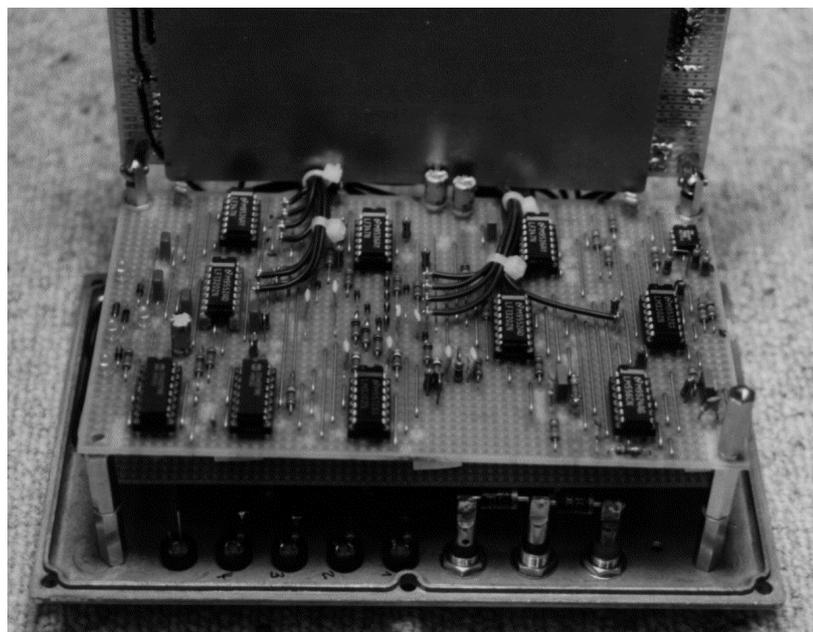
Leistungsoperationsverstärker von unten ...



Schaltungen für die Verarbeitung der Mikrophonesignale ...



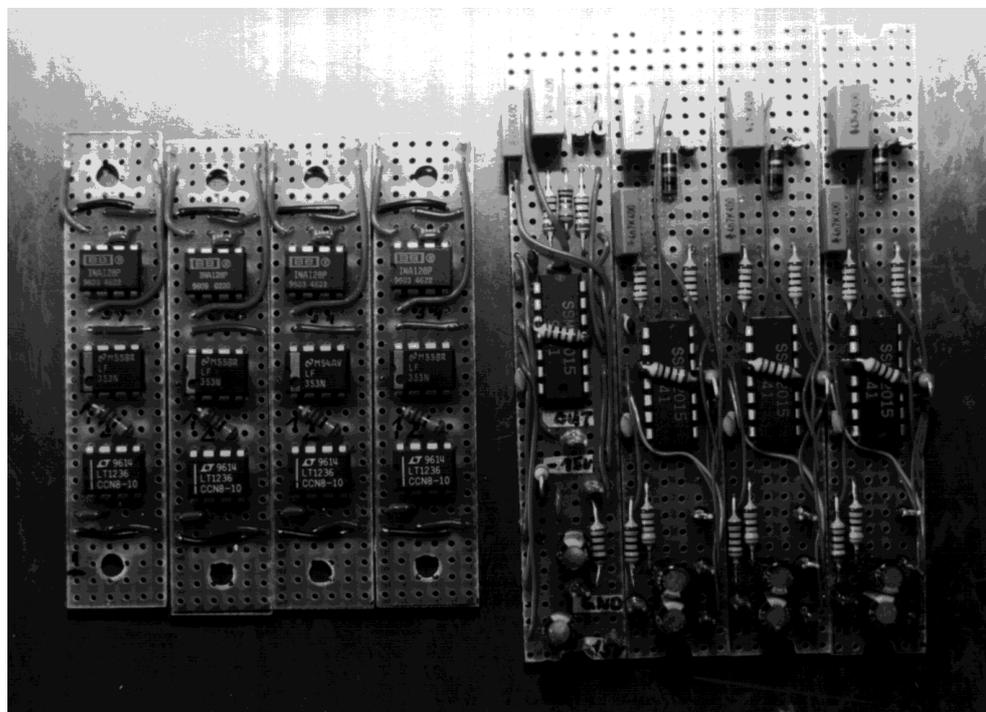
Zuoberst die SC-Filter ...



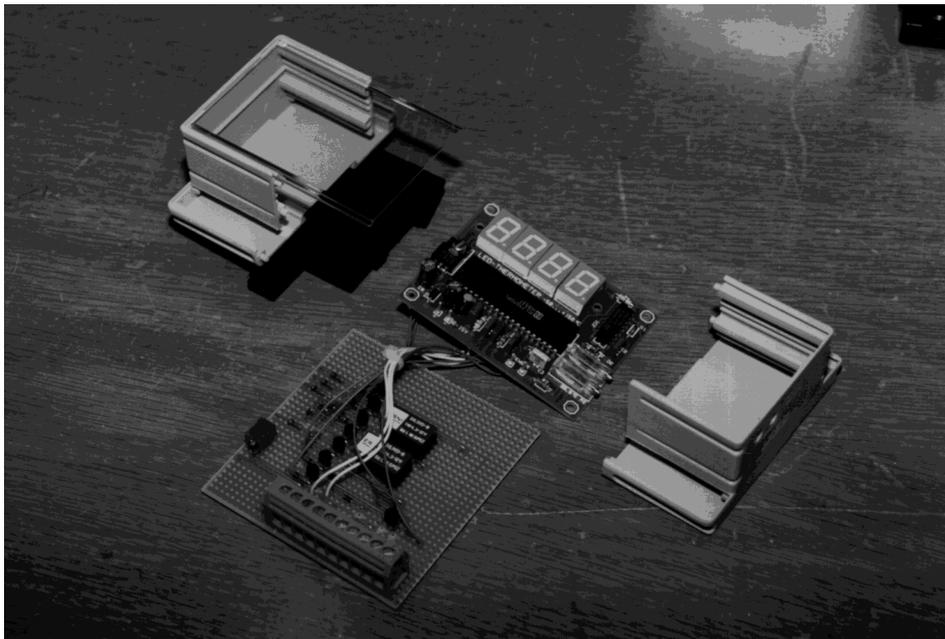
Messen der Schalllaufzeiten. Oben sieht man den Schirm zwischen den Prints ...



Antialiasingfilter und Verstärker ...



Verstärker für US-Signale und Verstärker für Hallsensorsignale ...



Computerunabhängige Temperaturüberwachung zum Schutz der Spulen ...



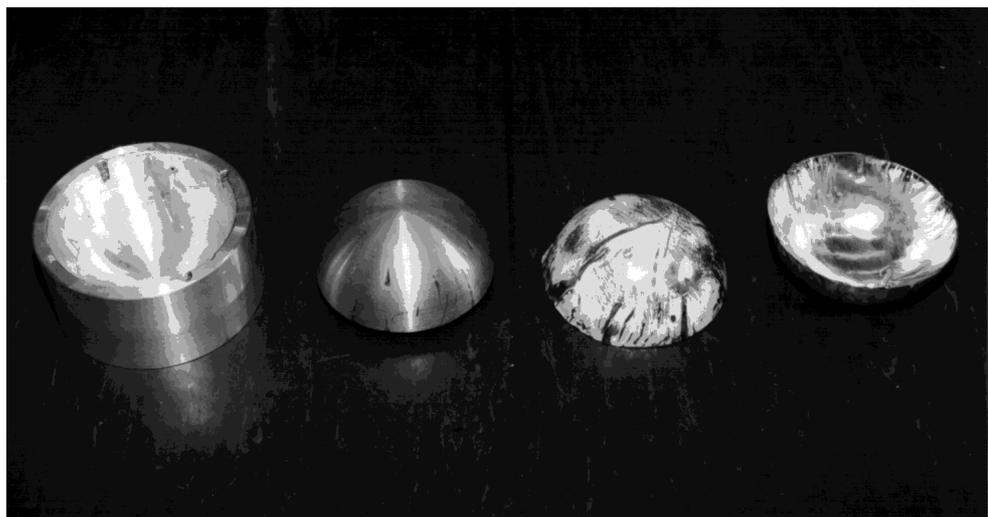
Die Kugel aus ...



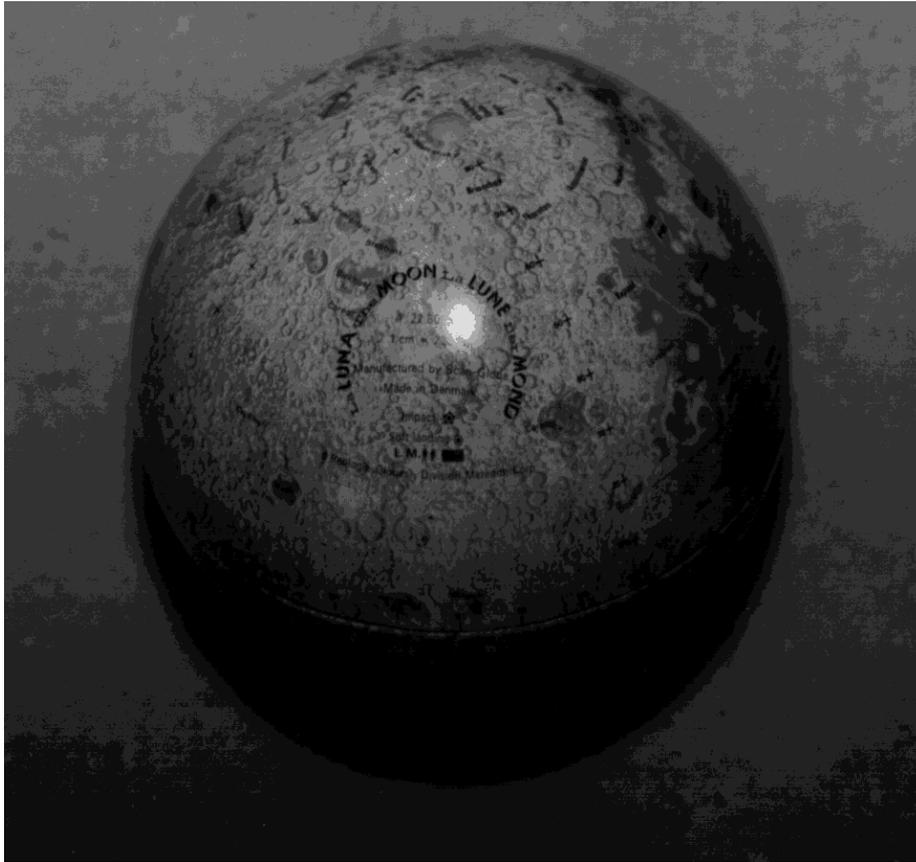
... zwei IKEA-Lampen



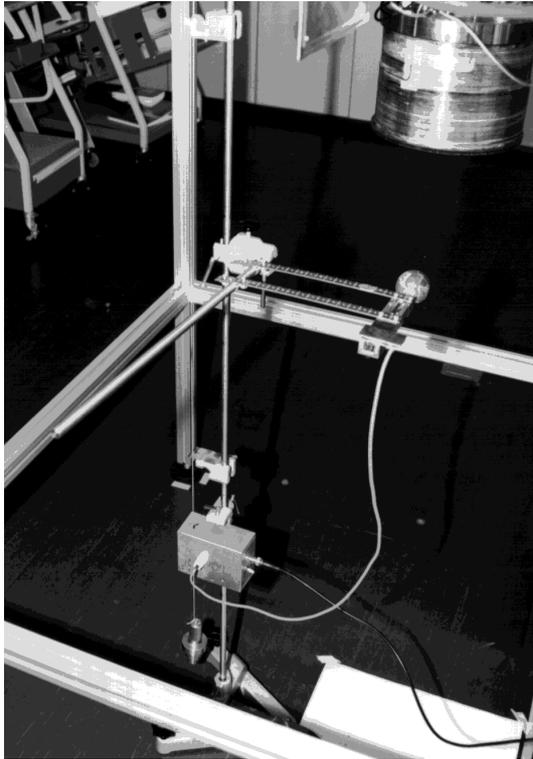
Der zuerst verkupfert und anschliessend vernickelte Unihockeyball.



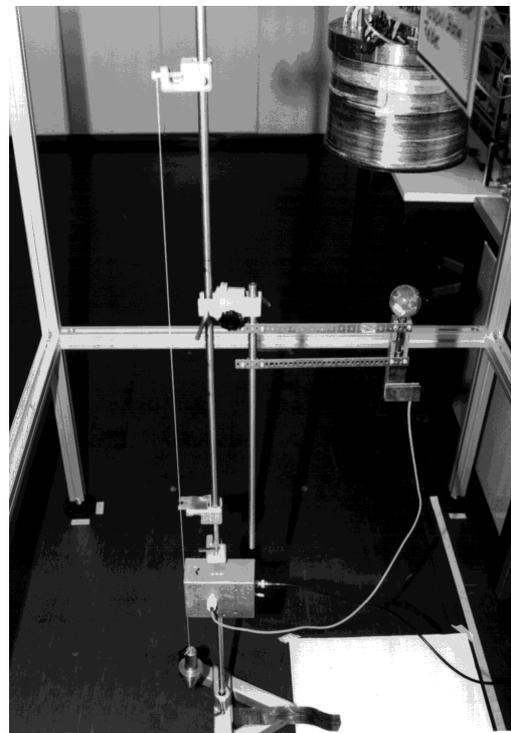
Tiefziehversuch von R. Zimmermann ...



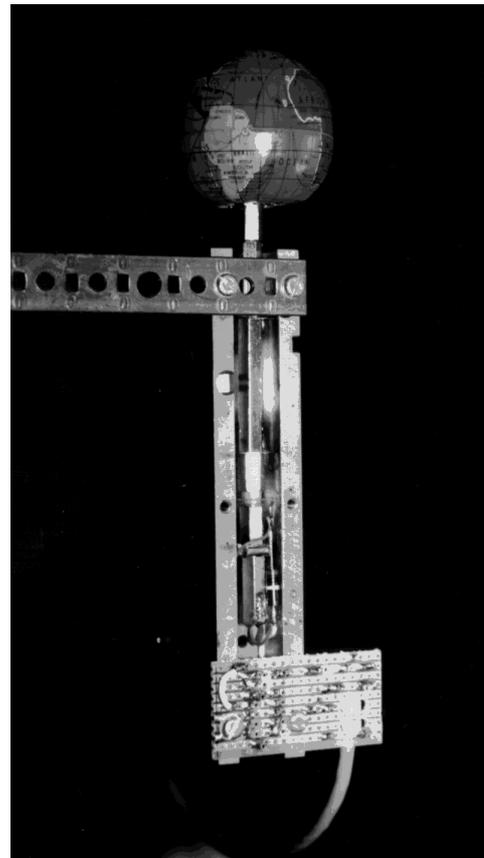
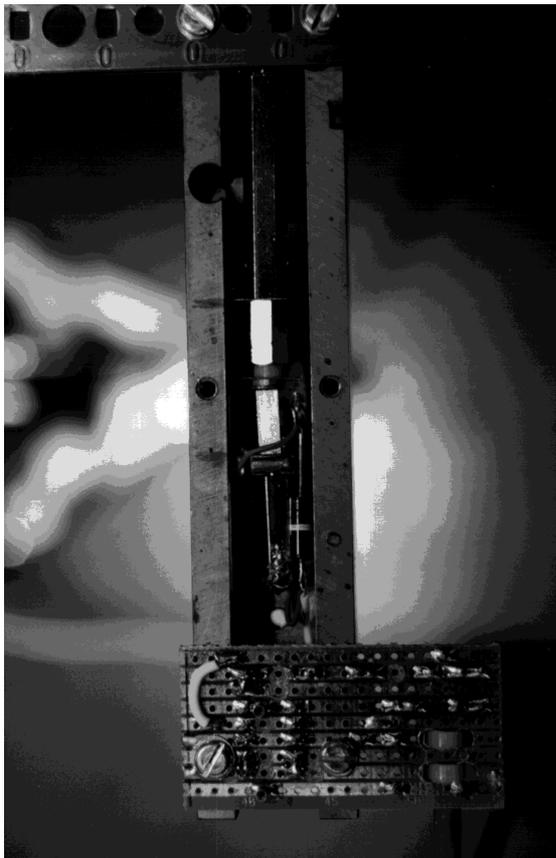
Die Mondkugel ...



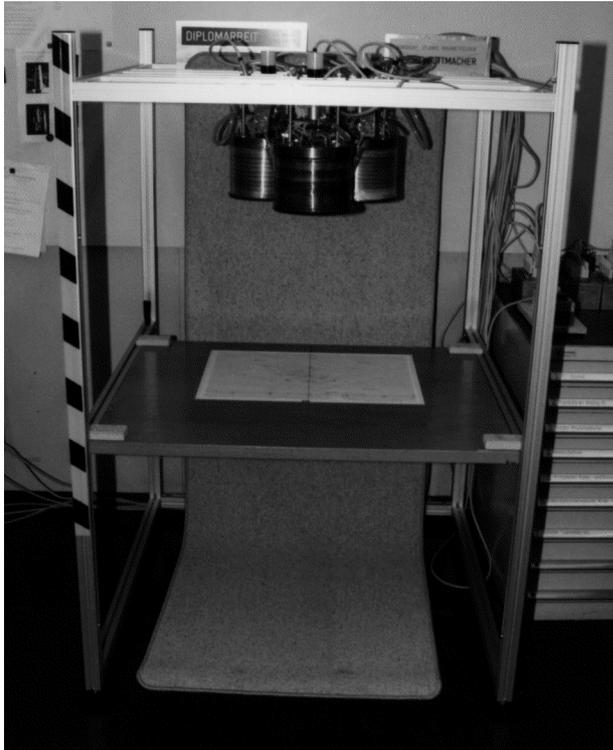
Aufbau der Kraftmessung. Messung einer horizontalen Kraft ...



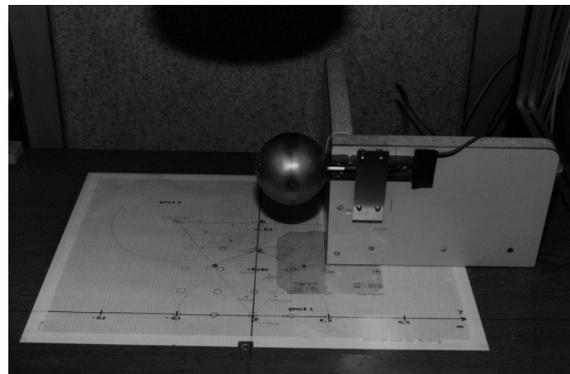
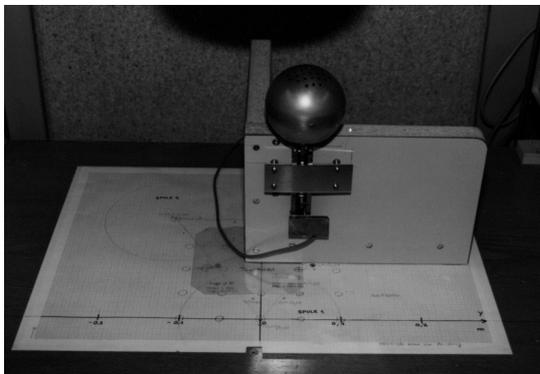
Messung einer vertikalen Kraft ...



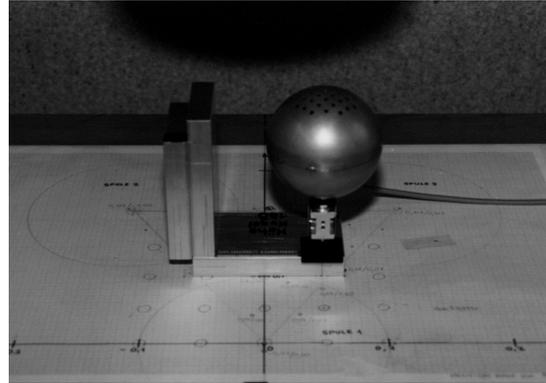
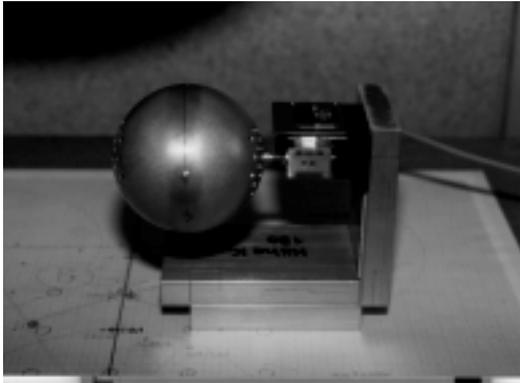
Detailansicht des Kraftsensors ...



Der Messtisch lässt sich in der Höhe verstellen.
Damit ist es möglich, einen Kraftsensor an beliebiger
Position unter den Spulen zu positionieren ...



Der selbst gebaute Kraftsensor misst die Kraft auf die Kugel.



Da der selbstgebaute Kraftsensor zu wenig richtungsselektiv war, mieteten wir einen Kraftsensor mit spezieller Mechanik (Wägebalkenprinzip). Der Sensor arbeitet mit DMS ...



Detailansicht DMS-Kraftsensor.