

Jobst Broelmann  
Intuition und Wissenschaft in der Kreiseltechnik 1750 bis 1930

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	13
Instrumente zwischen «Kunst» und Wissenschaft	16
Kommunikationsformen zwischen Intuition und explizitem Wissen	17
Stand der Forschung, Literatur und Quellen	20
I «Ingenious but Illiterate»	22
1 Neue Horizonte - Navigation im 18. Jahrhundert	22
Wissenschaft und Analphabetentum in der Navigation	23
Beobachtungsdaten als Vermittler zwischen Empirie und Theorie	24
Aus dem Lot - das Versagen der traditionellen Sensoren	26
Der Spielzeugkreisel als «Angebot» für einen künstlichen Horizont	26
Sersons künstlicher Horizont in der Analyse und Rezeption	30
2 «Wie durch ein Gitter»: chiffriertes Wissen	34
Genese «technischer Wirklichkeit» durch Mathematik und Erfindungspraxis	35
Visualisierung anstelle mathematischer Chiffren	
- Modelle und populäre Demonstrationen	37
Bohnenbergers Maschine	37
Das Rotascope Johnsons	42
Kunstgriffe und «Häufung der Effekte»:	
die Experimentalserien Foucaults	42
Das Gyroskop als «mechanische Theorie»	45
Das Wissen der Mechaniker - Hand-Werk und mathematische Präzision	50
Modelle als Konstruktions- und Kommunikationsmittel	
- Artefakte als Wissensformen	54
Trügerische Visionen - Zeichnungen als «Papierwährung»	55
3 Anschauung und Intuition	58
«Statisches Empfinden» und die Wahrnehmung dynamischer Strukturen	58
Überholte Leitbilder der Gestaltung im 19. Jahrhundert	59
Die Sinne des Maschinenbauers	60
Das «innere» Auge	62
«The mind's eye and the black box»	
- begrenzte Überschaubarkeit und «Teilwissen»	63
Trügerische Anschauung und kontraintuitives Verhalten (I)	
- die «Unvernunft» des Kreisels	66
Die Vision des Neuen - geschulter Blick oder «ablenkende Vielfalt»?	67

II Sensoren im Kraftfeld der Technologien des 19. Jahrhunderts	71	
1 Steuermannskunst als «Kunst im Kopf»	71	
Das Sichtbare und das Unsichtbare: der Magnetkompaß als Navigationsinstrument	71	
2 William Thomson - Das gyrostatische Modell des Magnetkompasses	75	
Navigationspraxis und Ingenieurentwurf der «Thomson-Rose»	80	
Der Magnetkompaß als konstruktives Leitbild des Kreiselkompasses	83	
3 Werner Siemens - Der «mechanische Polzeiger» Überwindung der Handwerkskunst	86	
- Präzisionsmechanik als Hilfsmittel der Wissenschaft?	87	
Die magnetlose Boussole	88	
4 Flottenrüstung: Gefechtswerte ohne Richtung	94	
Einflüsse der Psychotechnik: Registrierkompass	95	
Maßnahmen der Marinen in Frankreich und Großbritannien	96	
Deutschland: Systemwechsel - aber wohin ?	98	
5 Zum aufrechten Gang der Maschinen	103	
Bessemer, Converter in mind	103	
Fliegekunst oder Maschinenflug	109	
Natürliche oder künstliche Stabilität	110	
Unbemannte Fahrzeuge - Das Gyroskop als «Geradlaufapparat» des «Fisch»-Torpedos	113	
Kreisel in Raketen um 1900	117	
III Schöpferische Spielräume und der «Zwanglauf» der Lehre	119	
1 Kinematik - das «gefesselte Schwungrad»		119
Das entfesselte Schwungrad - die Verbreitung des Kreisels in der Verkehrstechnik	121	
Lernen im Umgang mit Technik		
Kreisel-«technik» als Körpererfahrung und Erfahrungswissen	125	
Das Naheliegende - vertraute Technik	126	
2 «Wissenschaft und Technik, Theorie und Praxis» um die Jahrhundertwende	128	
«Himmlische und irdische Mechanik» - die Reibung als Kontaktfläche zwischen Theorie und Praxis	131	
Die «Theorie des Kreisels» als «Spielzeug» des Mathematikers und wissenschaftspolitisches Programm Felix Kleins	132	
Erste Berührungen mit der Praxis: das Gyroskop als Geradlaufapparat	136	
Hans Lorenz: Berührungspunkte in der «technischen Physik»	138	
August Föppl: Äthermodell und Schiffskreisel im Maschinenlabor	139	
Trägerische Anschauung (II): Die «schwanke» Welle	141	
Ludwig Prandtl: An der «Grenzschicht» von Theorie und Praxis	142	
Ernst Mach: Gefühlte Mechanik	144	

3 Maschinendynamik in der Praxis der Schifffahrt	146
Schnelldampfer als «Maschinenlabors und Begegnungsräume»	146
Der Schiffskreisel als Test im Theorie-Praxis-Streit	151
Intuitives Unbehagen an neuer Technik - der Schiffskreisel als «akademische Spielerei»	156
IV Die Kinderstube der Erfindung	159
1 Phantasien als «Gedankenexperiment»	159
Spielzeug als Keim der Technikgestaltung	161
Dilettantismus als Chance? Bildungsschranken und Durchlässigkeiten	165
Mediziner als Ingenieure - Instrumente als Organprojektion	167
Das Verhältnis der Marine zur Technik - 270 Flottenprofessoren und «Unberufene» als Erfinder	168
2 Narziß Ach - Mediziner, Psychologe, Erfinder	170
Instrumente der Orientierung	171
Leitbilder aus der Physiologie	173
Reale Technik - Fragen an die Wissenschaft Klein-Sommerfelds	178
Zusammenarbeit mit Hartmann & Braun - Prägung durch Elektrotechnik	181
3 Hermann Anschütz-Kaempfe - zwischen Kunst, Wissenschaft und Technik	184
Die «Pol»-forschung als Selbstzentrierung	185
Typus und Leitmuster	187
Vorfabrizierte Utopien	190
Der indirekte Diskurs mit der Marine	192
Teambildung: Mechaniker oder Physiker?	194
Ablehnung durch die Marine und Firmengründung	200
V Spielräume und Justage	203
1 «Materielle Skizzen» und Baukastenprinzip	203
Intuitives, implizites Wissen und der Patentschutz	208
Vernetztes Entwickeln - Patente als Informationsquellen	210
Impulse der Wissenschaft? - Industrieforschung bei Siemens	212
Formalisiertes, textgebundenes und implizites Wissen	215
Der Dialog der Erfinder - gemeinsam durchs Labyrinth	216
Formulierungen und Definitionen aus der Hochschullehre	225
Anhaftendes Wissen - Transfer durch Mitarbeiter	230
Markteinführung - mit «Nebeltheorien» gegen die Konkurrenz	234
Übertragung auf Tochterkompaß und «Minutenrose»	234
Verzweigung in neue Anwendungsgebiete - Bergbau und Geodäsie	239
2 Startschwierigkeiten einer Technikwissenschaft:	
Empirie vor Theorie	241
Schwierige Diskurse - Martiensen und Schuler bei Anschütz	242

Extern: Rosenbaum und Sperry	243
Verlust der Empirie - Erfolg einer neuen Technikwissenschaft?	
Schlingerfehler und Dreikreiselpkompaß	244
Die Überwindung des Schlingerfehlers in der Selbstdarstellung - Streben nach wissenschaftlicher Legitimation	246
Von der Empirie zum «Gesetz» - die allmähliche wachsende «Erkenntnis» der 84-Minuten-Bedingung	251
 VI Kreiseltechnik der Anwender	 255
1 Populäre Wissenschaft - Die Kreiseltechnik in der Öffentlichkeit	255
«Theatrum machinarum» und «wissenschaftliches Theater»	255
Die Anatomie der Technik	256
Das Museum als Forum «unmündiger» technischer Objekte	259
Technik in der Schaustellerei - Utopien mit Lehrgehalt	265
 2 Eimer Sperry - vom Jahrmarkt zum Markt	 271
Die Stabilisierung der Kreisel fiktion	272
«71 x Daumen» - Faustformeln im Entwurf	274
«Learning by doing - doing by travelling»: Sperry als «system-user»	276
Sperrys Kreiselkompaß als «follow-up System»	280
«Freedom from Calculation»	281
Rhetorisches Design	286
Anwender als Komplizen	287
Allianz der Konkurrenten - Sperry und die Gesellschaft für nautische Instrumente	292
Konkurrenz der Alliierten - Sperry und Brown	293
 3 Die Praxis des Krieges und «Kriegstechnische Wissenschaften»	 295
Einsatz und Probleme der Kompassse	295
Fernlenkboote und Artillerie	298
Flugpraxis gegen Betriebswissen - Der Kreisel im Flugzeug	299
Fliegerhorizont und Wendezeiger	301
Drexlers «Praktikum» bei Anschütz	304
«Kriegstechnische Wissenschaften» Prandtls und Grammeis	309
 VII Autorität der Wissenschaft?	 311
1 Einsteins Bewertung einer intuitiven Erfindung	311
Sommerfelds Stellungnahme zum «wissenschaftlichen» Angriff auf Einsteins Gutachten	316
Einstein als Flugexperte	318
 2 Unsichere Technikwissenschaft - «Finstere Theorien»	 324
Neutralität oder Einflußnahme der Hochschullehrer	327
Nachbereitung der Theorie, Transfers, Veröffentlichungen	332

VIII Im Schatten des Versailler Vertrages	335
1 Zivile Verwertungen: der «eiserne Steuermann»	335
2 Forschung im Salon: Anschütz-Kaempfers Privatlabor in München	338
Ein Heim für die Wissenschaft - politische Abschilderung	340
Der «Anschütz-Effekt» - Sommerfeld als «Mutterkristall» technisch-physikalischer Forschung	344
Einsteins «Elektronenkreisel»	346
Die Zusammenarbeit von Einstein und Anschütz-Kaempfer - Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung	348
«Gedankenvater» und «sage femme»: «und ein Kapitel muß Wissenschaft sein»	351
3 Neue Blickwinkel - Der «Übergrundkompaß» von Boykow	363
Skepsis der neuen Experten	367
4 Die «imaginäre Kanone»	371
Raumkompaß und Übergrundkompaß als politische Konstruktionen	376
Ausblick	380
IX Resümee: Die Synthese der Wissensformen	381
Summary	388
Quellen und Literatur	393
Sach- und Begriffsregister	426
Personen, Firmen, Institutionen	430