

Jobst Broelmann

Intuition und Wissenschaft in der Kreiseltechnik

1750 bis 1930

Deutsches Museum

Inhalt

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»	86
Überwindung der Handwerkskunst	
– 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 – Martienssen und Schuler bei Anschütz	242
Extern: Rosenbaum und Sperry	243
Verlust der Empirie – Erfolg einer neuen Technikwissenschaft?	
Schlingerfehler und Dreikreiselkompaß	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 «Theatrum machinarum» und «wissenschaftliches Theater» Die Anatomie der Technik Das Museum als Forum «unmündiger» technischer Objekte Technik in der Schaustellerei – Utopien mit Lehrgehalt	255 255 256 259 265
2	Elmer Sperry – vom Jahrmarkt zum Markt Die Stabilisierung der Kreiselfiktion « π x Daumen» – Faustformeln im Entwurf «Learning by doing – doing by travelling»: Sperry als «system-user» Sperrys Kreiselkompaß als «follow-up system» «Freedom from Calculation» Rhetorisches Design Anwender als Komplizen Allianz der Konkurrenten – Sperry und die Gesellschaft für nautische Instrumente Konkurrenz der Alliierten – Sperry und Brown	271 272 274 276 280 281 286 287 292 293
3	Die Praxis des Krieges und «Kriegstechnische Wissenschaften» Einsatz und Probleme der Kompass Fernlenkboote und Artillerie Flugpraxis gegen Betriebswissen – Der Kreisel im Flugzeug Fliegerhorizont und Wendeweiser Drexlers «Praktikum» bei Anschütz «Kriegstechnische Wissenschaften» Prandtls und Grammels	295 295 298 299 301 304 309
VII	Autorität der Wissenschaft?	311
1	Einsteins Bewertung einer intuitiven Erfindung Sommerfelds Stellungnahme zum «wissenschaftlichen» Angriff auf Einsteins Gutachten Einstein als Flugexperte	311 316 318

10	Inhalt	
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-Kaempfes Privatlabor in München	338
	Ein Heim für die Wissenschaft – politische Abschirmung	340
	Der «Anschütz-Effekt» – Sommerfeld als «Mutterkristall» technisch-physikalischer Forschung	344
	Einsteins «Elektronenkreisel»	346
	Die Zusammenarbeit von Einstein und Anschütz-Kaempfe – 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