

Die Deutsche Gesellschaft für Feinwerktechnik e.V.
präsentiert
Geschichten, Berichte, Dokumentationen
rund um die Feinwerktechnik

Reihe 1: Historie

Band 2:

Klaus Henning Busch, Erik Busch

Impulse der Feinwerktechnik auf den
wissenschaftlichen Gerätebau der
Agrarforschung

20.01.2015

Dipl.-Ing. Erik Busch, SIEMENS AG

Prof. Dr. sc. nat. Klaus Henning Busch, *iff* Schwerin

Impulse der Feinwerktechnik auf den wissenschaftlichen Gerätebau der Agrarforschung

1. Notwendigkeit für den Aufbau eines eigenen Gerätebaus in der Agrarforschung

Der Stand der Agrarforschung erforderte ab 1970 eine eigenständige Entwicklung spezieller Forschungstechnik (FORSCHUNGSZENTRUM, 1989). Sowohl für die Akademie der Wissenschaften (AdW) als auch für die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften (AdL) war es unverzichtbar, den eigenen wissenschaftlichen Gerätebau in bedeutendem Maße zu entwickeln und in den wissenschaftlichen Einrichtungen den Eigenbau von Forschungstechnik auszubauen. Diesem objektiven Erfordernis folgend, wurde im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock im Oktober 1975 aus Mitarbeitern der Abteilung Biomathematik und der Arbeitsgruppe wissenschaftlicher Gerätebau unter dem besonderen Engagement von KLAUS DYHRENFURTH die Abteilung Forschungstechnologie gegründet (DYHRENFURTH und BUSCH, 1978).

„Dabei waren der Aufbau kompletter Geräteketten und die Einheit von Versuchsplanung, Versuchstechnik und Datenauswertung grundlegende Arbeitsprinzipien. Die Mikroelektronik wurde zunehmend in die Forschungstechnik integriert. Beispiele für Eigenentwicklungen waren das Tieridentifikationssystem für 2.000 Rinder, eine automatische Ferkelwägung, das mobile Labor für die Eitransplantation, eine Beobachtungsanlage zur automatischen Erfassung der Aktivitäten von Labormäusen, Laufbänder zur Belastungsuntersuchung von Modelltieren und ein Pansenkontraktionsmessgerät.“ (WAGEMANN, 2006)

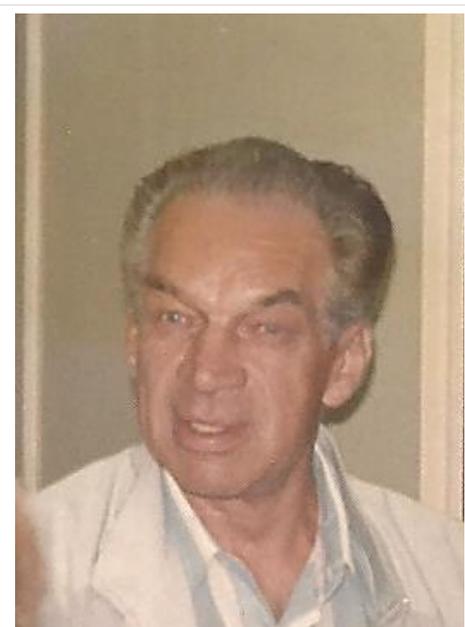


Bild 1: Prof. Dr. sc. Klaus Dyhrenfurth
(Quelle: Busch privat)

Das Erkennen und Präzisieren der Aufgabenstellungen, das Erarbeiten von Lösungsideen und die Erprobung der Forschungstechnik erfolgte in interdisziplinärer und kollegialer Zusammenarbeit zwischen Biologen, Veterinärwissenschaftlern, Landwirten, Ingenieuren, Mathematikern und erfahrenen Facharbeitern. Die Entwicklung und Fertigung erfolgte in den Werkstätten des wissenschaftlichen Gerätebaus. Dabei gab es eine enge Kooperation zwischen den AdL- und AdW-Instituten und den Hochschulen.

Die internationale Zusammenarbeit erschloss zunehmend auf den Gebieten der Konstruktionsmethodik, der arbeitsteiligen gemeinsamen Entwicklungen und der Vergabe von Lizenzen interessante Möglichkeiten und wichtige Potenziale. Das Forschungszentrum für Tierproduktion der AdL hatte durch seine Funktion als Koordinierungszentrum im Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) eine zentrale Bedeutung.

Neben der Entwicklung und Fertigung von Forschungstechnik, die sich aus neuartigen Forschungsrichtungen und –aufgaben ableitete und damit auch neuartige gerätetechnische Hilfsmittel erforderte, musste sich der wissenschaftliche Gerätebau (notgedrungen) auch mit der Entwicklung und Fertigung moderner Rechentechnik beschäftigen, da der Import auf Grund des Embargos sehr eingeschränkt war. In einer sinnvoll abgestimmten arbeitsteiligen Entwicklung und Fertigung, an der mehrere AdW- und AdL-Institute sowie Hochschulen beteiligt waren, konnten leistungsfähige Hard- und Softwarelösungen erreicht werden.

2. Beispiele für Geräteentwicklungen im wissenschaftlichen Gerätebau

Die ab Mitte der 1960er Jahre entstandenen Großanlagen der Tierproduktion erforderten unter anderem auch eine effektive biotechnologische Organisation der Fortpflanzungsprozesse (BUSCH 2009). Systematische Forschungsarbeiten hatten an den zuständigen Instituten der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften

bereits Mitte der 1950er Jahre begonnen. Ein erstes Ergebnis war die künstliche Besamung in der Rinderhaltung, die mit Beginn der 1960er Jahre im Zusammenhang mit der Einführung einer „industriemäßigen Produktion“ in der Landwirtschaft flächendeckend praktiziert wurde. Bei diesem Verfahren wird bekanntlich – neben anderen positiven Effekten - das genetische Potenzial der Vätertiere bestmöglich ausgenutzt. Eine nächste Stufe sollte der Embryotransfer sein, mit dessen Hilfe nicht nur die Planungssicherheit bei der Fortpflanzung weiter zu verbessern war, sondern auch die Möglichkeit bestand, das genetische Potenzial von Muttertieren stärker auszuschöpfen und den züchterischen Fortschritt wesentlich zu fördern. Ein weibliches Rind bekommt während der Nutzungsdauer durchschnittlich drei bis vier Kälber. Gleichzeitig können sich jedoch etwa 50 000 Eizellen entwickeln. Erste grundlegende Arbeiten auf diesem Gebiet wurden bereits in den 1950er und 1960er Jahren durchgeführt. Zielstrebige Arbeiten zur Schaffung eines Verfahrens für die breite Praxisanwendung begannen an den betreffenden Forschungseinrichtungen in den 1970er Jahren. Ein wichtiges Ergebnis war die Entwicklung von Verfahren zur nichtchirurgischen Übertragung an Stelle der bisher üblichen chirurgischen Embryonengewinnung. Diese wesentliche Vereinfachung wurde um 1980 erreicht. Weitere Schwerpunkte der Forschungsarbeiten waren die Embryonenzellkultur und die Tiefgefrierkonservierung, die es gestattet, die Embryonen auf eine Temperatur von -196°C abzukühlen. Bestandteil der Forschung waren auch die frühzeitige Geschlechterdiagnose, die bereits an sieben Tage alten Rinderembryonen erfolgte, sowie die mikrochirurgische Embryonenteilung zur Erzeugung identischer Zwillinge.

Mit diesem Stand konnte Anfang der 1980er Jahre der schrittweise Einsatz des Verfahrens in der landwirtschaftlichen Praxis erfolgen. Die ersten Kälber nach der Tiefgefrierkonservierung wurden 1981 in Dummerstorf und 1982 in Jürgenstorf geboren.

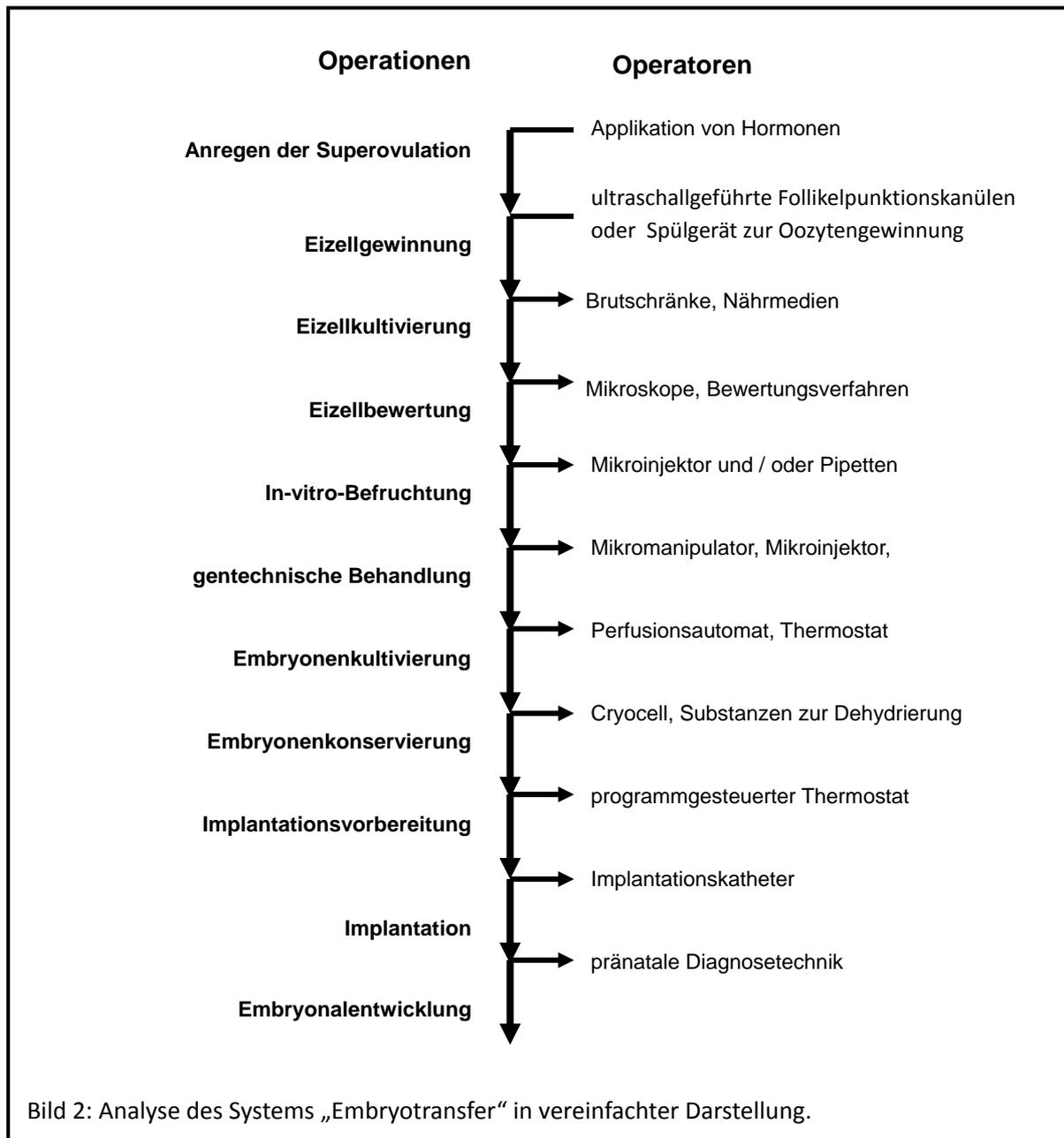
Bereits seit 1973 bestand ein „Zeitweiliges Internationales Forschungskollektiv Eitransplantation“ unter Federführung des Forschungszentrums für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock, an dessen Arbeit 25 Wissenschaftler aus sieben osteuropäischen Ländern beteiligt waren.

Die Umsetzung solcher umfassenden naturwissenschaftlichen Forschungsergebnisse in technische Lösungen erfordert die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Fachgebiete, unter denen auch die Feinwerktechnik einen wichtigen Stellenwert hat. Dabei musste die Entwicklung des Gerätesystems für den Embryotransfer und dessen Eingliederung in die Reproduktionsprozesse von landwirtschaftlichen Nutztieren denselben Regeln wie die Entwicklung von Systemlösungen bzw. Maschinensystemen für andere technische Prozesse folgen. Unter diesem Aspekt wurde das Gerätesystem für den Embryotransfer als Gesamtheit verschiedenartiger, hinsichtlich ihrer technischen und technologischen Parameter aufeinander abgestimmter und sich ergänzender technischer Arbeitsmittel zur Durchführung des gesamten Verfahrens Embryotransfer verstanden.

Aus dieser Analyse konnten

- die Zielstellung für die Gestaltung des Gesamtprozesses,
- die Grundlagen für das Projektmanagement des Forschungs- und Transfervorhabens,
- die präzisierte Problemstellung für ein „Gerätesystem Befruchtungsbiologie“ und
- die Aufgabenstellungen für die einzelnen Geräte des Systems

abgeleitet werden.



Für das Gerätesystem Embryotransfer waren – neben dem Einsatz tierärztlicher Standardinstrumente - die Entwicklung, Erprobung und Fertigung insbesondere folgender Geräte erforderlich:

- Gerätetechnik zur Untersuchung der Uterusmotorik
- ultraschallgeführte Follikelpunktionsgeräte
- Spülgeräte zur Oozytengewinnung
- rechnergestützte Bildauswertungssysteme zum Auffinden und Bewerten von Eizellen und Embryonen
- Geräte zur Kultivierung von Eizellen und Embryonen (Inkubationssystem, Manipulationsbox, regelbarer Bewegungseinsatz für Oozyten in Nährmedien in Brutschränken)
- Transportgefäße für biologische Materialien

- Mikromanipulatoren für biologische Objekte
- Paillettenboxen für den Embryonentransfer
- programmgesteuerte Tiefgefriereinrichtungen für Embryonen und somatisches Zellmaterial
- programmgesteuerte Thermostaten
- Generatoren zur Fusion embryonaler Zellen
- Implantationskatheter



Bild 3: Dr. rer. nat. R. Falge
bei der Arbeit am Cryocell
(Quelle: Busch privat)



Bild 4: Inkubationssystem zur Kultivierung von
Eizellen und Embryonen
(Quelle: Busch privat)

Mit der Neuorientierung der Landwirtschaft und des Lebensmittelmarktes ab 1990 stand die gezielte Reproduktion von großen Milchviehbeständen zunächst nicht mehr so stark im Vordergrund. Stattdessen ergab sich eine zunehmende Diversifikation der Einsatzgebiete des Embryotransfers über die landwirtschaftlichen Nutztiere (Rind, Schwein, Schaf, Ziege) und Pferd bis hin zu den Kleintieren (Hund, Kaninchen, usw.) und andererseits zu einer Konzentration des Einsatzes auf die gezielte Zucht von Hochleistungstieren und in Sonderfällen auf den Erhalt seltener Rassen. Dafür stehen gegenwärtig stationäre und mobile Laboratorien und Embryo-Transfer-Stationen zu Verfügung.

Dieses Beispiel zeigt die enge Verknüpfung der Gerätetechnik für die Agrarforschung mit der Medizintechnik. Bereits bei der Entwicklung der biotechnischen Verfahren und der gerätetechnischen Lösungen war diese Zusammenarbeit von gegenseitigem Nutzen. Noch deutlicher wurde die enge Verflechtung bei folgenden Entwicklungsaufgaben (BUSCH 2003):

- Vorrichtung einer Immediatdiagnose von Schädelfrakturen (Patentschrift DD 225 045 A1 vom 04.07.1983)
- Gerätetechnik zur Muskelbiopsie
- Vorrichtung zu Verschließen eines Blutgefäßes in tierischen Körper (Patentschrift DD 224 487 A1 vom 12.06.1984)
- Verfahren und Vorrichtung zum Kastrieren männlicher Nutztiere (Patentschrift DD 269 554 A1 vom 29.12.1987)
- Pneumatisches Massagegerät (Patentschrift DD 227 881 A1 vom 02.10. 1984)
- Vorrichtung zum Antrieb künstlicher Herzen (Patentschrift DD 218 55(A1 vom 20.04.1983)



Bild 5: Interdisziplinäre Entwicklungsarbeit

v. l. Dr. med. Claus Christmann, Prof. Dr. Klaus Henning Busch, Dr. rer. nat. Klaus-Jürgen Kurth
(Quelle: Busch privat)

Einige der im wissenschaftlichen Gerätebau entwickelten Lösungen wurden in die industrielle Fertigung übernommen und in Großserie gefertigt. Ein Beispiel dafür ist das „Elektrische Insektenvertilgungsgerät“ (Patentschrift 142142 WP A 01 M / 209 539 vom 06.12. 1978).

Für die programmgesteuerte „Tiefgefrierereinrichtung Cryozell“ für Oozyten und Embryonen wurde eine Lizenz nach Österreich vergeben.

Andere Entwicklungsergebnisse wurden Grundlagen für Hard- und Softwarelösungen in der Industrie (Beispiele: BASIC-Interpreter und Mikrorechnerentwicklungssystem). (LÜBCKE und VILBRANDT 1983)

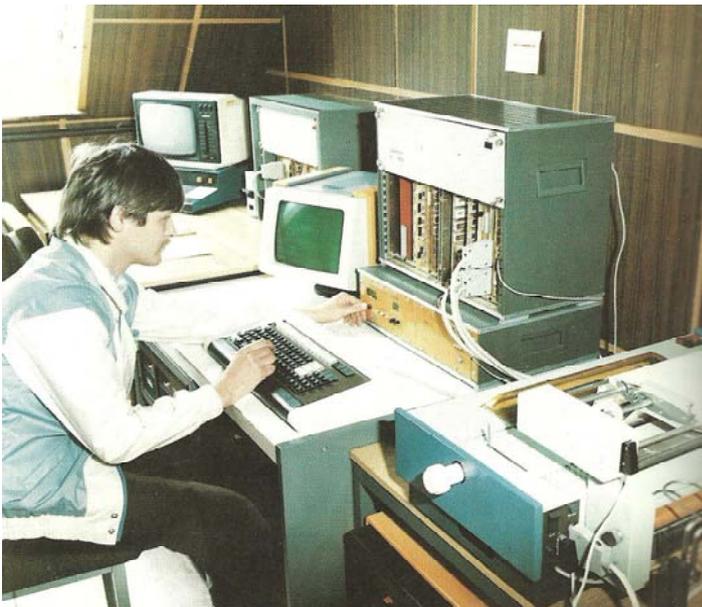


Bild 6: Dr.-Ing. R. Vilbrandt am Mikrorechnerentwicklungssystem

Die aktuelle Entwicklung der Medizintechnik eröffnet auch für die Veterinärmedizin und für die Tierzuchtforschung neue Möglichkeiten. Insbesondere die bildgebenden Verfahren ermöglichen Erkenntnisse über physiologische Strukturen und Prozesse.

Für die Humanmedizin konzipierten Standardgeräte - ist dabei eine Adaption an die Besonderheiten der Veterinärmedizin und Tierzuchtforschung erforderlich. Insbesondere die Unterschiede in der „Patienten“-Anatomie erfordern Anpassungen der für die Lagerung vorgesehenen Komponenten (MAYRHOFER 2015).

Des Weiteren stellt die Diagnostik anatomischer oder physiologischer Abläufe bei Tieren spezielle Anforderungen an die zeitliche und räumliche Auflösung von bildgebenden Verfahren. Ein Lösungsbeispiel ist die leistungsfähigste Röntgenvideoanlage zur Untersuchung von Tierbewegungen an der Friedrich Schiller Universität Jena die zur Erforschung des Bewegungsapparates von Ratten und anderen Kletterern genutzt wird (FISCHER 2015).

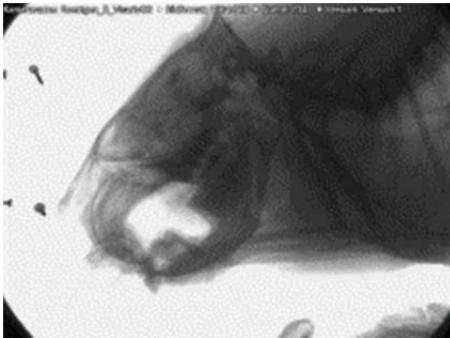


Bild 8: Röntgenaufnahme eines Biberschädels (STEFEN, 2011)



Bild 7: Pferd in Narkose für die Computertomographie des Kopfes (Veterinärmedizinische Universität Wien) (MAYRHOFER 2015)

Einer der Schlüsselpartner der SIEMENS AG für das Heranführen des Ingenieur Nachwuchses an Entwicklungsaufgaben der Feinwerktechnik ist die Technische Universität Dresden, insbesondere das Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design.

Fokus dieser langjährigen Zusammenarbeit war und ist der Praxisbezug der Studieninhalte zu den ingenieurtechnischen Fragestellungen in der Konstruktion von Medizintechnik.

Die angebotenen Gastvorlesungen sowie Fachvorträge im Rahmen der Tagung "Feinwerktechnische Konstruktion" (BUSCH, ERIK 2015), die Betriebsexkursionen zu den Fertigungsstätten für bildgebende Systeme der SIEMENS AG in Forchheim und die studentische Arbeiten bei der Siemens AG stellen eine hervorragende Möglichkeit für den Einblick in die Praxis dar und wurden bzw. werden sehr stark nachgefragt.

3. Gegenstand des Transfer der Erkenntnisse der Feinwerktechnik

Eine entscheidende Grundlage für den wissenschaftlichen Gerätebau in den Forschungsinstituten und in der Industrie bildeten die Arbeiten an der TH / TU Dresden und an der Hochschule / TH Ilmenau. Mit den Lehrveranstaltungen „Entwerfen feinmechanischer Konstruktionen“ begann in Dresden die akademische Ausbildung auf dem Gebiet der Feinwerktechnik. In Ilmenau war die Konstruktionslehre / Konstruktionssystematik ab 1950 ein Arbeitsschwerpunkt.

Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Arbeiten boten und bieten den Ingenieurinnen und Ingenieuren in der betrieblichen Praxis eine solide Arbeitsgrundlage. Das betrifft sowohl

- die **Grundlagen und Methoden des Konstruierens**, also die Gestaltung des konstruktiven Entwicklungsprozesses als auch
- das **Gestalten der** feinmechanischen, elektrischen und elektronischen **Konstruktionselemente**.

Die „Konstruktionssystematik“ (HANSEN 1965), die „Konstruktionswissenschaft“ (HANSEN 1976, 2. Aufl.) und die „Grundlagen der Konstruktion“ (KRAUSE 1980) wirkten weit über die Feinwerktechnik hinaus und wurden weit verbreitete und intensiv genutzte Arbeitsmittel zahlreicher Wissenschaftsgebiete.

Die **methodischen Grundlagen** des Konstruierens bildeten die Grundlage bzw. waren wichtige Bestandteile

- des Programms AUTEVO,
- der Systematischen Heuristik (MÜLLER und Koch 1973; Müller 1979),
- der KDT-Erfinderschulen (BUSCH, KLAUS 1993) und
- des Creativity Training Center (BUSCH, KLAUS 1993).



Bild 9: Methodiktraining in einer internationalen Gruppe im Bauhaus Dessau (Quelle: Busch privat)

Im wissenschaftlichen Gerätebau der Agrarforschung wurden die methodischen Grundlagen des Konstruierens und damit auch die Vorgehensweisen beim Erarbeiten neuer Lösungsideen (Inventionen) im Wesentlichen im Prozess des interdisziplinären Arbeitens und Lernens nicht nur in den technischen sondern auch in den biologischen, veterinärmedizinischen und agrarwissenschaftlichen Bereichen eingeführt.

Das Präzisieren von Ausgabenstellungen spielte und spielt neben der klaren systematischen Wegführung der erforderlichen Arbeitsschritte in den interdisziplinären Forschungsgruppen auch eine wichtige Funktion, um Fehlentwicklungen - verursacht durch unklare Abstimmungen - zu vermeiden und eine eindeutige Arbeitsteilung zu vereinbaren. Die präzisierte Aufgabenstellung hatte und hat den Charakter eines „Vertrages“ zwischen den beteiligten Akteuren und war besonders bei multinationalen Projekten (des Koordinierungszentrums und des Creativity Training Center) unverzichtbar.

Ähnliche Bedeutung gewann die methodische Unterstützung beim Erarbeiten von Lösungsideen. Durch eine methodische Führung und das Einbringen der Kompetenzen verschiedener Fachgebiete konnten die „Fachgebietsblindheit“ überwunden und originelle Ideen gewonnen werden. Die erreichten patentfähigen Ergebnisse belegen diese Wirkung.

Für die praktische Arbeit war es nützlich, dass aus den hunderten von popularisierten Kreativitätstechniken eine praktikable Systematisierung abgeleitet wurde und die Analogiemethode, die Variationsmethode und die Kombinationsmethode mit den entsprechenden Anpassungen an die jeweilige konkrete Problemsituation und getragen von der Dialogmethode ein überschaubares methodisches Instrumentarium zur Verfügung gestellt werden konnte (BUSCH, KLAUS 1985 und 2003).

Für die Arbeit der im wissenschaftlichen Gerätebau der Agrarforschung tätigen Ingenieure waren beim **Gestalten der Konstruktionselemente** die Veröffentlichungen und Arbeitsmaterialien von HILDEBRAND (1969 1976), KRAUSE (1980 und 2002), und LICHTENHELDT (1961) sowie weitere Handbücher und die entsprechenden Datenspeicher effektive und praktikable Arbeitsgrundlagen. Speziell für die Geräteentwicklung in der Agrarforschung lieferten die Vorlesungen und Arbeiten von GRUNER (Interessenvereinigung 2005) sowohl methodische als auch konkret gestalterische Grundlagen.



Bild 10: Prof. Dr.-Ing. Werner Gruner
(Quelle: Interessenvereinigung 2005)

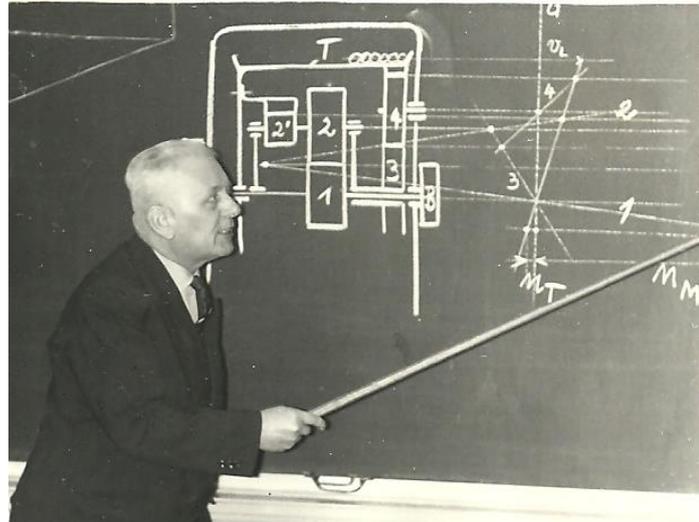


Bild 11: Prof. Dr. Willibald Lichtenheldt
in der Vorlesung Getriebetechnik
(Quelle: Busch privat)

4. Transferwege der Erkenntnisse der Feinwerktechnik

Der Transfer der Erkenntnisse der Feinwerktechnik aus den Hochschulen in den Gerätebau der Institute und der Industrie erfolgt insbesondere auf folgenden Wegen und ist dabei ein wechselseitiger Prozess (vgl. auch BASSUS; BUSCH, KLAUS und ZÖLCH 1999):

- Vorlesungen mit dem nachfolgenden Einsatz von Absolventen in Forschungsinstituten und Industrieunternehmen
- methodologische sowie didaktisch-methodische Aufbereitung der Fachwissenschaft für die breite Umsetzung in der Lehre
- berufliche Weiterbildung von Absolventen
- Veröffentlichungen
- gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
- Auftragsforschung
- Personaltransfer zwischen Hochschulen und Forschungsinstituten sowie Industrie
- Vergabe von Aufgabenstellungen für studentische Arbeiten und Praktika

Einen noch breiteren Transfer der Erkenntnisse der Feingerätetechnik als die Vorlesungen vor einem engeren Kreis von Studierenden brachten die Veröffentlichungen (insbesondere die oben genannten), sowohl bei den Studenten anderer Fachrichtungen und Hochschulen als auch von den bereits praktisch tätigen Ingenieurinnen und Ingenieuren in den Forschungsinstituten und in der Industrie genutzt wurden.

Diese Veröffentlichungen gaben darüber hinaus Anregungen für studentische Arbeiten, für Dissertationen und Fachartikel über Erfahrungen ihrer praktischen Anwendung und erzeugten damit einen breiten „Schneeballeffekt“ (vgl. auch BUSCH und KRAUSE 1973; BUSCH und BUSCH 1980; BUSCH 1983).

Mit der weiteren methodologischen sowie didaktisch-methodischen Aufbereitung der Fachwissenschaft wurden günstige Bedingungen für eine noch breitere Umsetzung in der Lehre auf unterschiedlichen Ebenen und Gebieten geschaffen (siehe auch LOHMANN 1959/60; STEUER 1968; BUGGENHAGEN 1987).

Eine außerordentlich fördernde Wirkung auf die Entwicklung der Methodik und auf deren Transfer hatte die Zusammenarbeit der Hochschullehrer, die in Dresden, Ilmenau, Chemnitz (Karl-Marx-Stadt) und Rostock auf dem Gebiet der Feinwerktechnik wirkten. Daran waren insbesondere die Kollegen KRAUSE, HÖHNE, SCHILLING, BÜRGER, LANGBEIN, RÖHRS und BUSCH (zeitweilig) beteiligt.

In den Zusammenkünften - abwechselnd an den beteiligten Hochschulstandorten – wurden die Entwicklung der Methodik, die Vorbereitung von Veranstaltungen und Veröffentlichungen, und die Gestaltung der Lehre

beraten. Darüber hinaus wurden Lehrmaterialien einschließlich der Demonstrationsmodelle für die Lehre ausgetauscht. Diese enge Zusammenarbeit basierte auf einem engen Vertrauensverhältnis und einem kollegialen Verhalten aller Beteiligten.

Literatur

Bassus, Olaf; Busch, Klaus Henning und Zölch, Volker: Transfer Wissenschaft – Wirtschaft

In: Weiterbildung in der Region, Schwerin, Nr. 19, 12/1999, S.17 - 18

Buggenhagen, Hans Joachim: Ingenieurausbildung – neue Ansprüche und Lösungsansätze aus hochschuldidaktischer Sicht

In: Wissenschaftliche Beiträge der Ingenieurhochschule Wismar 1987

Busch, Erik: Entwicklung innovativer Medizintechnik, 3. Tagung Feinwerktechnische Konstruktion. Dresden 2009, http://www.feinwerktechnik-web.de/images/Literatur_Forschungsberichte_Busch_Siemens.pdf

(aufgerufen Januar 2015)

Busch, Klaus Henning und Krause, Siegfried: Praktische Verfahren für die Bearbeitung von Problemen

In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 23 (1973) Heft 3, S. 359 - 371

Busch, Klaus Henning und Busch, Heinrich: Ideensuchverfahren im technischen Entwicklungsprozess

In: Maschinenbautechnik, Berlin 29 (1980) 11, S. 484 – 487

Busch, Klaus Henning: Erfindungsmethodik – ein Mittel zur Effektivierung der Konstruktionsarbeit

In: 28. Intern. Wiss. Koll. TH Ilmenau 1983, Vortragsreihe „Entwicklung feinmechanisch-optisch-elektronischer Geräte“, S. 181 - 182

Busch, Klaus Henning: Methodologische Untersuchungen zum Erfindungsprozess

Promotion B, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin 1985

Busch, Klaus Henning: Kreativitätstraining in der DDR

In: Erfahrungen mit Erfinderschulen, DABEI (Hrsg.), Bonn 1993, Seiten 116 – 127

Busch, Klaus Henning: HANDBUCH Innovationen erfolgreich realisieren, Erfinden lernen – lernend erfinden, trafo verlag, Berlin 2003

Busch, Klaus Henning: Entwicklung von Geräten zum Embryotransfer bei Rindern

In: LANDTECHNIK, Darmstadt, 64 (2009) 6, Seiten 442 – 446

Dyhrenfurth, Klaus und Busch, Klaus Henning: Aufbau und Arbeitsweise der Abteilung Forschungstechnologie im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock

In: Tag. Berichte, Akad. Landwirtsch.-Wiss., Berlin (1978) 161. S. 5 – 11

Fischer, Martin: Hochauflösender Röntgenblick unter die Haut -Zoologen nehmen weltweit einmalige Röntgenvideoanlage in Betrieb, http://www.uni-jena.de/PM070220_Roentgenanlage.html?highlight=siemens*

(aufgerufen Januar 2015)

Forschungszentrum für Tierproduktion (Hrsg.): 50 Jahre Tierzucht- und Tierproduktionsforschung Dummerstorf, Rostock 1989, S. 150

Hansen, Friedrich: Konstruktionssystematik

Berlin: Verlag Technik 1965

Hansen, Friedrich: Konstruktionswissenschaft
2. Auflage, Berlin Verlag Technik 1976

Hildebrand, Siegfried: Einführung in die feinmechanischen Konstruktionen
Verlag Technik Berlin 1969 und 1976

Höhne, Günter: und Koch, Peter: Anwendung der Variationsmethode beim Konstruieren
In: Maschinenbautechnik, Berlin 25 (1976) 4, S. 183 – 186

Höhne, Günter und Türpe, Dietmar: Informationsspeicher für den Konstruktionsprozeß
In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Ilmenau, 25 (1979) 5, S. 75 – 104

Interessenvereinigung „Senioren der Landtechnik“ (Hrsg.): Werner Gruner – Leben & Werk, Verlag Redieck & Schade, Rostock 2005

Krause, Werner: Grundlagen der Konstruktion
Berlin: Verlag Technik 1980 sowie 8. Auflage Carl Hanser Verlag München Wien 2002

Lichtenheldt, Willibald: Konstruktionslehre der Getriebe
Akademie Verlag GmbH, Berlin 1961

Lohmann, H.: Zur Theorie und Praxis der Heuristik in der Ingenieurziehung
In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Dresden 9(1959/60) 4, S. 1069 – 1096 und 9(1959/60)5, S. 1281 – 1321

Lübcke, Jürgen und Vilbrandt, Reinhard: BASIC-Interpreter für K1520
In: radio fernsehen elektronik, Berlin 32 (1983) Heft 1, S.14 - 16

Mayrhofer, Elisabeth: Veterinärmedizin: von der Röntgenologie zur bildgebenden Diagnostik
<http://radiologie.universimed.com/artikel/veterin%C3%A4rmedizin-von-der-r%C3%B6ntgenologie-zur-bildgebenden-diagnostik> (aufgerufen Januar 2015)

Müller, Johannes und Koch, Peter: Programmbibliothek zur systematischen Heuristik
Halle (Saale), Technisch-Wissenschaftliche Abhandlungen des ZIS, Hr. 97, 98, 99 1973

Müller, Johannes: Möglichkeiten und Probleme der Entwicklung der Konstruktionswissenschaft
In: Maschinenbautechnik Berlin 28(1979) 7, S. 292 - 297

Stefen, CLARA, Ibe, Peter und Fischer, Martin: Biplanar X-ray motion analysis of the lower jaw movement during incisor interaction and mastication in the beaver (*Castor fiber* L. 1758), Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde, Volume 76, Issue 5, September 2011, Pages 534–539
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1616504711000139>
(aufgerufen Januar 2015)

Steuer, Kurt: Theorie des Konstruierens in der Ingenieurausbildung
Fachbuchverlag Leipzig 1968

Wagemann, Hans (Hrsg.): Von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Berlin 2006, Band 1 / 2 S. 178