

Endokrinologie: Grundlage der Tierproduktion

FRANZ ELLENDORFF, FOLKMAR ELSAESSER und NAHID PARVIZI

Institut für Kleintierzucht

und

Institut für Tierzucht und Tierverhalten

Einleitung

Tierproduktion bedeutet die Erzeugung von Fleisch, Milch, Eiern bzw. Nachkommen oder auch die Erbringung anderer Leistungen von landwirtschaftlichen Nutztieren (Abb. 1). Jeder dieser Leistungen entsprechen physiologische Vorgänge wie z.B. Wachstum, Laktation, oder Reproduktion. Diese stehen in Interaktion mit anderen Systemen wie die der Adaptation und des Verhaltens.

Die Endokrinologie übernimmt den Part der Steuerung und Regulation, d.h. eine sehr zentrale Funktion. Bereits seit Alters her bezog die Tierproduktion - wohl ohne tieferes Verständnis von endokrinen Regelsystemen oder von endokrinen Wirkungsmechanismen - die Endokrinologie in ihre Praxis ein.

Man kastrierte männliche Tiere um ihre Fleischqualität zu verbessern. So wird das Ochsenfleisch wie das der Kapaune besonders geschätzt, so wird für die Mehrzahl der Konsumenten das Fleisch männlicher Schweine erst nach der Kastration genießbar, was sogar zum gesetzlichen Zwang der Kastration von männlichen Schweinen führte. Umgekehrt wurde bald nach Verfügbarkeit synthetischer Hormone erkannt, daß sich mit einer Vielzahl von Hormonen Produktionsziele leichter verwirklichen lassen, was zu ihrer Verwendung in der Mast, zur Zyklus- oder Geburtssteuerung oder in der Laktation führte. Eine nicht unerhebliche Bedeutung haben diagnostische Verfahren erlangt, denkt man an Zyklus- und Trächtigkeitsdiagnostik sowie die Ermittlung des Gesundheitszustandes

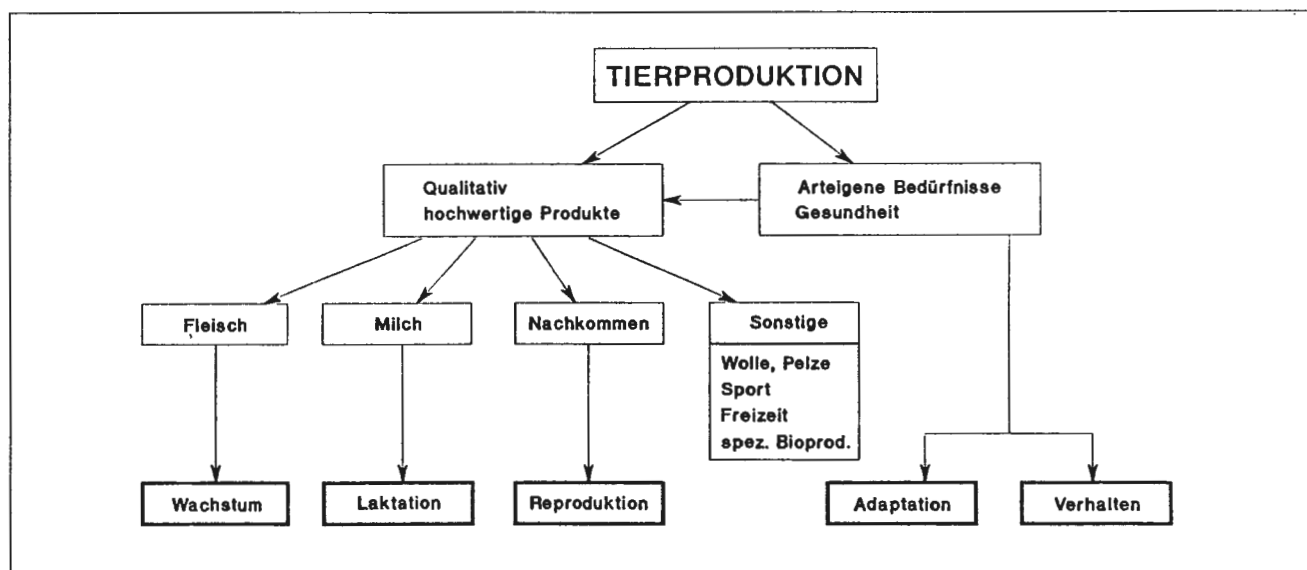
bzw. von Belastungen oder Rückständen. Schließlich wurde erstmalig DNA, die für Hormone kodiert in landwirtschaftliche Nutztiere übertragen und bei den Nachkommen - wenn auch wenig kontrollierbar - exprimiert. Die Endokrinologie stellte bei all diesen Entwicklungen der Tierproduktion die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung wobei Fragen nach Folgen für Tier, Produkt, Verbraucher und Umwelt in einer unter ökonomischen Zwängen stehenden Tierproduktion noch vor kurzem eher in den Hintergrund gedrängt wurden.

Der regionale und überregionale Ruf nach Qualitätsverbesserung, nach tiergerechteren Produktionsformen, nach verbraucher- und umweltfreundlicher Tierproduktion verlangt heute unter sicher nicht nachlassenden ökonomischen Zwängen ein wesentlich umfassenderes und tieferes Verständnis und frühzeitiges Abschätzen von Folgen, die züchterische oder biotechnische Maßnahmen auf das Tier und seine Gesundheit, die Produktqualität und die Umwelt haben können.

Für die Endokrinologie stellt dies keine prinzipiell neue Herausforderung dar, da sie sich seit jeher um ein derartiges Verständnis bemühte. Neu sind die Fragestellungen, die sich speziell für die Tierproduktion ergeben oder solche, die sich aufgrund methodischer Entwicklungen der Biotechnologie stellen.

Im folgenden sollen drei Beispiele eigener Forschungsstrategien und ihre Ergebnisse demonstrieren, daß die heutige wie künftige Tierproduktion nicht auf endokrinologisches Wissen und Verständnis verzichten kann.

Abbildung 1: Tierproduktion und physiologische Systeme



Beispiel 1: Geburt und Geburtseinleitung

Das erste Beispiel hat zum Ziel, am Modell der Geburt des Schweines ein Modell zu demonstrieren, in welcher Weise nicht nur die Wirksamkeit einer Substanz zur Beeinflussung des Geburtszeitpunktes getestet werden kann, sondern auch mögliche Auswirkungen auf zahlreiche andere an der Geburt beteiligte Systeme ermittelt werden können.

Das in vielen Jahren erarbeitete Verständnis zur Geburt beim Schwein (Parvizi et al., 1976; Ellendorff, 1979; Ellendorff et al., 1979; Ellendorff et al., 1979; Ellendorff et al., 1979; Forsling et al., 1979; Forsling et al., 1979; Taverne et al., 1979; Ellendorff, 1980; Vaje et al., 1980) (Abb.2) läßt erwarten, daß eine 'blinde' Verwendung von Substanzen zur Beeinflussung der Geburt Risiken für den Geburtsablauf und somit für Muttertier und Frucht beinhalten kann. Das Progesteron des Corpus luteum dominiert die Erhaltung der Trächtigkeit beim Schwein noch bis unter die Geburt. Die natürliche Luteolyse stößt Sequenzen an, die zu Kontraktionen der Uterusmuskulatur und zur Erweiterung der Geburtswege führen und in der Expulsion der Föten kulminieren.

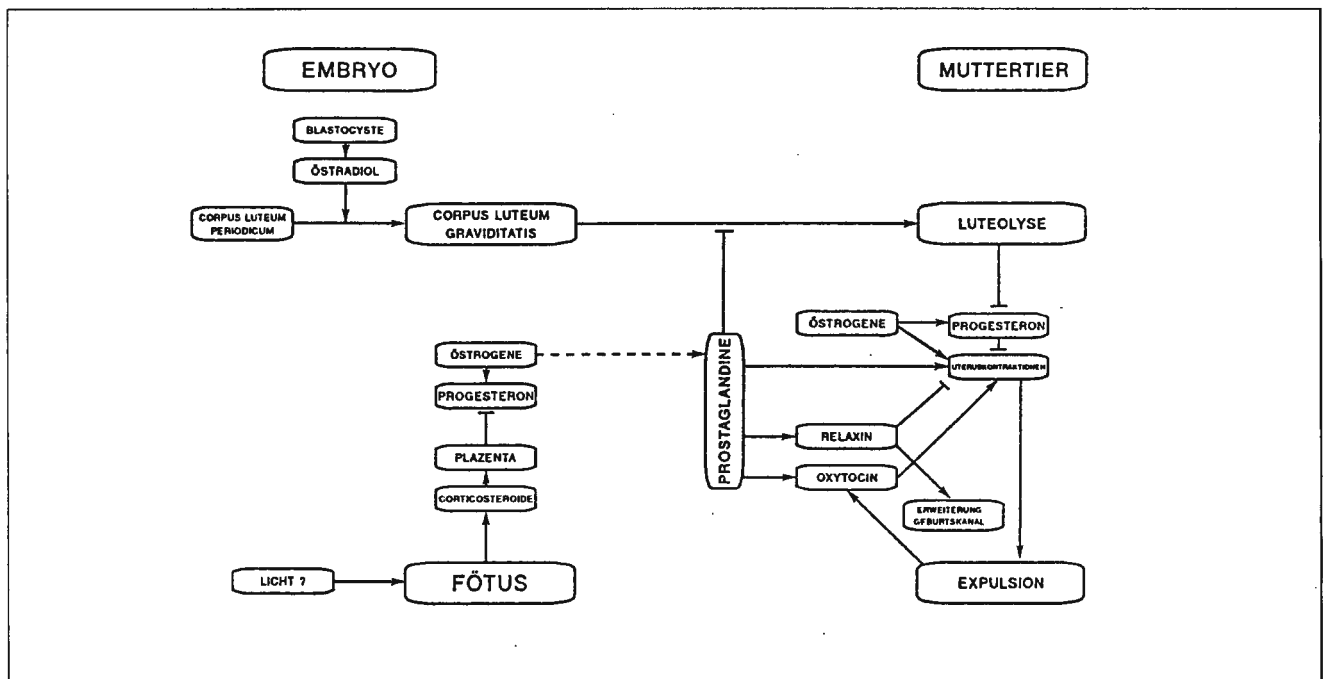
Prostaglandine initiieren diese Sequenz und werden in der tierärztlichen Praxis und der Tierproduktion genutzt. Es ist auch vorstellbar, daß man nicht das Progesteron selbst, sondern nur seine Wirksamkeit hemmt, z.B. durch die Verwendung von Antagonisten (Höfig et al., 1988; Höfig et al., 1989; Höfig, 1989; Dodenhof, 1989). ZK 112 993, (freundlicherweise von der Fa. Schering, Berlin, zur Verfügung gestellt) das wahrscheinlich den Progesteronrezeptor blockiert, hat sich in dieser Hinsicht als sehr effektiv und zwar dosisabhängig erwiesen, ohne daß bei adäquater Dosierung die Gewichtsentwicklung oder die Verluste der Ferkel gegenüber Kontrollen verändert werden, - eine wichtige Voraussetzung für eine potentielle Nutzung. Die Detailanalyse der für die Geburt wichtigen Verläufe der Plasmahormonspiegel von Progesteron, Östradiol, Relaxin, PGFM (als Indikator für PGF), Cortisol oder Oxytocin ließen bis auf das Cortisol bei ver-

gleichbarer natürlicher Geburt keine signifikanten Veränderungen erkennen. Auch der Verlauf des uterinen EMG's, ausgewertet als Anzahl oder Dauer einzelner Kontraktionen, vor und während der Geburt, ließ keine als wesentlich erkannten Unterschiede auftreten. Der Abgang der Plazenten zeigte keine Auffälligkeiten. Der Schluß liegt nahe, die von uns gewählte Substanz als weitgehend problemfrei für eine begrenzte zeitliche Vorverlegung der Geburt anzusehen. Die während der Geburt erhöhten Cortisolwerte, die auf eine Belastung des Muttertieres weisen könnten, bieten Ansatzpunkt für weiterführende Arbeiten.

Beispiel 2: Rekombinante Produktionshilfsmittel - rPST

Im zweiten Beispiel eröffnet der Technologiesprung zu speziesspezifischem rekombinanten porcinen Wachstumshormon (rPST), neue Perspektiven zur Beeinflussung des Wachstums einerseits, wie sich neue Forschungsansätze zum Verständnis des Wachstums und seiner biologischen Grenzen anbieten. Unter den vielen neuen Fragen stellt sich auch die nach der Ansprechbarkeit unterschiedlicher Schweinerassen auf das rekombinante Wachstumshormon (Henning et al., 1989; Hüster et al., 1988; Ellendorff et al., 1988; Ellendorff et al., 1989; Ellendorff, 1990). So wurden zunächst Pietrain (Pi) und Deutsches Edelschwein (DE), neuerdings auch das Göttinger Miniaturschwein getestet: Während sich die seit Generationen züchterisch auf Mastleistung ausgerichteten Rassen Pi und DE nicht durch das rPST in ihrem Wachstum oder der Futtermittelverwertung beeinflussen ließen, also scheinbar ihre Wachstumskapazität ausgeschöpft haben, wurden bei den auf Kleinwuchs selektierten Göttinger Miniaturschweinen (Draht et al., 1991) sehr wohl erhebliche Wachstums- und Futtermittelverwertungsunterschiede nach rPST-Behandlung festgestellt, im Sinne einer Beschleunigung bzw. Verbesserung. Andererseits fand sowohl bei Pi als auch bei DE eine deutliche Reduktion des Fettanteils im Schlachtkörper statt mit einer stärkeren Veränderung bei den DE's als bei den Pi's, erstaunlicherweise aber nicht beim Göttinger Miniaturschwein. Wachstum wird aber nicht nur vom Wachstums-

Abbildung 2: Modell der Geburt beim Schwein



hormon bestimmt, vielmehr ist das Wachstum mit einer Anzahl von endokrinen und physiologischen Systemen verknüpft, so daß sich nicht nur Fragen nach den Ursachen der offenkundigen Wachstumsgrenzen bei Pi und DE ergeben sondern auch Fragen nach möglichen Interaktionen mit anderen Systemen stellen. Letztere führten zu weiteren bisher orientierenden Arbeiten, die sich mit der Interaktion des rPST mit anderen für die Tierproduktion wichtigen Funktionen befaßten. Als erstes interessantes Ergebnis wird gewertet, daß Reproduktionsstörungen (Ovarcysten, Aussetzen zyklischer Aktivität) nach Immunisierung gegen Somatostatin im Vergleich zu Kontrollen signifikant erhöht waren, aber nur in der Tendenz wenn rPST appliziert wurde (Draht et al., 1991). Andere Arbeiten zeigen fötomaternale Unterschiede in der Sekretion von Wachstumshormon (Bauer, Parvizi, 1991) und von Insulinlike Growth Factor (IGF) (Bauer, Parvizi unveröffentlicht).

Beispiel 3: Genexpression

Das dritte Beispiel ist einerseits Teil eines sehr langfristig angelegten Forschungsprogrammes zur Erarbeitung biologischer Grundlagen der Tierproduktion am Modell der vorgeburtlichen Entwicklung (Übersichten: Bruhn, 1981; Ponzilius, 1984; Ellendorff; Großmann, 1988; Milewski, 1989; Klempt, 1990; Ma, 1990; Behrens-Herrler, 1990; Grossmann et al., 1985; Elsaesser et al., 1988; Ellendorff et al., 1989; Parvizi et al., 1989; Ellendorff et al., 1990; Ellendorff et al., 1990; Milewski et al., 1990; Parvizi et al., 1990).

Andererseits beinhaltet dieses Beispiel eine Forschungsnotwendigkeit, die aus Problemen erwachsen ist, die mit dem Gentransfer bei landwirtschaftlichen Nutztieren assoziiert sind.

Die noch Mitte der achtziger Jahre hochgesteckten Erwartungen in eine schnelle Realisierung des Gentransfers im Dienste der Tierproduktion, sind vorerst gedämpft worden, da Genkonstrukte, Genregulation und Genexpression weit weniger einfach zu realisieren sind als die Technik der DNA-Microinjektion. Wir haben uns daher mit der Genexpression verschiedener Hormongene befaßt und zwar bei Schwein und Huhn.

Die Hormone der Hypophyse, Adeno- wie Neurohypophyse übernehmen für die Bereiche Wachstum, Reproduktion, Laktation und Adaptation ebenso wie für biotechnische Maßnahmen eine zentrale Funktion, weshalb wir diese hervorheben und detaillierter darstellen werden. Der Schwerpunkt der Arbeiten beim pränatalen Tier hat zahlreiche Gründe, nicht zuletzt weil wir davon ein genaueres Verständnis von Grundfunktionen erwarten aber auch, weil viele Fehlfunktionen beim wachsenden oder adulten Tier pränatale Ursachen haben.

Die Fragen bestanden darin, festzustellen, wann und wo ein Gen für ein Hormon erstmalig in der Entwicklung angeschaltet wird und wie sich die Genexpression im weiteren Verlauf des Embryonal- bzw. des Fötallebens weiter entwickelt. Schließlich, ob die Genexpression extern zu beeinflussen ist.

Die Expression der einzelnen adenoypophysären Hormone (POMC, TSH β , LH β und FSH β , GH) die mit Hilfe hochspezifischer cRNA-Sonden während der Entwicklung ermittelt wurde, zeigt durchaus verschiedene Zeiten des ersten Auftretens (Tab. 1) sowie auch der Lokalisation des ersten Signales in der Adenoypophyse.

POMC-mRNA wurde erstmals an E30 nachgewiesen. GH-mRNA ist vor E50 nicht zu erkennen, wohingegen das GH-

Tabelle 1: Genexpression adenoypophysärer Hormone bei ausgewählten Altersstadien während der Fötogenese beim Schwein

mRNA	fötale Alter (E)						
	20	30	35	40	50	80	105
POMC*	-	+	++	+++	+++	+++	+++
GH	-	-	-	-	++	+++	+++
TSH β	-	-	-	+	++	+++	++
LH β	-	-	-	-	+	+++	++
FSH β	-	-	-	-	+	+++	++

-: kein Hybridisierungssignal; +: Hybridisierungssignal ist schwach;
 ++: Hybridisierungssignal ist stärker; +++: Hybridisierungssignal ist sehr stark

*: Das Signal der POMC-mRNA im Gewebe außerhalb des Hypophysenvorderlappens wurde erstmalig nachgewiesen: im Mittellappen, im Nucleus arcuatus und im Nucleus medialis thalami am E40; im Fasciulus tegmenti und in der Cortex am E50.

E=Tag

mRNA/cRNA Signal an E50 aber schon sehr stark in der Außenzone der Hypophyse vorhanden ist. Das TSH β -Gen ist an E40 erstmalig aktiviert, jedoch sehr schwach über die zentrale Region der Hypophyse verteilt. Gonadotropin-mRNAs sind an E50 relativ schwach in der Nähe des Trichterlappens nachgewiesen. Im Hypophysenhinterlappen konnte in keinem Fall ein mRNA-Signal festgestellt werden. Das weitere Entwicklungsmuster adenohipophysäre Hormon-mRNA stellt sich wie folgt dar: POMC-mRNA steigt in der Quantität bis E35 eindeutig an. Das Signal findet sich aber auch in hypothalamischen Kerngebieten, d.h. im Nucleus arcuatus und im Nucleus medialis thalami. An E40 ist das Signal im Hypophysenvorderlappen bereits sehr ausgeprägt. An E50 kann POMC-mRNA im Fasciculus tegmenti und in der Cortex festgestellt werden. Beim GH hat sich das Signal an E80 und E105 gegenüber früheren Stadien wesentlich verstärkt. Das Signal wird zu diesen Zeitpunkten wie bei E50 hauptsächlich in der Außenzone gefunden. Das TSH β -Signal ist an E50 im Vergleich zu früheren Stadien sehr stark vermehrt. An E80 und E105 konzentriert sich die TSH β -mRNA auf die Mittelzone des Hypophysenvorderlappens. Sowohl bei LH β als auch FSH β scheint das Signal an E80 deutlich verstärkt und es findet sich hauptsächlich in der Nähe des Trichterlappens.

Diese Ergebnisse dokumentieren: 1) daß die in situ Hybridisierung mit komplementären cRNA-Sonden ein aussagefähiges Verfahren zur Darstellung der Entwicklung der Genexpression während der Fötogenese bedeutet; 2) daß die Reihenfolge des Auftretens gesuchter adenohipophysärer Hormon-mRNA beim Schweinefötus folgende ist: POMC > TSH β > GH > LH β > FSH β ; und 3) daß beim POMC das Gen zuerst im Hypophysenvorderlappen, dann im Hypophysenmittellappen und zuletzt im zentralnervösen Gewebe exprimiert wird.

In die Untersuchungen des hypothalamo-neurophyophysären Systems wurden sowohl das Schwein, als auch das Huhn einbezogen. Beim Hühnerembryo wurde zunächst ein 39-mer Oligonukleotid verwendet, das allerdings eine Kreuzreaktion mit der Mesotocinsequenz nicht ausschließen ließ.

Arginin-Vasotocin/Mesotocin-mRNA exprimierende Neurone konnten erstmals am 6. Tag der Embryonalentwicklung, nicht jedoch am Tag 4, festgestellt werden. Am 9. Tag hat sich dieser Nucleus bereits stark in alle Richtungen bis in die Region des späteren Nucleus supraopticus hin ausgedehnt. Der Vergleich der Altersstufen Tag 6 und 9 der Inkubationszeit deutet auf eine Migration der Neurone aus ihrem Ursprungsgebiet. Am Tag 12 der Embryonalentwicklung zeigten sich bereits Arginin-Vasotocin/Mesotocin-mRNA exprimierende Neurone in unterscheidbaren hypothalamischen Nuclei, dem Supraopticus und dem Paraventricularis, und ein ausgehntes gut entwickeltes akzessorisches System war vorhanden. Eine weitere Entwicklung konnte jedoch bis zum 18. Tag der Embryonalentwicklung verfolgt werden. Die Ergebnisse zeigten einen sehr frühen Beginn der Neuropeptidhormongenexpression beim Küken und demonstrierten einen wichtigen Entwicklungsschritt zwischen Tag 9 und 12 der Entwicklung von einer sehr einfachen Konstruktion zu einer weitaus komplexeren Struktur des Hypothalamus.

Seither wurden von Mühlbauer et al., (nicht publizierte Beobachtungen) mit spezifischen AVT-Probes und quantitativen dot-blot-Verfahren während der Embryonalentwicklung ebenfalls quantitative Unterschiede in der AVT-Genexpression gefunden. Dabei beträgt die Intensität bei den Embryonen nur etwa ein Drittel der bei adulten Tieren. Exogene osmotische Stimulation erhöht die Aktivität der Expression.

Beim Schweinefötus wurden beim hypothalamo-neurohypophysären System für die in situ Hybridisierung spezifische cRNA Sonden angewendet. Vor Tag 40 der Fötalentwicklung konnte weder Oxytocin- noch Lysin-Vasopressin-mRNA festgestellt werden. Am Tag 40 der Tragzeit hybridisierten die ersten Neurone mit der Lysin-Vasopressin-Sonde im Nucleus supraopticus. Oxytocin-mRNA tauchte zum erstenmal kurz danach am Tag 41/42 ebenfalls im Nucleus supraopticus auf. Erste exprimierende Neurone im Nucleus paraventricularis und im akzessorischen System konnten an Tag 44 festgestellt werden. Oxytocin-mRNA war auch etwas später (Tag 46) zu finden. Innerhalb weniger Tage nahm die Signalstärke, also die mRNA-Synthese, bemerkenswert zu. Ab etwa Tag 80 der Fötalentwicklung wurde eine nahezu adulte Verteilung der Neurone erreicht, und sie entwickelten ihren magnozellulareren Charakter. Auch beim Schwein zeigte sich der Beginn der Neuropeptidhormongenexpression sehr früh während der Fötalentwicklung und erreichte schon vor Beginn der Reifung peripherer Funktionen ein hohes Niveau.

Die drei hier genannten Beispiele endokrinologischer Grundlagen für die Tierproduktion haben nicht nur die enge Verknüpfung dieser beiden Wissensgebiete gezeigt, sie haben auch dazu dienen sollen, Verständnis zu wecken für die intensiven Wechselwirkungen verschiedenster physiologischer und endokrinologischer Systeme bei der Ausprägung einzelner Merkmale und Leistungen landwirtschaftlicher Nutztiere.

Literatur

- Bauer, M., Parvizi, N. (1991): Ontogeny of pulsatile growth hormone secretion in the pig fetus. - *Acta Endocrinol.* 124, Supp.1, S. 11.
- Behrens-Herrler, S. (1990): Studien zur Ontogenese der LH-Sekretion beim Schwein: Einfluß des Opiod-Systems bei chronisch katheterisierten Föten. - Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Bruhn, Th. (1981): Ontogenese hypothalamischer und hypophysärer Steuerung der Gonadotropin-Sekretion beim fötalen Schwein in vivo und in vitro. - Dissertation, Universität Göttingen.
- Dodenhof, G. (1989): Antigestagene und Prostaglandine zur Geburtseinleitung beim Schwein. - Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Draht, S., Bauer, M., Parvizi, N., Elsaesser, F. (1991): Wirkung von Wachstumshormon auf die Reproduktion der Jungsau. - *Zuchthygiene* (Abstr.) im Druck.
- Ellendorff, F., König, A., Parvizi, N. (1974): Neuere Erkenntnisse der Endokrinologie der Fortpflanzung bei Haustieren. 2. Folge: Neurotransmitter, Neurohormone und Adenohipophysenhormone. - *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 81, S. 185-188; 81, S. 201-214.
- Ellendorff, F. (1979): Die Ferkelgeburt durch Prostaglandine steuern. - *DLG-Mitteilungen* 21, S. 1193.
- Ellendorff, F., Taverne, M., Elsaesser, F., Forsling, M., Parvizi, N., Naaktgeboren, C., Smidt, D. (1979): Endocrinology of parturition in the pig. - *Anim. Reprod. Sci.* 2, S. 323-334.
- Ellendorff, F., Taverne, M., Smidt, D. (eds.) (1979): *Physiology and Control of Parturition in Domestic Animals.* - Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 348P.

- Ellendorff, F., Forsling, M., Parvizi, N., Williams, H., Taverne, M., Smidt, D. (1979): Plasma oxytocin and vasopressin concentrations in response to prostaglandin injection into the pig. - *J. Reprod. Fert.* 56, S. 573-577.
- Ellendorff, F. (1980): Neuere Erkenntnisse zur Geburtsphysiologie beim Schwein - Bedeutung für den Geburtsablauf. - *Der Tierzüchter* 30, S. 138-140.
- Ellendorff, F., Kallweit, E., Hüster, E., Ekkel D. (1988): Effects of recombinant porcine growth hormone in German pig breeds during growth and lactation. - *Proc. International pST-Symposium, Mundelein (Chicago)/USA, 14./15.7.1988*, pp. 176-207.
- Ellendorff, F., Kallweit, E., Hüster, E., Ekkel, D., Ivy, R.E., Meisinger, D.J. (1989): Effects of recombinant porcine growth hormone in German pig breeds during growth and lactation. - *Biotechnology in Growth Regulation: Heap, B., Prosser, C., Lamming, E. (eds.)* 243.
- Ellendorff, F. (1990): Turbo-Schwein am Horizont (Org.-Titel: Recombinantes Wachstumshormon des Schweines). *DLG-Mitteilungen*, S. 64-66.
- Ellendorff, F., Großmann, R., Milewski, N., Klempt, M., Rehbein, M. (1990): Development of the fetal neuroendocrine brain. - In: *Neuroendocrinology: New Frontiers*, Gupta, D., Wollmann, H.A. u. Ranke, M.B., (eds.), Brain Research Promotion Tübingen, S. 77-86.
- Ellendorff, F., Großmann, R., Milewski, N., Klempt, M., Ma, E. (1990): Development of the Fetal Autonomy and Adaptation, Dawes, G.S., Zacutti, A., Borutto, F. u. Zacutti, jr., A. (eds.), John Wiley & Sons Ltd., London, S. 137-143.
- Elsaesser, F., Bruhn, T.O., Parvizi, N. (1988): Ontogeny of pituitary gonadotrophin secretion in the fetal and postnatal pig in response to LHRH in vitro. - *J. Reprod. Fert.* 82, S. 71-80.
- Forsling, M., Macdonald, A.A., Ellendorff, F. (1979): The neurohypophyseal hormones. - *Anim. Reprod. Sci.* 2, S. 43-56.
- Forsling, M., Taverne, M., Parvizi, N., Elsaesser, F., Smidt, D., Ellendorff, F. (1979): Plasma oxytocin and background steroid levels during late pregnancy, parturition and lactation in the miniature pig. - *J. Endocrinol.* 82, S. 61-69.
- Grossmann, R., Ellendorff, F. (1985): Functional ontogeny of magnocellular neurons in the chick embryo. - In: *Fetal Neuroendocrinology*. Ellendorff, F., Gluckmann, P. and Parvizi, N. (eds.), Perinatology Press, Ithaca, New York, S. 13-14.
- Henning, M., Hüster, E., Ivy, R.E., Kallweit, E., Ellendorff, F. (1989): Effects of pST on carcass composition and meat quality. - In: *Use of somatotropin in livestock production*. Sejrsen, K., Vestergaard, M., Neimann-Sørensen, A. (eds.), Elsevier Applied Science, London, New York.
- Höfig, A., Elger, W., Chwallisz, K., Hasan, S.H., Neef, G., Ellendorff, F. (1988): Induction of parturition in the pig with the antigestagen ZK 112.993. - *Acta Endo. Suppl.* 287, S. 193-194.
- Höfig, A., Dodenhof, G., Elger, W., Chwallisz, K., Neef, G., Ellendorff, F. (1988): Induction of parturition in the pig with the antigestagen ZK 112.993 with and without supplementation of a prostaglandin E analogue. - *Proc. Congr. on Animal Reproduction and AI, Dublin/Ireland, 26.-30.6.1988*, p. 206.
- Höfig, A., Elger, W., Chwallisz, K., Hasan, S.H., Neef, G., Schams, D., Ellendorff, F. (1989): Periparturient endocrine changes and myometrial contractions in pigs after treatment with the progesterone antagonist ZK 112.993. - *Joint Ann. Meeting American Dairy Science Assoc. and American Soc. of Animal Science, 31.7.-4.8.1989*, Lexington, Kentucky/USA.
- Höfig, A. (1989): Wirkungsmechanismen von Progesteron-Rezeptor-Blockern während der Geburt beim Schwein. - *Dissertation, Universität Göttingen*.
- Hüster, E., Ekkel, D., Ivy, R.E., Kallweit, E. (1987): Wirkung von rekombinantem porcinem Wachstumshormon (rpST) auf Mastleistung und Schlachtkörper bei Deutschen Edelschweinen und Pietrains. - *Vortragstagung DGfZ, Stuttgart 17. und 18. Sept. 1987 (Abstr.)*.
- Hüster, E., Ekkel, D., Kallweit, E., Ivy, R.E., Ellendorff, F. (1988): The use of recombinant porcine growth hormone to influence growth and body composition in pigs. - *Acta Endo. Suppl.* 287, S. 74.
- Klempt, M. (1990): Steuerung der Osmoregulation beim Hühnerembryo und Küken. - *Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover*.
- Ma, E. (1990): Regulation der Genexpression des Vasopressins und Oxytocins bei Schwein und Huhn. - *Dissertation, Universität Göttingen*.
- Milewski, N. (1989): In situ-Hybridisierung von Oxytocin und Vasopressin während der Ontogenese des Schweinefötus. - *Dissertation, Universität Göttingen*.
- Milewski, N., Ivell, R., Rehbein, M., Großmann, R., Ellendorff, F. (1990): Ontogeny of gene Expression of hypothalamo-neurohypophyseal hormones in the brain. - *Developmental Endocrinology, Sero Symposia Publ. from Raven Press, Vol. 67, S. 15-26*.
- Parvizi, N., Elsaesser, F., König, A., Smidt, D., Ellendorff, F. (1976): Plasma luteinizing hormone and progesterone in the adult female pig during the oestrus cycle, late pregnancy, lactation, after ovariectomy and after pentobarbital treatment. - *J. Endocrinol.* 69, S. 193-203.
- Parvizi, N. (1989): The ontogeny of opioid peptides and their action on LH secretion in the pig. - In: *Progress in neuropeptide research*. Döhler, K.D., Pawlikowski, M., 133-142, Birkhäuser, Basel.
- Parvizi, N., Behrens-Herrler, S., Kahle, H., Prunier, A. (1990): Opioids and control of neuroendocrine systems in the developing pig. - *Neuroendocrinology: New Approaches*, Gupta, D. (Herausg.)
- Ponzilius, K.-H. (1984): Steuerungsmechanismen pränataler pulsatiler LH-Sekretion beim Fötus des Schweines. - *Dissertation, Universität Göttingen*.
- Taverne, M.A.M., Naaktgeboren, C., Elsaesser, F., Forsling, M., van der Weyden, G.C., Ellen-

dorff, F., Smidt, D. (1979): Myometrial electrical activity and plasma concentrations of progesterone, estrogen and oxytocin during late pregnancy and parturition in the miniature pig. - Biol. Reprod. 21, S.1125-1134.

Vaje, S., Elsaesser, F., Elger, W., Ellendorff, F. (1980): Induktion der Geburt beim Schwein mit einem Prostaglandin E (Sulproston). - Dtsch. Tierärztl. Wschr. 87, S. 77-79.

Verfasser: Ellendorff, Franz, Prof. Dr. sc. agr. Dr. habil.; Institut für Kleintierzucht Celle der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Prof. Dr. sc. agr. Dr. habil. Franz Ellendorff;

Elsaesser, Folkmar, Dr. sc. agr.; Parvizi, Nahid, Prof. Dr. sc. agr. Dr. rer. nat. habil., Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Professor Dr. med. vet. Dr. sc. agr. Dr. med. vet. h. c. Diedrich Smidt.