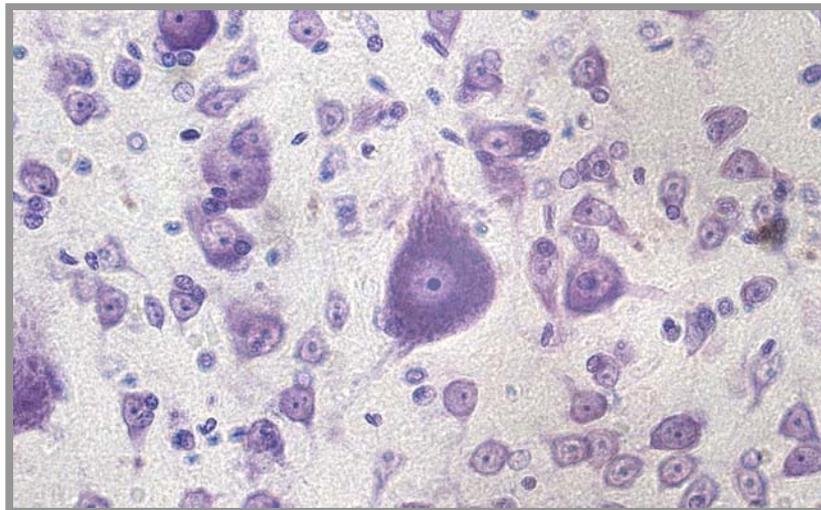


**Cytoarchitektonische Arealisierungen des Neocortex beim Mink
(*Mustela vison*) und vergleichend-quantitative Untersuchungen
zwischen der Wild- und Haustierform**



Dissertation

**Zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel**

vorgelegt von
Julia Danckers

**Kiel
2003**

Referent:

Korreferent:

Tag der mündlichen Prüfung:

Zum Druck genehmigt: Kiel, den

.....

Der Dekan

MEINEN ELTERN



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material und Methode	6
2.1 Die Tiere	6
2.2 Histologische Verfahren	7
2.2.1 Vorhandene Frontalschnittserien	7
2.2.2 Zusätzliche Gehirnschnittserien	9
2.3 Architektonik des Neocortex	10
2.3.1 Regionale Variationen des Neocortex	12
2.4 Arealisierungen des Neocortex	12
2.4.1 Regio frontalis	13
2.4.2 Regio praecentralis	14
2.4.3 Regio insularis	14
2.4.4 Regio postcentralis	15
2.4.5 Regio parietalis	15
2.4.6 Regio temporalis	16
2.4.7 Regio occipitalis	17
2.4.8 Regio cingularis	18
2.4.9 Regio retrosplenialis	19
2.5 Funktionelle Gliederung des Neocortex	19
2.5.1 Der motorische Neocortex	21
2.5.2 Der somatosensorische Neocortex	21
2.5.3 Der auditorische Neocortex	22
2.5.4 Der visuelle Neocortex	23
2.5.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices	23

2.6 Quantitative Untersuchungen	24
2.6.1 Bestimmung von absoluten Volumina und relativen Anteilen der Neocortex-Areale	24
2.6.2 Berechnung der Volumenunterschiede der neocorticalen Rindenfelder zwischen Wild- und Farmmink	26
3. Ergebnisse	28
3.1 Lokalisation und Ausdehnung der Regiones und Areae des Neocortex	28
3.1.1 Regio frontalis	29
3.1.2 Regio praecentralis	30
3.1.3 Regio insularis	35
3.1.4 Regio postcentralis	36
3.1.5 Regio parietalis	37
3.1.6 Regio temporalis	40
3.1.7 Regio occipitalis	43
3.1.8 Regio cingularis	46
3.1.9 Regio retrosplenialis	47
3.2 Quantitativer Vergleich der relativen Anteile der Neocortex-Areale von Wild- und Farmmink	57
3.2.1 Der motorische Neocortex	58
3.2.2 Der somatosensorische Neocortex	58
3.2.3 Der auditorische Neocortex	59
3.2.4 Der visuelle Neocortex	59
3.2.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices	60
3.3 Größenunterschiede der neocorticalen Hirnstrukturen vom Wild- zum Farmmink	67
3.3.1 Der motorische Neocortex	68
3.3.2 Der somatosensorische Neocortex	68
3.3.3 Der auditorische Neocortex	68
3.3.4 Der visuelle Neocortex	69
3.3.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices	70

4. Diskussion	72
4.1 Der motorische Neocortex	74
4.2 Der somatosensorische Neocortex	79
4.3 Der auditorische Neocortex	84
4.4 Der visuelle Neocortex	87
4.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices	90
5. Zusammenfassung	93
6. Summary	95
7. Literatur	97
8. Anhang	110
8.1 Tabellen	110

1. Einleitung

Die Domestikation kann nach HERRE (1955) als ein biologisches Experiment des Menschen aufgefaßt werden. Sie beschreibt im allgemeinen die Gesamtheit aller Handlungen, Abläufe und Veränderungen, die mit der allmählichen Umwandlung von Wildtieren zu Haustieren in Verbindung stehen. Haustiere stammen von wilden Tierarten ab, die sich den besonderen Umweltbedingungen des Hausstandes angepaßt haben [HERRE, 1958, 1961]. Eingriffe in die natürlichen Fortpflanzungsverhältnisse, Änderungen von Umwelt, Ernährung, Sozialstruktur und künstliche Selektion sind als solche Domestikationsbedingungen zu kennzeichnen [KRUSKA, 1970; RÖHRS, 1985]. Diese haben die Tiere erblich gewandelt [HERRE, 1966]. Im Vergleich zu den Stammformen weisen Haustiere zum Teil erhebliche Unterschiede in Anatomie, Physiologie, Genetik und Ethologie auf [SPURWAY, 1955; HERRE, 1961; DRESCHER, 1975; HERRE und RÖHRS, 1990]. Dennoch sind während der Domestikation bisher keine neuen Arten entstanden [HERRE, 1966; Herre und Röhrs, 1990]. Trotz der bestehenden Unterschiede bleibt der Fortpflanzungszusammenhang zwischen Wildart und Haustierform erhalten [KRUSKA, 1980]. Insofern ist die Domestikation als ein intraspezifisches Phänomen zu betrachten [HERRE und RÖHRS, 1990].

Kennzeichnend für die Domestikation sind unter anderem Abnahmen von Hirnschädelvolumina und Hirngröße. Bereits DARWIN (1868) berichtete von domestikationsbedingten Veränderungen der Hirnschädelkapazitäten [HERRE, 1959]. Spätere Untersuchungen an den Gehirnen selbst [KLATT, 1912, 1955; HERRE, 1955; RÖHRS, 1955, 1958, 1966; FRICK, 1957; FRICK und NORD, 1963; HERRE und THIEDE, 1965] ergaben eine Reduktion des Hirngewichtes im Hausstand. Da diese Hirnabnahmen bei allen bisher untersuchten Haustieren - von Labormäusen abgesehen - auftreten, sind sie als intraspezifische Konvergenzen zu bewerten. Es bestehen jedoch Unterschiede im Ausmaß der Reduktionen des Gesamthirns und der einzelnen Hirnstrukturen [KRUSKA, 1990]. Volumenänderungen einzelner Hirnteile wurden bislang für folgende Arten ermittelt: Wanderratten und albinotische Laborratten [KRUSKA, 1975a, b; KRUSKA und SCHOTT, 1977], Wild- und Farmminks [KRUSKA, 1996], Iltisse und Frettchen [SCHUHMACHER, 1963; ESPENKÖTTER, 1982], Wölfe und Pudel [SCHLEIFENBAUM, 1973], Wild- und Hausschweine [KRUSKA, 1970, 1972, 1973; KRUSKA und STEPHAN, 1973; KRUSKA und RÖHRS, 1974], Mufflons und Hausschafe [EBINGER 1974, 1975a, b] sowie Guanakos und Lamas bzw. Alpakas [KRUSKA, 1980]. Diese Hirngrößenänderungen vom Wild- zum Haustier sind als innerartliche Adaptation an die besondere „ökologische Nische“ Hausstand zu bewerten [KRUSKA, 1980, 1988a, 1988b, 1989]. Sie sind wesentliche Charakteristika des Wandlungsprozesses vom Wild- zum Haustier und somit als Domestikationsmerkmale anzusehen [DARWIN, 1868]. Unterschiede in der Intensität der Hirngewichtsabnahmen sind

womöglich auf den artspezifischen Bauplan und den evolutiven Entfaltungsgrad der Gehirne zurückzuführen; gleichzeitig können sie durch unterschiedliche Domestikationseinflüsse bedingt sein [KRUSKA, 1980, 1988a, 1989].

Ein weiteres Charakteristikum der Domestikation ist die größere innerartliche Variabilität der Haustiere gegenüber den Wildtieren [SORBE und KRUSKA, 1975; KOHANE und PARSONS, 1988]. Diese ist womöglich auf die Zuchtauslese zurückzuführen, die der natürlichen Selektion gegenübersteht. Haustiere zeigen häufig eine größere Variabilität der Hirngröße bei gleicher Körpergröße [KRUSKA, 1990]. Dies konnte ebenso für den domestizierten Mink nachgewiesen werden [KRUSKA, 1996].

Minks sind fissipede Carnivoren. In der zoologischen Systematik werden sie der Familie Mustelidae und hier der Unterfamilie Mustelinae zugeordnet. Die Familie der Marder umfaßt ca. 63 rezente Arten von Landraubtieren [KRUSKA, 1988c]. Dabei stellen die Wieselartigen die artenreichste Gruppe dar. Allein die Gattung *Mustela* (Erd- oder Stinkmarder) ist darin mit ungefähr 16 Arten vertreten [KRUSKA, 1988c]. Zu diesen gehören - neben Wiesel und Iltissen - der europäische Nerz (*Mustela lutreola* Linneaus, 1761) und der amerikanische Mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) [KRUSKA, 1988c].

Die Mink-Zucht begann vor ungefähr 120 Jahren in den USA und Kanada [JOHANSSON, 1982; NES et al., 1988]. In Europa - insbesondere in Skandinavien - setzte die Nerzzucht im Jahr 1926 ein [KELLER, 1958; HAFERBECK, 1984]. Die europäischen Nerze sind jedoch - von gelegentlichen Einzelzuchten abgesehen - niemals ausschlaggebend in Farmen gezüchtet worden [HAFERBECK, 1984; WENZEL, 1984; KRUSKA, 1987b, 1988c]. Insofern gehen alle Nerzzuchten ausschließlich auf den nordamerikanischen Wildnerz (Mink) zurück. Gründe dafür liegen in der besseren Fellqualität und dem Fellertrag, der auf die größeren Tierkörper zurückzuführen ist. Demzufolge müssen Farmminks entsprechend den Vorschlägen zur Nomenklatur von Haustieren als *Mustela vison* forma domestica (f. dom.) bezeichnet werden [BOHLKEN, 1961]. Durch die in der Mink-Zucht angestrebten Ziele wie Fellqualität, Fellfarbe, Größe und Reproduktionsleistungen [KRUSKA, 1988c] entstand eine große innerartliche Variabilität bei den Farmminks. Diese ist nicht zuletzt auf die Mutationszucht zurückzuführen, die im Jahr 1931 begann [HAFERBECK, 1984; FRANKE und KROLL, 1988/89]. Die herangezüchteten verschiedenen Farbmutationen des Farmminks führten zu einer besonders großen Vielfalt von Farbschlägen [KRUSKA, 1988c] und ließen neue „Farbrassen“ entstehen [HERTER, 1959, WENZEL, 1984].

Der Mink ist über ganz Nordamerika - außer in den Trockengebieten - verbreitet [WENZEL, 1984]. Entsprechend dieses großen Gebietes werden für *Mustela vison* 15 geographische Unterrassen beschrieben [HALL, 1981], die sich in Aussehen, Körpergröße, Felldichte und Farbe den ungleichen Umweltbedingungen angepaßt haben [KELLER, 1958]. Verschiedene Unterarten kommen als mögliche Stammformen des Farmminks in Betracht [KELLER, 1958;

NES et al., 1988]: *Mustela vison vison* wird im Pelzhandel als Eastern Mink bezeichnet und lebt im nordöstlichen Teil der USA [WENZEL, 1984; NES et al., 1988]. Der sogenannte Hudsonbay Mink - *Mustela vison lacustris* - ist in Mittelkanada anzutreffen. Er besitzt - zusammen mit *Mustela vison ingens* - eine grobe Fellqualität [KELLER, 1958]. Demgegenüber zeichnen sich der Alaska- und Yukon-Nerz (*Mustela vison lowii* und *Mustela vison energumenos*) durch eine gute Fellqualität aus [KELLER, 1958; BANFIELD, 1974]. Neben seinem ursprünglichen Verbreitungsgebiet hat sich der Mink auch in weiten Teilen Europas mit Schwerpunkten in Skandinavien und Osteuropa angesiedelt. Diese Populationen sind durch entwichene oder absichtlich freigelassene Tiere aus Pelztierfarmen entstanden.

Der Mink ist aufgrund seiner semiaquatischen Lebensweise [STUBBE, 1993] nur in Gewässernähe zu finden [FRANKE und KROLL, 1988/89]. Er lebt an schilfreichen Seen, Flüssen, Wald- und Wiesenbächen und auch an manchen Küsten [GERELL, 1972; WENZEL, 1984; KRUSKA, 1988c]. Dabei werden Gewässer mit reichhaltiger Ufervegetation und starker Uferstrukturierung (Spalten und Höhlungen) bevorzugt. Die Lager und Nester dieses Einzelgängers [KRUSKA, 1988c] befinden sich in hohlen Bäumen, unter Wurzelstöcken oder oberirdisch im Schilfdickicht, aber auch in vorgefundenen oder selbstgegrabenen Uferhöhlen mit Zugang über der Wasserfläche [WENZEL, 1984]. Die Reviere der Minks sind unterschiedlich groß und nicht mehr als 50 bis 100 Meter vom Wasser entfernt [KRUSKA, 1988c]. Minks sind vornehmlich dämmerungs- und nachtaktiv [HERTER, 1979; WENZEL, 1984]. Auf dem Erdboden jagen sie meist in Ufernähe. Außerdem erbeuten sie schwimmend und tauchend viele Wasserbewohner [WENZEL, 1984]. Zu ihren Beutetieren zählt demnach ein breites Spektrum von land - sowie wasserlebenden Kleintieren [GERELL, 1967; WENZEL, 1984; DUNSTONE und BIRKS, 1987; KRUSKA, 1988c; FRANKE und KROLL, 1988/89; DUNSTONE, 1993]: Wühlmäuse und Bisamratten, Kaninchen, Maulwürfe, Vögel, Reptilien, Frösche, Fische, Insekten und Krebse.

Kennzeichnend für *Mustela vison* ist ein langgestreckter, walzenförmiger Körper [KELLER, 1958], relativ kurze Gliedmaßen [KRUSKA, 1988c; DUNSTONE, 1993] und ein mittellanger Schwanz. Musteliden besitzen generell einen vielseitigen und leistungsfähigen Bewegungsapparat [KRUSKA, 1988c]. Wieselartige zeichnen sich durch sehr schnelle Reaktionen, äußerst wendige Körperbewegungen sowie die Fähigkeit zu schnellen Ortsveränderungen aus [KRUSKA, 1988c]. Zudem ist der Mink ein gewandter Schwimmer und Taucher mit ausgeprägten Schwimmhäuten zwischen den Zehen [KRUSKA, 1988c; FRANKE und KROLL, 1988/89]. Er besitzt weiterhin ein sehr gutes Geruchsvermögen sowie einen guten Gehör- und Gesichtssinn [GOETHE, 1964; KRUSKA, 1988c]. *Mustela vison* zählt zu den Bewegungssehern [RÄBER, 1944; APFELBACH, 1973; CLEMENTS und DUNSTONE, 1979, 1984]. Darüber hinaus spielt das Vibrissensystem des Minks eine wichtige Rolle bei der Orientierung und beim Beutefang [DUNSTONE, 1993].

Die aufgeführten Sinnesleistungen stehen - ebenso wie die Motorik - in einem engen funktionellen Zusammenhang mit dem Neocortex. Dieser stellt eine Endstation der aufsteigenden Fasern und ein Ursprungsgebiet der motorischen Bahnen dar. In dem Integrationszentrum erfolgt weiterhin die Verarbeitung der sensorischen Informationen, die Planung von motorischen Aktivitäten sowie das Erstellen und Abrufen von motorischen Programmen.

Der Cortex cerebri (= Hirnrinde) ist Teil des Endhirnes und findet sich bei allen tetrapoden Wirbeltieren. Er besteht aus einer unmittelbar an der Hirnoberfläche angrenzenden Konzentration von funktionell und strukturell verschiedenen Nervenzellen. Der Cortex bildet zusammen mit seiner darunter liegenden Substantia alba, die aus den afferenten und efferenten Faserbahnen besteht, das Pallium [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Man unterteilt den Cortex cerebri in die zwei stammesgeschichtlich alten Teile Palaeocortex und Archicortex sowie den Neocortex [ARIENS KAPPERS, 1909; ARIENS KAPPERS et al., 1967], während letzterer ausschließlich den Säugetieren als klassentypisches Merkmal vorbehalten ist [NIEUWENHUYS et al., 1998]. Infolge der Neocorticalisation wird der Archicortex auf die mediale Hemisphärenwand verdrängt, der Palaeocortex ist auf den ventrolateralen Hemisphärenabschnitt beschränkt. Somit ist die basale Verlagerung der Fissura rhinalis - der palaeo-neocorticalen Grenzfurche [STEPHAN und SPATZ, 1961] - ein äußerliches Indiz für die expansive Entfaltung des Neocortex [SANIDES, 1962; STARCK, 1982]. Weiterhin kommt es im Zuge der Neocorticalisation zur Furchung der Großhirnrinde. Im allgemeinen weisen ancestrale sowie kleine Säugetiere meist eine glatte Oberfläche des Neocortex und somit lissencephale Gehirne auf [STARCK, 1982]. Im Gegensatz dazu besitzen höher evoluierte und große Formen gewöhnlich mehr oder weniger stark gefurchte, gyrencephale Gehirne [KUHLENBECK, 1927; STARCK, 1982; NIEUWENHUYS et al., 1998]. Der Windungsreichtum der neocorticalen Rinde wird demnach - ebenso wie die Hirngröße - sowohl von der absoluten Körpergröße (Masse der innervierten Peripherie) als auch von dem Cerebralisationsgrad beeinflusst [STARCK, 1982]. Diesbezüglich stellen das kleine, gyrencephale Mauswieselgehirn und das große, lissencephale Gehirn der Seekuh bemerkenswerte Ausnahmen dar [NIEUWENHUYS et al., 1998].

Zudem zeigt der Neocortex neben einer Schichtengliederung in vertikaler Richtung eine flächenhafte Feldergliederung. Verschiedene Rindenfelder unterscheiden sich in Zellzahl, Zelldichte und Zellformen. Dabei ist die Anzahl der neocorticalen Felder von der Organisationshöhe der Säugetierart abhängig [STARCK, 1982]. In diesem Zusammenhang nehmen Mustela-Arten eher eine basale Stellung in der Encephalisation ein [KRUSKA, 1977; 1987a].

Der Neocortex der Säugetiere wurde in zahlreichen Studien untersucht. In diesen wurden insbesondere die Cytoarchitektonik, Organisation und Lokalisation der neocorticalen Felder

erarbeitet und deren Verbindungen zueinander sowie zu subcorticalen Strukturen ermittelt. Vergleichend-quantitative Untersuchungen der neocorticalen Rinde und einzelner Areae zwischen Wild- und Haustierformen liegen - wenn auch in geringer Anzahl - ebenfalls vor. Es fehlen diesbezüglich jedoch Arealisierungen der gesamten Neocortex-Rinde.

Vergleichende Untersuchungen zwischen Wild- und Farmmink wurden bislang nur von DRESCHER (1974, 1975), KRUSKA (1996) und STEFFEN (2000) durchgeführt. Mittels der allometrischen Methode konnten neben domestikationsbedingten Proportionsverschiebungen, Körper- und Organgewichtsänderungen auch Reduktionen des gesamten Neocortex ermittelt werden.

Ziel der vorliegenden Studie ist, die Größe und Ausdehnung des grauen Neocortex und seiner Areale bei den Gehirnen von Wild- und Farmminks mit histologischen Methoden zu bestimmen, topographisch darzustellen und auf der Basis von Körpernettogewichten allometrisch zu vergleichen.

2. Material und Methode

2.1 Die Tiere

In der vorliegenden Arbeit wurden für die cytoarchitektonischen Untersuchungen am Neocortex von *Mustela vison energumenos* und *Mustela vison* f. dom. insgesamt 16 Hirnschnittserien verwendet. Eine quantitative Bestimmung der neocorticalen Areale wurde bei 12 dieser Schnittserien durchgeführt, wobei sechs von Wildminks und sechs von Farmminks stammten. Die Gruppen setzten sich aus jeweils drei Fähen und drei Rüden zusammen.

Die vier übrigen Gehirnschnittserien dienten zur Lokalisation sowie Ermittlung von Abgrenzungskriterien der einzelnen neocorticalen Rindengebiete. Hierfür wurden sagittale, horizontale und frontale Schnittebenen eingesetzt sowie Nissl- und Markscheidenfärbungen durchgeführt. Diese Serien bestanden aus drei Wildminkgehirnen - darunter zwei Fähen und ein Rüde - sowie dem Farmminkgehirn eines männlichen Tieres.

Mustela vison energumenos

Es wurden insgesamt Gehirne von 9 Individuen der Unterart *Mustela vison energumenos* untersucht. Die Tiere waren Nachkommen von direkten Wildfängen aus dem Yukon Territorium in Kanada und wurden seit 1988 im Tiergarten des Instituts für Haustierkunde vermehrt und gehalten. Hier lebten die Tiere in relativ großen Außengehegen, welche eine Höhe von 2 m aufweisen und in der Fläche zwischen 15 und 35 m² differieren. Die Arbeiten von KRUSKA (1996) sowie KRUSKA und SCHREIBER (1999) liefern nähere Angaben zu den Haltungsbedingungen.

Die Tabellen 1 und 3 (siehe Seite 8 und 9) geben Auskunft über das Geschlecht und Alter der Wildminks.

***Mustela vison* f. dom.**

Bei den 7 bearbeiteten Gehirnen der Farmminks handelt es sich um Tiere der Rasse „Dunkler Standard“ aus der Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle. Diese dunkelfarbenen Minks wurden in herkömmlichen Farmkäfigen (90 cm; 40 cm; 40 cm) mit angehängter Nestbox gehalten [KRUSKA, 1996].

Daten über Geschlecht, Alter und Körpergewicht finden sich in den Tabellen 2 und 3 (siehe Seite 8 und 9).

Während der postnatalen Ontogenese finden bei verschiedenen *Mustela*-Arten in beiden Geschlechtern im subadulten Entwicklungsstadium Reduktionen im Gehirn statt, bevor ein individuelles Alter von sieben Monaten erreicht wird [KRUSKA, 1977; APFELBACH und KRUSKA, 1979]. Beim Mink wurden in der postnatalen Ontogenese zudem Umproportionierungen im Gehirn festgestellt [KRUSKA, 1993]. Daher wurden in dieser Studie nur Gehirne solcher Tiere benutzt, die mindestens den siebten Lebensmonat erreicht hatten.

2.2 Histologische Verfahren

Alle Mink-Individuen des Instituts für Haustierkunde wurden grundsätzlich in Übereinstimmung mit dem geltenden deutschen Tierschutzgesetz (§ 4) sachkundig eingeschläfert.

2.2.1 Vorhandene Frontalschnittserien

KRUSKA (1996) untersuchte den Einfluß der Domestikation auf die Hirngröße und -zusammensetzung bei *Mustela vison* über Auswertungen von Schnittserien bei insgesamt 24 Gehirnen, von denen 12 für diese Studie eingesetzt wurden. Dabei handelte es sich um kresylechtviolettgefärbte, totale Frontalschnittserien. Innerhalb einer Serie war der Abstand der einzelnen Schnitte immer identisch. Bei der Mehrzahl der Serien betrug der Schnittabstand 140 µm. Die Schnittdicke war bei allen Wildminkgehirnen 20 µm, die Farmmink-Serien wiesen hingegen Schnittdicken von 10 oder 20 µm auf. Im Durchschnitt umfaßte der zu untersuchende Neocortex bei jedem Gehirn ca. 1340 Schnitte, davon ca. 66 gefärbte Präparate.

In den Tabellen 1 und 2 (siehe Seite 8) sind Grunddaten für Wild- und Farmminks aus KRUSKA (1996) zusammengestellt, die für die quantitativen Auswertungen dieser Studie erforderlich sind.

Tab. 1 Wildminkdaten aus KRUSKA (1996):

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	16403	16897	16885	16896	16893	16895
Frischhirnvolumen (mm ³)	7.210	8.040	8.494	8.861	9.903	10.473
Hirnsubstanz (mm ³)	6.912	7.787	8.241	8.619	9.598	10.152
Frischhirngewicht (g)	7,47	8,33	8,80	9,18	10,26	10,85
Bruttokörpergewicht (g)	550	630	618	855	1.058	1.272
Nettokörpergewicht (g)	314	357	383	457	587	722
Alter (postnatale Tage)	271	245	245	245	244	245
Schnittdicke (µm)	20	20	20	20	20	20

Tab. 2 Farmminkdaten aus KRUSKA (1996):

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	2349/P	2365/P	2419/P	2442/P	2446/P	2432/P
Frischhirnvolumen (mm ³)	7.201	8.118	8.205	9.653	10.029	10.096
Hirnsubstanz (mm ³)	7.004	7.815	7.906	9.368	9.618	9.709
Frischhirngewicht (g)	7,46	8,41	8,50	10,00	10,39	10,46
Bruttokörpergewicht (g)	1.543	1.956	1.082	1.587	1.710	2.238
Nettokörpergewicht (g)	736	695	606	951	907	1.148
Alter (postnatale Tage)	586	222	222	222	222	222
Schnittdicke (µm)	10	20	20	10	20	10

2.2.2 Zusätzliche Gehirnschnittserien

Vier weitere Gehirne wurden zusätzlich in Serien zerlegt und ausschließlich für mikroskopische Analysen herangezogen. Auf diese Weise konnten Differenzen und Charakteristika der zellulären Architektur räumlich erstellt werden. Abgrenzungen und genauere Lokalisation von Regionen und Feldern des Cortex waren somit auch in unsicheren Regionen von tangentialen Schnittführungen durch Gyri bei den Frontalschnittserien möglich.

Die Histologie erfolgte in herkömmlicher Weise. Die Gehirne wurden in Paraffin eingebettet und serial geschnitten (20 µm Schnittdicke). Der Schnittabstand der aufgezogenen, gefärbten Präparate betrug im Durchschnitt 100 µm. Bei der Sagittalschnittserie wurde nur die rechte Hemisphäre in Präparaten erstellt; hier jedoch jeder einzelne Schnitt. Die aufgezogene Farmmink-Frontalschnittserie umfaßt ausschließlich den Bereich des Neocortex.

Neben herkömmlichen Nissl-Färbungen mit Kresylechtviolett [ROMEIS, 1989] wurde auch eine Markscheidenfärbung mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN-WÖLCKE [BURCK, 1982] durchgeführt.

Tab. 3 Wild- (WM) und Farmminkdaten (FM) der zusätzlichen Schnittserien (NF = Nissl-Färbung, MF = Markscheidenfärbung)

Präparat-Nr.	WM	WM	WM	FM
	19414	19417	19706	13810
Geschlecht	weiblich	weiblich	männlich	männlich
Alter (Tage bzw. Jahre)	457	10	7	946
Bruttokörpergewicht (g)	725	765	1015	1275
Nettokörpergewicht (g)	357	349	/	782
Frischhirngewicht (g)	8,02	7,6	10,09	9,98
Art der Schnittserie	Frontal-schnittserie	Sagittal-schnittserie	Horizontal-schnittserie	Frontal-schnittserie
Färbung	NF und MF	NF und MF	NF und MF	NF

2.3 Architektur des Neocortex

Die Charakterisierung und Bestimmung der Schichten des Neocortex basieren im allgemeinen auf Nissl-gefärbtem Material [NIEUWENHUYS et al., 1998].

Seit BRODMANN (1909) geht man auch heute noch davon aus, daß der 6-schichtige Grundtypus die Ausgangsform der Cortextektonik für die Mammaliergehirne darstellt. Alle Variationsformen im Rindenbau lassen sich auf diese sechsschichtige Architektur zurückführen [STEPHAN, 1951]. Daher wird der Neocortex auch als Isocortex bezeichnet und dem Allocortex strukturell gegenübergestellt [VOGT, 1910]. Folgende sechs Schichten werden von der Oberfläche in Richtung auf das Mark unterschieden und gekennzeichnet (siehe auch Abb. 1, Seite 11):

Lamina zonalis (L. I):

Die äußerste Rindenschicht ist eine zellarme Molekularschicht und eine der konstantesten Laminae der Großhirnrinde.

Lamina granularis externa (L. II):

Die schmale äußere Körnerschicht ist gekennzeichnet durch einen Reichtum an kleinen Körnerzellen und hebt sich aufgrund dessen deutlich von den anderen Laminae ab; zudem zählt sie zu den inkonstantesten, variabelsten Schichten.

Lamina pyramidalis (L. III):

Eine Ansammlung von kleineren bis mittelgroßen Pyramidenzellen charakterisiert die Pyramidenzellenschicht. Lamina von mittlerer Variabilität.

Lamina granularis interna (L. IV):

Kleine Neurone kennzeichnen die zellichte innere Körnerschicht. Neben der Lamina granularis externa wird sie ebenfalls als eine der inkonstantesten und variabelsten Laminae bezeichnet.

Lamina ganglionaris (L. V):

Große Pyramidenzellen sind in lockerer Anordnung in der Ganglienzellenschicht zu finden.

Lamina multiformis (L. VI):

Die Spindelzellenschicht ist eine absolut konstante Lamina und fehlt in keinem Rindengebiet. Sie weist eine Anordnung von fusiformen Zellen (Spindelzellen) auf.

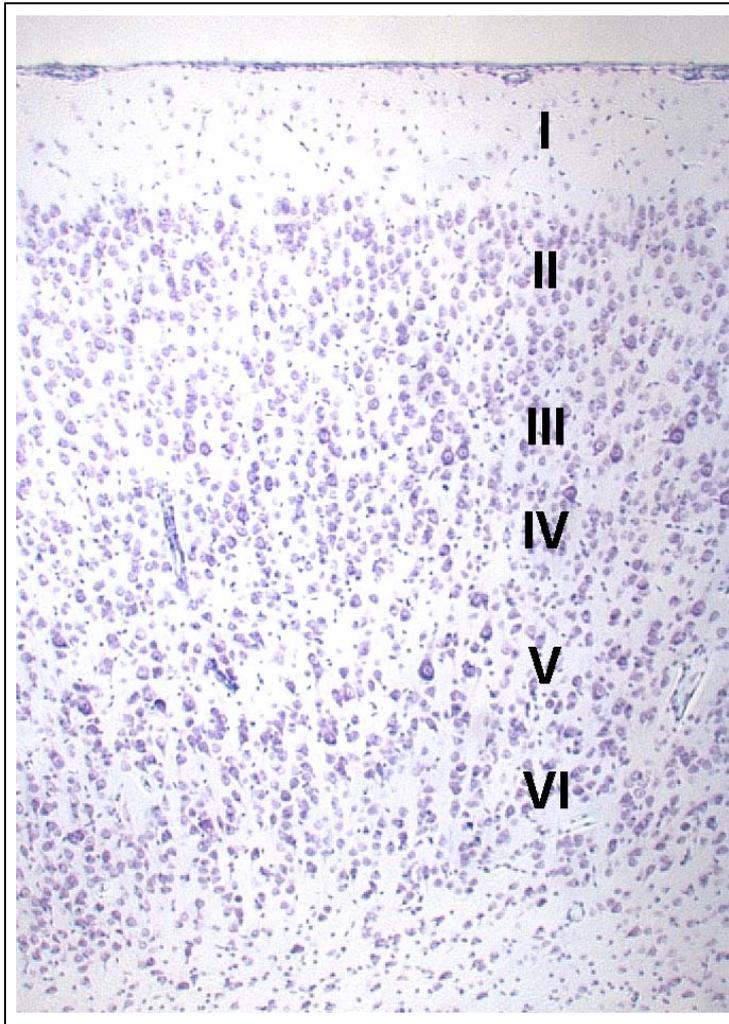


Abb. 1 Die cytoarchitektonische Schichtung des Neocortex im Bereich der Area praeparietalis (Area 5 nach BRODMANN). Ausschnitt aus einer Frontalschnittfotografie eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 862). 23,1fache Vergrößerung

Im Neocortex kommen verschiedene Zelltypen vor; bestimmte von ihnen charakterisieren den Cortex im allgemeinen. Unter diesen kennzeichnenden Zellen befinden sich Pyramidenzellen, große und kleine Sternzellen, Horizontalzellen nach CAJAL, MARTINOTTI-Zellen sowie sogenannte polymorphe oder multiforme Zellen [CREUTZFELDT, 1983]. Die typischen Pyramidenzellen bilden die größte und charakteristische Kategorie von neocorticalen Neuronen. In den unteren Cortexschichten kommen größere Pyramidenzellen vor; die größten finden sich in der Lamina V des motorischen Cortex [CREUTZFELDT, 1983].

2.3.1 Regionale Variationen des Neocortex

Nach BRODMANN (1909) entstehen durch sekundäre Umbildungen unterschiedliche Rindenregionen im Neocortex. Diese differieren hinsichtlich der Schichtenzahl, besonderen Ausbildung von Einzellaminae, Größe und Dichte von Zellelementen, Ausbildung von bestimmten Zellformen, Gesamtrindenbreite sowie des relativen Breitenverhältnisses der verschiedenen Laminae zueinander.

Größere Areale von einheitlichem Bau werden als Regionen zusammengefaßt; auf diese verteilen sich Felder oder Areae - nach ihrer Tektonik zusammengehörige, aber untereinander hinreichend verschiedene Strukturtypen [BRODMANN, 1909].

2.4 Arealisierungen des Neocortex

Der Einteilung nach BRODMANN (1909) folgend: Gliederung des Cortex cerebri in insgesamt 11 Regionen:

Isocortex

1. Regio frontalis
2. Regio praecentralis
3. Regio insularis
4. Regio postcentralis
5. Regio parietalis
6. Regio temporalis
7. Regio occipitalis
8. Regio cingularis
9. Regio retrosplenialis

Allocortex

10. Regio hippocampica
11. Regio olfactoria

Die Zahl der Rindenfelder ist abhängig von der Organisationshöhe der Säugetierart. BRODMANN (1909) stellte fest, daß der Reichtum an deutlich abgrenzbaren Regionen und Feldern bei den höher evoluierten Mammaliern zunimmt. Beim Menschen beträgt die Anzahl der Areae 100. Die cytoarchitektonische Gliederung ist aber grundsätzlich, trotz geringer

Schwankungen in der Ausdehnung, sehr konstant in der Anordnung der Felder [STARCK, 1982].

Eine grobe Orientierung zur Lokalisation der einzelnen Areae ermöglichen bei Primaten und anderen Säugern die sogenannten Großhirnlappen [KUHLENBECK, 1927; ROSE, 1935]. Vor allem bei den höher evoluierten Säugetieren kommt es zur Bildung eines Stirn- und Hinterhauptpoles. Topographisch werden diese Bezirke als Frontal- sowie Occipitallappen (Lobus frontalis und Lobus occipitalis) bezeichnet. Zwischen diesen beiden Lobi erstreckt sich der Scheitellappen (Lobus parietalis) als zentrales Gebiet. Der Temporal- oder Schläfenlappen (Lobus temporalis) befindet sich als vierter Lobus zwischen dem Scheitel- und Hinterhauptlappen [STARCK, 1982].

Die Regionen und deren Areae weisen bei den gyrencephalen Hirnen in der Regel konstante Lagebeziehungen zu den Hauptfurchen auf. Zu diesen begrenzenden Furchen zählen z.B. bei den Carnivoren der Sulcus praesylius, der Sulcus cruciatus, der Sulcus coronalis, der Sulcus ansatus, der Sulcus marginalis (lateralis), der Sulcus suprasylvius sowie die Fissura Sylvii. Die Abbildungen 10 bis 13 (siehe Seite 50 bis 53) geben Auskunft über Lage und Ausdehnung der Gyri und Sulci bei *Mustela vison*.

In den folgenden Abschnitten soll die allgemeine Rindengliederung bei Carnivoren kurz gekennzeichnet werden. Angaben über die Cytoarchitektur der neocorticalen Regionen und ihrer Areae lieferten die Arbeiten von BRODMANN (1909), WINKLER und POTTER (1914), KLEMPIN (1921), GUREWITSCH und BYCHOWSKY (1928), OTSUKA und HASSLER (1962), KALIA und WHITTERIDGE (1973), MCCONNELL und LEVAY (1986), PALLAS et al. (1990). Darüber hinaus wurden die Arbeiten von STEPHAN (1951) sowie SCHOBER und WINKELMANN (1975) herangezogen, in denen die Gehirne von anderen Säugetieren - wie Ratte, Schaf und Schwein - untersucht wurden.

2.4.1 Regio frontalis

Die frontale Region nimmt den vordersten Teil des Frontalhirns und somit den gesamten Stirnpol ein [BRODMANN, 1909].

Das strukturelle Hauptkennzeichen dieser Region ist die Anwesenheit einer inneren Körnerschicht (L. IV). Das Gebiet setzt sich aus zwei deutlich differenzierten Areae zusammen:

Area frontalis intermedia (Feld 8 nach BRODMANN),

Area frontopolaris (Feld 12 nach BRODMANN).

Die Area 8 wird durch eine einförmige Rinde mit diffuser Zellverteilung gekennzeichnet. Weiterhin besitzt sie eine breite L. I und eine relativ schmale L. VI. Diese setzt sich deutlich gegen das Album darunter ab.

Für die Area 12 konnte BRODMANN (1909) keine eindeutige Entscheidung treffen, ob das Feld der Regio frontalis oder der Regio cingularis zuzuordnen ist. In der vorliegenden Studie wird diese Area aufgrund ihrer ähnlichen Cytoarchitektonik zur frontalen Region gezählt.

Unterschiede zur Area 8 bestehen in der schmalen Rinde; zudem weist Area 12 gleichgroße Pyramidenzellen in der inneren sowie äußeren Pyramidenschicht (L. III und V) auf.

2.4.2 Regio praecentralis

Die präzentrale Region liegt bei den Carnivoren caudal von der Regio frontalis.

Das Gesamtgebiet ist ausgezeichnet durch: Völliges Fehlen der inneren Körnerschicht, beträchtliche Rindenbreite, Zellarmut, Überwiegen großer Zelltypen und fließenden Übergang in die weiße Substanz. Aufgrund der fehlenden L. IV wird die Regio praecentralis auch als agranulärer Rindentyp bezeichnet [BRODMANN, 1909; CROSBY et al., 1962], welcher von den folgenden zwei Feldern gebildet wird:

Area frontalis agranularis (Feld 6 nach BRODMANN),

Area gigantopyramidalis (Feld 4 nach BRODMANN).

Hauptmerkmale der Area 6 sind: Relativ breiter Cortex, schmale L. I und Gliederung der L. III in zwei Sublaminae (L. IIIa und IIIb).

Die Area 4 wird durch BETZ'sche Riesenzellen (Riesenpyramiden) [BETZ, 1874, 1881; VON ECONOMO und KOSKINAS, 1925; VOGT und VOGT, 1942] in der L. V charakterisiert und ist somit eindeutig von der Area 6 zu differenzieren.

2.4.3 Regio insularis

Die Inselregion ist bei den Carnivoren im wesentlichen um die Fissura Sylvii herum lokalisiert.

BRODMANN (1909) hat bei den Carnivoren für diese Region nur eine Gesamtzone bestimmt und auf eine Trennung in insuläre Felder verzichtet. Bei anderen Säugern hingegen stellte er eine Untergliederung der Region in zwei völlig verschiedene Strukturgebiete fest. Eine

dorsale granuläre Partie kann von einer rostroventralen agranulären Hauptfläche unterschieden werden. Trotz dieses durchaus konstanten Merkmals wurde das gesamte Areal bei den Carnivoren jedoch einheitlich abgegrenzt und als

Feld 13 (nach BRODMANN)

bezeichnet. Weitere Kennzeichen der Area 13 sind: Undeutliche Schichtung, Kleinzelligkeit und Zellreichtum.

2.4.4 Regio postcentralis

Die postzentrale Region schließt sich unmittelbar caudal an die Area 4 der Regio praecentralis an. Ihre laterale Ausdehnung ist nicht bestimmten Furchen [BRODMANN, 1909] zugeordnet.

Die Regio postcentralis zeichnet sich durch einen schmalen Cortex sowie eine deutliche und dichte innere Körnerschicht (L. IV) aus. Bei dem von BRODMANN (1909) untersuchten Gehirn eines Wickelbären (*Potos flavus*) besteht das postzentrale Gebiet aus nur einem Strukturfeld, welches mit den Feldern 1 - 3 der Primaten homologisiert wird:

Area postcentralis communis (Feld 1 nach BRODMANN).

Die Area 1 weist zudem kleine Zellen auf und besitzt eine sich deutlich vom Album absetzende L. VI. Nach BRODMANN (1909) erscheint Area 1 bei *Potos flavus* als ein unregelmäßig gestaltetes, streifenförmiges Areal.

2.4.5 Regio parietalis

Dieser granuläre Rindenbezirk ist bei den Carnivoren im mittleren dorsalen Drittel der lateralen Hemisphärenfläche lokalisiert.

Hauptmerkmale der parietalen Rinde sind: Breiter bis mittelbreiter Cortex, Anwesenheit der L. IV und deutliche Schichtung. Nach BRODMANN (1909) umschließt die Regio parietalis bei den Carnivoren die drei folgenden Rindenfelder:

Area praeparietalis (Feld 5 nach BRODMANN),

Area parietalis (Feld 7 nach BRODMANN),

Feld 52 (nach BRODMANN).

Die Area 5 ist durch außerordentlich große Pyramidenzellen in der L. V gekennzeichnet; diese erreichen bisweilen die Größe von Riesenpyramiden. L. VI setzt sich scharf gegen die Substantia alba ab. Des weiteren besitzt das Feld eine relativ breite Rinde.

Die Area 7 besitzt eine dem Feld 5 ähnliche Cytotektonik, ist aber deutlich zu identifizieren mit einem wesentlich dünneren Cortex sowie Abwesenheit der für Feld 5 typischen großen Pyramidenzellen in der L. V.

Die als Area 52 bezeichnete dritte parietale Area stellt eine Besonderheit dar. Bei den von BRODMANN (1909) untersuchten Säugetiergehirnen weist lediglich *Potos flavus* eine solche Area 52 auf. Bei allen anderen untersuchten Säugetieren ist kein Äquivalent zu finden. Area 52 ist cytoarchitektonisch den übrigen parietalen Areae 5 und 7 ähnlich. Sie weist ebenfalls große Pyramidenzellen in der L. V auf, welche jedoch kleiner als die der Area 5 und darüber hinaus unregelmäßig in ihrer Größe erscheinen. Des weiteren besitzt Area 52 einen mittelbreiten Cortex.

2.4.6 Regio temporalis

Die temporale Region umgibt bei den Carnivoren die Fissura Sylvii sowohl nach rostral als auch nach caudal. Caudale Bereiche umfassen zudem die ventrale Fläche des Occipitalpols. Cytoarchitektonische Charakteristika der Regio sind: Ein relativ großer Rindenquerschnitt, eine undeutliche Stratifikation sowie eine breite innere Körnerschicht (L. IV). Folgende Felder der Regio temporalis werden unterschieden:

Feld 50 (nach BRODMANN),

Area temporalis inferior (Feld 20 nach BRODMANN),

Area temporalis media (Feld 21 nach BRODMANN),

Area temporalis superior (Feld 22 nach BRODMANN),

Area ectorhinalis (Feld 36 nach BRODMANN).

Die Area 50 wird bei den von BRODMANN (1909) untersuchten Mammaliergehirnen nur bei *Potos flavus* der temporalen Region zugeordnet. Andere Säugetierarten - wie *Pteropus* (Fliegender Hund) - weisen ebenfalls ein Feld 50 mit ähnlicher Position auf. Es findet jedoch keine eindeutige Zuordnung zu einer Region statt. Bei Kaninchen und Ziesel diskutiert BRODMANN (1909) eine mögliche Zuordnung zur Regio insularis.

Hauptmerkmale der Area 50 sind eine Teilung der L. V in zwei Unterschichten. Während in der Sublamina Va größere, besonders dunkel tingierte Pyramidenzellen auftauchen, erscheint L. Vb als zellarmer, heller Streifen. Die L. VI ist sehr breit und zelldicht.

Die temporalen Areae 20, 21 sowie 22 besitzen ähnliche tektonische Merkmale und somit fließende Übergänge. Aufgrund dessen grenzte STEPHAN (1951) in seiner Studie über Schweinegehirne die Areae als Gesamtfeld ab und bezeichnete es als Area temporalis.

Die Area 20 - 22 unterscheidet sich von Area 50 zum einen durch einen etwas schmaleren Cortex, zum anderen durch weniger auffällige Pyramidenzellen in der L. V und eine weniger breite L. VI. In dieser Studie wurde ebenfalls eine Gesamtarea 20 - 22 abgegrenzt.

Die Charakteristika der Area 36 sind eine diffuse Zellverteilung und auffällig kleine Zellen in der L. VI.

2.4.7 Regio occipitalis

Die occipitale Region bedeckt bei den Carnivoren die laterale sowie mediale Fläche des Occipitalpols der Großhirnhemisphären.

Das Hauptkennzeichen der Regio occipitalis ist eine ungewöhnliche Ausbildung der inneren Körnerschicht (L. IV) - neben der geringen Gesamtrindenbreite, dem großen Zellreichtum und den durchgehend kleineren Zellelementen. Strukturell gliedert sie sich in die folgenden Areae:

Area praeoccipitalis (Feld 19 nach BRODMANN),

Area occipitalis (Feld 18 nach BRODMANN),

Area striata (Feld 17 nach BRODMANN).

Die occipitalen Areae 18 und 19 sind in ihrer Cytoarchitektur ähnlich. STEPHAN (1951) war in seiner Studie keine Trennung der zwei occipitalen Felder möglich, und er grenzte deshalb eine Gesamtarea 18/19 ab. Gleiches erfolgte in dieser Studie.

Area 18/19 ist durch eine undeutliche Stratifikation gekennzeichnet. L. II und III sind zu einer homogenen Schicht verschmolzen. Die Felder werden weiterhin durch eine sehr breite L. IV charakterisiert. L. V ist zellreich, allerdings ohne auffällige Pyramidenzellen. L. VI setzt sich deutlich von der Substantia alba ab.

Der Name der Area striata (Area 17) leitet sich vom GENNARI'schen Streifen ab. Dieser wurde vor 200 Jahren von Anatomen als horizontale Streifung in der occipitalen Rinde entdeckt. Der aus einem Axonplexus bestehende Streifen kennzeichnet die Area 17 durch eine Teilung der prominenten L. IV in Sublaminae. BRODMANN (1909) zufolge ist die Area 17 der Carnivoren der bistriären Variationsform zuzuordnen. Die L. IV teilt sich in diesem Fall in

nur zwei Unterschichten: Eine zellarme äußere und eine zellreichere innere, wobei der VICQ D'AZYR'sche Streif (IVb) innerhalb der ersteren liegt. Die Sublamina IVab besitzt lose gepackte, polymorphe Zellen, die Sublamina IVc hingegen dicht angeordnete Körnerzellen. MCCONNELL und LEVAY (1986) stellten beim Mink eine weitere Area der occipitalen Region fest: **Area SV**. Diese ist im Fundus des Sulcus splenialis lokalisiert. Area SV besitzt eine der Area 18/19 ähnlichen Cytotektonik. Sie ist jedoch durch eine schmale L. IV und V gekennzeichnet und somit deutlich von diesen zu differenzieren.

2.4.8 Regio cingularis

Die cinguläre Region dehnt sich bei den Carnivoren ausschließlich auf der medialen Hemisphärenfläche aus.

Kennzeichnend für diese Region sind eine schmale Rinde und das Überwiegen von kleinen Zellelementen. Zudem zerfällt sie bei den Carnivoren in zwei verschiedene Hauptabschnitte: Eine agranuläre rostrale Subregio und eine granuläre caudale Subregio. Die Unterregionen setzen sich aus folgenden Areae zusammen:

Area cingularis posterior ventralis (Feld 23 nach BRODMANN),

Area cingularis anterior ventralis (Feld 24 nach BRODMANN),

Area subgenualis (Feld 25 nach BRODMANN),

Area praecingularis (Feld 32 nach BRODMANN),

Area praegenualis (Feld 33 nach BRODMANN).

Die kleinere granuläre Subregion wird von der Area 23 gebildet. Hauptkennzeichen dieses Feldes sind: Zellarme L. III, Anwesenheit einer schmalen L. IV und eine ebenfalls schmale L. VI, die sich deutlich vom Album absetzt.

Im Gegensatz dazu ist der agranulären rostralen Subregion ein größeres Areal zuzuordnen; es beinhaltet die Areae 24, 25, 32 und 33, die alle durch die Abwesenheit einer L. IV charakterisiert sind. Zudem sind die Laminae II, III und V verschmolzen, so daß eine undeutliche Stratifikation vorliegt.

Aufgrund der fließenden Übergänge der Areae wurde die agranuläre Unterregion in dieser Studie als eine **Gesamtarea CR** abgegrenzt.

2.4.9 Regio retrosplenialis

Die retrospleniale Region schließt sich unmittelbar caudal an die Regio cingularis an. Ihre Hauptkennzeichen sind eine sehr schmale Rinde und Zellen von unterschiedlicher Form sowie Größe. Weiterhin zerfällt die Regio retrosplenialis - ebenso wie die Regio cingularis - in eine granuläre und agranuläre Subregion. Diese gliedern sich in folgende Areae:

Area ectosplenialis (Feld 26 nach BRODMANN),

Area retrolimbica granularis (Feld 29 nach BRODMANN),

Area retrolimbica agranularis (Feld 30 nach BRODMANN).

Die Areae 26 und 29 stellen die granuläre Subregion dar und besitzen demnach eine deutliche L. IV. Die absolut schmalste Rinde weist die Area 29 auf.

Die agranuläre Unterregion wird von der Area 30 gebildet; ihr fehlt eine L. IV.

Generell liegen wenige Informationen über die cytoarchitektonischen Verhältnisse der Regio retrosplenialis vor. In dieser Studie war keine Differenzierung in verschiedene retrospleniale Felder möglich. Die Region wurde als eine **Gesamtarea RR** abgegrenzt.

Die cinguläre und die retrospleniale Region werden von einigen Autoren [STEPHAN, 1975, 1976] dem Periarchicortex zugeordnet. Dieser stellt eine Übergangs- und Mischzone zwischen dem Archicortex und Neocortex dar [STARCK, 1982]. In dieser Studie wurden die Regionen aufgrund ihrer 6-schichtigen Rinde dem Neocortex zugeteilt.

2.5 Funktionelle Gliederung des Neocortex

Mit der anatomischen Differenzierung des Cortex cerebri geht ebenfalls eine funktionelle Differenzierung einher, indem an einzelne Rindengebiete bestimmte Funktionen geknüpft sind [KUHLENBECK, 1927]. Die funktionelle Arealgliederung ist in weiten Bereichen mit der cytoarchitektonischen Gliederung zur Deckung zu bringen, doch ist die Zahl der cytoarchitektonisch abgrenzbaren Gebiete erheblich größer als die der funktionellen Rindenfelder [STARCK, 1982]. Zudem bestehen innerhalb der Säugetiere starke Variationen hinsichtlich der Anzahl und der Art dieser funktionellen Areae [KRUBITZER und HUFFMANN, 2000].

STARCK (1982) zufolge läßt sich der Neocortex in primäre und sekundäre Rindenfelder gliedern. Grundsätzlich ist ein strenges Lokalisationsprinzip nur für die Primärfelder durchführbar. Diese stellen solche Areale dar, in denen motorische Projektionsbahnen des pyramidalen Systems entspringen oder verschiedene sensorische Projektionsbahnen enden. Sekundäre Rindenfelder werden als Integrations-, Koordinations- und Assoziationsgebiete gewertet, in denen die komplexe Informationsverarbeitung sensorischer und motorischer Systeme stattfindet [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Im Gegensatz dazu unterscheiden andere Studien [CREUTZFELDT, 1983; PANDYA und YETERIAN, 1985] folgende Felder der neocorticalen Rinde: Primäre Areae, „sekundäre“ Areae und Assoziationsareae. Die primären und „sekundären“ sensorischen Felder sind in diesem Fall in der elementaren Analyse von sensiblen Informationen involviert, während die Assoziationsfelder zu einer Vielzahl von komplexen Prozessen beitragen. Demnach erhalten auch nicht-primäre Cortexareale direkte Afferenzen aus dem Thalamus und verfügen über massive subcorticale Eingänge [CROSBY et al., 1962; CREUTZFELDT, 1983]. Diesen „sekundären“ Areae sind ebenfalls die sogenannten Supplementärfelder [SCHIEBLER und SCHMIDT, 1983; ZILLES und REHKÄMPER, 1994] zuzuordnen. Letztere können - bei einem Ausfall der entsprechenden primären Rindenfelder - die Funktionen partiell kompensieren [SCHIEBLER und SCHMIDT, 1983].

Da den „sekundären“ Rindenfeldern nicht eindeutig entsprechende Areae nach BRODMANN zugeordnet werden können, wurde in dieser Studie keine Differenzierung in „sekundäre“ Felder und Assoziationsfelder vorgenommen. Diese Areale wurden zusammen untersucht und als sekundäre Areae oder Assoziationsareae bezeichnet.

Die Lage der Primärzentren ist bei den Eutheria sehr konstant [STARCK, 1982]. Während das motorische Rindenfeld im Frontallappen lokalisiert ist, sind die sensorischen Systeme in den eher caudalen Abschnitten des Telencephalons anzutreffen. Der somatosensorische Cortex liegt im Scheitellappen, das akustische Feld im Lobus temporalis und der visuelle Cortex um den Occipitalpol. Zwischen diesen Primärgebieten sind die Assoziationsfelder lokalisiert [STARCK, 1982; SCHIEBLER und SCHMIDT, 1983].

Die Assoziationsfelder werden auf der Basis ihrer Architektur, corticalen und subcorticalen Verbindungen sowie Funktion in verschiedene Typen differenziert: Assoziationsareae, die an primäre sensorische Regionen grenzen, werden - je nach Lage - als parasensorische Areae 1., 2. oder 3. Ordnung bezeichnet [JONES und POWELL, 1970; CHAVIS und PANDYA, 1976]. Daneben existieren die frontalen [JONES und POWELL, 1970; CHAVIS und PANDYA, 1976], multimodalen [JONES und POWELL, 1970; SELTZER und PANDYA, 1976, 1978, 1980] und

paralimbischen Assoziationsareae [LOCKE et al., 1964; YAKOVLEV et al., 1966; PANDYA und SELTZER, 1982].

In den folgenden Unterpunkten werden die sekundären Rindenfelder, die aufgrund ihrer Cytoarchitektur, Topographie und Funktion in unmittelbarer Beziehung zu entsprechenden Primärfeldern stehen, zusammen mit diesen aufgeführt. Die frontalen, multimodalen und paralimbischen Assoziationsfelder hingegen werden getrennt gelistet.

2.5.1 Der motorische Neocortex

Bereits im Jahr 1870 wurde die motorische Funktion bestimmter Cortexareale erkannt [FRITSCH und HITZIG, 1870]. Diese ist cytoarchitektonisch durch die **Area 4 und 6** repräsentiert [CREUTZFELDT, 1983; EVARTS et al., 1985; ASANUMA, 1989; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991; ZILLES und REHKÄMPER, 1994; THOMPSON, 2001].

Nach heutiger Kenntnis stellt Area 4 den primären motorischen Cortex dar [CROSBY et al., 1962; CREUTZFELDT, 1983; ASANUMA, 1989; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991; ZILLES und REHKÄMPER, 1994; NIEUWENHUYS et al., 1998]. Die sekundäre motorische Rinde hingegen setzt sich aus einem prämotorischen Areal und einem motorischen Supplementärfeld zusammen. Der prämotorische Cortex wird von medialen und lateralen Teilen von Feld 6 besetzt, die ergänzende motorische Rinde ist im dorsomedialen Teil der Area 6 lokalisiert [ASANUMA, 1989; ZILLES und REHKÄMPER, 1994].

Die spezielle Funktion der motorischen Rinde ist eine feinere somatosensorische Regelung derjenigen Bewegungen, die einer solchen Regelung bedürfen [KORNHUBER, 1973, 1974a, b]. Während die Area 4 als ein Primärfeld für tonische Spezialbewegungen angesehen wird [STEPHAN, 1951], bewirkt Feld 6 die gleichen Spezialbewegungen - jedoch erst nach stärkerer Reizung [STEPHAN, 1951; HASSLER, 1956] - und produziert somit Bewegungen auf höherem Schwellenstrom [ASANUMA, 1989].

2.5.2 Der somatosensorische Neocortex

Der primäre somatosensorische Cortex wird von der postzentralen Region mit **Area 1 - 3** repräsentiert [CROSBY et al., 1962; CREUTZFELDT, 1983; PANDYA und YETERIAN, 1985; DYKES und RUEST, 1986; ZILLES und REHKÄMPER, 1994].

Wohingegen die sekundäre somatosensorische Rinde bzw. der somatosensorische Assoziationscortex die Regio parietalis umfaßt mit den Areae 5 und 7 [PANDYA und YETERIAN, 1985; ASANUMA, 1989]. Die Area 52 der Carnivoren wird in dieser Studie ebenfalls zum sekundären somatosensorischen Cortex gezählt.

Die funktionelle Bedeutung des somatosensorischen Cortex liegt in der Rezeption von somatosensiblen Informationen aus der Haut und Muskulatur sowie in der Verarbeitung von Reizmustern. Während die primäre somatosensorische Rinde Empfindungen von der kontralateralen Körperseite erhält, projizieren Afferenzen der ipsi- und kontralateralen Peripherie auf das sekundäre somatosensorische Rindenareal [CREUTZFELDT, 1983; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Die Funktion des somatosensorischen Cortex wird jedoch nicht ausschließlich im rein rezeptorischen Bereich gesehen, sondern in der Kombination von Rezeption und Motorik [CREUTZFELDT, 1983]. WOOLSEY (1958) stellte bereits die enge Verbindung zwischen Somatosensorik und Motorik heraus und führte den Begriff des sensomotorischen Cortex ein.

2.5.3 Der auditorische Neocortex

Die auditorische Rinde muß als der Teil des Neocortex definiert werden, der in dem Vorgang des Hörens involviert ist [DE RIBAUPIERRE, 1997]. Dieses corticale Areal ist innerhalb der Regio temporalis lokalisiert [KUHLENBECK, 1927]. ROSE (1949) beschrieb auf der Basis von cytoarchitektonischen Studien folgende drei verschiedene akustische Felder bei der Katze: A I, A II und Ep [HARRISON und HOWE, 1974]. Neuere Studien ergaben eine Unterteilung des positiven ectosylvischen Feldes (Ep) in ein posteriores und ventroposteriores auditorisches Feld (PAF und VPAF). Zudem wurde bei Katzen ein vor A I lokalisiertes anteriores akustisches Feld (AAF) entdeckt [CREUTZFELDT, 1983]. Diese Areae sind nicht eindeutig entsprechenden BRODMANN'schen Feldern zuzuordnen. ROSE (1935) zufolge werden jedoch akustische Sinneseindrücke und eventuell auch Gleichgewichtsempfindungen von der Area temporalis verarbeitet. Letztere setzt sich aus den Areae 20, 21 und 22 nach BRODMANN (1909) zusammen [STEPHAN, 1951]. Beim Kaninchen kommen ebenfalls die Areae 20 - 22 als Hörrinde in Betracht [KUHLENBECK, 1927]. Demnach wird der akustische Cortex hier durch die **Area 20 - 22** repräsentiert.

Eine eindeutige Zuordnung zu einem primären oder sekundären auditorischen Cortex ist für die Areae nach BRODMANN (1909) im Fall der Säugetiere nicht möglich. Die **Area 50** der Carnivoren wird in dieser Studie ebenfalls zur auditorischen Rinde gezählt.

Die allgemeine funktionelle Bedeutung des auditorischen Cortex liegt in der Erkennung von zeitlich strukturierten auditorischen Reizen sowie in der Lokalisation von akustischen Reizen im Raum [CREUTZFELDT, 1983]. Die Hörrinde dient weniger der reinen Perzeption von akustischen Signalen, sondern vielmehr der somatomotorischen Integration dieser Informationen [AITKIN et al., 1984].

2.5.4 Der visuelle Neocortex

Die Gesamtheit aller neocorticalen Areale, die durch Lichtreiz aktiviert werden können, stellt den visuellen Cortex dar [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Die primäre visuelle Rinde wird durch die **Area 17** repräsentiert [KUHLENBECK, 1927; OTSUKA und HASSLER, 1962; CREUTZFELDT, 1979, 1983; PANDYA und YETERIAN, 1985; ROCKLAND, 1985; MCCONNELL und LEVAY, 1986; LAW et al., 1988].

Der sekundäre visuelle Neocortex ist der extrastriäre Cortex. Er besteht aus **Area 18 und Area 19** [CREUTZFELDT, 1983; SCHIEBLER und SCHMIDT, 1983; PANDYA und YETERIAN, 1985]. Die occipitale **Area SV** wird in dieser Studie ebenfalls der sekundären visuellen Rinde zugeordnet.

Retinale Afferenzen gelangen zum Corpus geniculatum laterale (= seitlicher Kniehöcker) und den Colliculi superiores [BECKSTEAD und FRANKFURTER, 1983; CREUTZFELDT, 1983; MURPHY et al., 2000]. Von dort werden die Projektionen zum visuellen Cortex weitergeleitet. Die verschiedenen Areae ermöglichen Form-, Bewegungs- und Farbwahrnehmungen [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Zusammen mit den neocorticalen Nachbarregionen ist die Area striata für die Musterunterscheidung zuständig [HALL und DIAMOND, 1968a, b; SCHNEIDER, 1969; KRUSKA, 1972].

2.5.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices

Der frontale Assoziationscortex umfaßt die granuläre Rinde des Frontallappens [CREUTZFELDT, 1983], besteht also aus **Area 8 und Area 12**.

Die temporale **Area 36** wird in dieser Studie wegen ihrer Lage den multimodalen Assoziationsareae zugeordnet. Diese sind an der Verbindung von unimodalen Sekundärfeldern (parasensorische Assoziationsareae) lokalisiert und erhalten Input von mehr als einer sensorischen Modalität [PANDYA und YETERIAN, 1985].

Schließlich enthalten mediale und ventrale Teile des cerebralen Cortex Gruppen von spezialisierten Regionen, die als paralimbische Assoziationsregionen bezeichnet werden [LOCKE et al., 1964; YAKOVLEV et al., 1966; PANDYA und SELTZER, 1982]. Diese sind zwischen den sensorischen Assoziationsfeldern und den limbischen Regionen gelegen und haben direkte Verbindungen zu limbischen Strukturen [PANDYA und YETERIAN, 1985]. Im allgemeinen weisen sie cytoarchitektonische Merkmale auf, die zwischen denen des Iso- und Allocortex liegen [YAKOVLEV et al., 1966; SANIDES, 1972; BRAAK, 1980].

Die **Area 13** der Regio insularis ist ebenfalls als eine solche paralimbische Assoziationsarea zu betrachten [PANDYA und YETERIAN, 1985].

Die gesamte cinguläre Hauptregion stellt ein weiteres paralimbisches Assoziationsareal [PANDYA und YETERIAN, 1985] dar, welches sich bei den Carnivoren aus den **Areae 23, 24, 25 sowie 32 und 33** zusammensetzt.

Die Regio retrosplenialis (**Areae 26, 29 und 30**) wird in dieser Studie aufgrund ihrer Lage ebenfalls zu den paralimbischen Assoziationsfeldern gezählt.

2.6 Quantitative Untersuchungen

Auf vergrößerten Fotos (9- bis 10fach, individuell verschieden) der 12 Frontalschnittserien wurden die beschriebenen Regionen und Areae identifiziert und gegeneinander abgegrenzt. Die Festlegung der Grenzen wurde an den Präparaten direkt mikroskopisch überprüft und durch die zusätzlichen Serien in anderen Schnittebenen korreliert.

2.6.1 Bestimmung von absoluten Volumina und relativen Anteilen der Neocortex-Areale

Mit einem Rotstift wurden verschiedene Rindenzellen auf den Fotografien umgrenzt. Dann wurden die Frischhirnvolumina dieser Strukturen nach der Methode von STEPHAN (1960) und KRUSKA und STEPHAN (1973) in folgender Weise ermittelt:

Zunächst wurden pro Serie 10 Fotografien in gleichmäßigem Abstand ausgewählt und deren Fläche sowie Gewicht bestimmt. Daraus resultiert ein sogenannter Papierwert, der für Umrechnungen erforderlich ist. Der Mittelwert aus diesen 10 Auswertungen liefert einen durchschnittlichen Papierwert, den PW. Aus dem Papierwert, dem Abstand der gemessenen

Schnitte in cm ($D = \text{Zahl} \cdot \text{Dicke}$) sowie dem Quadrat der linearen Vergrößerung (V^2) konnte ein Umrechnungsfaktor (U) berechnet werden. Dieser wurde zur Volumenumrechnung in mm^3 mit dem Faktor 1.000 multipliziert. Ein entsprechendes Beispiel findet sich in der Tabelle 4 (siehe Anhang).

$$U = \frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$$

PW (cm^2/g) = Papierwert aus Fläche/Gewicht

Schnittabstand D (cm) = Zahl · Dicke

V^2 = Quadrat der linearen Vergrößerung

U = Umrechnungsfaktor

Dann wurden die abgegrenzten Hirnstrukturen auf den Fotoserien ausgeschnitten, dreimal verwogen und daraus der Mittelwert errechnet. Die Multiplikation mit dem Umrechnungsfaktor führte zur Bestimmung des Schnittserienvolumens der Neocortex-Areale.

Da die Gehirne nach der Fixierung und Einbettung unterschiedlich stark schrumpfen, ist eine Korrektur auf die Frischhirngrößen zweckmäßig, um zu allgemein vergleichbaren realen Größenwerten zu gelangen [STEPHAN, 1960, 1961]. Eine gleichartige Schrumpfung aller Gehirnteile (Nuclei, Fasermassen, etc.) wird dabei angenommen [STEPHAN, 1960].

Die entsprechenden Frischhirnvolumengrößen ergaben sich aus der Multiplikation der Schnittserienvolumina mit einem von KRUSKA (1996) für jedes Gehirn bereits ermittelten und vorgegebenen individuellen Korrekturfaktor.

Die Gewichte, Papierwerte, Umrechnungsfaktoren, Schnittserienvolumina sowie Korrekturfaktoren und Frischhirnvolumina sind in den Tabellen 5 bis 16 (siehe Anhang) protokollarisch dokumentiert.

Aus den absoluten Volumina der Neocortex-Areale konnten dann relative Anteile dieser Strukturen ermittelt werden, sowohl in Prozent an der Hirnsubstanz als auch am grauen Neocortex.

Die Mittelwerte dieser Relativwerte wurden zwischen den Fähen und Rüden der Minkgruppen und auch zwischen der Wild- und Haustierform über einen zweiseitigen t-Test ($\alpha = 0,001 \%$, $0,01 \%$, $0,05 \%$) auf Signifikanz geprüft [SOKAL und ROHLF, 1995].

2.6.2 Berechnung der Volumenunterschiede der neocorticalen Rindenfelder zwischen Wild- und Farmmink

Zwischen der absoluten Größe des Gehirns von Tieren und ihrer Körpergröße besteht im allgemeinen eine Abhängigkeit [RÖHRS, 1966; KRUSKA und STEPHAN, 1973]; diese wurde erstmals von SNELL (1892) beschrieben.

Aufgrund dessen müssen Hirngrößenvergleiche von adulten und unterschiedlich großen Tieren mittels der allometrischen Methode auf der Basis der Körpergröße durchgeführt werden [STEPHAN, 1954; FRICK, 1957; RÖHRS, 1958; STEPHAN, 1960; REMPE, 1962; KRUSKA, 1980]. Hierzu wurde folgende Allometrieformel von KRUSKA und STEPHAN (1973) herangezogen:

$$\log \text{ Hirngewicht} = a \log \cdot \text{Körpergewicht} + \log b$$

a = Allometrieexponent

b = Ordinatenabschnitt

Unter Anwendung dieser Formel errechnete KRUSKA (1996) bei Musteliden eine Gesamthirnabnahme von 19,6 % vom Wild- zum Farmmink.

Eine weitere Voraussetzung zur Ermittlung von quantitativen Größenänderungen ist die Annahme der Isometrie zwischen Hirnteil- und Gesamthirngröße innerhalb adulter Tiere [STEPHAN, 1960; KRUSKA und STEPHAN, 1973]. Nachweise für eine gleiche Proportionierung kleiner und großer Gehirne innerhalb adulter Tiere mit unterschiedlicher Körpergröße erhielten KRUSKA und STEPHAN (1973) bei Schweinen. Eine Isometrie wird auch bei anderen Arten vorausgesetzt.

Für die Berechnung von Größenunterschieden erfolgte zunächst die Bestimmung der geometrischen Mittel der absoluten Frischhirnvolumina nach KRUSKA und STEPHAN (1973):

$$GM = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n}$$

Anschließend wurden die prozentualen Anteile dieser Werte am geometrischen Mittel des gesamten Hirnvolumens errechnet.

Die Ermittlung des geometrischen Variabilitätskoeffizienten (VKG) fand nach HELMUTH und REMPE (1968) statt; dieser stellt ein relatives Maß für die individuelle Variabilität dar. Seine

Berechnung basiert auf der Ermittlung der Standardabweichung der Logarithmen, die in der folgenden Formel als Wurzelausdruck auftritt [FRAHM, 1973]:

$$\text{VKG} = \exp \left(\sqrt{\frac{n \cdot \sum (\log x_i)^2 - (\sum \log x_i)^2}{n \cdot (n-1)}} \right) \cdot 100 - 100$$

Berechnungen der Größenunterschiede von Neocortex-Arealen werden nach KRUSKA und STEPHAN (1973) über folgende Formel durchgeführt:

$$\text{A Hirnteil} = \frac{\text{RW Haus}}{\text{RW Wild}} \cdot (\text{A Gesamtgehirn} + 100) - 100$$

A = Abnahme vom Wild- zum Farmmink in %

RW = mittlerer prozentualer Anteil der Strukturen am geometrischen Mittel der Gesamtgehirne

Angaben über die absoluten Volumengrößen (Tab. 17 und 18), die prozentualen Anteile der neocorticalen Hirnareale am Gesamtgehirn und am grauen Neocortex (Tab. 19a bis 22) werden im Anhang aufgeführt. In diesem finden sich zudem die Ergebnisse aus der statistischen Signifikanzüberprüfung (Tab. 25a). Geometrische Mittelwerte, geometrische Variabilitätskoeffizienten, mittlere relative Anteile der Rindfelder für Wild- und Farmminks sowie die prozentualen Größenabnahmen der Neocortex-Areale zwischen den beiden Gruppen (Tab. 26a) sind ebenfalls im Anhang enthalten.

Die Werte für die neocorticalen Funktionsareale hingegen sind gesondert in den Tabellen 23a - 23b, 24a - 24b und 25b sowie 26b (siehe Seite 64 bis 67) zusammengefaßt.

Des Weiteren werden in dieser Studie zum Teil mehr als dreistellige Zahlen angegeben. Dadurch soll eine Umrechnung von Zahlenwerten ohne größere Abrundungsfehler ermöglicht werden.

3. Ergebnisse

3.1 Lokalisation und Ausdehnung der Regiones und Areae des Neocortex

Die oberflächliche Ausdehnung der neocorticalen Areae wurde in folgender Weise ermittelt: Bereits fotografierte Dorsal-, Lateral- sowie Medialansichten eines weiblichen bzw. männlichen Wildminkgehirnes wurden auf den verwendeten Maßstab vergrößert. Die entwickelten Fotos mit den abgegrenzten Feldern wurden kopiert und die entsprechenden Strukturen abgemessen. Diese wurden anschließend auf die Oberfläche der Mustela-Hemisphären übertragen. Somit konnten die vorgenommenen Abgrenzungen überprüft und eine topographische Darstellung der Regiones und Areae des Neocortex angefertigt werden (Abb. 14, 15 und 16, siehe Seite 54 bis 56).

In den folgenden Abschnitten wird die Arealisierung des Neocortex beim Mink beschrieben. Dabei wird die Lage der Rindenfelder angegeben und die Grenzen zu entsprechenden Nachbarfeldern gekennzeichnet.

In den Abbildungen 10 bis 13 (siehe Seite 50 bis 53), die eine Dorsal-, Lateral- und Medialansicht eines weiblichen bzw. männlichen Wildminkgehirnes zeigen, sind die Hauptfurchen und prominentesten Gyri zur Orientierung angegeben und benannt.

Zwischen dem Neocortex (Isocortex) und Allocortex besteht grundsätzlich eine histologisch scharfe Grenze. Die allocorticalen Regionen weisen in der Regel 2 - 4 Schichten auf [STARCK, 1982] und sind somit eindeutig vom 6-schichtigen Isocortex zu differenzieren.

3.1.1 Regio frontalis

Bei *Mustela vison* nimmt die frontale Hauptregion den rostralen Bereich des Stirnhirns ein. Lateral erstreckt sie sich bis zum Sulcus praesylius. Rostral und ventral grenzt sie in der Tiefe der Fissura rhinalis an allocorticale Bereiche. Median zeigt sie eine nahezu doppelt so große Flächenausdehnung.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 8

Area 8 bedeckt nahezu den gesamten Gyrus proreus. Der Sulcus praesylius stellt auf der lateralen Hemisphärenfläche die ungefähre Grenzlinie zum caudal gelegenen Feld 6 der Regio praecentralis dar. Teilweise greift Area 8 über diese Furche nach caudal hinaus und zieht somit auf die gegenüberliegende Wandung. Ventral des Sulcus rhinalis lateralis rostralis grenzt Area 8 an palaeocorticale Bereiche, vor allem an den Bulbus olfactorius. Auf der medialen Hemisphärenfläche trifft sie in ihrer caudalen Ausdehnung auf die Areae der cingulären Region, während sie ventral in das andere frontale Feld 12 übergeht.

Die Grenze zur Area 6 ist relativ markant und hauptsächlich in der Tiefe des Sulcus praesylius lokalisiert. Area 8 ist durch eine geringere Rindenbreite, schmalere Pyramidenschicht (L. III), Vorhandensein einer L. IV und scharfe Absetzung der L. VI gegen die Substantia alba deutlich von der agranulären Area 6 zu trennen. Diese weist einen äußerst breiten Cortex, Unterteilung der Lamina III, Fehlen der inneren Körnerschicht (L. IV) und fließenden Übergang in das Album auf.

Ventral grenzt Area 8 an das Feld 13 der Regio insularis. Die Grenze verläuft auf dem Gyrus proreus. Area 13 ist durch Kleinelligkeit und regionale Abwesenheit der L. IV deutlich von Area 8 zu differenzieren.

Auf der medialen Hemisphärenfläche trifft Area 8 auf den agranulären Abschnitt der Regio cingularis. Die gemeinsame Grenze verläuft auf dem Gyrus proreus und ist keinen bestimmten Furchen zuzuordnen. Die cingulären Areae sind aber eindeutig von Area 8 zu differenzieren. Sie wurden in dieser Studie als ein Gesamtfeld CR (Areae 24, 25, 32 und 33) abgegrenzt. Dieses zeichnet sich durch eine schmale Rindenbreite, undeutliche Stratifikation und Abwesenheit der inneren Körnerschicht (L. IV) aus.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 12

Area 12 ist bei *Mustela vison* ausschließlich auf der medialen Hemisphärenfläche lokalisiert. Dort nimmt sie einen kleinen ventralen Bereich des Gyrus proreus ein. Dorsal von dieser Area liegt Feld 8 und caudal die cinguläre Area CR. Rostral und ventral trifft sie auf allocorticale Bereiche.

Die Grenze zur Area 8 liegt auf dem Gyrus proreus. Von dieser unterscheidet sich Area 12 durch einen schmaleren Cortex und gleich große Pyramidenzellen in den L. III sowie V.

Die gemeinsame Grenzlinie mit der Area CR verläuft ebenfalls auf dem Gyrus proreus und ist nicht an bestimmte Sulci gebunden. Das Hauptabgrenzungskriterium ist die agranuläre Rinde der Area CR und somit die Abwesenheit der L. IV. Diese ist in Area 12 deutlich erkennbar.

Generell stellt BRODMANN (1909) für die Stirnhirnrinde unterschiedliche Verhältnisse bei den Säugetiergehirnen fest. Er geht bei den primitiveren Mammaliern von einer Vereinfachung der cytoarchitektonischen Differenzierung und somit einer Verminderung der Anzahl der Areae aus.

Bei *Mustela vison* konnten in dieser Studie für die frontale Region lediglich zwei differente Felder ermittelt werden, die einen relativ großen Bereich des Stirnhirns einnehmen.

Die Ausbreitung der Regio frontalis und ihrer Areae 8 und 12 beim Mink ist mit dem Ergebnis vergleichbar, das BRODMANN (1909) für *Potos flavus* erhielt. GUREWITSCH und BYCHOWSKY (1928) stellten zudem eine ähnliche Flächenausdehnung dieser Region bei Hunden fest.

3.1.2 Regio praecentralis

Die präzentrale Region dehnt sich bei den Musteliden unmittelbar hinter dem Sulcus praesylvius und somit caudal der Regio frontalis aus. Sie ist größtenteils um den Sulcus cruciatus herum lokalisiert; mit der einen Hälfte vor, mit der anderen hinter dieser Hauptfurche. Lateral erstreckt sie sich bis zum Sulcus coronalis. Ihre mediale Ausbreitung ist im Vergleich zur lateralen Flächenausdehnung eher gering.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 6

Die Area 6 schließt sich bei *Mustela vison* caudal von Feld 8 an. Auf der lateralen Hemisphärenfläche ist sie hauptsächlich auf dem Gyrus praecruciatu lokalisiert, füllt also die Fläche zwischen dem Sulcus praesyliu und dem Sulcus cruciatu. Während sie im dorsalen Bereich des Windungszuges ein breites Areal einnimmt, verschmälert sie sich nach ventral und lateral zunehmend. In ihrem basalen Verlauf reicht Area 6 bis auf den Gyrus compositu rostrali, wo sie mit einer kleinen bandförmigen Zone dem abgewinkelten, suprainsulären Rindengebiet der Area 4 folgt. Median greift sie - in geringer Ausdehnung - auf den Gyrus cinguli über.

Caudal von Area 6 schließt sich Area 4 an. Die Übergänge sind jedoch fließend. Schwierigkeiten bei der Begrenzung beider Felder wurden bereits von BRODMANN (1909) und STEPHAN (1951) hervorgehoben. Ein Hauptcharakteristikum der Area 4 stellen die Riesenpyramiden in der L. V dar. Aufgrund dessen wurde in dieser Arbeit folgendes Begrenzungskriterium festgelegt: Area 4 beginnt mit dem Auftauchen von BETZ'schen Riesenzellen. Dies ist in der Regel im Fundus des Sulcus cruciatu der Fall (Abb. 2, siehe Seite 32). Area 6 ist zudem durch die Unterteilung der L. III in zwei Sublaminae von Feld 4 zu unterscheiden.

Ventral trifft Area 6 auf das Feld 13 der Inselregion. Die Grenze liegt auf dem Gyrus compositu rostrali. Sie ist relativ markant. Area 13 zeichnet sich durch ihre Zelldichte und Kleinzelligkeit aus, wohingegen bei Area 6 Zellarmut und grobe Zellelemente überwiegen.

In ihrer medialen Ausbreitung auf dem Gyrus cinguli grenzt Area 6 an die ebenfalls agranuläre Area CR der Regio cingularis. Diese besitzt einen äußerst schmalen Rindenquerschnitt. Feld 6 hingegen ist durch eine prominente Cortexbreite gekennzeichnet und somit deutlich von Area CR zu differenzieren (Abb.2, siehe Seite 32).

Aus Abbildung 2 (siehe Seite 32) geht die beträchtliche Rindenbreite der präzentralen Region hervor. In dieser Schnittebene zeichnet sich insbesondere Area 6 durch einen prominenten Cortex aus, welcher aus der Verbreiterung der Lamina III und VI resultiert. Weiterhin ist ein deutlicher Übergang der Area 6 in der Tiefe des Sulcus cruciatu in die Area 4 zu erkennen.

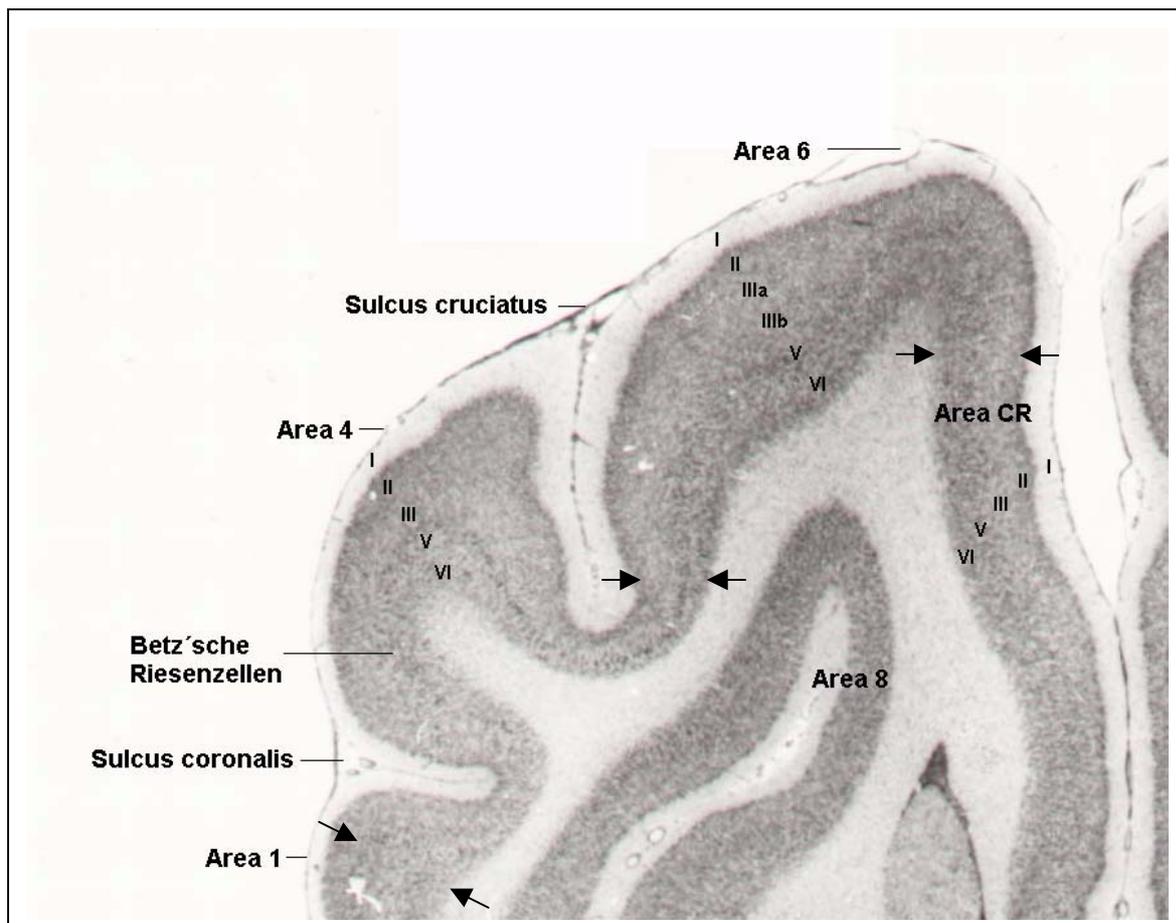


Abb. 2 Beispiel für Übergänge auf einer Schnittserienfotografie. Gehirn eines männlichen Wildminks (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 519, rechte Hemisphäre). Übergang der cingulären Area CR in die präzentrale Area 6 sowie Übergang der Area 6 am Sulcus cruciatus in den Riesenpyramidentypus (Area 4). Des weiteren wird die am coronalen Sulcus lokalisierte Grenze der Area 4 zur granulären postzentralen Area 1 dargestellt. 12,6fache Vergrößerung

Lokalisation und Ausdehnung der Area 4

Area 4 nimmt bei *Mustela vison* nahezu den gesamten Gyrus postcruciatus ein, in lateraler Ausdehnung vom Sulcus cruciatus bis zum Sulcus coronalis. Die caudale Grenze fällt mit dem rostralen Ende des Sulcus ansatus zusammen. Im Verlauf des Sulcus coronalis erfährt dieser Rindenbezirk von dorsal nach ventral eine keilförmige Verjüngung. An deren Ende knickt Area 4 in einem spitzen Winkel ab, um dann in Form eines schmalen Streifens bis zum Sulcus suprasylvius zu ziehen (Area 4a).

Auf der medialen Hemisphärenfläche nimmt Area 4 lediglich ein kleines Gebiet ein. Dieses ist auf den Gyrus lateralis beschränkt und reicht bis zur splenialen Furche. Nach BRODMANN (1909) stellt diese Furche die mediale Fortsetzung des lateralen Sulcus cruciatus dar.

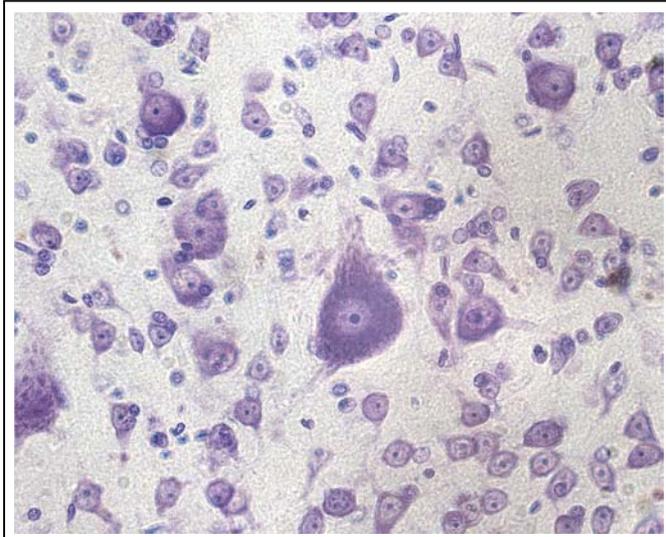


Abb. 3 Typische BETZ'sche Riesenzelle in der L. V der Area gigantopyramidalis (Area 4). Ausschnitt aus einer Frontalschnittserienfotografie eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 617). 62,7fache Vergrößerung

Nach BRODMANN (1909) besitzen kleine Carnivorenarten - besonders Musteliden - im Gegensatz zu anderen Raubtierarten recht kümmerlich entwickelte Riesenzellen (Abb. 3), die zudem variabler in Größe und Gestalt sind. Die Größe und Zahl der BETZ'schen Riesenzellen nimmt im allgemeinen in der Area 4 von dorsal nach ventral ab.

Caudal grenzt der dorsale Abschnitt von Area 4 auf dem Gyrus marginalis und Gyrus postcruciatum an die Area 5 der Regio parietalis. Diese weist als Hauptkennzeichen außerordentlich große Pyramidenzellen in der L. V auf. Als Unterscheidungsmerkmale können eine dichte innere Körnerschicht (L. IV) und eine deutliche Lamination des parietalen Feldes aufgeführt werden. Die Area 4 ist demgegenüber durch Abwesenheit der L. IV und Zusammenfließen der L. III, V und VI gekennzeichnet. Die Grenzen sind relativ deutlich.

Der weitaus größere Abschnitt von Area 4 geht caudal in die Area 1 der postzentralen Region über. Diese wird ringförmig von Area 4 umgeben. Area 1 zeichnet sich durch eine schmale Rindensbreite, Anwesenheit einer inneren Körnerschicht (L. IV) und vom Album deutlich abgesetzte L. VI aus. Die Grenze zu Feld 4 ist deutlich. Die Grenzlinie verläuft im allgemeinen in unmittelbarer Nähe zum Sulcus coronalis (Abb. 4, siehe Seite 34).

Zwischen der präzentralen und postzentralen Region existiert zudem ein granuläres Übergangsfeld, welches von GUREWITSCH und CHATSCHURIAN (1928) auch bei Katzen festgestellt und als Feld 53 bezeichnet wurde [STEPHAN, 1951]. Da es Riesenpyramiden in

der Lamina V aufweist - ein Charakteristikum der Area 4 - wird Feld 53 in dieser Arbeit zur Area 4 gezählt.

Der basale Anteil von Area 4 trifft mit der Area 4a ventral auf die Area 13 der Inselrinde (Abb.4). Die Grenze verläuft auf dem Gyrus compositus rostralis. Hier gelten ähnliche Abgrenzungskriterien wie gegenüber Area 6. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal stellen die BETZ'schen Riesenzellen der Area 4 dar.

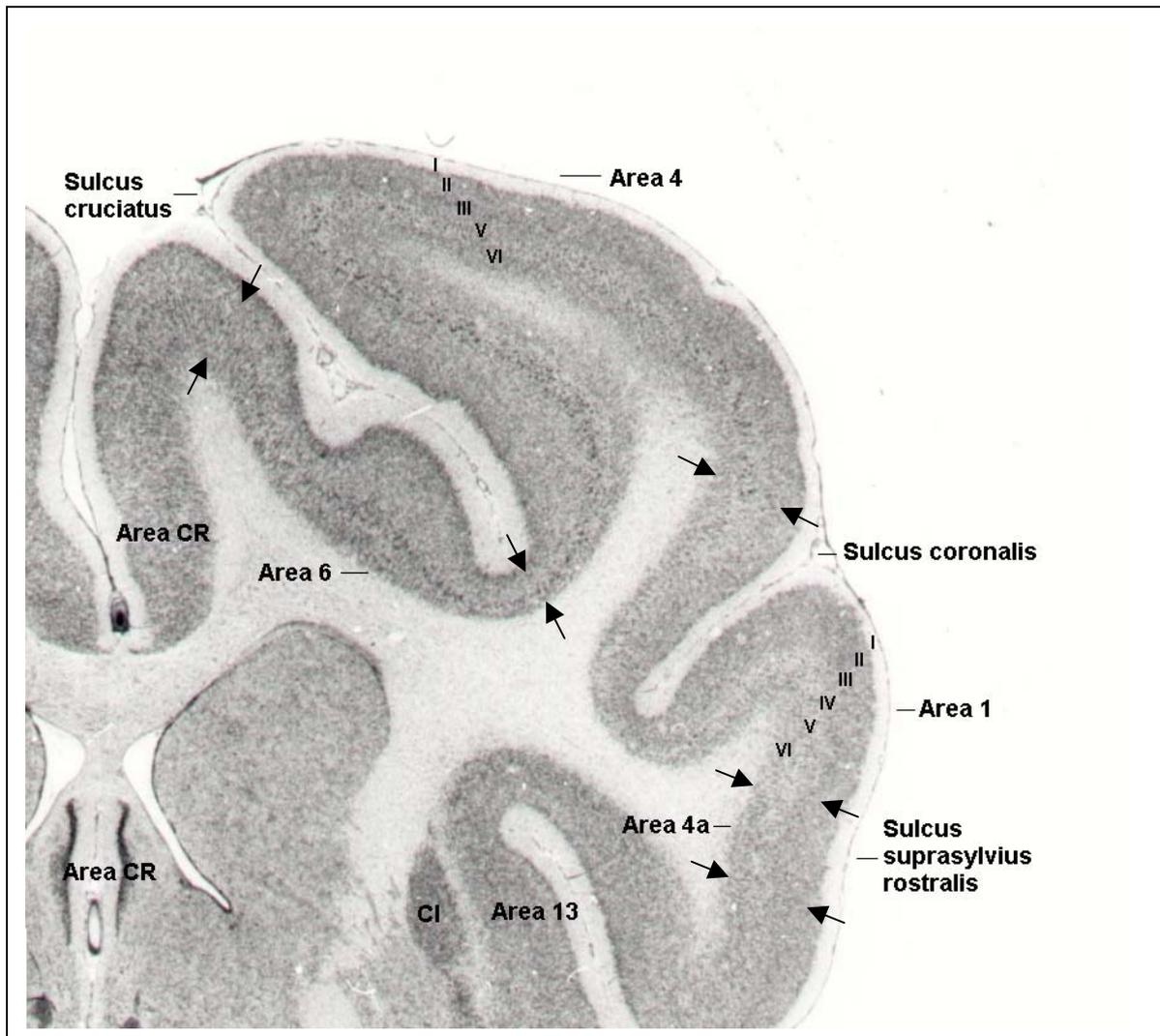


Abb. 4 Beispiele der Abgrenzungen auf der Frontalschnittserienfotografie eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 603, linke Hemisphäre). Aus der Abbildung gehen die Übergänge der cingulären Area CR in die Area 6 der Regio praecentralis, der Area 6 in den Riesenpyramidentypus (Area 4), der Area 4 in die granuläre postzentrale Area 1 sowie der Area 4a in das Inselfeld 13 hervor. Cl = Claustrum. 11,5fache Vergrößerung

Auf der medialen Hemisphärenfläche grenzt Area 4 in der Tiefe des splenialen Sulcus an Area CR der Regio cingularis. Der Cortex der agranulären Area CR ist schmal und es fehlen die für die Area 4 typischen Riesenpyramiden. Insofern ist das cinguläre Areal deutlich von Area 4 zu differenzieren.

BRODMANN (1909) stellte fest, daß Area 6 beim Menschen umfangreicher als Area 4 ist, wohingegen bei Affen Area 4 die größere Flächenausdehnung aufweist.

Auch an den Hemisphären von *Mustela vison* ist in einer Oberflächendarstellung (Abb. 14, siehe Seite 54) Area 4 nahezu doppelt so groß wie Area 6. Zusätzlich ist eine Vergrößerung durch Fissuration durch eine Vergrößerung der Oberfläche bedingt. Area 4 ist von mehreren Sulci durchzogen.

3.1.3 Regio insularis

Das Inselfeld ist bei den Musteliden auf der Lateralfläche der Hemisphären lokalisiert. In Form eines schmalen Streifens liegt es dorsal vom Sulcus rhinalis lateralis rostralis und somit auf dem Gyrus compositus rostralis. Ventral grenzt es an allocorticale Bereiche.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 13

Area 13 dehnt sich weiter caudal bis in die Tiefe der Fissura Sylvii aus. Dieser Abschnitt des Feldes ist auf den Fundus der sylvischen Furche beschränkt und somit in einer Betrachtung an der Oberfläche nicht sichtbar.

Dorsal bildet Area 13 - wie bereits beschrieben - Grenzen mit der granulären Area 8 der frontalen Region sowie den agranulären Feldern 6 und 4 der Regio praecentralis.

Caudal geht Area 13 in die temporale Area 50 über. Die Grenzlinie ist auf dem Gyrus compositus rostralis und weiter caudal im Fundus der sylvischen Furche zu finden. Area 13 ist durch einen schmalen Cortex, kleine Zellen und regionale Abwesenheit der L. IV gekennzeichnet. Demgegenüber besitzt Area 50 einen größeren Rindenquerschnitt mit einer breiten L. IV und auffällig großen Pyramidenzellen in der L. V. Die Grenze ist relativ markant und in Abbildung 5 (siehe Seite 36) dargestellt.

In der Tiefe der Rhinalis-Furche entspringt Area 13. Hier grenzt der Neocortex an palaeocorticale Bereiche. Die differenten Schichtungen von Neocortex und Palaeocortex

kommen ebenfalls in Abbildung 5 zum Ausdruck. Des weiteren wird die unmittelbare Nähe der Area 13 zum Claustrum - ein den Basalganglien zugehöriges Kerngebiet [KUHLENBECK, 1927] - deutlich.

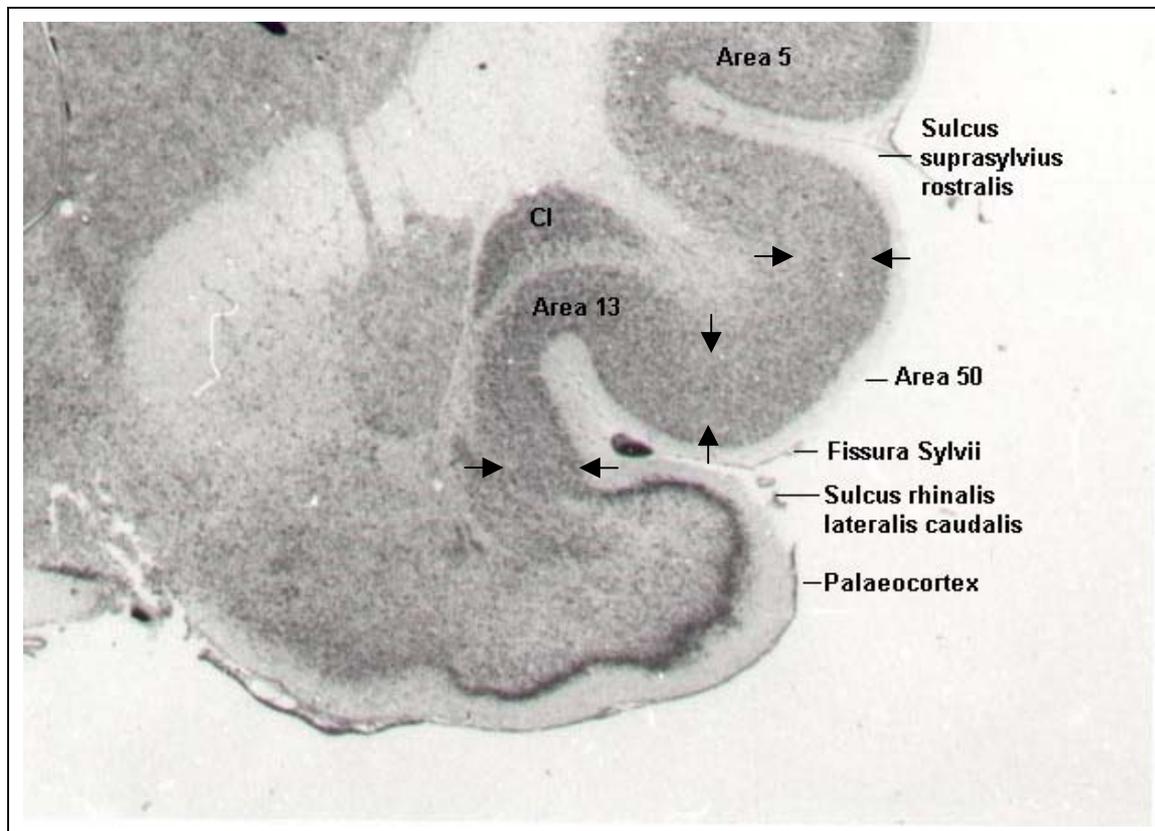


Abb. 5 Schnittserienbild aus dem caudalen Bereich der Area 13 eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16895, Schnitt 784, linke Hemisphäre). Cl = Claustrum. 12,7fache Vergrößerung

3.1.4 Regio postcentralis

Die postzentrale Region ist bei *Mustela vison* ebenfalls auf die laterale Hemisphärenfläche beschränkt. Sie bedeckt nahezu den gesamten Gyrus suprasylvius rostralis. Ihr cranialer Abschnitt wird von der Regio praecentralis regelrecht umschlossen, während der caudale Bereich von der parietalen Region umgeben wird.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 1

Area 1 ist hauptsächlich auf dem Gyrus suprasylvius rostralis lokalisiert. Mit einem kleinen Areal reicht sie über den Sulcus coronalis hinaus und greift somit auf den Gyrus

postcruciatum über. In ihrer ventralen Ausdehnung erreicht Area 1 nicht den Sulcus suprasylvius. Insofern stellen diese Sulci keine Grenzfurchen dar.

Die caudale Hälfte der Area 1 wird von der parietalen Area 5 umschlossen. Die halbkreisförmige Grenzlinie verläuft auf dem Gyrus suprasylvius rostralis. Eine deutliche Differenzierung der Felder ist möglich: Area 5 wird durch relativ große Pyramidenzellen, die vereinzelt in der L. V vorkommen, charakterisiert. Area 1 fehlen derartig große Zellen.

BRODMANN (1909) stellte in seiner Arbeit sowohl bei Carnivoren, Halbaffen und Affen als auch beim Menschen eine scharfe Trennung zwischen der postzentralen und parietalen Region fest. Im Gegensatz zu diesen höher evoluierten Säugetieren weisen primitivere Mammalier - wie z. B. Insektivoren und Nagetiere - keine Differenzierung in zwei heterogene Regionen auf. Bei ihnen kommt es zur Verschmelzung dieser zwei Areale, so daß ein einheitlicher und wenig differenzierter Rindbereich vorliegt.

Bei *Mustela vison* konnten diese zwei Regionen eindeutig voneinander getrennt werden. Ferner weist die postzentrale Region eine - im Vergleich zu anderen Säugetiergehirnen - relativ große Flächenausdehnung auf.

3.1.5 Regio parietalis

Die parietale Region ist bei den Musteliden im mittleren dorsalen Abschnitt der Hemisphäre anzutreffen. Auf der medialen Hemisphärenfläche wird sie durch den Sulcus splenialis und auf der Außenfläche durch den Sulcus suprasylvius begrenzt. Das Gebiet dehnt sich rostral zwischen der prä- und postzentralen Region aus, caudal zwischen der Regio occipitalis sowie temporalis.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 5

Area 5 stellt bei *Mustela vison* den vorderen Abschnitt der parietalen Region dar. Sie umfaßt auf der lateralen Fläche den rostralen Bereich des Gyrus lateralis und einen kleinen Abschnitt des Gyrus postcruciatum. Nach ventral dehnt sie sich - über den Sulcus lateralis hinaus - auf dem Gyrus suprasylvius rostralis aus. Hier erfährt Area 5 eine ventrale Verschmälerung. Mit einer streifenförmigen Zone zieht sie unmittelbar dorsal vom Sulcus

suprasylvius rostralis entlang und greift in ihrem basalen Verlauf mit einem kleinen Areal auf den Gyrus ectosylvius rostralis über.

Die mediale Ausdehnung von Area 5 ist relativ gering. Sie ist lediglich in Form eines schmalen Streifens auf dem vorderen Gyrus lateralis vertreten.

Caudal geht Area 5 in die zwei anderen parietalen Felder über:

Area 7 schließt sich an den dorsalen Abschnitt von Area 5 an. Die Grenze verläuft vertikal auf dem Gyrus lateralis - sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenfläche der Hemisphäre. Obwohl beide Felder eine recht ähnliche Cytotektonik aufweisen, kann man sie aufgrund der folgenden Merkmale deutlich voneinander trennen: Area 5 zeichnet sich durch eine breite Rinde und überaus große Pyramidenzellen in der L. V aus. Der Cortex der Area 7 ist schmal und es fehlen derartig große Pyramidenzellen (Abb. 6, siehe Seite 39).

Area 52 grenzt im caudalen Bereich des Gyrus suprasylvius rostralis an Area 5. Die ebenso nahezu senkrecht verlaufende Trennlinie zieht vom Sulcus lateralis bis hin zum Sulcus suprasylvius rostralis. Die Übergänge sind relativ fließend. Area 52 besitzt einen mittelbreiten Cortex und ebenfalls auffällig große Pyramidenzellen in der L. V. Diese sind jedoch kleiner als die Pyramidenzellen der Area 5 und teilweise unterschiedlich groß.

Ventral trifft Area 5 auf die Area 50 der temporalen Region. Die histologisch scharfe Grenze der beiden Felder ist zum größten Teil im Fundus des Sulcus suprasylvius rostralis lokalisiert (Abb. 6, siehe Seite 39). Area 50 ist durch einen äußerst breiten Cortex, undeutliche Schichtung, sehr breite innere Körnerschicht (L. IV) und prominente L. VI charakterisiert. Diese geht fließend in die weiße Substanz über. Im Gegensatz dazu besitzt Area 5 einen etwas schmaleren Cortex, deutliche Schichtung, dünnere L. IV und eine weniger breite L. VI, welche sich scharf vom Album absetzt. Area 50 ist weiterhin durch eine Teilung der L. V in zwei Sublaminae und kleinere Pyramidenzellen in der L. Va von Area 5 zu differenzieren.

In ihrer geringen medialen Ausbreitung grenzt Area 5 an die granuläre Area 23 der cingulären Region. Die Grenze ist relativ scharf und liegt in der Tiefe des Sulcus splenialis. Das cinguläre Areal ist durch eine äußerst schmale Rinde gekennzeichnet. Weiterhin fehlen ihm größere Zellen in der L. V.

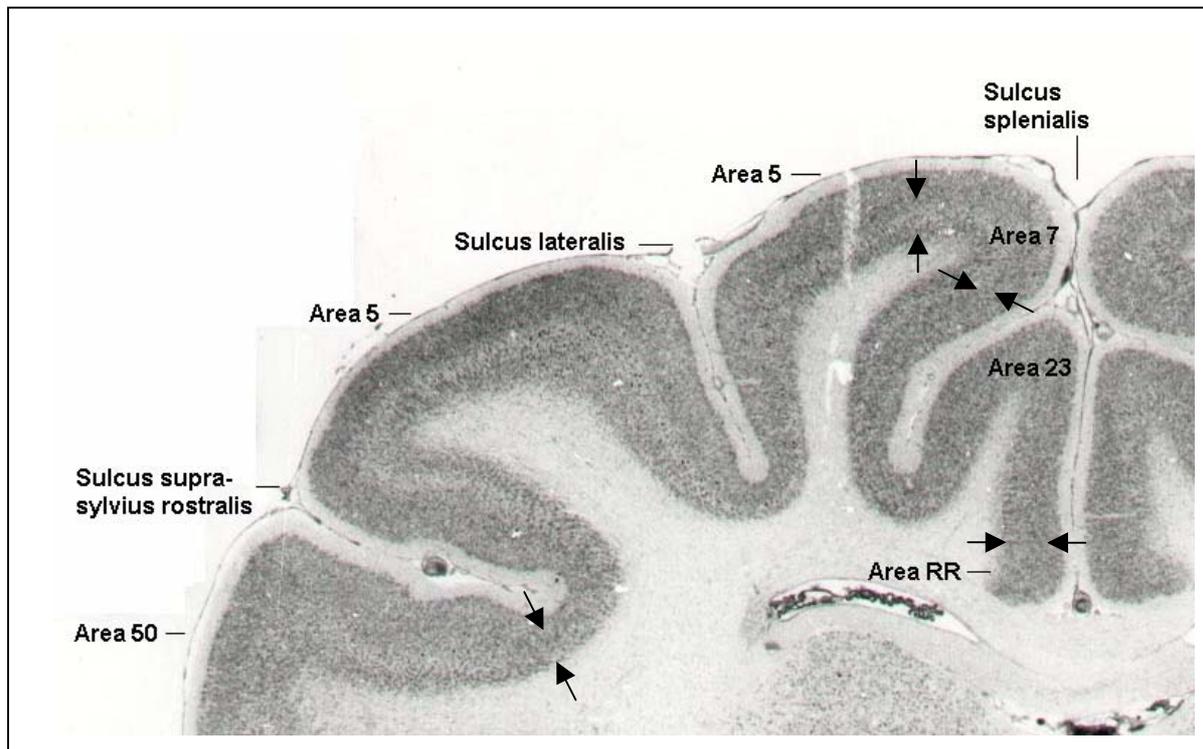


Abb. 6 Abgrenzungsbeispiele auf einer Frontalschnittfotografie eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893 , Schnitt 960, rechte Hemisphäre). Die Ausdehnungen der retrosplenialen Area RR, der cingulären Area 23, der parietalen Areae 7 und 5 sowie des temporalen Feldes 50 werden dargestellt. 10,2fache Vergrößerung

Lokalisation und Ausdehnung der Area 7

Area 7 umfaßt bei den Musteliden den mittleren Teil des Gyrus lateralis und ist ausschließlich auf diesem Windungszug vorzufinden. Sie füllt die Fläche zwischen dem Sulcus splenialis auf der medialen Hemisphärenfläche und dem Sulcus lateralis auf der Außenfläche.

Ventral geht Area 7 in die parietale Area 52 über. Die Grenzlinie befindet sich in der Tiefe des Sulcus lateralis. Area 7 ist durch einen schmaleren Cortex deutlich von Area 52 zu unterscheiden. Diese besitzt zudem größere Pyramidenzellen in der L. V.

Caudal geht Area 7 in die occipitale Area 18/19 über. Die histologisch scharfe Grenze ist im caudalen Drittel des Gyrus lateralis lokalisiert. Area 18/19 ist durch einen breiteren Cortex, undeutliche Stratifikation, äußerst breite innere Körnerschicht (L. IV) und ausgeprägte L. VI charakterisiert. Area 7 besitzt demgegenüber eine deutliche Schichtung und schmalere L. IV sowie VI.

Auf der medialen Hemisphärenfläche trifft Area 7 auf Area 23 der Regio cingularis. Die Grenze liegt im Fundus des Sulcus splenialis. Sie ist relativ markant. Area 23 unterscheidet sich von Area 7 durch eine äußerst schmale Rindenbreite und Kleinzelligkeit (Abb.6, siehe Seite 39).

Lokalisation und Ausdehnung der Area 52

Die Ausbreitung der Area 52 ist auf die laterale Hemisphärenfläche beschränkt. Das Feld dehnt sich bei *Mustela vison* auf dem caudalen Bereich des Gyrus suprasylvius rostralis und dem rostralen Abschnitt des Gyrus suprasylvius medialis aus. Es liegt somit zwischen dem Sulcus lateralis und Sulcus suprasylvius.

Caudal trifft Area 52 auf die occipitale Area 18/19. Die Grenze ist keiner bestimmten Furche zuzuordnen und verläuft auf dem Gyrus suprasylvius medialis. Hier gelten ähnliche Abgrenzungskriterien wie gegenüber Area 7. Das Feld 18/19 ist von dem parietalen Areal durch eine undeutliche Lamination und eine breitere L. IV zu differenzieren. Area 52 besitzt zudem größere Pyramidenzellen in der L. V.

Ventral und caudal von Area 52 schließt sich die temporale Area 20 - 22 an. Die Übergangszonen liegen im Fundus der Suprasylvius-Furche als auch auf dem Gyrus suprasylvius medialis. Area 52 unterscheidet sich von Area 20 - 22 durch einen etwas schmaleren Cortex, dünnere innere Körnerschicht (L. IV) und eine scharf gegen die Substantia alba abgesetzte L. VI.

Ventral geht Area 52 in die Area 50 der Regio temporalis über. Die Grenze ist in der Tiefe des Sulcus suprasylvius rostralis zu finden. Das parietale Areal ist deutlich von Area 50 zu unterscheiden. Es gelten ähnliche Begrenzungskriterien wie gegenüber Area 20 - 22. Area 50 ist zudem durch eine Unterteilung der L. V in zwei Unterschichten charakterisiert.

3.1.6 Regio temporalis

Die temporale Region ist beim Mink ausschließlich auf der lateralen Hemisphärenfläche anzutreffen. Auf dieser ist sie im großen Bogen der Suprasylvius-Furche lokalisiert. Sie bedeckt demnach den gesamten Gyrus ectosylvius rostralis und caudalis. Nach ventral breitet sie sich bis zur Fissura rhinalis aus und trifft dort auf allocorticale Regionen. Mit ihrem

caudalen Abschnitt umfaßt sie große Anteile des Gyrus suprasylvius medialis sowie caudalis, um dann in die Regio occipitalis überzugehen.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 50

Area 50 bildet den rostralen Anteil der temporalen Region. Sie füllt die Fläche zwischen dem Sulcus suprasylvius rostralis und der Fissura Sylvii. Dabei nimmt sie nahezu den gesamten Gyrus ectosylvius rostralis ein.

Dorsal und ventral bildet Area 50 - wie bereits beschrieben - Grenzen mit der parietalen Area 5 und dem Inselfeld 13.

Mit einem kleinen rostralen Bereich trifft Area 50 auf die Area 4a der Regio praecentralis. Die Grenzlinie verläuft auf dem Gyrus ectosylvius rostralis. Area 50 ist deutlich von Area 4a zu unterscheiden. Dem temporalen Feld fehlen die für die Area 4 typischen Riesenpyramiden der L. V und es besitzt eine ausgeprägte innere Körnerschicht (L. IV).

Caudal der Fissura Sylvii geht Area 50 in die temporale Area 20 - 22 über. Die Grenze ist auf dem Gyrus ectosylvius rostralis und in unmittelbarer Nähe zur Fissura Sylvii lokalisiert. Sie ist relativ markant. Area 50 ist durch einen breiteren Cortex, größere Pyramidenzellen in der L. V und breitere L. VI von der Area 20 - 22 zu differenzieren.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 20 - 22

Die Gesamtarea 20 - 22 stellt bei *Mustela vison* das größte Rindenareal der temporalen Region dar. Dieses liegt caudal der Fissura Sylvii. Area 20 - 22 bedeckt den Gyrus ectosylvius caudalis in vollem Ausmaß und nahezu den gesamten Gyrus suprasylvius medialis sowie caudalis. Zudem breitet sie sich auf dem rostralen Abschnitt des Gyrus compositus caudalis aus.

Rostral grenzt Area 20 - 22 im Fundus der Fissura Sylvii an das Inselfeld 13. Die Grenze ist relativ markant. Area 20 - 22 ist durch einen größeren Rindenquerschnitt und eine breitere L. IV gekennzeichnet (Abb. 7, siehe Seite 42).

Caudal trifft Area 20 - 22 auf die occipitale Area 18/19. Die Grenze verläuft vertikal auf dem Gyrus suprasylvius medialis und caudalis. Area 18/19 ist durch eine schmalere Rinde, Überwiegen von kleinen Zellelementen und eine prominente innere Körnerschicht (L. IV) deutlich von dem temporalen Feld zu differenzieren. Sie besitzt weiterhin eine dünnere L. VI, die sich scharf vom Album absetzt. Area 20 - 22 ist hingegen durch eine breite - fließend in die Substantia alba übergehende - L. VI gekennzeichnet.

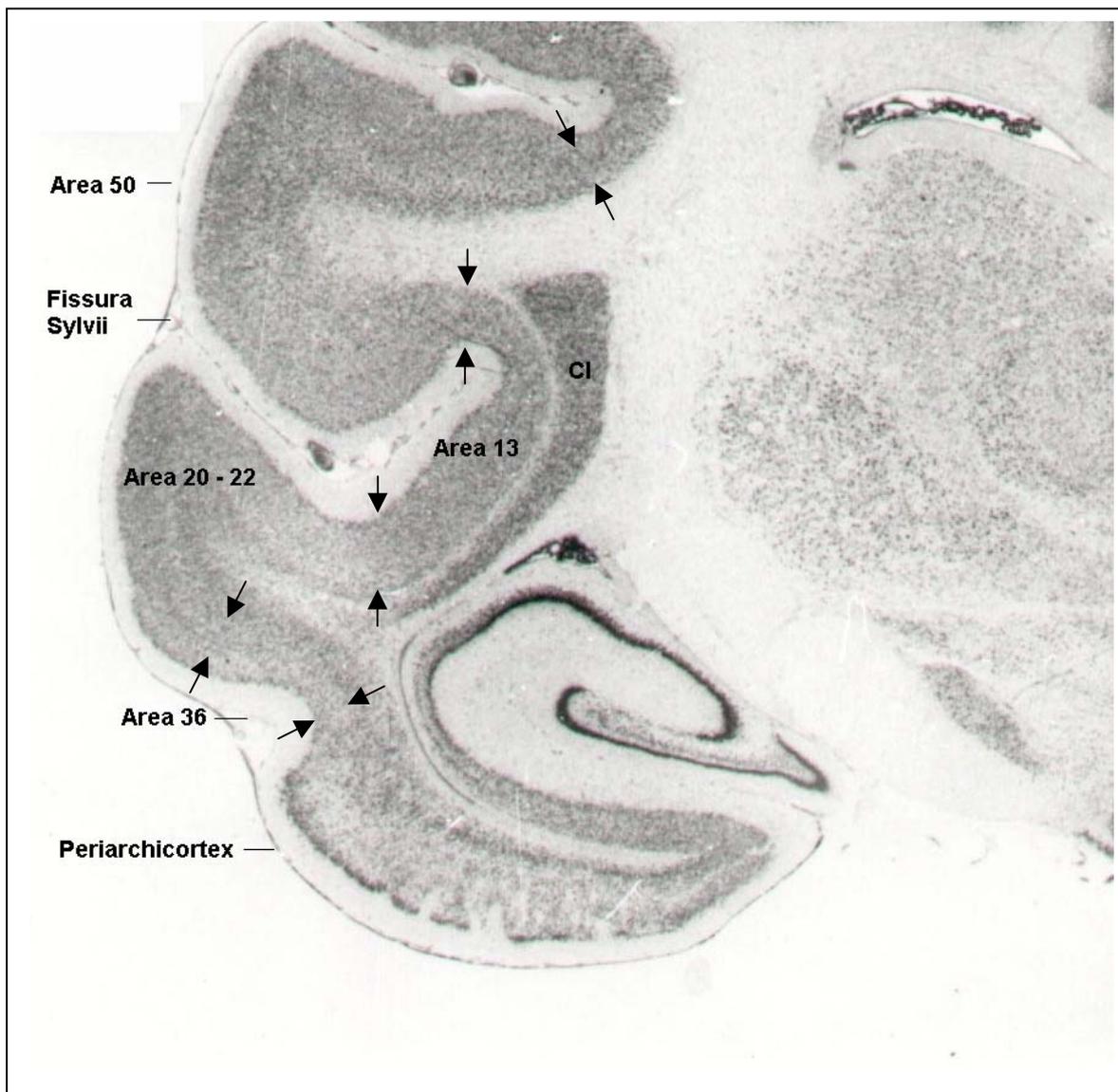


Abb. 7 Schnittserienfotografie eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 960, rechte Hemisphäre). In diesem Bereich werden die Übergänge der temporalen Area 50 in das Inselfeld 13, der Area 13 in das temporale Gesamtfeld 20 - 22, der Area 20 - 22 in die Area 36 sowie der Area 36 in den Periarchicortex dargestellt. CI = Claustrum. 12,3fache Vergrößerung

Ventral erstreckt sich der rostrale Anteil von Area 20 - 22 bis zum Sulcus rhinalis lateralis caudalis und trifft in dessen Fundus auf die olfaktorische Region und somit auf den Palaeocortex.

Das weitaus größere ventrale Angrenzungsgebiet stellt die temporale Area 36 dar. Die Grenze ist auf dem Gyrus compositus caudalis lokalisiert. Es bestehen fließende Übergänge aufgrund der ähnlichen Cytotektonik. Area 36 ist jedoch durch eine diffuse Zellverteilung und sehr kleine Zellen in der L. VI von Area 20 - 22 zu unterscheiden. Zudem besitzt sie einen schmalen Cortex (Abb. 7, siehe Seite 42).

Lokalisation und Ausdehnung der Area 36

Area 36 bildet das kleinste Feld der Regio temporalis. In Form eines schmalen Streifens ist sie auf dem hinteren Abschnitt des Gyrus compositus caudalis lokalisiert. Ihre ventrale Ausdehnung wird durch ein periarchicorticales Areal begrenzt. Bei *Mustela vison* greift Area 36 im Gegensatz zu *Potos flavus* nicht auf die mediale Hemisphärenfläche über.

Area 36 wird von Area 20 - 22 regelrecht umschlossen. Rostral, dorsal sowie caudal weist es mit dieser eine gemeinsame Übergangszone auf. Die Grenzen sind recht fließend und hauptsächlich auf der Windungskuppe des Gyrus compositus caudalis anzutreffen. Sie wurden bereits im Zusammenhang mit der Area 20 - 22 gekennzeichnet.

3.1.7 Regio occipitalis

Die occipitale Region umfaßt bei *Mustela vison* die occipitalen Kappen der Hemisphären. Das Gebiet breitet sich ungefähr zwischen dem Sulcus lateralis und Sulcus splenialis aus.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 18/19

Area 18/19 ist unmittelbar caudal der parietalen und temporalen Region lokalisiert. Sie befindet sich hauptsächlich auf dem Gyrus lateralis, greift aber im basalen Verlauf des Sulcus lateralis mit einem schmalen Areal auf den Gyrus suprasylvius medialis sowie caudalis über. Auf der medialen Fläche wird Area 18/19 vom Sulcus splenialis begrenzt.

Rostrale Nachbarfelder stellen Area 7, Area 52 und Area 20 - 22 dar. Entsprechende Differenzen und Abgrenzungskriterien wurden im Zusammenhang mit der parietalen und temporalen Region gekennzeichnet.

Caudal geht Area 18/19 auf der lateralen und medialen Hemisphärenfläche in Area 17 über. Die Grenzlinie liegt auf dem Gyrus lateralis und teilweise in der Tiefe des Sulcus lateralis. Area 18/19 weist generell eine breitere Rinde und undeutlichere Schichtung als Area 17 auf. Zudem besitzt Area 18/19 an der Basis der L. III weniger Pyramidenzellen und eine dünnere innere Körnerschicht (L. IV), der eine deutliche Unterteilung in Sublaminae fehlt. Area 18/19 ist weiterhin durch kleinere und unauffälligere Pyramidenzellen in der L. V von Area 17 zu differenzieren.

Auf der medialen Hemisphärenfläche grenzt Area 18/19 an die occipitale Area SV. Gemeinsam bilden sie den extrastriären Cortex, der Area 17 vollständig umschließt. Die Grenze ist auf dem Gyrus lateralis lokalisiert und teilweise auch im Fundus des Sulcus splenialis. Area SV ist durch eine deutlich schmalere L. V von Area 18/19 zu unterscheiden.

Median trifft Area 18/19 auf die granuläre Area 23 der cingulären Region. Die Grenze liegt im Fundus des Sulcus splenialis. Sie ist relativ markant. Area 23 ist durch eine deutliche Stratifikation, klar voneinander getrennte L. II und III sowie eine schmale L. IV von Area 18/19 zu differenzieren.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 17

Area 17 stellt eine dem Occipitalpol aufsitzende Endkalotte dar (Abb. 8, siehe Seite 45). Sie dehnt sich auf dem Gyrus lateralis aus und füllt die Fläche zwischen dem Sulcus lateralis und Sulcus splenialis.

Auf der medialen Hemisphärenfläche geht die Area 17 in die occipitale Area SV über. Die Grenze verläuft auf dem Gyrus lateralis in unmittelbarer Nähe zum Sulcus splenialis. Area SV läßt sich durch eine schmalere innere Körnerschicht (L. IV), die nicht in Sublaminae unterteilt ist, deutlich von Area 17 unterscheiden.

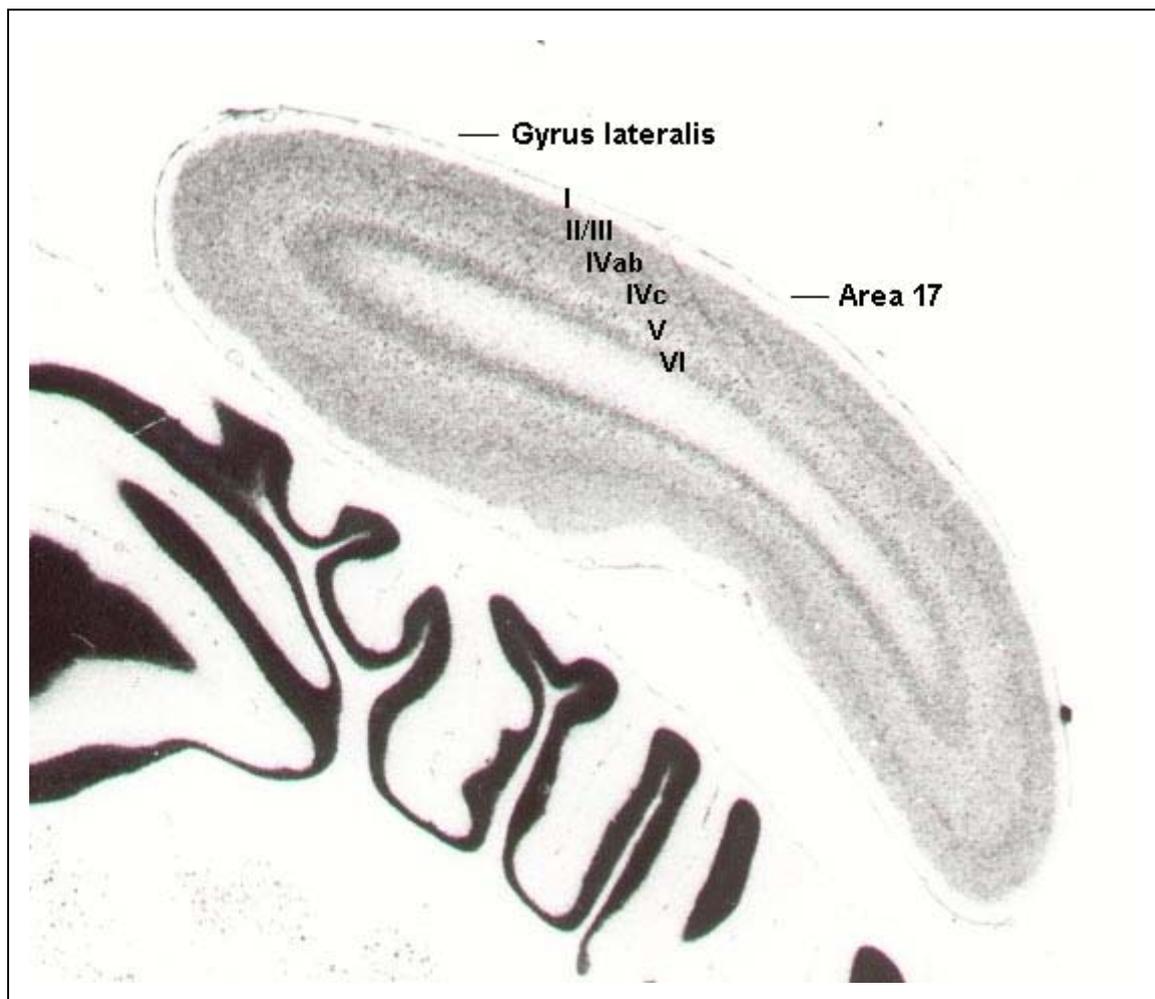


Abb. 8 Schnittserienfoto vom caudalen Ende der Area striata (Area 17) eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16893, Schnitt 1506, linke Hemisphäre). Das Bild zeigt die Ausdehnung der Area 17 auf dem Occipitalpol. 12,5fache Vergrößerung

Lokalisation und Ausdehnung der Area SV

Die Ausdehnung der Area SV ist ausschließlich auf die mediale Hemisphärenfläche beschränkt. Area SV ist beim Mink im Fundus des Sulcus splenialis lokalisiert, greift aber mit einem kleinen streifenförmigen Areal auf den Gyrus lateralis über.

Rostrale und dorsale Angrenzungsgebiete stellen - wie bereits beschrieben - Area 18/19 und Area 17 dar.

Ventral trifft Area SV auf die Gesamtarea RR der retrosplenialen Region. Die Grenze liegt in der Tiefe des Sulcus splenialis. Der retrospleniale Cortex ist durch eine äußerst schmale Rinde von Area SV zu unterscheiden.

BRODMANN (1909) bezeichnet die Regio occipitalis als ein Rindenareal mit einer charakteristischen Cytotektonik, die aber im einzelnen starken Modifikationen unterliegt. Area 17 ist dabei das strukturell am auffälligsten differenzierteste und phylogenetisch konstanteste neocorticale Feld der Säugetierrinde. Bei allen Mammaliern ist Area 17 im allgemeinen am Occipitalpol und seiner Umgebung lokalisiert [BRODMANN, 1909]. Ihre Ausbreitung auf der medialen und lateralen Hemisphärenfläche ist bei den von BRODMANN (1909) untersuchten Säugetiergehirnen jedoch unterschiedlich.

Bei Carnivoren ist der mediale Umfang der Area 17 größer als der laterale - ebenso wie beim Menschen und vielen Ungulaten [BRODMANN, 1909]. Bei den Musteliden besitzt Area 17 auf der Außenseite die augenscheinlich größere Ausdehnung. In der Medialansicht (Abb. 16, siehe Seite 56) werden jedoch Abschnitte der Area 17 durch rhombencephale Strukturen verdeckt.

3.1.8 Regio cingularis

Die cinguläre Region ist bei *Mustela vison* hauptsächlich auf der medialen Hemisphärenfläche anzutreffen. Auf dieser ist sie rostral und dorsal vom Corpus callosum lokalisiert. Sie bedeckt den caudalen Abschnitt des Gyrus proreus und einen großen Bereich des Gyrus cinguli. Ihre dorsale Ausdehnung wird vom splenialen Sulcus begrenzt.

Lokalisation und Ausdehnung der Area 23

Area 23 repräsentiert die gesamte granuläre Subregion des cingulären Cortex. Auf der medialen Hemisphärenfläche umfaßt sie den caudalen Anteil des Gyrus cinguli. Dorsal reicht sie bis zum Sulcus splenialis. Ventral trifft sie auf den Balken und die retrospleniale Region.

Dorsale Nachbarfelder stellen die parietalen Areae 5 und 7 sowie die occipitale Area 18/19 dar. Diese treffen im Fundus des Sulcus splenialis auf Area 23 (Abb. 6, siehe Seite 39). Die Grenzen wurden bereits beschrieben.

Area 23 schließt sich caudal an die agranuläre Unterregion (Area CR) der Regio cingularis an. Die vertikal verlaufende Grenze befindet sich ungefähr in der Mitte des Gyrus cinguli. Die beiden Felder sind eindeutig voneinander zu trennen. Area 23 ist durch die Anwesenheit einer inneren Körnerschicht (L. IV) und eine deutliche Lamination gekennzeichnet. Die Rinde der Area CR ist hingegen agranulär und undeutlich stratifiziert. Letzteres resultiert aus einer

Verschmelzung der L. II, III und V. Weiterhin besitzt Area 23 kleinere Pyramidenzellen in der L. V.

Die Grenze zur retrosplenialen Area RR verläuft auf dem Gyrus cinguli und ist keinen bestimmten Furchen zuzuordnen. Area RR ist jedoch durch einen äußerst schmalen Cortex von Area 23 zu differenzieren.

Lokalisation und Ausdehnung der Area CR

Die agranuläre Subregion (Area CR) umfaßt bei *Mustela vison* den caudalen Abschnitt des Gyrus proreus und ist somit vor dem rostralen Balkenende lokalisiert. Nach caudal dehnt sie sich auf dem vorderen Anteil des Gyrus cinguli aus.

Area CR schließt sich unmittelbar caudal an die Areae 8 und 12 der Regio frontalis an. Nach dorsal wird sie durch die präzentralen Areae 6 und 4 begrenzt.

Caudal geht die agranuläre Area CR mit scharfen Grenzen in die granuläre Area 23 der cingulären Region über.

Ventral erstreckt sich Area CR bis zum Corpus callosum bzw. grenzt an palaeocorticale Areale.

Die Grenzen wurden bereits im Zusammenhang mit den aufgeführten Nachbarfeldern gekennzeichnet.

3.1.9 Regio retrosplenialis

Die retrospleniale Region dehnt sich bei den Musteliden auf der hinteren Cingulumhälfte der medialen Hemisphärenfläche aus. Dort ist sie in Form eines schmalen Streifens dorsal vom Corpus callosum lokalisiert. Nach caudal bedeckt sie das hinter dem Balkenende gelegene Areal, wobei sie sich bis zum splenialen Sulcus erstreckt.

Lokalisation und Ausdehnung der Area RR

Area RR bildet rostral und dorsal Grenzen mit der cingulären Area 23 (Abb. 6, siehe Seite 39) bzw. der occipitalen Area SV.

Weitere ventral lokalisierte Angrenzungsgebiete bilden occipitale und periarchicortical Felder. Diese sind jedoch auf der medialen Oberflächendarstellung (Abb. 16, siehe Seite 56) nicht zu erkennen. Rhombencephale Gehirnstrukturen verdecken die basale Rinde.

Bei den occipitalen Feldern handelt es sich um die Areae 18/19 und 17. Sie sind durch einen größeren Rindenquerschnitt und prominente L. IV von Area RR zu unterscheiden.

Bei der Abbildung 9 (siehe Seite 49) handelt es sich um Horizontalschnittfotografien. Sie zeigen den Verlauf und die Tiefe der Furchen. Es wird deutlich, daß allein aus der Lateral-, Dorsal- bzw. Medialansicht des Minkgehirnes nicht die gesamte Flächenausdehnung der neocorticalen Areae erfaßt werden kann. Des weiteren ist aus den Fotos der Übergang vom lateralen Sulcus cruciatus in den medialen Sulcus splenialis zu erkennen. Zudem wird die ungefähre Lage von Area 4 und Area 17 angegeben. Area 4 ist durch die typischen Riesenpyramiden der L. V gekennzeichnet.

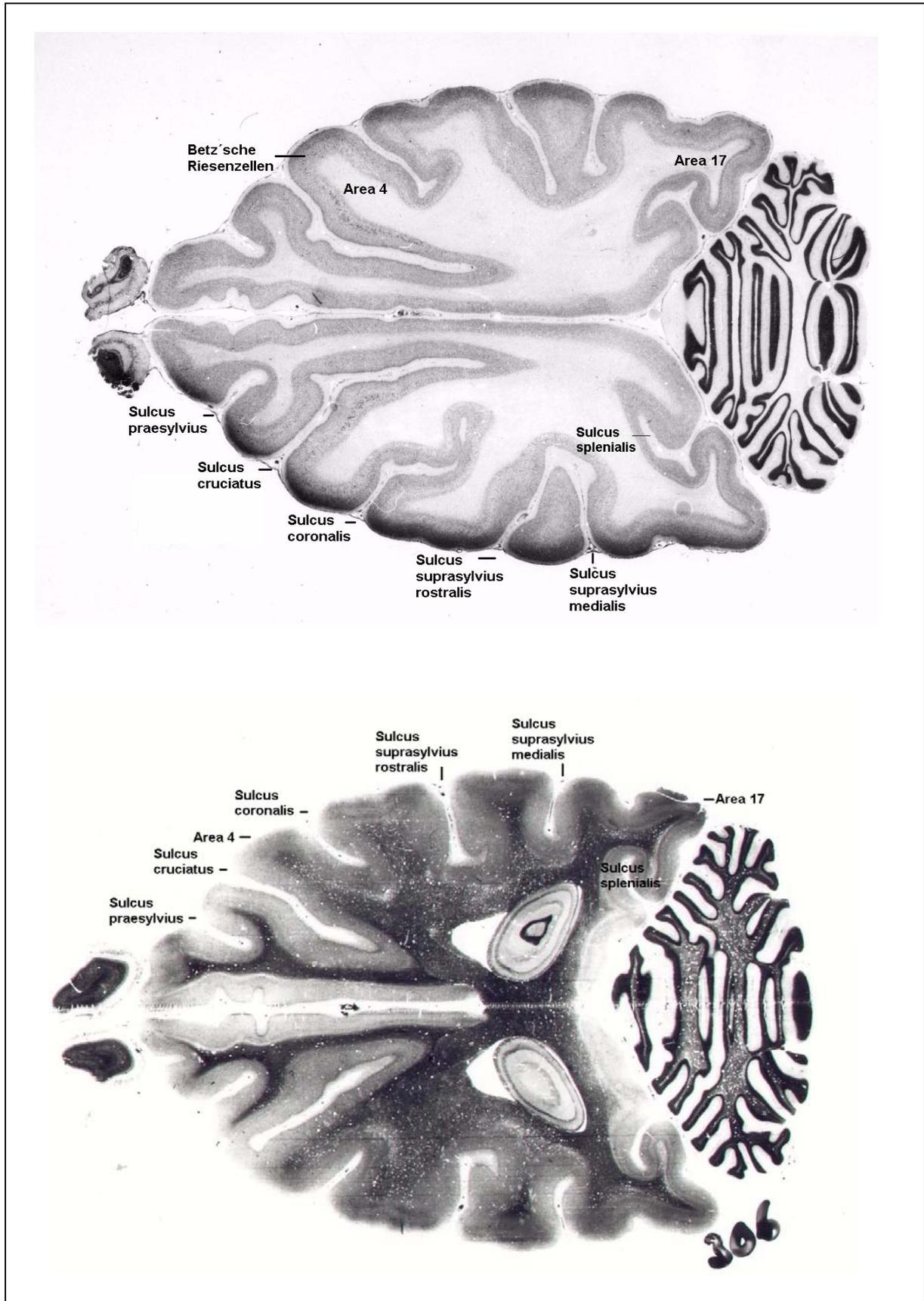


Abb. 9 Horizontalschnittserienfotografien eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 19706). Bei der oberen Abbildung handelt es sich um eine Kresylechtviolettffärbung (Schnitt 255, 4fache Vergrößerung). Das darunter gelegene Bild zeigt eine Markscheidenfärbung (Schnitt 306, 3,7fache Vergrößerung)

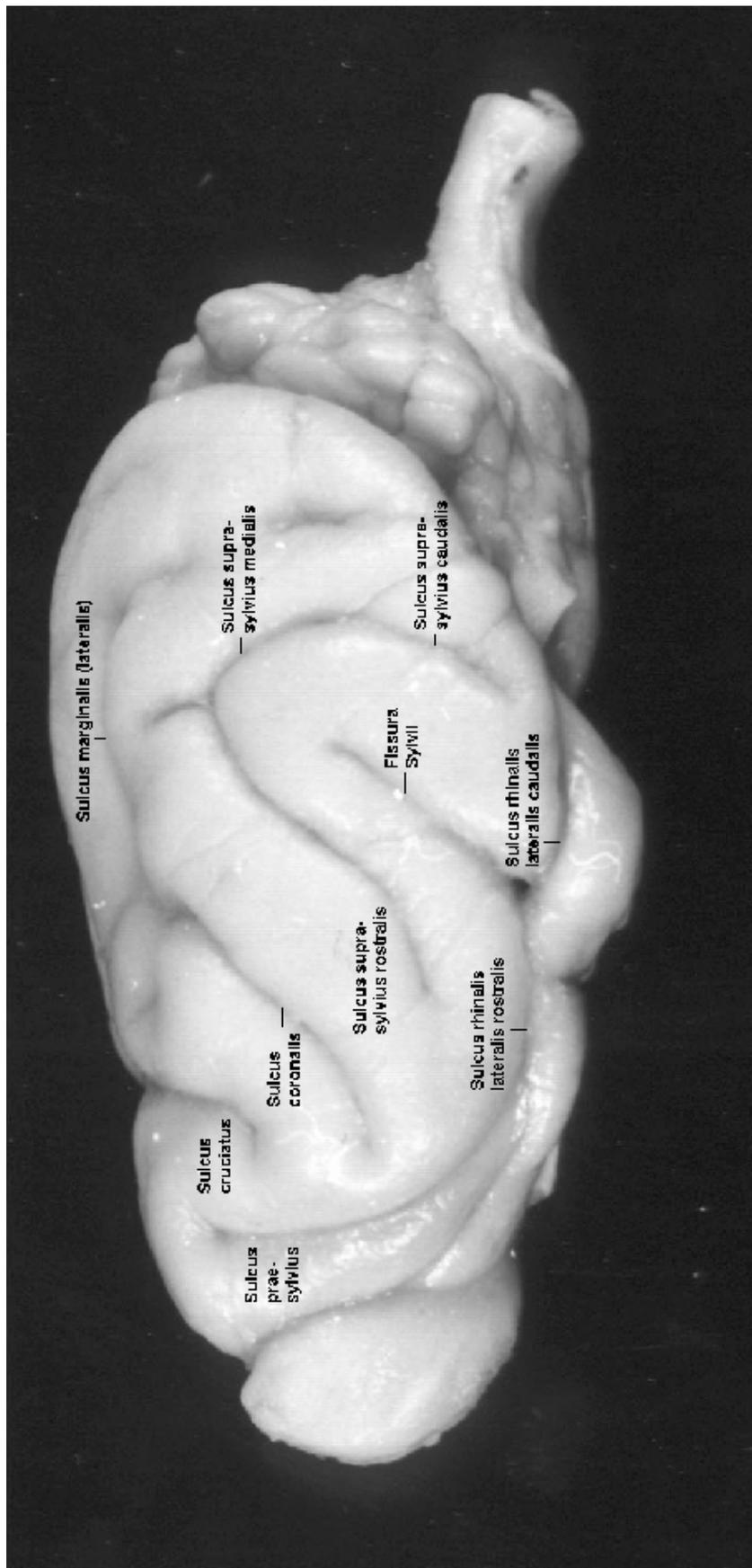


Abb. 10 Lateralansicht (linke Hemisphäre) eines weiblichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16897). Die Abbildung gibt die Lage der Hauptfurchen und deren Benennung an (BRAUER und SCHÖBER, 1970). 4,9fache Vergrößerung

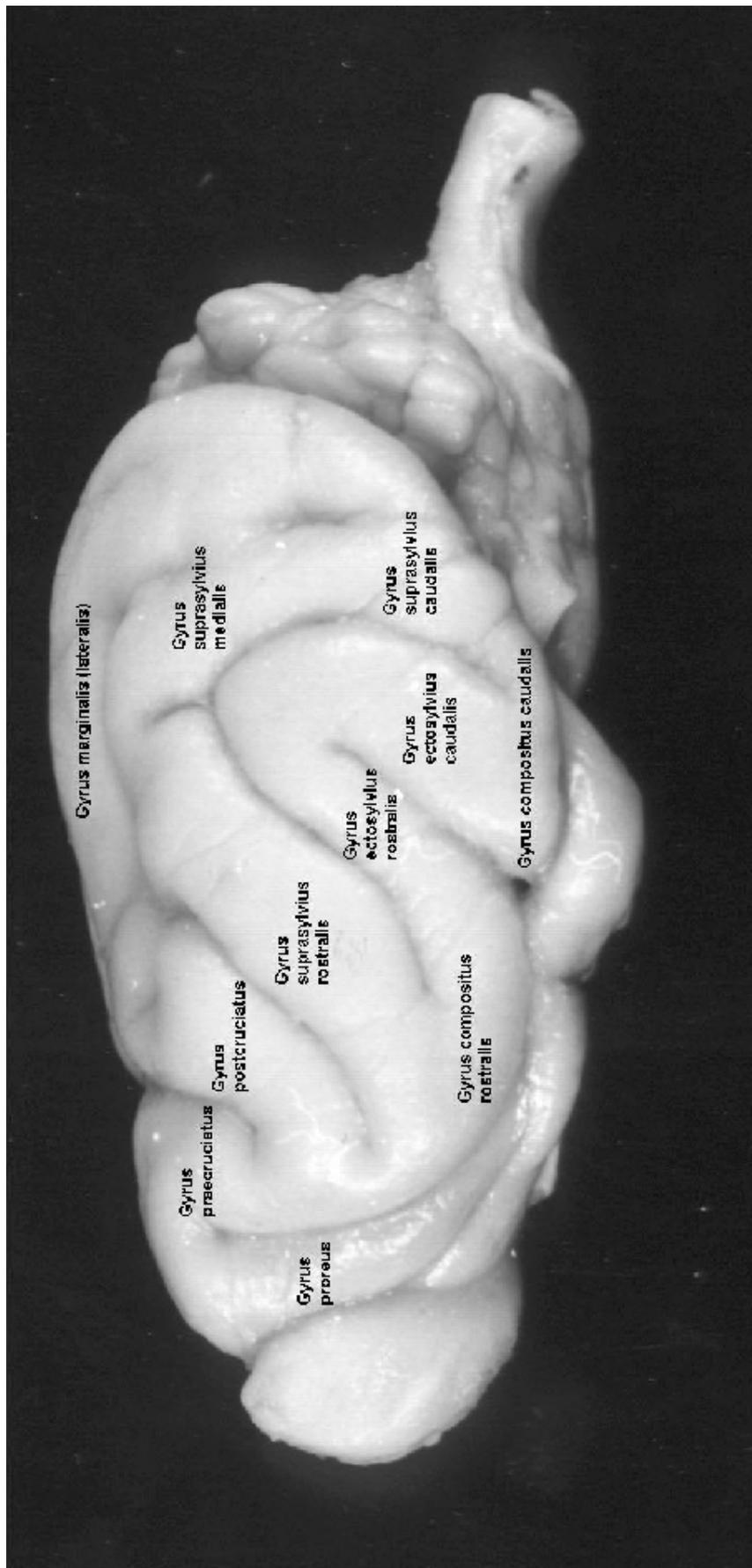


Abb. 11 Lateralansicht (linke Hemisphäre) eines weiblichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16897). Angabe sowie Benennung der wichtigsten Gyri (BRAUER und SCHÖBER, 1970). 5fache Vergrößerung

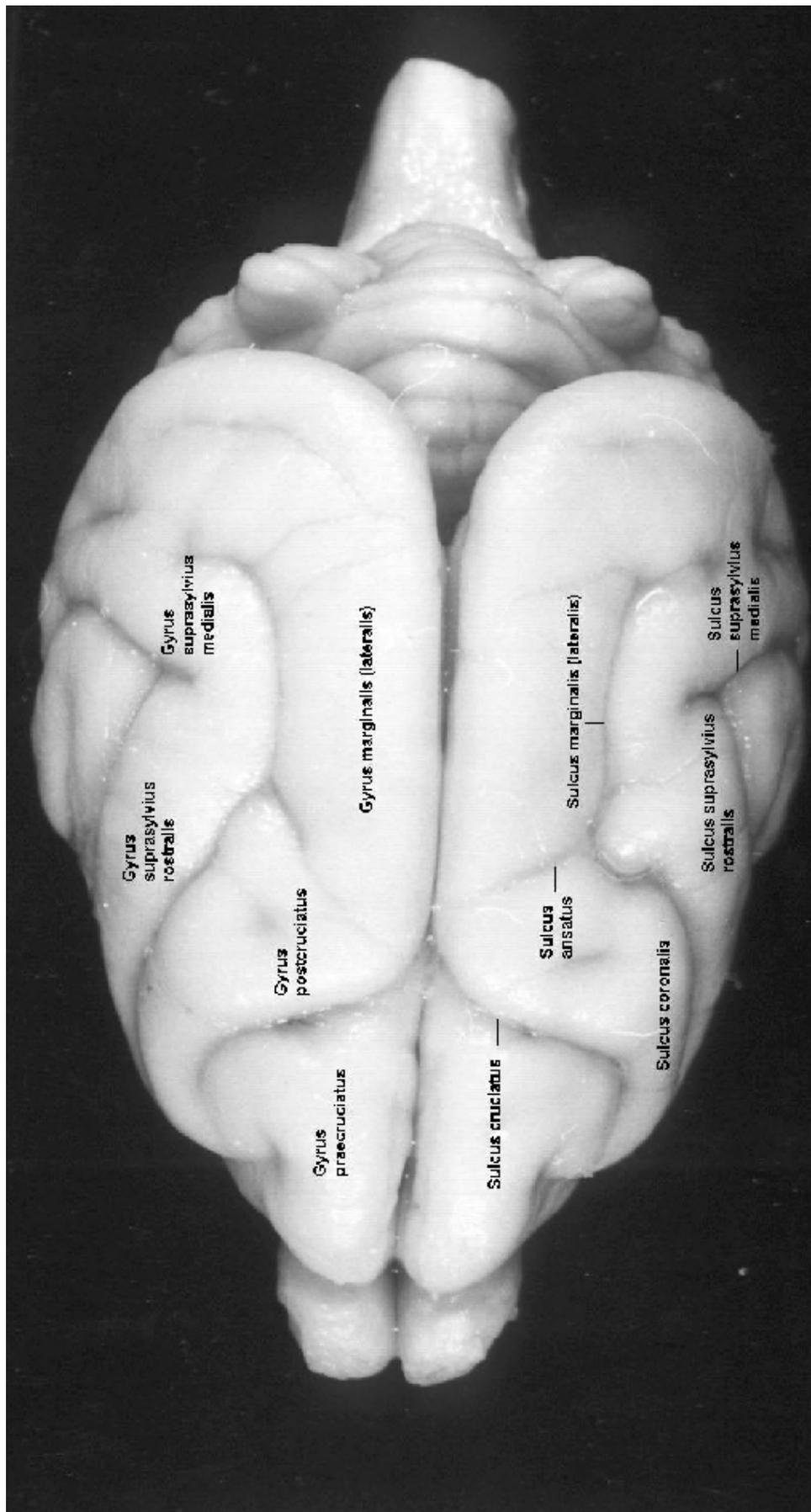


Abb. 12 Dorsalansicht eines weiblichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16897). Angabe und Benennung der wichtigsten Gyri und Sulci (BRAUER und SCHÖBER, 1970). 4,9fache Vergrößerung

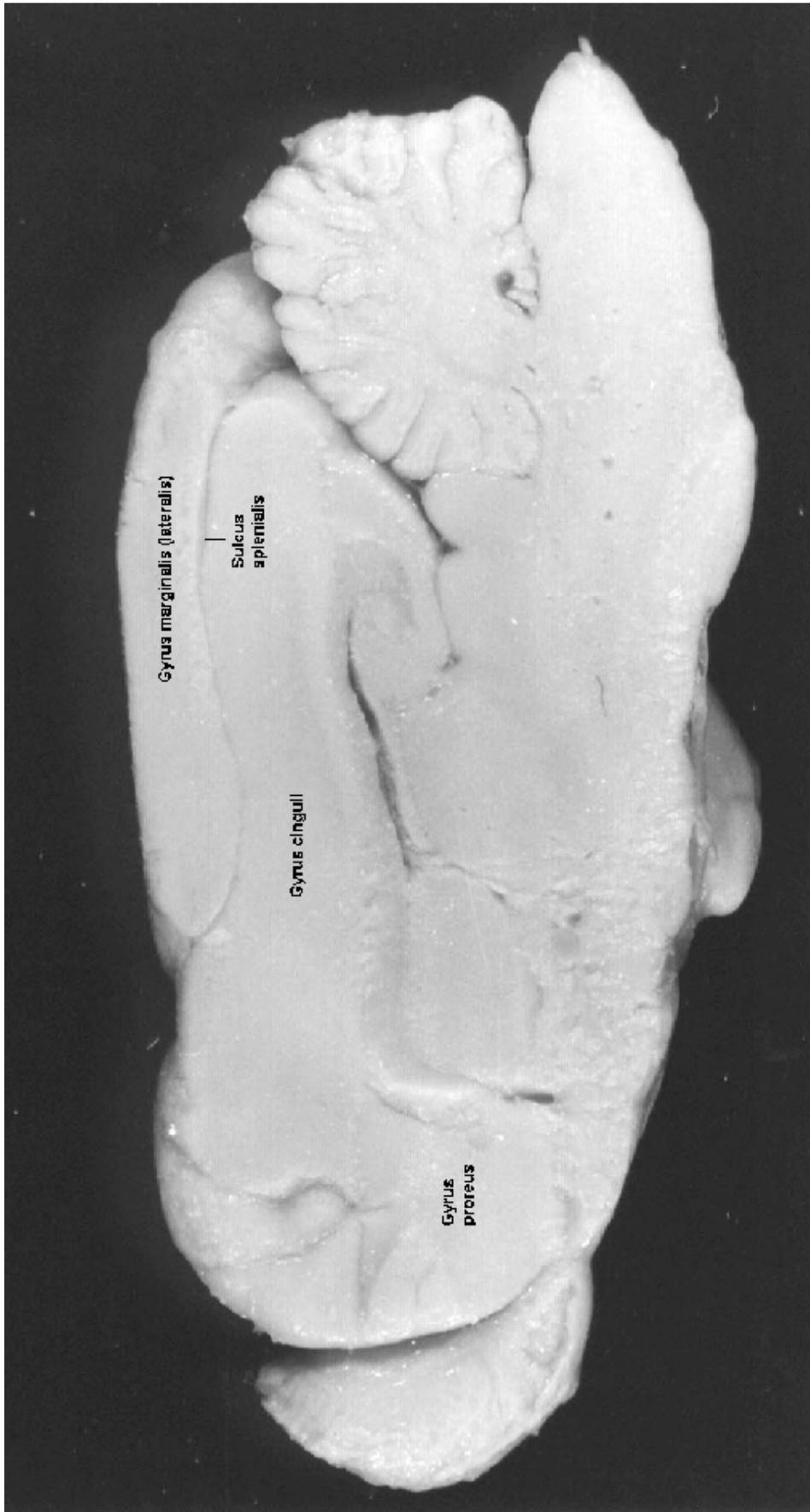


Abb. 13 Medialansicht (rechte Hemisphäre) eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16882). Angabe und Benennung der Furche sowie der Windungen (BRAUER und SCHÖBER, 1970). 5,8fache Vergrößerung

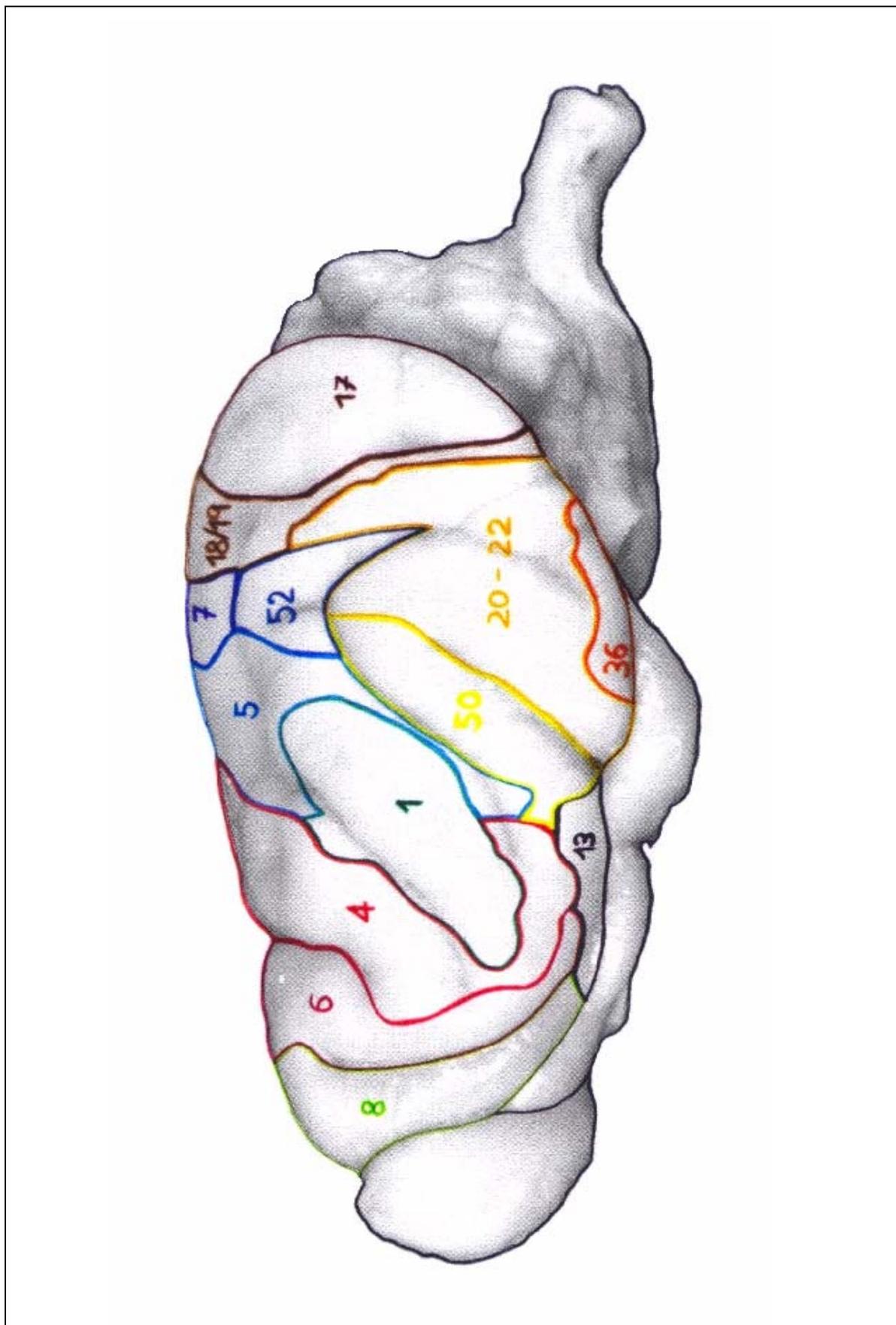


Abb. 14 Regionen und Areae des Neocortex von *Mustela vison*. Lateralansicht (linke Hemisphäre) eines weiblichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16897). 4,9fache Vergrößerung

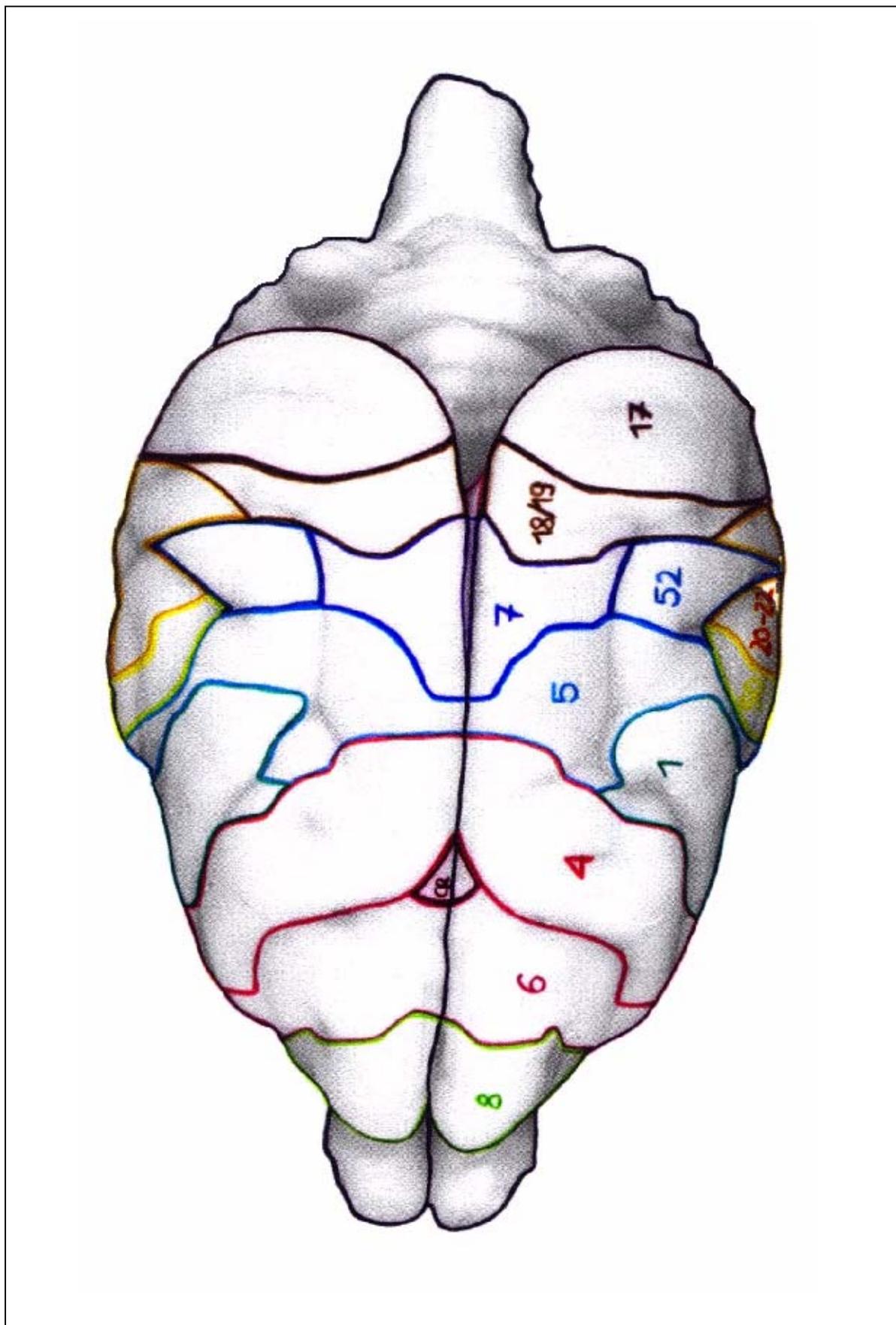


Abb. 15 Regiones und Areae des Neocortex von *Mustela vison*. Dorsalansicht eines weiblichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16897). 4,7fache Vergrößerung

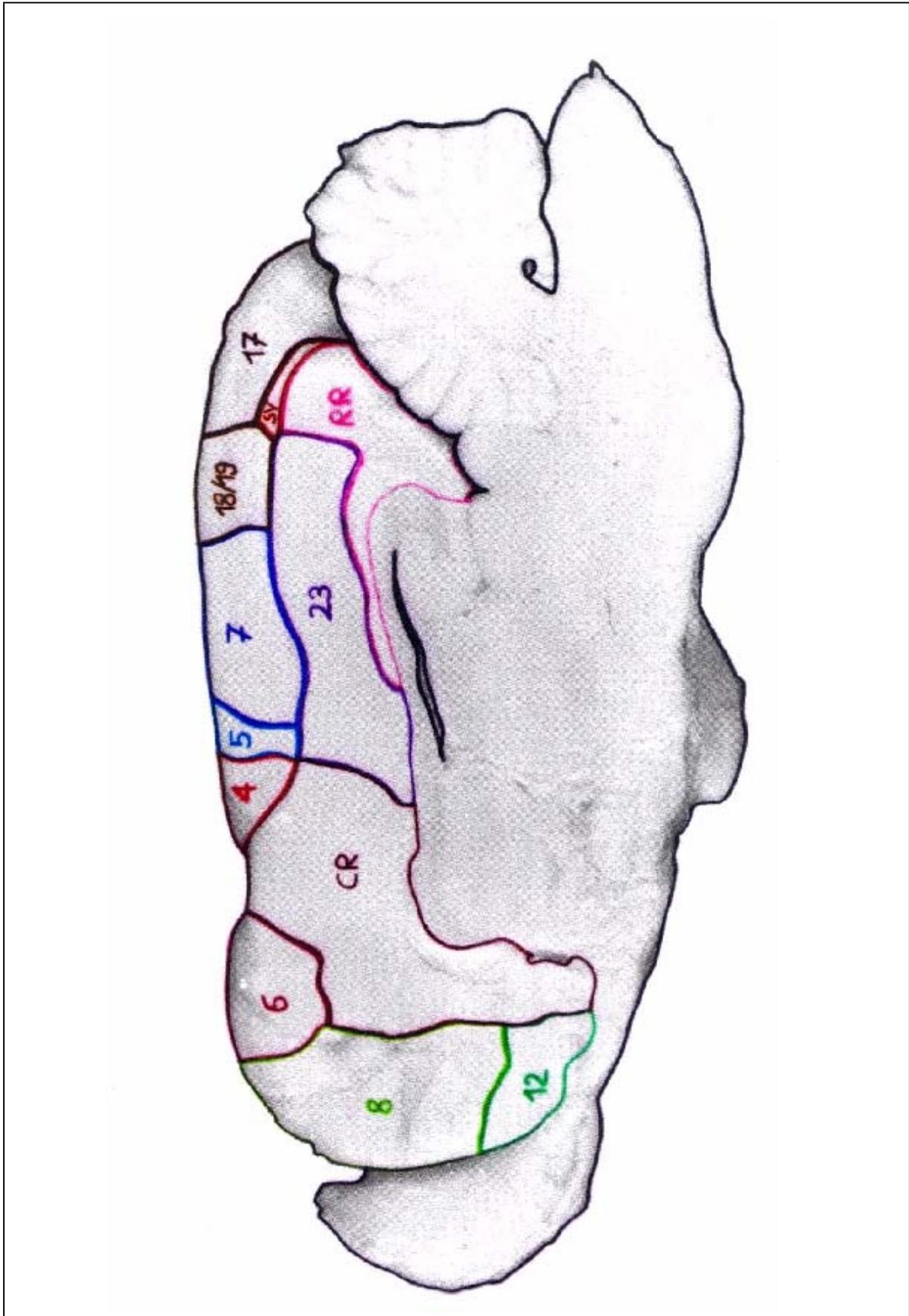


Abb. 16 Regionen und Areae des Neocortex von *Mustela vison*. Medialansicht eines männlichen Wildminkgehirnes (Präparat-Nr. 16882). 5,6fache Vergrößerung

3.2 Quantitativer Vergleich der relativen Anteile der Neocortex-Areale von Wild- und Farmmink

Zunächst fand in dieser Studie ein Vergleich der Relativwerte der Neocortex-Strukturen zwischen den weiblichen und männlichen Individuen der Wild- sowie Farmminks statt. Bei diesen Werten handelt es sich um die mittleren prozentualen Anteile der absoluten Volumina der neocorticalen Hirnareale an der Hirnsubstanz. Der Vergleich wurde mittels eines zweiseitigen t-Tests durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau auf $p \leq 0,05$ festgelegt wurde.

Schließlich konnte bei der Überprüfung der Prozentwerte der insgesamt 18 Felder und 9 Regionen des Neocortex innerhalb der Wildminkgruppe kein Geschlechtsdimorphismus festgestellt werden. Gleiches gilt für die Haustierform. Lediglich für ein neocorticales Feld - Area 1 - ergab sich eine signifikante Differenz beim Farmmink. Diese ist jedoch als Einzel- oder Ausnahmefall zu betrachten und womöglich auf den geringen Stichprobenumfang zurückzuführen. Darüber hinaus wurde für diese Area bei *Mustela vison energumenos* kein signifikanter Unterschied ermittelt.

Insofern können in dieser Studie geschlechtsdimorphe Unterschiede für die neocorticalen Hirnstrukturen ausgeschlossen werden. Im folgenden werden daher nur die Relativwerte der Neocortex-Areale zwischen den Wild- und Farmminks verglichen.

Die absoluten Volumina der neocorticalen Areale von Wildminkfähen und -rüden differieren - entsprechend der unterschiedlichen Körper- und Gesamthirngröße - stark. Für die domestizierte Form sind ebenfalls größere Unterschiede festzustellen. Die maximalen Differenzen liegen im Bereich von 170 mm^3 .

Im Vergleich dazu zeigen die Prozentwerte der neocorticalen Strukturen an der Hirnsubstanz mit geringen Schwankungen relativ einheitliche Werte - sowohl bei den Wild- als auch bei den Farmminks. Aufgrund dieser Ergebnisse wird die Annahme intraspezifisch isometrischer Beziehungen zwischen Gesamthirngröße und Hirnteilvolumen [KRUSKA und STEPHAN, 1973] erneut gestützt.

In den Tabellen 19b und 20b (siehe Anhang) sowie 23a - 23b und 24a - 24b (siehe Seite 64 und 65) sind die gemittelten Werte der relativen Anteile gelistet. Diese dienen auch zur Berechnung der Signifikanz. Des weiteren beinhalten die Tabellen Minima und Maxima der Prozentwerte sowie die entsprechenden Streuungsmaße. Letztere geben die Differenz zwischen den Extremwerten an.

Die Tabellen 25a (siehe Anhang) und 25b (siehe Seite 66) geben Auskunft über signifikante bzw. nicht signifikante Unterschiede zwischen den Relativwerten der Neocortex-Felder und -Regionen von Wild- und Farmmink.

3.2.1 Der motorische Neocortex

Der prozentuale Anteil des gesamten motorischen Cortex an der Hirnsubstanz beträgt beim Wildmink durchschnittlich 5,73 % und ist demzufolge um 0,39 % geringfügig größer als die motorische Rinde der domestizierten Form (5,34 %). Weitaus geringere Unterschiede zeigen die Areae dieses Funktionsareals. Der primäre motorische Cortex (Area 4) weist bei der Wildform einen mittleren Prozentwert von 3,58 % auf. Dieser differiert um lediglich 0,25 % vom Farmminkwert (3,33 %). Für die sekundäre motorische Rinde (Area 6) wurden noch geringere Unterschiede von 0,14 % festgestellt (Wildmink 2,15 %; Farmmink 2,01 %). Area 6 repräsentiert bei der Wild- als auch bei der Haustierform das kleinere Feld der motorischen Rinde.

Der mittlere prozentuale Anteil des grauen Neocortex an der Hirnsubstanz beträgt bei den Wildtieren 39,2 %, bei der domestizierten Form 38,4 %. Insofern liegt der prozentuale Anteil des motorischen Cortex am grauen Neocortex für die Stammart bei durchschnittlich 14,6 %, für *Mustela vison* f. dom. bei 13,9 %. Folglich nimmt das motorische Areal ungefähr 1/7 des Volumens der grauen Neocortex-Substanz ein und weist beim Wild- und Farmmink eine mittelgroße relative Ausdehnung auf.

3.2.2 Der somatosensorische Neocortex

Die quantitativen Untersuchungen lieferten für die gesamte somatosensorische Rinde beim Wildmink einen prozentualen Anteil an der Hirnsubstanz von durchschnittlich 8,38 %. Der Wert der Haustierform ist mit 8,05 % um nur 0,33 % niedriger. Deutlich geringere Differenzen weisen die somatosensorischen Felder auf. Der primäre somatosensorische Cortex (Area 1) ist bei *Mustela vison* f. dom. im Mittel mit 1,80 % an der Hirnsubstanz beteiligt, bei der Stammform mit 2,01 %. Daraus ergibt sich ein Differenzwert von 0,21 %. Der Relativwert der sekundären somatosensorischen Rinde (Areae 5, 7 und 52) liegt bei der domestizierten Form (6,24 %) durchschnittlich um nur 0,14 % unterhalb des Wertes für den Wildmink (6,38 %). Die Befunde zeigen, daß die somatosensorische Assoziationsrinde auch beim Farmmink das größere somatosensorische Areal repräsentiert. Hierbei entfallen 2,94 % auf Area 5, 1,11 % auf Area 7 und 2,19 % auf Area 52. Im Gegensatz dazu sind die Areae 5, 7 und 52 bei der Wildform mit folgenden mittleren Relativwerten an der Hirnsubstanz beteiligt: 3,52 %, 0,98 % und 1,87 %.

Der prozentuale Anteil der somatosensorischen Rinde am grauen Neocortex beträgt im Mittel 21,4 % bei der Stammform und 21,0 % bei der Haustierform. Mit 1/5 bis 1/4 des

Volumens der grauen Neocortex-Substanz stellt der somatosensorische Cortex bei der Wild- und ihrer Haustierform ein relativ großes Gebiet im Telencephalon dar.

3.2.3 Der auditorische Neocortex

Für die gesamte auditorische Rinde wurde bei der Wildart ein durchschnittlicher Prozentwert von 4,91 % berechnet. Dieser liegt mit 0,24 % geringfügig unterhalb des Wertes für *Mustela vison* f. dom. (5,15 %). Die relativen Anteile der Area 50 an der Hirnsubstanz unterscheiden sich im Mittel um 0,35 % (Wildmink 1,45 %; Farmmink 1,10 %). Im Gegensatz dazu beträgt der prozentuale Anteil der Area 20 - 22 beim Farmmink durchschnittlich 4,05 % und ist somit um 0,58 % größer als bei der Stammform (3,47 %). Die Gesamtarea 20 - 22 stellt beim Wild- und Farmmink das größere auditorische Rindengebiet dar.

Im weiteren ist der gesamte akustische Cortex bei der domestizierten Form mit durchschnittlich 13,4 %, bei der Wildform mit 12,5 % am grauen Neocortex beteiligt. Demnach umfaßt die Hörrinde 1/8 bis 1/7 des Neocortex-Volumens und ist beim Mink als ein mittelgroßes Areal im Endhirn vertreten.

3.2.4 Der visuelle Neocortex

Die gesamte visuelle Rinde weist beim Wildmink einen mittleren prozentualen Anteil von 5,89 % an der Hirnsubstanz auf. Dieser liegt um 0,54 % unterhalb des entsprechenden Farmminkwertes (6,43 %). Anders verhält es sich bei den optischen Areae. Bei *Mustela vison energumenos* besitzt die primäre Sehrinde (Area 17) einen mittleren Relativwert von 3,74 %, der um lediglich 0,23 % vom Prozentwert der Haustierform (3,97 %) differiert. Ähnliches gilt für den sekundären visuellen Cortex (Area 18/19 und Area SV). Dieser ist bei der Wildart mit 2,15 % an der Hirnsubstanz beteiligt und liegt um 0,31 % unterhalb des Wertes für *Mustela vison* f. dom. (2,46 %). Letzterer beinhaltet Area 18/19 mit 1,93 % und Area SV mit 0,53 %. Bei den Wildtieren ist Area 18/19 mit durchschnittlich 1,67 % an der Hirnsubstanz beteiligt und somit deutlich größer als Area SV (0,48 %). Dies ist ebenso bei der Haustierform der Fall. Schließlich stellt Area 17 beim Wild- und Farmmink das größere der optischen Rindenareale dar.

Der prozentuale Anteil des visuellen Cortex an der grauen Neocortex-Substanz beträgt bei der Wildform durchschnittlich 15,0 %, während er bei der domestizierten Form mit 16,7 % etwas höher liegt. Generell nimmt das optische Rindengebiet bei *Mustela vison* ungefähr 1/7

bis 1/6 des Volumens des grauen Neocortex ein und zeigt eine mittelgroße relative Ausdehnung.

3.2.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices

Der prozentuale Anteil des **frontalen Assoziationscortex** an der Hirnsubstanz beträgt bei der Stammform durchschnittlich 4,65 %, bei der Haustierform 4,04 %. Demnach ist die Regio frontalis bei *Mustela vison energumenos* um 0,61 % größer. Der mittlere Anteil der Area 8 liegt beim Wildmink bei 4,18 % und somit durchschnittlich 0,54 % oberhalb des Wertes für die domestizierte Form (3,64 %). Demgegenüber ist Area 12 bei der Wildart mit 0,48 % um lediglich 0,08 % größer als bei *Mustela vison* f. dom. (0,40 %). Area 8 stellt beim Wild- und Farmmink das eindeutig größere frontale Rindenfeld dar.

Weiterhin ist die frontale Assoziationsrinde im Mittel mit 11,9 % bei der Wildform und mit 10,5 % bei der Haustierform am grauen Neocortex beteiligt. 1/9 bis 1/8 des Volumens der grauen Neocortex-Substanz einnehmend zeigt der frontale Cortex beim Mink eine mittelgroße relative Ausdehnung.

Für die temporale Area 36 wurde beim Wildmink ein prozentualer Anteil an der Hirnsubstanz von durchschnittlich 0,76 % errechnet. Der mittlere Relativwert der domestizierten Form liegt mit 0,90 % um 0,14 % geringfügig höher.

Die **multimodale Assoziationsarea 36** ist mit einem durchschnittlichen Relativwert von 1,95 % bei *Mustela vison energumenos* und 2,34 % bei *Mustela vison* f. dom. am grauen Neocortex beteiligt. Mit 1/51 bzw. 1/43 des Volumens des grauen Neocortex stellt Area 36 bei den Wild- und Farmminks ein äußerst kleines Gebiet im Telencephalon dar.

Die prozentualen Anteile des Inselfeldes 13 an der Hirnsubstanz differieren von der Stamm- zur Haustierform um nur 0,23 % (Wildmink 2,28 %; Farmmink 2,05 %).

Das Volumen der **paralimbischen Assoziationsarea 13** macht bei der Wildart im Mittel 5,82 % und bei der domestizierten Form 5,33 % der grauen Neocortex-Substanz aus. Somit zeigt Area 13 bei *Mustela vison* mit 1/19 bis 1/17 des Neocortex-Volumens eine kleine relative Ausdehnung.

Die **cinguläre Rinde** (= paralimbisches Assoziationsareal) ist beim Wildmink mit durchschnittlich 4,55 % an der Hirnsubstanz beteiligt und somit geringfügig größer als der cinguläre Cortex von *Mustela vison* f. dom. (4,30 %). Weiterhin besitzt Area 23 bei der Stammform einen mittleren Anteil von 2,47 % an der Hirnsubstanz. Dieser liegt

durchschnittlich um nur 0,10 % oberhalb des Wertes für den Farmmink (2,37 %). Für die Area CR wurde ein ebenso geringer Differenzwert von 0,15 % ermittelt (Wildmink 2,08 %; Farmmink 1,93 %). Sowohl bei der Wild- als auch bei der Haustierform nimmt Area 23 den größeren Anteil des cingulären Cortex ein.

Weiterhin ist die cinguläre Region bei den Wildtieren mit durchschnittlich 11,6 % am grauen Neocortex beteiligt, bei der domestizierten Form mit 11,2 %. Insofern umfaßt das cinguläre Areal beim Mink 1/9 bis 1/8 der grauen Neocortex-Substanz und nimmt ein mittelgroßes Gebiet im Telencephalon ein.

Für den **retrosplenialen Cortex** (= paralimbisches Assoziationsareal) wurde für *Mustela vison energumenos* ein prozentualer Anteil von durchschnittlich 2,05 % an der Hirnsubstanz ermittelt. Dieser liegt um 0,14 % geringfügig unterhalb des entsprechenden Farmminkwertes (2,19 %).

Im weiteren beträgt der mittlere Relativwert am grauen Neocortex beim Wildmink 5,22 %, beim Farmmink 5,68 %. Demnach macht das retrospleniale Assoziationsgebiet beim Mink ungefähr 1/19 bis 1/18 des Neocortex-Volumens aus und repräsentiert ein kleines Rindengebiet im Endhirn.

Die weitgehend übereinstimmenden Relativwerte deuten bei der Wildart sowie bei der Haustierform auf eine gleiche Proportionierung der untersuchten Neocortex-Felder hin. Diese verhalten sich isometrisch zum Gesamthirn und zeigen eine relativ einheitliche Hirnzusammensetzung innerhalb der adulten Tiere.

Deutliche Unterschiede lassen sich hingegen zwischen den Streuungsmaßen der untersuchten Strukturen bei den Wild- und Farmminks beobachten. Die domestizierte Form weist in der Mehrzahl der Fälle höhere Streuungswerte als ihre Stammform auf. Dies kommt vor allem in bezug auf den grauen Neocortex zum Ausdruck, der den höchsten aller ermittelten Differenzwerte besitzt. Während das Streuungsmaß der Wildtiere bei 1,90 liegt, zeigt die graue Neocortex-Substanz bei *Mustela vison* f. dom. eine nahezu dreifach breitere Streuung (5,30). Darauf folgt der somatosensorische Cortex, welcher beim Farmmink ebenfalls ein fast dreifach so hohes Streuungsmaß (1,44) im Vergleich zur Wildart (0,52) hat. Dieses ist insbesondere auf die hohe Streuung der sekundären somatosensorischen Rinde (Areae 5, 7 und 52) zurückzuführen, die bei der Haustierform mit einem Wert von 1,37 doppelt bis dreifach so groß ist wie diejenige der Wildform (0,56). Des weiteren nimmt das Streuungsmaß des gesamten auditorischen Cortex beim Farmmink mit 1,34 einen nahezu vierfach höheren Wert ein als bei der Wildart (0,36). Dies ist wiederum bedingt durch den

hohen Differenzwert der auditorischen Area 20 - 22, der beim Farmmink 1,18, bei der Stammform hingegen 0,45 beträgt. Für den visuellen Neocortex (1,23), den motorischen Cortex (0,64), die frontale Assoziationsrinde (0,73), das temporale Assoziationsgebiet (0,32) und den retrosplenialen Cortex (0,67) konnten ebenfalls höhere Streuungsmaße bei der domestizierten Form festgestellt werden.

Neben diesen Werten weisen die Vertreter der Wild- und Farmminks jedoch auch gleiche Streuungsmaße auf. Hinsichtlich einiger weniger neocorticaler Rindenfelder besitzt die Wildform sogar etwas höhere Streuungswerte als *Mustela vison* f. dom.. In diesen Fällen sind die Unterschiede jedoch äußerst gering und liegen im Zehntel- bis Hundertstel-Bereich. Insofern kann bei der Haustierform auf durchschnittlich höhere Streuungsmaße der neocorticalen Hirnstrukturen geschlossen werden. Dieser Befund stimmt mit Resultaten vergleichbarer Studien überein und stützt abermals den allgemeinen Effekt der Domestikation, der in einer größeren Variabilität resultiert [KOHANE und PARSONS, 1988; KRUSKA, 1996].

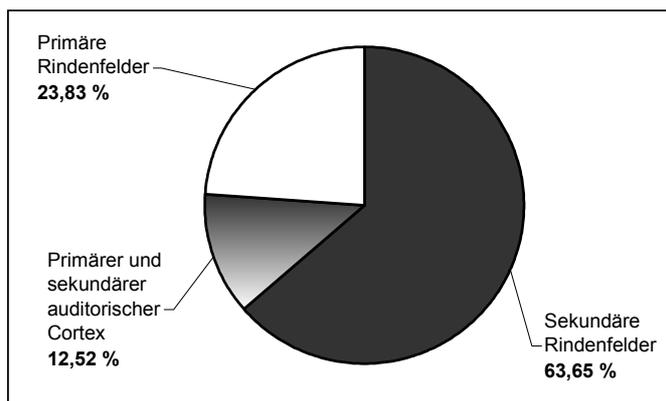


Abb. 17 Prozentuale Zusammensetzung des grauen Neocortex der Wildminkgehirne (n = 6). Grauer Neocortex = 100 %

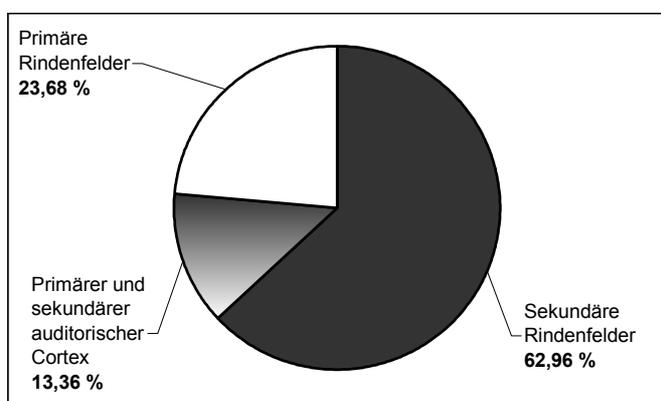


Abb. 18 Prozentuale Zusammensetzung des grauen Neocortex der Farmminkgehirne (n = 6). Grauer Neocortex = 100 %

Die Abbildungen 17 und 18 (siehe Seite 62) zeigen, daß die Gehirne von Wild- und Farmminks mit geringen Abweichungen eine nahezu identische prozentuale Zusammensetzung des grauen Neocortex aus primären und sekundären Rindenfeldern aufweisen. Weiterhin wird deutlich, daß die sekundären Areae den weitaus größeren Anteil der grauen Neocortex-Substanz ausmachen. Ihr prozentualer Anteil ist ungefähr doppelt so groß wie der Wert für die primären Felder. Auf mögliche Deutungen soll in der Diskussion näher eingegangen werden.

Tab. 23a Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der neocorticalen Funktionsareale an den weiblichen und männlichen Wildminkgehirnen. Hirnsubstanz = 100%

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	3,58	3,36	3,84	0,48
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	2,15	2,04	2,25	0,21
Motorischer Neocortex	5,73	5,48	6,01	0,53
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	2,01	1,63	2,26	0,63
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areae 5, 7 und 52)	6,38	6,05	6,61	0,56
Somatosensorischer Neocortex	8,38	8,12	8,64	0,52
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 - 22)	4,91	4,76	5,12	0,36
Auditorischer Neocortex	4,91	4,76	5,12	0,36
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	3,74	3,53	4,17	0,64
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	2,15	1,77	2,42	0,65
Visueller Neocortex	5,89	5,44	6,46	1,02

Tab. 23b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der neocorticalen Funktionsareale am grauen Neocortex weiblicher und männlicher Wildminkgehirne. Grauer Neocortex = 100%

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	9,14	8,57	9,76	1,19
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	5,48	5,26	5,65	0,39
Motorischer Neocortex	14,6	14,1	15,3	1,20
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	5,14	4,20	5,92	1,72
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areae 5, 7 und 52)	16,3	15,6	17,1	1,50
Somatosensorischer Neocortex	21,4	20,7	22,0	1,30
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 - 22)	12,5	12,1	12,8	0,70
Auditorischer Neocortex	12,5	12,1	12,8	0,70
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	9,55	8,83	10,8	1,97
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	5,48	4,63	6,09	1,46
Visueller Neocortex	15,0	14,3	16,7	2,40

Tab. 24a Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der neocorticalen Funktionsareale an den weiblichen und männlichen Farmminkgehirnen. Hirnsubstanz = 100%

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	3,33	3,05	3,49	0,44
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	2,01	1,80	2,22	0,42
Motorischer Neocortex	5,34	4,97	5,61	0,64
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	1,80	1,61	1,98	0,37
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areae 5, 7 und 52)	6,24	5,71	7,08	1,37
Somatosensorischer Neocortex	8,05	7,41	8,85	1,44
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 - 22)	5,15	4,48	5,82	1,34
Auditorischer Neocortex	5,15	4,48	5,82	1,34
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	3,97	3,67	4,26	0,59
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	2,46	2,10	2,78	0,68
Visueller Neocortex	6,43	5,81	7,04	1,23

Tab. 24b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der neocorticalen Funktionsareale am grauen Neocortex weiblicher und männlicher Farmminkgehirne. Grauer Neocortex = 100%

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	8,67	8,14	9,59	1,45
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	5,23	4,94	5,43	0,49
Motorischer Neocortex	13,9	13,5	14,9	1,40
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	4,71	4,40	5,45	1,05
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areae 5, 7 und 52)	16,3	15,3	17,6	2,30
Somatosensorischer Neocortex	21,0	19,9	22,6	2,70
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 - 22)	13,4	12,3	14,0	1,70
Auditorischer Neocortex	13,4	12,3	14,0	1,70
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	10,3	9,49	11,4	1,91
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	6,39	5,79	6,67	0,88
Visueller Neocortex	16,7	15,9	17,9	2,00

Tab. 25b t-Test der Relativwerte der corticalen Funktionsareale zwischen Wild- und Farmmink aus den Tabellen 23a und 24a (siehe Seite 64 und 65)
Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Varianz (s^2), t-Prüfgröße (t), Signifikanz (Sig.), Irrtumswahrscheinlichkeit (α) in %

n.s. = nicht signifikant
* = signifikant
** = hoch signifikant
*** = höchst signifikant

Freiheitsgrade: $2(n - 1) = 10$

Hirnareae und Hirnregionen	Wildmink (n = 6)			Farmmink (n = 6)			t	Sig.	α
	\bar{x}	s	s^2	\bar{x}	s	s^2			
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	3,58	0,17	0,029	3,33	0,18	0,032	2,479	*	0,05
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	2,15	0,07	0,005	2,01	0,14	0,019	2,214	n.s.	
Motorischer Neocortex	5,73	0,20	0,042	5,34	0,26	0,065	2,920	*	0,05
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	2,01	0,22	0,015	1,80	0,14	0,018	2,018	n.s.	
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areae 5, 7 und 52)	6,38	0,23	0,053	6,24	0,48	0,234	0,640	n.s.	
Somatosensorischer Neocortex	8,38	0,20	0,040	8,05	0,53	0,284	1,420	n.s.	
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 – 22)	4,91	0,15	0,023	5,15	0,47	0,218	-1,198	n.s.	
Auditorischer Neocortex	4,91	0,15	0,023	5,15	0,47	0,218	-1,198	n.s.	
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	3,74	0,24	0,056	3,97	0,24	0,056	-1,683	n.s.	
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	2,15	0,23	0,053	2,46	0,23	0,052	-2,343	*	0,05
Visueller Neocortex	5,89	0,36	0,129	6,43	0,42	0,172	-2,411	*	0,05

3.3 Größenunterschiede der neocorticalen Hirnstrukturen vom Wild- zum Farmmink

In der folgenden Tabelle 26b sind die geometrischen Mittel (GM) der aus den Tabellen 17 und 18 (siehe Anhang) stammenden absoluten Volumina der neocorticalen Funktionsareale und ihrer Rindenfelder zusammengefaßt. Die Spalte VKG beinhaltet den geometrischen Variabilitätskoeffizienten (VKG), der die individuelle Variabilität innerhalb der untersuchten Wild- und Farmminkgruppen ausdrückt. Des weiteren gehen aus der Tabelle die Relativwerte hervor. Diese stellen die prozentualen Anteile der geometrischen Mittelwerte der Neocortex-Strukturen am geometrisch gemittelten Hirnvolumen dar. Darüber hinaus sind die körpergrößenunabhängigen prozentualen Größenabnahmen der Neocortex-Areale vom Wild- zum Farmmink bei einem Allometrieexponenten von $a = 0,40$ [KRUSKA, 1996] aufgeführt.

Während diese Tabelle ausschließlich Werte für die neocorticalen Funktionsareale enthält, sind in der Tabelle 26a (siehe Anhang) die entsprechenden Daten sämtlicher Neocortex-Felder und -Regionen gelistet.

Tab. 26b Geometrische Mittel (GM), geometrischer Variabilitätskoeffizient (VKG), Anteile der Strukturen (geometrische Mittel) am Gesamtgehirn (RW) und die körpergrößenunabhängigen prozentualen Größenabnahmen der neocorticalen Funktionsareale vom Wild- zum Farmmink (HGA). Die Werte für das Hirnvolumen wurden anhand der absoluten Volumina (siehe Tabellen 17 und 18 im Anhang) aus KRUSKA (1996) ermittelt.

Hirnareae und Hirnregionen	Wildmink (n = 6)			Farmmink (n = 6)			HGA
	GM	VKG	RW	GM	VKG	RW	
Primärer motorischer Neocortex (Area 4)	304	6,10	3,47	283	7,92	3,21	-25,6
Sekundärer motorischer Neocortex (Area 6)	182	6,02	2,08	171	8,50	1,94	-25,0
Motorischer Neocortex	486	5,98	5,55	453	7,97	5,14	-25,5
Primärer somatosensorischer Neocortex (Area 1)	170	3,22	1,94	153	9,50	1,74	-27,9
Sekundärer somatosensorischer Neocortex (Areale 5, 7 und 52)	540	7,69	6,16	530	7,49	6,01	-21,6
Somatosensorischer Neocortex	711	6,33	8,11	683	7,79	7,75	-23,2
Primärer und sekundärer auditorischer Neocortex (Area 50 und Area 20 - 22)	416	7,13	4,75	437	8,00	4,96	-16,0
Auditorischer Neocortex	416	7,13	4,75	437	8,00	4,96	-16,0
Primärer visueller Neocortex (Area 17)	317	7,76	3,62	337	5,44	3,82	-15,2
Sekundärer visueller Neocortex (Area 18/19 und Area SV)	181	11,1	2,07	208	7,39	2,36	-8,34
Visueller Neocortex	499	8,65	5,70	546	6,02	6,19	-12,7
Hirnvolumen	8.762		100	8.814		100	

3.3.1 Der motorische Neocortex

Die gesamte motorische Rinde und ihre Areae weisen deutliche Größenminderungen vom Wild- zum Farmmink auf. Zudem sind die Abnahmeintensitäten überaus einheitlich. Das durchschnittliche Reduktionsmaß beträgt 25,5 % und stellt im Vergleich zu den anderen Funktionsarealen die größte gesamte Volumenänderung dar. Für Area 4 wurde innerhalb des motorischen Neocortex der stärkste Reduktionswert von 25,6 % ermittelt. Die Minderung der sekundären motorischen Rinde (Area 6) unterscheidet sich mit 25,0 % lediglich im Hundertstel-Bereich von der des primären Rindengebietes (Area 4). Bei Betrachtung der Werte kommt die auffallend gleichmäßige Abnahme der motorischen Cortexareale zum Ausdruck. Die Befunde sind später zu diskutieren.

3.3.2 Der somatosensorische Neocortex

Der gesamte somatosensorische Cortex als auch seine Areae weisen ebenfalls deutliche Reduktionsintensitäten vom Wild- zum Farmmink auf. Es handelt sich um eine durchschnittliche Abnahme von 23,2 %. Während die primäre somatosensorische Rinde (Area 1) mit einer Volumenminderung von 27,9 % das größte Reduktionsmaß unter den Primärfeldern besitzt, ist der sekundäre somatosensorische Cortex (Areae 5, 7 und 52) bei der Haustierform um 21,6 % kleiner als bei der Stammform. Dabei entfällt auf Area 5 mit 33,1 % der eindeutig größte Abnahmewert innerhalb der somatosensorischen Rinde. Im Vergleich dazu sind die Abnahmeintensitäten der Area 7 mit 9,44 % und der Area 52 mit 6,20 % sehr gering. Die Größenabnahmen der somatosensorischen Rindenfelder sind teilweise recht unterschiedlich. Auf mögliche Deutungen soll jedoch erst in der Diskussion näher eingegangen werden.

3.3.3 Der auditorische Neocortex

Für den auditorischen Neocortex wurde ebenfalls eine Größenabnahme von der Wild- zu ihrer Haustierform festgestellt. Das Änderungsmaß liegt bei durchschnittlich -16,0 %. Verglichen mit der Reduktion des motorischen (-25,5 %) und somatosensorischen Cortex (-23,2 %) ist die Minderung deutlich geringer. Anders verhält es sich bei der auditorischen Area 50. Diese weist bei der domestizierten Form mit -39,1 % die größte Volumenabnahme aller neocorticalen Rindenfelder auf. Demgegenüber wurde für Area 20 - 22 eine deutlich geringere Minderung von 6,36 % berechnet.

3.3.4 Der visuelle Neocortex

Der Abnahmewert des visuellen Cortex vom Wild- zum Farmmink ist im Vergleich zur motorischen, somatosensorischen und auditorischen Rinde deutlich geringer. Im Mittel beträgt das Reduktionsmaß der Sehrinde 12,7 %. Der primäre visuelle Cortex (Area 17) erfährt bei *Mustela vison* f. dom. eine Minderung von 15,2 %. Im Gegensatz dazu weist die sekundäre Sehrinde (Area 18/19, Area SV) eine um nahezu 50 % geringere Abnahmeintensität von 8,34 % auf. Während für die Area 18/19 ein Reduktionsmaß von 7,04 % ermittelt wurde, zeigt die Area SV eine Volumenänderung von -12,8 %. Schließlich besitzt die primäre Sehrinde (Area 17) die stärkste Größenabnahme der visuellen Areae.

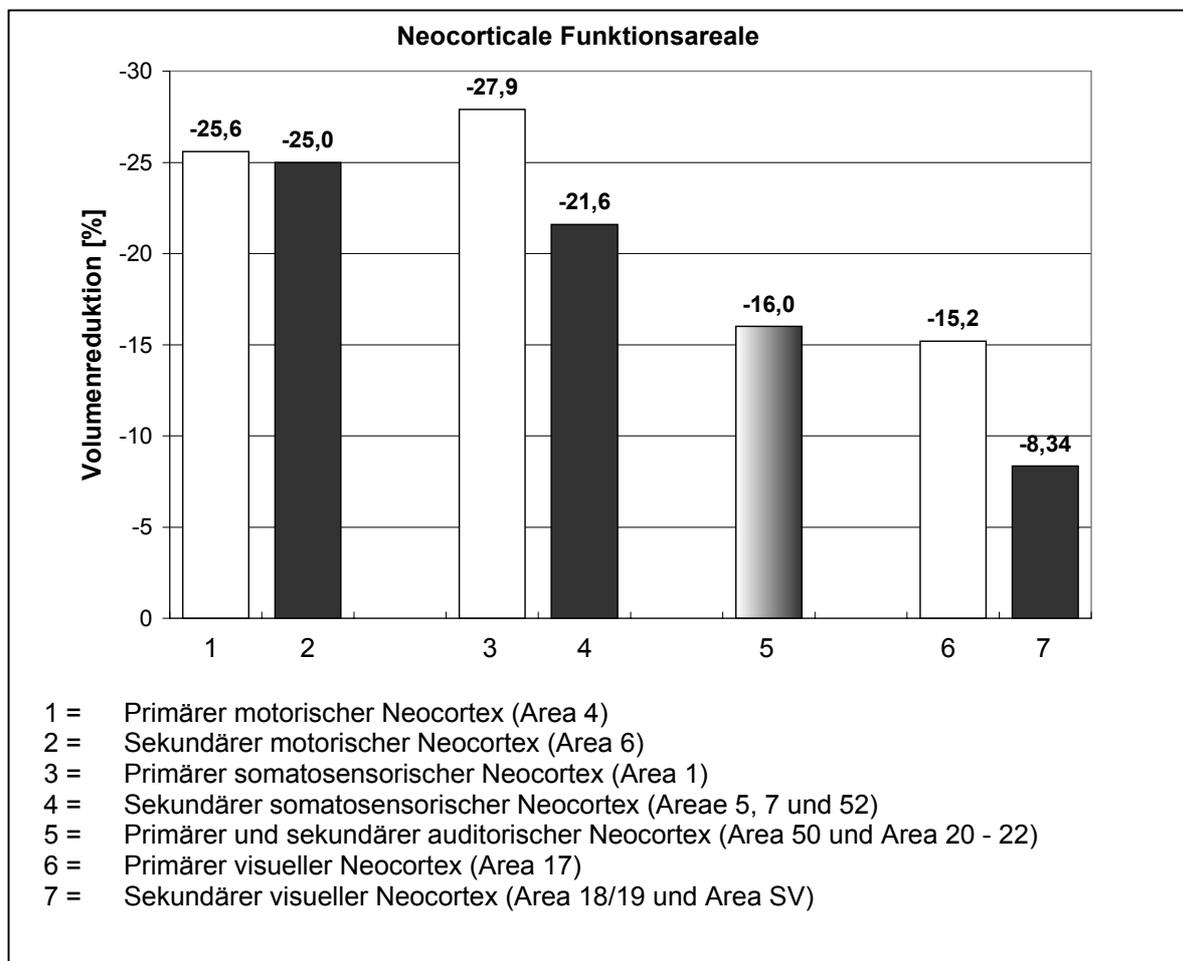


Abb. 19 Körpergrößenunabhängige prozentuale Größenabnahmen der neocorticalen Funktionsareale vom Wild- zum Farmmink (HGA) auf der Basis intraspezifischer allometrischer Beziehungen zwischen Hirn- und Körpergewichten (Allometrieexponent $a = 0,40$ nach KRUSKA (1996)); $n = 12$

In der Abbildung 19 (siehe Seite 69) wird deutlich, daß die primären Neocortex-Areale beim Farmmink in einem größeren Ausmaß reduziert worden sind als die sekundären Rindenfelder. Die Ergebnisse sind später zu diskutieren.

3.3.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices

Die **frontale Assoziationsrinde** ist bei der Haustierform um durchschnittlich 30,7 % kleiner als bei der Stammform. Verglichen mit allen anderen neocorticalen Regionen weist sie die stärkste Abnahmeintensität auf. Dabei entfällt auf Area 8 ein ähnlich hohes Reduktionsmaß von 30,1 %. Demgegenüber besitzt Area 12 eine etwas stärkere Minderung von 35,3 %. Insgesamt betrachtet zeigen die frontalen Cortexareale relativ einheitliche Größenänderungen.

Für die **multimodale Assoziationsarea 36** wurde bei der domestizierten Form im Durchschnitt ein Reduktionswert von lediglich 6,56 % ermittelt. Die Größenminderung der Area 36 unterscheidet sich nur geringfügig von dem Abnahmewert der temporalen Area 20 - 22 (-6,36 %). Mögliche Erklärungen werden in der Diskussion geliefert.

Das **Inselfeld 13** (= paralimbisches Assoziationsareal) hat beim Farmmink im Mittel um 28,0 % abgenommen und weist demzufolge die zweitgrößte Volumenreduktion aller neocorticalen Regionen auf.

Für die **cinguläre Rinde** (= paralimbisches Assoziationsareal) wurde eine durchschnittliche Größenabnahme von 24,2 % festgestellt. Die cingulären Areae zeigen - zusammen mit der Regio - recht einheitliche Volumenminderungen. Während Area 23 bei *Mustela vison* f. dom. um 23,3 % kleiner ist, besitzt Area CR ein geringfügig höheres Änderungsmaß von -25,6 %.

Der **retrospleniale Cortex** (= paralimbisches Assoziationsareal) ist im Mittel um 13,9 % beim Farmmink gemindert.

Schließlich wurde für den grauen Neocortex ein durchschnittlicher Abnahmewert von 21,5 % ermittelt (Tab. 26a, siehe Anhang). Im Vergleich dazu berechnete KRUSKA (1996) in seiner Studie, in der dieselben 12 Gehirne quantitativ untersucht wurden, für die graue Neocortex-Substanz eine mittlere Reduktionsintensität von 20,0 %. Demnach liegt hier eine Differenz von lediglich 1,5 % vor. Diese ist womöglich auf verschiedene Abgrenzungskriterien zurückzuführen. Für alle 24 untersuchten Wild- und Farmminkgehirne errechnete KRUSKA

(1996) für den grauen Neocortex eine durchschnittliche Größenminderung von 18,8 %. Dieser unterschiedliche Abnahmewert ist wahrscheinlich - neben anderen Abgrenzungsverfahren - durch den größeren Stichprobenumfang bedingt, in dem weiterhin die höhere Variabilität des grauen Neocortex zum Ausdruck kommt.

Die Reduktion des Gesamthirns beträgt 19,6 % [KRUSKA, 1996] und liegt somit geringfügig unterhalb der in dieser Studie ermittelten Größenminderung des grauen Neocortex.

4. Diskussion

Die vorliegenden quantitativen Untersuchungen haben intraspezifische Umproportionierungen und deutliche körpergrößenunabhängige Volumenreduktionen des grauen Neocortex und seiner Areale vom Wild- zum Farmmink ergeben. Diese sind auf domestikationsbedingte Einflüsse zurückzuführen.

Die Größenabnahmen von zentralnervösen Strukturen deuten auf domestikationsbedingte Leistungs- und Verhaltensänderungen hin [KRUSKA und STEPHAN, 1973; KRUSKA, 1975a, b]. Unterschiedliche graduelle Abnahmewerte können möglicherweise Parameter für unterschiedliche Leistungsminderungen darstellen. Da die Funktion einzelner Hirnstrukturen zum Teil nur ungenau oder gar nicht bekannt sind, können Bewertungen der Hirnänderungen und deren Zuordnung zu bestimmten Verhaltensänderungen nur Möglichkeiten aufzeigen, aber keine sicheren Aufschlüsse bringen.

Der graue Neocortex weist in dieser Studie eine Größenminderung vom Wild- zum Farmmink von 21,5 % auf. Für die weiße Neocortex-Substanz ermittelte KRUSKA (1996) bei *Mustela vison* f. dom. eine geringere Minderung von 14,9 %. Daraus ergibt sich beim Farmmink für den gesamten Neocortex eine Größenabnahme von 17,8 % [KRUSKA, 1996]. Vergleichend-quantitative Untersuchungen des Neocortex wurden bislang an Wanderratten und albinotischen Laborratten [KRUSKA, 1975a], Iltissen und Frettchen [SCHUHMACHER, 1963], Wölfen und Pudeln [SCHLEIFENBAUM, 1973], Guanakos und Lamas bzw. Alpakas [KRUSKA, 1980], Mufflons und Hausschafen [EBINGER, 1974, 1975a, b] sowie Wild- und Hausschweinen [KRUSKA, 1970; PLOGMANN und KRUSKA, 1990] durchgeführt. Im Gegensatz zum Farmmink zeigen die domestizierten Formen der höher evoluierten Säugetiere weitaus stärkere Reduktionsintensitäten des Neocortex. HERRE und RÖHRS (1990) zufolge beeinflussen die Bedingungen der Domestikation den Neocortex von höher entwickelten Säugetieren stärker als den von primitiveren Säugern. Dabei stellt insbesondere der Grad der Neocorticalisation ein Maß für die Cephalisations- und somit auch für die Entwicklungshöhe der Säugetiere dar [STEPHAN und BAUCHOT, 1965; HERRE und RÖHRS, 1990]. *Mustela*-Arten und demnach auch der Mink gelten als basale Carnivoren [THENIUS, 1969] mit einem entsprechend geringen Grad der Hirnevolution [THIEDE, 1966; 1973; KRUSKA, 1987a, 1988b]. Insofern könnte die geringere Minderung des grauen Neocortex vom Wild- zum Farmmink - neben anderen Faktoren - mit dem niederen Cerebralisationsniveau des Minks in Verbindung stehen. *Mustela vison* f. dom. weist jedoch auch größere Reduktionsintensitäten von neocorticalen Arealen auf. Zudem besitzt das Frettchen eine körpergrößenunabhängige Reduktion des Gesamtgehirns von 30 % [ESPENKÖTTER, 1982]. Diese ist vergleichbar mit Abnahmeintensitäten, die für andere

Raubtiervertreter - wie Katze und Hund - ermittelt wurden. Demnach scheint das Cerebralisationsniveau innerhalb der Ordnung der Carnivora für die Intensität der Größenabnahme während der Domestikation nur von geringerer Bedeutung zu sein [KRUSKA, 1996].

Der Neocortex ist die phylogenetisch jüngste Struktur im Säugetiergehirn und wird als Sitz der höchsten integralen Funktionen bewertet. Er ist von entscheidender Bedeutung für die Speicherkapazität und Schaltkomplexität des Gehirns; hier enden die Nervenbahnen aus allen Sinnesorganen (Auge, Ohr, Nase, Haut, usw.), und von hier aus erfolgt die Steuerung der Bewegungsabläufe [BENECKE, 1994]. Der Neocortex wird daher auch als ein Assoziations- und Korrelationszentrum [STARCK, 1982] angesehen. Größenunterschiede des Neocortex werden mit Unterschieden in der Leistung höherer zentralnervöser Funktionen in Verbindung gebracht. Dabei setzt sich die Gesamtreduktion der Neocortex-Rinde aus den Volumenänderungen der verschiedenen neocorticalen Funktionsareale zusammen. In dieser Hinsicht erfolgte eine Arealisierung des Neocortex hier erstmalig. Es resultierten graduell unterschiedlich hohe Abnahmewerte für verschiedene Felder und Regionen des Neocortex vom Wild- zum Farmmink. Diese deuten darauf hin, daß sehr wahrscheinlich die vielfältigen Funktionen der neocorticalen Areale durch die Domestikation bedingt gemindert sind. Die komplexen Verschaltungen der verschiedenen afferenten und efferenten Systeme mit- und ineinander erschweren hingegen detailliertere Aussagen, zumal über die funktionelle Bedeutung beim Mink wenig bekannt ist. Für Primaten und wenige andere Säugetierarten wurden allerdings begründete Vorstellungen darüber erarbeitet. In der Diskussion soll daher unter Vorbehalt versucht werden, die anatomisch ermittelten Größenunterschiede homologer Strukturen in ihrer funktionellen Bedeutung zu interpretieren.

Die Ergebnisse dieser Studie haben zum einen ergeben, daß bei *Mustela vison* f. dom. die rostral gelegenen Neocortex-Areale größere Reduktionen als die caudal lokalisierten Rindengebiete aufweisen. Der Mosaikmodus dieser quantitativen Änderungen ist durch die Domestikation bedingt und bestätigt abermals eine Heterochronie. Die Fissura Sylvii könnte diesbezüglich als eine Art Grenzfurche angesehen werden. Zu den vor dieser Fissura lokalisierten Arealen gehören der frontale, motorische, insuläre und cinguläre Cortex sowie die somatosensorischen Felder 1 und 5 und die auditorische Area 50. Diese Neocortex-Felder besitzen Abnahmeintensitäten im Bereich von 23 bis 39 %. Demgegenüber liegen die Minderungen der caudalen Rindenareale nur zwischen 6 und 15 %. Diesen können die somatosensorischen Felder 7 und 52, die auditorische Area 20 - 22, das temporale Feld 36 sowie der gesamte visuelle und retrospleniale Cortex zugeordnet werden. Schließlich könnten die caudalen Rindengebiete erst bei längerer Domestikationsdauer in einem signifikanteren Ausmaß betroffen sein. Neuere Untersuchungen von KRUSKA und

SIDOROVICH (2003) stehen jedoch im Widerspruch zu dieser Annahme. In ihrer Studie wurden vergleichende allometrische Untersuchungen der Schädel von adulten Minks kanadischer Herkunft und von solchen aus Weißrußland durchgeführt. Bei den Belarus-Minks handelt es sich um Populationen, die zufälligen Ausbrüchen von Farmminks oder deren beabsichtigter Aussetzung entstammen. Im Ergebnis waren die Minkschädel aus Weißrußland signifikant verschieden von denen aus Kanada. Dabei sind die Unterschiede identisch mit intraspezifischen Änderungen, die durch die Domestikation bedingt vom Wild- zum Farmmink geführt haben [KRUSKA und SIDOROVICH, 2003]. Insofern repräsentieren die Individuen aus Weißrußland in der Schädelgestalt und Hirngröße immer noch den Farmmink-Typus, obwohl sie über viele Generationen verwildert sind. Es ist weiterhin anzunehmen, daß Veränderungen während der Domestikation relativ schnell auftreten. Nach KRUSKA und SIDOROVICH (2003) waren ungefähr 80 Jahre und 80 Generationen vom Beginn der Mink-Domestikation um 1866 bis zur Zeit der Aussetzung in 1950 ausreichend, um die beobachteten Domestikationseffekte zu manifestieren; spätere Änderungen haben sich nicht ergeben. Diese Befunde deuten sehr wahrscheinlich darauf hin, daß auch bei einer länger andauernden Domestikation des Farmminks keine weiteren Reduktionen der caudalen Neocortex-Areale zu erwarten sind. Ein Nachweis dafür ist bislang aber noch nicht erbracht. Die Gründe für die graduell unterschiedlichen Reduktionen der rostralen und caudalen Neocortex-Felder bei *Mustela vison* f. dom. sind schwer zu fassen. Zudem fehlen leider vergleichbare Untersuchungen.

Im folgenden werden die unterschiedlichen Abnahmen der verschiedenen Neocortex-Areale und deren funktionelle Bedeutung diskutiert:

4.1 Der motorische Neocortex

Die gesamte motorische Rinde wurde vom Wild- zum Farmmink um 25,5 % gemindert. Dabei haben sich für die motorischen Areae recht einheitliche Abnahmeintensitäten ergeben. Das ähnliche Änderungsmaß der primären (Area 4) und sekundären motorischen Rinde (Area 6) ist wahrscheinlich dadurch bedingt, daß beide Zentren in engem funktionellen Zusammenhang stehen. Größenminderungen des einen Feldes gehen mit Reduktionen des anderen in ähnlicher Intensität einher [KRUSKA und SCHOTT, 1977].

Im Vergleich zur ermittelten Größenabnahme des grauen Neocortex (-21,5 %) zeigen sowohl der motorische Cortex als auch seine Felder stärkere Minderungen. Daraus ergibt sich, daß andere Funktionsareale der neocorticalen Rinde in einem zum Teil geringeren Maß abnehmen. Nur so können derartig hohe Reduktionen kompensiert werden.

Die Reduktionen des motorischen Cortex lassen auf eine bestimmte quantitative und qualitative Minderung der motorischen Fähigkeiten des Farmminks schließen.

Die Hauptfunktion der motorischen Rinde besteht im wesentlichen in der Steuerung von zielgerichteten Bewegungen [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991]. Sowohl Area 4 als auch Area 6 sind – ebenso wie der motorische Thalamus und das Striatum – nach Körperregionen (somatotopisch) gegliedert [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991]. Dies gilt in ähnlicher Weise auch für die neocorticalen Sinnesfelder [CREUTZFELDT, 1983]. Die jeweiligen Oberflächen der verschiedenen Sinnesorgane sind wie Landkarten auf der Hirnrinde ausgelegt. Regionen mit größter funktioneller Differenzierung (bei Menschen z.B. Gesicht, Mund, Fingerspitzen, Fovea) sind relativ größer als funktionell weniger differenzierte Strukturen (bei Menschen z.B. Rumpf, Beine, Gesichtsfeldperipherie) dargestellt [CREUTZFELDT, 1983; DYKES und RUEST, 1986]. Hieraus ergeben sich in den somatosensorischen und motorischen Feldern die bekannten verzerrten Körperfiguren. Diese somatotopischen Gliederungen bezeichnet man bei Menschen auch als sensorischen und motorischen Homunculus [PENFIELD und RASMUSSEN, 1950; CREUTZFELDT, 1983]. Das Muster der Repräsentation von Bewegungen auf dem motorischen Neocortex zeigt beim Menschen eine deutliche Vergrößerung der Hinter- und Vordergliedmaßen, des Kiefers, der Lippen und der Zunge [THOMPSON, 2001]. Weiterhin entspricht die Kartierung von Muskeln und Bewegungen auf der motorischen Rinde beim Menschen und den Primaten eng der Repräsentation der Körperoberfläche auf dem unmittelbar caudal von ihr gelegenen somatosensorischen Neocortex [KORNHUBER, 1973; THOMPSON, 2001]. Das motorische und das somatosensorische Feld sind nach THOMPSON (2001) somit in der Organisation und Funktion beide sowohl sensorisch als auch motorisch; das eine jedoch stärker „sensorisch“, das andere stärker „motorisch“ in seiner Funktion. Diese Areae induzieren Bewegungen der Muskulatur von Gliedmaßen, Gesicht und speziell Fingern, Zehen, Lippen und Zunge [EBINGER, 1975b]. Das motorische Rindenfeld spielt dabei eine prominente Rolle bei der Ausführung von „Geschicklichkeits- und Feinbewegungen“ [BURCHLACHKOVA und IOFFE, 1979; THOMPSON, 2001]. Die spezielle Funktion der primären motorischen Rinde liegt in der übergeordneten somatosensorischen Justierung von solchen Bewegungen, die einer Regelung bedürfen [KORNHUBER 1973, 1974a, b]. Die Areale des sekundären motorischen Cortex bewirken die gleichen Spezialbewegungen. Sie fungieren jedoch in erster Linie in der Vorbereitung und sensorischen Leitung von motorischen Aktionen [EVARTS et al., 1985; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Während die supplementäre motorische Rinde in der Programmierung und Planung involviert – und somit für die Initiation signifikant ist – sorgt der prämotorische Cortex für eine spätere Stabilisation des Körpers und der Gliedmaßen vor Bewegungsbeginn [EVARTS et al., 1985].

Insofern könnten die Reduktionen des motorischen Cortex beim domestizierten Mink auf eine generelle Leistungsminderung der Motorik hinweisen, vor allem diejenige der Feinmotorik. Die Abnahmen der motorischen Rinde lassen weiterhin Reduktionen in bestimmten Hirnstrukturen vermuten, die Bestandteile des motorischen Systems beinhalten bzw. darstellen. Eventuelle Gründe liefern die Verbindungen im motorischen System. Die Annahme wird von den in KRUSKA's Arbeit (1996) ermittelten körpergrößenunabhängigen Abnahmewerten motorischer Hirnstrukturen bestätigt. Zu diesen zählen in erster Linie Cerebellum und Basalganglien. Beim Farmmink haben insbesondere das Cerebellum (-25,0 %) und das Mesencephalon (-29,1 %) auffallend hohe Größenreduktionen erfahren. Auch das Corpus striatum zeigt eine Minderung von 16,1 %. Zudem wurde für das Diencephalon ein Abnahmewert von 19,4 % bei *Mustela vison* f. dom. ermittelt.

Die Reduktionsintensität des motorischen Cortex ist wahrscheinlich eng mit der des Cerebellums korreliert. Cerebellare Efferenzen gelangen über den Thalamus [CREUTZFELDT, 1983; EVARTS et al., 1985; ASANUMA, 1989; PAULIN, 1993] zum primären motorischen Cortex sowie zur prämotorischen Rinde. Im Gegensatz dazu kann die ergänzende motorische Area als ein corticales Hauptziel der Basalganglien angesehen werden [EVARTS et al., 1985]. Da das Corpus striatum ein Hauptteil der Basalganglien ausmacht, kann seine Volumenreduktion ebenfalls mit der des motorischen Cortex in enge Beziehung gebracht werden. Nach KORNHUBER (1973, 1974a, b) stellen Kleinhirn und Stammganglien im Wirbeltiergehirn Funktionsgeneratoren für Willkürbewegungen dar. Kleinhirnrinde und -kerne erzeugen und regulieren insbesondere willkürliche Sprungbewegungen [KORNHUBER, 1973; KRUSKA, 1980]. Das Corpus striatum fungiert zusammen mit anderen Basalganglien als ein Funktionserzeuger für langsame, feine Willkürbewegungen von unterschiedlicher Geschwindigkeit [KRUSKA, 1996]. Demnach deuten die Minderungen dieser subcorticalen Hirnstrukturen beim Farmmink auf einen Wandel in der Erzeugung und Regulierung von Willkürbewegungen hin.

Ferner kann die Reduktion des Diencephalons ebenfalls mit der des motorischen Neocortex in Zusammenhang gebracht werden. Wie alle neocorticalen Felder erhält die motorische Rinde ihren subcorticalen excitatorischen Eingang vom Thalamus [CREUTZFELDT, 1983]. Die Hauptquelle der thalamocorticalen Afferenzen stellt der ventrolaterale Kern (VL) [DAVSON und SEGAL, 1978] dar, der wiederum seinen Hauptinput vom Cerebellum [CREUTZFELDT, 1983; ASANUMA, 1989; NIEUWENHUYS et al., 1991] sowie von den Basalganglien [KORNHUBER, 1973, 1974a, b; EVARTS et al., 1985; NIEUWENHUYS et al., 1991] empfängt. Das Volumen des Diencephalons ist in geringerer Intensität gemindert als das des motorischen Cortex. Es ist denkbar, daß dies in gleicher Weise für die Kerngebiete des Zwischenhirns zutrifft. Insofern würden Kerngebiete mit eher informationsverteilenden Funktionen weniger stark reduziert werden. Wohingegen die stärkere Abnahme des motorischen Cortex auf eine

stärkere Verkleinerung von informationsverarbeitenden Zentren schließen läßt. Demgegenüber könnte man ebensogut von unterschiedlichen Reduktionsintensitäten der verschiedenen Strukturen des Diencephalons ausgehen. Insofern wäre eine höhere - und somit der motorischen Rinde ähnliche - Minderung des ventrolateralen Kernes möglich. In diesem Fall würde die funktionelle Verbindung zwischen thalamischen und telencephalen Strukturen [KRUSKA, 1996] in Form von ähnlichen Abnahmeintensitäten noch deutlicher zum Ausdruck kommen. Für den ventrolateralen Kern liegen leider keine Abnahmewerte vor. Demzufolge bleiben die oben aufgeführten Erklärungen hypothetisch.

Weitere Afferenzen gelangen von den somatosensorischen und vestibulären Cortexarealen zur motorischen Rinde. Diese stellen die einzigen sensorischen Projektionsareale der Großhirnrinde dar, die in direkter Verbindung zum motorischen Cortex stehen [KORNHUBER 1973, 1974a, b; ASANUMA, 1989]. Infolgedessen ist ebenfalls eine Reduktion dieser neocorticalen Areae anzunehmen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen die Annahme. Auf mögliche Deutungen wird im Zusammenhang mit dem somatosensorischen und vestibulären Cortex näher eingegangen.

Efferenzen gelangen vom motorischen Cortex direkt über die Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis) zu den motorischen Zellsäulen des Rückenmarks [ASANUMA, 1989; ZILLES und REHKÄMPER, 1994; THOMPSON, 2001]. Nach EVARTS et al. (1985) machen die Axone der Neurone der primären motorischen Rinde bei Makakken im allgemeinen 40 % der Pyramidenbahn aus. Aufgrund dessen könnte die hohe Minderung des motorischen Cortex auch auf eine Größenreduktion dieser motorischen Hauptbahn deuten. Zudem berichtete KRUSKA (1972) bereits von hohen Abnahmen in den Faserregionen.

Ähnliche Minderungen können auch für das extrapyramidale System angenommen werden. Dieses stellt das zweite absteigende System dar, das vom motorischen Apparat ausgeht [THOMPSON, 2001] und Befehle zum Rückenmark transferiert. Zentren und Faserbahnen dieses Systems liegen im Tegmentum. Die Basalganglien fungieren dabei als Schaltzentrum für die extrapyramidale Motorik [ROMER und PARSONS, 1991]. Wahrscheinlich machen die Faserreduktionen der pyramidalen und extrapyramidalen Bahnen einen wichtigen Teil der – von KRUSKA (1996) ermittelten - Größenabnahme der Medulla oblongata (-16,6 %) aus.

Weitere corticofugale Projektionen gelangen vom motorischen Cortex zu den motorischen Zentren des Hirnstammes, wo über die reticuläre Formation und den Nucleus ruber eine Weiterleitung zum Rückenmark erfolgt. Sowohl die Formatio reticularis als auch der rote Kern sind Bestandteile des Mesencephalons, welches nach KRUSKA (1996) beim Farmmink eine Massenreduktion von 29,1 % erfahren hat. Es wäre möglich, daß beide Zentren ebenfalls Volumenabnahmen aufweisen. Eventuelle Gründe liefern die engen Verbindungen zwischen dem stark reduzierten Cerebellum und den mesencephalen Kerngebieten. Es gibt allerdings keinen Nachweis dafür.

Generell veranschaulichen die Befunde eine deutliche Minderung des motorischen Systems von *Mustela vison* f. dom.. Dabei zeigen die Zentren des motorischen Apparates unterschiedliche Reduktionsintensitäten. Aufgrund der engen Beziehung zwischen Größe und Funktion einer Struktur wird angenommen, daß Unterschiede in den Hirnteilgrößen von Differenzen in der funktionellen Kapazität einer Struktur begleitet werden [EBINGER, 1975a]. Insofern mögen sich diese unterschiedlichen Abnahmewerte in nicht einheitlich veränderten Teilfunktionen des motorischen Systems widerspiegeln. Graduelle Umproportionierung und Veränderung in der Hirnzusammensetzung der motorischen Funktionen sind anzunehmen.

Die Volumenabnahmen der motorischen Hirnstrukturen vom Wild- zum Farmmink sind auf Domestikationseinflüsse – wie Zuchtziele, Anforderungen und Haltungsbedingungen – zurückzuführen. Minks sind Pelztiere [DUNSTONE, 1993]. Sie wurden angepaßt, in schmalen Käfigen mit mehreren räumlichen Einschränkungen zu leben [KRUSKA, 1996]. Sehr wahrscheinlich wurden während der Mink-Domestikation durch Selektion von weniger mobilen Tieren schrittweise Individuen favorisiert, die an bestimmte Anforderungen adaptiert waren [KRUSKA, 1996]. Diese Anforderungen bestanden darin, die mehr oder weniger strengen räumlichen Einschränkungen zu tolerieren [KRUSKA, 1996]. Insofern ist anzunehmen, daß eine bewußte oder unbewußte Zuchtauslese durch den Menschen auf ruhige, lenkbare Individuen zu Veränderungen und Reduktionen innerhalb der motorischen Hirnstrukturen führt. Diese wiederum haben Verhaltensänderungen zur Folge [KRUSKA und STEPHAN, 1973]. Zwischen Wild- und Farmminks wurden noch keine vergleichbaren ethologischen Untersuchungen durchgeführt, um quantitative und qualitative Verhaltensunterschiede zu bestimmen [KRUSKA, 1996]. Von anderen Haustieren im Vergleich mit deren Stammformen ist jedoch bekannt, daß diese im allgemeinen weniger lokomotorisch aktiv sind [KRUSKA, 1980]. Zwischen Wolf und Pudel wurden erhebliche qualitative und quantitative Verhaltensunterschiede bei Körperbewegungen und orientierenden Aktionen nachgewiesen [ZIMEN, 1971; KRUSKA, 1980]. Dabei zeigen Haushunde eine Dämpfung des Lokomotionsdranges im Vergleich zum Wolf [KRUSKA, 1980]. Die meisten domestizierten Säugetiere agieren zudem ungeschickt bzw. plump und sind während der Fortbewegung weniger fein in ihrem motorischen Verhalten als ihre Stammform [KRUSKA, 1996].

Volumenabnahmen des Cerebellums und Corpus striatum vom Wild- zum Haustier wurden sowohl bei Artiodactylen als auch bei Carnivoren festgestellt [KRUSKA, 1980]. Vergleichende Untersuchungen des motorischen Neocortex wurden bislang nur von EBINGER (1975b) an Wild- und Hausschafen durchgeführt. Mit Hilfe der allometrischen Methode konnte er körpergrößenunabhängige Reduktionen von motorischen Hirnstrukturen bei der Haustierform ermitteln. Für den primären motorischen Cortex (Area 4) berechnete er eine Minderung von 29,9 %. Diese übersteigt die Größenabnahme des Cerebellums (-15,8 %) und der

Basalganglien (-20,8 %). Das Hausschaf weist zudem eine höhere Gesamthirnabnahme (-23,9 %) als der Farmmink (-19,6 %) auf. Es werden unterschiedliche Änderungsmaße im Vergleich zu *Mustela vison* f. dom. deutlich. Diese sind womöglich auf unterschiedliche Evolutionshöhen und somit unterschiedliche Cerebralisationsniveaus der Stammarten zurückzuführen. Sie können weiterhin als besondere Reaktion einzelner Arten gegenüber den Bedingungen der Domestikation oder als unterschiedliche Domestikationseinflüsse (Domestikationsdauer, Selektion) interpretiert werden [KRUSKA, 1980].

4.2 Der somatosensorische Neocortex

Der gesamte somatosensorische Cortex hat beim Farmmink eine Reduktion von 23,2 % erfahren. Die Abnahmewerte der somatosensorischen Areae sind jedoch recht unterschiedlich. Dabei weist das primäre somatosensorische Rindengebiet (Area 1) eine stärkere Minderung als das gesamte sekundäre somatosensorische Areal (Areae 5, 7 und 52) auf. Innerhalb der sekundären somatosensorischen Rinde übersteigt das Reduktionsmaß der Area 5 deutlich die Volumenabnahmen der Felder 7 und 52. Diese verschiedenen Änderungsmaße deuten auf nicht einheitlich geänderte Teilfunktionen im somatosensorischen Neocortex hin. Weiterhin besitzt der gesamte somatosensorische Cortex - ebenso wie sein primäres Rindenareal - eine höhere Minderung als der gesamte graue Neocortex (-21,5 %).

Aufgrund der Größenabnahmen der somatosensorischen Rinde sind bestimmte Leistungsunterschiede oder -minderungen der Somatosensibilität bei *Mustela vison* f. dom. anzunehmen.

Der somatosensorische Neocortex stellt einen Projektionsort für die auf der kontra- und ipsilateralen Körperseite ausgelösten Impulse des Systems für Somatosensibilität dar. Dieses beinhaltet die Oberflächen- sowie Tiefensensibilität und wird zusammen mit der visceralen Schmerzsensibilität auch als somatoviscerale Sensibilität bezeichnet [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991]. Bestimmte Hautrezeptoren reagieren dabei auf Druck, Berührung, Vibration (zusammen: Tastsinn), Temperatur und Schmerzen. Meldungen über die Körperstellung und den Muskeltonus kommen hingegen von sogenannten Propriozeptoren (Muskel-, Sehnen- und Gelenkrezeptoren) des Bewegungsapparates und vom Gleichgewichtsorgan [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991]. Aufgrund der bestehenden Verbindungen mit dem Labyrinthorgan wird die primäre somatosensorische Rinde auch als vestibulärer Cortex bezeichnet. Afferenzen aus den Nuclei vestibulares des Hirnstammes erreichen nicht nur Kerngebiete im Hirnstamm, Cerebellum und Rückenmark, sondern gelangen auch zum Di- und Telencephalon. Dabei führen Projektionen über den Nucleus

ventralis posterolateralis (VPL) - ein thalamisches Kerngebiet der somatosensorischen Bahn - zu Bereichen des primären somatosensorischen Neocortex. Dort findet die bewußte Raumorientierung statt [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Der somatosensorische Cortex empfängt sowohl die proprio- als auch die exterozeptiven Afferenzen nach deren Umschaltung im Thalamus [THOMPSON, 2001]. Während die primäre somatosensorische Rinde ausschließlich Informationen der kontralateralen Körperseite erhält, projizieren Afferenzen beider Körperseiten zum sekundären somatosensorischen Cortex [ZILLES und REHKÄMPER, 1994; THOMPSON, 2001]. Weiterhin ist das primäre somatosensorische Rindengebiet somatotopisch gegliedert (sensorischer Homunculus). Das sekundäre somatosensorische Rindenareal weist ebenfalls eine somatotopische Organisation auf [BURTON, 1986; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Solche Körperregionen, die über eine starke Sensibilität verfügen, nehmen den größten Anteil innerhalb des somatosensorischen Neocortex ein. Dabei ist die Cortexmenge, die einer bestimmten Region der Körperoberfläche gewidmet ist, der Einsatzhäufigkeit und Empfindlichkeit dieser Region direkt proportional [THOMPSON, 2001]. Die Repräsentation auf dem somatosensorischen Cortex ist spiegelbildlich zum Homunculus der motorischen Rinde angeordnet. Schließlich liegt die Funktion des somatosensorischen Neocortex in der Rezeption von somatosensiblen Informationen aus der Peripherie (Haut und Muskulatur) sowie in der Verarbeitung von Reizmustern. Zudem ist er in der Raumwahrnehmung, -orientierung und -vorstellung involviert.

Die Reduktionen der somatosensorischen Rinde deuten auf eine quantitative und qualitative Minderung der somatosensorischen Fähigkeiten beim Farmmink hin. Es sind insbesondere Beeinträchtigungen in der Tastempfindung, Tiefensensibilität und Raumwahrnehmung zu vermuten. Es ist anzunehmen, daß die taktile Reizaufnahme über das Vibrissensystem [DUNSTONE, 1978] gemindert wurde. Beim Mink sind diese Sinneshaare nicht nur auf die Schnauze beschränkt, sondern auch über den Augen und der ventralen Oberfläche von Nacken und Gliedmaßen zu finden [DUNSTONE, 1993]. Die Vibrissen sorgen für eine extreme Sensibilität, um Kontakte aufzuspüren, aber auch um die Ausdehnung und Richtung von Krümmungen zu entdecken. Dies wird über die Wahrnehmung von Luft- und Wasserströmungen ermöglicht. Die Tasthaare dienen somit insbesondere bei Dunkelheit und beim Schwimmen der Navigation sowie Beutelokalisation. Weiterhin können die Abnahmen des somatosensorischen Cortex in enge Beziehung zu Minderungen von anderen Hirnstrukturen gebracht werden. Letztere sind dem somatosensorischen System zuzuordnen bzw. stehen mit diesem in enger funktioneller Verbindung.

Dazu gehört zum einen der Thalamus. Dieser stellt für die afferenten Impulse in den Neocortex das wichtigste Zwischenglied zwischen den sensiblen Systemen und der Großhirnrinde dar [STARCK, 1982]. Er dient als eine Art Tor, das den sensorischen

Informationsfluß zum Neocortex reguliert [CASTRO-ALAMANCOS, 2002]. Die somatosensorische Rinde erhält thalamische Afferenzen aus dem Nucleus ventralis posterior (VP) [PANDYA und YETERIAN, 1985; NIEUWENHUYS et al., 1998]. Dieser setzt sich aus den Unterkernen Nucleus ventralis posteromedialis (VPM) sowie Nucleus ventralis posterolateralis (VPL) zusammen und wird auch als ventrobasaler Komplex (VB) bezeichnet [CREUTZFELDT, 1983]. In der somatosensorischen Hirnrinde enden die thalamocorticalen Fasern - wie im gesamten Neocortex - vorwiegend in der L. IV [CREUTZFELDT, 1983]. Schließlich ist aufgrund der Verschaltung mit dem somatosensorischen Cortex eine Reduktion des ventrobasalen Komplexes beim Farmmink sehr wahrscheinlich. Es liegen diesbezüglich jedoch keine Untersuchungen vor, so daß keine genaue Aussage getroffen werden kann. Lediglich die Minderung des Diencephalons (-19,4 %) ist für den domestizierten Mink [KRUSKA, 1996] ermittelt worden. Erklärungsversuche für mögliche Volumenreduktionen thalamischer Kerngebiete bei *Mustela vison* f. dom. wurden bereits im Kontext mit dem motorischen Neocortex erörtert.

Weiterhin erhält der primäre somatosensorische Cortex Input von der insulären Rinde (Area 13) [GULDIN et al., 1986]. Die funktionelle Verbindung dieser Areale könnte in den überaus einheitlichen Abnahmewerten deutlich werden (Area 1: -27,9 %; Area 13: -28,0 %). Zudem gelangen Projektionen vom visuellen Cortex zur sekundären somatosensorischen Rinde. Die Verschaltungen werden im Zusammenhang mit dem visuellen Neocortex näher diskutiert.

Der somatosensorische Cortex projiziert in subcorticale und corticale Regionen [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Seine Efferenzen sind folgendermaßen organisiert: Corticothalamische Efferenzen in die eigenen Projektionskerne, corticopontine, corticocolliculäre, corticospinale und corticostriäre Efferenzen [CREUTZFELDT, 1983].

Die corticofugalen Verbindungen lassen zum einen auf eine Reduktion des Pons schließen. Die Brücke hat im Bereich des Metencephalons im wesentlichen reine Leitungsfunktion. Faserzüge aus dem Prosencephalon werden hier zum Cerebellum umgeschaltet [RAHMANN und RAHMANN, 1988]. Die absteigenden Bahnen der somatosensorischen Rinde erreichen die Kerngebiete in der Brücke (Nuclei pontis), die wiederum Moosfasern an das Kleinhirn senden [THOMPSON, 2001]. Es liegen leider keine Untersuchungen speziell für den Pons vor. Die Brückenregion steht jedoch in enger funktioneller Beziehung zum Cerebellum, welches nach KRUSKA (1996) beim Farmmink eine Abnahme von 25,0 % erfahren hat. Demnach könnte auch der Pons ein ähnlich hohes Änderungsmaß besitzen.

Weiterhin besteht eine Verbindung des somatosensorischen Neocortex zum Corpus striatum. Dieses wurde bei *Mustela vison* f. dom. um 16,1 % gemindert [KRUSKA, 1996]. Zudem gelangen Efferenzen des somatosensorischen Cortex zum Tractus corticospinalis - eine weitere motorische Hirnstruktur. Mögliche Abnahmen der Pyramidenbahn und des

extrapyramidalen Systems wurden bereits in Verbindung mit Minderungen der Medulla oblongata (-16,6 %; KRUSKA (1996)) bezüglich des motorischen Cortex diskutiert.

Andere Efferenzen des somatosensorischen Neocortex führen zur Lamina quadrigemina. Die Vierhügelplatte enthält wichtige Zentren der Somatosensorik. Es liegen diesbezüglich für den Farmmink keine Abnahmewerte vor. Da die Lamina quadrigemina jedoch Bestandteil des Mesencephalons ist, für das KRUSKA (1996) eine Minderung von 29,1 % bei *Mustela vison* f. dom. ermittelte, ist ebenso eine Reduktion dieser Struktur möglich. Zudem unterstützen die für andere Säugetierarten - wie Hausschaf [EBINGER, 1975a] und Hausschwein [KRUSKA, 1970; PLOGMANN und KRUSKA, 1990] - festgestellten Abnahmen der Colliculi superiores bzw. inferiores diese Annahme.

Es ist erwiesen, daß die absteigenden Bahnen des somatosensorischen Cortex kontrollierend in die motorischen Kontrollsysteme eingreifen [CREUTZFELDT, 1983]. Demnach ist die Funktion des somatosensorischen Rindengebietes nicht ausschließlich auf den sensiblen Bereich beschränkt. Es handelt sich vielmehr um eine Kombination von rezeptiven und motorischen Funktionen.

Die massivsten Faserzüge des Neocortex stellen die intracorticalen Verbindungen - die sogenannten Assoziationsfasern - dar. Diese verbinden verschiedene Rindenfelder einer Hirnhälfte; man unterscheidet kurze und lange Assoziationsbahnen [CREUTZFELDT, 1983]. Demgegenüber stehen die Kommissurenfasern, welche beide Großhirnhemisphären über das Corpus callosum miteinander verbinden [CREUTZFELDT, 1983; ASANUMA, 1989]. Generell bestehen reziproke Verbindungen zwischen dem primären somatosensorischen Cortex und der sekundären somatosensorischen Rinde [JONES und POWELL, 1968; MANZONI et al., 1979]. Corticocorticale Projektionen führen zudem von der primären somatosensorischen und vestibulären Rinde (Area 1) über den ergänzenden motorischen Cortex (Area 6) zum primären motorischen Rindenfeld (Area 4) [KORNHUBER, 1973, 1974a, b]. Die Abnahmewerte von Area 1, 6 und 4 sind mit -27,9 %, -25,0 % und -25,6 % recht ähnlich und deuten auf eine ähnliche funktionelle Bedeutung hin. Weiterhin gelangen corticocorticale Projektionen vom somatosensorischen Assoziationscortex (Areae 5, 7 und 52) direkt zum primären motorischen Rindenfeld. Es liegen ebenfalls ähnliche Reduktionsmaße von -21,6 % und -25,6 % vor. Diese Befunde könnten Ausdruck der engen funktionellen Beziehung zwischen dem somatosensorischen und motorischen Cortex sein.

Studien über den somatosensorischen Neocortex von Carnivoren wurden beispielsweise an Waschbären [WELKER und SEIDENSTEIN, 1959], Hunden [PINTO HAMUY et al., 1956], Katzen [RUBEL, 1971; DYKES et al., 1980; MCKENNA et al., 1981; FELLEMAN et al., 1983] und Frettchen [ADRIAN, 1943] durchgeführt. Ebenso an Opossums [WALSH und EBNER, 1970], Ratten [WELKER, 1976], Albinoratten [HALL und LINDHOLM, 1974], Plumploris [SANIDES und KRISHNAMURTI, 1967] und anderen Primaten [KAAS, 1993]. Diese Arbeiten geben Auskunft

über die Cytoarchitektur, Lokalisation, Organisation und Verbindungen des somatosensorischen Cortex. Es liegen jedoch keine vergleichenden Untersuchungen der somatosensorischen Rinde an Wild- und Haustieren vor.

Dennoch wird die Abnahme des somatosensorischen Cortex und des somatosensorischen Apparates durch Minderungen anderer Sinnessysteme unterstützt. KRUSKA (1980) zufolge zeigen „Sinneszentren“ im allgemeinen eine vergleichbare Abnahme, die sich auch in den Sinnesorganen feststellen läßt. Entsprechende Reduktionen der olfaktorischen, optischen, auditorischen und limbischen Zentren wurden in den Gehirnen von domestizierten Schweinen nachgewiesen [KRUSKA, 1972; KRUSKA und STEPHAN, 1973; PLOGMANN und KRUSKA, 1990]. Zudem beobachtete EBINGER (1974) ebenfalls Minderungen im olfaktorischen und limbischen System von Hausschafen im Vergleich zur Wildform.

Generell handelt es sich bei den Reduktionen der somatosensorischen Hirnstrukturen vom Wild- zum Farmmink um domestikationsbedingte Abnahmen. Die Änderungen der somatosensorischen Strukturen der Farmminks stehen im Einklang mit den gewandelten Umweltbedingungen. Die Abnahmen dürften weiterhin mit Verhaltensänderungen in Zusammenhang stehen. Aufgrund der Beziehung zum motorischen Cortex sind quantitative Unterschiede im lokomotorischen Verhalten vom Wild- zum Farmmink zu erwarten. Insbesondere das Vibrissensystem liefert dem Mink Informationen über seine Geschwindigkeit und Bewegungen im Habitat. Eine feine Abstimmung der Bewegungen spielt besonders in engen Bereichen eine Rolle und mag speziell für das Fangen und Manipulieren der Beute von Bedeutung sein [DUNSTONE, 1993; DUNSTONE, 1998]. Haustiere leben jedoch im „entspannten Feld“ [LORENZ, 1959; RÖHRS und KRUSKA, 1969; HERRE und RÖHRS, 1971; KRUSKA und STEPHAN, 1973]. Domestizierte Tiere zeigen in der reizärmeren Umwelt eine Reduktion der Aufmerksamkeit und des Aggressionstriebes [KRUSKA und STEPHAN, 1973]. Für diese endogenen Leistungen des Gehirnes ist nach KRUSKA (1996) vor allem der Hippocampus zuständig. Dieser präsentiert das telencephale Zentrum des limbischen Systems. Bereits SHAKELFORD (1984) berichtete von einer Abnahme der Aggressivität bei *Mustela vison* f. dom. und wies somit auf Verhaltensänderungen während der Domestikation hin. Eine deutliche Reduktion des Hippocampus beim Farmmink wurde später von KRUSKA (1996) ermittelt. Der Hippocampus steht wiederum unter dem Einfluß des sensorischen Systems - und somit auch des somatosensorischen Apparates - und nimmt eine bedeutende Rolle beim emotionalen Verhalten ein.

4.3 Der auditorische Neocortex

Der auditorische Cortex weist bei *Mustela vison* f. dom. eine Größenabnahme von 16,0 % auf. Es bestehen starke Unterschiede zwischen den Reduktionsintensitäten der auditorischen Areae. Die Volumenabnahme von Feld 50 übersteigt deutlich die der Gesamtarea 20 - 22. In dieser Studie ist jedoch keine Zuordnung der BRODMANN'schen Areale zu einem primären oder sekundären auditorischen Rindengebiet möglich. Generell deutet die Volumenreduktion des auditorischen Neocortex auf eine bestimmte quantitative und qualitative Minderung der akustischen Gesamtkapazität beim Farmmink hin. Die unterschiedlichen Änderungsmaße der akustischen Felder lassen weiterhin auf Umproportionierungen innerhalb der auditorischen Rinde schließen.

Zudem liegt die Reduktion des gesamten auditorischen Cortex deutlich unterhalb der Größenabnahme der grauen Neocortex-Substanz (-21,5 %). Insofern bestätigt sich die Annahme, daß andere Funktionsareale - verglichen mit dem motorischen und somatosensorischen Cortex - in einem geringeren Ausmaß abnehmen.

Die Hörrinde empfängt und verarbeitet die akustischen Signale des Cortischen Organs. Dabei stellt sie die oberste Station der Hörbahn dar. Die neuronalen Grundlagen des Hörvorganges sind von verschiedenen Autoren untersucht worden [WOOLSEY, 1961; SYKA und AITKIN, 1981; AITKIN, 1990; MERZENICH und SCHREINER, 1992]. Den Hörvorgang beim Frettchen untersuchten MOORE (1982), KAVANAGH und KELLY (1988), PHILLIPS et al. (1988) sowie PALLAS et al. (1990). Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die Hörbahn gegeben werden. Dazu wurden zusätzlich Arbeiten von BRUGGE (1987), NAUTA und FEIRTAG (1990), KELLY (1991), NIEUWENHUYS et al. (1991), SILBERNAGL und DESPOPOULOS (1991), EVANS (1992), ZILLES und REHKÄMPER (1994), EHRET (1997) sowie ROUILLER (1997) herangezogen. Die Verzweigungen der Hörnervfaser (Nervus statoacusticus bzw. vestibulocochlearis) ziehen vom Cortischen Organ zum anteroventralen, posteroventralen und dorsalen Cochleariskern. In diesen drei Kernen sind die Afferenzen nach Frequenzen - und somit tonotopisch - geordnet. Die nächste Umschaltstation für alle Fasern der Hörbahn ist der Colliculus inferior. Dieses Kerngebiet wird aber direkt nur von Axonen erreicht, deren Perikaryen im Nucleus cochlearis dorsalis liegen. Die Fasern ziehen über den kontralateralen Schleifenkern (Leminiscus lateralis) zum Colliculus inferior, welcher ebenfalls eine tonotope Organisation aufweist. Die Axone der Perikaryen aus dem Nucleus cochlearis ventralis hingegen ziehen zunächst zur oberen Olive. Die Kerngebiete des Olivenkomplexes empfangen erstmals kontralaterale Impulse - die Grundlage des Richtungshörens. Nächste Stationen sind der Leminiscus lateralis und - nach vorwiegender Kreuzung der Fasern auf der Gegenseite - das hintere Hügelpaar. Vom Colliculus inferior gelangen einige tectocorticale Fasern direkt zur Hörrinde, andere erreichen über das Brachium colliculus

inferior das auditorische Kerngebiet des Thalamus - das Corpus geniculatum mediale (CGM). Von hier führen thalamocorticale Fasern ebenfalls zum primären auditorischen Cortex. Die akustische Rinde ist ebenfalls tonotop organisiert; man spricht auch von einer Cochleotopie [CREUTZFELDT, 1983].

Die Funktion des akustischen Cortex liegt in der Erkennung von zeitlich strukturierten auditorischen Reizen sowie in der Lokalisation von akustischen Reizen im Raum [CREUTZFELDT, 1983]. Die Befunde dieser Studie lassen auf eine Minderung dieser Funktionen beim Farmmink schließen. Weiterhin sind Reduktionen der anderen Hirnstrukturen des auditorischen Systems anzunehmen. Bereits PLOGMANN und KRUSKA (1990) stellten Größenabnahmen auditorischer Hirnregionen vom Wild- zum Hausschwein fest. Dabei haben die basalen Hörkerne beim Hausschwein in einem geringeren Ausmaß abgenommen als die sekundären auditorischen Hirnzentren. Für *Mustela vison* f. dom. liegen diesbezüglich leider keine Untersuchungen vor. Dennoch lassen die komplexen Verschaltungen mit dem auditorischen Cortex Reduktionen in diesen subcorticalen Hirnstrukturen beim Farmmink vermuten. Im Cochleariskern erfolgt eine erste Frequenzanalyse der Informationen, während in der oberen Olive ein Vergleich der beidseitigen Signale stattfindet. Im Colliculus inferior werden die Impulse aus den beiden medullären Arealen im Dienst einer übergeordneten Klanglokalisierung integriert. Das Corpus geniculatum mediale fungiert schließlich als thalamocorticale Relaisstation der Hörbahn. Eventuelle Abnahmen dieser auditorischen Kerngebiete würden sehr wahrscheinlich Beeinträchtigungen der aufgeführten Funktionen zur Folge haben.

Die auditorische Rinde erhält weiterhin Projektionen vom extrastriären Cortex [DIAMOND et al., 1985]. Die Verbindungen werden im Zusammenhang mit dem visuellen Cortex näher diskutiert.

Typische Efferenzen gelangen vom auditorischen Cortex in seine thalamischen Projektionskerne im CGM [CREUTZFELDT, 1983]. Weitere corticofugale Systeme stellen die zum Colliculus inferior, Nucleus interstitialis brachii colliculi und Tegmentum absteigenden Bahnen dar. Neben diesen existieren ebenso Efferenzen, die in die Systeme des motorischen Verhaltens führen. Dazu zählen corticopontine Efferenzen, die über die Ponskerne eine Verbindung mit dem Cerebellum herstellen; des weiteren absteigende Fasern in das Claustrum, Putamen und Caudatum [CREUTZFELDT, 1983]. Caudatum und Putamen bilden gemeinsam den Streifenkörper (Corpus striatum) [ROHEN, 1978]. Dieser hat beim Farmmink eine Reduktion von 16,1 % erfahren [KRUSKA, 1996]. Insofern stimmt die Abnahme des gesamten auditorischen Cortex mit dieser überein. Anders verhält es sich beim Cerebellum. Das Kleinhirn wurde bei *Mustela vison* f. dom. um 25,0 % gemindert [KRUSKA, 1996] und somit deutlich stärker als die gesamte Hörrinde. Generell wird anhand der Verbindungen deutlich, daß der auditorische Cortex nicht allein der Perzeption von

akustischen Signalen dient, sondern ebenso der somatomotorischen Integration dieser Informationen.

Darüber hinaus sind die auditorischen Felder reziprok miteinander verbunden. Weiterreichende corticocorticale Projektionen führen in den temporalen Cortex [CREUTZFELDT, 1983] - im Fall des Minks in das Feld 36. Dieses weist eine Volumenreduktion von 6,56 % auf. Demzufolge könnte man eine enge Beziehung speziell zur Area 20 - 22 vermuten, die einen annähernd gleichen Abnahmewert (-6,36 %) besitzt.

Die Befunde deuten auf eine generelle Minderung des auditorischen Systems beim Farmmink hin. Für die domestizierte Form läßt sich demnach eine weniger exakte Wahrnehmung und Verarbeitung akustischer Signale vermuten. Des weiteren kann angenommen werden, daß Volumenänderungen der auditorischen Hirnstrukturen im Zusammenhang mit vergleichbaren Abnahmen im Ohr stehen und umgekehrt [PLOGMANN und KRUSKA, 1990]. In den Studien von BURDA (1985) und BURDA et al. (1988) wurde festgestellt, daß Laborratten im Vergleich zu Wanderratten eine kleinere Cochlea und eine auffallend geringere Anzahl von sensorischen Zellen im Cortischen Organ aufweisen.

Die Reduktionen des akustischen Apparates sind als domestikationsbedingte Abnahmen zu bewerten. Für den domestizierten Mink haben sich die Umweltbedingungen entschieden geändert - verglichen mit den natürlichen Lebensbedingungen der wilden Art. Der akustische Sinn hat eine besondere Bedeutung für die Feind- und Beutelokalisation [FRÄDRICH, 1967]. Es kann angenommen werden, daß die akustischen Leistungen des Farmminks unter den speziellen Bedingungen der Domestikation geändert worden sind. Diese Änderungen sind wiederum sehr wahrscheinlich mit Verhaltensänderungen korreliert.

Vergleichende Untersuchungen des auditorischen Neocortex wurden bislang nur von PLOGMANN und KRUSKA (1990) an Wild- und Hausschweinen durchgeführt. Dabei wurde bei der domestizierten Form für die auditorische Rinde eine körpergrößenunabhängige Reduktion von 32 % ermittelt. Diese liegt im Vergleich zur Minderung der gesamten Hörrinde (-16,0 %) des Farmminks deutlich höher. Hier muß jedoch beachtet werden, daß im Fall des Hausschweines der auditorische Neocortex ausschließlich durch die Gesamtarea 20 - 22 repräsentiert wird. Wohingegen beim carnivoren Mink eine weitere Area - Feld 50 - der akustischen Rinde zugeordnet wird. Die Volumenreduktion der Area 20 - 22 liegt bei *Mustela vison* f. dom. bei lediglich 6,36 %. Im Gegensatz dazu weist Area 50 mit einer Größenabnahme von 39,1 % einen ähnlicheren Reduktionswert auf. Es wird jedoch deutlich, daß die unterschiedliche Felderzusammensetzung der auditorischen Cortices eine Vergleichbarkeit der Abnahmewerte erschwert.

4.4 Der visuelle Neocortex

Die gesamte visuelle Rinde wurde vom Wild- zum Farmmink um nur 12,7 % reduziert. Die Abnahmeintensitäten der visuellen Areae sind jedoch zum Teil recht unterschiedlich. Area 17 weist als primärer visueller Cortex eine nahezu doppelt so große Minderung wie die sekundäre visuelle Rinde auf. Innerhalb des extrastriären Cortex differieren ebenso die Area 18/19 und Area SV. Lediglich Feld 17 und Area SV weisen ähnliche Volumenreduktionen auf. Die Befunde deuten auf nicht einheitlich geänderte Teilfunktionen der optischen Rinde hin. Im Vergleich zur Größenabnahme des grauen Neocortex (-21,5 %) liegt die Minderung der Sehrinde deutlich niedriger.

Dennoch könnten die Reduktionen des visuellen Neocortex beim Farmmink auf eine Einschränkung der optischen Leistungen hinweisen.

Der visuelle Cortex empfängt und verarbeitet die retinalen visuellen Signale. In den verschiedenen visuellen Feldern findet die Analyse von Farben, Formen und Bewegungen statt. Die Area 17 ist zusammen mit den sekundären visuellen Cortices für komplexe Aufgaben wie Musterunterscheidung [HALL und DIAMOND, 1968a, b], Orientierung und Identifikation von Objekten [LEVAY et al., 1987] zuständig. Innerhalb der visuellen Rinde liegt eine sogenannte Retinotopie vor. Benachbarte Punkte auf der Retina liegen auch im Neocortexfeld nebeneinander [CREUTZFELDT, 1983]. Daraus ergibt sich eine Karte des Gesichtsfeldes. In jeder Cortexhemisphäre wird die jeweils kontralaterale Hälfte des Gesichtsfeldes repräsentiert. Die Gesichtsfeldperipherie befindet sich in der Area 17 bei Katzen und beim Mink im Sulcus splenialis, die Fovea centralis auf der dorsalen Hemisphäre [MCCONNELL und LEVAY, 1986]. Der primäre visuelle Cortex ist weiterhin in Form von Säulen organisiert [HUBEL und WIESEL, 1979]. Die geniculocorticalen Afferenzen zur Area 17 enden getrennt nach ihrer Herkunft vom ipsi- oder kontralateralen Auge in periodisch alternierenden Zellpopulationen der L. IVc – den okularen Dominanzsäulen [ZILLES und REHKÄMPER, 1994; CHENCHAL RAO et al., 1997; RUTHAZER et al., 1999]. Neben diesen Augendominanzsäulen finden sich in der Area 17 weitere periodisch auftretende Zellpopulationen, die sogenannten Farb- und Orientierungssäulen [ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Die Neurone der Farbsäulen (= „blobs“) erhalten monokularen Input und reagieren auf farbige Stimuli, aber ohne Präferenz für bestimmte Orientierungen. Demgegenüber erhalten die Neurone der Orientierungssäulen (= „interblobs“) Input aus beiden Augen und sprechen auf Lichtstimuli von bestimmter Orientierung an.

Demzufolge könnten Reduktionen des visuellen Cortex auf Leistungsminderungen in den Funktionen von Farb-, Form- und Bewegungswahrnehmungen, optischer Raumorientierung und Musterunterscheidung hinweisen. Des Weiteren ist eine Verminderung der zentralen sowie peripheren Bereiche der Retina anzunehmen. Untersuchungen von STEFFEN (2000)

bestätigen diese Annahme. Bei einem körpergrößenunabhängigen Vergleich der Retinaflächen von Wild- und Farmminks haben sich deutliche Reduktionen (-21,7 %) ergeben. Die in dieser Studie ermittelte Minderung (-15,2 %) der Area striata überrascht hingegen. Aufgrund der komplexen Verschaltung, die insbesondere zwischen der Retina und dem primären visuellen Cortex besteht, sind eher ähnliche Abnahmewerte zu erwarten.

Die Befunde deuten weiterhin auf Größenabnahmen der anderen optischen Hirnstrukturen von *Mustela vison* f. dom. hin. Vergleichend-quantitative Untersuchungen an optischen Hirnregionen wurden beispielsweise an Wild- und Hausschweinen [KRUSKA, 1972], Wild- und Hausschafen [EBINGER, 1975a] sowie Wander- und Laborratten [KRUSKA und SCHOTT, 1977] durchgeführt. Dabei zeigen die domestizierten Formen zum Teil erhebliche Volumenreduktionen der visuellen Strukturen. Im folgenden soll daher ein kurzer Überblick über die Verbindungen des visuellen Neocortex zu subcorticalen optischen Hirnstrukturen und anderen corticalen Regionen gegeben werden.

Die spezifischen thalamischen Afferenzen zum visuellen Cortex kommen aus dem Corpus geniculatum laterale (CGL) mit seinen Unter- und Nebenkernen sowie aus dem lateralen Pulvinarkern in topographischer Ordnung. Nur das CGL mit seinen Unterkernen erhält einen direkten Eingang aus der Retina und zählt daher zu den sensiblen thalamischen Relaiskernen [CREUTZFELDT, 1983]. Dabei stellt der dorsale Kern des CGL den thalamischen Projektionskern der Area 17 dar, doch findet sich auch eine wesentliche Projektion zur Area 18 [CREUTZFELDT, 1983], Area 19 und Area SV [HASSLER, 1965; HASSLER und WAGNER, 1965; MCCONNELL und LEVAY, 1986]. Demgegenüber ist der laterale Pulvinarkern das Ursprungsgebiet der spezifischen thalamischen Projektion für den gesamten extrastriären Cortex [SCHOBER, 1981; CREUTZFELDT, 1983; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Der laterale Pulvinarkern erhält wiederum Afferenzen von den Colliculi superiores, zu denen ebenfalls Retinafasern gelangen [BÜRGI, 1957]. Insofern sind beim Farmmink zum einen Abnahmen des CGL und des lateralen Pulvinarkerns anzunehmen. Diese stellen Kerngebiete des Diencephalons dar, das bei *Mustela vison* f. dom. eine Größenreduktion von 19,4 % [KRUSKA, 1996] erfahren hat. Für die optischen Kerngebiete liegen leider keine Abnahmewerte vor. Aufgrund der engen funktionellen Verbindung zum visuellen Cortex und seinen Areae könnte man ähnliche Minderungen dieser thalamischen Kerngebiete vermuten. Im Vergleich zum Farmmink liegt die Reduktion der Area striata (-30,2 %) beim Hausschaf weitaus höher. Das CGL weist ebenfalls eine hohe Minderung (-25,4 %) auf [EBINGER, 1975a]. Gleiches gilt für die Hausschweine. Laborratten zeigen hingegen niedrigere und somit ähnliche Abnahmewerte. Dabei wurde die Area striata um 11,6 % und das CGL um 15,6 % gemindert [KRUSKA und SCHOTT, 1977].

Das CGL kann aufgrund seiner verschiedenen Schichten beim Mink in zwei Systeme unterteilt werden [GUILLERY und OBERDORFER, 1977]. Magnozellige Schichten

repräsentieren den skotopischen und kleinzellige Schichten den photopischen Apparat [HASSLER, 1965; HASSLER und WAGNER, 1965]. Mögliche Reduktionen des CGL würden auf eine Beeinträchtigung des Schwarzweiß- und Farbsehens beim Farmmink schließen lassen. Zudem ist bei *Mustela vison* ein hoher Anteil von kontralateralen Fasern, die in das CGL und die Area 17 ziehen, festzustellen [MCCONNELL und LEVAY, 1986]. Dieser ist auf die eher laterale Augenstellung des Minks zurückzuführen. Die Reduktion der Area 17 und eine mögliche Minderung des CGL deuten demzufolge auf ein eingeschränktes monokulares Sehen beim domestizierten Tier hin.

Weiterhin ist eine Größenabnahme der Colliculi superiores zu vermuten. Für dieses Hirnareal im dorsalen Bereich des Mesencephalons [ABPLANALP, 1971] liegen für *Mustela vison* f. dom. leider keine Abnahmewerte vor. Vergleichende Untersuchungen der Gehirne von anderen Säugetierarten ergaben jedoch deutliche Reduktionen dieses Kerngebietes. Hausschweine weisen eine hohe Minderung der Colliculi superiores (-31,8%) auf. Demgegenüber besitzen Hausschafe eine deutlich geringere Größenreduktion der oberen Vierhügelplatte [JUBA, 1939] von 12,1 %. Die Colliculi superiores stellen ein Schaltzentrum der optischen Reflexverarbeitung dar [STARCK, 1982]. Sie sind weiterhin für Musterwahrnehmungen und Steuerungen von Augen-, Kopf- und Körperbewegungen auf äußere Reize hin zuständig [SPRAGUE und MEIKLE, 1965; FERRIER und COOPER, 1976]. Eventuelle Reduktionen der Colliculi superiores beim Farmmink könnten somit Beeinträchtigungen dieser Funktionen zur Folge haben.

Corticofugale Projektionen führen vom visuellen Cortex zurück in die jeweiligen afferenten, thalamischen Projektionskerne und in das Claustrum [CREUTZFELDT, 1983; MCCONNELL und LEVAY, 1986]. Des Weiteren gelangen corticale Efferenzen in die Colliculi superiores. Von dort werden sie auf mesencephalo-medullo-spinale Systeme der Blick-, Kopf- und Körperwendungen umgeschaltet. Andere - vom vorderen Hügelpaar - absteigende Bahnen führen in die pontinen Kerne, die wiederum in das Cerebellum projizieren [CREUTZFELDT, 1983].

Die visuellen corticalen Areae des Minks sind über Assoziationsfasern reziprok miteinander verbunden. Es liegt ein diffuses Muster von corticocorticalen Verbindungen vor. Die prominenteste Verbindung besteht jedoch zwischen der Area 17 und Area 18 [MCCONNELL und LEVAY, 1986]. Insofern sind ähnliche Reduktionsintensitäten beim Farmmink zu erwarten. Für Area 17 wurde in dieser Studie jedoch eine doppelt so hohe Abnahme (-15,2 %) wie für Area 18/19 (-7,04 %) ermittelt. Letztere ist aber als eine Gesamtarea abgegrenzt worden. Demzufolge fließt die Minderung von Feld 19 in den Abnahmewert mit ein, die möglicherweise niedriger ausfällt. Anders bei der splenialen Area SV. Mit einer Minderung von 12,8 % weist sie ein ähnliches Änderungsmaß wie Area 17 auf. In diesem Fall kommt der enge funktionelle Zusammenhang der beiden Zentren zum Ausdruck.

Andere intracorticale Projektionen führen in die temporale, parietale und frontale Rinde [CREUTZFELDT, 1983; ZILLES und REHKÄMPER, 1994]. Hier ist jedoch keine genaue Aussage zu treffen, welche Areae miteinander in Verbindung stehen. Selbst die Literatur liefert keine eindeutige Zuordnung. Unterschiedliche Benennungen der Felder erschweren die Situation. Demzufolge kann nur aufgrund von ähnlichen Reduktionsintensitäten auf eine mögliche Verschaltung geschlossen werden. Nach DIAMOND et al. (1985) projiziert der extrastriäre Cortex in die auditorische Rinde. Die Areale weisen mit -8,34 % und -16,0 % beim Farmmink jedoch recht unterschiedliche Volumenminderungen auf. Anders bei den einzelnen Feldern. Die temporale Area 20 - 22 besitzt mit -6,36 % einen ähnlichen Abnahmewert wie die visuelle Area 18/19 (-7,04 %). Es besteht weiterhin eine Verbindung zwischen dem visuellen Cortex und der sekundären somatosensorischen Rinde. In diesem Fall zeigen die Felder 7, 52 und 18/19 annähernd gleiche Reduktionsmaße bei *Mustela vison* f. dom. (-9,44 %, -6,20 % und -7,04 %). Zudem ziehen Fasern von der Sehrinde zum frontalen Assoziationscortex. Hier bestehen beim Farmmink jedoch starke Unterschiede in den Änderungsmaßen. Die frontale Rinde weist eine ungefähr doppelt so große Volumenminderung (-30,7 %) wie der visuelle Neocortex auf (-12,7 %).

Die Befunde veranschaulichen eine Minderung des visuellen Systems von *Mustela vison* f. dom.. Da die Volumenreduktionen der visuellen Cortices unterschiedlich hoch ausgefallen sind, kann man beim Farmmink von Veränderungen in der Hirnzusammensetzung der visuellen Funktionen ausgehen. Die Größenabnahmen der optischen Hirnstrukturen des Farmminks im Vergleich zur Wildart lassen sich durch Domestikationseinflüsse erklären. Das optische System der Wildminks dient im weitesten Sinn der Orientierung im Raum - in Ruhestellung und während der Lokomotion. Seine funktionelle Bedeutung liegt weiterhin in der Feinderkennung, der Feindabschätzung und in dem Erkennen und Verfolgen von Beutetieren [KRUSKA, 1972]. Die sehr wahrscheinlich aus den Abnahmen resultierenden Leistungsänderungen des visuellen Systems und die möglicherweise damit verbundenen Verhaltensänderungen können als Anpassungen der domestizierten Tiere an die speziellen Bedingungen der Domestikation interpretiert werden.

4.5 Frontale, multimodale und paralimbische Assoziationscortices

In diesen Sekundärfeldern wurden beim Farmmink ebenfalls deutliche Größenabnahmen festgestellt. Es bestehen jedoch Unsicherheiten, diese Areale bestimmten äußeren Reizreaktionen zuzuordnen. Die funktionelle Analyse dieser Integrationsfelder wird dadurch erschwert, daß ihre Zerstörung beim Menschen typisch menschliche Kategorien des Verhaltens stören kann - wie Sprache, Erkennen, soziales und ethisches Verhalten -, denen

im tierischen Verhalten nur schwer bzw. keine unmittelbaren Korrelate zuzuordnen sind [CREUTZFELDT, 1983]. Insofern wird auf die womöglich aus den Abnahmen resultierenden Leistungs- und Verhaltensänderungen nicht näher eingegangen. Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, daß ein enger funktioneller Zusammenhang mit dem limbischen System und somit auch mit den sensorischen Systemen besteht. Insbesondere die paralimbischen Assoziationsareale stehen mit dem limbischen System in Verbindung, aber auch der frontale Cortex [CREUTZFELDT, 1983]. Das limbische System und speziell der Hippocampus sind für bestimmte endogene Leistungen des Gehirns zuständig [KRUSKA, 1996]. Beim Farmmink ermittelte KRUSKA (1996) eine Reduktion des Hippocampus von 17,1 %. Demzufolge sind Minderungen der Aufmerksamkeit und des Aggressionstriebes bei der domestizierten Form zu vermuten. Die Abnahmen dieser Assoziationsareale unterstützen die Annahme.

Die Befunde der Studie verdeutlichen weiterhin, daß die sekundären Areale bei *Mustela vison* den weitaus größeren Anteil des grauen Neocortex ausmachen. Bei Insectivoren und Scandentia nehmen die Primärgebiete fast die gesamte Oberfläche des Neocortex ein. Demgegenüber weisen Primaten eine starke Ausdehnung der sekundären Rindengebiete auf. Hier kommt der Parallelismus zwischen Evolutionsniveau und Ausbreitung der Integrationsgebiete zum Ausdruck [STARCK, 1982]. Mit zunehmender Evolutionshöhe sind immer größere Bereiche des Neocortex als Assoziationsfelder ausgebildet. Die Sinnesfelder und motorischen Areale treten ihnen gegenüber stark zurück. Dies hängt insbesondere mit der Vergrößerung des Stirnlappens und der parieto-temporalen Assoziationsgebiete zusammen [STARCK, 1982]. Insofern ist der Mink - als ein Vertreter der Carnivoren - zwischen diesen Ordnungen einzustufen. Seine Evolutionshöhe spiegelt sich in den Anteilen der primären und sekundären Rindengebiete an der grauen Neocortex-Substanz wider.

Darüber hinaus kann festgestellt werden, daß die primären Rindengebiete beim Farmmink durchschnittlich in einem größeren Ausmaß reduziert worden sind als die sekundären Neocortex-Areale. Demzufolge sind Primärfelder (Ursprungsorte von Efferenzen bzw. Terminalorte von sensorischen Afferenzen; STARCK, 1965) durch die Domestikation besonders betroffen. Hier besteht eine gewisse Parallele zu phylogenetischen Ereignissen während der Evolution.

Schließlich sind Einschränkungen der motorischen, somatosensorischen, auditorischen und visuellen Kapazitäten beim domestizierten Mink durch die volumetrischen Untersuchungen dieser Studie nicht erwiesen. Die quantitative Analyse hat jedoch gezeigt, daß neocorticale

Zentren für die motorischen, somatosensorischen, akustischen und optischen Funktionen im Gehirn des Farmminks in der Domestikation Größenänderungen unterliegen. Demzufolge ist es sehr wahrscheinlich, daß die ermittelten Reduktionswerte der neocorticalen Hirnstrukturen bei *Mustela vison* f. dom. mit Leistungsminderungen oder zumindest -änderungen dieser Systeme in Verbindung stehen.

5. Zusammenfassung

Die Frischhirnvolumina des grauen Neocortex und seiner Areale werden an den Gehirnen von 6 Wildminks (*Mustela vison energumenos*) und 6 Farmminks (*Mustela vison* f. dom.) der Rasse „Dunkler Standard“ mit Hilfe von totalen, kresylechtviolettgefärbten Frontalschnittserien ermittelt. Unter Berücksichtigung der intraspezifischen allometrischen Beziehungen zwischen Hirn- und Körpergewicht werden die Größenunterschiede der neocorticalen Strukturen bestimmt und miteinander verglichen. Zudem werden eine Beschreibung und Kennzeichnung der Lamination der Neocortex-Felder vorgenommen. Für diese mikroskopischen Analysen werden 4 zusätzliche Gehirnschnittserien unterschiedlicher Schnittebenen von *Mustela vison* (3 Wildminks, 1 Farmmink) mit Nissl- und Markscheidenfärbungen herangezogen. Daraus resultieren zusätzlich eine histologische Lokalisation und topographische Darstellung der neocorticalen Areae, so daß erstmalig eine cytoarchitektonische Karte des Neocortex vom Mink vorgelegt wird.

Bei einem Vergleich des histologischen Bildes sind keine erkennbaren Unterschiede zwischen der Wild- und Haustierform festzustellen. Es ergeben sich jedoch vom Wild- zum Farmmink deutliche körpergrößenunabhängige Volumenreduktionen des grauen Neocortex und der neocorticalen Felder in unterschiedlicher Intensität. Diese verschieden starken Abnahmen werden als domestikationsbedingte Änderungen interpretiert und im Zusammenhang mit intraspezifischen Umproportionierungen sowie möglichen Leistungs- und Verhaltensänderungen diskutiert.

Im allometrischen Vergleich resultiert für den gesamten grauen Neocortex eine durchschnittliche Abnahme von 21,5 % vom Wild- zum Farmmink. Dabei weisen die rostral lokalisierten Rindenfelder größere Abnahmeintensitäten (-23 % bis -39 %) als die caudal gelegenen Neocortex-Areale (-6 % bis -15 %) auf. Der motorische Neocortex erfährt beim Farmmink eine körpergrößenunabhängige Reduktion von durchschnittlich 25,5 %. Für das primäre motorische Feld 4 und die sekundäre motorische Area 6 ergeben sich überaus einheitliche Größenminderungen von 25,6 % und 25,0 %. Die Reduktion des somatosensorischen Neocortex beträgt im Mittel 23,2 % vom wilden zum domestizierten Mink und zeigt somit eine ähnliche Größenänderung wie das motorische Rindengebiet. Während der primäre somatosensorische Cortex (Area 1) eine Abnahme von 27,9 % besitzt, liegt das Reduktionsmaß der sekundären somatosensorischen Rinde (Areae 5, 7 und 52) bei 21,6 %. Innerhalb des sekundären somatosensorischen Cortex treten hingegen deutlich unterschiedliche Minderungen von 33,1 % (Area 5), 9,44 % (Area 7) und 6,20 % (Area 52) auf. Im Gegensatz zum motorischen und somatosensorischen Neocortex zeigt die gesamte auditorische Rinde bei *Mustela vison* f. dom. eine geringere Volumenreduktion von durchschnittlich 16,0 %. Dabei differieren die Abnahmeintensitäten der akustischen Areae 50

und 20 - 22 mit 39,1 % und 6,36 % äußerst stark. Der visuelle Neocortex weist im Durchschnitt eine Größenminderung von nur 12,7 % von der Wild- zur Haustierform auf. Für die primäre visuelle Rinde (Area 17) ergibt sich dabei ein Reduktionsmaß von 15,2 %. Die Größenabnahme des sekundären extrastriären Rindengebietes beträgt hingegen nur 8,34 %, wobei die sekundären optischen Areae unterschiedliche Änderungsmaße von -7,04 % (Area 18/19) und -12,8 % (Area SV) besitzen. Die frontalen, multimodalen und paralimbischen Assoziationscortices zeigen ebenfalls verschiedene Reduktionsintensitäten. Diese sind zum Teil sehr hoch und liegen bei 30,7 % für die frontale Rinde (Area 8 und 12), 28,0 % für das Inselfeld (Area 13) und 24,2 % für den cingulären Cortex. Demgegenüber ergeben sich für die retrospleniale Rinde und die multimodale Assoziationsarea 36 nur geringe Abnahmewerte von 13,9 % und 6,56 %.

Die Größenabnahmen der neocorticalen Areale werden im Zusammenhang mit Reduktionen von subcorticalen Hirnstrukturen, die mit dem Neocortex verschaltet sind, diskutiert. Zudem werden die Ergebnisse mit vorliegenden Befunden an anderen Säugetierarten verglichen.

Obwohl sich Farmminks erst seit 120 Jahren im Hausstand befinden, treten bereits erhebliche körpergrößenunabhängige Volumenreduktionen der neocorticalen Strukturen auf, die als Domestikationseffekt gedeutet werden können. Sehr wahrscheinlich sind diese Größenabnahmen beim domestizierten Mink mit funktionellen Minderungen in der spezifischen Leistung verbunden.

6. Summary

Fresh volumes of grey matter from the neocortex and neocortical areas of the brain in 6 wild mink (*Mustela vison energumenos*) and 6 ranch mink (*Mustela vison* f. dom., Dark Standard strain) are analysed by means of cresylviolet-stained frontal serial sections at equal intervals. Taking into consideration the intraspecific allometric relation between brain and body weight, size differences in the neocortical structures of these two species are determined and compared. In addition, the lamination of the neocortical areas is described and marked. For these microscopic analyses, 4 additional serial brain sections from different section levels of *Mustela vison* (3 wild minks, 1 ranch mink, Nissl- and myelin sheath-stained) are considered. These data result in histological localisation and topographic representation of the neocortical areas, which, for the first time, provide a cytoarchitectonic map of the neocortex of the mink.

When histological data are compared, no considerable differences between the neocortical areas of wild and domesticated minks are observed. However, when grey matter volumes are compared, domesticated minks display distinctive reductions of various degrees in the size of the neocortex and neocortical areas independent of body size. These different rates of reduction can be interpreted as a consequence of domestication, and is discussed in the context of intraspecific changes of proportions, as well as possible effects on performance and behavior.

Allometric comparisons show an average decrease of 21,5 % of the entire grey matter of the neocortex in the ranch mink when compared to the wild mink, with rostral cortical areas exhibiting a higher reduction (-23 % to -39 %) than caudal areas (-6 % to -15 %). The volume of the motor neocortex of the ranch mink shows an average reduction of 25,5 % independent of body size. The primary motor area 4 and the secondary motor area 6 yield similar size reductions of 25,6 % and 25,0 %, respectively. The decrease in the somatosensory neocortex is on average 23,2 % in the domesticated mink, thus demonstrating a reduction similar to that observed for the motor cortex. While the primary somatosensory cortex (area 1) decreases by 27,9 %, the degree of reduction in the secondary somatosensory cortex (areas 5, 7 and 52) is only 21,6 %. However, within the secondary somatosensory cortex, distinct reductions of 33,1 % (area 5), 9,44 % (area 7) and 6,20 % (area 52) are evident. With respect to the entire auditory cortex of *Mustela vison* f. dom., while a reduction in volume was observed, this reduction is markedly lower (-16,0 %) than that observed in the motor and somatosensory cortex. The intensity of the decreases in acoustic areas 50 and 20 - 22 differ markedly from one another, with values of 39,1 % and 6,36 %, respectively. The visual neocortex displays an average size reduction of only 12,7 % when wild and domesticated minks are compared. For the primary visual cortex (area 17), the degree of reduction is

15,2 %. Conversely, the size decrease of the secondary extrastriate cortex amounts to only 8,34 % with secondary optic areas exhibiting changes of -7,04 % (area 18/19) and -12,8% (area SV). The frontal, multimodal and paralimbic association areas also show different degrees of reduction. These values are sometimes very high: 30,7 % for the frontal cortex (area 8 and 12), 28,0 % for the insula (area 13) and 24,2 % for the cingulate cortex. Contrary to these findings, the retrosplenial cortex and multimodal association area 36 only show decrease values of 13,9 % and 6,56 %, respectively.

The size decrease of the neocortical areas is discussed with regard to reductions of subcortical brain structures connected to the neocortex. In addition, the results are compared with existing data on other mammalian species.

Despite the fact that ranch minks have only been in a state of domestication for 120 years, there are already considerable body-size independent volume reductions of the neocortical structures. These reductions can be interpreted as an effect of domestication, and may result in a decrease in the efficiency of the respective performances.

7. Literatur

- Abplanalp, P. (1971): The neuroanatomical organization of the visual system in the tree shrew. *Folia primatol.* 16: 1 – 34.
- Adrian, E.D. (1943): Afferent areas in the brain of ungulates. *Brain* 66: 89 - 103.
- Aitkin, L. (1990): The auditory cortex. Structural and functional bases of auditory perception. Chapman and Hall. London, New York, Tokyo.
- Aitkin, L.M.; Irvine, D.R.F.; Webster, W.R. (1984): Central neural mechanisms of hearing. In: Smith, I.D. (Hrsg.): *Handbook of physiology: 675 - 737.* American Physiological Society. New York.
- Apfelbach, R. (1973): Woran erkennt ein Raubtier seine Beute? *Umschau* 73/15: 453 - 457.
- Apfelbach, R.; Kruska, D. (1979): Zur postnatalen Hirnentwicklung beim Frettchen *Mustela putorius f. furo* (Mustelidae; Mammalia). *Z. Säugetierkd.* 44: 127 - 131.
- Ariens Kappers, C.U. (1909): The phylogenesis of the palaeo-cortex and archi-cortex compared with the evolution of the visual neo-cortex. *Arch. Neurol. Psychiatr., (London)* 4: 161 - 173.
- Ariens Kappers, C.U.; Huber, G.C.; Crosby, E.C. (1967): The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man. Vol. 3. Hafner Publishing Company. New York.
- Asanuma, H. (1989): The motor cortex. Raven Press. New York.
- Banfield, A.W.F. (1974): The mammals of Canada. National Museum of Canada. Univ. Toronto Press. Toronto.
- Beckstead, R.M.; Frankfurter, A. (1983): A direct projection from the retina to the intermediate gray layer of the superior colliculus demonstrated by anterograde transport of horseradish peroxidase in monkey, cat and rat. *Exp. Brain Res.* 52: 261 - 268.
- Benecke, N. (1994): Der Mensch und seine Haustiere: Die Geschichte einer Jahrtausendealten Beziehung. Konrad Theiss Verlag GmbH & Co.. Stuttgart.
- Betz, W. (1874): Anatomischer Nachweis Gehirncentra. *Zbl. med. Wiss.* 12: 578 - 580, 594 - 599.
- Betz, W. (1881): Über die feineren Strukturen der Gehirnrinde des Menschen. *Zbl. med. Wiss.* 19: 193 - 195, 210 - 213, 231 - 234.
- Bohlken, H. (1961): Haustiere und zoologische Systematik. *Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol.* 76: 107 - 113.
- Braak, H. (1980): Architectonics of the human telencephalic cortex. Springer Verlag. Berlin.
- Brauer, K.; Schober, W. (1970): Katalog der Säugetiergehirne. Fischer Verlag. Jena, VEB G.
- Brodmann, K. (1909): Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Barth Verlag. Leipzig.

- Brugge, J.F. (1987): Auditory System. In: Adelman, G. (Hrsg.): Encyclopedia of neuroscience. Vol. 1: 89 - 92. Birkhäuser Verlag. Boston.
- Bürgi, S. (1957): The Tectum Opticum. Seine Verbindung bei der Katze und seine Bedeutung beim Menschen. Dtsch. Z. Nervenheilkd. 176: 701 – 729.
- Burchlachkova, N.I.; Ioffe, M.E. (1979): On the functions of the cortical motor area in precise movement organization. Acta Neurobiol. Exp. 39: 27 - 39.
- Burck, H.-C. (1982): Histologische Technik: Leitfaden für die Herstellung mikroskopischer Präparate im Unterricht und Praxis. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York.
- Burda, H. (1985): Effects of domestication on morphometry of ear structures in Norway rats. In: Duncker, H.-R.; Fleischer, G. (Hrsg.): Functional morphology in vertebrates: 657 - 659. Fischer. Stuttgart.
- Burda, H.; Ballast, L.; Bruns, V. (1988): Cochlea in old world mice and rats (Muridae). J. Morphol. 198: 269 - 285.
- Burton, H. (1986): Second somatosensory cortex and related areas. In: Jones, E.G.; Peters, A. (Hrsg.): Cerebral Cortex. Vol. 5: Sensory-motor areas and aspects of cortical connectivity: 31 - 98. Plenum Press. New York.
- Castro-Alamancos, M.A. (2002): Role of thalamocortical sensory suppression during arousal: Focusing sensory inputs in neocortex? J. Neurosci. 22: 9651 - 9655.
- Chavis, D.A.; Pandya, D.N. (1976): Further observations on corticofrontal connections in the rhesus monkey. Brain Research 117: 369 - 386.
- Chenchal Rao, S.; Toth, L.J.; Sur, M. (1997): Optically imaged maps of orientation preference in primary visual cortex of cats and ferrets. J. Comp. Neurol. 387: 358 - 370.
- Clements, F.A.; Dunstone, N. (1979): The threshold for high speed directional motion perception in the mink *Mustela vison* Schreber. Animal Behav. 27: 613 - 620.
- Clements, F.A.; Dunstone, N. (1984): Comparative aerial and underwater motion perception capability of the mink (*Mustela vison*) as a function of stimulus radiant intensity and discrimination distance. Animal Behav. 32: 790 - 797.
- Creutzfeldt (1979): Repräsentation der visuellen Umwelt im Gehirn. Verh. Dtsch. Zool. Ges.: 5 - 18, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Creutzfeldt (1983): Cortex cerebri: Leistung, strukturelle und funktionelle Organisation der Hirnrinde. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Crosby, E.C.; Humphrey, T.; Lauer, E.W. (1962): Correlative anatomy of the nervous system. The Macmillan Company. New York.
- Darwin, C. (1868): Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Übersetzt von Carus, V. (1906). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- Davson, H.; Segal, M.B. (1978): Introduction to physiology. Vol. 4. Academic Press. London.
- Diamond, I.T.; Fitzpatrick, D.; Sprague, J.M. (1985): The extrastriate visual cortex: A

- historical approach to the relation between "visuo-sensory" and "visuo-psychic" areas. In: Peters, A.; Jones, E.G. (Hrsg.): Cerebral cortex. Vol. 4: 63 - 87. Plenum Press. New York, London.
- Drescher, H.-E. (1974): Die Körper- und Organproportionierung freilebender und domestizierter Mustelidae (Carnivora). Dissertation. Universität Kiel.
- Drescher, H.-E. (1975): Der Einfluß der Domestikation auf die Körper- und Organproportionierung des Nerzes. Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol. 92: 272 - 281.
- Dunstone, N. (1978): The fish-catching strategy of the mink (*Mustela vison*): Time-budgeting of hunting effort? Behav. 67: 157 - 177.
- Dunstone, N. (1993): The mink. T & A D Poyser Ltd. London.
- Dunstone, N. (1998): Adaptations to the semi-aquatic habit and habitat. In: Dunstone, N.; Gorman, M.L. (Hrsg.): Behaviour and ecology of riparian mammals: 1 - 16. Cambridge University Press. Cambridge.
- Dunstone, N.; Birks, J.D.S. (1987): The feeding ecology of mink (*Mustela vison*) in a coastal habitat. J. Zool. Lond. 212: 69 - 83.
- Dykes, R.W.; Ruest, A. (1986): What makes a map in somatosensory cortex? In: Jones, E.G.; Peters, A. (Hrsg.): Cerebral Cortex. Vol. 5: Sensory-motor areas and aspects of cortical connectivity: 1 - 29. Plenum Press. New York.
- Dykes, R.W.; Rasmusson, D.D.; Hoeltzell, P.B. (1980): Organization of primary somatosensory cortex in the cat. J. Neurophysiol. 43: 1527 - 1546.
- Ebinger, P. (1974): A cytoarchitectonic volumetric comparison of brains in wild and domestic sheep. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 144: 267 - 302.
- Ebinger, P. (1975a): Quantitative investigations of visual brain structures in wild and domestic sheep. Anat. Embryol. 146: 313 - 323.
- Ebinger, P. (1975b): A cytoarchitectonic volumetric comparison of the area gigantopyramidalis in wild and domestic sheep. Anat. Embryol. 147: 167 - 175.
- Economo, C. von; Koskinas, G.N. (1925): Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer. Wien, Berlin.
- Ehret, G. (1997): The auditory midbrain, a "shunting yard" of acoustical information processing. In: Ehret, G.; Romand, R. (Hrsg.): The central auditory system: 259 - 316. Oxford University Press. New York, Oxford.
- Espenkötter, E. (1982): Vergleichende quantitative Untersuchungen an Iltissen und Frettchen. Diss. thesis, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Evans, E.F. (1992): Auditory processing of complex sounds: An overview. Phil. Trans. R. Soc. Lond. 336: 295 - 306.
- Evarts, E.V.; Wise, S.P.; Bousfield, D. (1985): The motor system in neurobiology. Elsevier Biomedical Press. Amsterdam, New York, Oxford.
- Felleman, D.J.; Wall, J.T.; Cusick, G.C.; Kaas, J.H. (1983): The representation of the body surface in S-I of cats. J. Neurosci. 3: 1648 - 1669.

- Ferrier, R.J.; Cooper, R.M. (1976): Striate cortex ablation and spatial vision. *Brain Research* 106: 71 – 85.
- Frädrieh, H. (1967): Das Verhalten der Schweine (Suidae, Tayassuidae) und Flusspferde (Hippopotamidae). *Handbuch Zool.* 8: 1 - 44.
- Frahm, H. (1973): Metrische Untersuchungen an den Organen von Hamstern der Gattungen *Phodopus*, *Mesocricetus* und *Cricetus*. *Zool. Jb. (Abt. Anat.)* 90: 55 - 159.
- Franke, C.; Kroll, J. (1988/89): *Rauchwaren-Handbuch*. Rifra-Verlag Gisela Franke. Murrhardt.
- Frick, H. (1957): Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Körpergewicht und Organgewicht. *Z. Säugetierkd.* 22: 193 - 207.
- Frick, H.; Nord, H.J. (1963): Domestikation und Hirngewicht. *Anat. Anz.* 113: 307 - 316.
- Fritsch, G.; Hitzig, E. (1870): Über die elektrische Erregbarkeit des Großhirns. *Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med.* 37: 300 - 332.
- Gerell, R. (1967): Food selection in relation to habitat in mink (*Mustela vison* Schreber) in Sweden. *Oikos* 18: 233 - 246.
- Gerell, R. (1972): *Mink*. Alb. Bonniers boktryckeri. Stockholm.
- Goethe, F. (1964): Das Verhalten der Musteliden. *Handbuch der Zoologie*. Bd. 8: 1 - 80. Walter de Gruyter und C. Verlag. Berlin.
- Guillery, R.W.; Oberdorfer, M.D. (1977): A study of fine coarse retino-fugal axons terminating in the geniculate c laminae and in the medial interlaminar nucleus of the mink. *J. Comp. Neurol.* 176: 15 – 526.
- Guldin, W.O.; Markowitsch, H.J.; Lampe, R.; Irle, E. (1986): Cortical projections originating from the cat's insular area and remarks on claustricortical connections. *J. Comp. Neurol.* 243: 468 - 488.
- Gurewitsch, M.; Bychowsky, G. (1928): Zur Architektonik der Hirnrinde (Isocortex) des Hundes. Aus der anatomischen Abteilung des Forschungsinstitutes für höhere Nerventätigkeit in Moskau. Bd. 35, Heft 5 und 6.
- Gurewitsch, M.; Chatschaturian (1928): Zur Architektonik der Großhirnrinde der Feliden. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 87.
- Haferbeck, E. (1984): *Farmgezüchtete Pelztiere*. Albrecht Philler Verlag GmbH. Minden.
- Hall, E.R. (1981): *The mammals of North America*. Bd. 2. John Wiley & Sons. New York.
- Hall, W.C.; Diamond, I.T. (1968a): Organization and function of the visual cortex of hedgehog. I. Cortical cytoarchitecture and thalamic retrograde degeneration. *Brain Behav. Evol.* 1: 181 - 214.
- Hall, W.C.; Diamond, I.T. (1968b): Organization and function of the visual cortex of hedgehog. II. An ablation study of pattern discrimination. *Brain Behav. Evol.* 1: 215 - 243.
- Hall, R.D.; Lindholm, E.P. (1974): Organization of motor and somatosensory neocortex in the

- albino rat. *Brain Research* 66: 23 - 38.
- Harrison, J.M.; Howe, M.E. (1974): Anatomy of the afferent auditory nervous system of mammals. In: Keidel, W.D.; Neff, W.D. (Hrsg.): *Handbook of sensory physiology*. Vol. 1: 283 - 336. Springer. Heidelberg, New York.
- Hassler, R. (1956): Die extrapyramidalen Rindensysteme und die zentrale Regelung der Motorik. *Dtsch. Z. Nervenheilkd.* 175: 233 - 258.
- Hassler, R. (1965): Die zentralen Systeme des Sehens. *Berichte über die Zusammenkunft der dtsh. Ophthalmol. Ges.* 66: 229 - 251.
- Hassler, R.; Wagner, A. (1965): Experimentelle und morphologische Befunde über die vierfache corticale Projektion des visuellen Systems. *Proc. 8. Int. Cong. Neurol.* 3: 77 - 96.
- Helmuth, H.; Rempe, U. (1968): Über den Geschlechtsdimorphismus des Epistropheus beim Menschen. *Z. Morph. Anthropol.* 59 (3): 300 - 321.
- Herre, W. (1955): Fragen und Ergebnisse der Domestikationsforschung nach Studien am Hirn. Erlangen, *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*
- Herre, W. (1958): Die geschichtliche Entwicklung der Haustierzüchtung. In: Zorn, W. (Hrsg.): *Züchtungslehre*: 17 - 43. Verlag Ulmer. Stuttgart.
- Herre, W. (1959): Über die Domestikationserscheinungen bei Tier und Mensch. *Dtsch. med. Wschr.* 84: 2334 - 2338.
- Herre, W. (1961): Über Ziele, Begriffe, Methoden und Aussagen der Haustierkunde. *Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol.* 76/1: 114 - 124.
- Herre, W. (1966): Einige Bemerkungen zur Modifikabilität, Vererbung und Evolution von Merkmalen des Vorderhirns bei Säugetieren. In: Hassler, R.; Stephan, H. (Hrsg.): *Evol. Forebrain*: 162 - 174. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.
- Herre, W.; Röhrs, M. (1971): Domestikation und Stammesgeschichte. In: Heberer, G. (Hrsg.): *Die Evolution der Organismen*. Bd. II/2: 29 - 174. Fischer. Stuttgart.
- Herre, W.; Röhrs, M. (1990): *Haustiere - zoologisch gesehen*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Herre, W.; Thiede, M. (1965): Studien an Gehirnen südamerikanischer Tylopoden. *Zool. Jb. (Abt. Anat)* 81: 155 - 176.
- Herter, K. (1959): *Iltisse und Frettchen*. Neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg.
- Herter, K. (1979): Die Marder. In: Grzimek, B. (Hrsg.): *Grzimeks Tierleben*. Bd. 3: Säugetiere: 35 - 89. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG. München.
- Hubel, D.H.; Wiesel, T.N. (1979): Die Verarbeitung visueller Informationen. In: *Spektrum der Wissenschaft* 11: 106 - 117.
- Johansson, I. (1982): *Fortpflanzung, Vererbung und Züchtung des Nerzes*. Animal-Verlag. Burgdorf.

- Jones, E.G.; Powell, T.P.S. (1968): The ipsilateral cortical connections of the somatic sensory areas in the cat. *Brain Research* 9: 71 - 94.
- Jones, E.G.; Powell, T.P.S. (1970): An anatomical study of converging sensory pathways within the cerebral cortex of the monkey. *Brain* 93: 793 - 820.
- Juba, A. (1939): Die optischen Verbindungen der oberen Vierhügelgegend. *Z. f. d. g. Neur. u. Psych.* 164: 273 – 285.
- Kaas, J.H. (1993): The functional organization of somatosensory cortex in primates. *Ann. Anat.* 175: 509 - 518.
- Kalia, M.; Whitteridge, D. (1973): The visual areas in the splenial sulcus of the cat. *J. Physiol. (London)* 232: 275 - 283.
- Kavanagh, G.L.; Kelly, J.B. (1988): Hearing in the ferret (*Mustela putorius*): Effects of primary auditory cortical lesions on thresholds for pure tone detections. *J. Neurophysiol.* 60: 879 - 888.
- Keller, A. (1958): Die Nerzzucht. F.C. Mayer Verlag. München-Solln.
- Kelly, J.P. (1991): Hearing. In: Kandel, E.R. et al. (Hrsg.): *Principles of neural science*: 481 - 499. Elsevier Science Publishing. New York.
- Klatt, B. (1912): Über die Veränderung der Schädelkapazität in der Domestikation. Sitzungsbericht: Gesellschaft naturforschender Freunde.
- Klatt, B. (1955): Noch einmal: Hirngröße und Körpergröße. *Zool. Anz.* 151: 215 - 232.
- Klempin (1921): Über die Architektonik der Großhirnrinde des Hundes. *Journal für Psychologie und Neurologie* 26: 229 - 249.
- Kohane, M.J.; Parsons, P.A. (1988): Domestication: Evolutionary change under stress. *Evol. Biol.* 23: 31 - 48.
- Kornhuber, H.H. (1973): Kleinhirn, Stammganglien und Großhirnrinde in der motorischen Organisation von Primaten. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 66: 151 - 167.
- Kornhuber, H.H. (1974a): Cerebral cortex, cerebellum and basal ganglia: An introduction to their motor functions. In: Schmitt, F.O.; Warden, F.G. (Hrsg.): *The neurosciences third study program*: 267 - 280. MIT Press. Cambridge, London.
- Kornhuber, H.H. (1974b): The vestibular system and the general motor system. In: Kornhuber, H.H. (Hrsg.): *Handbook of sensory physiology*. Vol. VI/2: Vestibular system: 581 - 620. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.
- Krubitzer, L.; Huffmann, K.J. (2000): Arealization of the neocortex in mammals: Genetic and epigenetic contributions to the phenotype. *Brain Behav. Evol.* 55: 322 - 335.
- Kruska, D. (1970): Vergleichende cytoarchitektonische Untersuchungen an Gehirnen von Wild- und Hausschweinen. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 131: 291 - 324.
- Kruska, D. (1972): Volumenvergleich optischer Hirnzentren bei Wild- und Hausschweinen. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* 138: 265 - 282.
- Kruska, D. (1973): Domestikationsbedingte Größenänderung verschiedener Hirnstrukturen

- bei Schweinen. In: Matolcsi, J. (Hrsg.): Domestikationsforschung und Geschichte der Haustiere: 135 - 140. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Kruska, D. (1975a): Vergleichend-quantitative Untersuchungen an den Gehirnen von Wander- und Laborratten I. Volumenvergleich des Gesamthirns und der klassischen Hirnteile. J. Hirnforsch. 16: 469 - 483.
- Kruska, D. (1975b): Vergleichend-quantitative Untersuchungen an den Gehirnen von Wander- und Laborratten II. Volumenvergleich allokortikaler Hirnzentren. J. Hirnforsch. 16: 485 - 496.
- Kruska, D. (1977): Über die postnatale Hirnentwicklung beim Farmnerz *Mustela vison* f. dom. (Mustelidae; Mammalia). Z. Säugetierkd. 42: 240 - 255.
- Kruska, D. (1980): Domestikationsbedingte Hirngrößenänderungen bei Säugetieren. Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. 18: 161 - 195.
- Kruska, D. (1987a): How fast can total brain size change in mammals? J. Hirnforsch. 28: 59 - 70.
- Kruska, D. (1987b): Einiges über Nerze. Schweizer Tierschutz 114: 3 - 18.
- Kruska, D. (1988a): Mammalian domestication and its effect on brain structure and behavior. In: Jerison, H.J.; Jerison, I. (Hrsg.): The evolutionary biology of intelligence: 211 -250. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Kruska, D. (1988b): Effects of domestication on brain structure and behavior in mammals. Human Evolution 3: 473 - 485.
- Kruska, B. (1988c): Marderartige. In: Grzimek, B. (Hrsg.): Grzimeks Enzyklopädie. Bd. 3: Säugetiere: 388 - 447. Kindler Verlag. München.
- Kruska, D. (1989): Gehirnveränderungen bei Säugetieren als Folge von Gefangenschaftshaltung. In: Die Illusion der Arche Noah: 87 - 105. Echo Verlag. Wiesbaden.
- Kruska, D. (1990): Auswirkungen der Domestikation auf Gehirn und Verhalten von Säugetieren. Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, R. Math./Nat. Wiss. 39: 389 - 393.
- Kruska, D. (1993): Evidence of decrease in brain size in ranch mink, *Mustela vison* f. dom., during subadult postnatal ontogenesis. Brain Behav. Evol. 41: 303 - 315.
- Kruska, D. (1996): The effect of domestication on brain size and composition in the mink (*Mustela vison*). J. Zool., London 239: 645 - 661.
- Kruska, D; Röhrs, M. (1974): Comparative-quantitative investigations on brains of feral pigs from the Galapagos-Islands and of European domestic pigs. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 144: 61 - 73.
- Kruska, D.; Schott, U. (1977): Vergleichend-quantitative Untersuchungen an den Gehirnen von Wander- und Laborratten III. Volumenvergleich optischer Hirnstrukturen. J. Hirnforsch. 18: 59 - 67.
- Kruska, D.; Schreiber, A. (1999): Comparative morphometrical and biochemical-genetic investigations in wild and ranch mink (*Mustela vison*: Carnivora: Mammalia). Acta Theriologica 44 (4): 377 - 392.

- Kruska, D.C.T.; Sidorovich, V.E. (2003): Comparative allometric skull morphometrics in mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) of Canadian and Belarus origin; taxonomic status. *Mamm. biol.* 68 (in press).
- Kruska, D.; Stephan, H. (1973): Volumenvergleich allokortikaler Hirnzentren bei Wild- und Hausschweinen. *Acta anat.* 84: 387 - 415.
- Kuhlenbeck, H. (1927): Vorlesungen über das Zentralnervensystem der Wirbeltiere. Verlag von Gustav Fischer. Jena.
- Law, M.I.; Zahs, K.R.; Stryker, M.P. (1988): Organization of primary visual cortex (area 17) in the ferret. *J. Comp. Neurol.* 278: 157 - 180.
- LeVay, S.; McConnell, S.K.; Luskin, M.B. (1987): Functional organization of primary visual cortex in the mink (*Mustela vison*), and comparison with the cat. *J. Comp. Neurol.* 257: 422 - 441.
- Locke, S.; Angevine, J.B. jr.; Yakovlev, P.I. (1964): Limbic nuclei of the thalamus and connections of the limbic cortex. IV. Thalamocortical projection of lateral dorsal nucleus in cat and monkey. *Arch. Neurol.* 11: 1 - 12.
- Lorenz, K. (1959): Psychologie und Stammesgeschichte. In: Heberer, G. (Hrsg.): Die Evolution der Organismen: 131 - 170. Fischer. Stuttgart.
- Manzoni, T.; Caminiti, R.; Spidalieri, G.; Morelli, E. (1979): Anatomical and functional aspects of the associative projection from the somatic area S I to S II. *Exp. Brain Res.* 34: 453 - 473.
- McConnell, S.K.; LeVay, S. (1986): Anatomical organization of the visual system of the mink, *Mustela vison*. *J. Comp. Neurol.* 250: 109 - 132.
- McKenna, T.M.; Whitsel, B.L.; Dreyer, D.A.; Metz, C.B. (1981): Organization of cat anterior parietal cortex: Relations among cytoarchitecture, single neuron functional properties, and interhemispheric connectivity. *J. Neurophysiol.* 45: 667 - 697.
- Merzenich, M.M.; Schreiner, C.E. (1992): Mammalian auditory cortex: Some comparative observations. In: Webster, D. et al. (Hrsg.): 673 - 689. Springer Verlag. New York.
- Moore, D.R. (1982): Late onset of hearing in the ferret. *Brain Research* 253: 309 - 311.
- Murphy, P.C.; Duckett, S.G.; Sillito, A.M.: (2000): Comparison of the laminar distribution of input from areas 17 and 18 of the visual cortex to the lateral geniculate nucleus of the cat. *J. Neurosci.* 20 (2): 845 - 853.
- Nauta, W.J.H.; Feirtag, M. (1990): Neuroanatomie. Spektrum der Wissenschaft. Heidelberg.
- Nes, N.N.; Einarsson, E.J.; Lohi, O.; Jørgensen, G. (1988): Beautiful fur animals - and their colour genetics. Scientifur. Hillerød, Dänemark.
- Nieuwenhuys, R.; Donkelaar, H.J. ten; Nicholson, C. (1998): The central nervous system of vertebrates. Vol. 3. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Nieuwenhuys, R.; Voogd, J.; Huijzen, C. van (1991): Das Zentralnervensystem des Menschen. Springer Verlag. Berlin.
- Otsuka, R.; Hassler, R. (1962): Über Aufbau und Gliederung der corticalen Sehphäre bei

- der Katze. Archiv für Psychiatrie und Z. f. d. ges. Neurologie 203: 212 - 234.
- Pallas, S.L.; Roe, A.W.; Mriganka, S. (1990): Visual projections induced into the auditory pathway of the ferrets. I. Novel inputs to primary auditory cortex (A I) from the LP/pulvinar complex and the topography of the MGN-A I projection. J. Comp. Neurol. 298: 50 - 68.
- Pandya, D.N.; Seltzer, B. (1982): Association areas of the cerebral cortex. Trends Neurosci. 5: 386 - 390.
- Pandya, D.N.; Yeterian, E.H. (1985): Architecture and connections of cortical association areas. In: Peters, A.; Jones, E.G. (Hrsg.): Cerebral cortex. Vol. 4: Association and auditory cortices: 3 - 61. Plenum Press. New York.
- Paulin, M.G. (1993): The role of the cerebellum in motor control and perception. Brain Behav. Evol. 41: 39 - 50.
- Penfield, W.; Rasmussen, T. (1950): The cerebral cortex of man: Additional study on localisation of function. MacMillan. New York.
- Phillips, D.P.; Judge, W.P.; Kelly, J.B. (1988): Primary auditory cortex in the ferret (*Mustela putorius*): Neural response properties and topographic organization. Brain Research 443: 281 - 294.
- Pinto Hamuy, T.; Bromiley, R.G.; Woolsey, C.N. (1956): Somatic afferent areas I and II of dog's cerebral cortex. J. Neurophysiol. 19: 485 - 499.
- Plogmann, D.; Kruska, D. (1990): Volumetric comparison of auditory structures in the brains of european wild boars (*Sus scrofa*) and domestic pigs (*Sus scrofa* f. dom.). Brain Behav. Evol. 35: 146 - 155.
- Räber, H. (1944): Versuche zur Ermittlung des Beuteschemas an einem Hausmarder (*Martes foina*) und einem Iltis (*Mustela putorius*). Revue Suisse Zool. 51.
- Rahmann, H.; Rahmann, M. (1988): Das Gedächtnis: Neurobiologische Grundlagen. J.F. Bergmann Verlag. München.
- Rempe, U. (1962): Über einige statistische Hilfsmittel moderner zoologisch-systematischer Untersuchungen. Zool. Anz. 169: 93 - 140.
- Ribaupierre, F. de (1997): Acoustical information processing in the auditory thalamus and cerebral cortex. In: Ehret, G.; Romand, R. (Hrsg.): The central auditory system: 317 - 397. Oxford University Press. New York, Oxford.
- Rockland, K.S. (1985): Anatomical organization of primary visual cortex (area 17) in the ferret. J. Comp. Neurol. 241: 225 - 236.
- Röhrs, M. (1955): Vergleichende Untersuchungen an Wild- und Hauskatzen. Zool. Anz. 155: 53 - 69.
- Röhrs, M. (1958): Allometrische Studien und ihre Bedeutung für Evolutionsforschung und Systematik. Zool. Anz. 160: 277 - 294.
- Röhrs, M. (1966): Vergleichende Untersuchungen zur Evolution der Gehirne von Edentaten. I. Hirngewicht - Körpergewicht. Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. 4 (1 - 2): 196 - 207.

- Röhrs, M. (1985): Cephalization, neocorticalization and the effects of domestication on brains of mammals. In: Duncker, H.R.; Fleischer, G. (Hrsg.): Functional morphology in vertebrates: 544 - 547. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York.
- Röhrs, M.; Kruska, D. (1969): Der Einfluß der Domestikation auf das Zentralnervensystem und Verhalten von Schweinen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 76: 514 - 518.
- Rohen, J.W. (1978): Funktionelle Anatomie des Nervensystems: Ein kurzgefaßtes Lehrbuch nach funktionellen Gesichtspunkten für Studierende und Ärzte. F.K. Schattauer Verlag. Stuttgart, New York.
- Romeis, B. (1989): Romeis - Mikroskopische Technik. Neubearbeitung von Böck, P. (Hrsg.). Urban & Schwarzenberg. München, Wien, Baltimore.
- Romer, A.S.; Parsons, T.S. (1991): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Verlag Paul Parey. Hamburg, Berlin.
- Rose, M. (1935): Cytoarchitektonik und Myeloarchitektonik der Großhirnrinde. In: Bumke, O.; Foerster, O. (Hrsg.): Handbuch der Neurologie. Bd. 1: Allgemeine Neurologie I, Anatomie: 588 - 778. Springer Verlag. Berlin.
- Rose, J.E. (1949): The cellular structure of the auditory region of the cat. J. Comp. Neurol. 91: 409 - 440.
- Rouiller, E.M. (1997): Functional organization of the auditory pathways. In: Ehret, G.; Romand, R. (Hrsg.): The central auditory system: 3 - 96. Oxford University Press. New York, Oxford.
- Rubel, E.W. (1971): A comparison of somatotopic organization in sensory neocortex of newborn kittens and adult cats. J. Comp. Neurol. 143: 447 - 480.
- Ruthazer, E.S.; Baker, G.E.; Stryker, M.P. (1999): Development and organization of ocular dominance bands in primary visual cortex of the sable ferret. J. Comp. Neurol. 407: 151 - 165.
- Sanides, F. (1962): Wie sich das Menschenhirn entwickelt hat. C.H. Boehringer Sohn. Ingelheim am Rhein.
- Sanides, F. (1972): Representation in the cerebral cortex and its areal lamination patterns. In: Bourne, G.F. (Hrsg.): Structure and function of nervous tissue. Vol. 5: 329 - 453. Academic Press. New York.
- Sanides, F.; Krishnamurti, A. (1967): Cytoarchitectonic subdivisions of sensorimotor and prefrontal regions and of bordering insular and limbic fields in slow loris (*Nycticebus coucang coucang*). J. Hirnforsch., Band 9, Heft 3.
- Schiebler, T.H.; Schmidt, W. (1983): Lehrbuch der gesamten Anatomie des Menschen: Cytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Schleifenbaum, C. (1973): Untersuchungen zur postnatalen Ontogenese des Gehirns von Großpudeln und Wölfen. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 141: 179 - 205.
- Schneider, G.E. (1969): Two visual systems. Science 163: 895 - 902.
- Schober, W. (1981): Zur Morphologie der funktionellen Spezialisierung des visuellen Systems

- der Säugetiere. Z. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig 95: 395 - 400.
- Schober, W.; Winkelmann, E. (1975): Der visuelle Kortex der Ratte. Cytoarchitektonik und stereotaktische Parameter. Z. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig 89 (3): 431 - 446.
- Schuhmacher, U. (1963): Quantitative Untersuchungen an Gehirnen mitteleuropäischer Musteliden. J. Hirnforsch. 6: 137 - 163.
- Seltzer, B.; Pandya, D.N. (1976): Some cortical projections to the parahippocampal area in the rhesus monkey. Exp. Neurol. 50: 146 - 160.
- Seltzer, B.; Pandya, D.N. (1978): Afferent cortical connections and architectonics of the superior temporal sulcus and surrounding cortex in the rhesus monkey. Brain Research 149: 1 - 24.
- Seltzer, B.; Pandya, D.N. (1980): Converging visual and somatic sensory cortical input to the intraparietal sulcus of the rhesus monkey. Brain Research 192: 339 - 351.
- Shakelford, R.M. (1984): American mink. In: Mason, I.L. (Hrsg.): Evolution of domesticated animals: 229 - 233. Longman. London, New York.
- Silbernagl, S.; Despopoulos, A. (1991): Taschenatlas der Physiologie. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York.
- Snell, O. (1892): Die Abhängigkeit des Hirngewichts von dem Körpergewicht und den geistigen Fähigkeiten. Arch. Psychiat. 23: 436 - 446.
- Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. (1995): Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company. New York.
- Sorbe, D.; Kruska, D. (1975): Vergleichende allometrische Untersuchungen an den Schädeln von Wander- und Laborratten. Zool. Anz. 195: 124 - 144.
- Sprague, J.M.; Meikle, T.H. jr. (1965): The role of the superior colliculus in visually guided behavior. Exp. Neurol. 11: 115 - 146.
- Spurway, H. (1955): The causes of domestication: An attempt to integrate some ideas of Konrad Lorenz with evolution theory. J. of Genetics 53: 325 - 362.
- Starck, D. (1965): Die Neencephalisation: Die Evolution zum Menschenhirn. In: Herberer, G. (Hrsg.): Menschliche Abstammungslehre: Fortschritte der Anthropogenie: 103 - 144. Fischer. Göttingen.
- Starck, D. (1982): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 3: Organe des aktiven Bewegungsapparates, der Koordination, der Umweltbeziehung, des Stoffwechsels und der Fortpflanzung. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.
- Steffen, K. (2000): Vergleichender quantitativer Nachweis sowie topographische Analyse von Ganglienzellen und Zapfen in der Retina von Wildmink (*Mustela vison energumenos*) und Farmmink (*Mustela vison f. dom.*). Dissertation. Kiel.
- Stephan, H. (1951): Vergleichende Untersuchungen über den Feinbau des Hirnes von Wild- und Haustieren. (Nach Studien am Schwein und Schaf). Zool. Jb. (Abt. Anat. u. Ontog. d. Tiere) Bd. 71, Heft 4: 487 - 586.
- Stephan, H. (1954): Die Anwendung der Snell'schen Formel $h = k^s \times p$ auf die Hirn-

- Körpergewichtsbeziehungen bei verschiedenen Hunderassen. Zool. Anz. 153: 15 - 27.
- Stephan, H. (1960): Methodische Studien über den quantitativen Vergleich architektonischer Struktureinheiten des Gehirns. Z. wiss. Zool. 164: 143 - 172.
- Stephan, H. (1961): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. Acta anat. 44: 12 - 59.
- Stephan, H. (1975): Allocortex. In: Bargmann, W. (Hrsg.): Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. IV/9: 1 - 998. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.
- Stephan, H. (1976): Vergleichende Anatomie des Allocortex. Verh. Anat. Ges. 70: 217 - 251.
- Stephan, H.; Bauchot, R. (1965): Hirn-Körpergewichtsbeziehungen bei den Halbaffen (Prosimii). Acta Zool. 46: 209 - 231.
- Stephan, H.; Spatz, H. (1961): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Insektivorengehirnen. IV. Gehirne afrikanischer Insektivoren. Versuch einer Zuordnung von Hirnbau und Lebensweise. Morph. Jb. 403 (1): 108 - 174.
- Stubbe, M. (1993): Familie Mustelidae Swainson, 1835-Marder. In: Stubbe, M.; Krapp, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 5: Raubsäuger-Carnivora (Fissipedia): 365 - 502. Aula-Verlag. Wiesbaden.
- Syka, J.; Aitkin, L. (1981): Neuronal mechanisms of hearing. Plenum Press. New York.
- Thenius, F. (1969): Stammesgeschichte der Säugetiere. Handbuch der Zoologie. Bd. 8/2. Walter de Gruyter. Berlin.
- Thiede, U. (1966): Zur Evolution von Hirneigenschaften mitteleuropäischer und südamerikanischer Musteliden. I. Innerartliche Ausformung und zwischenartliche Unterschiede äußerlich sichtbarer Merkmale. Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. 4: 318 - 377.
- Thiede, U. (1973): Zur Evolution von Hirneigenschaften mitteleuropäischer und südamerikanischer Musteliden. II. Quantitative Untersuchungen an Gehirnen südamerikanischer Musteliden. Z. Säugetierkd. 38: 208 - 215.
- Thompson, R.F. (2001): Das Gehirn: Von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg, Berlin.
- Vogt, O. (1910): Nouvelle contribution à l' étude de la myéloarchitecture de l' écorce cérébrale. Congrès des neurologistes et aliénistes de langue française à Bruxelles.
- Vogt, C.; Vogt, O. (1942): Morphologische Gestaltungen unter normalen und pathogenen Bedingungen. J. Psychol. Neurol. 50: 524.
- Walsh, T.M.; Ebner, F.F. (1970): The cytoarchitecture of somatic sensory-motor cortex in the opossum (*Didelphis marsupialis virginiana*): A golgi study. J. Anat. 107: 1 - 18.
- Welker, C. (1976): Receptive fields of barrels in the somatosensory neocortex of the rat. J. Comp. Neurol. 166: 173 - 190.
- Welker, W.I.; Seidenstein, S. (1959): Somatic sensory representation in the cerebral cortex

- of the racoon (*Procyon lotor*). J. Comp. Neurol. 111: 469 - 501.
- Wenzel, U.D. (1984): Edelpelztiere: Nerz, Blau- und Silberfuchs: Biologie, Zucht, Haltung, Fütterung, Physiologie, Krankheiten. Verlag J. Neumann-Neudamm. Leipzig.
- Winkler, C.; Potter, A. (1914): An anatomical guide to experimental researches on cat's brain. A series of 35 frontal sections. W. Versluys. Amsterdam.
- Woolsey, C.N. (1958): Organization of somatic sensory motor areas of the cerebral cortex. In: Harlow, H.R.; Woolsey, C.N. (Hrsg.): Biological and biochemical bases of behaviour: 63 - 82. University of Wisconsin Press. Madison.
- Woolsey, C.N. (1961): Organization of cortical auditory system. In: Rosenblith, W.A. (Hrsg.): Sensory communication: 235 - 257. The MIT Press. Cambridge.
- Yakovlev, P.I.; Locke, S.; Angevine, J.B. jr. (1966): The limbic system of the cerebral hemisphere, limbic nuclei of the thalamus, and the cingulum bundle. In: Purpura, D.P.; Yahr, M.D. (Hrsg.): The thalamus: 77 - 91. Columbia University Press. New York.
- Zilles, K.; Rehkämper, G. (1994): Funktionelle Neuroanatomie: Lehrbuch und Atlas. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest.
- Zimen, E. (1971): Wölfe und Königspudel. Vergleichende Verhaltensbeobachtungen. Piper. München.

8. Anhang

8.1 Tabellen

- Tab. 4 Beispiel zur Bestimmung des Papierwertes (PW) und des Umrechnungsfaktors (U)
Wildmink (Präparat-Nr. 16885)
- Tab. 5 - 16 Ermittlung des Frischhirnvolumens (Wild- und Farmminks)
- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Tab. 5 (Präparat-Nr. 16403) | Tab. 11 (Präparat-Nr. 2349/P) |
| Tab. 6 (Präparat-Nr. 16897) | Tab. 12 (Präparat-Nr. 2365/P) |
| Tab. 7 (Präparat-Nr. 16885) | Tab. 13 (Präparat-Nr. 2419/P) |
| Tab. 8 (Präparat-Nr. 16896) | Tab. 14 (Präparat-Nr. 2442/P) |
| Tab. 9 (Präparat-Nr. 16893) | Tab. 15 (Präparat-Nr. 2446/P) |
| Tab. 10 (Präparat-Nr. 16895) | Tab. 16 (Präparat-Nr. 2432/P) |
- Tab. 17 Absolute Volumina der Hirnareale des Neocortex von Wildminkgehirnen
- Tab. 18 Absolute Volumina der Hirnareale des Neocortex von Farmminkgehirnen
- Tab. 19a Prozentuale Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den Wildminkgehirnen
- Tab. 19b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße der prozentualen Anteile - Wildmink
- Tab. 20a Prozentuale Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den Farmminkgehirnen
- Tab. 20b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße der prozentualen Anteile - Farmmink
- Tab. 21 Prozentuale Anteile der Areae und Regiones der neocorticalen Rinde am grauen Neocortex von Wildminkgehirnen

-
- Tab. 22 Prozentuale Anteile der Areae und Regiones der neocorticalen Rinde am grauen Neocortex von Farmminkgehirnen
- Tab. 25a t-Test der Relativwerte zwischen Wild- und Farmmink
- Tab. 26a Geometrische Mittel, geometrischer Variabilitätskoeffizient, Anteile der neocorticalen Areale am Gesamtgehirn und die prozentualen Größenabnahmen dieser Strukturen vom Wild- zum Farmmink

Tab. 4 Bestimmung des Papierwertes (PW)

Wildmink (WM), Quadrat der linearen Vergrößerung (V^2), Abstand der gemessenen Schnitte (D), Umrechnungsfaktor (U)

Fotoserie: WM, 16885, weiblich

Kunststoffpapier

$V_1 = 8,9$

$V_2 = 8,9$

$V_1 \times V_2 = V^2 = 79,21$

Foto	Breite (cm)	Länge (cm)	Gewicht (g)	PW = Breite · Länge / Gewicht
Maßstab	17,70	24,00	11,11	38,235824
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
138	17,70	24,00	11,12	38,201439
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
264	17,70	24,00	11,13	38,167116
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
390	17,70	24,00	11,12	38,201439
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
516	17,70	24,00	11,15	38,098655
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
642	17,70	24,00	11,17	38,030439
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
768	17,70	24,00	11,23	37,827248
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
894	17,70	24,00	11,16	38,064516
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
1020	17,70	24,00	11,15	38,098655
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		
1146	17,70	24,00	11,15	38,098655
	17,70	24,00		
	17,70	24,00		

$D = 18 \cdot 20 \mu\text{m} = 0,036 \text{ cm}$

$$\bar{\varnothing} \text{ PW} = \frac{381,023986}{10} = \underline{38,102399}$$

$$U = \frac{\bar{\varnothing} \text{ PW} \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$$

$$U = \frac{38,102399 \cdot 0,036 \cdot 1.000}{79,21} = \underline{17,317086}$$

Tab. 5 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16403, Wildmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,703911 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 189,06
U = 8,375988

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	18,83	157,719854	293,757565
Area frontopolaris (Area 12)	2,01	16,835736	31,357021
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	9,36	78,399248	146,020755
Area gigantopyramidalis (Area 4)	15,81	132,424370	246,644031
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	9,83	82,335962	153,352994
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	10,01	83,843640	156,161085
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	14,36	120,279188	224,023295
Area parietalis (Area 7)	4,50	37,691946	70,202286
Area 52	7,94	66,505345	123,868034
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	5,83	48,832010	90,950962
Area temporalis (Area 20 - 22)	15,29	128,068857	238,531768
Area ectorhinalis (Area 36)	3,47	29,064678	54,133762
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,68	47,575612	88,610886
Area striata (Area 17)	16,31	136,612364	254,444285
Area SV	2,10	17,589575	32,761067
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	10,00	83,759880	156,005080
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	8,66	72,536056	135,100399
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	8,84	74,043734	137,908491

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 7,47 g
Frischhirnvolumen: 7.210 mm³
Korrekturfaktor: 1,8625275
Schrumpfung: 46,31 %

Tab. 6 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16897, Wildmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 38,040839 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 98,01
U = 16,301553

<u>Hirnareale</u>	<u>Papiergewicht</u> (g)	<u>Schnittserienvolumen</u> (mm ³)	<u>Frischhirnvolumen</u> (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	13,16	214,528438	318,591013
Area frontopolaris (Area 12)	1,52	24,778361	36,797747
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	6,97	113,621824	168,737033
Area gigantopyramidalis (Area 4)	12,37	201,650211	299,465869
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	7,15	116,556104	173,094661
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	7,01	114,273887	169,705396
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	11,78	192,032294	285,182532
Area parietalis (Area 7)	3,23	52,654016	78,195210
Area 52	5,77	94,059961	139,686181
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	5,05	82,322843	122,255670
Area temporalis (Area 20 - 22)	10,30	167,905996	249,353148
Area ectorhinalis (Area 36)	2,15	35,048339	52,049444
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,10	83,137920	123,466121
Area striata (Area 17)	12,28	200,183071	297,287054
Area SV	1,39	22,659159	33,650571
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	8,58	139,867325	207,713594
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	7,09	115,578011	171,642119
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	5,67	92,429806	137,265277

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 8,33 g
Frischhirnvolumen: 8.040 mm³
Korrekturfaktor: 1,4850759
Schrumpfung: 32,66 %

Tab. 7 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16885, Wildmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 38,102399 cm²/g
Dicke (D) = 0,036 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 79,21
U = 17,317086

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	13,30	230,317244	342,261674
Area frontopolaris (Area 12)	1,56	27,014654	40,144978
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	6,90	119,487893	177,564326
Area gigantopyramidalis (Area 4)	10,76	186,331845	276,897413
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	7,95	137,670834	204,584986
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	6,42	111,175692	165,212026
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	10,57	183,041599	272,007962
Area parietalis (Area 7)	3,14	54,375650	80,804636
Area 52	5,88	101,824466	151,315688
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	4,45	77,061033	114,516124
Area temporalis (Area 20 - 22)	11,25	194,817218	289,507055
Area ectorhinalis (Area 36)	2,60	45,024424	66,908298
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,49	95,070802	141,279442
Area striata (Area 17)	11,35	196,548926	292,080451
Area SV	1,40	24,243920	36,027544
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	8,43	145,983035	216,937286
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	6,67	115,504964	171,645517
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	7,49	129,704974	192,747363

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 8,80 g
Frischhirnvolumen: 8.494 mm³
Korrekturfaktor: 1,4860445
Schrumpfung: 32,71 %

Tab. 8 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16896, Wildmink
Geschlecht: männlich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,874611 cm²/g
Dicke (D) = 0,042
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 75,69
U = 21,016431

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	12,28	258,081773	384,954282
Area frontopolaris (Area 12)	1,34	28,162018	42,006413
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	6,18	129,881544	193,731064
Area gigantopyramidalis (Area 4)	9,92	208,482996	310,972841
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	6,40	134,505158	200,627638
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	5,47	114,959878	171,473936
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	10,67	224,245319	334,483892
Area parietalis (Area 7)	2,46	51,700420	77,116248
Area 52	4,71	98,987390	147,649403
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	3,95	83,014902	123,824870
Area temporalis (Area 20 - 22)	10,00	210,164310	313,480686
Area ectorhinalis (Area 36)	1,99	41,822698	62,382657
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,39	113,278563	168,966089
Area striata (Area 17)	10,21	214,577761	320,063781
Area SV	1,27	26,690867	39,812047
<u>Regio cingularis</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	6,30	132,403515	197,492831
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,74	120,634314	179,937914
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	5,21	109,495606	163,323438

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 9,18 g
Frischhirnvolumen: 8.861,004 mm³
Korrekturfaktor: 1,4915981
Schrumpfung: 32,96 %

Tab. 9 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16893, Wildmink
Geschlecht: männlich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,996635 cm²/g
Dicke (D) = 0,042
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 82,81
U = 19,271328

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	13,71	264,209907	375,739673
Area frontopolaris (Area 12)	1,72	33,146684	47,138748
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	7,53	145,113100	206,369054
Area gigantopyramidalis (Area 4)	12,85	247,636565	352,170299
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	8,05	155,134190	220,620303
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	7,07	136,248289	193,762180
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	12,79	246,480285	350,525923
Area parietalis (Area 7)	3,42	65,907942	93,729372
Area 52	6,65	128,154331	182,251555
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	5,15	99,247339	141,142182
Area temporalis (Area 20 - 22)	12,76	245,902145	349,703736
Area ectorphinalis (Area 36)	2,73	52,610725	74,819059
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,85	112,737269	160,326556
Area striata (Area 17)	12,37	238,386327	339,015298
Area SV	2,04	39,313509	55,908748
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	9,04	174,212805	247,752490
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	7,94	153,014344	217,605616
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	8,36	161,108302	229,116241

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 10,26 g
Frischhirnvolumen: 9.903,475 mm³
Korrekturfaktor: 1,4221256
Schrumpfung: 29,68 %

Tab. 10 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 16895, Wildmink
Geschlecht: männlich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 38,098875 cm²/g
Dicke (D) = 0,048
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 82,81
U = 22,083637

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	13,58	299,895791	426,505616
Area frontopolaris (Area 12)	1,46	32,242110	45,854065
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	6,59	145,531168	206,971429
Area gigantopyramidalis (Area 4)	11,12	245,570043	349,244656
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	6,91	152,597932	217,021635
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	5,25	115,939094	164,886191
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	11,03	243,582516	346,418037
Area parietalis (Area 7)	3,27	72,213493	102,700542
Area 52	7,07	156,131314	222,046739
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	4,86	107,326476	152,637503
Area temporalis (Area 20 - 22)	10,79	238,282443	338,880382
Area ectorhinalis (Area 36)	2,65	58,521638	83,228268
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,85	129,189277	183,730329
Area striata (Area 17)	13,46	297,245754	422,736788
Area SV	1,56	34,450474	48,994754
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	7,68	169,602332	241,204943
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,94	131,176804	186,556948
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	6,16	136,035204	193,466465

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 10,85 g
Frischhirnvolumen: 10.472,973 mm³
Korrekturfaktor: 1,4221794
Schrumpfung: 29,69 %

Tab. 11 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 2349/P, Farmmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,915279 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 90,25
U = 17,644784

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	8,09	142,746303	234,086008
Area frontopolaris (Area 12)	0,95	16,762545	27,488468
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	4,34	76,578363	125,578897
Area gigantopyramidalis (Area 4)	7,69	135,688389	222,511916
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	4,88	86,106546	141,203921
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	3,91	68,991105	113,136747
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	6,12	107,986078	177,083605
Area parietalis (Area 7)	2,45	43,229721	70,891313
Area 52	5,79	102,163299	167,534979
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	2,29	40,406555	66,261675
Area temporalis (Area 20 - 22)	9,32	164,449387	269,676340
Area ectorhinalis (Area 36)	2,00	35,289568	57,870459
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	4,47	78,872184	129,340475
Area striata (Area 17)	10,07	177,682975	291,377762
Area SV	1,23	21,703084	35,590332
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	5,38	94,928938	155,671535
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	4,65	82,048246	134,548818
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	4,49	79,225080	129,919181

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 7,46 g
Frischhirnvolumen: 7.200,772 mm³
Korrekturfaktor: 1,6398744
Schrumpfung: 39,00 %

Tab. 12 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 2365/P, Farmmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,709894 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 98,01
U = 16,159734

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	10,71	173,070751	284,242783
Area frontopolaris (Area 12)	1,02	16,482929	27,070742
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	5,95	96,150417	157,912657
Area gigantopyramidalis (Area 4)	8,98	145,114411	238,328682
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	5,80	93,726457	153,931665
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	5,00	80,798670	132,699712
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	7,57	122,329186	200,907363
Area parietalis (Area 7)	2,85	46,055242	75,638836
Area 52	6,35	102,614311	168,528634
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	3,31	53,488720	87,847210
Area temporalis (Area 20 - 22)	11,82	191,008056	313,702119
Area ectorhinalis (Area 36)	2,86	46,216839	75,904235
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,82	94,049652	154,462465
Area striata (Area 17)	11,88	191,977640	315,294515
Area SV	1,41	22,785225	37,421319
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	6,90	111,502165	183,125603
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	4,99	80,637073	132,434313
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	6,49	104,876674	172,244227

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 8,41 g
Frischhirnvolumen: 8.117,761 mm³
Korrekturfaktor: 1,6423502
Schrumpfung: 39,11 %

Tab. 13 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 2419/P, Farmmink
Geschlecht: weiblich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,533472 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 104,04
U = 15,151921

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	10,30	156,064786	293,601436
Area frontopolaris (Area 12)	1,28	19,394459	36,486392
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	5,61	85,002277	159,913016
Area gigantopyramidalis (Area 4)	9,68	146,670595	275,928340
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	5,46	82,729489	155,637267
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	4,93	74,698971	140,529620
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	8,87	134,397539	252,839295
Area parietalis (Area 7)	3,58	54,243877	102,047878
Area 52	7,19	108,942312	204,950906
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	2,89	43,789052	82,379433
Area temporalis (Area 20 - 22)	11,90	180,307860	339,209427
Area ectorhinalis (Area 36)	2,22	33,637265	63,281087
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,71	86,517469	162,763515
Area striata (Area 17)	11,02	166,974169	314,125031
Area SV	1,46	22,121805	41,617292
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	7,15	108,336235	203,810706
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,64	85,456834	160,768164
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	6,74	102,123948	192,123659

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 8,50 g
Frischhirnvolumen: 8.204,633 mm³
Korrekturfaktor: 1,8812792
Schrumpfung: 46,84 %

Tab. 14 Ermittlung des Frischhirnvolumens

Präparat-Nr.: 2442/P, Farmmink
Geschlecht: männlich

Umrechnungsfaktor (U) = $\frac{PW \cdot D \cdot 1.000}{V^2}$ Papierwert (PW) = 37,847729 cm²/g
Dicke (D) = 0,042 cm
Quadrat (Fläche) der linearen Vergrößerung (V²) = 79,21
U = 20,068232

Hirnareale	Papiergewicht (g)	Schnittserienvolumen (mm ³)	Frischhirnvolumen (mm ³)
<u>Regio frontalis:</u>			
Area frontalis intermedia (Area 8)	10,45	209,713024	366,701027
Area frontopolaris (Area 12)	0,98	19,666867	34,389187
<u>Regio praecentralis:</u>			
Area frontalis agranularis (Area 6)	5,46	109,572547	191,596901
Area gigantopyramidalis (Area 4)	9,04	181,416817	317,222707
<u>Regio insularis:</u>			
Area 13	5,46	109,572547	191,596901
<u>Regio postcentralis:</u>			
Area postcentralis communis (Area 1)	5,06	101,545254	177,560498
<u>Regio parietalis:</u>			
Area praeparietalis (Area 5)	8,31	166,767008	291,606272
Area parietalis (Area 7)	2,56	51,374674	89,832979
Area 52	5,21	104,555489	182,824149
<u>Regio temporalis:</u>			
Area 50	3,09	62,010837	108,431213
Area temporalis (Area 20 - 22)	11,17	224,162151	391,966552
Area ectorhinalis (Area 36)	2,33	46,758981	81,762048
<u>Regio occipitalis:</u>			
Area 18/19	5,04	101,143889	176,858677
Area striata (Area 17)	9,80	196,668674	343,891874
Area SV	1,56	31,306442	54,741972
<u>Regio cingularis:</u>			
Area cingularis posterior ventralis (Area 23)	6,57	131,848284	230,547919
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,35	107,365041	187,736890
<u>Regio retrosplenialis:</u>			
Area RR (Areae 26, 29, 30)	5,83	116,997793	204,580574

Daten aus KRUSKA (1996)

Frischhirngewicht: 10,00 g
Frischhirnvolumen: 9.652,510 mm³
Korrekturfaktor: 1,7485849
Schrumpfung: 42,81 %

Tab. 17 Absolute Volumina (mm³) der Areae des Neocortex von weiblichen sowie männlichen Wildminkgehirnen
Graue Neocortex-Anteile (mm³), Hirnvolumina (mm³), Hirnsubstanz (mm³) und Hirngewichte (g) aus KRUSKA (1996)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	16403	16897	16885	16896	16893	16895
Area 8	294	319	342	385	376	426
Area 12	31	37	40	42	47	46
Area 6	146	169	178	194	206	207
Area 4	247	299	277	311	352	349
Area 13	153	173	205	201	221	217
Area 1	156	170	165	171	194	165
Area 5	224	285	272	334	350	346
Area 7	70	78	81	77	94	103
Area 52	124	140	151	148	182	222
Area 50	91	122	114	124	141	153
Area 20 - 22	239	249	289	313	350	339
Area 36	54	52	67	62	75	83
Area 18/19	89	123	141	169	160	184
Area 17	254	297	292	320	339	423
Area SV	33	34	36	40	56	49
Area 23	156	208	217	198	248	241
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	135	172	172	180	218	187
Area RR (Areae 26, 29, 30)	138	137	193	163	229	193
Neocortex _{grau}	2.634	3.064	3.232	3.432	3.838	3.933
Hirnvolumen	7.210	8.040	8.494	8.861	9.903	10.473
Hirnsubstanz	6.912	7.787	8.241	8.619	9.598	10.152
Hirngewichte	7,47	8,33	8,80	9,18	10,26	10,85

Tab. 18 Absolute Volumina (mm³) der Areae des Neocortex von weiblichen sowie männlichen Farmminkgehirnen
Graue Neocortex-Anteile (mm³), Hirnvolumina (mm³), Hirnsubstanz (mm³) und Hirngewichte (g) aus KRUSKA (1996)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	2349/P	2365/P	2419/P	2442/P	2446/P	2432/P
Area 8	234	284	294	367	380	318
Area 12	27	27	36	34	42	37
Area 6	126	158	160	192	214	188
Area 4	222	238	276	317	326	338
Area 13	141	154	156	192	220	192
Area 1	113	133	140	177	180	192
Area 5	177	201	253	292	284	317
Area 7	71	76	102	90	131	105
Area 52	168	169	205	183	206	183
Area 50	66	88	82	108	120	106
Area 20 - 22	270	314	339	392	440	329
Area 36	58	76	63	82	108	78
Area 18/19	129	155	163	177	210	156
Area 17	291	315	314	344	410	360
Area SV	36	37	42	55	57	48
Area 23	156	183	204	230	234	211
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	135	132	161	188	199	179
Area RR (Areae 26, 29, 30)	130	172	192	204	243	188
Neocortex _{grau}	2.550	2.912	3.182	3.624	4.004	3.525
Hirnvolumen	7.201	8.118	8.205	9.653	10.029	10.096
Hirnsubstanz	7.004	7.815	7.906	9.368	9.618	9.709
Hirngewichte	7,46	8,41	8,50	10,00	10,39	10,46

Tab. 19a Prozentuale Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den weiblichen sowie männlichen Wildminkgehirnen. Hirns substanz = 100 % (siehe Tab. 17 im Anhang)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	16403	16897	16885	16896	16893	16895
Area 8	4,25	4,10	4,15	4,47	3,92	4,20
Area 12	0,45	0,48	0,49	0,49	0,49	0,45
Regio frontalis	4,70	4,57	4,64	4,95	4,41	4,65
Area 6	2,11	2,17	2,16	2,25	2,15	2,04
Area 4	3,57	3,84	3,36	3,61	3,67	3,44
Regio praecentralis	5,69	6,01	5,52	5,86	5,81	5,48
Area 13	2,21	2,22	2,49	2,33	2,30	2,14
Regio insularis	2,21	2,22	2,49	2,33	2,30	2,14
Area 1	2,26	2,18	2,00	1,98	2,02	1,63
Regio postcentralis	2,26	2,18	2,00	1,98	2,02	1,63
Area 5	3,24	3,66	3,30	3,88	3,65	3,41
Area 7	1,01	1,00	0,98	0,89	0,98	1,01
Area 52	1,79	1,80	1,83	1,72	1,90	2,19
Regio parietalis	6,05	6,46	6,12	6,49	6,52	6,61
Area 50	1,32	1,57	1,38	1,44	1,47	1,51
Area 20 - 22	3,46	3,20	3,51	3,63	3,65	3,34
Area 36	0,78	0,67	0,81	0,72	0,78	0,82
Regio temporalis	5,56	5,43	5,70	5,79	5,90	5,66
Area 18/19	1,29	1,58	1,71	1,96	1,67	1,81
Area 17	3,67	3,81	3,54	3,71	3,53	4,17
Area SV	0,48	0,44	0,44	0,46	0,58	0,48
Regio occipitalis	5,44	5,83	5,69	6,14	5,78	6,46
Area 23	2,26	2,67	2,63	2,30	2,58	2,37
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	1,95	2,21	2,09	2,09	2,27	1,84
Regio cingularis	4,21	4,88	4,72	4,39	4,86	4,22
Area RR (Areae 26, 29, 30)	2,00	1,76	2,34	1,89	2,39	1,90
Regio retrosplenialis	2,00	1,76	2,34	1,89	2,39	1,90
Neocortex _{grau}	38,1	39,3	39,2	39,8	40,0	38,7

Tab. 19b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den Wildminkgehirnen. Hirnsubstanz = 100 %

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Area 8	4,18	3,92	4,47	0,55
Area 12	0,48	0,45	0,49	0,04
Regio frontalis	4,65	4,41	4,95	0,54
Area 6	2,15	2,04	2,25	0,21
Area 4	3,58	3,36	3,84	0,48
Regio praecentralis	5,73	5,48	6,01	0,53
Area 13	2,28	2,14	2,49	0,35
Regio insularis	2,28	2,14	2,49	0,35
Area 1	2,01	1,63	2,26	0,63
Regio postcentralis	2,01	1,63	2,26	0,63
Area 5	3,52	3,24	3,88	0,64
Area 7	0,98	0,89	1,01	0,12
Area 52	1,87	1,72	2,19	0,47
Regio parietalis	6,38	6,05	6,61	0,56
Area 50	1,45	1,32	1,57	0,25
Area 20 - 22	3,47	3,20	3,65	0,45
Area 36	0,76	0,67	0,82	0,15
Regio temporalis	5,67	5,43	5,90	0,47
Area 18/19	1,67	1,29	1,96	0,67
Area 17	3,74	3,53	4,17	0,64
Area SV	0,48	0,44	0,58	0,14
Regio occipitalis	5,89	5,44	6,46	1,02
Area 23	2,47	2,26	2,67	0,41
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	2,08	1,84	2,27	0,43
Regio cingularis	4,55	4,21	4,88	0,67
Area RR (Areae 26, 29, 30)	2,05	1,76	2,39	0,63
Regio retrosplenialis	2,05	1,76	2,39	0,63
Neocortex_{grau}	39,2	38,1	40,0	1,90

Tab. 20a Prozentuale Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den weiblichen sowie männlichen Farmminkgehirnen. Hirnsubstanz = 100 % (siehe Tab. 18 im Anhang)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	2349/P	2365/P	2419/P	2442/P	2446/P	2432/P
Area 8	3,34	3,63	3,72	3,92	3,95	3,28
Area 12	0,39	0,35	0,46	0,36	0,44	0,38
Regio frontalis	3,73	3,98	4,17	4,28	4,39	3,66
Area 6	1,80	2,02	2,02	2,05	2,22	1,94
Area 4	3,17	3,05	3,49	3,38	3,39	3,48
Regio praecentralis	4,97	5,07	5,51	5,43	5,61	5,42
Area 13	2,01	1,97	1,97	2,05	2,29	1,98
Regio insularis	2,01	1,97	1,97	2,05	2,29	1,98
Area 1	1,61	1,70	1,77	1,89	1,87	1,98
Regio postcentralis	1,61	1,70	1,77	1,89	1,87	1,98
Area 5	2,53	2,57	3,20	3,12	2,95	3,27
Area 7	1,01	0,97	1,29	0,96	1,36	1,08
Area 52	2,40	2,16	2,59	1,95	2,14	1,88
Regio parietalis	5,94	5,71	7,08	6,03	6,46	6,23
Area 50	0,94	1,13	1,04	1,15	1,25	1,09
Area 20 - 22	3,85	4,02	4,29	4,18	4,57	3,39
Area 36	0,83	0,97	0,80	0,88	1,12	0,80
Regio temporalis	5,63	6,12	6,12	6,21	6,95	5,28
Area 18/19	1,84	1,98	2,06	1,89	2,18	1,61
Area 17	4,15	4,03	3,97	3,67	4,26	3,71
Area SV	0,51	0,47	0,53	0,59	0,59	0,49
Regio occipitalis	6,51	6,49	6,56	6,15	7,04	5,81
Area 23	2,23	2,34	2,58	2,46	2,43	2,17
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	1,93	1,69	2,04	2,01	2,07	1,84
Regio cingularis	4,15	4,03	4,62	4,46	4,50	4,02
Area RR (Areae 26, 29, 30)	1,86	2,20	2,43	2,18	2,53	1,94
Regio retrosplenialis	1,86	2,20	2,43	2,18	2,53	1,94
Neocortex _{grau}	36,4	37,3	40,2	38,7	41,6	36,3

Tab. 20b Mittelwerte, Minima, Maxima und Streuungsmaße (D) der prozentualen Anteile der Hirnareae sowie Hirnregionen des Neocortex und des grauen Neocortex an den Farmminkgehirnen. Hirnsubstanz = 100 %

Fähen und Rüden (n = 6)				
Hirnareae und Hirnregionen	Mittelwerte	Minima	Maxima	D
Area 8	3,64	3,28	3,95	0,67
Area 12	0,40	0,35	0,46	0,11
Regio frontalis	4,04	3,66	4,39	0,73
Area 6	2,01	1,80	2,22	0,42
Area 4	3,33	3,05	3,49	0,44
Regio praecentralis	5,34	4,97	5,61	0,64
Area 13	2,05	1,97	2,29	0,32
Regio insularis	2,05	1,97	2,29	0,32
Area 1	1,80	1,61	1,98	0,37
Regio postcentralis	1,80	1,61	1,98	0,37
Area 5	2,94	2,53	3,27	0,74
Area 7	1,11	0,96	1,36	0,40
Area 52	2,19	1,88	2,59	0,71
Regio parietalis	6,24	5,71	7,08	1,37
Area 50	1,10	0,94	1,25	0,31
Area 20 - 22	4,05	3,39	4,57	1,18
Area 36	0,90	0,80	1,12	0,32
Regio temporalis	6,05	5,28	6,95	1,67
Area 18/19	1,93	1,61	2,18	0,57
Area 17	3,97	3,67	4,26	0,59
Area SV	0,53	0,47	0,59	0,12
Regio occipitalis	6,43	5,81	7,04	1,23
Area 23	2,37	2,17	2,58	0,41
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	1,93	1,69	2,07	0,38
Regio cingularis	4,30	4,02	4,62	0,60
Area RR (Areae 26, 29, 30)	2,19	1,86	2,53	0,67
Regio retrosplenialis	2,19	1,86	2,53	0,67
Neocortex _{grau}	38,4	36,3	41,6	5,30

Tab. 21 Prozentuale Anteile der Hirnareae und Hirnregionen der neocorticalen Rinde am grauen Neocortex weiblicher und männlicher Wildminkgehirne. Grauer Neocortex = 100 % (siehe Tab. 17 im Anhang)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	16403	16897	16885	16896	16893	16895
Area 8	11,2	10,4	10,6	11,2	9,80	10,8
Area 12	1,18	1,21	1,24	1,22	1,22	1,17
Regio frontalis	12,3	11,6	11,8	12,4	11,0	12,0
Area 6	5,54	5,52	5,51	5,65	5,37	5,26
Area 4	9,38	9,76	8,57	9,06	9,17	8,87
Regio praecentralis	14,9	15,3	14,1	14,7	14,5	14,1
Area 13	5,81	5,65	6,34	5,86	5,76	5,52
Regio insularis	5,81	5,65	6,34	5,86	5,76	5,52
Area 1	5,92	5,55	5,11	4,98	5,05	4,20
Regio postcentralis	5,92	5,55	5,11	4,98	5,05	4,20
Area 5	8,50	9,30	8,42	9,73	9,12	8,80
Area 7	2,66	2,55	2,51	2,24	2,45	2,62
Area 52	4,71	4,57	4,67	4,31	4,74	5,64
Regio parietalis	15,9	16,4	15,6	16,3	16,3	17,1
Area 50	3,45	3,98	3,53	3,61	3,67	3,89
Area 20 - 22	9,07	8,13	8,94	9,12	9,12	8,62
Area 36	2,05	1,70	2,07	1,81	1,95	2,11
Regio temporalis	14,6	13,8	14,5	14,5	14,7	14,6
Area 18/19	3,38	4,01	4,36	4,92	4,17	4,68
Area 17	9,64	9,69	9,03	9,32	8,83	10,8
Area SV	1,25	1,11	1,11	1,17	1,46	1,25
Regio occipitalis	14,3	14,8	14,5	15,4	14,5	16,7
Area 23	5,92	6,79	6,71	5,77	6,46	6,13
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,13	5,61	5,32	5,24	5,68	4,75
Regio cingularis	11,0	12,4	12,0	11,0	12,1	10,9
Area RR (Areae 26, 29, 30)	5,24	4,47	5,97	4,75	5,97	4,91
Regio retrosplenialis	5,24	4,47	5,97	4,75	5,97	4,91

Tab. 22 Prozentuale Anteile der Hirnareae und Hirnregionen der neocorticalen Rinde am grauen Neocortex weiblicher und männlicher Farmminkgehirne. Grauer Neocortex = 100 % (siehe Tab. 18 im Anhang)

Präparat-Nr.	Fähen (n = 3)			Rüden (n = 3)		
	2349/P	2365/P	2419/P	2442/P	2446/P	2432/P
Area 8	9,18	9,75	9,24	10,1	9,49	9,02
Area 12	1,06	0,93	1,13	0,94	1,05	1,05
Regio frontalis	10,2	10,7	10,4	11,1	10,5	10,1
Area 6	4,94	5,43	5,03	5,30	5,34	5,33
Area 4	8,71	8,17	8,67	8,75	8,14	9,59
Regio praecentralis	13,6	13,6	13,7	14,0	13,5	14,9
Area 13	5,53	5,29	4,90	5,30	5,49	5,45
Regio insularis	5,53	5,29	4,90	5,30	5,49	5,45
Area 1	4,43	4,57	4,40	4,88	4,50	5,45
Regio postcentralis	4,43	4,57	4,40	4,88	4,50	5,45
Area 5	6,94	6,90	7,95	8,06	7,09	8,99
Area 7	2,78	2,61	3,21	2,48	3,27	2,98
Area 52	6,59	5,80	6,44	5,05	5,14	5,19
Regio parietalis	16,3	15,3	17,6	15,6	15,5	17,2
Area 50	2,59	3,02	2,58	2,98	3,00	3,01
Area 20 - 22	10,6	10,8	10,7	10,8	11,0	9,33
Area 36	2,27	2,61	1,98	2,26	2,70	2,21
Regio temporalis	15,5	16,4	15,2	16,1	16,7	14,6
Area 18/19	5,06	5,32	5,12	4,88	5,24	4,43
Area 17	11,4	10,8	9,87	9,49	10,2	10,2
Area SV	1,41	1,27	1,32	1,52	1,42	1,36
Regio occipitalis	17,9	17,4	16,3	15,9	16,9	16,0
Area 23	6,12	6,28	6,41	6,35	5,84	5,99
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	5,29	4,53	5,06	5,19	4,97	5,08
Regio cingularis	11,4	10,8	11,5	11,5	10,8	11,1
Area RR (Areae 26, 29, 30)	5,10	5,91	6,03	5,63	6,07	5,33
Regio retrosplenialis	5,10	5,91	6,03	5,63	6,07	5,33

Tab. 25a t-Test der Relativwerte zwischen Wild- und Farmmink aus den Tabellen 19b und 20b (siehe Anhang)

Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Varianz (s^2), t-Prüfgröße (t), Signifikanz (Sig.), Irrtumswahrscheinlichkeit (α) in %

n.s. = nicht signifikant
 * = signifikant
 ** = hoch signifikant
 *** = höchst signifikant

Freiheitsgrade: $2(n - 1) = 10$

Hirnnaree und Hirnregionen	Wildmink (n = 6)			Farmmink (n = 6)			t	Sig.	α
	\bar{x}	s	s^2	\bar{x}	s	s^2			
Area 8	4,18	0,18	0,033	3,64	0,28	0,080	3,935	**	0,01
Area 12	0,48	0,02	0,0004	0,40	0,04	0,002	4,000	**	0,01
Regio frontalis	4,65	0,18	0,031	4,04	0,30	0,088	4,331	**	0,01
Area 6	2,15	0,07	0,005	2,01	0,14	0,019	2,214	n.s.	
Area 4	3,58	0,17	0,029	3,33	0,18	0,032	2,479	*	0,05
Regio praecentralis	5,73	0,20	0,042	5,34	0,26	0,065	2,920	*	0,05
Area 13	2,28	0,12	0,015	2,05	0,12	0,015	3,253	**	0,01
Regio insularis	2,28	0,12	0,015	2,05	0,12	0,015	3,253	**	0,01
Area 1	2,01	0,22	0,047	1,80	0,14	0,018	2,018	n.s.	
Regio postcentralis	2,01	0,22	0,047	1,80	0,14	0,018	2,018	n.s.	
Area 5	3,52	0,25	0,061	2,94	0,32	0,103	3,508	**	0,01
Area 7	0,98	0,05	0,002	1,11	0,17	0,030	-1,780	n.s.	
Area 52	1,87	0,17	0,028	2,19	0,27	0,072	-2,479	*	0,05
Regio parietalis	6,38	0,23	0,053	6,24	0,48	0,234	0,640	n.s.	
Area 50	1,45	0,09	0,008	1,10	0,11	0,011	6,220	***	0,001
Area 20 - 22	3,47	0,17	0,030	4,05	0,41	0,164	-3,226	**	0,01
Area 36	0,76	0,06	0,003	0,90	0,13	0,016	-2,488	*	0,05
Regio temporalis	5,67	0,17	0,028	6,05	0,57	0,323	-1,571	n.s.	
Area 18/19	1,67	0,23	0,052	1,93	0,20	0,039	-2,111	n.s.	
Area 17	3,74	0,24	0,056	3,97	0,24	0,056	-1,683	n.s.	
Area SV	0,48	0,05	0,003	0,53	0,05	0,003	-1,581	n.s.	
Regio occipitalis	5,89	0,36	0,129	6,43	0,42	0,172	-2,411	*	0,05
Area 23	2,47	0,18	0,032	2,37	0,15	0,023	1,044	n.s.	
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	2,08	0,16	0,026	1,93	0,14	0,021	1,695	n.s.	
Regio cingularis	4,55	0,31	0,097	4,30	0,26	0,068	1,508	n.s.	
Area RR (Areae 26, 29, 30)	2,05	0,26	0,067	2,19	0,26	0,069	-0,930	n.s.	
Regio retrosplenialis	2,05	0,26	0,067	2,19	0,26	0,069	-0,930	n.s.	
Neocortex _{grau}	39,2	0,70	0,494	38,4	2,15	4,638	0,865	n.s.	

Tab. 26a Geometrische Mittel (GM), geometrischer Variabilitätskoeffizient (VKG), Anteile der Strukturen (geometrische Mittel) am Gesamtgehirn (RW) und die körpergrößenunabhängigen prozentualen Größenabnahmen der Areae sowie Regionen des Neocortex und des grauen Neocortex vom Wild- zum Farmmink (HGA). Die Werte für das Hirnvolumen wurden anhand der absoluten Volumina (siehe Tabellen 17 und 18 im Anhang) aus KRUSKA (1996) ermittelt.

Hirnareae und Hirnregionen	Wildmink (n = 6)			Farmmink (n = 6)			HGA
	GM	VKG	RW	GM	VKG	RW	
Area 8	354	6,05	4,04	309	8,08	3,51	-30,1
Area 12	40	6,93	0,46	33	8,06	0,37	-35,3
Regio frontalis	394	6,08	4,50	342	7,93	3,88	-30,7
Area 6	182	6,02	2,08	171	8,50	1,94	-25,0
Area 4	304	6,10	3,47	283	7,92	3,21	-25,6
Regio praecentralis	486	5,98	5,55	453	7,97	5,14	-25,5
Area 13	193	6,44	2,20	174	7,69	1,97	-28,0
Regio insularis	193	6,44	2,20	174	7,69	1,97	-28,0
Area 1	170	3,22	1,94	153	9,50	1,74	-27,9
Regio postcentralis	170	3,22	1,94	153	9,50	1,74	-27,9
Area 5	298	7,89	3,40	249	10,5	2,83	-33,1
Area 7	83	6,37	0,95	94	10,3	1,07	-9,44
Area 52	158	9,43	1,80	185	3,95	2,10	-6,20
Regio parietalis	540	7,69	6,16	530	7,49	6,01	-21,6
Area 50	123	8,15	1,40	93	10,0	1,06	-39,1
Area 20 - 22	293	7,12	3,34	343	7,73	3,89	-6,36
Area 36	65	8,27	0,74	76	9,94	0,86	-6,56
Regio temporalis	481	7,18	5,49	513	8,17	5,82	-14,8
Area 18/19	140	12,2	1,60	163	7,26	1,85	-7,04
Area 17	317	7,76	3,62	337	5,44	3,82	-15,2
Area SV	41	9,71	0,47	45	8,91	0,51	-12,8
Regio occipitalis	499	8,65	5,70	546	6,02	6,19	-12,7
Area 23	209	7,52	2,39	201	6,87	2,28	-23,3
Area CR (Areae 24, 25, 32, 33)	176	7,00	2,01	164	7,79	1,86	-25,6
Regio cingularis	385	7,16	4,39	365	7,11	4,14	-24,2
Area RR (Areae 26, 29, 30)	172	9,35	1,96	185	9,43	2,10	-13,9
Regio retrosplenialis	172	9,35	1,96	185	9,43	2,10	-13,9
Neocortex _{grau}	3.325	6,70	37,9	3.264	7,35	37,0	-21,5
Hirnvolumen	8.762		100	8.814		100	

Danksagung

An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Dieter Kruska, für die Überlassung des interessanten Themas, die Bereitstellung der zu untersuchenden Materialien und die stets freundliche Betreuung danken. Mit wertvollen Anregungen und Gesprächen sowie der kritischen Durchsicht der Manuskripte hat er mich in der Anfertigung meiner Promotionsarbeit gefördert und unterstützt.

Bei Astrid möchte ich mich ganz herzlich für ihre geduldige Hilfe bei der Herstellung von Gehirnschnittserien, die Einweisung in die verschiedenen Färbetechniken, die Unterstützung im Fotolabor und die vielen, hilfreichen Tips bedanken.

Karla und Bärbel gilt mein Dank für die Versorgung mit Büromaterialien und ihre Hilfsbereitschaft bei zahlreichen, wichtigen Kleinigkeiten.

Insbesondere danke ich Katja ganz herzlich für ihre überaus wertvolle Hilfe in jeglicher Hinsicht, die aufbauenden und ermunternden Worte sowie freundschaftlichen Gespräche.

Vielen Dank auch an Achim und Heiner für ihre stete Hilfsbereitschaft bei technischen Problemen, Dr. Ulrich Schmölcke und Renate für die Einweisung in die Mikrofotografie und Frank für seine Hilfe bei der Übersetzung.

Weiterhin danke ich Frau Andrea Roscher-Hipp, Frau Uta Nitz, Frau Dr. Dorit Feddersen-Petersen, Herrn Priv.-Doz. Dr. Dirk Heinrich, Herrn Prof. Dr. Eberhard Haase und Eva sowie allen anderen Mitarbeitern des Instituts für Haustierkunde, die hier namentlich nicht erwähnt sind, für die freundliche Zusammenarbeit und angenehme Arbeitsatmosphäre.

Außerdem möchte ich mich ganz herzlich bei Jana, Tim, Brigitte, Nicole und Steffi für ihre Freundschaft, ihr Verständnis und ihre Hilfe bedanken.

Ein ganz besonderer Dank geht an meinen Freund Axel, meine Schwester Claudi und meinen Schwager Sönke, die mich mit viel Geduld und Zuspruch ermutigt, liebevoll unterstützt und Interesse an meiner Arbeit gezeigt haben.

Darüber hinaus danke ich meinem Vater, Claudi und Katja für das gewissenhafte Korrekturlesen der Arbeit und die vielen guten Hinweise.

Euch, Mutti und Papa, möchte ich dafür danken, daß Ihr mich während meines gesamten Weges auf jede nur erdenkliche Art und Weise unterstützt, mich bestärkt und mir immer zur Seite gestanden habt!

Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Dissertation selbstständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe, abgesehen von der wissenschaftlichen Beratung durch meinen Doktorvater Herrn Prof. Dr. Dieter Kruska.

Kiel, den 10.09.2003

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Julia Danckers
geboren am	07.06.1973 in Itzehoe
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	ledig

Schulausbildung

1979 - 1983	Grundschule Sude-West in Itzehoe
1983 - 1992	Gymnasium Kaiser-Karl-Schule in Itzehoe; Abschluß: Abitur

Studium

09/1993	Immatrikulation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel für den Studiengang Biologie (Diplom)
06/1998	Diplom-Biologen-Hauptprüfung im Hauptfach Zoologie, Nebenfächer Biologische Meereskunde und Biochemie, Diplomarbeit am Institut für Haustierkunde: „Vergleichende Untersuchungen am motorischen Neocortex der Gehirne von Wild- und Farmnerzen (<i>Mustela vison</i> ; Mammalia)“

Berufstätigkeit

01/2000 - 07/2003	Wissenschaftliche Angestellte am Institut für Haustierkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in Verbindung mit der Promotionsarbeit
-------------------	--