

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 144 (1964)

Artikel: Lokalisation zentralnervöser Strukturen für Miauen auf Grund von
Hirnreizungen

Autor: Hunsperger, Robert W. / Gwód, Boleslav

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90643>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beschreibung einzelner, szenisch bestimmter Verhaltensmuster zu erfolgen, wobei auf eine exakte behaviorale Definition jedes der verwendeten Begriffe zu achten ist.

LITERATUR

- Hebb D.O.: Emotion in man and animals; an analysis of the intuitive processes of recognition. *Psychol. Rev.* 53, 88–106 (1946).
- Alice in Wonderland or Psychology Among the Biological Sciences. In Harlow and Woolsey, edit.: *Biological and Biochemical Bases of Behavior*, 451–467, University of Wisconsin Press, Madison (1958).
- Masure R.H., Allee W.C.: Flock organization of the Shell parakeet *Melopsittacus undulatus* Shaw. *Ecology* 15, 388–398 (1934).
- Moynihan M.: Some aspects of reproductive behaviour in the Black-headed Gull (*Larus ridibundus* L.) and related species. *Behaviour Suppl.* 4, 201 pp. (1955).
- Stamm R.A.: Aspekte des Paarverhaltens von *Agapornis personata* Reichenow (Aves, Psittacidae). *Behaviour* 19, 1–56 (1962).
- Perspektiven zu einer Vergleichenden Ausdrucksforschung. In *Handb. Psych.* 5, 255–288, Göttingen 1965.
- Tinbergen N.: Einige Gedanken über «Beschwichtigungsgebärden». *Z. Tierpsych.* 16, 651–665 (1959).
- Comparative Studies of the Behaviour of Gulls (Laridae). *Behaviour* 15, 1–70 (1960).

5. ROBERT W. HUNSPERGER, BOLESŁAW GWÓZDŹ¹ (Zürich) – Lokalisation zentralnervöser Strukturen für Miauen auf Grund von Hirnreizversuchen².

Die Katze vermag durch Miauen einer Vielzahl von Stimmungen Ausdruck zu geben. Das Miauen besitzt dementsprechend verschiedene Nuancen und kann beunruhigt ängstlich, klagend oder aufbegehrend sein. Neben diesen allgemein vertrauten Lauten sind weiter zu nennen die kurzen hellen «Brr»- und «Iau»-Laute – wohl Begrüßungs- und Lockrufe – und das Raulen und Jaulen der Tiere während der Zeit der Ranz; sie stellen nach *Leyhausen* (14) Drohlaut dar.

Manche Formen von Miauen lassen sich im Hirnreizversuch (7) durch künstliche Aktivierung umschriebener zentralnervöser Strukturen reproduzieren. Die vorliegende Mitteilung gibt eine Übersicht der von *Hunsperger* und Mitarb. (2, 5, 6, 9) durch zentrale Reizung im Mittel-, Zwischen- und Vorderhirn an der wachen, frei beweglichen Katze erzeugten Lautäußerungen. Es werden Entwicklung und Charakter der durch künstliche Reizung erzeugten Laute beschrieben und die Lokalisation der massgebenden zentralen Substrate für Miauen besprochen. Diese

¹ Forschungsstipendiat der Weltgesundheits-Organisation

² Arbeit mit Unterstützung aus Mitteln des Schweizerischen Nationalfonds für wissenschaftliche Forschung.

Substrate werden jedoch nicht isoliert behandelt, sondern in Beziehung zu dem zentralnervösen System für Knurren und Fauchen (Abwehr-drohen) und für Fluchtreaktion (5, 10) dargestellt.

Entwicklung und Charakter der Reaktionen: Das Miauen entwickelt sich im Hirnreizversuch auf drei verschiedene Arten; erstens während der Reizung (primär reizbedingtes Miauen), zweitens nach Unterbruch des elektrischen Stromes (sekundär reizbedingtes Miauen) und drittens sowohl während als auch nach der Reizung. Das primär reizbedingte Miauen tritt immer zusammen mit einer allgemeinen Weckung des Tieres auf und steht oft mit einer motorischen Unruhe desselben in Verbindung. Kurz nach Beginn der 45 Sekunden bis eine Minute dauernden Reizung hebt die vorher ruhig auf dem Versuchstisch liegende Katze den Kopf und schaut um sich. Die Pupillen erweitern sich leicht. Das Tier beleckt kurz die Oberlippe und äussert ein erstes leises Miauen, dessen Charakter zunächst noch unbestimmt ist. Die Katze kann sich nun aufrichten. In Abständen von einigen Sekunden beginnt sie wiederholt und stärker intoniert zu miauen, wobei sie den Versuchstisch und den Raum unruhig mit den Augen unter Mitbewegung des Kopfes inspiziert. Das während dieses Verhaltens geäusserte Miauen besitzt einen beunruhigt ängstlichen, etwas klagenden Charakter (Abb. 1a). Während der Lautäusserung werden die Kiefer nur halb geöffnet, die Mundwinkel nicht ganz zurückgezogen und die Oberlippe leicht vorgewölbt. Die Ohren bleiben aufgerichtet. Nach Reizschluss verliert das Tier sein Interesse an Vorgängen der Umgebung und legt sich wieder hin. Dieser Effekt wird vor allem aus der Area praeoptica und supraoptica erhalten. In anderen Fällen – so vor allem bei Reizung im Septum und im dorsomedialen Thalamus – tritt zur initialen Weckung ein sehr lebhaftes Umsichblicken des Tieres hinzu, wobei Augen und Kopf ruckartig einmal hierhin, einmal dorthin gewendet werden. Die Pupillen sind mittelstark erweitert. Das Miauen hat jetzt meist einen protestierenden oder stark klagenden Charakter. Der Protest des Tieres kann sich, wie das Beispiel der Abbildung 1b zeigt, gegen den Untersucher richten. Während der Lautäusserung schiebt das Tier Kinn und Kopf energisch nach vorne, die Kiefer werden fast ganz geöffnet, die Mundwinkel nach hinten gezogen und die Ohren seitlich nach unten mitbewegt. Bei ausgesprochen klagendem Miauen (Abb. 1c) werden die Kiefer ebenfalls stark geöffnet, die Mundwinkel jedoch nicht ganz zurückgezogen, die Oberlippe bleibt vorgewölbt. Bei Reizung im Septum kann das Miauen durch kurzes, intensives Belecken des Felles unterbrochen werden.

Reizung in basalen Teilen des zentralen Höhlengraus im Mittelhirn bedingt ähnlich wie Reizung in der Area praeoptica und supraoptica eine Weckung des Tieres mit Miauen. Dieses Miauen aber ist eher aufbegehrend und nicht ängstlich klagend.

Das sekundär reizbedingte, nach Stromunterbruch auftretende Miauen ist weniger nuanciert und besitzt meist einen protestierenden oder klagenden Charakter (Abb. 2a und b). In vereinzelten Fällen kann es jedoch die Färbung des Raulens oder Jaulens annehmen (Abb. 2c). Dieser 1–3 Se-

kunden lang dauernde Laut wird bei vorgeschobenem Kinn und Kopf und gestrecktem Hals geäussert. Die Kiefer sind halb geöffnet, die Mundhöhle bleibt jedoch durch die vorgewölbte Oberlippe fast völlig verschlossen. Die Ohren werden seitwärts ausgedreht. Alle diese verschiedenen nach Reizschluss geäusserten Laute entwickeln sich 1–2 Sekunden nach Stromunterbruch und treten in Abständen von 1–3 Sekunden wiederholt auf. Ihre besondere Färbung nehmen sie jeweils erst im Verlaufe der Nachperiode an und verlieren diese wieder gegen Ende des 10–20 Sekunden dauernden Effektes.

Die Reaktionen werden im Hirnreizversuch vor allem nach einer vorangegangenen reizbedingten Weckung erhalten, während der das Tier sehr lebhaft mit gespannten Bewegungen bald hierhin, bald dorthin schaute. Ferner nach einer Art von Weckung,

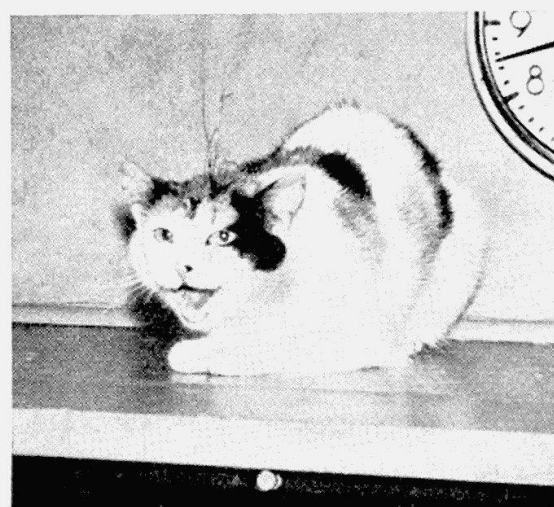
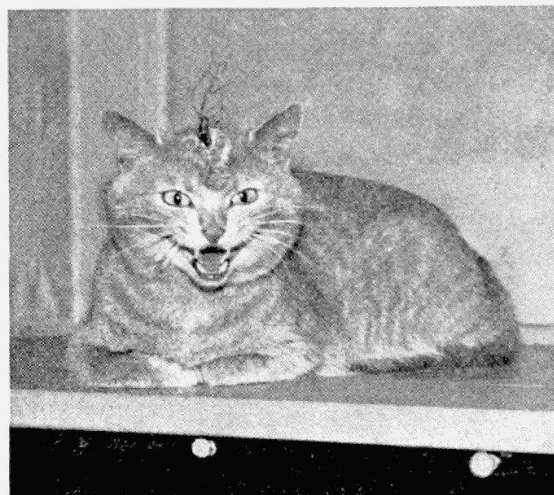
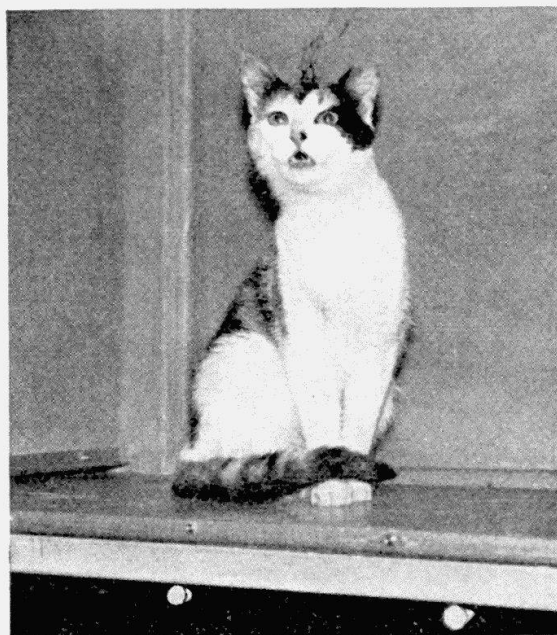


Abbildung 1

Drei Typen von primär reizbedingtem Miauen

- a: Beunruhigt-ängstliches Miauen auf Reizung in der Area praeoptica
- b: Miauen von protestierendem Charakter auf Reizung in dorsomedianen Teilen des Thalamus
- c: Ausgesprochen klagendes Miauen auf Reizung im Septum

bei der das Tier gegen Ende der Reizung keinen visuellen Kontakt mit der Umgebung mehr suchte, sondern in einen Zustand der Starre mit abnorm weiten Pupillen glitt (vgl. auch 11, 12). Schliesslich auch nach reizbedingten Wendebewegungen von Augen und Kopf nach der kontralateralen Seite, wenn dieses Wenden entweder in raschen, ruckartigen Bewegungen hin und her erfolgte oder trotz andauernder Reizung zum Stillstand kam und der Ausdruck des Tieres bei übernormal grossen Pupillen starr wurde (vgl. auch 13).

Abbildung 3a zeigt eine derartige zum Stillstand gekommene Wendebewegung des Tieres kurz vor Reizschluss. Einige Sekunden nach Stromunterbruch löst sich die Starre, die Pupillen verengern sich, und das Tier blickt um sich. In diesem Moment wird das erste Miauen geäussert, das im Verlauf der Nachperiode einen protestierenden Charakter annimmt (Abb. 3b).

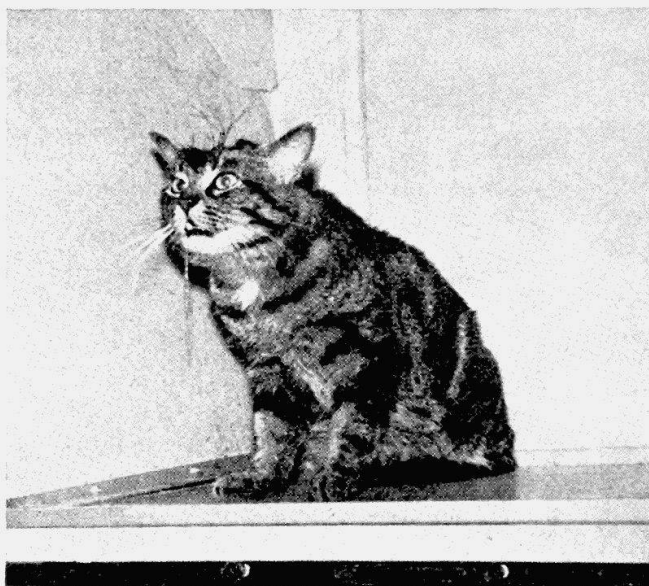
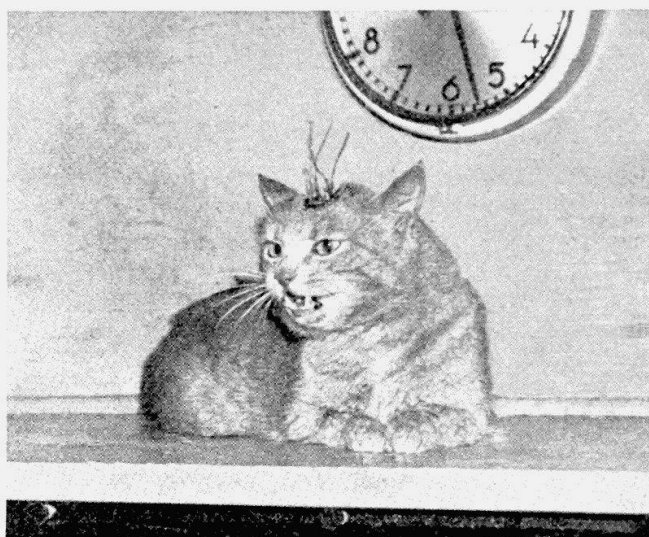
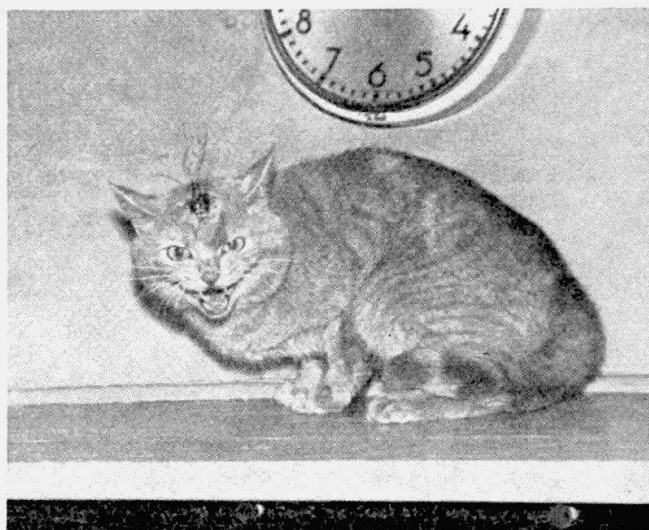


Abbildung 2

Drei Typen von sekundär reizbedingtem, nach Stromunterbruch geäussertem Miauen

- a: Miauen von protestierendem Charakter nach Reizung in dorsomedianen Teilen des Thalamus
- b: Klagendes Miauen nach Reizung im Corpus striatum
- c: Raulenähnliches Miauen nach Reizung im Septum

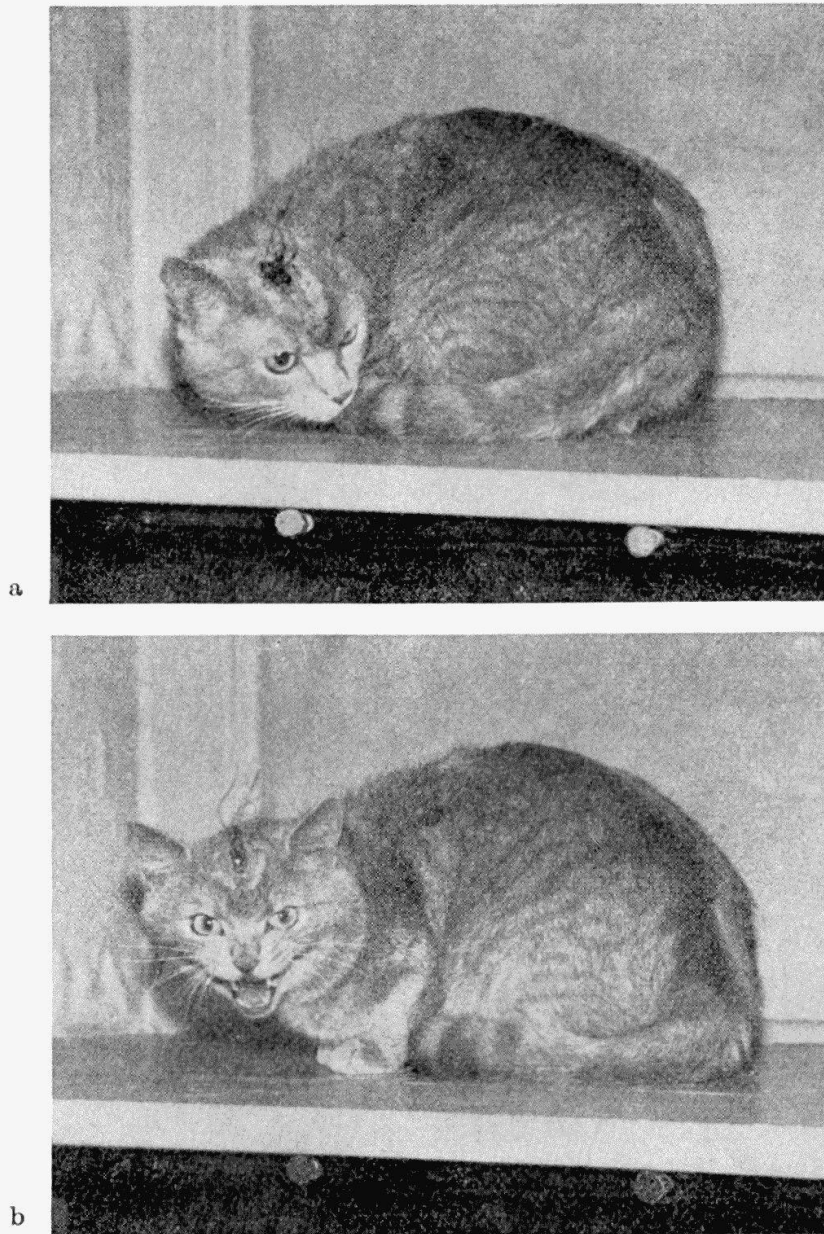


Abbildung 3

Stereotypreaktion auf Reizung in dorsomedianen Teilen des Thalamus

- a: Reizbedingte «eingefrorene» Wendebewegung, 10 Sekunden vor Reizschluss
 b: Miauen von protestierendem Charakter nach Lösung der Starre,
 11 Sekunden nach Reizschluss

An manchen Einzelstellen mit primär reizbedingtem Miauen wird die Lautäusserung auch nach Reizschluss erhalten. Das nach Stromunterbruch geäusserte Miauen besitzt den bereits erwähnten klagenden oder protestierenden Charakter und unterscheidet sich von dem eher beunruhigt ängstlichen Miauen, das ihm voranging. Stärkere Reizung an die-

sen Stellen führt zu einer Unterdrückung des Miauens während der Reizung und zu einer Zunahme der Anzahl, der Frequenz und der Stärke der nach Reizschluss geäußerten Laute (*rebound*).

Reizschwellen: Das während der Reizung erzielte Miauen wird im Durchschnitt mit niedrigerer Reizspannung erhalten als das als Nacheffekt auftretende. Die Schwellen für das primär reizbedingte Miauen betragen im Mittel bei einer Reizfrequenz von 8/Sekunde 1 Volt für die Effekte aus dem Höhlengrau des Hirnstammes, 1,5 Volt für diejenigen aus dem Septum und dem dorsomedianen Thalamus. Das nach Reizschluss ausgelöste Miauen wird meist erst mit einer Reizfrequenz von 17/Sekunde erhalten bei einer Spannung von 1–1,5 Volt.

Lokalisation der Reizstellen für Miauen: Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Lage der aktiven Stellen für das primär reizbedingte Miauen (●) – ohne oder mit Nacheffekt – und für das sekundär reizbedingte, nur nach Stromunterbruch auftretende Miauen (○) auf Sagittal- bzw. Frontalschnitten. Die Schnitte geben auch die aktiven Gebiete für Abwehdrohen (Knurren und Fauchen ) und für Fluchtreaktion () wieder. Die Ausdehnung dieser Gebiete wurde aufgrund der Effekte ermittelt, die mit den gleichen Reizintensitäten erzielt wurden, die zur Erzeugung von Miauen notwendig sind (Freq. 8/Sekunde bis 2,5 Volt; 17/Sekunde bis 1,5 Volt). Das primär reizbedingte Miauen wird aus zwei Zonen des Höhlengraus des Mittel- und Zwischenhirns und angrenzender Teile des Vorderhirns erhalten – ventrale Abschnitte des Aquäduktgraus und benachbarte Teile des dorsomedianen Tegmentums (Abbildungen 4b–c), präoptische und supraoptische Region und Hypothalamus (Abb. 4a–c). Ferner aus dorsomedianen Abschnitten des Thalamus, aus dem Septum und aus dem präkommissuralen Fornix (Abb. 4a–b). Im Höhlengrau des Hirnstammes und benachbarter Teile des Vorderhirns grenzen die Zonen für Miauen an die aktiven Gebiete für Abwehdrohen und für Fluchtreaktion und überdecken sich zum Teil mit diesen. Im Abschnitt des Mittelhirns nimmt das Areal für Miauen vor allem den Boden des Aquäduktgraus ein, während Knurren und Fauchen auch aus der Wand und dem Dach desselben erhalten werden (Abb. 4b). Im Abschnitt des Zwischen- und Vorderhirns begrenzt das Gebiet für Miauen in der Area praeoptica die Zone für Fluchtreaktion (Abb. 4b) und erstreckt sich teilweise in dieser caudalwärts im Hypothalamus bis zur Höhe des Corpus mammillare, wobei es das Areal für Knurren und Fauchen zum Teil lateral (Abb. 4b–c) und zum Teil medial (Abb. 4a) umschliesst. Die Frontalschnitte b–g in Abbildung 5 geben diese Verhältnisse genauer wieder und zeigen, dass die aktiven Reizstellen für Miauen mit wenigen Ausnahmen immer am Rande des Gebietes für diese elementaren affektiven Reaktionen Abwehdrohen und Flucht liegen. Auf Höhe der vorderen Kommissur im Vorderhirn beginnen sich die Systeme für Miauen und elementare affektive Reaktionen zu trennen (Abb. 5b). Miauen wird aus dem Areal des präkommissuralen Fornix und des Septums erhalten, einem Projektionsgebiet des Hippocampus, aus dem ebenfalls Miauen während der Reizung bewirkt wird (Abb. 5g und h sowie Lit.

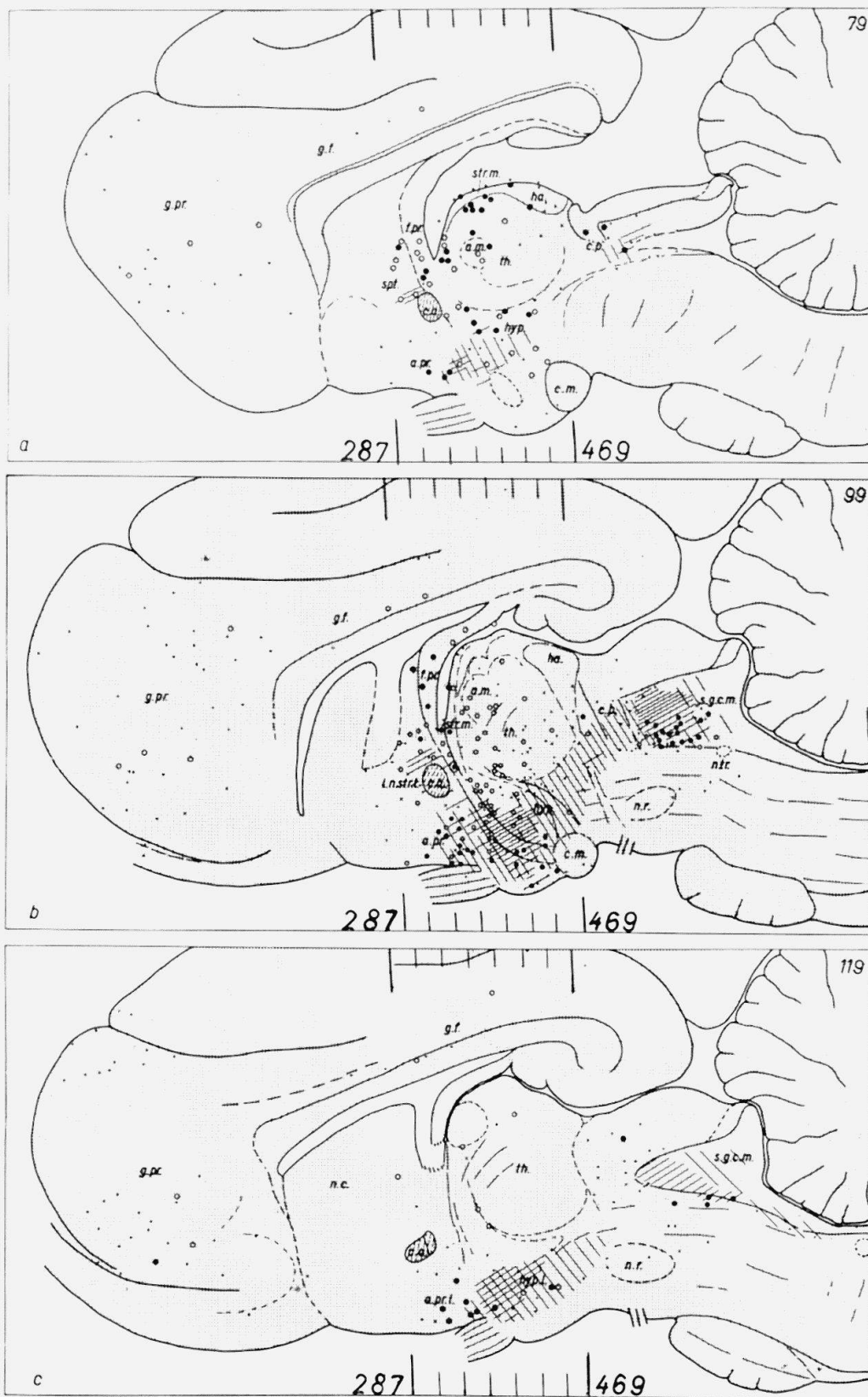


Abbildung 4

13, 20). Knurren und Fauchen werden aus dem Bettkern und dem Faserzug der Stria terminalis erzielt, einer Struktur, die das Areal für Knurren und Fauchen in dorsomedianen Anteilen des Mandelkerns mit demjenigen für Abwehdrohen im Hypothalamus verbindet (Abb. 5b–h und Lit. 5).

Besonderer Erwähnung bedürfen die Stellen für Miauen in rostralen und dorsomedianen Anteilen des Thalamus. Diese Stellen lassen sich keinen speziellen Kernen – wie etwa den Anteriorkernen – zuordnen, sondern scheinen dem Verlauf der Stria medullaris zur Habenula zu folgen. In der Habenula selber finden sich aber mit einer Ausnahme nur negative Stellen, ebenso im Tractus Meynert, der efferenten Bahn der Habenula zum Mittelhirn (Abb. 5g und h). Die Stria medullaris steht jedoch durch ihre gekreuzte Komponente (3, siehe auch 10) mit dem Areal für Miauen in der Übergangszone Area praeoptica lateralis/Hypothalamus lateralis in Verbindung (Abb. 5c und d). Es scheint daher mög-

<i>Bezeichnung der Strukturen in Abbildungen 4 und 5</i>		hip.	Hippocampus
		hyp.	Hypothalamus
		hyp.l.	Hypothalamus lateralis
		l.a.bl.	Longitudinales Assoziationsbündel
a.m.	Medialer Anteriorkern des Thalamus	l.n.str.t.	Bettkern der Stria terminalis
amyg.	Mandelkern	m.d.	Mediodorsaler Kern des Thalamus
a.pr.	Area praeoptica	n.c.	Nucleus caudatus
a.pr.l.	Area praeoptica lateralis	n.r.	Nucleus ruber
a.v.	Ventraler Anteriorkern des Thalamus	n.tr.	Nucleus trochlearis
c.a.	Vordere Kommissur	spt.	Septum
c.m.	Corpus mammillare	s.g.c.m.	Zentrales Höhlengrau des Mittelhirns
c.p.	Hintere Kommissur	str.m.	Stria medullaris
f.pr.	Präkommissuraler Fornix	str.t.	Stria terminalis
g.f.	Gyrus fornicatus	Str.t.bett	Stria terminalis-Bett
g.pr.	Gyrus proreus	th.	Thalamus
ha.	Habenula		

Abbildung 4

Lokalisation der Reizstellen für Miauen im Hirnstamm und Vorderhirn
auf 3 Sagittalschnitten (*Hesssche* Leitserie)

a S 79 = 0,5 mm; b S 99 = 1,5 mm; c S 119 = 2,5 mm seitlich der Medianebene

- primär reizbedingtes Miauen mit oder ohne Nacheffekt
- sekundär reizbedingtes, nur nach Stromunterbruch auftretendes Miauen
- ▨ aktives Substrat für Abwehdrohen (Knurren und Fauchen)
- ▧ aktives Substrat für Fluchtreaktion
- negative Reizstellen hinsichtlich affektiver Reaktionen (aus *Hunsperger*, 10)

Die Linien am Rande der Schnitte bezeichnen die Ebenen der Frontalschnitte
S 287–S 469 in Abbildung.

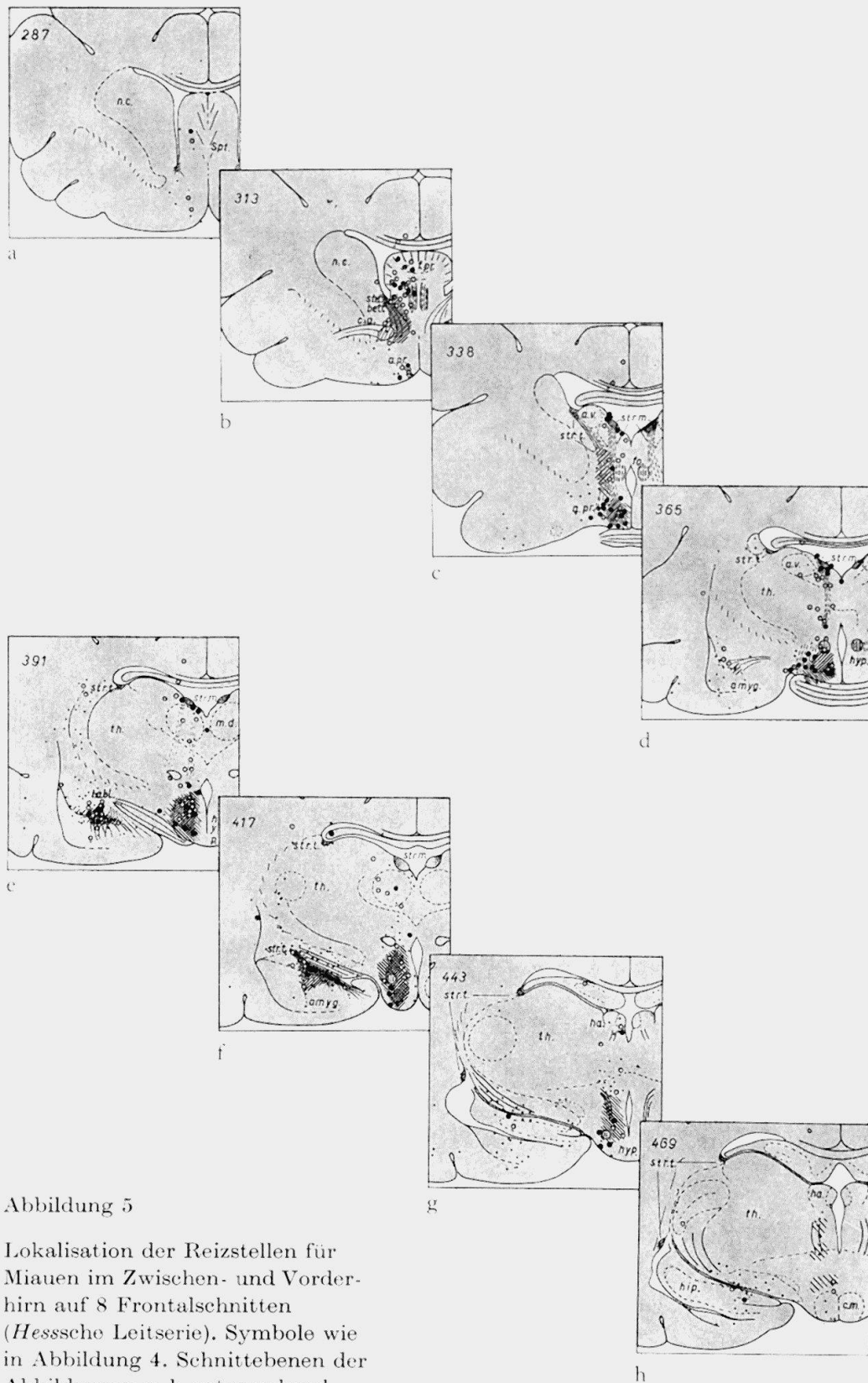


Abbildung 5

Lokalisation der Reizstellen für Miauen im Zwischen- und Vorderhirn auf 8 Frontalschnitten (*Hesssche Leitserie*). Symbole wie in Abbildung 4. Schnittebenen der Abbildungen a–h entsprechend den Bezeichnungen in Abbildung 4

lich, dass die aus dorsomedianen Teilen des Thalamus erhaltenen Effekte auf einer indirekten Aktivierung dieses Areals für Miauen im Höhlengrau des Zwischenhirns und angrenzender Teile des Vorderhirns erzielt werden.

Die aktiven Stellen für das sekundär reizbedingte, nur nach Stromunterbruch auftretende Miauen liegen weit verstreut in Strukturen des Hirnstammes und des Vorderhirns. Es lässt sich jedoch insofern eine gewisse Gruppierung der Stellen erkennen, als diese erstens innerhalb und am Rande der Zonen für primär reizbedingtes Miauen liegen und zweitens Strukturen zugeordnet scheinen, die zum Teil in direkter anatomischer Verbindung mit den Arealen für primär reizbedingtes Miauen im Septum, in der Area praeoptica und supraoptica und im vorderen Hypothalamus stehen. So wird Miauen als Nacheffekt häufig aus dem Fornixsystem (22) erhalten (Abb. 4b), ferner aus den vorderen zwei Dritteln des Mandelkerns, und zwar aus einer Zone, die vom longitudinalen Assoziationsbündel durchzogen wird (Abb. 5d-f). Weitere Stellen finden sich innerhalb des von *Papez* (21) beschriebenen kortikalen-subkortikalen anatomischen Systems: Hippocampus, Fornix, Corpus mammillare, Tractus Vicq d'Azyr, Anteriorkerne des Thalamus, Cingulum (Abb. 4 und 5).

Die Untersuchungen zeigen, dass das primär reizbedingte Miauen nicht einfach als isoliertes motorisches Phänomen erzeugt wird, sondern immer im Zusammenhang mit einer allgemeinen Weckung des Tieres auftritt. Es darf wohl als Ausdruck einer besonderen reizbedingten Umstimmung der Katze (8) gedeutet werden. Der Charakter dieser Reaktion scheint ferner von der Lage der Elektroden in bezug zu den Arealen für Flucht und Abwehdrohen bestimmt zu werden. So wird das beunruhigt ängstliche Miauen besonders häufig aus dem Gebiet der Area praeoptica und supraoptica, das zum Teil mit dem Areal für Fluchtreaktion überlappt, erhalten, während Miauen von aufbegehrendem Charakter eher aus ventralen Teilen des Höhlengraus im Mittelhirn erzielt wird, wo das Gebiet für Miauen an dasjenige für Abwehdrohen angrenzt.

Das sekundär reizbedingte, nach Stromunterbruch geäußerte Miauen dagegen besitzt einen mehr oder weniger stereotypen Charakter. Es scheint der Ausdruck einer Befreiung von einer durch die vorangehende Reizung bedingten starken Spannung zu sein. Dieses eher unspezifische Miauen wird oft im Zusammenhang mit anderen Nacheffekten, wie tonisch-klonischem ipsilateralem Lidschluss, ruckartigen Wendebewegungen von Augen und Kopf, mastikatorischen Krämpfen, Speichelfluss, Fellreinigung und Kratzen, erhalten. Nach der Literatur (1, 4, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18) markiert es den Moment des Sistierens paroxysmaler, bioelektrischer Entladung in kortikalen (Hippocampus) und subkortikalen Strukturen.

Fräulein Verena M. Bucher sei für ihre Mitarbeit bei der histologischen Kontrolle der Gehirnschnitte herzlich gedankt.

LITERATURVERZEICHNIS

1. *Andy O.J., Akert K.*: Seizure patterns induced by electrical stimulation of hippocampal formation in the cat. *J. Neuropath. exp. Neurol.* 14, 198–213 (1955).
2. *Brown J.L., Hunsperger R.W.*: Unveröffentlichte Ergebnisse (1964).
3. *Bürgi S., Bucher V.M.*: In Vorbereitung (1964).
4. *Cadhillac J.*: Hippocampe et épilepsie: A propos d'une série d'expériences sur le cobaye et le chat et de l'exploration électrique de la corne d'Ammon chez l'homme. Paul Dehan, Montpellier 1955.
5. *Fernandez de Molina A., Hunsperger R.W.*: Central representation of affective reactions in forebrain and brain-stem: Electrical stimulation of amygdala, striatum terminalis, and adjacent structures. *J. Physiol. Lond.* 145, 251–269 (1959).
6. *Gwóźdz B., Hunsperger R.W.*: Unveröffentlichte Ergebnisse (1964).
7. *Hess W.R.*: Beiträge zur Physiologie des Hirnstammes. I. Die Methodik der lokalisierten Reizung und Ausschaltung subkortikaler Hirnabschnitte. Georg Thieme, Leipzig 1932.
8. — Das Zwischenhirn. Benno Schwabe, Basel 1954.
9. *Hunsperger R.W.*: Affektreaktionen auf elektrische Reizung im Hirnstamm der Katze. *Helv. Physiol. Acta* 14, 70–92 (1956).
10. — Comportements affectifs provoqués par la stimulation électrique du tronc cérébral et du cerveau antérieur. *J. Physiol. Paris* 55, 45–97 (1963).
11. *Hunter J.*: Further observations on subcortically induced epileptic attacks. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 2, 193–201 (1950).
12. *Hunter J., Jasper H.H.*: Effects of thalamic stimulation in unanaesthetized animals. The arrest reaction and petit-mal-like seizures, activation patterns and generalized convulsions. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 1, 305–324 (1949).
13. *Kaada B.R., Jansen J. jr., Andersen P.*: Stimulation of the hippocampus and medial cortical areas in unanaesthetized cats. *Neurology* 3, 844–857 (1953).
14. *Leyhausen P.*: Verhaltensstudien an Katzen. Paul Parey, Berlin und Hamburg 1956.
15. *Lissák K., Grastyán E., Csanaky A., Kékesi F., Vereby G.*: A study of hippocampal function in the waking and sleeping animal with chronically implanted electrodes. *Acta Physiol. Pharmacol. Neerl.* 6, 451–459 (1957).
16. *MacLean P.D.*: The limbic system ("visceral brain") and emotional behavior. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago* 73, 130–134 (1955).
17. — Chemical and electrical stimulation of hippocampus in unrestrained animals. I. Methods and electroencephalographic findings. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago* 78, 113–127 (1957).
18. *MacLean P.O.*: Chemical and electrical stimulation of hippocampus in unrestrained animals. II. Behavioral findings. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago* 78, 128–142 (1957).
19. *Magnus O., Lammers H.J.*: The amygdaloid nuclear complex. Part I: Electrical stimulation of the amygdala and peri-amygdaloid cortex in the waking cat. *Fol. psychiat. neurol. et neuro-chir. neerl.* 55, 555–581 (1956).
20. *Parmeggiani P.L.*: Reizeffekte aus Hippocampus und Corpus mammillare der Katze. *Helv. Physiol. Acta* 18, 523–536 (1960).
21. *Papez J.W.*: A proposed mechanism of emotion. *Arch. Neurol. Psychiat. Chicago* 38, 725–743 (1937).
22. *Valenstein E.S., Nauta W.J.H.*: A comparison of the distribution of the fornix system in the rat, guinea pig, cat and monkey. *J. comp. Neurol.* 113, 337–363 (1959).