

Der Einfluß einer Vordressur auf das Lernverhalten der Honigbiene*

Inge Hoefler und Martin Lindauer

Zoologisches Institut der Universität Würzburg, Röntgenring 10, D-8700 Würzburg,
Bundesrepublik Deutschland

Eingegangen am 29. März 1976

The Influence of Pre-Training on the Learning Process of the Honey Bee

Summary. 1. The bee races *Apis mellifica carnica* and *A. mellifica ligustica* are in principle able to proceed from an easier to a more difficult task by “learning anew” but the new learning procedure is prohibited over a relatively long period by pro-active processes.

2. If the sequence of the two tasks is reversed and the “learning anew” starts immediately, some effects of the transfer are apparent, depending on the length of pre-training.

3. If the test situation differs from the training situation, the former becomes the secondary learning task and inhibition occurs.

4. The physiology of the learning process are discussed in terms of the results of our experiments.

Einleitung und Problemstellung

Anpassung durch subjektive Erfahrung ermöglicht einem Organismus größere Flexibilität gegenüber seiner Umwelt. Dabei spielen frühere Erfahrungen mit gleichen oder ähnlichen Reizsituationen eine wichtige Rolle. Wechselwirkungen zwischen zwei sukzessiv auftretenden Lernsituationen führen zu Transfererscheinungen (z. B. pro- und retroaktive Hemmungen und Förderungen¹, deren Stärke nicht nur vom Ähnlichkeitsgrad sondern auch vom Informationswert der einzelnen Aufgaben abhängt.

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

¹ *proaktive Hemmung* = negativer Transfer = Hemmung des Gesamtvorganges des Einprägens, Behaltens, Reproduzierens der zweiten Information durch die erste (Koltermann, 1973)

proaktive Förderung = positiver Transfer: Eine vorausgegangene Aktivität A kann eine Aktivität B so verändern, daß in B mehr als früher geleistet wird (Haseloff und Jorswieck, 1970)

retroaktive Hemmung: Die zweite Information hemmt die Reproduzierbarkeit der ersten (Koltermann, 1973)

In der vorliegenden Arbeit werden zwei einander ähnliche Aufgaben von unterschiedlichem Informationswert verwendet. In einer der beiden Dressursituationen erreichen die Carnica-Bienen *A. mellifica carnica* ein höheres Lernniveau als die Ligustica-Rasse *A. m. ligustica* (Hoefler und Lindauer, 1975).

Aus früheren Versuchen war bekannt, daß nach sukzessiver Informationseingabe — sofern der leichteren eine schwierigere Lernaufgabe folgte — Hemmphänomene auftraten (Hoefler und Lindauer, 1975). Diese wirkten sich bei einer kurzen Vordressur auch nur kurzfristig aus und die Bienen lernten um. Für längere Vordressuren war ein Umlernen noch nicht nachgewiesen.

In Weiterführung der Ergebnisse von 1975 ging es um die Lösung folgender Fragen:

1. Wie wirkt sich eine längere Vordressur auf die Dauer der proaktiven Hemmung aus?
2. Treten auch bei umgekehrter Aufgabenreihenfolge solche Hemmphänomene auf; d.h. welchen Einfluß hat der Schwierigkeitsgrad der Vordressur auf das Umlernen?
3. Ergibt sich auch dann ein Umlerneffekt, wenn die Testsituation gegenüber der vorausgegangenen Belohnungssituation verändert wird?

Für das Verständnis der Ergebnisse müssen notgedrungen einige lernphysiologische Begriffe erläutert werden, die in der Literatur unterschiedlich verwendet werden. Die Bezeichnung „Umlernen“ wird meistens als deutsche Übersetzung des Begriffes „reversal-learning“ benutzt, obgleich dieser korrekter als Umkehrlernen zu klassifizieren wäre.

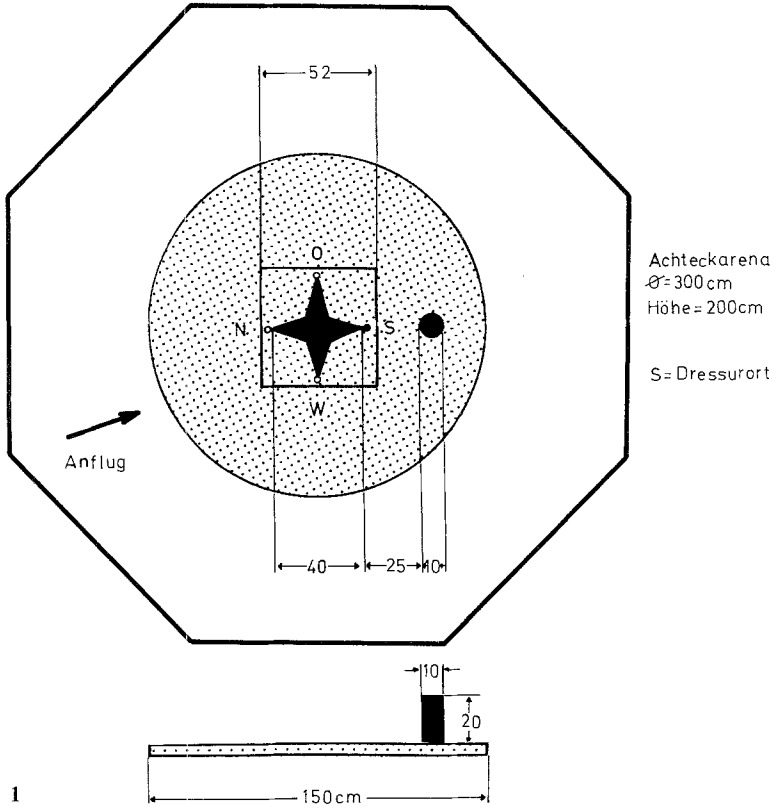
Unser Interesse galt jedoch nicht primär dem Umlernen, sondern den Transfereinflüssen, die beim Erlernen einer zweiten, der ersten ähnlichen Aufgabe entstehen. Da für diesen Lerntyp, der auch Probleme der Generalisation und Invariantenbildung umfaßt, kein spezieller Ausdruck existiert, wurde dieses Erlernen der geänderten Situation gleichfalls als „Umlernen“ bezeichnet.

Begriffe wie „negativer Transfer“ und „proaktive Hemmung“ werden von den einzelnen Autoren etwas uneinheitlich benutzt. Foppa (1970) und Mednick u.a. (1975) trennen den negativen Transfer von der proaktiven Hemmung ab, während andere Autoren wie Haseloff u.a. (1970) und Koltermann (1973) beide Ausdrücke gleichsetzen. Corell (1971) stellt schließlich die pro- und retroaktive Hemmung als Form des negativen Transfers dar.

Um unnötige Komplikationen zu vermeiden, wurden die allgemein gehaltenen Definitionen von Koltermann sowie Haseloff und Jorswieck verwendet. (s. Fußnote 1).

Methode

Die Versuchsanordnung entsprach jener bei Hoefler und Lindauer (1975) (Abb. 1). Um die Konkurrenz natürlicher Landmarken auszuschalten, befand sich der runde Futtertisch in einer 2 m hohen Achteckarena von 3 m Durchmesser auf dem Flachdach des Zoologischen Institutes in Frankfurt. Die oben offene Arena ermöglichte zwar eine Orientierung nach dem Himmelskompaß, die seitliche Bespannung aus undurchsichtigem gelbem Wellkunststoff verhinderte jedoch die Sicht auf störende Landmarken. Dressiert wurde nur bei klarblauem oder sehr leicht bewölktem Himmel.



BELOHNUNGS- UND TESTSCHEMA

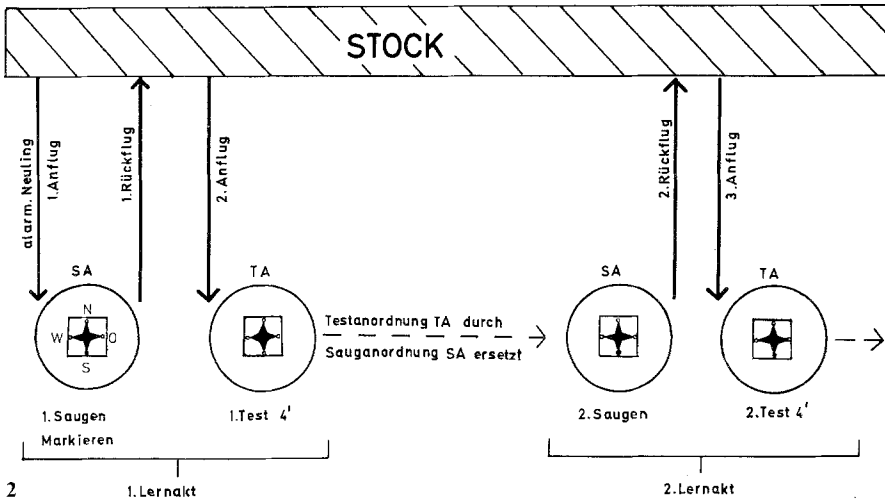


Abb. 1. Dressuranordnung: Südspitze einer schwarzen Sternfigur ist Futterziel. Je nach Versuch steht während der Vor- bzw. der Hauptdressur der Turm 25 cm vom Ziel entfernt. (Süden rechts, da sonst in der Seitenansicht der Turm scheinbar in der Mitte steht.)

Abb. 2. Belohnungs- und Testschema einer einzelnen Versuchsbiene

Dressuranordnung. Ein schwarzer Vierzackstern, die Sternspitzen nach den Haupthimmelsrichtungen ausgerichtet, liegt im Zentrum des mit grüner DC-Fix-Folie beklebten runden Tisches. An allen Sternspitzen stehen Sauggefäße, nur das Südgefäß enthält Zuckerwasser. Im Test wird die Dressurplatte gegen eine gleichartige andere ohne Gefäße ausgetauscht. Diese Anordnung bezeichnen wir als Grundanordnung. Abgewandelt wird diese durch Zugabe eines schwarzen Turmes als optische Hilfsmarke (alle Maße Abb. 1).

Versuchsablauf. Eine schematische Übersicht des Dressurablaufes gibt Abbildung 2. Eine ausführliche Darstellung findet sich in Hoefler und Lindauer (1975).

Auswertung. Die prozentuale Häufigkeit der Richtigwahlen von den Gesamtwahlen (Wahltenz W_t in %) wird berechnet und in Abhängigkeit von der Anzahl der Lernakte als Lernkurve aufgetragen. Im Folgenden werden jeweils nur Mittelwertskurven für die einzelnen Rassen dargestellt. Diese setzen sich aus einer für die Versuche angegebenen Anzahl von Einzelkurven zusammen.

Für jeden Punkt ist die Standardabweichung des Mittelwertes eingezeichnet. Die statistische Auswertung erfolgt nach dem *t*-Test. Signifikanzschranken $p < 0,01$ absicherbar, $p > 0,02$ nicht absicherbar.

Ergebnisse

I. Der Schwierigkeitsgrad der Lernaufgabe in der Vordressur ist kleiner als derjenige in der Hauptdressur

Optische Hilfsmarken erleichtern das Erlernen des Futterzieles (Lauer und Lindauer, 1971). Wir können daher von einer leichteren auf eine schwierigere Lernaufgabe wie folgt übergehen: In einer Vordressur wird der 20 cm hohe Turm geboten, in der Hauptdressur (Lernsituation ohne Hilfsmarke) fehlt dieser, während alle übrigen Versuchsbedingungen gleich bleiben².

Bei 2 Lernakten Vordressur betrug die Dauer der Hemmphase (Beginn der Hauptdressur bis zum Einsetzen des Umlernens) 10 Lernschritte (Hoefler und Lindauer, 1975). Bei 1 initialen Lernakt (Abb. 3) verkürzt sich diese Phase auf 4, bei 5 initialen Lernakten (Abb. 4) verlängert sie sich auf 17 Lernschritte. Allen Kurven gemeinsam ist das allmähliche langsame Absinken der Wahltenz auf das 25%-Niveau (Zufallsniveau), bevor bei beiden Rassen die für die Grundsituation typischen Lernkurven einsetzen. Es wird jetzt umgelernt.

Diese proaktive Hemmphase kann sich definitionsgemäß (s. Fußnote auf S. 249) nur auswirken, solange noch Information über die primär erlernte Aufgabe aus dem Gedächtnis abrufbar ist und mit dem neuen Lernstoff interferiert. Ist diese Primärinformation nicht mehr reproduzierbar, d.h. vergessen, setzt ein Umlernen ein.

Mit der beschriebenen Umdressur von einer leichteren zu einer schwierigeren Lernaufgabe läßt sich jedoch keine Aussage machen, welcher Art diese Vergessensprozesse angehören. Bei Prüfung der Vergessensprozesse nach der Spurenerfallstheorie bliebe der Organismus ohne neue Lernaufgabe sich selbst überlassen. Durch zeitlich abgestufte Kontrolltests läßt sich feststellen, daß die gespeicherte Information mehr und mehr ihre situationsgebundene Bedeutung verliert.

² Die Begriffe Vor- und Hauptdressur werden in Anlehnung an andere Autoren (Menzel, 1969) verwendet. Es sei betont, daß die Vordressur gegenüber der Hauptdressur gleichrangig ist

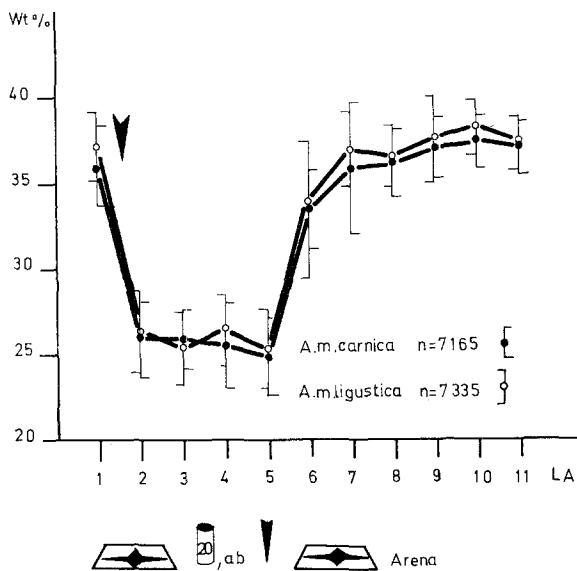


Abb. 3. Y Wegnahme des Turmes nach LA 1 – Umlernen auf die Situation ohne Hilfszeichen. ● ○: Mittelwert aus je 9 Einzelkurven; ● ↔ ○: $p > 0,02$. Abszisse: Anzahl der Lernakte LA. Ordinate: Wahlentscheidungen in % für den Dressort = WT (Wahltenzend). n : Gesamtzahl aller Entscheidungen

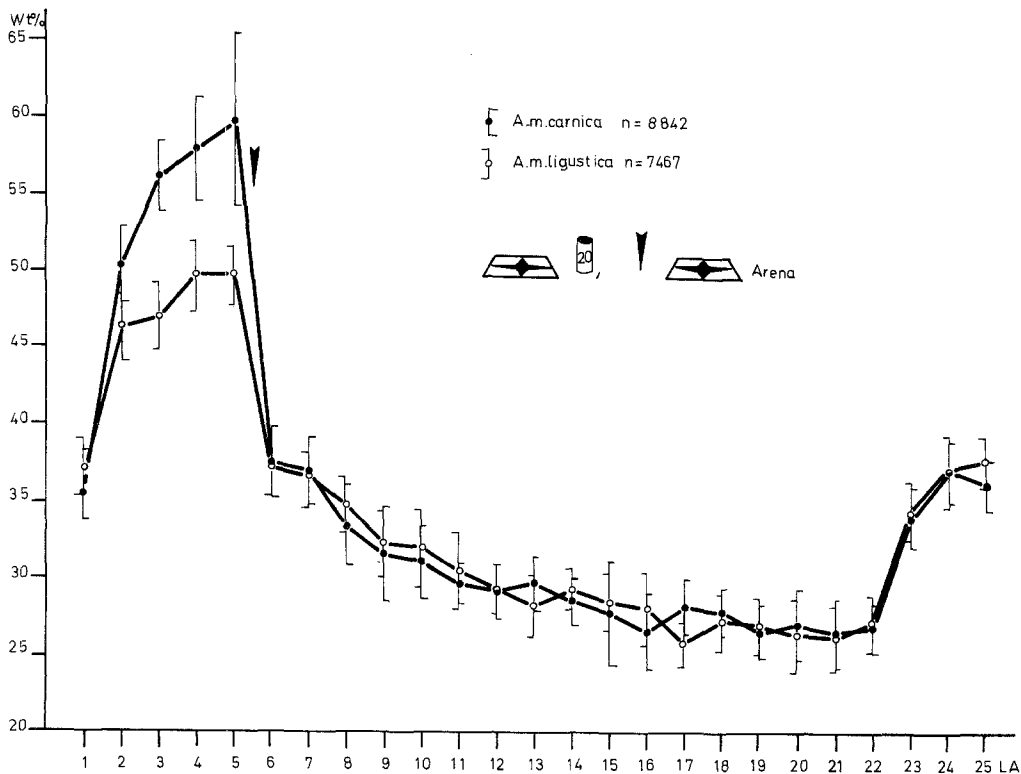


Abb. 4. Y Wegnahme des 20 cm hohen Turmes nach LA 5 – Umlernen auf die Situation ohne Hilfszeichen, d.h. von einer leichteren auf eine schwierigere Lernaufgabe. ● ○ Mittelwert aus 6 bzw. 5 Einzelkurven. $p > 0,02$ (außer LA 3–5)

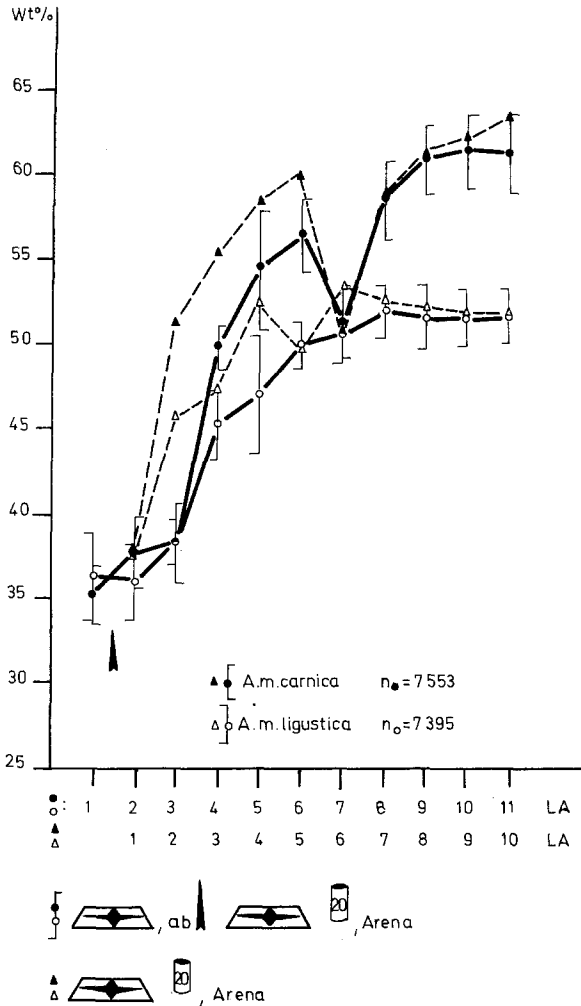


Abb. 5. ▲ Aufstellen des 20 cm hohen Turmes nach 1 Lernakt. Vordressur auf die Situation ohne Hilfszeichen, d.h. Umlernen von einer schwierigeren zu einer leichteren Lernaufgabe. ●○ Mittelwert aus je 9 Einzelkurven. $p < 0,01$ (außer LA 1–3, 7). ▲△ Vergleichskurven: Turm als Hilfsmarke – keine Vordressur

Dieser Schwund der ehemals konditionierten Information ist geringer, wenn der Organismus vor nachfolgenden Fremdinformationen abgeschirmt ist (Interferenztheorie des Vergessens), d.h. solche Störinformation fördert das Vergessen (Koltermann, 1969; Menzel, 1968). Vermutlich bewirken beide – zeitlicher Einfluß und Zweitinformation – das Verblässen der Erstinformation und damit das Ende der proaktiven Hemmphase in unseren Versuchen.

Unsere Lernkurven zeigen zwei grundlegende Lernphänomene:

1. Häufigere Einspeicherung einer Lernsituation verbessert die Erinnerungsfähigkeit.

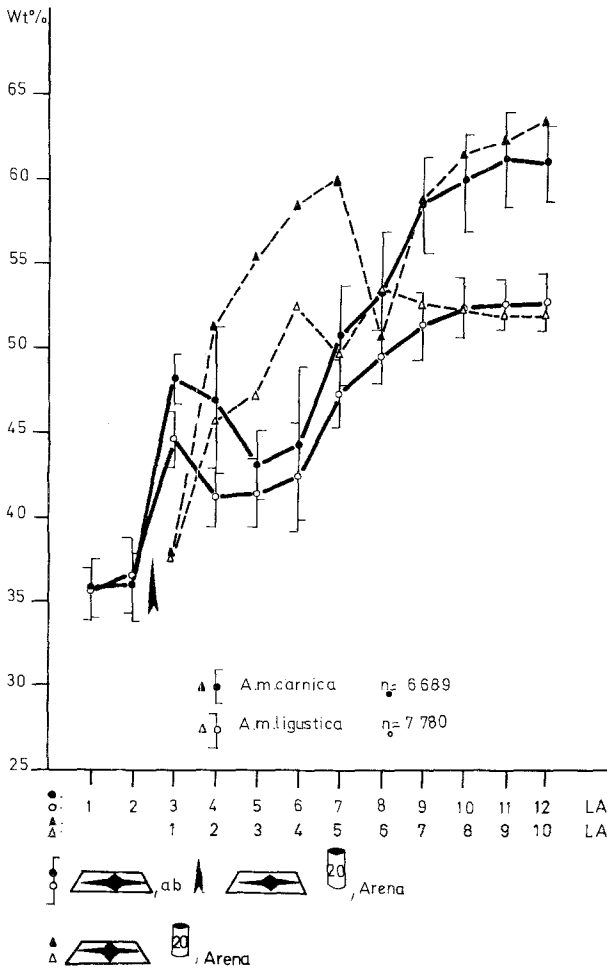


Abb. 6. A Aufstellen des Turmes nach 2 Lernakten Vordressur. ● ○ Mittelwert aus je 9 Einzelkurven. $p < 0,01$ (außer LA 1, 2, 5, 6). ▲ △ Vergleichskurven: Turm als Hilfsmarke

2. Umlernen auf eine schwierigere Aufgabe dauert um so länger, je öfter auf die vorausgehende Situation dressiert worden war. Die Länge der Hemmphase stellt somit gleichzeitig ein exaktes Maß für die Abrufbarkeit der Erstinformation dar.

II. Der Schwierigkeitsgrad der Lernaufgabe in der Vordressur ist höher als derjenige in der Hauptdressur

Die lange proaktive Hemmung in der obigen Versuchsreihe kann zwei Ursachen haben: zum einen, daß hintereinander zwei Aufgaben A und B eingespeichert wurden; zum andern, daß diese Aufgaben in ihrem Informationswert stark voneinander verschieden waren.

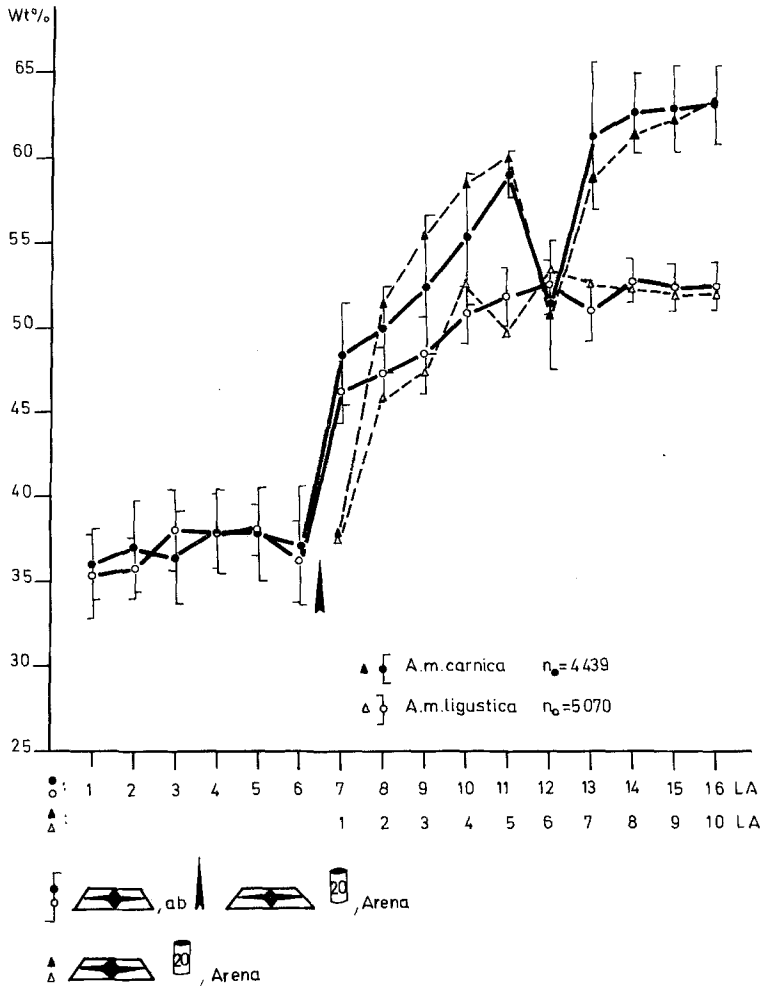


Abb. 7. ▲ Aufstellen des Turmes nach 6 Lernakten Vordressur. ● ○ Mittelwert aus je 6 Einzelkurven. $p < 0,0$ (außer LA 1–10, 12). ▲ △ Vergleichskurven: Turm als Hilfsmarke

In den folgenden Versuchen wurde die Reihenfolge der Einspeicherung umgestellt. Die Vordressur erfolgte auf der Grundanordnung: Südspitze des schwarzen Sternes als Futterziel, Dressurort ohne optische Hilfsmarke. Während der Hauptdressur stand der 20 cm hohe Turm als Hilfszeichen 25 cm vor der Südspitze und erleichterte die Zielorientierung, d.h. die Lokalisation der Südspitze.

Eine Vordressur von 1 Lernakt beeinflusst den Lernprozeß beider Rassen nur gering (Abb. 5). Mit lediglich einer kleinen Verzögerung setzt prompt ein Umlernen ein.

Bei mehr als einem initialen Lernakt liegen die Verhältnisse wesentlich komplizierter. Das Umlernen setzt jetzt bei beiden Rassen sofort und zwar höher als in der gestrichelt eingezeichneten Normalkurve ein (Abb. 6–11). Der erhöhte Beginn aller dieser Umlernkurven beim Übergang von einer schwierigeren zu

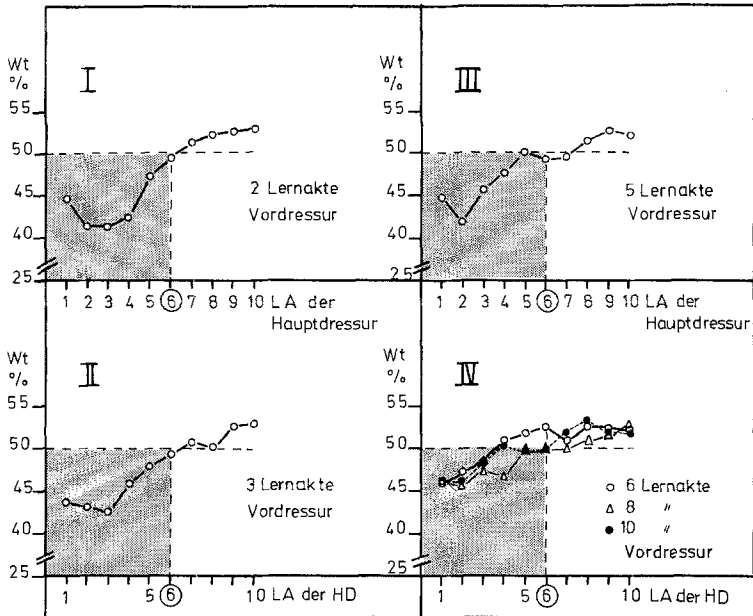


Abb. 8. *Apis mellifica ligustica*: Leicht schematische Darstellung aller Hauptdressuren (Stern mit Turm) ohne die gleichbleibenden Vordressurlernkurven (2, 3, 5, 6, 8, 10 Lernakte Vordressur ohne Turm). Abb. 8 u. 9 II: 3 Lernakte Vordressur, Mittelwert aus je 6 Einzelkurven; $p < 0,01$ (außer LA 6, 6, 8, 9). Abb. 8 u. 9 III: 5 Lernakte Vordressur, Mittelwert aus je 6 Einzelkurven; $p < 0,01$ (außer LA 6, 7, 11). Erläuterungen für die Rasterung im Text. Die 50%-Wahltendenzlinie ist zur Erleichterung der Vergleiche eingezeichnet

einer einfachen Aufgabe entspricht einem positiven Transfer: die in der Vordressur gespeicherte Information wird auf die nachfolgende Aufgabe übertragen. Dieser positive Transfer beschränkt sich auf den 1. LA der Hauptdressuren HD; alle folgenden Lernschritte sind entweder nur gleich oder sogar schlechter als die der Normaldressur.

Relativ einfach zu beschreiben ist der weitere Kurvenverlauf bei der *Ligustica*-Rasse. Nach dem erhöhten 1. LA der Hauptdressur überwiegen bei einer Vordressur von 2–5 Lernakten (Abb. 6, 8 I–III) wieder hemmende Einflüsse, die sich jedoch nur innerhalb des in Abb. 8 durch Rasterung hervorgehobenen Bereiches auswirken und mit steigender Vordressur abnehmen. Der restliche Abschnitt der Umlernkurven verläuft wie die Normalkurven. Bei einer Vordressurlänge von 6 oder mehr Lernakten (Abb. 7, 8 IV, 10, 11) unterscheidet sich das Umlernverhalten während des gesamten Verlaufs (Ausnahme 1. LA) kaum mehr von den Normalkurven.

Bis zu einer Vordressur von 6 Lernakten (Abb. 6, 7, Abb. 9 I–IV) trifft das eben Gesagte auch auf die *Carnica*-Bienen zu, dann unterscheidet sich das Umlernverhalten spezifisch von der anderen Rasse. Bei längeren Vordressuren (8 und 10 Lernakte) werden nämlich erneut Hemmeinflüsse sichtbar, die sich nun aber über einen längeren Abschnitt der Hauptdressur erstrecken (Abb. 9 V–VI, 10, 11). Die Umlernkurven steigen nur langsam bis zum charakteristischen Endniveau an.

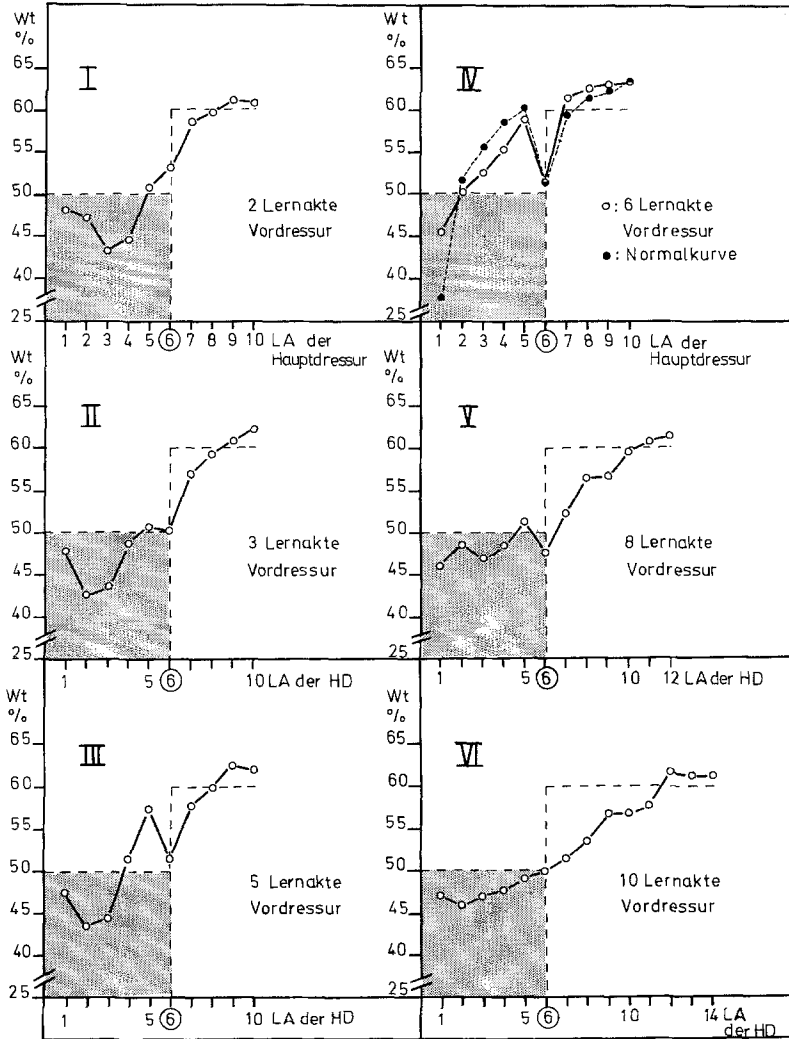


Abb. 9. *Apis mellifica carnica*: Gleiche Zusammenstellung wie in Abb. 8. Die 50%- und 60%-Wahltenzlinie ist zur Erleichterung der Vergleiche eingezeichnet

Auffälligerweise bleibt die Wahltenz im 6. LA aller Hauptdressuren (Abb. 5, 9 I–VI) fast konstant; der typische „Einbruch“ ist demnach nur als solcher zu erkennen, wenn die Wahltenz gegenüber diesem konstanten Wert im 5. bzw. 7. Lernakt höher liegt.

Die Ergebnisse machen deutlich, daß die scheinbar völlig gleichförmig verlaufenden Vordressurlernkurven (Abb. 11, LA 1–10) zwei deutliche, in ihrer Auswirkung auf das Umlernverhalten verschiedene Abschnitte enthält. Der erste Abschnitt (Vordressurlänge bis 5 Lernakte) erzeugt beim Umlernen kurzfristige Hemmeinflüsse. Enthält die Vordressur auch Lernschritte der zweiten „Einheit“ (6–10 initiale LA), hat dies rassenspezifisch verschiedene Auswirkungen. Entwe-

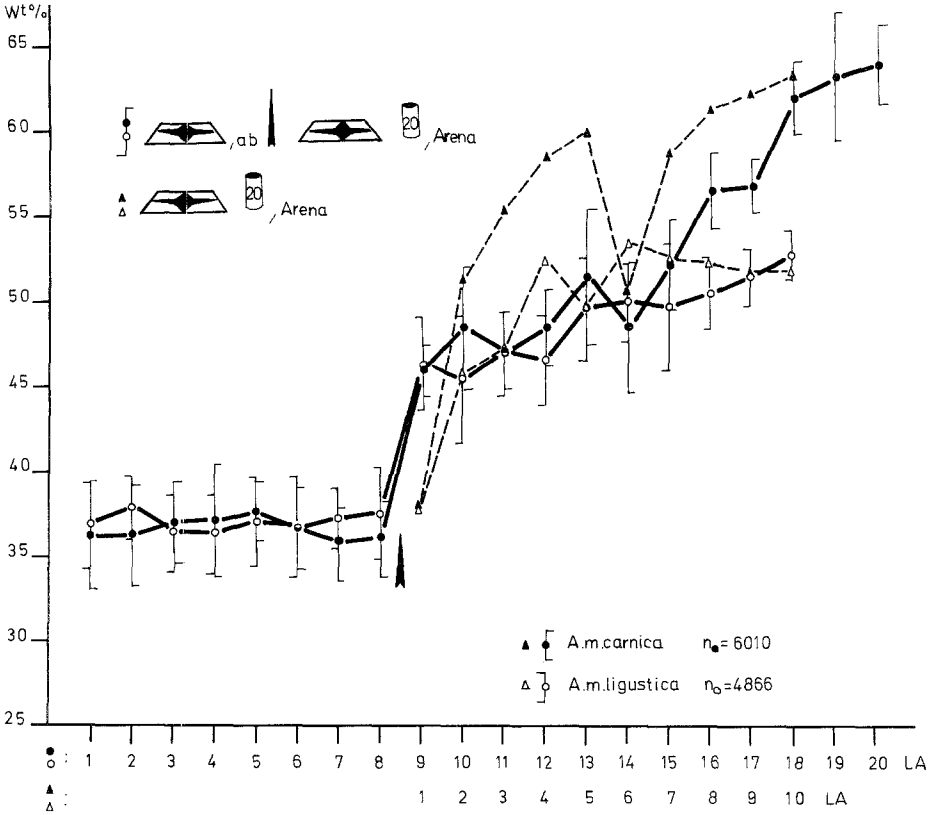


Abb. 10. ▲ Aufstellen des Turmes nach 8 Lernakten Vordressur. ● Mittelwert aus 6 bzw. ○ 5 Einzelkurven. $p > 0,02$ (außer LA 16–18). Vergleichskurven: Turm als Hilfsmarke

der bleibt das Umlernen (Ausnahme 1.LA) unbeeinflusst (*Ligustica*-Rasse) oder es treten Hemmeinflüsse auf, die das Umlernen länger als vorher verschlechtern (*Carnica*-Rasse).

Eine Grenzsituation stellt bei den *Carnica*-Bienen die Vordressur von 6 Lernakten dar: sie bewirkt das beste Umlernverhalten. Sowohl nach kürzerer als auch nach längerer Dauer nimmt die Umlernleistung ab. Für diese Rasse scheint bei bestimmten Dressursituationen dem 6. Lernschritt jeweils als Grenzbereich eine besondere lernphysiologische Bedeutung zuzukommen. Dies wird durch folgenden Versuch noch deutlicher, in dem nicht Vor- und Hauptdressur sich in der Anordnung der optischen Marken unterscheiden, sondern lediglich Dressur und Test.

III. Dressur und Test im Schwierigkeitsgrad verschieden

Die Bienen werden 5 Lernakte lang auf der südlichen Sternspitze mit Turm als Hilfsmarke belohnt. Während der nach jedem Belohnungsakt zwischenge-

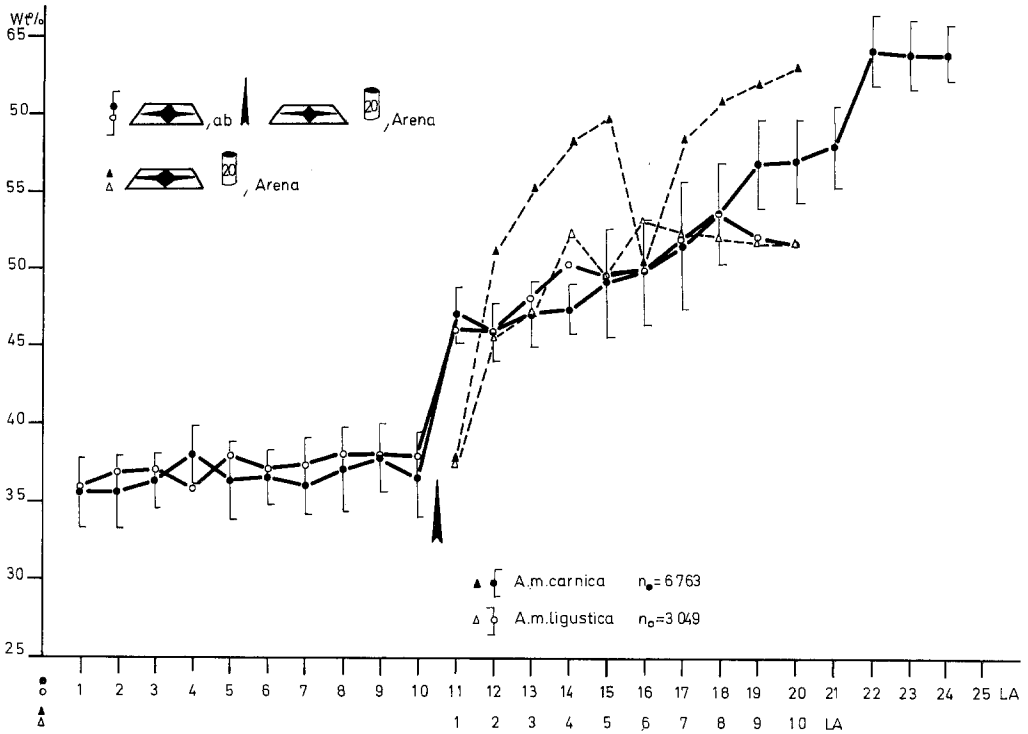


Abb. 11. Δ Aufstellen des Turmes nach 10 Lernakten Vordressur. \bullet Mittelwert aus 6 bzw. \circ 3 Einzelkurven. \blacktriangle \triangle Vergleichskurven: Turm als Hilfsmarke

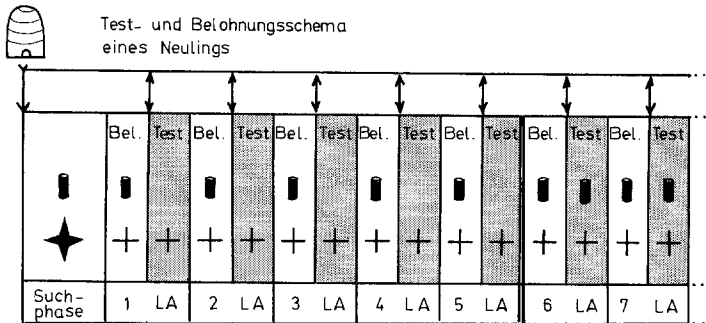


Abb. 12. Test- und Belohnungsschema eines Neulings für den Versuch Abb. 13

schalteten Tests sehen sie nicht die dieser Dressursituation entsprechende Testsituation, sondern lediglich die Grundanordnung ohne den Turm (Test- und Belohnungsschema s. Abb. 12).

Beide Rassen zeigen zunächst keinerlei Lernfortschritt (Abb. 13 LA 1–5); die Wahltenz bewegt sich um das Zufallsniveau. Daraus ergibt sich die überraschende Schlußfolgerung: Auch die Testsituation, in der nicht belohnt wird, wirkt als „Lernsituation“ (ähnliche Effekte hat auch Lauer beobachtet,

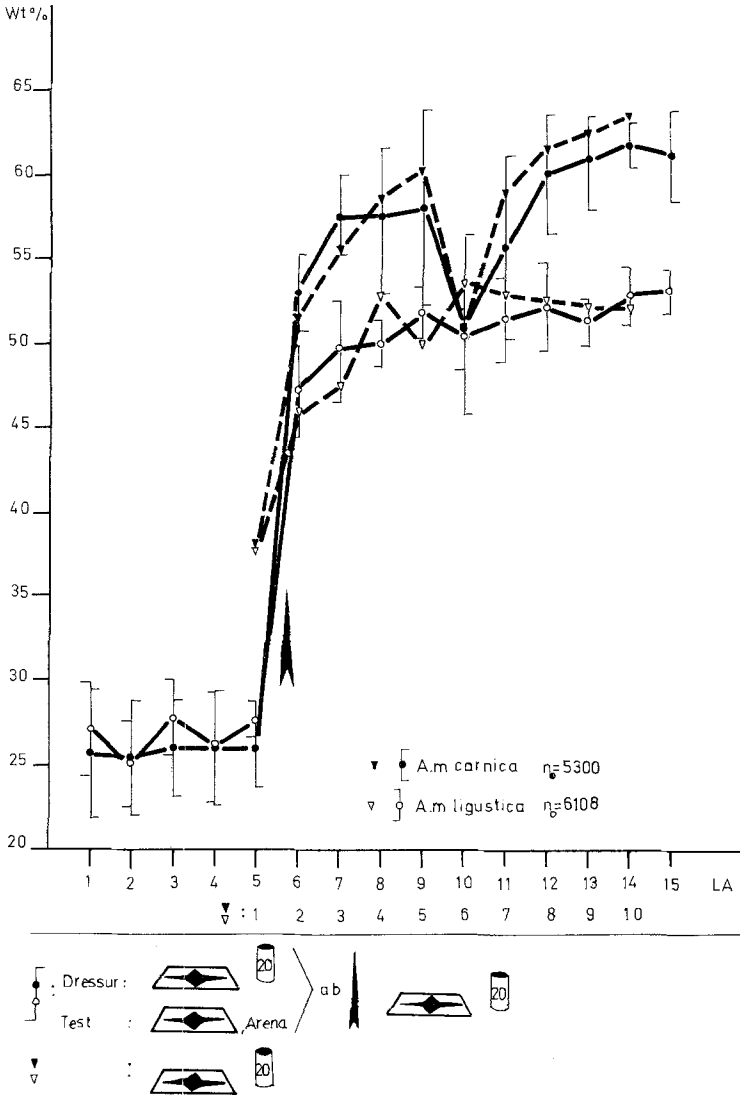


Abb. 13. LA1–5: Dressurmodus nach Abb. 12. LA 6–15: Turm als Hilfsmarke in Dressur und Test. \blacktriangle \triangle : Vergleichskurve: Turm als Hilfsmarke in Dressur und Test. \bullet \circ : Mittelwert aus je 6 Einzelkurven. $\bullet \leftrightarrow \circ$: $p < 0,01$ (außer LA 1–5, 9–11)

mündl. Mitt.); es müssen also Transfereinflüsse von der Testsituation ausgehen, die einer proaktiven Hemmung ähneln.

Es wäre denkbar, daß die Testsituation ohne Turm zwar keinerlei Hemmung auf das Erlernen der Dressursituation ausübt, sondern nur das Erinnern, den „reading out“ Prozeß stört. Dies sollte sich folgendermaßen feststellen lassen:

Vom 6. Test an wird die Anordnung wie bei der Dressur mit Turm geboten (s. Schema Abb. 12). Wäre die Einspeicherung der Dressursituation unbeeinflußt

geblieben, müßten beide Rassen im 6. Test sich wie im 6.LA der Normalkurve verhalten. Sie fangen jedoch von vorne an und überspringen nur den 1. Lernschritt, die „Umlernkurven“ beginnen mit dem 2. Lernschritt (Abb. 13).

Die Sonderrolle des 1.LA, auf die schon in einer früheren Arbeit (Hoefler und Lindauer, 1975) hingewiesen wurde, läßt sich wie folgt verstehen: Während der Such- und der ersten Belohnungsphase bleibt die Merkmalskombination Stern und Turm identisch. Einschließlich Hin- und Rückflug vom Stock unterscheidet sich diese Situation nicht vom 1.LA der normalen Dressuren. Der zweiten Belohnungsphase geht jedoch eine andersartige Testsituation (Stern ohne Turm) voraus, die den weiteren Lernvorgang hemmt.

Einzig die Einspeicherung der Information des 1.LA bleibt ungestört; sie wird in Kombination mit der Testsituation Stern mit Turm als voller Lernschritt genutzt. Beweis: Bereits nach 5 Lernschritten der Situation „Test und Dressur gleich“ erfolgt der typische Einbruch der *Carnica*-Lernkurve. Der übersprungene Lernakt wird gleichsam „dazugezählt“, so daß der Einbruch wieder nach 6 gespeicherten Lernschritten, der bereits bekannten Lerneinheit, auftritt.

Diskussion

Ein positiver Transfer ist nach Foppa immer dann zu erwarten, wenn die Lernsignale einer zweiten Lernaufgabe ähnlich und die geforderten Verhaltensweisen gleich sind wie in der ersten Übungsaufgabe. Streng genommen würde somit positiver Transfer eine besondere Form der Reizgeneralisation darstellen. Genau diese Voraussetzungen bieten die vorliegenden Versuche.

In unseren Experimenten konnten wir jedoch nur einen geringen positiven Transfer beim Übergang von einer schwierigeren zu einer leichteren Lernsituation registrieren. Im umgekehrten Fall traten sogar ausgeprägte negative Transferwirkungen auf. Solche sind nach Osgood (1949) nur dann zu erwarten, wenn die Signale konstant bleiben, das Antwortverhalten sich aber ändern muß. Bei gleichzeitiger Stimuli- und Verhaltensänderung sollen ebenfalls negative Einflüsse überwiegen (Mednick u.a., 1975).

Unsere Ergebnisse lassen sich nur schwer mit diesen oft recht vereinfachten Lernsituationen in Einklang bringen:

1. Von den Bienen wird in beiden Lernaufgaben die gleiche Verhaltensweise gefordert (Anflug auf die Südspitze); es ist aber nicht auszuschließen, daß die Versuchstiere eine andere Orientierungsstrategie anwenden, je nachdem ob nur der Himmelskompaß oder zusätzlich der Turm als Hilfsmarke zur Verfügung steht. Nicht Verhaltensänderung, sondern der Zwang zu neuer Orientierungseinstellung würde den Transfer bestimmen.

2. Zwar wird aus dem gesamten Orientierungskomplex nur ein Element, der Turm, herausgenommen bzw. hinzugegeben, so daß gemäß unserem menschlichen Orientierungsschema eine starke Ähnlichkeit in beiden Lernsituationen besteht und ein positiver Transfer auf der Basis von Generalisationseffekten zu erwarten wäre. Die *bienensubjektive* Bewertung der beiden Reizkomplexe scheint jedoch stark zu differieren, d.h., der neue Informationswert der zweiten Lernaufgabe hängt stark vom Orientierungskomplex der Vordressur ab. Für

Düfte und Farben wurden von Kriston (1973) unterschiedliche Wertigkeiten je nach Informationsgehalt der Andressur bereits nachgewiesen. Nach signalarmer Andressur wirken gut erlernbare Signale gegenüber schwer erlernbaren in der Hauptdressur „repellent“. Durch einfache Umkehr der Aufgabenreihenfolge läßt sich also bei komplexen Lernsituationen der absolute Transfereffekt, wie es Koltermann (1973) für einfache Lernsignale, nämlich Duftreize gelang, nicht bestimmen.

3. Somit ist eine generelle Vorherbestimmung des Transfers, wie es Osgood (1949) für möglich hält, fraglich; die obigen Regeln bedeuten ja kein allgemeingültiges Gesetz, sie geben lediglich Anhaltspunkte, die bei einfachen Signal-Antwort-Reaktionen eine brauchbare Voraussage erlauben. Auch unsere Ergebnisse stellen die allgemeine Voraussagbarkeit des Transfers in Frage. Corell (1973) beschreibt zahlreiche Arbeiten, die diesen Regeln widersprechen und betont ausdrücklich, daß dieses Problem noch keineswegs gelöst ist, ebensowenig wie ein anderes, z.B. wie der Schwierigkeitsgrad der ersten Aufgabe den Transfer beeinflusst.

Corell fordert hypothetisch einen um so größeren positiven Transfer, je schwieriger die Primäraufgabe. Umgekehrt sollte dann aber bei leichteren Vordressuren der positive Transfer immer geringer werden und sogar ins Negative umschlagen. Genau dies trifft auf die vorliegenden Versuche zu: Eine leichte Vordressur (Stern-Turm-Komplex) erzeugt negativen Transfer; die schwierigere Vordressur (Stern ohne Turm) bewirkt einen zwar geringen aber doch positiven Transfer im 1.LA der Hauptdressur, d.h. der Schwierigkeitsgrad der ersten Dressuraufgabe bestimmt bei den vorliegenden Versuchen überwiegend die Art der Transfereinflüsse.

Ungelöst bleibt die eigenartige sprunghafte Änderung der Wahltenenz vom 5. zum 6. Lernakt in den *Carnica*-Lernkurven für die Situation Stern mit Turm. „Lerneinheiten“, wie sie beim Umlernen auftreten, spielen hier möglicherweise eine Rolle. Der sprunghafte Wechsel der Wahltenenz würde das „Einklinken“ der neuen Lerneinheit charakterisieren, doch bedarf es noch weiterer Untersuchungen, um diese „Einheiten“ als gesonderte physiologische Prozesse zu erfassen.

References

- Corell, W.: Lernen und Verhalten. Grundlagen der Optimierung von Lernen und Lehren. München: Fischer 1971
- Foppa, K.: Lernen, Gedächtnis, Verhalten, Ergebnisse und Probleme der Lernpsychologie, 7. Aufl. Köln, Berlin: Kiepenheuer und Witsch 1970
- Haseloff, O.W., Jorswieck, E.: Psychologie des Lernens. Methoden, Ergebnisse, Anwendungen. Berlin: de Gruyter 1970
- Hoefler, I., Lindauer, M.: Das Lernverhalten zweier Bienenrassen unter veränderten Orientierungsbedingungen. *J. comp. Physiol.* **99**, 119–138 (1975)
- Koltermann, R.: Lern- und Vergessensprozesse bei der Honigbiene — aufgezeigt anhand von Duftdressuren. *Z. vergl. Physiol.* **63**, 310–334 (1969)
- Koltermann, R.: Retroaktive Hemmung nach sukzessiver Informationseingabe bei *Apis mellifica* und *Apis cerana* (Apidae). *J. comp. Physiol.* **84**, 299–310 (1973)
- Kriston, I.: Zum Zusammenhang zwischen Signalbewertung und Lernprozeß: Die Bewertung von

- Duft- und Farbsignalen an der Futterquelle durch *Apis mellifica*. J. comp. Physiol. **84**, 77–94 (1973)
- Lauer, J., Lindauer, M.: Genetisch fixierte Lerndispositionen bei der Honigbiene. In: Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung im lebenden Organismus. Abh. Akad. Wiss. Mainz **1971**, 1–87 (1971)
- Mednick, S.A., Pollio, H.R., Loftus, E.F.: Psychologie des Lernens mit einem Arbeitsteil von Melchinger, H. München: Juventa 1975
- Menzel, R.: Das Gedächtnis der Honigbiene für Spektralfarben I. Kurzzeitiges und langzeitiges Behalten. Z. vergl. Physiol. **63**, 290–309 (1968)
- Menzel, R.: Das Gedächtnis der Honigbiene für Spektralfarben II. Umlernen und Mehrfachlernen. Z. vergl. Physiol. **63**, 290–309 (1969)
- Osgood, C.E.: The Similarity Paradox in Human Learning, a Resolution. Psychol. Rev. **56**, 132–143 (1949)