

Transfer hat viele Gesichter

Angela Brunstein

TU Chemnitz, Institut für Psychologie, Allgemeine und Arbeitspsychologie, 09107 Chemnitz

Angela.Brunstein@phil.tu-chemnitz.de

Analogen Denken und seine Grenzen

Analogen Denken ist ein wertvolles Lern- und Problemlösewerkzeug, dessen Nutzbarkeit häufig an der relationalen Struktur der beteiligten Repräsentationen festgemacht wird (Gentner, 1983; Holyoak & Thagard, 1989/95).

1. Orthogonale Kreuzung von Struktur und Oberfläche

Dieses Vorgehen hat 2 Schwächen: Erstens werden häufig Struktur und semantische Oberfläche einander orthogonal gegenüber gestellt. Dann ist es trivial, wenn Probanden die korrekte Struktur der falschen Oberfläche vorziehen. Spannender ist die Manipulation der semantischen Oberfläche *zusätzlich zur* Lösungsstruktur. Neben der Interaktion beider Faktoren beim Transfer zeigt sich dabei, wie die von Novizen präferierte Oberfläche allmählich während des Lernens in komplexe Strukturen übergeht.

2. Lösungshäufigkeiten und isoliertes Mapping

Die zweite Begrenzung ist praktischer Natur: Entweder werden Lösungshäufigkeiten bei gestellten analogen Problemen untersucht (z.B. Gick & Holyoak, 1980, 1983) oder analoges Mapping unabhängig von konkreten Aufgaben (z.B. Gentner & Markman, 1994; Markman & Gentner, 1993). Die erste Variante zeigt zwar, daß die Vorlage die Problemlösung unterstützt, garantiert aber nicht, daß der Transfer analog war. Die zweite Variante garantiert analoges Denken, belegt jedoch nicht, daß es auch praktisch relevant ist.

Lösung: Oberfläche + Struktur, Strategien + Zeiten, Analogie + andere Formen des Transfers

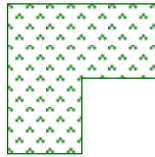
In den vorliegenden Studien wurden die Befunde zu analogem Schließen anhand von 18 bildhaften Vorlagen repliziert, wobei die visuelle Oberfläche bei konstant gehaltener, übereinstimmender Lösungsstruktur variiert wurde. Zusätzlich zu den Lösungszeiten wurden die Lösungsstrategien der Probanden erhoben und mehrere Formen des Transfers berücksichtigt.

Untersuchung

Dreistadts Farmaufgabe

66 Abiturienten und Studenten lösten Dreistadts (1968) Farmproblem nach der Bearbeitung der analogen Figuren.

Ein Vater vererbt seinen Söhnen ein Feld mit folgender Form:



Er will, daß jeder der vier ein Stück Land mit der gleichen Größe und Form bekommt wie seine Brüder.

Teile das Land entsprechend auf!

Abb.1: Farmaufgabe

2 Lösungswege

Die Aufgabe ist relativ anspruchsvoll, weil sie sich mit dem üblichen Lösungsalgorithmus (zweimal halbieren) nicht lösbar ist. Ohne Unterstützung brauchten Probanden der Kontrollgruppe ca. 11 Minuten, um die Lösung zu finden. Dafür lösten alle Probanden die Aufgabe auf die gleiche Weise: Sie zerlegten die Gesamtfigur entweder in 4×3 Dreiecke oder Quadrate und konstruierten daraus 4 Teilfiguren zu je 3 Komponenten, welche in die Gesamtfigur eingesetzt wurden.

Neben dieser analytischen Strategie existiert ein durch die Figuren illustrierter Lösungsweg, der üblicherweise schneller zu einer Lösung führt: Man puzzelt die Gesamtfigur aus 4 Teilen, welche die selbe Form haben wie die Gesamtfigur (rep4-Prinzip).

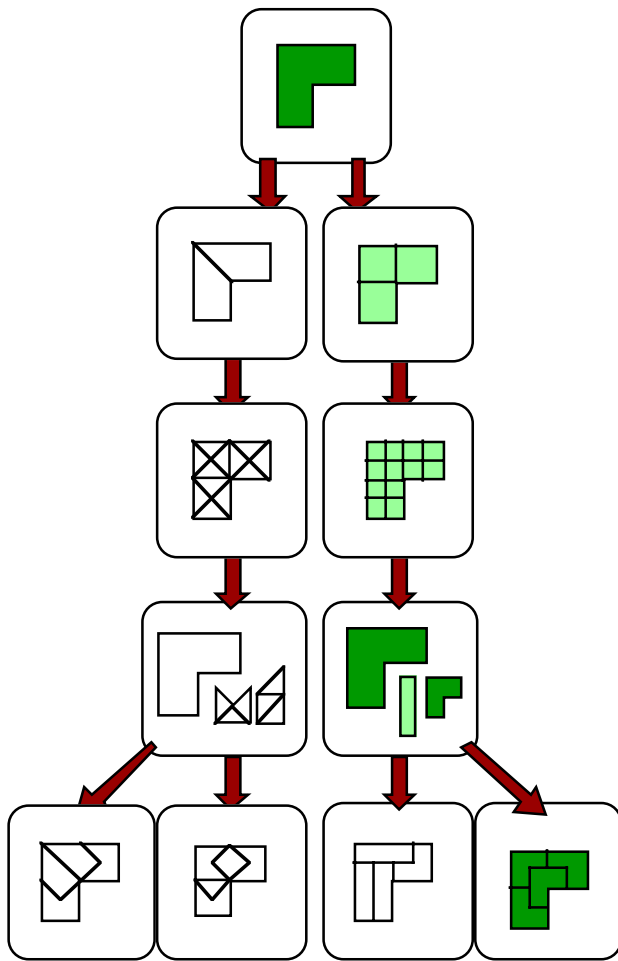


Abb.2: Analytischer Lösungsweg (ohne analoge Figuren)

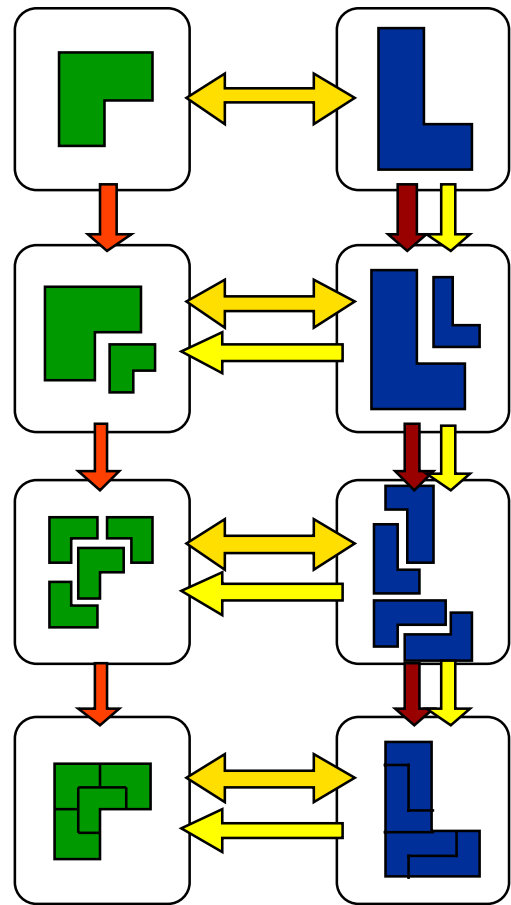


Abb.5: Analoger Transfer

Ablauf

Zunächst suchten die Probanden in 18 nacheinander dargebotenen geometrische Figuren das allen Figuren gemeinsame Prinzip. Nachdem sie das „rep4-Prinzip“ verbalisiert hatten, lösten sie die Farmaufgabe entweder als zweite Aufgabe (ohne Hinweis) oder als Beispiel des gelernten Prinzips (mit Hinweis):

rep4-Prinzip:

Es gibt Figuren, die so in vier deckungsgleiche Stücke unterteilbar sind, daß die Teile die gleiche Form haben wie die Gesamtfigur.

Basisfiguren

Alle verwendeten Figuren waren rep4-Figuren und unterschieden sich auf der visuellen Oberfläche unterschiedlich stark von der Farmfigur: 9 Figuren waren – wie die Farm – rechtwinklig, die anderen waren nicht rechtwinklig.

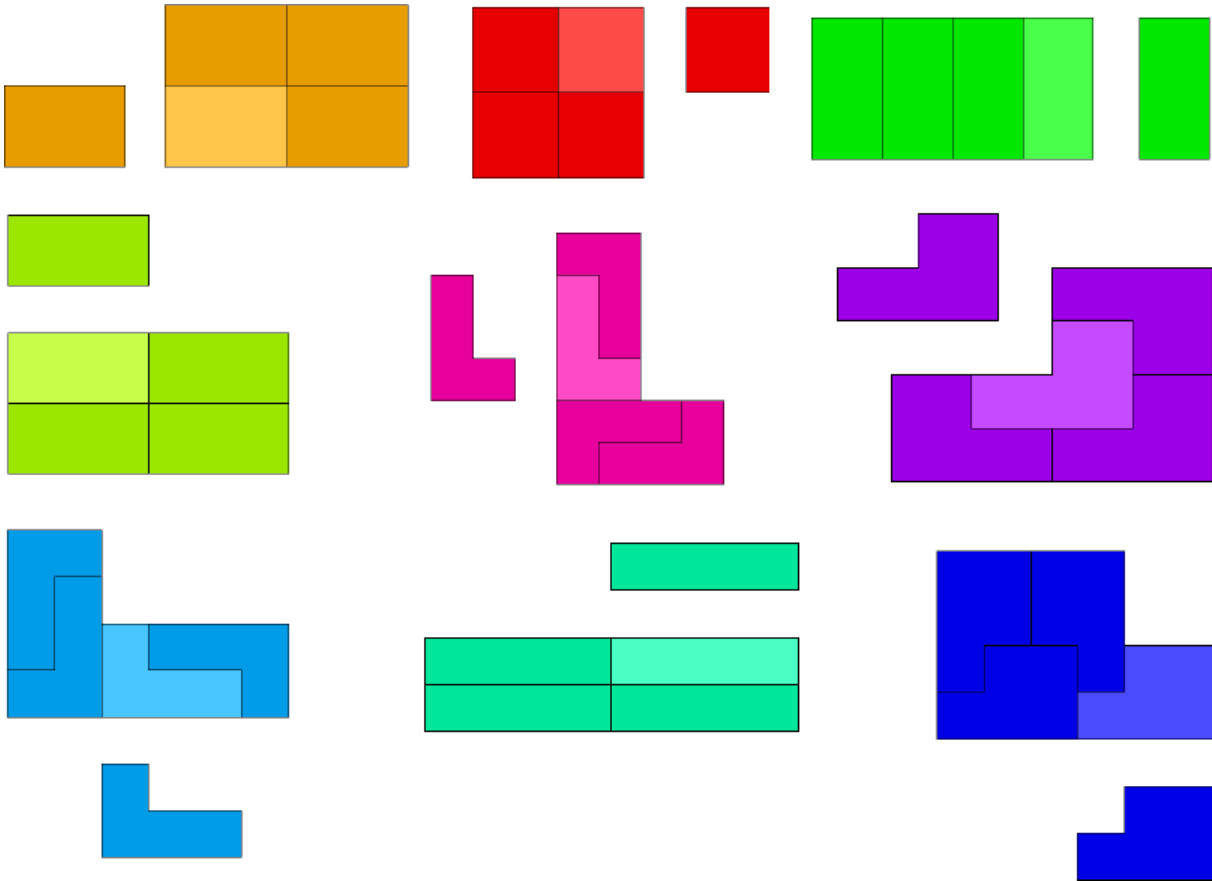


Abb.3: Rechtwinklige Basisfiguren

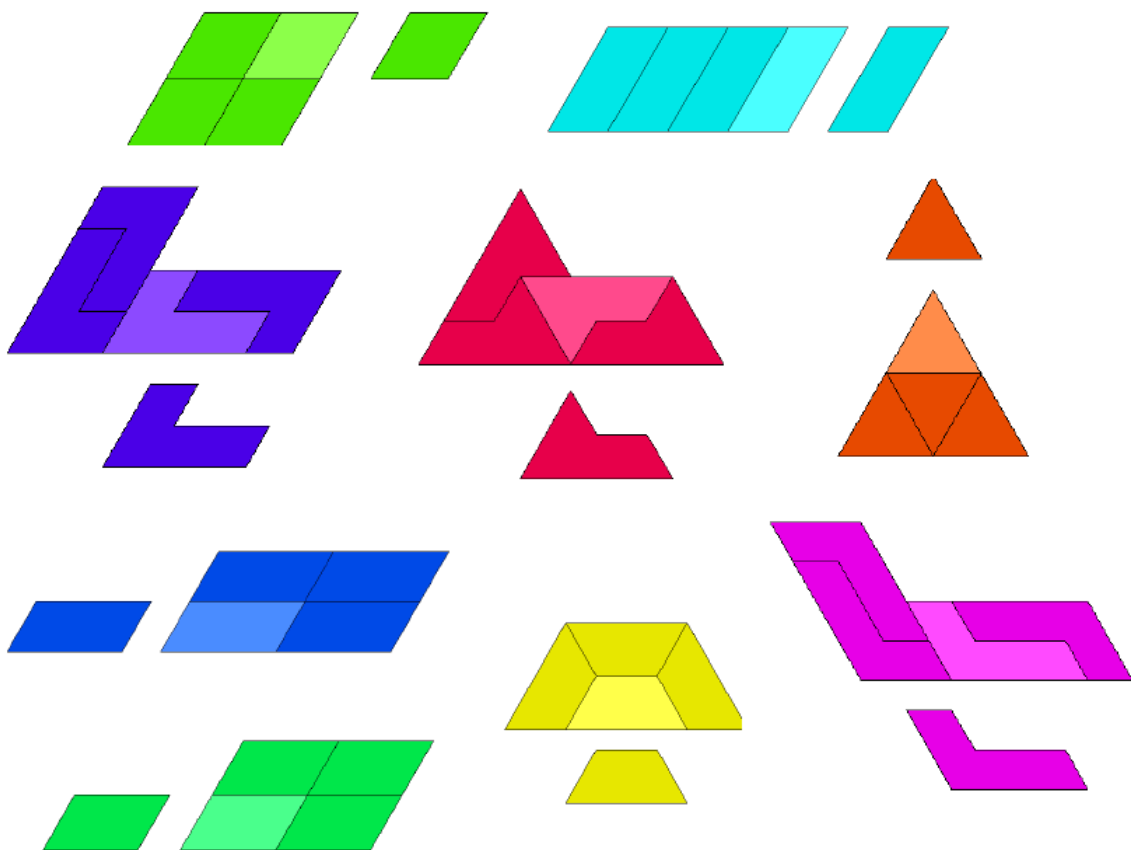


Abb.4: Nicht rechtwinklige Basisfiguren

Hypothesen:

1a) Ähnlichkeit beschleunigt

In Anlehnung an die Multi-Constraint-Theory von Holyoak & Thagard (1989/95) sollte die Lösung der Farmfigur nach Präsentation rechtwinkliger Figuren schneller gefunden werden.

1b) Hinweis beschleunigt

Außerdem sollte die Aufgabe schneller gelöst werden, wenn ein expliziter Hinweis auf die Verbindung zwischen Basisfiguren und Targetaufgabe gegeben wurde.

2) Strategien: Analoges Lösungsweg

Analoger Transfer sollt sich neben beschleunigten Lösungszeiten im analogen Lösungsweg ausdrücken.

Zur Veranschaulichung des analogen Lösungsweges sind alle Figuren gleich gut geeignet. Zusätzlich dazu sollte die Zuordnung einander ähnlicher Figuren zueinander leichter fallen.

3) Analoger Transfer

Neben analogem Transfer sind mindestens 2 weitere Formen möglich: Während es für eine *allgemeine Vorbereitung auf den Aufgabentyp* irrelevant ist, welche Figur präsentiert wird, solange sie für die Aufgabendomäne typisch ist, sind die Merkmale der Figuren beim *oberflächennahen Transfer* sehr wichtig. Ansatzpunkte auf dem analytischen Lösungsweg sind die Unterteilung der Gesamtfigur und die Suche nach geeigneten Teilfiguren.

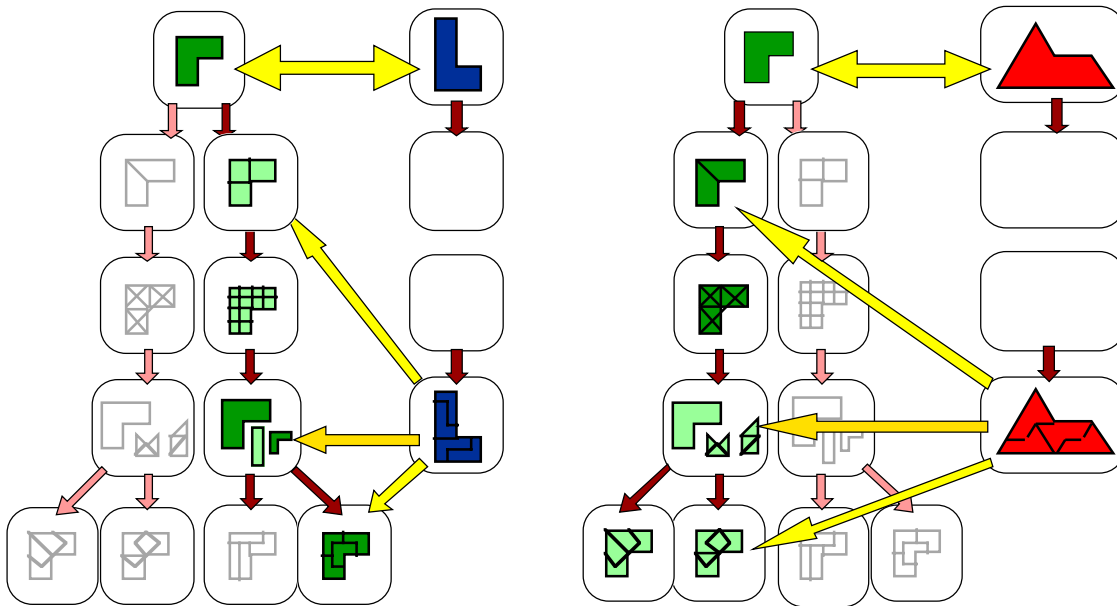
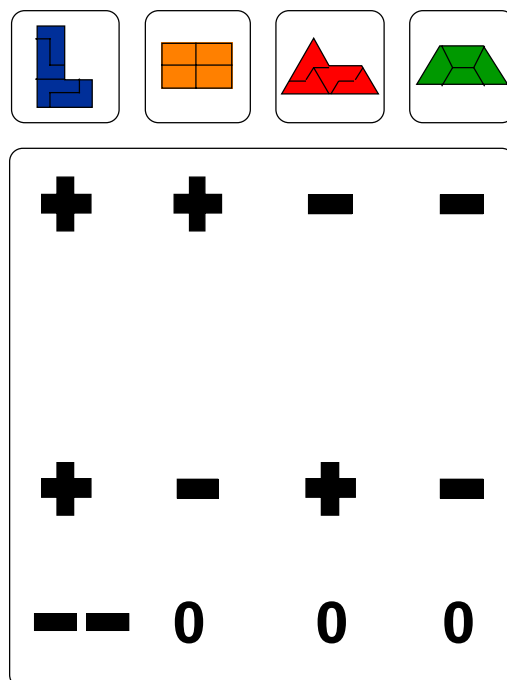


Abb.6: Oberflächennaher Transfer

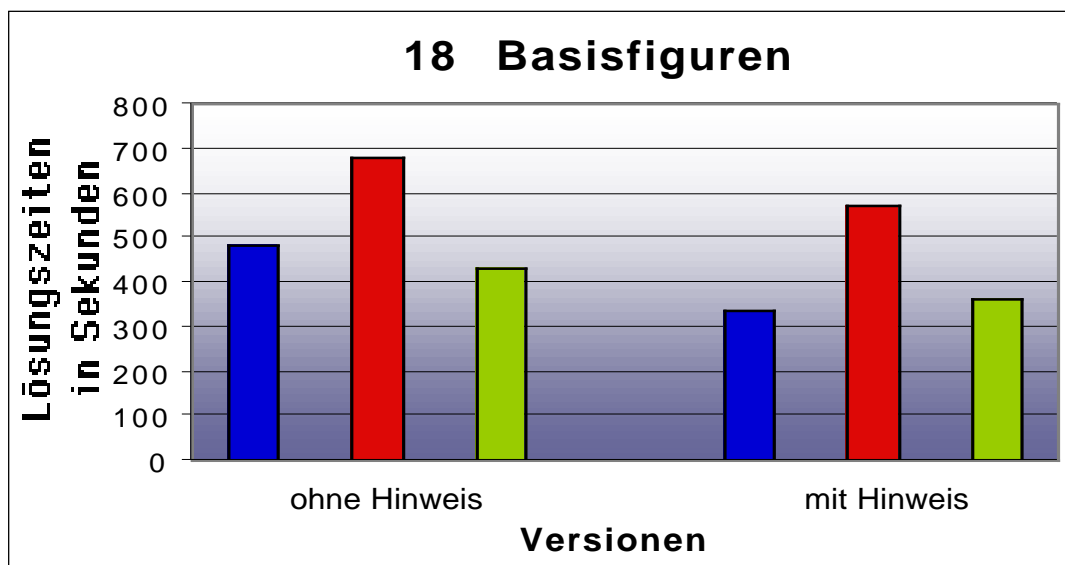
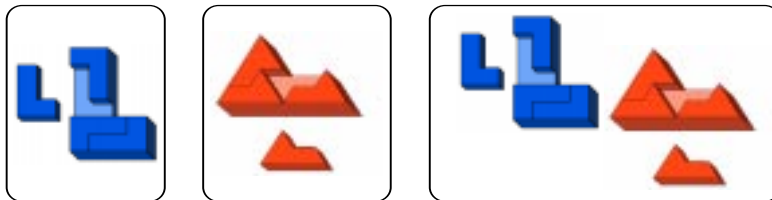


Allgemeine Vorbereitung, Oberflächentransfer und analoges Schließen sollten einander entlang der Dimensionen Ähnlichkeit, Expertise und Hinweis – entsprechend ihren Voraussetzungen – ablösen.

Ergebnisse

Lösungszeiten

Alle Probanden lösten die Farmaufgabe, die meisten sogar schneller als die Kontrollgruppe. Der Hinweis hatte einen minimalen Effekt auf die Lösungszeiten. Eine Gruppe mit gemischten Vorlagen (rechtwinklige und nicht rechtwinklige Figuren) liegt in den Lösungszeiten auf dem Niveau der rechtwinkligen Vorlage. Damit ist der Einfluß der visuellen Oberfläche auf die Lösungszeiten multipler Analogien zusätzlich zur illustrierten Lösungsstruktur belegt. Dieser Effekt zeigt sich auch in der Anzahl produzierter Lösungsskizzen.



Diagr.1: Lösungszeiten für die Farmaufgabe in Sekunden (ohne vs. mit Hinweis; rechtwinklige, nicht rechtwinklige, gemischte Vorlage)

Lösungsstrategien

Das auf Ebene der Lösungszeiten einheitliche Bild wird komplexer, wenn man zusätzlich die Lösungsstrategien betrachtet:

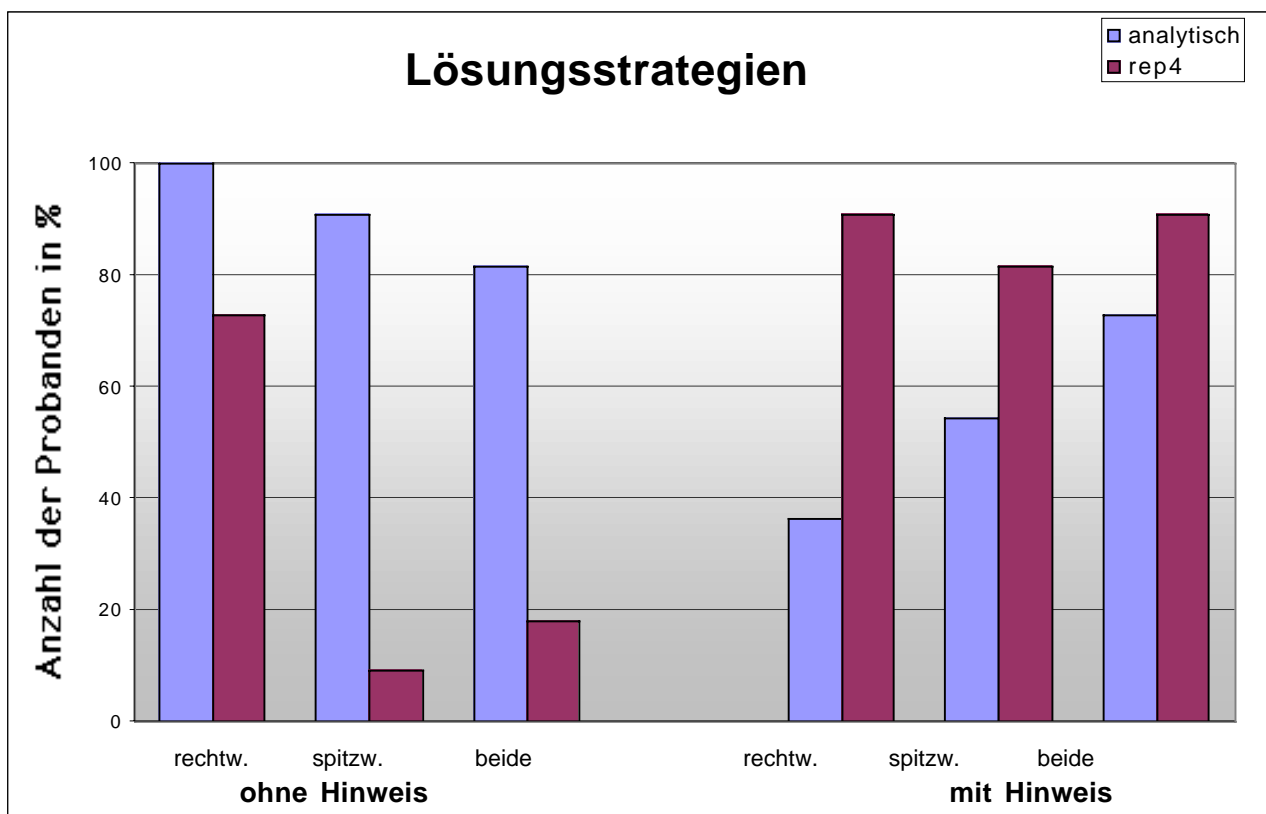
Hinweis fördert analogen Transfer

Ohne Hinweis zeigten 52% der Probanden analogen Transfer und nutzten das rep4-Prinzip zur Lösung der Farmaufgabe, mit Hinweis hingegen 88% der Probanden.

Oberfläche überbrückt strukturelle Defizite

Innerhalb der beiden Gruppen zeigen sich deutlich unterschiedliche Verteilungsmuster: Ohne Hinweis dominieren die analytischen Lösungsversuche. Per Transfer des rep4-Prinzips wird die Lösung allenfalls bei rechtwinkligen Vorlagen generiert. Dort überbrückt offenbar die gemeinsame visuelle Oberfläche strukturelle Defizite.

Anders sieht es in der Gruppe mit Hinweis aus: Nur die bisher suboptimalen Gruppen profitieren vom Hinweis. Gleichzeitig sinkt die Anzahl der Probanden, die den analytischen Weg benutzten, am stärksten bei rechtwinkliger Vorlage.



Diagr.2: Analytischer und analoger Lösungsweg aus den Lösungsskizzen für die Farmaufgabe (ohne vs. mit Hinweis; rechtwinkliger, nicht rechtwinkliger, gemischte Vorlagen)

Zusammenfassung

Ähnliches hilft, Unähnliches nicht

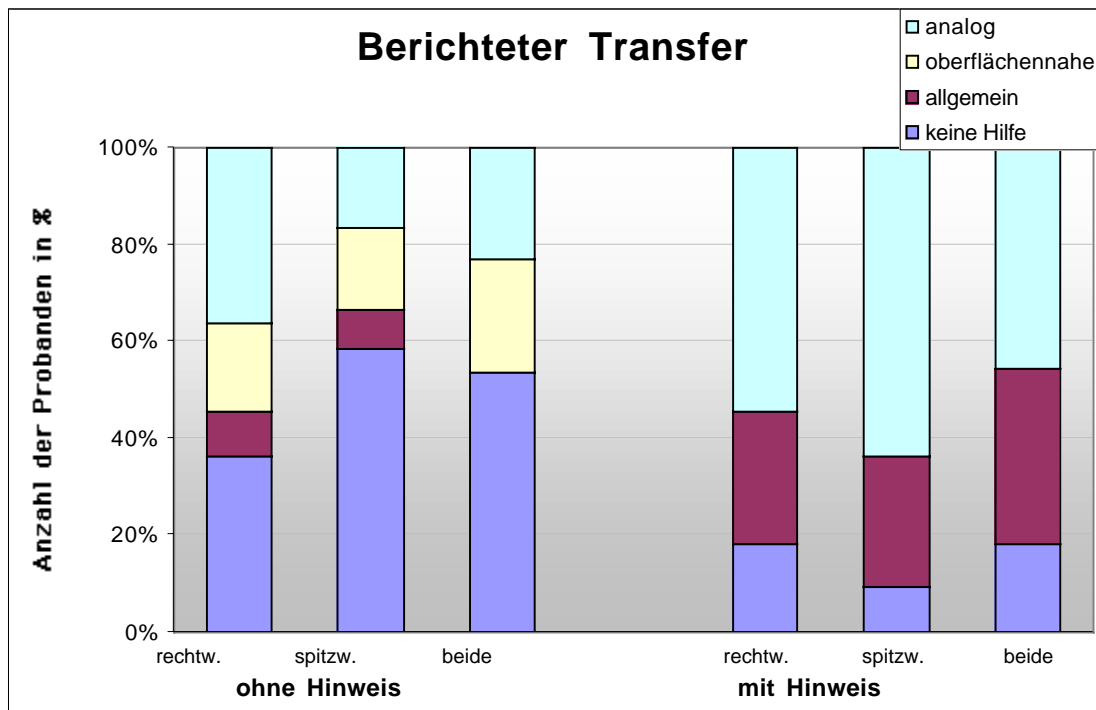
Bei Zusammenfassung der Lösungszeiten und -wege ergibt sich folgendes Bild: Wenn alle Figuren die Lösungsstruktur illustrieren, führen die Vorlagen zu einer optimalen Lösung, die der Targetfigur außerdem ähnlich sehen. Die anderen Figuren führen weder zu kürzeren Zeiten noch zu erkennbarem analogem Transfer, profitieren aber vom Hinweisreiz.

Bei gemischter Vorlage schneller Ritt durch alle Sackgassen

Am interessantesten sind die Ergebnisse der Gruppe mit gemischten Vorlagen: Sie lösen die Farmaufgabe genauso schnell wie die bessere Gruppe, nutzen aber die Strategien der schlechteren Gruppe. Allerdings verlassen sie die Sackgassen schneller als die Gruppe mit ausschließlich nicht rechtwinkligen Vorlagen.

Berichtete Transferformen

Auch in den Aussagen nach Lösung der Farmaufgabe berichteten wesentlich mehr Probanden mit Hinweis von analogem Transfer als Probanden ohne Hinweis. Aber auch der Oberflächentransfer profitiert vom Hinweis. Allerdings stimmen nicht überall Aussagen und Lösungsskizzen überein.



Diagr.3: Nach Lösung der Farmaufgabe berichtete Transferform (ohne vs. mit Hinweis; rechtwinklige, nicht rechtwinklige, gemischte Vorlage)

Diskussion

Ähnlichkeit beschleunigt, Hinweis nicht

Ähnlichkeit zwischen Basis- und Targetfiguren reduziert tatsächlich die Lösungszeit, ein expliziter Hinweis hingegen kaum. Außerdem wird nicht jede schnelle Lösung analog gefunden. Manchmal beschleunigt die ähnliche Vorlage auch den herkömmlichen Lösungsweg.

Geschwindigkeit ist nicht alles

Die Effekte des Hinweisreizes belegen, daß sich die Wirksamkeit von Faktoren nicht immer an der Lösungsgeschwindigkeit ablesen lassen. Bei Berücksichtigung verwendeter Lösungsstrategien ergibt sich ein deutlicher Trend zum Aufbau strukturierter Repräsentationen und der Nutzung analogen Schließens. Dieser Weg führt offenbar über inhaltliche Parallelen, welche strukturelle Defizite wirksam überbrücken und erst ab der zweiten Targetaufgabe an Bedeutung verlieren. Aber das ist bereits eine andere Geschichte...

Literatur

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.

Gentner, D., & Markman, A.B. (1994). Structural alignment in comparison: No difference without similarity. *Psychological Science*, 5, 152-158.

Gick, M. & Holyoak, K.J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.

Gick, M. & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.

Holyoak, K.J., & Thagard, P. (1989). Analogical mapping by constraint-satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.

Holyoak, K.J., & Thagard, P. (1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press.