

ANGEWANDTE UND KOGNITIVE ENTWICKLUNSPSYHOLOGIE

Von: Josua Handerer

Kontakt: Josua.Handerer@t-online.de

1. Naive Physik im Säuglings- und Kleinkindalter

1.1. Einleitung:

1.1.1. Die wichtigsten Fragen und experimentellen Paradigmen:

- Die kognitive Entwicklungspsychologie untersucht die kognitive Entwicklung v.a. unter folgenden Aspekten:
 - **Entwicklung konzeptuellen Wissens:** Ab wann verfügen Kinder über konzeptuelles Wissen, wie entwickelt es sich und inwiefern bestehen dabei domänenspezifische Unterschiede?
 - ⇒ Dabei wird i.d.R. zwischen **3 Wissensdomänen** unterschieden
 1. Naive Physik (s.u.)
 2. Naive Psychologie (siehe: Kapitel 2)
 3. Naive Biologie (siehe: Kapitel 3)
 - **Entwicklung der Wahrnehmung:** Wie entwickelt sich die Wahrnehmungsfähigkeit im Säuglings- und Kleinkindalter? Gibt es dabei Unterschiede bezüglich der verschiedenen Sinnesmodalitäten? Sind Säuglinge zu intermodaler Wahrnehmung in der Lage, sprich: haben sie die Fähigkeit, Wahrnehmungen aus unterschiedlichen Sinnesmodalitäten sinnvoll miteinander zu verknüpfen? Inwiefern ist die Wahrnehmung bereits im Säuglings- und Kleinkindalter von Konzepten und Kategorien bestimmt (s.o.)?
 - **Entwicklung der Lernfähigkeit:** Zu welchen Lernleistungen (assoziatives Lernen, Imitationslernen, Analogielernen etc.) sind Kinder in der Lage?
 - **Entwicklung des Gedächtnisses**
 - **Entwicklung der Aufmerksamkeit**
- Unter **naiver Physik** versteht man ein *intuitives Wissen über physikalische Zusammenhänge*, so z.B. das Wissen um Kontinuität, Solidität, Trägheit und Gravitation.
 - **Kontinuität:** Objekte existieren kontinuierlich (=verschwinden nicht einfach) und bewegen sich auf kontinuierlichen Pfaden
 - ⇒ Das Wissen um Kontinuität entspricht Piagets Konzept der „Objektpermanenz“
 - **Solidität:** Objekte nehmen einen eigenen Raum ein, so dass 2 Objekte nie zur selben Zeit denselben Raum einnehmen können.
 - **Gravitation (=Schwerkraft):** Objekte bewegen sich ohne Halt abwärts.
 - **Trägheit:** Objekte ändern ihre Bewegung nicht abrupt, sofern kein Hindernis da ist!
- **Experimentelle Paradigmen:**
 - **Die (visuelle) Präferenzmethode:** wurde erstmals von Fantz (1961) eingesetzt
 - ⇒ Wenn Kinder einen von zwei dargebotenen Stimuli (z.B. Kreuz und Kreis) präferieren (Fixationsdauer), ist das ein Hinweis darauf, dass sie zwischen ihnen unterscheiden können. Was man darüber hinaus weiß, ist, dass Säuglinge und Kleinkinder konturenreiche Muster gegenüber eintönigen bevorzugen!
 - ⇒ Problem: Wenn Kinder keine Präferenz für einen der beiden dargebotenen Stimuli zeigen, ist das Ergebnis nicht interpretierbar (können die Kinder die Stimuli nicht auseinanderhalten oder finden sie sie einfach nur gleichermaßen interessant?!)

- **Habituation-Dishabituation-Paradigma:**
 - ⇒ Habituationsexperimente setzen sich aus 2 Phasen zusammen: einer Habituation- und einer Testphase; in der Habituationphase wird den Kindern ein und derselbe Stimulus so lange hintereinander dargeboten, bis sie das Interesse daran verlieren und die Fixationszeit hinreichend abgesunken ist (=Habituation). In der Testphase wird ein neuer Reiz dargeboten. Erhöht sich die Fixationszeit in dieser Phase wieder (=Dishabituation), ist das ein eindeutiger Hinweis darauf, dass die Kinder zwischen den beiden dargebotenen Stimuli unterscheiden.
 - ⇒ Neben der Diskriminationsfähigkeit können mit dem Habituation-Dishabituation-Paradigma auch noch weitere Fähigkeiten getestet werden:
 - a) **Gedächtnisleistung (Recognition):** Fixieren Kinder Stimuli, die ihnen schon einmal dargeboten wurden, weniger lang als neue Stimuli, erkennen sie sie offenbar wieder, woraus folgt, dass sie sich daran erinnern.
 - b) **Bildung von Kategorien:** Dazu werden in der Habituationphase nicht identische Stimuli dargeboten, sondern solche, die lediglich aus derselben Kategorie stammen (z.B. Dreiecke), aber ansonsten unterschiedlich sind (dicke, dünne, gepunktete Dreiecke); in der Testphase wird ein neues Exemplar der bekannten Kategorie und ein Exemplar der neuen Kategorie (z.B. ein gestricheltes Dreieck und ein gestrichelter Kreis) dargeboten.
 - c) **Physikalisches Wissen („Violation of Expectation“-Paradigma):** Dishabituierten Kinder auf „unmögliche Ereignisse“?!

1.1.2. Die wichtigsten Ergebnisse zu Wahrnehmung, Gedächtnis, Aufmerksamkeit

- **Wahrnehmung:**
 - **Der Geruchssinn:** Kinder können schon im letzten Drittel der Schwangerschaft riechen; das zeigt sich u.a. daran, dass Neugeborene eine mit Fruchtwasser benetzte Brust bevorzugen (was nur dadurch erklärbar ist, dass sie sich an den Uterusgeruch erinnern können)
 - **Geschmackssinn:** Schon Neugeborene zeigen unterschiedliche Gesichtsausdrücke beim Probieren verschieden schmeckender Flüssigkeiten und variieren ihre Saugfrequenz in Abhängigkeit vom Geschmack!
 - **Hören:** Schon im Mutterleib können Kinder hören (intrauterines Hören)
 - ⇒ Ultraschallaufnahmen zeigen, dass Kinder schon im Uterus auf akustische Reize Lidschlagreaktionen zeigen.
 - ⇒ DeCasper: 12h-junge Neugeborene, die zwei Tonbandaufnahmen (Mutter vs. Fremde) vorgespielt bekommen, lernen, die Stimme der Mutter herbeizusaugen; erinnern sich also offenbar an diese!
 - **Sehen:** Die Sehschärfe ist in den ersten 3 Monaten äußerst schwach, erreicht aber bis zum Ende des 1. Lebensjahres ihr optimales Niveau.
 - ⇒ Getestet werden kann die Sehschärfe von Säuglingen mithilfe der Präferenzmethode (genauer: der „Fantz-Box“): Dabei wird den Säuglingen gleichzeitig ein immer feiner werdendes Streifenmuster und eine homogen graue Fläche präsentiert und darauf geachtet, ab wann sie keine Präferenz mehr für das Streifenmuster zeigen.
 - ⇒ Die Distanzwahrnehmung wird mit Hilfe der „visuellen Klippe“ getestet (s.u.)
 - **Intermodale Wahrnehmung:**
 - ⇒ *Sehen und Hören:* Bei kompatibelem Ton bzw. Soundtrack verfolgen 4 Monate alte Säuglinge einen Film aufmerksamer als bei unpassender Untermalung.

- ⇒ *Sehen und Fühlen*: Bereits 4 Wochen alte Säuglinge betrachten den Schnuller (genoppt vs. glatt) länger, an dem sie vorher gesaugt haben (ohne ihn zuvor gesehen zu haben)!
- **Gedächtnis:**
 - **Recognition:**
 - ✚ **Cornell (1979)**: zeigte **5-6 Monate alten Babys** für 20 Sekunden 2 identische Bilder. – Die einzelnen Bildpaare entstammten dabei jeweils verschiedenen Kategorien (Gesichter, charakteristische Muster). 2 Tage später bekamen die Kinder wieder 2 Bilder gezeigt, eines davon kannten sie aus der Testphase, das andere war jeweils neu (gehörte aber zur selben Kategorie wie das bekannte Bild)! → Die Babys präferierten das jeweils neue Bild und erkannten die (2 Tage vorher) in der Testphase präsentierten Bilder demnach wieder!
 - **Recall:**
 - ✚ Verfahren der konjugierten Verstärkung (**Carolyn Rovee-Collier**): Über dem Bett eines Kindes wurde ein Mobile angebracht, das durch ein Band mit dem Fuß des Säuglings verbunden war. Schon **3 Monate alte Säuglinge** lernten, dass sie das Mobile durch Strampeln in Bewegung setzen konnten (assoziatives Lernen). Zur Erfassung der Gedächtnisleistung wurde das Verfahren zu späteren Zeitpunkten (und mit unterschiedlich stark veränderten Mobiles) wiederholt. → 3 Monate alte Kinder erinnerten sich noch **bis zu 8 Tagen nach dem Versuch** an die Kontingenz zwischen Strampeln und Mobile-Bewegung! Je länger der zeitliche Abstand, desto mehr *spezifische Merkmale* des Mobiles wurden dabei vergessen.

1.2. Objektverarbeitung

1.2.1. Neue Anstöße durch die kognitiven Neurowissenschaften

- Beruht die Dishabituation von Säuglingen auf physikalisch unmögliche Ereignisse tatsächlich darauf, dass sie eine kognitive Repräsentation der verdeckten Objekte haben?
 - **Kaufman et al. (2003): EEG-Untersuchungen**
 - ⇒ Aufbau: In einer Habituationsphase wurde **6 Monate alten Kleinkindern** gezeigt, wie ein Zug in einem Tunnel verschwindet und anschließend wieder rückwärts herauskommt. In der Testphase wurde ihnen eines der folgenden 4 Ereignisse gezeigt (4 Versuchsgruppen):
 1. **Erwartetes Erscheinen des Zuges**: Nachdem der Zug im Tunnel verschwunden ist, wird der Tunnel hochgehoben und der Zug ist tatsächlich da.
 2. **Unerwartetes Verschwinden des Zuges**: Der Tunnel wird hochgehoben, aber der Zug ist verschwunden.
 3. **Unerwartetes Erscheinen des Zuges**: Nachdem der Zug den Tunnel passiert hat und aus dem Sichtfeld verschwunden ist, kommt er trotzdem unter dem Tunnel zum Vorschein!
 4. **Erwartetes Verschwinden des Zuges**: Nachdem der Zug den Tunnel passiert hat und aus dem Sichtfeld verschwunden ist, befindet sich erwartungsgemäß kein Zug mehr unter dem Tunnel!
 - ⇒ Ergebnisse: Gemessen wurde a) die Fixationszeit (Dishabituation) und b) die Gehirnaktivität (EEG)
 - a) **Fixationszeit**: Die Kinder dishabituieren lediglich auf das unerwartete Verschwinden des Zuges; zwischen erwartetem und unerwartetem

Erscheinen des Zuges gab es dagegen keine Unterschiede in der Fixationszeit!

b) **Gehirnaktivität (EEG): 1)** Beim unerwarteten Verschwinden des Zuges zeigten die Kinder im Vergleich zum erwarteten Verschwinden des Zuges schon während der Zug verdeckt war, **erhöhte Aktivität im rechten Temporallappen**; diese blieb beim Heben des Tunnels erhalten und erreichte einen Höhepunkt 500 ms nach dem Heben. Beim Vergleich zwischen erwartetem und unerwartetem Erscheinen des Zuges zeigte sich folgendes Ergebnis: Während der Zug im Tunnel sein sollte, war die Aktivität im rechten Temporallappen erhöht, beim Heben des Tunnels kam es jedoch zu keiner Veränderung des EEGs.

⇒ Interpretation: Nach Kaufman et al. ist die erhöhte Hirnaktivität auf eine mentale Repräsentation des Zuges zurückzuführen. Dass diese Aktivität einen Peak erreicht, wenn der Zug widererwartet nicht unter dem Tunnel ist, spiegelt den Versuch wieder, diese Repräsentation *entgegen dem visuellen Input* (kein Zug!) aufrecht zu erhalten. Kurz: **Die erhöhte Aktivität ist nicht auf das unerwartete Ereignis (Überraschung), sondern auf die mentale Repräsentation des Zuges zurückzuführen!**

- Schließlich müsste, wenn es um die Überraschung ginge, die Aktivität auch bei dem unerwarteten *Erscheinen* in die Höhe gehen, das aber ist nicht der Fall (s.o.)!
- Das Problem an dieser Argumentation ist meiner Meinung nach, dass zwischen erwartetem und unerwartetem Erscheinen ja auch behavioral nicht unterschieden wird; die Kinder scheinen vom unerwarteten Erscheinen also gar nicht überrascht zu sein!

• **Milner & Goodale** (vorher schon: Ungerleider & Mishkin) unterscheiden zwischen einem **dorsalen** („zum Rücken“) und einem **ventralen** („zum Bauch“) **Pfad der visuellen Verarbeitung**: Auf dem dorsalen Pfad werden v.a. Infos verarbeitet, die zur Handlungssteuerung notwendig sind, sprich Orts- und Bewegungsinfos („**Wo**“-Pfad); der ventrale Pfad verarbeitet dagegen Infos, die zur Identifikation von Objekten benötigt werden, also z.B. die Farbe und Form eines Objekts („**Was**-Pfad“)!

➤ **Johnson et al. (2003)** fanden heraus, dass Säuglinge Probleme damit haben, die in den unterschiedlichen Pfaden verarbeiteten Infos zu integrieren.

⇒ **Habituerungsphase: 4 Monate alte Kinder** bekamen folgende Szenerie gezeigt: 2 Objekte erschienen und verschwanden nacheinander hinter zwei Sichtschützen (5malige Wiederholung); bei den Objekten handelte es sich entweder um ein Gesicht und eine Asterixfigur (=> ventraler Pfad) oder um zwei Bilder von Spielzeugen (=> dorsaler Pfad)

⇒ **Testphase**: In der Testphase wurden die Sichtschütze entfernt, wobei es 3 Bedingungen gab:

1. **Feature Change**: Eines der zum Vorschein kommenden Objekte war verändert worden (anderes Gesicht, andersfarbige Asterixfigur, anderes Spielzeug)
2. **Location Change**: Die Lokation der Objekte war vertauscht worden
3. **Baseline**: Es war nichts verändert worden

⇒ **Ergebnisse**:

a) Wenn es sich bei den Objekten um **Spielzeuge** handelte, dishabituierten die Kinder lediglich auf den **Ortswechsel**, nicht aber auf den **Erscheinungswechsel** (= kein Unterschied zur Baseline)!

- b) Wenn es sich bei den Objekten um das Gesicht und die Asterixfigur handelte, war es dagegen genau umgekehrt: die Kinder dishabituieren lediglich auf den Erscheinungswechsel, aber nicht auf den Ortswechsel.
- ⇒ **Interpretation:** Je nach Objekt und Situation ist bei Kleinkindern entweder der dorsale oder der ventrale Pfad dominant; die vom nichtdominanten Pfad verarbeiteten Infos scheinen dabei nicht integriert werden zu können!
- ⇒ **Konsequenzen:** Die Verarbeitung visueller Stimuli hängt bei Säuglingen nicht zuletzt von der Art der Stimuli ab. ***Kleine, handliche und potenziell greifbare Objekte aktivieren eher die dorsale-, große, unbewegliche Objekte eher die ventrale Route.*** Dass dieser Umstand weitreichende Konsequenzen für die experimentelle Forschung hat, liegt auf der Hand: er bietet eine mögliche Erklärung für widersprüchliche Ergebnisse!
- ⇒ **Fazit:** Die These, dass Kleinkinder nicht dazu in der Lage sind, dorsal und ventral verarbeitete Infos gleichzeitig zu berücksichtigen, bedarf jedoch weiterer Forschung (am besten mit bildgebenden Verfahren)

1.2.3. Prädiktoren für spätere Intelligenz

- Diverse Längsschnittstudien zeigen: Die **Habituationsgeschwindigkeit** („*short lookers*“ vs. „*long lookers*“) und die **Leistung in Wiedererkennungsaufgaben** (Präferenz für neue Reize) sind Prädiktoren für die spätere Intelligenz.
 - Die gefundenen **Korrelationen** liegen ***zwischen .4 und .5!*** Sie sind dabei umso höher, je später die Intelligenz erhoben wird (mit 4 Jahren, 8 Jahren, 12 Jahren)
- Mögliche Erklärungen für diesen Umstand:
 - a) Die Habituationsgeschwindigkeit und Wiedererkennungsleistung hängen genau wie die Intelligenz zu großen Teilen von der ***Verarbeitungsgeschwindigkeit*** ab!
 - b) Die Habituationsgeschwindigkeit und Wiedererkennungsleistung hängen genau wie die Intelligenz stark davon ab, inwiefern Reaktionen auf vorhergehende Reize gehemmt werden können (***Inhibition***).

1.3. Der Zusammenhang zwischen Perzeption und Kategorisierung

1.3.1. Imitation

- **Meltzoff (1983):** Bereits *Neugeborene* (zw. *1h und 3 Tage alt*) sind dazu in der Lage, Gesten Erwachsener (offener Mund; herausgestreckte Zunge; aufgeblasene Backen) zu imitieren, selbst wenn sie das betreffende Modell zum Zeitpunkt der Imitation schon nicht mehr sehen (weil das Licht aus ist).
 - Meltzoffs Interpretation: Bereits Neugeborene können konzeptuelle Informationen für kurze Zeit im Bewusstsein halten und verfügen demnach über **kognitive Repräsentationen!** Beide Fähigkeiten (die zur Imitation und die zur kognitiven Reürepräsentation perzeptueller Eindrücke) sind daher **angeboren!**
 - Welche Rolle „Spiegelneurone“ bei der Imitationsleistung von Säuglingen haben, ist bisher noch wenig untersucht worden.
 - ⇒ „Spiegelneurone“ sind Neurone, die nicht nur feuern, wenn wir einen Vorgang aktiv ausführen, sondern auch, wenn wir ihn uns vorstellen oder bei anderen beobachten (für genauere Info: s.u.)!

1.3.2. Zur Wahrnehmung kausaler Zusammenhänge:

- Kausalität lässt sich in dem Sinne nicht beobachten, sondern ist immer eine **Interpretation**; das menschliche Wahrnehmungssystem ist dabei schon im Säuglingsalter auf diese Art von Interpretation ausgerichtet: **Von Anfang an schließen wir, wo immer es auch nur halbwegs plausibel erscheint, auf Kausalität!**
 - **Leslie (1987):** Habituationsexperiment mit *6 Monate alte Kindern*
 - ⇒ **Aufbau:** In der Habituationsphase bekommen die Kinder einen von *2 Filmen* gezeigt: in dem einen wird eine grüne **Billiardkugel** durch eine rote in Bewegung gesetzt (kausales Ereignis); in dem anderen stoßen die beiden Kugeln zwar ebenfalls aneinander, die grüne setzt sich aber erst nach kurzer Verzögerung in Bewegung (nicht-kausales Ereignis)! In der Testphase wird der zuvor gesehene Film **rückwärts** gezeigt.
 - ⇒ **Ergebnis:** *Die Kinder dishabituierten nur dann auf den rückwärts gezeigten Film, wenn es sich dabei um den ohne Zeitverzögerung handelt!*
 - ⇒ **Interpretation:** Der Film ohne Zeitverzögerung wird, wenn er rückwärts gezeigt wird, als **neues Ereignis** betrachtet, weil sich die **Kausalitätsrichtung** ändert (plötzlich setzt nicht mehr die rote die grüne, sondern die grüne die rote Kugel in Bewegung) → Daraus folgt: **Bereits 6 Monate alte Kinder haben ein Konzept von Kausalität!**

1.3.3. Zur Wahrnehmung von Belebtheit

- Was für Kausalität gilt, gilt in ähnlicher Weise für die **konzeptuelle Unterscheidung zwischen belebt und unbelebt**. Auch hier hat das menschliche Wahrnehmungssystem die Tendenz, beobachtete Objekte unter bestimmten Bedingungen als belebt zu klassifizieren.
 - Meist reichen für eine solche Klassifikation schon einfache **Bewegungshinweise**: So wird z.B. ein sich bewegender Punkt, der nach einer gewissen Zeit die Richtung und Geschwindigkeit ändert, von den meisten Erwachsenen (und Kindern) als belebt eingestuft; handelt es sich bei dem Objekt um ein Rechteck, das neben der Bewegungsgeschwindigkeit und -richtung auch seine Ausrichtung ändert, ist dieser Zusammenhang noch stärker; ein Rechteck, das lediglich die Geschwindigkeit und Richtung ändert, aber seine Ausrichtung beibehält, wird dagegen von den wenigsten für belebt gehalten!

- Mit der Klassifikation als „belebt“ geht i.d.R. die **Zuschreibung von Intentionalität** einher. Sprich: So wie wir dazu tendieren, Objekte als „belebt“ zu klassifizieren, tendieren wir dazu, ihnen Intentionen zuzuschreiben. Auch diese Tendenz (bzw. Fähigkeit), von dem Philosophen Dennett als „*Intentional stance*“ („intentionale Einstellung“) bezeichnet, findet sich bereits bei Kleinkindern.
 - ✚ **Gergely et al. (1995): „Der intentionale (teleologische?!) Kreis“**
 - ⇒ **Aufbau:** In einer Habituerungsphase bekommen **12 Monate alte Kleinkinder** eine Animation gezeigt, in der ein kleiner Kreis durch eine Barriere von einem großen Kreis getrennt ist; dabei rollt der kleine Kreis zunächst auf die Barriere zu, kehrt dann aber, nachdem er nicht vorbeikommt, wieder um - und *springt* schließlich über die Barriere. In der Testphase wird eine von 2 Animationen gezeigt, wobei dieses Mal keine Barriere mehr zwischen den Kreisen steht: in der einen Animation verhält sich der Kreis trotz fehlender Barriere wie in der ersten, in der anderen rollt er direkt bis zur großen Kugel.
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder dishabituierten lediglich auf die erste Animation, was nur daran liegen kann, dass sie nicht erwartet hätten, dass sich der Kreis ohne Barriere genauso verhält wie zuvor mit Barriere.
 - ⇒ **Interpretation A:** Die Kinder schreiben dem kleinen Kreis die Intention zu, den großen zu erreichen und stufen sein Verhalten dementsprechend als „irrational“ ein, wenn es sich nicht den neuen Bedingungen anpasst („*Intentional stance*“)!
 - ⇒ **Interpretation B (von Gergely vertreten):** Die Kinder schreiben dem Kreis keine Intention zu, schließlich handelt es sich dabei um ein unbelebtes Objekt; stattdessen achten sie lediglich auf das Handlungsziel („*Teleological Stance*“) => s.u.: Kapitel 2.2.2
- Kinder zeigen schon sehr früh eine Präferenz für Bewegungen, die den Eindruck machen, von „belebten“ Agenten ausgeführt zu werden.
 - ✚ Rochat et al. (1997): zeigte **3 Monate alten Kindern** zeitgleich zwei Animationen; in beiden Animationen bewegten sich zwei Punkte; während die Bewegungen in der einen Animation jedoch rein zufällig waren, war es in der anderen so, dass der eine Punkt den anderen verfolgte. Letztere wurde von den Kindern präferiert.

1.3.4. Zur intermodalen Wahrnehmung von Ereignissen

- Infos aus unterschiedlichen sensorischen Kanälen werden nicht nur additiv zusammengefügt, sondern **beeinflussen sich wechselseitig:**
 - **McGurk-Effekt:** Angleichung der akustischen Wahrnehmung von Sprachlauten an die gesehenen Lippenbewegungen.
 - Zeigt man erwachsenen Pbn zwei Scheiben, die sich von entgegengesetzten Seiten aufeinander zu bewegen, sich in der Mitte des Bildschirms treffen und zur jeweils anderen Seite weiterwandern, glauben die Pbn, die Scheiben würden durch die jeweils andere Scheibe hindurch strömen; spielt man in dem Moment, in dem sie sich treffen, aber einen Ton ein, glauben die Pbn, die Scheiben würden aneinander abprallen.
 - ⇒ Die akustische Wahrnehmung beeinflusst also die visuelle!
 - Führt man ein analoges Experiment mit 4-, 6- und 8-monatigen Kindern durch (Habituation auf Ereignis mit Ton bei „Aufprall“; Testphase: Ton erfolgt kurz vor bzw. nach dem „Aufprall“), findet sich zumindest bei den **6- bis 8-monatigen** dasselbe Ergebnis!

1.3.4. *Unterschiedliche Kausalitätskonzepte bei belebten und unbelebten Agenten*

- Es gibt mehrere Befunde, die die These stützen, dass bereits Kleinkinder zwischen **mechanischer Kausalität** und **psychologischer Kausalität** unterscheiden und dementsprechend über **zwei separate Kausalitätskonzepte** verfügen.
 - **Spelke et al. (1995): *Bewegung von Objekten und Menschen***
 - ⇒ In der Habituationsphase bekamen **7 Monate alte Kinder** entweder gezeigt, wie ein Objekt ein anderes in Bewegung setzt oder wie ein Mensch einen anderen in Bewegung setzt; dabei konnten sie jedoch nicht sehen, wie dieses In-Bewegung-Setzen jeweils ablief, da die Stelle, an der sich die beiden Objekte bzw. Personen berührten bzw. nicht berührten, durch eine Leinwand verdeckt war.
 - ⇒ In der Testphase wurde die Leinwand entfernt und den beiden Versuchsgruppen entweder ein **Berührungs-** oder ein **Nichtberührungsereignis** gezeigt.
 - ⇒ Ergebnis: Die Kinder dishabituieren lediglich, wenn die Objekte sich nicht berührten. Bei den Personen gab es keinen Unterschied zwischen Berührungs- und Nichtberührungsbedingung!
 - ⇒ Interpretation: **Bereits 7 Monate alte Kinder beurteilen das Bewegungsverhalten von Menschen nach anderen Maßstäben als das von Objekten.** Während Unbelebtes mechanisch angestoßen werden muss, kann Belebtes seine Bewegungen selbst initiieren (Prinzip der selbstinitiierten Bewegung)!
 - ⇒ Weiterführende These: Kinder interessieren sich deshalb so sehr für Bewegtes, weil es ihnen Anhaltspunkte gibt, zwischen unterschiedlichen Kausalitätsformen bzw. belebten und unbelebten Dingen zu unterscheiden!
 - **Meltzoff (männl.): *Das Erkennen von Handlungszielen bzw. Intentionen***
 - ⇒ Ablauf: **18 Monate alte Kinder** ahmten diverse Handlungen (z.B. eine Schleife an einen Haken hängen) vollständig nach, obwohl diese von den Erwachsenen zuvor nicht vollständig vorgeführt worden waren. Wurde die „missglückte“ Handlung dagegen von einem *Roboter* vorgeführt, konnten die Kinder das Ziel der Handlung nicht erschließen und sie dementsprechend nicht vollständig imitieren.
 - ⇒ Interpretation:
 - a) **Bereits 18 Monate alte Kinder können die Handlungsintention von Erwachsenen erschließen und deren Handlungsplan mental vervollständigen** (siehe: Theory of mind).
 - b) Ziele bzw. Verhaltensintentionen werden aber nur inferiert, wenn die Ursache des Verhaltens ein belebter (=intentionaler) Agent ist, woraus folgt, dass das Verhalten belebter und unbelebter Agenten nach unterschiedlichen Maßstäben interpretiert wird. Meltzoff schließt daraus auf **2 unterschiedliche Konzepte von Kausalität** (s.o.)!
 - Autistische Kinder verstehen mechanische Ursache-Wirkungszusammenhänge, verfügen aber über keine „Theory of mind“!

1.3.6. *Interpretation der Ergebnisse*

- **Perzeptuelle- vs. konzeptuelle Repräsentation der Umwelt:** Perzeptuelle Repräsentationen basieren ausschließlich auf dem sensorischen Input. Unter konzeptuellen Repräsentationen versteht man dagegen kognitive Schemata, anhand derer wichtige Sinneseindrücke von unwichtigen unterschieden werden (Schemata, die sich auf Ereignisse beziehen, werden als Skripts bezeichnet)

- Früher ging man davon aus, dass Kinder erst mit dem Erwerb der Sprache bedeutungs- (statt wahrnehmungs-)basierte Konzepte und Schemata entwickeln. Heute dagegen weiß man, **dass bereits Säuglinge ihre Sinneseindrücke konzeptuell strukturieren** (etwa indem sie einen Begriff von Kausalität haben, Kategorien bilden etc.)
 - ⇒ Belegt wird dieser Umstand nicht nur durch die genannten Experimente, sondern auch durch die **Neurowissenschaften**: Letztere zeigen, dass die Aktivierung eines Konzepts sowohl in sensorischen, als auch in assoziativen Arealen zu neuronaler Aktivität führt, was darauf hindeutet, dass perzeptuelle und konzeptuelle Wahrnehmung enger miteinander verknüpft sind als ursprünglich angenommen!
- **Domänenspezifische vs. domänenübergreifende Entwicklung**: Unser konzeptuelles Wissen lässt sich in verschiedene Domänen s.o.: naive Physik, naive Psychologie etc.) unterteilen; Uneinigkeit besteht jedoch darüber, ob sich dieses Wissen auch domänenspezifisch entwickelt oder ob der kognitiven Entwicklung allgemeine, domänenübergreifende Mechanismen zugrunde liegen.
 - **Modularitätstheorien** (wie sie z.B. von Fodor, Karmiloff-Smith oder Leslie vertreten werden) plädieren für ersteres; sie gehen **a)** davon aus, dass Säuglinge bereits mit einem **domänenspezifischen „Kernwissen“** (bzw. Theorien) auf die Welt kommen und postulieren **b)** dass die **Verarbeitung domänenspezifischer Infos in speziellen Modulen** erfolgt. Aus der ersten Prämisse folgt, dass das Wissen im Lauf der kognitiven Entwicklung lediglich erweitert und spezifiziert, anstatt von „der Pike auf“ gelernt wird (⇔ Empirismus), aus der zweiten folgt, dass sich die kognitive Entwicklung domänenspezifisch vollzieht.
 - ⇒ Leslie geht beispielsweise von zwei Kerndomänen aus: der „Theory of Mind“ und dem Wissen um physikalische Objekte und mechanische Zusammenhänge.
 - **Goswami** geht dagegen davon aus, dass der kognitiven Entwicklung **domänenübergreifende Lernmechanismen** zugrunde liegen: nämlich *statistisches Lernen, Imitationslernen, erklärungsbasiertes Lernen und Analogielernen*. Dem entspricht, dass konzeptuelle Repräsentationen aus ihrer Sicht nicht angeboren, sondern **erfahrungsabhängig** sind: Je mehr verschiedene Erfahrungen ein Säugling mit bestimmten Gegenständen macht, desto eher kann das Wesentliche daraus extrahiert und zu einem Konzept zusammengefügt werden. Letzteres geschieht dabei nicht bewusst, sondern automatisch: Was häufig vorkommt, führt im Gehirn auf die Dauer zu **stärkerer Aktivierung** als das, was von Fall zu Fall variiert und dementsprechend selten auftritt! Genauer: die Verbindungen zwischen Neuronen, die auf allgemeinere Aspekte von Einzelerfahrungen reagieren, werden häufiger gebraucht und dementsprechend gestärkt!

1.4. Schlussfolgern und Problemlösen

1.4.0. Einleitung

- Neben konzeptuellem Wissen zeichnet sich das menschliche Bewusstsein durch die Fähigkeit zum logischen Schlussfolgern und Problemlösen aus.
 - Logisches Schlussfolgern unterscheidet sich von anderen Denkprozessen dadurch, dass es sich nicht auf den Inhalt, sondern auf die **Struktur** von Informationen bezieht.
 - Eine andere Definition (nach Anderson) geht davon aus, dass logisches Schlussfolgern und Problemlösen folgende **3 Prozesse** impliziert:
 1. Der Nachdenkende versucht, mit seinen Überlegungen ein **bestimmtes Ziel** zu erreichen.
 2. Das Ziel kann dabei nur durch eine **Sequenz aus mehreren mentalen Prozessen** erreicht werden.
 3. Wobei diese Prozesse **kognitiver Art** sein müssen und **nicht automatisiert** ablaufen dürfen!

1.4.1. Schlussfolgerungen über Objekte und Ereignisse

- Bereits kleine Kinder sind zu einfachen Schlussfolgerungen und Problemlöseprozessen in der Lage. Das zeigen u.a. folgende Experimente:
 - **Baillargeon (1990): „Der Bär unter der Tasse“**
 - ⇒ **Aufbau:** Kinder bekommen eine umgekehrte Tasse zu sehen und einen Käfig, der rechts daneben steht; unter einem von beidem befindet sich ein Teddybär. Anschließend wird die Szene verdeckt; es kommt eine Hand von rechts und holt nacheinander den Käfig und den Teddybär hervor. In der Bedingung, in der der Bär zuvor unter der Tasse und nicht unter dem Käfig stand, ist das ein unmögliches Ereignis.
 - ⇒ **Ergebnis:** Das unmögliche Ereignis wurde von den Kindern als solches erkannt (sie dishabituieren darauf)
 - ⇒ **Interpretation:** Das setzt seinerseits verschiedene Denkprozesse voraus: die Lage der Gegenstände muss kognitiv präsent gehalten werden und es muss aus der Anordnung geschlossen werden, dass der Bär nicht aus dem Käfig befreit werden kann, wenn er unter der Tasse steht!
 - **Baillargeon (1994): „Großer Teddy unter kleinem Tuch“**
 - ⇒ **Aufbau:** 12 ½ Monate alte Kinder bekommen zwei Tücher gezeigt, unter denen sich unterschiedlich große Gegenstände verbergen. Anschließend wird das kleinere Tuch verdeckt und entweder ein kleiner Teddy (mögliches Ereignis) oder ein großer Teddy (unmögliches Ereignis) darunter hervorgeholt.
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder dishabituieren nicht auf das unmögliche Ereignis; das liegt aber nicht daran, dass sie die Größe des Tuches nicht zu der des Teddys in Bezug setzen können, sondern daran, dass sie die Größe des Tuches, nachdem dieses verdeckt wird, nicht präsent halten können; bleibt ein gleich großes Tuch (+ darunter verborgenem Gegenstand) während der Verdeckung sichtbar, dishabituieren sie nämlich sehr wohl.
 - **Baillargeon: „Blick hinter die Kulissen“**
 - ⇒ **Experiment A:** Bereits 5 ½ monatige Kinder haben ein Verständnis für **räumliche Relationen**; sie dishabituieren darauf, wenn ein Hase, der hinter einem Schirm mit Fenster vorbeizieht, hinter dem Fenster nicht zum Vorschein kommt, obwohl er es aufgrund seiner Größe müsste (unmögliches Ereignis): s.u.

- ⇒ **Experiment B:** Zeigt man den Babys zuvor, wie der Trick funktioniert, nämlich indem man ihnen zeigt, dass hinter dem Schirm an beiden Enden ein großer Hase steht, dishabituierten sie im Testdurchlauf nicht mehr auf das „unmögliche Ereignis“
 - ➔ Ergo: Sie ziehen aus dem Blick hinter die Kulissen **Rückschlüsse**, um das überraschende Phänomen im Testdurchlauf (großer Hase erscheint nicht hinterm Fenster) zu **erklären!**

1.4.2. Verständnis für numerische Zusammenhänge

- Kinder haben schon früh ein rudimentäres **Verständnis von Mengen und Zahlen**, das im Laufe der Entwicklung zunehmend präziser wird.
 - **Cooper (1984): Verständnis für Mengenrelationen**
 - ⇒ In der Habituationsphase bekamen die Kinder 2 Reihen mit farbigen Quadraten gezeigt, wobei die eine Reihe immer mehr Quadrate umfasste als die andere (z.B. 4:2; 3:1 etc.)
 - ⇒ In der Testphase wurde dieser Zusammenhang entweder beibehalten (Kontrollgruppe), umgekehrt (Reihe 2 größer als Reihe 1) oder 2 gleich große Reihen präsentiert.
 - ⇒ **Ergebnis:**
 - **Mit 10 Monaten** dishabituieren die Kinder lediglich auf die Testereignisse, in denen die Reihen plötzlich gleich viele Quadrate enthielten. Ergo: sie können zumindest zwischen „gleich“ und „ungleich“ unterscheiden!
 - **Mit 14 Monaten** dishabituieren die Kinder auch darauf, wenn der Zusammenhang plötzlich umgekehrt war. Ergo: Sie können zwischen „mehr“ und „weniger“ unterscheiden.
- Die Repräsentation von Zahlen ist dabei schon bei Babys **multisensorisch** angelegt.
 - **Starkey et al. (1983): „Trommelschläge und Bilder“**
 - ⇒ Kinder präferieren Bildarrangements, auf denen 3 Objekte zu sehen sind, wenn sie zuvor 3 Trommelschläge gehört haben; Arrangements mit 2 Objekten werden dagegen bevorzugt, wenn zuvor 2 Trommelschläge eingespielt wurden!
 - **Jordan & Brannon (2006): Synchroner Videos**
 - ⇒ Schon **7 Monate alte Kinder** bevorzugen Videos, in denen die Anzahl der vernommenen Stimmen der Anzahl der im Film sprechenden Figuren entspricht!
- Schon **5 Monate alte Kinder** sind zu **einfachen arithmetischen Operationen** in der Lage.
 - **Wynn, 1992 (weibl.): Addition und Subtraktion mit Mickey Mäusen**
 - ⇒ **Aufbau:** **5 Monate alte Kinder** bekommen gezeigt, wie eine Mickey-Maus-Puppe aufgestellt wird; diese wird anschließend durch einen Schirm verdeckt, wobei die Kinder sehen, wie eine zweite Puppe hinter dem Schirm platziert wird; nach der Entfernung des Schirms kommt entweder eine Puppe (unmögliches Ereignis) oder zwei Puppen (mögliches Ereignis) zum Vorschein.
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder dishabituieren auf das unmögliche Ereignis, dasselbe gilt, wenn der Versuchsaufbau auf Subtraktion ausgelegt ist, wenn also nach der Entfernung einer Puppe, nur noch eine Puppe erwartet wird, aber zwei zum Vorschein kommen)
 - ⇒ **Interpretation:** Bereits 5 Monate alte Kinder sind zu einfachen arithmetischen Operationen (nämlich zur Addition und Subtraktion kleiner Zahlen) in der Lage!

- **Simon et. al (1995): Ernie & Elmo (=Figuren aus der Sesamstraße)**
 - ⇒ Um zu überprüfen, ob Wynns Ergebnisse tatsächlich auf arithmetisches und nicht auf physikalisches Wissen zurückgehen (Dinge können nicht einfach verschwinden bzw. erscheinen), erweiterten Simon et al. Wynns Experiment, indem sie neben der **Anzahl** auch die **Identität der Figuren** veränderten!
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder dishabituieren lediglich auf das **arithmetisch (und physikalisch) unmögliche Ereignis** (z.B. 1 Ernie, statt 2 Elmos), nicht aber auf das *bloß* physikalisch unmögliche Ereignis (z.B. 1 Ernie und 1 Elmo, statt 2 Elmos)
- **Alternativerklärungen und Modifikationen:**
 - Kleinkinder haben kein Anzahlkonzept, sondern dishabituieren lediglich deshalb auf arithmetisch unmögliche Ereignisse, weil diese zugleich mit einer **Veränderung perzeptueller Variablen** einhergehen (z.B. haben 2 Objekte eine größere Oberfläche als ein Objekt).
 - ⇒ Tatsächlich zeigt sich, dass Kinder weitaus seltener auf unterschiedliche Anzahlen reagieren, wenn perzeptuelle Variablen (wie die Oberflächengröße oder Konturenintensität) kontrolliert werden (z.B. wenn statt zwei kleinen Objekten ein großes Objekt dargeboten wird); dieses Ergebnis scheint jedoch lediglich für **kleine Zahlen** (1, 2 und 3) zuzutreffen; größere Zahlen (z.B. 16 und 12) können, sofern ihr **Verhältnis deutlich unter 1** liegt (s.u.: Kap. 7.2.2.), durchaus unabhängig von perzeptuellen Variablen voneinander unterschieden werden!
 - Johnson (2003): Ob Kleinkinder auf numerische Variationen reagieren, hängt davon ab, ob der **ventrale oder dorsale Pfad** aktiviert wird.
 - ⇒ Genauer: **Kinder verarbeiten Objekte nur dann im Hinblick auf ihre Anzahl, wenn der dorsale Pfad aktiviert wird**, letzteres ist umso wahrscheinlicher, je mehr die Aufmerksamkeit der Kinder auf raumzeitliche Infos gelenkt wird (1. Bedingung) und je stärker die Kinder durch die verwendeten Objekte zu Handlungen animiert werden, also z.B. wenn die Objekte handlich und in greifbarer Nähe sind (2. Bedingung) => In den Experimenten von Wynn und Simon ist beides der Fall!
 - ➔ Mit der Theorie lässt sich u.a. erklären, warum die Kinder im Simon-Experiment nicht auf die Veränderung der Puppen**identität** reagieren. Aktiviert ist bei ihnen der dorsale und nicht der ventrale Pfad!
 - **Xu und Carey (1996): Objekte werden auf 2 Arten repräsentiert:** auf einer allgemeinen Ebene werden sie anhand **raumzeitlicher Merkmale**-, auf einer spezifischen Ebene anhand ihrer **individuellen Merkmale** unterschieden. Xu und Carey vertreten die These, dass die individuellen Merkmale eines Objekts erst **ab dem Ende des ersten Lebensjahres** repräsentiert werden, während die raumzeitlichen bereits **ab dem 10. Monat** genutzt werden können!
 - ⇒ Habituationsphase: 10 Monate alte Kinder bekommen folgendes Szenario gezeigt: Zuerst kommt ein **Truck** hinter einem Schirm hervor und verschwindet wieder dahinter; danach kommt auf der anderen Seite des Schirms eine **Katze** zum Vorschein und verschwindet wieder dahinter. Einer anderen Gruppe werden die beiden Objekte zuvor **gleichzeitig** gezeigt (so dass die sie nicht aufgrund ihrer individuellen, sondern aufgrund raumzeitlicher Merkmale separat repräsentiert werden konnten)
 - ⇒ Testphase: Nach mehrmaliger Wiederholung wird der Schirm entfernt und es kommen dahinter entweder die beiden oder lediglich ein Objekt (=unerwartetes Ereignis) zum Vorschein.

- ⇒ **Ergebnis:** In einer Kontrollgruppe (in der die generelle Präferenz für 2 Objekte erhoben wurde) und in der VG, in der die beiden Gegenstände nie gleichzeitig gesehen wurden, war die Fixationszeit der Kinder länger, wenn 2 Objekte erschienen; in der anderen (raumzeitlichen) Versuchsgruppe schauten die Kinder dagegen länger auf das unerwartete Ergebnis (1 Objekt)
- ⇒ **Interpretation:** a) Kinder haben eine generelle Präferenz für zwei Objekte; b) *Kinder können die Anzahl von Objekten nur dann mental repräsentieren, wenn sie die betreffenden Objekte anhand raumzeitlicher Kriterien auseinanderhalten können; wenn sie die Objekte anhand individueller Merkmale auseinanderhalten müssen, können sie ihre Anzahl dagegen nicht repräsentieren!*

1.5. Lernen

1.5.0. Einleitung

- Lernen kann allgemein definiert werden, als eine **auf Erfahrung basierende Verhaltensveränderung**.
 - Dabei lassen sich folgende Arten von Lernprozessen unterscheiden:
 1. *Assoziatives Lernen (s.o.)*
 2. *Imitationslernen*
 3. *Analogielernen*
 4. *Erklärungsbasiertes Lernen (eine Form kausalen Lernens)*
- In kognitionspsychologischen Experimenten wird die Lernleistung genau wie das Gedächtnis anhand folgender Maße erfasst: Der **Wiedererkennung** (Recognition) und der **Reproduktion** (Recall)!

1.5.1. Imitationslernen

- Früher ging man davon aus, dass Imitationslernen, also das Lernen neuer Handlungen durch die Imitation anderer Individuen, auch bei Tieren vorkommt; heute wird dagegen überwiegend die These vertreten, dass es sich dabei um eine **spezifisch menschliche Fähigkeit** handelt.
 - Ein bekannter Vertreter der zuletzt genannten Position ist **Tomasello**: ihm zufolge sind nur Menschen zu Imitationslernen in der Lage, da imitatives Lernen das Erkennen von **Intentionen** voraussetzt!
- Die nach wie vor wichtigsten Ergebnisse zum Imitationslernen im Kleinkindalter stammen von **Meltzoff (männlich)**!
 - Meltzoff (1983): Bereits Neugeborene (*1 h bis 3 Tage jung*) können Gesten Erwachsener imitieren (s.o.)
 - Meltzoff (1988): Bereits **9-14 Monate alte Kleinkinder** sind zu **verzögerter Imitation** in der Lage, was nicht nur ein Hinweis auf Imitationslernen ist, sondern auch ein valides Maß für die Gedächtnisleistung (Recall)
 - ⇒ **Aufbau:** Kinder bekommen an Gegenständen, auf die sie selbst keinen Zugriff haben, neue Handlungen vorgeführt (z.B. wird ihnen eine Art Hantel vorgeführt, deren beiden Enden sich auseinander ziehen lassen); bietet man den Kindern diese Gegenstände nach einer variablen Verzögerung zum Eigengebrauch an, zeigen sie diese Handlungen signifikant schneller und häufiger als die Kinder einer Kontrollgruppe (anderes Modell) oder einer Baseline-Gruppe (kein Modell).
 - ⇒ **Fazit:** *9-monatige Kinder erinnern sich an die gezeigten Handlungen bis zu 24 h später; 14-Monate alte Kinder sogar noch nach 2-4 Monaten!*

- ⇒ **Ergänzung:** Die Kinder imitieren die Handlungen auch dann, wenn sie ihnen nicht live, sondern *auf Video* vorgeführt werden! Ergo: imitatives Lernen wird auch durch Fernsehen angestoßen!
- Metzoff (1995): **18-Monate alte Kinder** imitieren Handlungen sogar dann, wenn sie sie nicht vollständig gesehen haben; was ein deutlicher Hinweis darauf ist, dass sie dazu in der Lage sind, die Intention einer Handlung zu erschließen (s.o.)

1.5.2. Lernen durch Analogien

- Beim analogen Schließen wird von der Übereinstimmung in einigen Punkten (Ähnlichkeit) auf Entsprechung auch in anderen Punkten bzw. auf die Gleichheit von Verhältnissen geschlossen. Auf diese Weise wird es möglich, dieselben Informationen in unterschiedlichen Kontexten zu nutzen.
 - **Kurz:** Analoges Lernen ist die Fähigkeit, etwas Bekanntes zu nutzen, um etwas noch Unbekanntes (aber Ähnliches) zu verstehen!
 - Nach Goswami ist diese Fähigkeit eine enorm wichtige Voraussetzung der kognitiven Entwicklung! Sie dient der Aneignung neuen Wissens, fördert das Verständnis kausaler Relationen etc. etc.
- Die meisten Experimente zum Analogielernen wurden bisher **mit Kindern über 3 Jahren** durchgeführt. Mittlerweile gibt es aber auch Paradigmen und Experimente, mit deren Hilfe gezeigt werden kann, dass auch jüngere Kinder zumindest Ansätzen zu analogen Schlüssen in der Lage sind!
 - **Chen et. al (1997): „Hol dir die Puppe!“ (10 bis 13 Monate)**
 - ⇒ **10-13 Monate alte Kinder** werden mehrmals hintereinander mit einem ähnlichen Problem konfrontiert: Eine Puppe, die außerhalb ihrer Reichweite und zudem hinter einem Pappkarton steht, kann nur so erreicht werden, indem der Karton beseitigt wird, danach ein Tuch, auf dem ein Faden liegt, herangezogen wird, und anschließend die Puppe mit dem Faden herangezogen wird (wobei 2 Fäden zur Auswahl stehen und nur einer der richtige ist); das Aussehen der einzelnen Gegenstände (Puppe, Karton, Tücher) wurde dabei variiert.
 - ⇒ Ergebnis: Nachdem das Problem einmal gelöst wurde, gelang es den Kindern tatsächlich schneller, auch die anderen Probleme zu lösen; je jünger die Pbn waren, desto schwieriger schien es ihnen zu fallen, von den perzeptuellen Eigenarten der verschiedenen Situationen zu abstrahieren!

1.5.3. Erklärungsbasiertes Lernen („*explanation-based learning*“)

- Die Bedeutung erklärungsbasierter Lernprozesse wird v.a. von **Baillargeon** stark gemacht; aus ihrer Sicht handelt es sich dabei um *den* entscheidenden Motor der kognitiven Entwicklung.
 - Kinder kommen mit einem **angeborenem Kernwissen** auf die Welt (z.B. haben sie von Anfang ein vages Konzept von Objektpermanenz); im Laufe der kognitiven Entwicklung wird dieses Kernwissen **sukzessive erweitert und spezifiziert!**
 - Das Kind macht Erfahrungen mit seiner Umwelt und berücksichtigt, ausgehend von diesen, zunehmend mehr Variablen (z.B. lernt es, dass sich das Prinzip der Solidität in Abhängigkeit vom Material der Objekte unterschiedlich äußern kann).
 - Erklärungsbasiertes Lernen meint demnach die **erfahrungsbasierte Integration neuer Variablen in das bestehende Kernwissen**. Dieser Prozess läuft dabei nach Baillargeon wie folgt ab:

1. Kinder sind besonders *sensibel für unterschiedliche Ausgänge („different outcomes“)*: Das eine Mal wird ein Gegenstand durch einen anderen ganz verdeckt, das andere Mal nur halb.
 2. In einem zweiten Schritt suchen Kinder nach den *Variablen, die den unterschiedlichen Ausgang bedingen*: Das eine Mal ist der andere Gegenstand groß, das andere Mal klein!
 3. Im dritten Schritt nutzen die Kinder ihr bereits *vorhandenes Kernwissen*, um eine Beziehung zwischen den Variablen und dem Outcome herzustellen: *Objekte können durch andere verdeckt werden; ob sie ganz oder nur halb verdeckt werden, hängt dabei vom Größenverhältnis ab!*
- **Fazit:** Erklärungsbasiertes Lernen ist *induktiv und deduktiv zugleich*; es wird dementsprechend sowohl durch die gemachten Erfahrungen, als auch durch das bestehende Kernwissen und die damit verbundenen Theorien und Erklärungsmuster bestimmt! Darüber hinaus ist erklärungsbasiertes Wissen immer *kausales Lernen*, sofern es um den Zusammenhang zwischen den Bedingungen und dem Ausgang eines Ereignisses geht!
 - Um ihre Thesen zu stützen, untersuchte Baillargeon, inwiefern das Wissen von Säuglingen durch geeignete Erfahrungen (**Übungsexperimente**) trainiert werden kann.
 - **Baillargeon I:** Wird ein Behälter über ein Objekt gestülpt (*„covering event“*), so dass dieses ganz darunter verschwindet, dishabituierten Kinder *erst ab 12 Monaten* auf ein unmögliches Ereignis (Objekt zu groß für Behälter); wird das Objekt dagegen in den Behälter gelegt (*„containment event“*), dishabituierten Kinder schon *mit 9 Monaten* auf ein unmögliches Ereignis (Objekt zu groß für Behälter).
 - ⇒ Erklärt werden können diese Unterschiede evtl. damit, dass Kinder „covering events“ seltener beobachten als „containment events“ und daher länger brauchen, die notwendigen Variablen (Höhe des zudeckenden Behälters) aus ihren Erfahrungen zu extrahieren
 - **Baillargeon II:** *Werden Kinder in einer Übungssitzung mehrere „Covering events“ gezeigt, dishabituierten sie bereits mit 9 Monaten auf das unmögliche Ereignis!*

1.6. Was Säuglinge und Kleinkinder noch nicht können

1.6.1. Objektpermanenz und der A-Nicht-B-Fehler

- Die Objektpermanenz entspricht dem **Wissen, dass Gegenstände auch dann weiterexistieren, wenn sie nicht mehr sichtbar sind bzw. ihren Ort wechseln**; nach **Piaget** ist dieses Wissen **erst mit 18 Monaten** in vollem Umfang gegeben. Erst dann sind Kinder dazu in der Lage, Objekte mental zu repräsentieren - und zwar unabhängig von den eigenen Handlungen und der Lokation der Objekte.
 - Dem entspricht, dass die Ausbildung der Objektpermanenz für Piaget den **Übergang vom sensumotorischen (0-2 Jahre) zum präoperativen Stadium (2-7 Jahre)** markiert; letzteres ist nämlich dadurch gekennzeichnet ist, dass sich die sensumotorische (rein handlungsbezogene) Intelligenz zu einer symbolisch-repräsentationalen Intelligenz entwickelt hat!
 - Piaget stützt sich mit diesen Überlegungen v.a. auf den A-Nicht-B-Fehler.
- Der **A-Nicht-B-Fehler** tritt v.a. **bei Kindern zwischen 8 und 12 Monaten** auf, wird aber **erst mit 18 Monaten** ganz überwunden.
 - Zwar haben Kinder ab dem 8. Monat die einfache Objektpermanenz (sofern sie aktiv nach Objekten suchen, auch wenn diese vollständig verdeckt sind); stehen jedoch 2 Verstecke zur Auswahl (A und B), suchen die Kinder das Objekt auch nach sichtbarem Ortswechsel immer am ersten Fundort.
 - Nach Piaget handelt es sich bei diesem Fehler um ein konzeptuelles Problem, die Kinder sind aus seiner Sicht noch nicht dazu in der Lage, das Objekt unabhängig von seinem Ort zu repräsentieren und suchen es daher immer an dem Ort, mit dem es aus ihrer Sicht fest verknüpft ist!
- Piagets Position wird heute nicht mehr geteilt; wobei v.a. folgende Gegenargumente vorgebracht werden:
 - Schon Säuglinge verfügen über kognitive Repräsentationen (sie sind zu verzögerter Imitation in der Lage, dishabituierten auf unmögliche Ereignisse etc. etc.)
 - ⇒ Dass bereits **3-4 Monate alte Babys** ein Wissen um Objektpermanenz haben, zeigt z.B. das bereits besprochene Experiment von **Baillargeon**:
 - „**Gewöhnungsereignisse**“: Eine große u. kleine Karotte (ein großer und kleiner Hase) ziehen abwechselnd hinter einem Schirm vorbei und tauchen auf der anderen Seite wieder auf.
 - „**Testereignisse**“: In den folgenden Durchläufen hat der Schirm ein *Fenster*, das genau so hoch liegt, dass die kleine Karotte nicht dahinter herausragen kann, die große Karotte dagegen herausragen muss. Trotzdem ist auch die große Karotte nicht zu sehen, wenn sie hinter dem Fenster vorbeizieht. Den Kindern wird also ein physikalisch unmögliches Ereignis präsentiert.
 - **Ergebnis**: Bereits 3-4 Monate alte Babys dishabituierten auf dieses Ereignis
 - **Interpretation**: Sie scheinen demnach zu wissen, dass ein sich bewegendes Objekt weiterexistiert, wenn es vorübergehend verdeckt wird (Kognitive Repräsentation von Existenz und Größe eines Objektes).
 - Nach **DIAMOND** (weiblich) ist der A-Nicht-B-Fehler kein konzeptuelles Problem (Piaget), sondern ein **motorisches Performanz- und Perseverationsproblem**. Demnach wissen die Kinder durchaus, dass sich das Objekt in Versteck B befindet. Da der **Frontalkortex** noch nicht ausgereift ist, sind sie bloß nicht dazu in der Lage, dieses Wissen motorisch umzusetzen. Die schon einmal durchgeführte und daher dominante Handlung (nach Versteck A zu

greifen) kann nicht hinreichend gehemmt werden (Unfähigkeit zur *Inhibition von Handlungstendenzen!*).

- ⇒ Deshalb schauen die Kinder oft auf das richtige Versteck (B), obwohl sie nach dem falschen greifen!
- ⇒ Deshalb begehen Kinder den A-Nicht-B-Fehler auch dann, wenn das Objekt zwar an den anderen Ort (B) gelegt, dort aber nicht versteckt wird, sondern sichtbar bleibt!
- ⇒ Je länger die Verzögerung zwischen den beiden Suchhandlungen, desto wahrscheinlicher ist es, dass der A-nicht-B-Fehler auftritt!
- ⇒ Belege bieten außerdem Läsionsstudien mit Affen und Menschen: erstere schneiden in verzögerten Reaktionsaufgaben schlechter ab; letztere haben im „Wisconsin Card Sorting Test“ trotz besseren Wissens massive Probleme, auf eine Regeländerung (Sortieren nach Farbe, Symbol oder Zahl) zu reagieren.
- ⇒ Fazit: *Der Frontalkortex, der für höhere kognitive Funktionen und die Planung von Handlungen zuständig ist, ist der am längsten reife Kortex* (er wächst sogar noch in der Adoleszenz und z.T. in den frühen 20ern)

1.6.2. Perseveratives Krabbeln

- Kinder haben nicht nur beim Greifen, sondern auch beim *Krabbeln* ein Problem damit, dominante Handlungsimpulse zu unterdrücken!
 - Gibt man krabbelfähigen Kindern (*ca. ab 9 Monaten*) ein Ziel vor, steuern sie es an; wird das Ziel danach aber plötzlich gewechselt, krabbeln sie nicht zu dem neuen, sondern weiterhin zu dem bereits zuvor angesteuerten Ziel!
 - ⇒ Ist im Grunde analog zum A-Nicht-B-Fehler!
 - 9 Monate alte Kinder sollen zu ihrer Mutter krabbeln, werden aber von einer Barriere, die nach einer Seite hin offen ist, von ihr getrennt; zeigt man ihnen, wo die offene Stelle ist, krabbeln sie direkt zur Mutter; wird die offene Stelle danach aber auf die andere Seite verlegt, krabbeln die Kinder (auch wenn man ihnen den Wechsel gezeigt hat) zunächst in die falsche Richtung!
- Je älter die Kinder werden, desto seltener tritt der Krabbelfehler auf (ab ca. 14 Monaten begehen ihn nur noch 25% der Kinder)

1.6.3. Fazit

- Schon im ersten Lebensjahr sind die wichtigsten kognitiven Fähigkeiten vorhanden! Daraus folgt, dass zwischen dem Denken von Erwachsenen und Kleinstkindern weniger Unterschiede bestehen, als oft angenommen wird. Im Gegensatz zu Piaget und Konsorten ist daher nicht von einem qualitativen Wandel auszugehen, stattdessen lässt sich die kognitive Entwicklung als eine kontinuierliches (quantitatives) Wachstum beschreiben.

Eigener Gedanke: Kann der A-Nicht-B-Fehler eventuell auch etwas damit zu tun haben, dass nur *verstärkte* Handlungen, also solche, mit denen man schon einmal Erfolg hatte, schlecht gehemmt werden können; in dem Fall hätte die mangelnde Inhibition sogar einen adaptiven Wert: Sie würde in den ersten Lebensmonaten und –Jahren ein schnelles instrumentelles Lernen ermöglichen!

2. Naive Psychologie im Säuglings- und Kleinkindalter

2.1. Einleitung:

2.1.1. Vorliebe für soziale Interaktionen:

- Säuglinge haben von Anfang an ein **gesteigertes Interesse an sozialer Interaktion**: Sie zeigen eine **Präferenz für Gesichter**, sind dazu in der Lage, Gesten zu **imitieren** (Meltzoff), und zeigen **sozialresponsives Verhalten** (Lächeln, Vokalisieren etc.)
- Säuglinge haben von Geburt an eine besondere **Bindung („Attachement“)** zur Mutter; nach Bowlby handelt es sich dabei um einen evolutionär bedingten (und damit genetisch vorprogrammierten) Mechanismus, der dazu dient, das Überleben des ansonsten hilflosen Säuglings zu gewährleisten.
 - Sowohl das Verhalten des Kindes als auch das der Mutter haben Signalwirkung (**Interaktive Synchronisierung**): so ist z.B. das Schreien des Kindes (bzw. dessen Tonfrequenz) optimal darauf abgestimmt, die Aufmerksamkeit der Mutter auf sich zu ziehen. Umgekehrt haben die Stimme und der Geruch der Mutter Signalwirkung auf das Kind!
- Dass sich die Bindung an die Mutter (auch wenn sie nach Bowlby und Ainsworth erst ab dem 6./8. Monat voll ausgebildet ist) teilweise schon im Mutterleib entwickelt, wird durch verschiedene Experimente nahegelegt:
 - ✚ **EXPERIMENT** (DeCasper & Fifer, 1980): **Erinnerung an die Stimme der Mutter**
Neugeborene (12h jung!) bekamen eine Tonbandaufnahme zu hören, auf der entweder **die Stimme der Mutter oder die einer Fremden** zu hören war. Welche der beiden Aufnahmen abgespielt wurde, konnten die Säuglinge selbst bestimmen: und zwar durch die **Saugfrequenz** an einem Schnuller! Tatsächlich bevorzugten die Säuglinge die Stimme der Mutter und lernten rasch, diese „herbeizusaugen“.
 - ⇒ Dass Neugeborene schon nach 12h die Stimme der Mutter von anderen unterscheiden können und sie gegenüber anderen präferieren, spricht dafür, dass die Stimme der Mutter den Säuglingen noch aus der Zeit im Mutterleib vertraut ist (intrauterines Hören).
 - ⇒ Außerdem: Gedächtnis schon im Uterus aktiv; Lernprozesse können schon vor der Geburt stattfinden („rule reversal“)!
 - ✚ **EXPERIMENT** (DeCasper & Spence, 1986): **Erinnerung an Geschichten**
Mütter wurden gebeten, in den letzten 6 Wochen der Schwangerschaft eine Geschichte 2 Mal pro Tag laut vorzulesen. Kurz nach der Geburt bekamen die Kinder die Möglichkeit, durch die Saugfrequenz (s.o.) zu bestimmen, ob ihnen eben diese oder eine andere, neue Geschichte vorgespielt wird. Die Babys bevorzugten eindeutig die bekannte Geschichte – selbst, wenn sie von einer fremden Person gesprochen wurde.
 - ⇒ Schon vor der Geburt scheinen Kinder also nicht nur für den Klang menschlicher Stimmen, sondern auch unabhängig von verschiedenen Stimmen **für akustische Muster der Sprache sensitiv** zu sein!

2.1.2. *Gespür für (soziale) Kontingenzen und Selbstkonzept*

- Sensibel für **soziale Kontingenzen** sind Kinder *schon mit einem Monat!*
- Ein Bewusstsein ihrer Selbst entwickeln Kinder erst *zwischen 1 ½ und 2 Jahren* (Rouge-Test => „Self-recognition“)

2.2. Die Handlungen anderer wahrnehmen und interpretieren

2.2.1. *Zielgerichtetheit*

- Zu erkennen, dass die Handlungen anderer zielgerichtet sind, ist eine wichtige sozial-kognitive Kompetenz.
 1. Kann nur dann adäquat auf Handlungen *reagiert* werden, wenn ihr Ziel erkannt wird!
 2. Können Handlungen nur dann sinnvoll *imitiert* werden, wenn ihr Ziel erkannt wird.
 3. Steht die Zielgerichtetheit von Handlungen in engem Zusammenhang mit dem Konzept der *Intentionalität*.
- Dass Kinder die Handlungen anderer schon sehr früh (**im 2. LJ**) als zielgerichtet wahrnehmen, wird durch eine Reihe von Experimenten belegt:
 - ✚ **Meltzoff (s.o.): 18 Monate alte Kinder** ahmen missglückte Handlungen vollständig nach, vorausgesetzt, diese werden nicht von einer Maschine, sondern einem Menschen vorgeführt!
 - ⇒ Kinder können die Ziele von Handlungen erschließen; dass sie dabei zwischen Menschen und Maschinen unterscheiden, deutet darauf hin, dass sie einen **Begriff von Intentionalität** haben.
 - ✚ **Gergely (2002): Der Lichtschalter**
14 Monate alte Kinder bekommen vorgeführt, wie ein Versuchsleiter mit dem Kopf einen Lichtschalter bedient, der sich vor ihm auf dem Tisch befindet. In der einen Versuchsbedingung beklagt sich der Versuchsleiter dabei über Kälte und verbirgt seine Hände unter einer Decke; in der anderen Versuchsbedingung liegen seine Hände sichtbar auf dem Tisch.
 - ⇒ **Ergebnis:** In der einen Versuchsbedingung, in der die Hände verborgen sind, so dass das Verhalten des VL einen Sinn ergibt, ahmen es die meisten Kinder nach, sprich: auch sie benutzen zur Bedienung des Lichtschalter ihren Kopf; in der anderen Versuchsbedingung dagegen bedienen die meisten Kinder den Schalter mit ihren Händen.
 - ⇒ **Interpretation:** *Ein direkter Hinweis darauf, dass Kinder die Ziele bzw. Intentionen einer Handlung aus dem Kontext erschließen – und zwar bereits mit 14 Monaten*
 - ✚ **Tomasello (2005): „Spielzeugmaus mit Ziel“**
Kindern *zw. 12 und 18 Monaten* wurde gezeigt, wie eine Spielzeugmaus entweder hüpfte oder gleitet, wobei beide Aktionen akustisch passend untermalt wurden („bee“-„bee“-„bee“ vs. „beeeee“); in derer einen Bedingung hatte die Maus dabei kein Ziel, in der anderen glitt bzw. hüpfte sie in eines von zwei Spielzeughäuschen.
 - ⇒ **Ergebnis:** In der Bedingung ohne Ziel ahmten die Kinder das Hüpf- bzw. Gleitverhalten der Maus nach, in der Bedingung mit Ziel schoben sie sie direkt in das betreffende Häuschen.

- ⇒ **Interpretation:** *Schon mit 12 Monaten interpretieren Kinder die Handlungen Erwachsener im Hinblick auf deren vermutetes Ziel und beziehen dabei den Kontext in ihre Überlegungen ein!*
- ✚ **Carpenter (1998): Nachahmung intendierter Handlungen**
Kinder zwischen 14 und 18 Monaten wird gezeigt, wie ein Gerät bedient wird; dabei „vertun“ sich die Versuchsleiter zunächst, indem sie einen falschen Knopf drücken.
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder ahmen nur die erfolgreiche (intendierte), nicht aber die missglückte (=nichtintendierte) Handlung nach.
- **Spätestens ab 9 Monaten können Kinder zwischen verschiedenen Arten von Intentionen unterscheiden.**
 - ✚ **Carpenter, Tomasello et al. (2005): Unterschiedliche Intentionen**
Der Versuchsleiter reicht dem Kind verschiedene Spielzeuge; manchmal *kann* er sie ihm jedoch nicht reichen (weil sie herunterfallen oder er nicht drankommt), manchmal *will* er sie dem Kind nicht reichen (indem er sie bewusst wieder zurücklegt) und manchmal *vergisst* er, sie ihm zu reichen (weil er z.B. durch einen Anruf abgelenkt wird).
 - ⇒ **Ergebnis:** *9 Monate alte Kinder reagieren je nach wahrgenommener Intention unterschiedlich, 6 Monate alte Kinder noch nicht!*
 - ⇒ **Interpretation:** Erst (bzw. schon) mit 9 Monaten beginnen Kinder ein Verständnis für Intentionen zu entwickeln; dabei handelt es sich um eine „Revolution“ in der Entwicklung sozialer Kognitionen (⇔ Goswami: s.u.)
 - **Tomasello u.a.** vertreten die These, dass Kinder erst **ab 9 Monaten ein Verständnis für psychische Zustände** entwickeln – vieles spricht jedoch dafür, dass sich diese Kompetenz schon wesentlich früher entwickelt. Schon mit 3 Monaten scheinen Kinder Handlungen bestimmte Ziele zuzuschreiben und andere als intentionale Agenten wahrzunehmen.
 - ✚ **Woodward, 1998 (weiblich): menschliche vs. nichtmenschliche Agenten**
6 und 9 Monate alte Kinder bekommen folgende Szenerie gezeigt: Auf 2 Podesten vor ihnen befinden sich ein Teddy und ein Ball; in der Habitierungsphase kommt von der Seite entweder ein Arm oder ein runder Pappkarton, an dessen Spitze ein Schwamm befestigt ist, ins Blickfeld und „greifen“ nach einem der beiden Spielzeuge. In der Testphase wird die Position der Spielzeuge vertauscht, wobei der Arm bzw. der runde Pappkarton entweder nach demselben Spielzeug (anderer Bewegungspfad) oder nach dem anderen Spielzeug greift (gleicher Bewegungspfad)
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Babys, denen die Manipulation mit einem *Menschenarm* vorgeführt wurde, dishabituieren lediglich auf die Bedingung „*neues Ziel bei gleichem Pfad*“; die Babys aus der Pappkartongruppe dishabituieren dagegen auf beide Bedingungen.
 - ⇒ **Interpretation:** *Ist der Agens ein Mensch, fokussieren bereits 6 Monate alte Kinder auf das Ziel der Handlung*; nur deshalb betrachten sie ausschließlich die Handlung als neu, bei der sich das Ziel ändert!
 - ✚ **Woodward (2005): Modifizierte Form des Experiments mit 3-monatigen Babys**
Auf die Versuchsgruppe mit Pappkarton wird verzichtet; dafür bekommt eine Gruppe *vor* der Präsentation die Gelegenheit, mit den Gegenständen (Teddy und Ball) selbst zu spielen.
 - ⇒ **Ergebnis:** Hatten die Kinder zuvor die Gelegenheit, selbst mit den Objekten zu spielen, schauten sie in der Testphase signifikant länger darauf, wenn der Arm nach einem *neuen* Spielzeug griff!

- ⇒ **Interpretation: Bereits 3 Monate alte Kinder haben ein Bewusstsein für Handlungsziele; allerdings ist dieses noch stark abhängig von der eigenen Erfahrung mit den betreffenden Handlungen!**

2.2.2. Zuschreibung mentaler Zustände oder einfache Zielanalyse?!

- Dass Kinder die Zielgerichtetheit von Handlungen erkennen, muss nicht bedeuten, dass sie die Ausführenden dieser Handlungen auch als intentionale Agenten wahrnehmen und ihnen mentale Zustände zuschreiben!
 - Vielmehr sind in diesem Zusammenhang zwei Interpretationen, eine weitreichende (mentalistische) und eine vorsichtige, zu unterscheiden:
 - 1) **„Intentional stance“ (Intentionale Einstellung):** Erstere Interpretation ist die gängigere. Sobald Kinder ein Verständnis von Handlungszielen haben, haben sie zugleich ein Verständnis für Intentionalität und sind dementsprechend dazu in der Lage, anderen Personen mentale Zustände zuzuschreiben!
 - Da Kinder Handlungsziele schon sehr früh erkennen bzw. erschließen können, ist daher auch kaum davon auszugehen, dass im Alter von 9 Monaten tatsächlich so etwas wie eine „Revolution“ in der sozialkognitiven Entwicklung stattfindet! Stattdessen verfügen schon wesentlich jüngere Kinder über (wenn auch weniger ausgereiftes) psychologisches Wissen!
 - 2) **„Teleological stance“ (Teleologische Einstellung):** Die andere Interpretation, die v.a. von Gergely propagiert wird, geht davon aus, **dass die Repräsentation von Zielen und Intentionen unabhängig voneinander erfolgt.** Zunächst verfügen Kinder lediglich über ersteres, d.h.: sie haben ein Verständnis dafür, dass Handlungen auf einen Zielzustand ausgerichtet sind; dass Handlungsziele ihrerseits psychologisch bedingt- und an bestimmte Absichten geknüpft sind, wird den Kindern dagegen erst später bewusst.
- **Empirische Überprüfung:** Interpretieren Kinder Handlungen nur aufgrund des beobachteten Kontextes („Teleological stance“) oder gehen sie tatsächlich mentalistisch vor und schreiben denen, die die Handlung ausführen, Intentionen zu („Intentional stance“)?!
 - Die teleologische Sichtweise wird durch Experimente gestützt, die zeigen, dass Kinder auch die **Handlungen nicht-belebter Agenten** als zielgerichtet wahrnehmen! Dass nichtbelebten Agenten zugleich Intentionen zugeschrieben werden, wird nämlich (zumindest von den Vertretern der teleologischen Sichtweise) für unwahrscheinlich gehalten.
 - ⇒ Siehe oben: „Der intentionale (teleologische?!) Kreis“ (12 monatige Kinder); möglich ist freilich sowohl eine teleologische als auch eine intentionale Interpretation!
 - **Kuhlmeier et al (2003): „Der Kreis und das freundliche Dreieck“**

12 Monate alte Kinder bekommen eine Videoanimation gezeigt, in der ein Kreis einen Berg hinauf rollt; dabei wird er in einer Version von einem Dreieck unterstützt, in einer anderen von einem Viereck daran gehindert. Nachdem die Kinder diese beiden Versionen mehrfach gesehen haben, ändert sich die Szenerie: der Kreis bewegt sich zwischen Dreieck und Viereck hin- und her (als müsste er sich entscheiden) und bleibt schließlich neben einem von beiden stehen (UV).

 - ⇒ **Ergebnis: Die Kinder schauen signifikant länger auf den Film, in dem der Kreis neben dem „freundlichen“ Dreieck stehen bleibt!**
 - ⇒ **Interpretation:** Es kommt ihnen plausibler vor, dass sich der Kreis zu seinem Helfer gesellt, was dafür spricht, dass sie dem Kreis eine **Intention** zuschreiben (=> Intentional Stance“)!)

- Eindeutig geklärt werden kann die Frage, ob Kinder „*mind blind*“ sind oder nicht nur anhand von „*False Belief*“-Aufgaben! Schließlich können falsche Überzeugungen nicht direkt aus beobachtbaren Daten erschlossen werden; wenn Kinder sie trotzdem berücksichtigen, ist das daher ein sicherer Beweis dafür, dass sie anderen Personen mentale Zustände zuschreiben.
 - ⇒ Bisher gibt es allerdings kaum False-Belief-Aufgaben, die mit kleinen Kindern (< 4 Jahre) funktionieren (s.u.: Kapitel „Soziale Kognition“)

2.2.3. „Gaze monitoring“ und „attention following“

- Ein zentraler Mechanismus, nicht nur für die Entwicklung *sozialer Kognitionen*, sondern auch für den *Spracherwerb*, ist die Fähigkeit, die Blickbewegungen anderer zu beobachten und ihnen zu folgen („attention following“)!
 1. Wird es dadurch leichter, die mentalen Zustände anderer zu erschließen.
 2. Wird es erst durch diese Fähigkeit möglich, die Aufmerksamkeit auf ein gemeinsames Referenzobjekt zu lenken („joint attention“), was v.a. für den Spracherwerb von Bedeutung ist!
- **Experimentelle Befunde:**
 - Ab wann zeigen Kinder „*gaze monitoring*“ und „*attention following*“?!
 - ✚ Dass Säuglinge dem Blick ihres Gegenübers schon früh besondere Beachtung schenken, kann mit Hilfe des „*Still face*“-Paradigmas nachgewiesen werden: Wenn Mütter in der Face-to-Face-Interaktion mit ihren Kindern plötzlich ein ruhiges, ausdrucksloses Gesicht zeigen (anstatt sich von den Kindern leiten zu lassen), reagieren diese verstört (negativer Affekt, abnehmende Aufmerksamkeit)
 - ✚ Studien zum „attention following“ zeigen, dass sich diese Fähigkeit i.d.R. **zw. dem 6. und 18. Monat** entwickelt; bei den meisten bildet sie sich zwischen dem **9. und 12. Monat** heraus!
 - Ist „attention following“ eine *konditionierte Reaktion* (immer wenn jemand den Blick wendet, passiert dort etwas) oder setzt „attention following“ die Fähigkeit voraus, Sehen als *intentionalen Akt* zu verstehen? – Die Befunde sprechen für letzteres:
 - ✚ **Meltzoff:** *Wenn die Versuchsleiter die Augen zu haben oder diese verbunden sind*, folgen Säuglinge ihren Blick- bzw. Kopfbewegungen wesentlich seltener! Sie scheinen also zu wissen, dass Blickbewegungen in eine bestimmte Richtung dazu dienen, die Aufmerksamkeit auf ein dort befindliches Objekt zu richten!
 - ✚ **Woodward:** In einer Abwandlung von dem „Teddy-Ball-Experiment“ sitzt hinter den beiden Spielzeugen eine Person, die in der Habituationsphase immer wieder einen der beiden Gegenstände fixiert. In der Testphase wird die Position der Objekte vertauscht und der VI betrachtet entweder dasselbe Objekt (andere Blickrichtung) oder das jeweils andere (gleiche Blickrichtung).
 - ⇒ Ergebnis: Schon 7 Monate alte Babys folgen dem Blick des Versuchsleiters und fixieren das Objekt, das auch er anschaut; erst mit 12 Monaten dishabituierten sie jedoch darauf, wenn in der Testphase ein neues Objekt fixiert wird (indem sie dieses Objekt *noch* länger anschauen)!
 - ✚ **Tomasello:** Richtet der Versuchsleiter den Blick auf einen Gegenstand, den die Pbn nicht sehen können (wegen einer *Barriere*), ändern bereits **12 Monate alte Kinder** ihre Position (krabbeln hinter die Barriere), um zu sehen, was der Versuchsleiter sieht

- ✚ Bereits **14 Monate alte Kinder** verstehen die kommunikative Absicht von Blickbewegungen: wird ihnen ein Versteck nur mit Blicken angezeigt, suchen sie es genauso häufig wie wenn mit dem Finger darauf gezeigt wird!
- Umstritten ist, ob die Fähigkeit zum „attention following“ tatsächlich voraussetzt, dass die Säuglinge ihr Gegenüber als intentionale Agenten ansehen!

2.2.4. „Social Referencing“ (Soziales Referenzieren)

- Unter „Social Referencing“ versteht man **das Phänomen, dass Säuglinge (etwa ab dem 12. Lebensmonat) sich in unvertrauten Situationen an den gezeigten Affekten der Bezugsperson orientieren.**
 - Ob dieses Phänomen konditioniert ist (wenn Mama so schaut, ist es gefährlich!) oder damit zusammenhängt, dass die Säuglinge vom Verhalten der Bezugsperson auf deren mentalen Zustand schließen (dass Mama so schaut, kann nur heißen, dass sie Angst hat), kann nicht sicher geklärt werden. Zieht man jedoch die anderen Befunde zur sozialen Kognition hinzu (s.o.), spricht vieles für letzteres!
- **Experimentelle Befunde:**
 - **Etwa ab 12 Monaten** lassen sich Kinder in unvertrauten Situationen von den Emotionen, die die Mutter zeigt, beeinflussen: Verbale Äußerungen der Mutter haben dabei einen größeren Effekt als mimische! Darüber hinaus scheint der Kontext einen Einfluss zu haben (je eindeutiger die Situation, desto geringer die Wirkung des Sozialen Referenzierens)!
 - ✚ **Versuche mit der „visuellen Klippe“:** Babys werden auf eine Art Glastisch gesetzt; auf der einen Hälfte der Platte ist ein Tuch mit Schachbrettmuster direkt unter dem Glas angebracht, auf der anderen Hälfte liegt ein Tuch mit demselben Muster auf dem Boden, also ca. einen Meter tiefer.
 - ⇒ Entwickelt wurde dieses Paradigma ursprünglich zur Untersuchung der Tiefenwahrnehmung; dabei hat sich gezeigt, dass Kinder erst, wenn sie bereits krabbeln können (etwa mit 9 Monaten), Angst vor „Tiefe“ haben; vorher ist ihre Tiefenwahrnehmung offenbar noch nicht hinreichend ausgereift!
 - ⇒ 12 Monate alte Kinder, die auf der anderen Seite der „Klippe“ von ihren Müttern ermutigt werden, krabbeln in den meisten Fällen hinüber; von den Kindern, deren Eltern ein ängstliches Gesicht machen, traut sich dagegen keines, über die Klippe zu krabbeln.
 - ✚ In einem anderen Versuchsdesign wird den Kindern ein **neues Spielzeug** dargeboten und darauf geachtet, inwiefern ihr Annäherungsverhalten an dieses Spielzeug durch die emotionale Reaktion der Mutter beeinflusst wird!

2.3. Die (sozialen) Handlungen der Säuglinge

2.3.1. Zeigegesten

- Mit Zeigegesten versuchen Kinder, Einfluss auf ihre Umwelt zu nehmen.
 - Zwei Arten von Zeigegesten lassen sich dabei unterscheiden:
 1. **Protoimperative Gesten:** dienen dazu, etwas zu bekommen („*Ich will das!*“)
 2. **Protodeklarative Gesten:** dienen dazu, die Aufmerksamkeit des anderen auf etwas zu lenken („*Schau mal, das ist interessant!*“)
 - **Protoimperative Gesten werden i.d.R. behavioral gedeutet:** nämlich als das Ergebnis instrumenteller Lernprozesse! Als solche basieren sie nicht auf psychologischem Wissen, sondern auf der Internalisierung einfacher **Kontingenzen** („*Tue ich das, passiert jenes!*“)
 - ⇒ Protoimperative Gesten treten im Schnitt **erstmal mit 14 Monaten** auf!
 - **Protodeklarative Gesten gelten dagegen als psychologisch motiviert und dementsprechend als ein wichtiger Indikator für die Herausbildung einer „Theory of Mind“:** ihr Ziel ist es, die Aufmerksamkeit des Gegenübers auf einen interessanten Gegenstand zu richten bzw. eine **„joint attention“-Situation** herzustellen. Damit setzen sie voraus, dass Kinder sich darüber bewusst sind, dass andere möglicherweise über etwas Anderes nachdenken als sie selbst.
 - ⇒ Protodeklarative Gesten treten im Schnitt **erstmal mit 12 Monaten** (frühestens mit 8 Monaten) auf; sie sind prädikativ für die Sprachentwicklung!
 - **Experimentelle Befunde:**
 - ✚ **Tomasello (2004):** Kind und VI spielen ein Spiel, wobei das Kind einem Vorhang gegenüber sitzt, zu dem der VI in einem 90-Grad-Winkel sitzt. Durch eine Puppe, die hinter dem Vorhang erscheint wird das Kind zu **deklarativen Zeigegesten** animiert, auf die der VI unterschiedlich reagiert; in einer Bedingung folgt er ihnen und zeigt sich interessiert an der Puppe (indem er immer wieder zwischen dem Kind und der Puppe hin- und herschaut: „joint engagement“), in anderen Bedingungen ignoriert er die Zeigegesten des Kindes entweder ganz oder teilt sein Interesse an der Puppe nicht mit dem Kind.
 - **Ergebnis:** Wenn der VI die Gesten ignoriert, wiederholen die Kinder die Zeigegesten am häufigsten und schauen dabei immer wieder zum VI; wenn es ihnen durch ihre Gesten dagegen gelingt, gemeinsame Aufmerksamkeit herzustellen, sind sie zufrieden und halten ihre Zeigegeste länger aufrecht!
 - **Interpretation:** Die deklarativen Gesten von Säuglingen zielen tatsächlich darauf, **gemeinsame Aufmerksamkeit** („*joint attention*“) herzustellen; ihnen liegt demnach eine **kommunikative Absicht** zugrunde!
- Ein **Verständnis für die Zeigegesten Anderer** entwickeln Kinder **zw. 9 und 12 Monaten**. Dabei lassen sich 2 Stufen unterscheiden:
 1. Dass Kinder Zeigegesten mit ihrem Blick folgen, lässt sich meistens schon mit 9 Monaten beobachten; sie scheinen in diesem Alter aber noch kein Verständnis dafür zu haben, dass die Zeigegesten sich auf ein bestimmtes Objekt beziehen!
 2. Letzteres (Zeigegesten als intentionaler Akt) scheinen sie erst mit ca. 12 Monaten zu begreifen. - Einen experimentellen Befund dazu liefert Woodrow, die dazu mal wieder mit dem Teddy und dem Ball gearbeitet hat.
 - ✚ Bereits 9 Monate alte Kinder schauen auf das Spielzeug (Ball bzw. Teddy), auf das der Versuchsleiter zeigt; wird in der Testphase das Objekt, auf das gezeigt wird, vertauscht, dishabituierten die Kinder darauf jedoch erst mit 12 Monaten!

2.4. Sonstiges

2.4.1. False Belief

- False Belief-Aufgaben gelten zu Recht als der entscheidende **Indikator für eine „Theory of Mind“**; um sie zu lösen, muss zweierlei verstanden werden: Erstens muss verstanden werden, dass Überzeugungen *handlungsleitend* sind, zweitens muss verstanden werden, dass sie *von der Realität abweichen* können.
 - Dass Überzeugungen von der Realität abweichen können, setzt seinerseits voraus, dass sie als mentale Repräsentationen gedacht werden! ***Denn nur wenn es so etwas wie mentale Repräsentationen gibt, kann ein Verhalten auch dann plausibel sein, wenn es zu den objektiv gegebenen Bedingungen in Widerspruch steht!***
 - Dem Philosophen **Dennett** zufolge sind falsche Überzeugungen dementsprechend der einzig überzeugende Beweis dafür, dass nicht nur man selbst, sondern auch andere ein Bewusstsein haben!
- Üblicherweise wurde (und wird) davon ausgegangen, dass Kinder erst im Alter von 4 Jahren ein Verständnis für falsche Überzeugungen entwickeln (s.u.). Goswami zufolge sind Kinder jedoch schon viel früher dazu in der Lage, anderen mentale Repräsentationen zuzuschreiben.
 - ✚ **Baillargeon (2005): False-Belief-Aufgabe für Babys (15 Monate)**
15 Monate alte Kinder bekommen in einer Habituationsphase gezeigt, wie ein VI einen Teddy in eine von zwei verschiedenfarbigen Schachteln steckt und daraufhin wiederholt in diese Schachtel greift (allerdings ohne den Teddy herauszuholen); danach wechselt der Teddy die Schachtel und zwar in einer Bedingung so, dass es nur die Kinder sehen, nicht aber der VI (false Belief-Condition), während in der anderen Bedingung sowohl die Kinder als auch der VI den Positionswechsel des Teddybären beobachten.
 - ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder in der „False-Belief-Gruppe“ dishabituierten darauf, wenn der VI trotz seiner falschen Überzeugung in die richtige Schachtel greift; in der „True Belief“ Gruppe ist es umgekehrt, d.h. es wird darauf dishabituiert, wenn der VI trotz seiner richtigen Überzeugung in die falsche Schachtel greift!
 - ⇒ **Interpretation: Bereit 15 Monate alte Kinder haben eine Vorstellung davon, was falsche Überzeugungen sind!**

2.4.2. Anstöße durch die kognitiven Neurowissenschaften

- fMRT- und EEG-Untersuchungen an Erwachsenen zeigen, dass die **Verarbeitung von Gesichtern** mit spezifischen Aktivitätsmustern einhergeht:
 - fMRT: Wichtig für die Verarbeitung von Gesichtern ist v.a. der *Gyrus fusiformis* (der im Okzipitallappen beginnt und im Temporallappen endet, also auf dem ventralen Pfad gelegen ist)
 - EEG: Die Verarbeitung von Gesichtern geht insbesondere in den ventralen und okzipitalen Regionen mit einem charakteristischen negativen Potenzial (N170) einher!
- Entsprechende Studien mit Säuglingen zeigen:
 - Schon bei 2 Monate alten Kindern zeigen sich beim Betrachten von Frauengesichtern spezifische Aktivitätsmuster im Gyrus fusiformis (und das obwohl diese Region in dem Alter noch gar nicht ausgereift ist); ähnliches gilt für die EEG-Komponente!
 - ⇒ **Ergo: Das menschliche Gehirn scheint von Anfang an auf die Verarbeitung von Gesichtern spezialisiert zu sein!**

- Bestimmte EEG-Muster (Baseline-Erhebungen mit 14 Monaten) sind prädikativ für das spätere Ausmaß an „Joint Attention“ (mit 18 Monaten)
- Dasselbe gilt für den Einsatz protodeklarativer (nicht protoimperativer!) Gesten; auch er kann durch bestimmte EEG-Muster vorhergesagt werden!

3. Intuitive Biologie und die Entwicklung begrifflichen Denkens

3.1. Die Entwicklung des begrifflichen Denkens:

3.1.0. Einleitung

- Ein **Begriff (concept)** ist die Zusammenfassung von Objekten zu Klassen aufgrund gemeinsamer Merkmale und Beziehungen!
 - Begriffe dienen zur **Organisation** und **Reduktion** von Informationen in unserem Gedächtnis!
 - Begriffe sind hierarchisch geordnet; dabei lassen sich 3 Ebenen unterscheiden:
 1. **Eine globale bzw. übergeordnete Ebene:** z.B. *Tiere vs. Fahrzeuge*
 2. **Eine mittlere bzw. basale Ebene:** z.B. *Vögel vs. Autos*
 3. **Eine detaillierte oder untergeordnete Ebene:** z.B. *Schwalben vs. Spatzen*
- Die Kategorisierung von Objekten basiert auf induktiven Schlussfolgerungen; dabei greifen **perzeptuelle** (=die äußere Struktur betreffende) und **konzeptuelle** (=begriffliche) Prozesse ineinander!
 - Sprich: Objekte werden nicht nur aufgrund ihres Aussehens, Geruchs oder Klangs zu einem Begriff zusammengefasst, sondern immer auch aufgrund abstrakter Überlegungen bezüglich ihrer Struktur und Funktion!
- Wie sind Begriffe repräsentiert?! – Dazu lassen sich 4 Positionen unterscheiden:
 - **Merkmalsbasierte Ansätze:**
 - 1) **Theorie deterministischer Merkmalsrepräsentationen**
Begriffe sind anhand ihrer definierenden Merkmale repräsentiert; sie werden also aufgrund von Merkmalen gebildet, die auf *alle* Elemente einer Kategorie zutreffen.
⇒ *Eine Großmutter ist die Mutter von einem der Elternteile*
 - 2) **Theorie probabilistischer Repräsentationen**
Begriffe basieren nicht auf definierenden, sondern auf *typischen* Merkmalen, die als solche lediglich in der *Mehrzahl* der Fälle zutreffen.
⇒ *Großmütter sind alt*
 - 3) **Reorganisationshypothese**
Begriffe werden erst typisch, dann definierend repräsentiert (s.u.)
 - **Theoriebasierte Ansätze:**
 - 4) Unser begriffliches Wissen besteht nicht nur aus Merkmalsassoziationen, sondern enthält auch theoretische Annahmen darüber, wie die einzelnen Begriffe in Beziehung zueinander stehen (=intuitive Theorien).
- In der kognitiven Entwicklungspsychologie werden v.a. folgende Fragen diskutiert:
 1. **Wie sind Begriffe repräsentiert und findet diesbezüglich ein Wandel im Lauf der Ontogenese statt?**
⇒ Bezüglich dieser Frage gab und gibt es in der Entwicklungspsychologie unterschiedliche (z.T. aber doch recht ähnliche) Thesen:
 - Bruner: perzeptuell → konzeptuell
 - Piaget: konkret → abstrakt
 - Werner & Kaplan: ganzheitlich → analytisch
 - Vygotsky: thematisch → taxonomisch
 - Keil: typisch → definierend
 2. **Auf welcher Ebene kategorisieren Kinder zuerst: auf der basalen (*Rosch*) oder auf der übergeordneten Ebene (*Bauer & Mandler / Quinn*)?!**
 3. **Kategorisieren Kinder eher nach konzeptuellen oder eher nach perzeptuellen Kriterien (s.o.)?!**

3.1.1. Die Prototypentheorie (Eleanor Rosch)

- Begriffe werden nicht aufgrund abstrakter (bzw. definierender) Merkmale gebildet, sondern aufgrund typischer Merkmale! Dem entspricht, dass es für jede Kategorie sog. „Prototypen“ gibt; Prototypen sind *besonders repräsentative Vertreter einer Kategorie*; sie spielen bei der Kategorisierung eine zentrale Rolle: ob wir neue Objekte einer Kategorie zuordnen oder nicht, hängt nämlich v.a. von ihrer Ähnlichkeit zu eben solchen Prototypen ab.
 - **Richtigstellung:** Anders als oft behauptet wird, vertritt Rosch jedoch *nicht* die These, dass Kategorien in Form von Prototypen *enkodiert* werden; sie weist lediglich darauf hin, dass es so etwas wie Prototypen gibt und dass sie bei der Kategorisierung neuer Objekte eine wichtige Rolle spielen!
 - **Beispiel:** Ein typisches Merkmal für die Kategorie „Vogel“ ist z.B. Flugfähigkeit (die meisten Vögel können fliegen, die meisten anderen Dinge nicht); aus diesem Grund wird ein „Spatz“ eher der Kategorie „Vogel“ zugeordnet als z.B. ein „Strauß“!
- Nach Rosch ist die Entwicklung begrifflichen Denkens durch **2 Tendenzen** gekennzeichnet:
 - 1) Zumindest anfangs erfolgt die Kategorisierung überwiegend anhand **perzeptueller Merkmale**.
 - ⇒ Da perzeptuelle und strukturelle Ähnlichkeit nach Rosch miteinander korrelieren, ist das jedoch kein Problem; sprich: die perzeptuelle Kategorisierung steht der konzeptuellen nicht im Weg, sondern bereitet diese vor!
 - 2) **Basale Kategorien** werden zuerst, also vor den über- und untergeordneten Kategorien gebildet:
 - ⇒ Kennzeichnend für die Elemente basaler Kategorien ist nämlich, *dass sie die meisten Merkmale mit anderen Exemplaren der gleichen Kategorie und am wenigsten Merkmale mit Exemplaren anderer Kategorien gemeinsam haben*; daraus folgt, dass basale Kategorien *perzeptuell am leichtesten auseinanderzuhalten* sind!
 - Beispiel: Vögel (basale Ebene) haben mehr Merkmale gemeinsam als Tiere (übergeordnete Ebene); es fällt daher leichter verschiedene Vögel der Kategorie „Vögel“ zuzuordnen, als verschiedene Tiere der Kategorie „Tiere“. Gleichzeitig sind basale Kategorien (z.B. Vögel vs. Hunde) deutlicher voneinander unterschieden als untergeordnete Kategorien (z.B. Schwalben vs. Spatzen)
- **Argumente für die Prototypentheorie:**
 - Deterministische Theorien können nicht erklären, warum manche Vertreter einer Kategorie als typisch und andere als weniger typisch empfunden werden!
 - Deterministische Theorien lassen außer Acht, dass es gar nicht für alle Begriffe hinreichende Definitionskriterien *gibt*.
 - ⇒ Was z.B. sollen die definitorischen Merkmale des Begriffs „Spiel“ sein? Wittgenstein widerlegt anhand dieses Beispiels die sprachphilosophische Position, dass gleicher Begriff „gleiche Extension der Merkmale“ bedeutet; zwischen den Vertretern vieler Begriffe besteht nach Wittgenstein daher lediglich eine „Familienähnlichkeit“!

- **Experimentelle Befunde zur ersten These: *Je (proto-)typischer ein Exemplar, desto einfacher dessen Zuordnung zu einer Kategorie.***
 - ✚ **Bauer et al. (1995): *Sequentielles Berühren (13-, 16- und 20 Monate)***
13-, 16- und 20 Monate alten Kindern wurden verschiedene Gegenstände dargeboten, die entweder auf übergeordneter oder auf basaler Ebene aus 2 verschiedenen Kategorien stammten (Tiere vs. Fahrzeuge oder unterschiedliche Fische vs. unterschiedliche Hunde); die ausgewählten Exemplare waren dabei entweder typisch für die jeweilige Kategorie (z.B. Forelle, Lachs etc.) oder atypisch (z.B. Aal, Hammerhai etc.)
⇒ Ergebnisse:
 - a) **Der Faktor „typisch/untypisch“** klärte mehr Varianz auf als die Klassifikationsebene (übergeordnet/basal) und das Alter
 - b) Die jüngsten Pbn (13 Monate) waren, auch wenn die Exemplare typisch waren, lediglich auf **basaler Ebene** zu einer adäquaten Kategorisierung (sequentielles Berühren) in der Lage!
- **Experimentelle Befunde zu zweiten These: *Die Kategorisierung von Objekten beginnt auf der basalen Ebene!***
 - Befunde, die die These stützen:
 - ✚ **Eimas & Quinn (1994): *Habituationsexperiment (3 und 4 Monate)***
Schon 3 bis 4 Monate alte Säuglinge dishabituierten, nachdem man ihnen Photos von verschiedenen Pferden gezeigt hat, auf eine Giraffe, ein Zebra oder eine Katze! Sie können die versch. Tierarten also auf der basalen Ebene unterscheiden!
⇒ Ergo: ***Schon 3 bis 4 Monate alte Babys verfügen über Basiskategorien!***
 - ✚ **Bauer & Mandler (1988): *„Sequentielles Berühren I“*** (12, 15 und 20 Monate)
Zur Methode: ***Kinder unter 18 Monaten*** gruppieren Gegenstände zwar nicht, dafür fassen sie Objekte einer Kategorie aber überzufällig häufig nacheinander an (=sequentielles Berühren). 12, 15 und 20 Monate alte Kinder bekommen **Spielzeug aus verschiedenen Kategorien** vorgelegt.
 - Zuerst Hunde und Autos (***basale Kategorien***):
Pudel, Collie, Bluthund,... vs. *Sportwagen, Limousine, Kombi,...*
 - Dann Tiere und Fahrzeuge (***übergeordnete Kategorien***):
Pferd, Spinne, Huhn, Fisch vs. *Flugzeug, Motorrad, Laster, Lokomotive*
 - ⇒ ***12 und 15 Monate*** alte Kinder gruppieren nur auf basaler Ebene, ***20 Monate*** alte Kinder auch auf übergeordneter Ebene (durch sequentielles Berühren)
 - **Kritik:** Roschs' These wird von vielen Forschern (insbes. Mandler und Quinn) abgelehnt; zahlreiche Befunde sprechen nämlich dafür, dass zuerst übergeordnete Kategorien gebildet werden, bevor eine Differenzierung auf der mittleren und unteren Ebene stattfindet!
 - ✚ **Mandler et al. (1991): *„Sequentielles Berühren II“***
Betrachtet man das Sortierverhalten auf basaler Ebene bei Objekten aus der *gleichen* übergeordneten Klasse (z.B. Hunde vs. Pferde, Hasen oder Fische) zeigt sich, dass die Kinder durchaus Schwierigkeiten haben, die Objekte den basalen Kategorien zuzuordnen.
 - ⇒ **Mögliche Interpretation:** Nur wenn die Objekte aus *unterschiedlichen* übergeordneten Kategorien stammen, gelingt auch die Zuordnung auf basaler Ebene!
 - ⇒ **Alternativerklärung:** Ob die Kategorisierung auf basaler Ebene gelingt oder nicht, hängt nicht davon ab, ob die betreffenden Objekte aus

unterschiedlichen übergeordneten Kategorien stammen, sondern vom **perzeptuellen Kontrast** der Objekte: Hunde und Fische werden z.B. leichter auseinander gehalten als Hunde und Pferde; letzteres schaffen erst 31 Monate alte Kinder.

✚ **Behl & Chada (1998): Habituationsexperiment**

3-4 Monate alte Säuglinge dishabituierten nach einer Reihe Säugetiere auf Fische, Vögel oder Möbel, nicht aber auf die verschiedenen Säugetiere!

⇒ Ergo: Sie scheinen zwar dazu in der Lage zu sein, auf der übergeordneten Ebene Säugetiere von anderen übergeordneten Kategorien (Möbel etc.) zu unterscheiden; die Säugetiere verschiedenen Basiskategorien zuzuordnen, scheint sie jedoch zu überfordern!

✚ **Quinn & Johnson (2002): Konnektionistisches Modell**

Mit dem Computer lassen sich konnektionistische Modelle erstellen, deren Ziel es ist, die Informationsverarbeitung neuronaler Netze zu simulieren; kennzeichnend für konnektionistische Modelle ist, dass sie a) Informationen nicht sequenziell, sondern simultan verarbeiten und b) lernfähig sind. Jeder Knotenpunkt reagiert auf einen vorher festgelegten Input mit einem vorher festgelegten Output; je mehr Material auf diese Weise verarbeitet wird, desto besser die Abstimmung *zwischen* den Knotenpunkten.

⇒ Quinn und Johnson haben ein solches Modell für die **Kategorisierung von Möbeln und Säugetieren** erstellt; wobei sich folgendes gezeigt hat: Das Modell kodierte in den ersten Durchläufen nur auf der globalen Ebene (indem es sich auf große Unterschiede bei relativ wenigen Merkmalen konzentrierte: z.B. Gesicht: ja / nein); erst später wurde zunehmend auf basaler Ebene kategorisiert!

3.1.2. Weitere Streitfragen:

- Kategorisieren bereits Säuglinge nach konzeptuellen Merkmalen oder beschränkt sich ihre Kategorisierung auf perzeptuelle Merkmale?!
 - Dass perzeptuelle Merkmale bei der Kategorisierung von Kindern eine wichtige Rolle spielen, zeigt z.B. Mandlers Experiment zur Kategorisierung verschiedener Tierarten (Hunde, Pferde, Hasen, Fische): s.o.
 - Es gibt aber auch Befunde, die zeigen, dass bereits Säuglinge konzeptuelle Merkmale berücksichtigen – und ihnen u.U. sogar größere Bedeutung beimessen als den perzeptuellen.
- ✚ **Pauen, 2002 (weiblich): „Object examination task“**

In einer Habituationsphase bekommen verschiedene Objekte aus einer übergeordneten Kategorie gereicht (entweder Möbel oder Tiere), wobei sie Zeit bekommen, diese zu untersuchen. In der Testphase wird ihnen dann entweder ein neues Exemplar derselben Kategorie oder ein Objekt aus der anderen Kategorie gereicht. Untersuchen sie diese länger (Dishabituation), ist das ein Hinweis darauf, dass sie den kategorialen Unterschied erkennen!

⇒ Der Clou an Pauens Experiment ist dabei, dass die perzeptuelle und konzeptuelle Ähnlichkeit in einer Versuchsgruppe negativ miteinander korrelierten; sprich: die Objekte waren in dieser VG so gestaltet, dass sich die Möbel bzw. Tiere untereinander mehr unterschieden, als sie sich *voneinander* unterschieden (die Form des Hockers beispielsweise war der Form der Schildkröte wesentlich ähnlicher als den Formen der übrigen Möbel, darüber hinaus waren auf jedes Möbelstück schwarze Punkte bzw. Augen gemalt etc. etc.

- ⇒ **Ergebnis:** Die Kinder unterschieden zwischen den unterschiedlichen Kategorien, unabhängig davon, ob sie sich perzeptuell ähnlich waren oder nicht!
- ⇒ **Interpretation:** Kinder kommen bereits mit einem *kategorialen Basiswissen* auf die Welt!
- ✚ Gelman: legte 2-jährigen Kindern Bilder von typischen und atypischen Exemplaren einer Basiskategorie (Vögel und Dinosaurier) vor und stellte ihnen bestimmte Fragen; die atypischen Exemplare (z.B. ein Flugsaurier) wurden dabei nur dann richtig zugeordnet, wenn sie vorher vom VI richtig bezeichnet wurden („Das ist ein Dinosaurier: Lebt er in einem Nest?“).
- **Sind Begriffe bei Kindern anderes repräsentiert als bei Erwachsenen und wenn ja, wie?!** Kurz: Wie ist das semantische Gedächtnis von Kindern organisiert?!
 - Die Frage, ob Begriffe zuerst *thematisch (assoziativ)* und erst dann *taxonomisch (kategorial)* repräsentiert werden, lässt sich mit Hilfe des „Matching-to-Sample“-Paradigmas beantworten:
 - ✚ Smiley & Brown (1979): „*Matching-to-sample-task I*“
Smiley und Brown gaben 4-, 6- und 10-jährigen Kindern unterschiedliche Zielobjekte vor (z.B. „Biene“) und fragten sie, welches von 2 anderen Bildern besser dazu passe (z.B. „Honig“ oder „Schmetterling“).
 - Biene (Zielobjekt) – Honig (thematisch) – Schmetterling (taxonomisch)
 - **Ergebnis:** Bei 4- bis 6-jährigen überwiegend thematische Zuordnung, *erst bei 10-jährigen kategoriale Zuordnung.*
 - **Problem:** die Fragestellung („*Was passt besser zu [der Biene]?*“) war missverständlich! Mandler und Bauer kamen dementsprechend mit einem ähnlichen Experiment zu einem anderen Ergebnis!
 - ✚ Bauer & Mandler (1998): „*Matching-to-sample-task II*“
Kinder bekamen einen Begriff als „Zielobjekt“ (z.B. „Affe“) und sollten bestimmen, welcher von zwei anderen Begriffen dazu passt; dabei war der eine Begriff dem „Zielobjekt“ thematisch zugeordnet (z.B. „Banane“), der andere taxonomisch (z.B. „Bär“). Die Frage lautete aber: „Findest du etwas, das genauso *ist* wie das?“
 - Ergebnis: **Bereits mit 19 Monaten** entschieden sich 85% der Kinder für die taxonomische (kategoriale) Zuordnung. Ergo: Schon Kleinkinder denken, genau wie Erwachsene, in Kategorien (= taxonomisch).
 - **Keil** vertritt die These, dass Begriffe zunächst typisch und dann definierend repräsentiert werden („*characteristic-to-defining shift*“)
 - ✚ Keil (1985): „*Was ist ein Onkel, was ein Dieb und was eine Insel?!*“
5-, 7- und 9-jährigen Kindern werden jeweils zwei kurze Beschreibungen eines Begriffs („Onkel“, „Dieb“, „Insel“) dargeboten: in der einen sind zwar die definierenden Merkmale nicht erfüllt, dafür aber mehrere typische Merkmale gegeben; in der anderen ist es genau umgekehrt (beschrieben wird also z.B. eine freundliche Frau, die eine Toilettenrolle klaut und ein bewaffneter Penner, dem ein Fernseher geschenkt wird); die Kinder werden gefragt, welche von beiden Beschreibungen auf den Begriff zutrifft („Könnte die Frau ein Dieb sein?“)
 - **Ergebnis:** *die 5-Jährigen entscheiden sich überwiegend für die typischen Beschreibungen, die 10-jährigen überwiegend für die definitionsgemäßen!*
- **Mervis („Child Basic-Categories“):** weist zu Recht daraufhin, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass Kinder dieselben Basiskategorien haben wie Erwachsene. Im Gegenteil: Sie haben einen völlig anderen Erfahrungshorizont, so

dass es sogar mehr als wahrscheinlich ist, dass sie die Wirklichkeit unter anderen Gesichtspunkten wahrnehmen als wir (Worin wir ein Werkzeug sehen, ist für sie womöglich eher ein Spielzeug)!

- **Konsequenz:** Mervis' Hinweis sollte bei Experimenten zur Kategorisierung unbedingt im Hinterkopf behalten werden: Nur weil Kinder *unsere* Kategorien nicht erkennen, heißt das noch lange nicht, dass sie keine Kategorien haben!
- **Die Rolle von Sprache:**
 - Prinzipiell gilt: Konzeptuelle und sprachliche Entwicklung beeinflussen sich wechselseitig!
 - Einzelbefund: Waxman konnte zeigen, dass Kinder davon ausgehen, dass Substantive sich auf übergeordnete Kategorien beziehen, während sie Adjektive eher auf basale Kategorien beziehen!

3.2. Die konzeptuelle Unterscheidung zwischen biologisch/nichtbiologisch

3.2.0. Einleitung

- Begriffe bzw. Kategorien implizieren immer auch konzeptuelle Unterscheidungen. Letztere basieren auf *theoretischen Überzeugungen*.
 - Beispiel: Hunde und Autos unterscheiden sich nicht nur bezüglich ihres Aussehens (letztere haben Räder, erstere nicht), sondern unterscheiden sich in ihrem Wesen (belebt vs. unbelebt)
- **Die Differenzierung zwischen belebten (=biologischen) und nichtbelebten Entitäten** ist eine der ersten und wichtigsten konzeptuellen Unterscheidungen, die Kinder treffen; sie ist dabei an eine *Vielzahl theoretischer Annahmen* geknüpft:
 - Belebte Dingen können wachsen, ändern in manchen Fällen ihre Farbe und Form, vererben ihre Eigenschaften an Nachkommen weiter, bewegen sich aus eigener Kraft (Prinzip der selbstinitiierten Bewegung) – für nichtbelebte Objekte gilt all das nicht!
 - Ab wann Kinder solche theoretischen Annahmen haben und wie sie zu ihnen kommen, soll im Folgenden geklärt werden!

3.2.1. Zentrale Unterscheidungskriterien

- **Bewegung:** Ob und wie sich etwas bewegt, ist für Kinder schon früh ein Hinweis darauf, ob es sich bei dem betreffenden Gegenstand um etwas Lebendiges handelt oder nicht.
 - **Selbstinitiierte Bewegung:**
 - ✚ Vgl. Spelke et al. (s.o.): bereits **7 Monate alte Kinder** dishabituierten darauf, wenn unbelebte Objekte sich bewegen, ohne vorher angestoßen zu werden, während sie keineswegs davon überrascht sind, wenn Menschen sich bewegen, ohne angestoßen zu werden.
 - Interpretation: Bereits mit 7 Monaten unterscheiden Kinder zwischen belebten und unbelebten Entitäten nach dem *Kriterium der selbstinitiierten Bewegung*; dem entspricht, dass sie andere als responsive Agenten wahrnehmen, die durch Schreien herbewegt werden können!
 - ✚ Gelman (weiblich): zeigte **3- und 4-Jährigen Kindern** Bilder von unterschiedlichen Objekten und Tieren; nämlich: von Säugetieren; eher unbekanntem Tieren (Eidechse, Tarantula), Tierstatuen, Objekten mit Rädern (Golfbag, Fahrrad etc.) und festen Objekten (Kamera etc.); die Frage, die

die Kinder beantworten sollten, war, ob diese Dinge sich ohne Hilfe einen Berg hinauf oder hinunter (!) bewegen können.

- Bereits die **3-Jährigen** gaben in den meisten Fällen die richtige Antwort, wobei die wenigen Fehler, die sie machten, meistens nicht konzeptueller Art waren (z.B. argumentierten sie, dass die Spinne zu klein sei, um so einen großen Berg hinauf zu kommen)

➤ **Bewegungsmuster:**

✚ Die Sensibilität für Bewegungsmuster kann z.B. gemessen werden, indem den Kindern **Lichtpunkt-Animationen** dargeboten werden. Dabei zeigt sich: Bereits **3 Monate alte Kinder** unterscheiden zwischen Animationen, in denen Bewegungsmuster von Tieren dargestellt werden, von solchen, in denen die Bewegung von Fahrzeugen dargestellt wird (Dishabituation).

✚ Ein weiteres Kriterium zwischen biologischen und nicht-biologischen Bewegungen zu unterscheiden, ist deren jeweilige **Vorhersagbarkeit**. Zeigt man 4- bis 5-jährigen Kindern unterschiedliche Punktmuster und fragt sie, ob diese die Spur einer Maschine oder eines Tieres darstellen, beantworten sie diese Frage genau wie Erwachsene in Abhängigkeit davon, wie regelmäßig das dargebotene Muster ist.

➤ **Zielgerichtetheit von Bewegung:**

✚ Kinder tendieren dazu, Objekte, die sich zielgerichtet bewegen (z.B. zwei einander verfolgende Punkte) als lebendig zu charakterisieren!

- **Gemeinsame Eigenheiten („Shared Core Properties“):** a) Kinder sind sich schon früh darüber bewusst, dass biologische und nicht-biologische Entitäten unterschiedlich beschaffen sind – und zwar nicht nur äußerlich, sondern auch innerlich. b) Darüber hinaus scheinen sie davon auszugehen, dass für die Kategorisierung nichtbelebter Objekte die Funktion-, für die Kategorisierung von Lebewesen dagegen die innere und äußere Struktur wichtiger ist!

➤ **Zu a) Schon 3-jährige haben eine ungefähre Vorstellung vom Innenleben lebendiger und künstlicher Entitäten.**

✚ Gelman & Wellman (1991): 3- und 4-jährigen Kinder werden 3 Bilder gezeigt, wobei sich zwei davon äußerlich ähneln, während zwei über ein ähnliches Innenleben verfügen (z.B. Orange, Zitrone, Luftballon in Orangenform); die Frage: *Was sieht von außen gleich aus und was sieht innen gleich aus?*

- Ergebnis: Schon die 3-Jährigen liegen überzufällig oft richtig und die Fehler treten bei beiden Fragen in etwa gleichhäufig auf, was darauf hindeutet, dass die Kinder durchaus zw. Innen und Außen unterscheiden können, aber Probleme damit haben, damit umzugehen, wenn inneres und äußeres Erscheinungsbild in Konflikt zueinander stehen!

✚ Gelman (1990): Befragt man Kinder nach dem „Innenleben“ verschiedener Entitäten (z.B. Fels, Puppen, Tiere), geben Kinder meist richtige Antworten.

✚ Keil (1995): **Konkretes Wissen oder abstrakte Erwartungen?!**

In einem Experiment bekamen die Kinder (**3, 4 und 5 Jahre alt**) Bildpaare vorgelegt, wobei auf den beiden Bildern jeweils das gleiche Tier oder der gleiche Gegenstand abgebildet war - mit dem einzigen Unterschied, dass in der einen Version ein mechanisches-, in der anderen ein organisches Innenleben angedeutet war. Aufgabe der Kinder war es, auf das Bild mit dem korrekten Innenleben zu zeigen!

In einem anderen Experiment bekamen die Kinder Bilder von Tieren und Objekten gezeigt und sollten dazu das passende „Innenleben“ auswählen (organisch, mechanisch, mehrdeutig: weiße Steinchen in Gelantine)

- **Ergebnis:** Die jüngeren Kinder konnten zwar zwischen belebt und unbelebt unterscheiden, wählten aber für die Tiere häufig die mehrdeutigen Innereien
- **Interpretation:** *Insbes. junge Kinder sind sich zwar darüber bewusst, dass Belebtes innen anders aussieht als Nichtbelebtes, wissen aber nicht wie das Innenleben der versch. Entitäten konkret aussieht;* dementsprechend werden sie weniger von konkretem (erfahrungsbasiertem) Wissen, als vielmehr von abstrakten Erwartungen geleitet.
- zu b) **Während bei der Kategorisierung von Lebewesen stärker auf strukturelle Unterschiede und Gemeinsamkeiten geachtet wird, stehen bei der Kategorisierung unbelebter Objekte funktionale Aspekte im Vordergrund!**
 - ✚ Pauen (1996): 5-4 jährige bekommen Bildpaare von biologischen und nichtbiologischen Entitäten vorgelegt, die sich jeweils in einem Merkmal bzw. Körperteil optisch unterscheiden, wobei das betroffene Körperteil bzw. Merkmal jedoch in beiden Bildern dieselbe Funktion erfüllt (z.B. Maus mit dickem und dünnem Schwanz vs. Kassettenrekorder mit dickem und dünnem Gurt); Aufgabe der Kinder ist es, die Bilder noch einmal genauer zu ordnen!
 - **Ergebnis:** die Kinder trennen eher die Bilder, auf denen Tiere abgebildet sind (unterschiedliche Struktur) als die, auf denen unbelebte Objekte (dieselbe Funktion) abgebildet sind!
- **Wachstum:** Schon 3-Jährige verstehen, dass Lebewesen im Lauf der Zeit wachsen, ohne dass sich dadurch ihre Identität verändert; dass Objekte *nicht* wachsen, scheint Kindern dagegen erst etwas später voll bewusst zu sein.
 - Rosengreen (1991) zeigte **3- und 5-jährigen Kinder** schematische Zeichnungen von Objekten und Tieren und fragte sie, auf welchem von zwei andern Bildern derselbe Gegenstand abgebildet sei, bloß älter. Dabei waren die Tiere bzw. Objekte auf den zur Auswahl stehenden Bildern entweder gleich groß, größer oder kleiner als auf dem Referenzbild.
 - ⇒ **Ergebnis:** Bereits 3-jährige wählten nahezu immer die richtigen (größeren) Tierbilder; bei den Objekten machten sie zwar etwas mehr Fehler, waren aber auch hier nicht wirklich schlecht. Die 5-Jährigen waren sowohl bei den Tieren als auch bei den Objekten nahezu perfekt!
- **Vererbung und anderes:**
 - Schon **4-Jährige** haben ein Vorstellung von angeborenen und erlernten Eigenschaften:
 - ✚ Fragt man sie z.B., ob es möglich sei, dass X eine andere Augenfarbe bekommt, sagen sie „nein“; wenn es dagegen darum geht, dass X schneller laufen will, wissen sie, dass er das trainieren kann.
 - **Jüngere Kinder (< 7 Jahre)** haben jedoch noch Probleme, zu erkennen, dass die Identität von Lebewesen durch Veränderung äußerer Eigenschaften nicht verändert werden kann.
 - ✚ Keil: Fragt man sie z.B., ob ein Tiger, dessen Fell gebleicht wurde und dem vom Arzt eine Mähne verpasst wurde, noch ein Tiger ist oder durch den Eingriff zum Löwen geworden ist, votieren sie für letzteres.
 - **Erst ab dem 7. bis 9. LJ wissen Kinder, dass die Identität von Lebewesen im Unterschied zu Objekten durch äußere Manipulationen nicht verändert werden kann!**

- Schon **4-Jährige** unterscheiden zwischen *natürlichen Ursachen* (z.B. die Verfärbung der Blätter im Herbst) und *menschengemachten Ursachen* (z.B. das Springen eines Balls); sie verfügen demnach über **unterschiedliche Konzepte von Kausalität**, was umso bemerkenswerter ist, als sich natürliche Ursachen nicht unmittelbar beobachten lassen, weshalb sich das Verständnis für sie kaum auf konkrete Erfahrungen zurückführen lässt (=> Ein Argument für angeborene Theorien)!

3.3. Fazit:

3.3.1. Theoriebasierte Ansätze

- Theoriebasierte Ansätze (z.B. Gelman, Wellman u.a.) betonen, dass unser begriffliches Wissen nicht nur auf Merkmalsassoziationen beruht, sondern dass dieses Wissen von Anfang an *in domänenspezifische Theorien eingebettet* ist; letztere sind angeboren (starke Version) oder werden zumindest im ersten Lebensjahr erworben (schwache Version)
 - Heißt: Unsere Konzepte basieren nicht nur auf der Kovarianz bestimmter Eigenschaften, sondern enthalten darüber hinaus **theoretische Annahmen** darüber, wie diese Eigenschaften zustande kommen, welchem Zweck sie dienen, wie sie zu den Eigenschaften anderer Konzepte in Bezug stehen etc. etc.
 - ⇒ **Beispiel:** Vögel haben Flügel und können in den meisten Fällen fliegen – diese Tatsache lässt sich beobachten; unser Konzept von „Vögeln“ enthält jedoch darüber hinaus die kausale Annahme, dass Vögel fliegen können, *weil* sie Flügel haben! Diese Annahme haben wir, ohne sie beobachtet bzw. experimentell überprüft zu haben!
 - Die Einordnung bestimmter Exemplare in eine Kategorie erfolgt vor diesem Hintergrund nicht nur aufgrund typischer Merkmale, sondern **aufgrund theoretischer Vorannahmen („Constraints“)**, die ihrerseits bestimmen, auf welche Merkmale wir überhaupt achten!
 - ⇒ Perzeptuelle und konzeptuelle Kategorisierung beeinflussen sich vor diesem Hintergrund wechselseitig!
 - Bestimmte Konzepte sind in mehr als einem „Begriffsgerüst“ repräsentiert, woraus folgt, dass sie in unterschiedlichen Kontexten bzw. „Domänen“ unterschiedliche Bedeutung haben können.
 - ⇒ Das Konzept „Kausalität“ z.B. hat im Rahmen der intuitiven Psychologie eine völlig andere Bedeutung als im Rahmen der intuitiven Physik!
- Die These, dass die Kategorisierung von Objekten nicht nur auf beobachteten Merkmalskombinationen beruht, sondern durch angeborene Theorien mitbestimmt wird, steht in engem Zusammenhang mit dem **Konzept des „psychologischen Essentialismus“**:
 - Danach haben wir von Geburt an Annahmen darüber, was das „Wesen“ bestimmter Erscheinungen betrifft, ohne genau spezifizieren zu können, worin dieses „Wesen“ besteht; kurz: anstatt bei Null anzufangen, haben wir einen Instinkt dafür, was gleicher Art ist und was nicht. Von diesem Instinkt lassen wir uns bei der Kategorisierung von Objekten leiten!

- Bezüglich der Entwicklung der intuitiven Theorien gibt es unterschiedliche Annahmen:
 - **Carey** beschreibt die kognitive Entwicklung von Kindern - in Analogie zum Paradigmenwechsel in der Wissenschaftsgeschichte - als Wandel intuitiver Theorien („*replacement with new theories*“); kindliche Konzepte werden demnach im Lauf der Entwicklung nicht nur erweitert, sondern komplett umgeworfen (qualitativer Wandel)
 - ⇒ Ein Beispiel: Nach Carey beurteilen Kinder biologische Phänomene ursprünglich anhand psychologischer Theorien (sie schließen von Menschen auf Tieren => „mapping“ zwischen unterschiedlichen Domänen)
 - **Nach Gelman & Wellman (und Goswami!)** unterliegen die zentralen Konzepte und Theorien von Kindern dagegen keinem fundamentalen Wandel, sondern werden durch deren Erfahrungen *lediglich spezifiziert!* Dem entspricht, dass die verschiedenen domänenspezifischen Theorien nicht auseinander hervorgehen (Carey), sondern sich parallel entwickeln!

3.3.2. Anstöße durch die Neurowissenschaften

- Viele empirische Befunde (etwa zur Priorität basaler oder übergeordneter Kategorien) sind nach wie vor widersprüchlich; manche dieser Widersprüche werden jedoch klarer, wenn man sich über die neuronalen Grundlagen der Begriffsrepräsentation bewusst wird:
 - **Auf neuronaler Ebene gibt es keine abstrakten Repräsentationen**, die in einem bestimmten Areal abgespeichert würden. Stattdessen entspricht jeder Repräsentation ein **spezifisches Aktivitätsmuster, das über verschiedene Areale verteilt ist**.
 - ⇒ Dabei werden einerseits die verschiedenen sensorischen und motorischen Erfahrungen festgehalten, die an ein Konzept geknüpft sind (Aktivierung von Spiegelneuronen), andererseits wird das Konzept als Ganzes repräsentiert, indem in Abhängigkeit vom Aktivitätsmuster immer auch assoziative Areale aktiviert werden.
- **Daraus folgt:**
 1. Konzepte sind *multimodal repräsentiert* (sprich: es ist nicht nur der visuelle Eindruck gespeichert, sondern auch der Geruch, die Emotionen usw.)!
 - ⇒ In den genannten Experimenten, in denen meist mit Bildern oder Spielzeug gearbeitet wird, wird dieser Umstand vernachlässigt!
 2. **Der Gegensatz zwischen perzeptueller und konzeptueller bzw. konkreter und abstrakter Kategorisierung ist hinfällig!** Kategorisierung im Sinne einer Stabilisierung spezifischer Aktivitätsmuster ist immer beides zugleich!
 3. Ob Objekte kategorial (und zwar egal auf welcher Ebene) auseinandergehalten werden können oder nicht, hängt von der **Überlappung der durch sie ausgelösten Aktivitätsmuster** ab und davon, wie *oft* die betreffenden Muster bereits ausgelöst wurden.
 - ⇒ Die Kategorisierung von Objekten könnte dementsprechend auf mehreren Ebenen gleichzeitig stattfinden.
 4. Aktivitätsmuster und damit auch Konzepte können sich verändern; es ist daher sehr wahrscheinlich, dass Kinder z.T. andere Konzepte haben als Erwachsene (s.o.: Mervis; „*Child basic Categories*“)

4. Das Erschließen von Kausalitäten

4.1. Kausales Schlussfolgern

4.1.0. Einleitung

- Nach Goswami ist die Fähigkeit zu kausalem Schlussfolgern **a) angeboren** und **b) domänenübergreifend**. Aus ihrer Sicht ist unser Wahrnehmungssystem also von Geburt an darauf ausgerichtet, kausale Zusammenhänge – und zwar in den unterschiedlichsten Kontexten – als solche wahrzunehmen und abzuspeichern.
 - Wichtig ist diese Tendenz bzw. Kompetenz v.a. deshalb, weil sie es uns ermöglicht, **Vorhersagen über die Zukunft** zu treffen.
- Nach **David Hume** schließen wir auf Kausalität, wenn die folgenden 3 Bedingungen (**Kausalitätsprinzipien**) erfüllt sind:
 - 1) **Zeitliche Priorität der Ursache** (die Ursache muss der Wirkung zeitlich vorausgehen)
 - 2) **Zeitliche und räumliche Kontiguität** (von Ursache und Wirkung)
 - 3) **Kovariationsprinzip** (Ursache und Wirkung müssen systematisch kovariieren, d.h. regelmäßig aufeinanderfolgen)

4.1.1. Kausales Schlussfolgern in der frühen Kindheit

- Allgemeine Befunde zum kausalen Schlussfolgern bei Säuglingen und Kleinkindern
 - **Kausales Denken im Säuglingsalter:**
 - ✚ Leslies Experiment mit den Billiardkugeln zeigt, dass bereits **6 Monate alte Kinder** ein Gespür für Kausalität haben (s.o.: Kapitel 1.2.3)
 - Es gibt verschiedene Experimente, die zeigen, dass bereits **3-Jährige** dazu in der Lage sind, einfache Kausalketten zu vervollständigen; es ist jedoch umstritten, ob sie zu diesem Zweck tatsächlich kausale Schlussfolgerungen anstellen oder lediglich assoziativ vorgehen (s.u.).
 - ✚ Gelman (1980): **Vervollständigung einfacher Kausalketten**

In einem Trainingsdurchlauf bekamen 3- und 4-Jährige Kinder Bilderreihen mit jeweils 3 Bildern vorgelegt: auf dem ersten war ein Gegenstand in seinem üblichen Zustand abgebildet (z.B. eine intakte Tasse), auf dem dritten derselbe Gegenstand in einem unüblichen Zustand (kaputte Tasse) und auf dem mittleren eine mögliche Ursache für diese Transformation (z.B. ein Hammer). Nachdem die Kinder gelernt hatten, diese Reihen von links nach rechts zu lesen, wurden ihnen unvollständige Reihen dargeboten, wobei sie die Aufgabe hatten, das fehlende Bild aus 3 Alternativen auszuwählen.

 - **Ergebnis:** Bereits die 3-Jährigen trafen in den meisten Fällen die richtige Entscheidung (insbes. wenn es darum ging, das mittlere oder letzte Bild zu ergänzen)
 - **Interpretation:** Bereits 3-Jährige sind dazu in der Lage, die Ursache oder Wirkung einer Kausalkette zu erschließen.
 - ✚ Gelman (1980): **Umkehrung einfacher Kausalketten**

In einem ähnlichen Experiment fehlte immer das mittlere Bild; die Kinder hatten dabei die Aufgabe, die Reihe einmal so zu vervollständigen, dass die Kausalkette von rechts nach links verlief und einmal so, dass sie in die

andere Richtung verlief: Tasse => Hammer => Scherben; Scherben => Kleber => Tasse

- **Ergebnis:** Die 3-Jährigen hatten große Schwierigkeiten, wenn es darum ging, zu erklären, wie ein Gegenstand von einem unüblichen in seinen üblichen Zustand transformiert worden sein könnte.
 - **Interpretation:** Nach Gelman lag das jedoch lediglich daran, dass sie ihre *eigenen* Kausalvorstellungen nicht hinreichend unterdrücken konnten.
- **Kritik** (Gupta & Bryant): Aus Gelmans Ergebnissen folgt nicht zwangsläufig, dass die Kinder kausale Schlussfolgerungen getätigt haben. Statt die beiden gegebenen Bilder zu vergleichen und zu überlegen, wie sie zusammenhängen, haben sie sich vermutlich auf die *unüblichen* (=salienteren bzw. auffälligeren) Bilder konzentriert und diese *assoziativ* ergänzt!
- ✚ Um ihre These zu testen, gaben Gupta & Bryant Kindern u.a. Bilderreihen vor, in denen sowohl der Ausgangszustand der Gegenstände, als auch deren Endzustand unüblich war (letzterer in zweifacher Weise!)
 - Zum Beispiel:
 - a) Nasse Tasse => [] => *Kaputte* nasse Tasse
 - b) Kaputte Tasse => [] => *Nasse* kaputte Tasse
 - **Ergebnis:** Die 3-Jährigen konzentrierten sich wie erwartet meist auf den auffälligeren Endzustand und ergänzten dementsprechend meistens eine der Doppelreihen falsch (*in obigem Beispiel setzten sie in beiden Fällen einen Hammer ein!*)
 - ✚ In einem anderen Experiment ließen Gupta & Bryant die Kinder nur solche Reihen ergänzen, in denen ein Gegenstand aus einem unüblichen Zustand (kaputte Tasse) in einen üblichen (heile Tasse) transformiert wurde.
 - **Ergebnis:** Die 3-Jährigen hatten damit (wie schon bei Gelman) massive Probleme!
 - **Interpretation:** *Die Fähigkeit zu kausalen Schlussfolgerungen entwickelt sich zwischen dem 3. und 4. Lebensjahr, ist aber mit 3 Jahren noch keineswegs gegeben!*
- **Das Prioritätsprinzip:** Bereits 3-Jährige wissen, dass eine Ursache der Wirkung zeitlich vorausgehen muss.
 - ✚ Gelman: „*Schachtelteufel-Experiment I*“ (mit 3- bis 5-Jährigen)

Den Kindern wird ein Apparat gezeigt, der auf beiden Seiten Eingänge für eine Murmel hat; nachdem auf der einen Seite eine Murmel hineingeworfen wird, springt aus der Mitte des Apparates eine Puppe heraus; kurz darauf wird eine zweite Murmel in den anderen Gang geworfen.

 - **Ergebnis:** Alle 5-Jährigen, aber auch der Großteil der 3-Jährigen waren sich sicher, dass der Schachtelteufel-Mechanismus durch die erste (und nicht durch die zweite) Murmel ausgelöst wurde!
 - ✚ Gelman: „*Schachtelteufel-Experiment II*“ (mit 3- bis 5-Jährigen)

In einer anderen Variante wurde der Teil des Apparates mit dem „wirksamen“ Murmelgang vom Rest des Apparates entfernt, so dass es offensichtlich war, dass die erste Murmel den Teil, aus der die Puppe sprang, nicht erreichen konnte.

 - **Ergebnis:** Trotzdem hielten die meisten Kinder die erste Murmel für den Auslöser („*Das war ein Trick, oder?!*“)
 - **Interpretation:** Zeitlichen Hinweisen wird größere Bedeutung beigemessen als räumlicher Nähe (das gilt allerdings nur unter der Einschränkung, dass der tatsächliche Mechanismus nicht durchschaut werden kann)!

- **Das Kovariationsprinzip:** Gibt es für einen Effekt mehrere mögliche Ursachen, ist diejenige die wahrscheinlichste, mit der die Wirkung regelmäßig kovariiert; sprich: bei deren Vorhandensein die Wirkung eintritt und bei deren Fehlen die Wirkung ausbleibt!
 - Wie Experimente zeigen, wird dieses Prinzip *spätestens ab 3 Jahren* berücksichtigt.
 - ✚ Zeigt man 3-Jährigen z.B. einen Apparat mit 2 Hebeln und einem Licht und führt ihnen daran die verschiedenen Kombinationen vor, finden sie recht schnell heraus, welcher Hebel für das Licht verantwortlich ist und welcher nicht!
- **Das Kontinguitätsprinzip:** besagt, dass Ursache und Wirkung zeitlich und räumlich nahe beieinander liegen- bzw. durch eine lückenlose Kette kontingenter Effekte miteinander verknüpft sein müssen; das Kontinguitätsprinzip steht damit sowohl zum Prioritäts- als auch zum Kovariationsprinzip in engem Zusammenhang!
 - Wie stark Kinder die verschiedenen Prinzipien gewichten, hängt vom jeweiligen **Kontext** ab: Wenn es für eine zeitliche Verzögerung eine erkennbare Ursache gibt, wird das Prinzip der zeitlichen Kontinguität zurückgestellt; gibt es dagegen keine Ursache für eine solche Verzögerung wird ihm sogar größeres Gewicht beigemessen als dem Kovariationsprinzip.
 - ✚ **4- bis 7-jährige Kinder** bekommen eine orange-grüne Kiste gezeigt mit zwei Eingängen für eine Murmel; in der einen Bedingung ist diese Kiste mit einer anderen Kiste, in der sich eine Glocke befindet, durch eine Röhre verbunden; in der anderen Bedingung steht letztere genau unter ihr. Wirft man die Murmel auf der grünen Seite in die Kiste, klingelt 5 Sekunden später die Glocke in der anderen Kiste, wirft man sie auf der orangen Seite der Kiste ein, passiert dagegen nichts, es sei denn, man wirft sie 5 Sekunden nach der anderen ein.
 - **Ergebnis:** In der Röhrenbedingung halten die Kinder die Murmel auf der grünen Seite für die auslösende (das Kovariationsprinzip wird hier also über das der zeitlichen Kontinguität gestellt), in der Nicht-Röhren-Bedingung ist es dagegen umgekehrt!
 - **Interpretation:** Messen Kinder der zeitlichen Kontinguität größere Bedeutung zu als dem Kovariationsprinzip? – *Vermutlich ist es so, dass zeitliche Kontinguität eher als Hinweis auf die kausale Struktur als solche gewertet wird, während die Kovarianz ein Hinweis für die Kausalitätsstärke ist!*
- **Das Ähnlichkeitsprinzip:** Stehen keine anderen Informationen zur Verfügung, wird auf die Ähnlichkeit zwischen Ursache und Wirkung zurückgegriffen.
 - **Beispiele:** Ein leiser Klingelton wird eher durch einen kleinen Hebel ausgelöst, ein lauter Glockenschlag dagegen eher durch einen großen! In einer Flasche mit pinkem Deckel ist eher pinkes Färbemittel enthalten als in einer Flasche mit blauem Deckel!
 - ✚ Jüngere Kinder (6 Jahre) sind irritiert, wenn das Ähnlichkeitsprinzip anderen Prinzipien, wie z.B. dem Kovariationsprinzip widerspricht, wenn sich also z.B. herausstellt, dass doch der große Hebel den leisen Klingelton verursacht!
- **Fazit:** Kausales Schlussfolgern ist ein äußerst komplexer Prozess! Welche Informationen dabei als relevant erachtet werden und welche nicht, hängt stark vom Kontext (bzw. den zur Verfügung stehenden Infos) ab! Bereits sehr junge Kinder (ab 3-4 Jahren) sind sich jedoch über die verschiedenen Kausalitätsprinzipien bewusst und berücksichtigen sie bei ihren Schlussfolgerungen!

4.1.2. Komplexere Kausalketten

- **Bayes'sche Netze** sind mathematische Modelle, mithilfe derer aus Kovarianz-Daten die Wahrscheinlichkeiten für kausale Zusammenhänge berechnet werden können.
 - Beispiel: A, B und C kovariieren, treten also immer zusammen auf; dabei gilt, dass A nur dann mit B kovariiert, wenn zugleich B auftritt! Daraus ergeben sich folgende Möglichkeiten: $A \rightarrow B \rightarrow C / A \leftarrow B \rightarrow C / A \leftarrow B \leftarrow C$
 - Ein Vorteil von Bayes'schen Netzen besteht darin, dass sie auch abbilden können, ob eine Kovarianz lediglich beobachtet- oder durch Manipulation herbeigeführt wurde. - Ein wichtiger Unterschied: Schließlich ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine bloß beobachtete Kovarianz kausaler Art ist, meist geringer als wenn eine der beiden Variablen aktiv manipuliert wurde.
 - ⇒ Zum Unterschied zwischen beobachteten und durch Manipulation hergestellten Kovarianzen gibt es in der Entwicklungspsychologie bisher jedoch kaum Untersuchungen!
 - Untersucht wurde, ob Kinder bei der Beurteilung kovariierender Ereignisse **analog zu Bayes'schen Netzen** vorgehen, sprich: ob sie dazu in der Lage sind, Kovarianzen zu beobachten und für kausale Schlussfolgerungen zu nutzen!
 - ✚ Gopnik, 2001 (weiblich): „*Is it a 'blicket'?!*“ (2- bis 4-Jährige)
2-bis 4-Jährigen wurde ein „blicket-detector“ gezeigt, eine Fantasie-Maschine, die, wenn man „blickets“ (Fantasiewort) darauf stellt, Musik macht. Anschließend wurden 2 Objekte in verschiedenen Konstellationen auf den Detector gestellt und die Kinder sollten herausfinden, welches davon ein „blicket“ ist; in der einen Bedingung waren beide Objekte „blickets“, in der anderen nur eines.
 - **Ergebnis:** Bereits die **2-Jährigen** gaben die richtigen Antworten! Sie wussten also z.B., dass, wenn Objekt A ein „blicket“ war und zusammen mit Objekt B auf dem Detektor stand, die Kovarianz zwischen Objekt B und der Musik nichts zu bedeuten hatte!
 - **Interpretation:** *Schon 2-Jährige sind dazu in der Lage, irreleitende Kovarianzen auszublenden, was seinerseits die Fähigkeit voraussetzt, zwischen bedingten und unbedingten Wahrscheinlichkeiten zu unterscheiden.*
 - ✚ Gopnik, 2001 (weiblich): „*Turn off the music!*“ (2- bis 4-Jährige)
In einem analogen Experiment sollten die Kinder nicht sagen, welches der beiden Objekte ein „blicket“ ist, sondern, nachdem ihnen die zugrundeliegenden Kovarianzen präsentiert wurden, das richtige Objekt (bzw., wenn nötig, beide Objekte) vom Detector nehmen, um die Musik zu stoppen.
 - **Ergebnis:** Auch diese Aufgabe wurde bereits von den 2-Jährigen erfolgreich gelöst.
 - ✚ Kleine Einschränkung: Tierversuche zeigen, dass auch Ratten dazu in der Lage sind, Kovarianz-Muster zu berücksichtigen!
 - **Drei- (und mehr-)gliedrige Kausalketten** zu verstehen, setzt die Berücksichtigung kausaler Mediatoren voraus und ist daher komplexer als einfache Kausalfolgen.
 - **Bereits 3-Jährige haben ein Verständnis für 3-gliedrige Kausalketten**, d.h. sie wissen, dass Effekt C nur dann eintritt, wenn zuvor Effekt B ausgelöst wurde.
 - ✚ Gelman (weiblich): „*Fred the rabbit I*“ (4- und 5-Jährige)
4- und 5-Jährige bekommen einen Apparat vorgeführt, bei dem durch einen Stab mehrere Klappen umgeworfen werden (Dominoeffekt), wobei am Ende ein Hebel betätigt wird, der einen Hasen von einem Podest ins Bett wirft. Im Testdurchgang wird der Mittelteil des Apparates verdeckt; darüber hinaus

wird die Kausalkette unterbrochen, indem a) ein zu kurzer Stab gereicht wird oder b) die Klappen durch einen Trick blockiert werden.

- Ergebnis: Bereits die 4-Jährigen wissen in beiden Fällen, warum der Mechanismus nicht mehr funktioniert!

✚ Gelman (weiblich): „*Fred the rabbit II*“ (3- und 4-Jährige)

In einem analogen Experiment mit 3- und 4-Jährigen wird entweder der erste Mechanismus so manipuliert, dass der Apparat nicht mehr funktioniert (z.B. durch einen zu kurzen Stab) oder der mittlere Teil wird außer Kraft gesetzt, indem das Hasenpodest davon weggerückt wird.

- Ergebnis: Bereits die 3-Jährigen können die Konsequenzen dieser Manipulationen korrekt vorhersagen und logisch begründen!

- Ein weiteres Paradigma, kausale Schlussfolgerungen bei Kleinkindern zu untersuchen, sind „**logical search**“-Tasks!

➤ Dabei wird untersucht, inwiefern Kinder ihr Suchverhalten an die jeweilige Situation anpassen, sprich: ob sie beim Suchen eines verlorenen bzw. versteckten Gegenstandes logisch vorgehen und die gegebenen Informationen berücksichtigen oder nicht!

✚ Wellman (männlich): „*Spielplatzexperiment*“ (3-,4-, und 5-Jährige)

Der VI besucht mit dem Kind nacheinander 8 Stationen auf einem Spielplatz; an der 3. Station macht er ein Foto von dem Kind; an der 7. gibt er vor, die Kamera verloren zu haben.

- **Ergebnis:** Bereits die 3-Jährigen wenden die einzig adäquate Suchstrategie an, indem sie sich bei ihrer Suche auf das Areal zw. der 3. und 7. Station konzentrieren!

✚ Somerville: „*Such die Mini-Maus!*“ (2-, 3- und 4-Jährige)

Unter einer Tischdecke gibt es vier mögliche Verstecke für eine Maus; in der „*hiding task*“ beobachtet das Kind zunächst, wie der VI mit der Maus unter zwei der Verstecke greift – und, bevor er auch unter die anderen beiden Verstecke greift, offenbart, ob er die Maus noch hat oder nicht; in der „*finding task*“ ist die Maus bereits versteckt und der VI sucht sie, wobei er analog zur ersten Bedingung vorgeht, sprich: nach 2 Verstecken anzeigt, ob er sie schon gefunden hat oder nicht (das Kind hat daraufhin nicht die Maus selbst zu suchen, sondern deren Schwester, von der es weiß, dass sie sich immer im selben Versteck aufhält)!

- **Ergebnis:** Bereits 2-Jährige gehen bei ihrer ersten Suchaktion logisch vor; d.h.: sie suchen je nachdem, ob der VI die Maus nach den ersten beiden Durchgängen noch bzw. schon hatte, in einem der ersten beiden oder in einem der letzten beiden Verstecke! Erst ab 4 Jahren aber bleiben die Kinder dieser Strategie auch beim zweiten Versuch treu!

- **Mögliche Interpretation:** *Bereits mit 2 Jahren ziehen Kinder kausale Schlussfolgerungen, erst ab 4 Jahren sind jedoch dazu in der Lage, dabei mehr als eine Möglichkeit gleichzeitig zu bedenken!*

S.o. (eigener Gedanke zum A-Nicht-B-Fehler): Minimaus-Ergebnis könnte auch mit einer erhöhten Sensibilität für Verstärkung einhergehen!

4.2. Wissenschaftliches Denken und Schlussfolgern

4.2.0. Einleitung

- Die bisherigen Experimente haben gezeigt: Kinder sind schon recht früh zu kausalen Schlussfolgerungen in der Lage und benutzen dabei dieselben Prinzipien wie Erwachsene.
- Die folgenden Experimente zeigen jedoch, dass sie Schwierigkeiten haben, sobald **mehrere mögliche Ursachen** zur Auswahl stehen (z.B. wenn die Geschwindigkeit eines Pendels, sowohl von dessen Länge als auch von dessen Gewicht abhängen kann). In einem solchen Fall ist es erforderlich, **konfundierende Variablen (Störvariablen)** auszuschließen, was seinerseits die Fähigkeit voraussetzt, (unabhängig von den zur Verfügung stehenden Daten) **verschiedene Hypothesen aufzustellen** und diese **systematisch zu prüfen**.
 - Nach Piaget sind Kinder zu einem solchen Denken (=hypothetisches bzw. wissenschaftliches Denken) erst zwischen 11 und 12 Jahren in der Lage (formal-operatives Stadium)
 - Mittlerweile gibt es jedoch Befunde, die darauf hindeuten, dass Kinder schon wesentlich früher zu wissenschaftlichen Schlussfolgerungen in der Lage sind.

4.2.1. Die Fähigkeit, Hypothesen aufzustellen und zu testen

- Die Befunde zum wissenschaftlichen Denken bei Kindern sind z.T. sehr widersprüchlich und hängen stark von der Art der Aufgabenstellung ab. Worum es in den folgenden Studien geht, ist meist die Frage, wie genau Kinder ihre Schlussfolgerungen an die gegebenen Daten zurückbinden, sprich: wie vertraut sie tatsächlich mit dem Kovariationsprinzip sind und ob sie konfundierende Variablen als solche erkennen oder nicht.
 - **Kuhn** kommt auf der Basis solcher Experimente zu dem Ergebnis, dass Kinder **erst mit frühestens 11 Jahren** zu wissenschaftlichem Denken in der Lage sind.
 - ✚ Kuhn (1988): „*Welches Essen ruft Erkältungen hervor?*“ (11 u. 14 Jahre)
Kindern zwischen 11 und 14 Jahren wurden vier Bilder gezeigt, auf denen jeweils verschiedene Mahlzeiten und Getränke abgebildet waren sowie entweder erkältete- oder gesunde Kinder. Aufgabe der Pbn war es, zu entscheiden, welche der abgebildeten Gerichte (Pommes, Äpfel, Cola etc.) zu einer Erkältung führen und welche nicht; dazu mussten sie darauf achten werden, **welche der Gerichte zu 100% mit der Erkältung kovariierten** und welche nicht!
 - **Ergebnis:** Nur die älteren Kinder konnten die Kovarianzinformation nutzen - obwohl auch sie (übrigens genau wie Erwachsene) keineswegs perfekt waren! Die meisten Fehler waren „**Inklusionsfehler**“, d.h.: auch Gerichte, die nur in einem der beiden Fälle mit Erkältung kovarierten wurden als Auslöser interpretiert!
 - **Interpretation:** erst **ab ca. 12 Jahren** ist es Kindern möglich, Hypothesen aufzustellen und systematisch zu prüfen (= wissenschaftliches Denken)!
 - **Kritik:** Das Ergebnis könnte damit mit dem theoretischen **Vorwissen** der Kinder konfundiert sein; so ist es z.B. wahrscheinlich, dass Kinder Äpfel für gesunder halten als Cola; dass sie sich bei der Auswertung der Daten von solchen Überzeugungen leiten haben lassen, ist ebenfalls wahrscheinlich (und wie ein Blick in die Wissenschaftspraxis zeigt) keineswegs per se unwissenschaftlich!

- Andere Befunde zeigen, dass auch schon jüngere Kinder durchaus zu wissenschaftlichem Denken in der Lage sind!
 - ✚ Sodian (1991): „*Große oder kleine Maus?*“ (6- und 8-Jährige)

Wie lässt sich herausfinden, ob sich eine kleine oder eine große Maus im Haus versteckt: Indem man eine Käsebox mit kleinem Eingang oder eine mit großem Eingang aufstellt?!

 - **Ergebnis:** Bereits die 6-Jährigen votieren für die Box mit kleinem Eingang und sind dazu in der Lage, dieses Votum entsprechend zu begründen.
 - **Interpretation:** *Schon 6-Jährige haben eine Vorstellung davon, wie Hypothesen am besten getestet werden können.*
 - ✚ Perner et al. (1993): „*Fake Evidence*“-Task (4- bis 6-Jährige)

4- bis 6-Jährige bekommen Bilder gezeigt, in denen Kinder mit Zahnlücken rotes Essen essen, Kinder ohne Zahnlücken dagegen grünes (100% Kovarianz). Bereits die 4-Jährigen können daraus erschließen, welches Essen Zahnlücken hervorruft! Wird die Evidenz im Anschluss gefälscht, indem den Kindern mit Zahnlücken grünes Essen in die Hand gedrückt wird, wissen bereits die **5-Jährigen**, dass eine neu hinzugekommene Puppe die entgegengesetzte Hypothese aufstellen würde!
- **Fazit:** Die Schwierigkeiten, die Kinder mit wissenschaftlichem Denken haben, scheinen weniger grundsätzlicher Art zu sein, als vielmehr von der Aufgabenschwierigkeit abzuhängen; damit unterscheiden sie sich nicht prinzipiell von den Schwierigkeiten Erwachsener; auch diese haben nämlich vielfach große Probleme damit, adäquate Hypothesen aufzustellen und systematisch zu prüfen.
 - **Kurz:** Wissenschaftliches Denken ist schlicht und ergreifend eine **anspruchsvolle Sache!** Dass Kinder darin noch nicht optimal sind, ist daher alles andere als verwunderlich!

4.2.2. Die Fähigkeit zu multivariaten Schlussfolgerungen

- Multivariate Schlussfolgerungen sind Schlussfolgerungen, bei denen mehrere Variablen als Ursache in Frage kommen; damit die Schlussfolgerung formallogisch korrekt ist, müssen dabei sowohl **konfundierende Variablen** ausgeschlossen-, als auch **mögliche Wechselwirkungen** berücksichtigt werden.
- Ergebnisse zur Integration von 2 Faktoren:
 - Ein bekanntes Paradigma ist in d. Zusammenhang die Balkenwaagen-Aufgabe:
 - ✚ **Robert Siegler:** „*Balkenwaagen-Aufgabe*“ (5- bis 17-Jährige)

Kinder unterschiedlichen Alters (5-,9-,13- und 17-jährige) sollen die Lage einer Balkenwaage vorhersagen; variiert werden dabei zum einen die Gewichte, zum anderen deren Abstand zum Drehpunkt der Waage. Um zu einer richtigen Einschätzung zu kommen, müssen die Kinder also sowohl die **Anzahl der Gewichte** als auch deren **Lage** berücksichtigen und zueinander in Beziehung setzen.

 - Anhand der Strategien, die die Kinder bei dieser Aufgabe anwenden, lassen sich **4 Regeln** unterscheiden, die nach Siegler jeweils unterschiedliche Entwicklungsstufen widerspiegeln:
 1. **Regel:** Berücksichtigt wird ausschließlich das Gewicht!
 2. **Regel:** Neben dem Gewicht wird auch die Lage berücksichtigt, allerdings nur, wenn die Anzahl der Gewichte gleich ist!
 3. **Regel:** Anzahl und Lage der Gewichte werden zwar beide berücksichtigt, allerdings nicht zueinander in Bezug gesetzt; wenn

beides unterschiedlich ist (Anzahl und Gewicht), muss daher geraten werden!

4. Regel: Gewicht und Lage werden multiplikativ zueinander in Bezug gesetzt (es senkt sich immer die Seite, auf der das Produkt aus Anzahl und Abstand am größten ist)!

- **Ergebnisse: 5-Jährige** halten sich an die 1. Regel und berücksichtigen lediglich das Gewicht; **ab 9 Jahren** wird am häufigsten die 2. oder 3. Regel angewandt, **zw. 13 und 17** am häufigsten die 3. Regel; die 4. Regel wird nur von wenigen Kindern (unterschiedlichen Alters) beherrscht.
- **Interpretation:** kognitive Operationen basieren auf der Anwendung von Regeln; die kognitive Entwicklung ist dementsprechend nichts anderes als ein fortgesetztes Lernen neuer Regeln („*Rule-Assessment-Approach*“); die Übernahme neuer Regeln erfolgt dabei nicht abrupt, sondern allmählich (Modell überlappender Wellen)

✚ **Gewichts- bzw. Distanz-Anpassungsaufgaben!**

An Sieglers Experiment wurde kritisiert, dass dadurch die Kompetenzen der Kinder unterschätzt würden: Dass diese Lage und Gewicht nicht multiplikativ miteinander verknüpfen, heißt schließlich noch lange nicht, dass sie sie überhaupt nicht zueinander in Bezug setzen! Darüber hinaus zeigen Aufgaben, in denen die Kinder die Waage ausbalancieren müssen, dass **bereits 9- und 12-Jährige** zu einer multiplikativen Verknüpfung der beiden Variablen Distanz und Gewicht in der Lage sind!

- In eine ähnliche Richtung wie die Balkenwaagen-Aufgabe zielt die „**Force-Table-Task**“: Auch hier müssen zwei Variablen, nämlich **Winkel** und **Kraft**, berücksichtigt und aufeinander bezogen werden.

✚ **Pauen: „Force-Table-Task“ (6- bis 9-Jährige)**

Die „Force-Table“-Apparatur besteht aus einer runden Scheibe, in deren Mitte ein Zylinder steht, an dem zwei Fäden mit Waagschalen befestigt sind, die an den Seiten der Scheibe herunterhängen. Variiert wird sowohl die Anzahl der Gewichte in den beiden Waagschalen als auch der Winkel, in dem die Waagschalen zum Zylinder hängen. Aufgabe der Kinder ist es, eine Mulde so zu drehen, dass der Zylinder, wäre er nicht befestigt, durch die beiden auf ihn wirkenden Kräfte hineingezogen würde.

- **Ergebnis:** Die jüngeren Kinder (< 9) drehen die Mulde immer so hin, dass sie sich direkt unter dem Faden der schwereren Waagschale befindet; sie berücksichtigen also ausschließlich das Gewicht. Nur von den **9-Jährigen** sind einige (45%) dazu in der Lage, Gewicht und Winkel miteinander zu verrechnen.
- **Interpretation:** Pauen geht davon aus, dass die Fehler der jüngeren Kinder nicht zuletzt darauf zurückzuführen sind, dass der Apparat sie an eine Waage erinnert; die Kinder sind daher versucht, den „Force Table“ analog zu einer Waage zu beurteilen, was jedoch irreführend ist, da bei Waagen tatsächlich nur *eine* Kraft (nämlich das Gewicht) zu berücksichtigen ist.

- ✚ Tatsächlich zeigt sich, dass die Leistung in der „Force-Table-Task“ dadurch verbessert werden kann, wenn die Kinder zuvor mit einer manipulierten Waage konfrontiert werden, deren Stand nur anhand von 2 Variablen vorhergesagt werden kann (Gewicht und Achsenposition).

- Ergebnisse zur **Integration von 3 Variablen:**
 - Bereits **5-Jährige** haben eine Vorstellung davon, wie Zeit, Weg und Geschwindigkeit zusammenhängen: $Weg / Zeit = Geschwindigkeit$; $Zeit \times Geschwindigkeit = Weg$
 - ✚ Um das zu testen, sollen die Kinder anzeigen, wie weit sich verschiedene Tiere (Meerschwein, Schildkröte und Katze) in einer bestimmten Zeitspanne fortbewegt haben (Weg) bzw. wie lang sie wohl gebraucht haben, um einen angezeigten Punkt zu erreichen (Zeit).
 - Ergebnis: Bereits die 5-Jährigen scheinen die verschiedenen Variablen multiplikativ zu verknüpfen, auch wenn sie, v.a. wenn nach Zeit und Geschwindigkeit gefragt ist, z.T. noch viele Fehler machen!

4.3. Sonstiges

4.3.1. Intuitive Fehlannahmen

- Unsere Wahrnehmung führt nicht nur zu korrekten Annahmen über die Beschaffenheit der Welt, sondern auch zu Fehlannahmen!
- Solche Fehlannahmen finden sich jedoch nicht bei Kindern, sondern **auch bei Erwachsenen.**
 - **Beispiel:** Wir alle halten die *Aristotelische Physik* intuitiv für plausibler als die *Newtonsche*. Die *Impetustheorie* von Aristoteles besagt, dass jede Bewegung eine Ursache haben muss; daraus folgt, dass z.B. die Flugbahn eines Balls, der von einem fahrenden Zug herunterfällt, gerade und nicht gebogen ist (schließlich bekommt der Ball keinen direkten Anstoß) – Tatsächlich fällt der Ball jedoch in einem parabolischen Bogen nach vorne!
 - Die Annahme, dass alle Dinge auf geradem und direktem Weg nach unten fallen, wird als **Gravitationsfehler** bezeichnet.
 - ✚ Hood: „*Röhrenlabyrinth I*“ (2- bis 4-Jährige)
Präsentiert man Kindern zw. 2 und 4 undurchsichtige Röhren, die sich auf dem Weg nach unten kreuzen und fragt sie, wo ein Ball unten herauskommt, wenn man ihn in eine bestimmte Röhre oben hineinwirft, suchen die meisten Kinder direkt unterhalb des jeweiligen Röhreneingangs; sie berücksichtigen also nicht, dass die Röhren gebogen sind und dadurch die Flugbahn des Balls verändern (Gravitationsfehler)!
 - ✚ Hood: „*Röhrenlabyrinth II*“ (5 ½-Jährige)
Der Fehler tritt bei 5½-Jährigen, die die Aufgabe eigentlich gecheckt haben, erneut auf, wenn die Aufgabe verkompliziert wird und statt einer zwei Kugeln eingeworfen werden!
 - **Interpretation: Kinder (und damit auch Erwachsene!) überwinden ihre intuitiven Fehlannahmen nicht, sondern lernen lediglich, sie aktiv zu unterdrücken!** Sobald die kognitive Beanspruchung zu groß dazu ist, fallen sie daher wieder in sie zurück!

4.3.2. Handlungswissen vs. deklaratives Wissen

- Die meisten Experimente zum kausalen Schlussfolgern bei Kindern umfassen aktive Handlungen (Spielzeugtiere müssen bewegt werden, Gewichte verlagert etc. etc.); es spricht jedoch vieles dafür, dass das prozedurale und deklarative Wissen z.T. auseinanderklaffen bzw. letzteres erst aus dem prozeduralen Wissen erwächst.
 - Untersuchungsbeispiel:
 - ✚ Krist ließ **6-Jährige, 10-Jährige und Erwachsene** aus unterschiedlichen Höhen auf ein etwas entferntes Ziel auf dem Boden werfen und vorher einschätzen, wie dabei die Wurfgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Höhe variiert werden muss, um das Ziel zu treffen. Die richtige Antwort auf diese Frage (je tiefer, desto fester musste geworfen werden) konnten lediglich die Erwachsenen geben, praktisch umgesetzt wurde die Regel aber schon von den 6-Jährigen!

4.3.3. Anstöße durch die Neurowissenschaften

- Neurowissenschaftliche Studien zum kausalen Schlussfolgern mit Kindern gibt es bis dato nicht, wohl aber mit Erwachsenen:
 - Aufgaben zum kausalen, analogen, deduktiven, induktiven und wissenschaftlichen Schlussfolgern führen allesamt zur **Aktivierung ähnlicher Regionen (dorsolateral, parietal und frontal)**
 - ⇒ **Ergo:** Wissenschaftliches Denken ist keine Sonderform des logischen Denkens, sondern steht in engem Zusammenhang mit allen anderen Formen des Schlussfolgerns!
 - Darüber hinaus wird durch bildgebende Verfahren nahegelegt, dass **theoretisch überholte Konzepte** (wie Aristoteles Impetustheorie) nicht aufgegeben werden, sondern gleichzeitig mit den neuen Konzepten aktiviert werden; sie müssen daher bei der Problemlösung **aktiv gehemmt** werden (s.o.)
 - Ob etwas plausibel erscheint oder nicht, hat Einfluss darauf, wie das Kovarianzprinzip genutzt wird, sprich: wie mit Daten umgegangen wird!
- **Fazit:** Zwischen dem kausalen Schlussfolgern von Kindern und Erwachsenen besteht kein qualitativer Sprung, sondern lediglich ein **quantitativer Unterschied**.
 - Sowohl Kinder als auch Erwachsene haben intuitive Fehlannahmen; letztere sind lediglich besser darin, diese zu hemmen!
 - ⇒ Die kognitive Entwicklung ist demensprechend nicht durch radikale Brüche und konzeptuelle Paradigmenwechsel geprägt (⇔ Carey)
 - Schlussfolgerungen, die für Kinder schwer sind (wie z.B. multivariate Schlussfolgerungen) sind auch für Erwachsene schwer!

5. Soziale Kognition, mentale Repräsentation & Theory of Mind

5.1. Theoretische Kontroversen zur Entstehung der „Theory of mind“

5.1.0. Einleitung

- Die „Theory of Mind“ ist das Kernstück einer intuitiven Alltagspsychologie; man versteht darunter die **Fähigkeit, uns selbst und anderen mentale Zustände zuzuschreiben** (z.B. Absichten, Wünsche, Emotionen oder Überzeugungen), und diese aus dem Verhalten zu erschließen.
 - Die „Theory of Mind“ setzt voraus, dass mentale Repräsentationen als solche mental repräsentiert werden (**Metarepräsentationen**)
 - ⇒ Ergo: Keine „Theory of Mind“ ohne die Fähigkeit zu Metakognition!
 - Festgemacht wird das Vorhandensein einer „Theory of Mind“ vor diesem Hintergrund an der Frage, ob **Überzeugungen unabhängig vom Zustand der Realität** repräsentiert werden können oder nicht.
 - ⇒ Überprüft wird diese Frage anhand von „**False Belief**“-Aufgaben (s.o.u.u.)

5.1.1. Das Symbolspiel bzw. „Als ob“-Spiel

- Beim Symbol- oder Als-ob-Spiel werden **Objekte in einer verfremdeten Bedeutung** verwendet (z.B. eine Banane als Telefonhörer oder ein Stock als Pistole)
 - Einfache Formen des Symbolspiels treten oft schon im ersten Lebensjahr auf, komplexere Formen entwickeln sich meist erst im zweiten (s.u.).
 - Durch Modelle kann das Symbolspiel gezielt gefördert werden!
- Früher ging man davon aus, dass die Entwicklung des Symbolspiels in engem Zusammenhang mit der **Sprachentwicklung** steht.
 - Der Gedanke dahinter ist naheliegend: Genau wie die Sprache setzt das Als-ob-Spiel ein **Verständnis für Symbole** voraus; in dem einen Fall muss man wissen, dass die Bedeutung, die man einem Objekt gibt, von dessen Erscheinung abweichen kann; in dem anderen Fall muss man wissen, dass die Bedeutung von Wörtern nicht mit deren Lautfolge identisch ist (Unterscheidung zwischen Signifikant und Signifikat)
 - Tatsächlich gibt es Befunde, die darauf hindeuten, dass die Entwicklung der Sprache und die des Symbolspiels **parallel** verlaufen:
 - ⇒ Die ersten Worte treten meistens zusammen mit den ersten Formen des Symbolspiels auf; nämlich am **Ende des ersten Lebensjahres!**
 - Das Symbolspiel ist dabei anfangs (zw. 8 und 12 Monaten) noch stark an die Wirklichkeit gebunden (z.B. tut das Kind so, als würde es aus einer Tasse trinken, obwohl diese leer ist)
 - ⇒ Im **zweiten Lebensjahr** werden sowohl die Worte als auch die Formen des Symbolspiels zunehmend abstrakter!
 - Das Symbolspiel ist in dieser Phase nicht mehr an den unmittelbaren Kontext gebunden, sondern vermag sich zunehmend von diesem zu lösen, und wird insgesamt komplexer (z.B. gibt das Kind seinem Teddy aus einer leeren Tasse zu trinken)
 - ⇒ Die ersten „**Sätze**“ (Wortkombinationen) fallen i.d.R. in dieselbe Zeit, in der auch das Symbolspiel ausgedehnter wird und mehrere Als-ob-Handlungen hintereinander umfassen kann (**2. Lebensjahr!**)
 - Der Teddy bekommt erst zu trinken, wird dann geputzt und schließlich ins Bett gebracht!

- ⇒ Die ersten **grammatischen Konstruktionen** treten in der Regel gemeinsam mit dem „geplanten“ **Symbolspiel** auf (**Ende des 2. Lebensjahres**)
 - In dieser Phase hat sich das Symbolspiel ganz vom Kontext gelöst und wird, bevor es durchgeführt wird, bewusst geplant (etwa indem geeignete Gegenstände dafür gesucht werden)
- Eine andere Interpretation des Symbolspiels legte erstmals **Leslie (1987)** vor: Aus seiner Sicht ist das Symbolspiel der erste Hinweis darauf, dass zu den primären Repräsentationen der Umwelt **Metarepräsentationen** treten! Letztere wiederum sind Voraussetzung dafür, nicht nur sich selbst, sondern auch anderen mentale Repräsentationen zuzuschreiben. Das Symbolspiel wird von Leslie dementsprechend als der **Grundstein der „Theory of Mind“** angesehen.
 - En Detail: Das Kind muss, damit es einem Objekt „in Gedanken“ eine andere Bedeutung geben kann, zumindest eine grobe Vorstellung davon haben, was Gedanken überhaupt sind. Wäre dem nämlich nicht so, würde das Kind nicht nur *vorgeben*, dass die Banane ein Telefonhörer ist, sondern würde die beiden Gegenstände *tatsächlich* verwechseln. Schließlich kann man nur wissen, dass man in Wirklichkeit eine Banane und lediglich in Gedanken einen Telefonhörer in der Hand hat, wenn man weiß, dass es so etwas wie Gedanken überhaupt gibt und dass sie sich von der Realität unterscheiden können!
 - ⇒ Kurz: Um zwei **konkurrierende Repräsentationen** gleichzeitig im Bewusstsein halten zu können, müssen diese **metakognitiv koordiniert** werden können!
- Eine dritte Interpretation des Symbolspiels besagt, dass es sich dabei lediglich um **Imitationen** handelt; so verstanden, setzt das Symbolspiel keine spezifischen kognitiven Fähigkeiten voraus, sondern ist schlicht und ergreifend der Versuch, zu kommunizieren.
 - Die zentrale Rolle der Imitation betont v.a. **Meltzoff!** Aus seiner Sicht ist nicht das Symbolspiel, sondern die Imitation der **Schlüssel zu einer Theory of Mind!** Indem die Kinder andere imitieren *und* indem sie registrieren, wie sie von anderen imitiert *werden*, schließen von den eigenen mentalen Zuständen auf die mentalen Zustände anderer; darüber hinaus lernen sie, indem diejenigen, die sie imitieren, meist Intentionen und Absichten in ihr Verhalten hineininterpretieren, mehr über ihre *eigenen* mentalen Zustände (z.B. wenn das Kind die Puppe nur hin und her haut – und die Mutter aber so tut, als hätte das einen bestimmten Sinn)!
 - Kurz: Anderen mentale Zustände zuzuschreiben, basiert auf einem **Analogieschluss:**
 - ⇒ XY verhält sich so wie ich, also denkt/fühlt/will XY vermutlich auch das gleiche!
 - ⇒ Wenn ich mich so verhalte wie XY, denke/fühle/will ich das und das; also denkt/fühlt/will XY vermutlich auch das und das!

5.1.2. Wellmans „Belief-Desire“-Psychologie

- **Wellman** beschreibt die „Theory of Mind“ als „*Belief-desire psychology*“: Wir erklären uns menschliches Verhalten, indem wir uns selbst und anderen Wünsche bzw. Absichten (Desires) und Überzeugungen (Beliefs) zuschreiben!
 - Wünsche und Absichten sind nicht mit physiologischen Bedürfnissen oder Zuständen (Hunger, Angst, Schmerz) zu verwechseln; es handelt sich bei ihnen eindeutig um psychologische (intentionale) Konstrukte (wer ein Eis will, gibt sich nicht mit Schokolade zufrieden)
- Dabei geht Wellman davon aus, dass Kinder zunächst (nämlich **ab 2. Jahren**) nur einfache **Wünsche** repräsentieren können und erst **ab ca. 3 Jahren** ein Verständnis für **Überzeugungen** entwickeln.
 - Dass Wünsche in der Tat leichter zu erschließen und zu repräsentieren sind als Überzeugungen, liegt auf der Hand.
 - ⇒ Erstens sind sie enger an beobachtbare Verhaltensweisen geknüpft!
 - ⇒ Zweitens erfordern sie zumindest nach Wellman keine Metarepräsentationen; es reicht, wenn man weiß, dass es sich bei ihnen um einen internalen Zustand handelt, der sich intentional auf reale Objekte und Ereignisse (=primäre Repräsentationen) bezieht.
- Nach Wellman verstehen 2-Jährige die mentalen Zustände anderer also lediglich in **intentionaler** Hinsicht; ein **repräsentationales** Verständnis des Bewusstseins haben sie noch nicht!
 - Die Behauptung, dass Kinder ab 2 Jahren Wünsche und ab 3 Jahren Überzeugungen repräsentieren können, wurde von Wellman wie folgt getestet:
 - ✚ 2- und 3-Jährigen wurden einfache Geschichten vorgelesen, wobei sie die Aufgabe hatten, das Verhalten der Protagonisten vorauszusagen. In manchen Geschichten reichte es dabei aus, deren Wünsche verstanden zu haben, in anderen mussten sowohl die Wünsche als auch die Überzeugungen des Protagonisten berücksichtigt (und von den eigenen Wünschen und Überzeugungen abgegrenzt) werden. Beispiel: „*Im Kindergarten von XY, kann man entweder Puzzle oder Sand spielen. - Was würdest du lieber machen?*“ - „*Sandspielen*“ – „*XY will lieber Puzzle spielen. Wo, glaubst du, wird XY hingehen?!*“
 - Kritik: Es ist meiner Ansicht nach nicht ganz klar, wo in den Geschichten der Unterschied zw. Absichten und Überzeugungen liegt!
 - Für das frühe Auftreten einer einfachen „Desire“-Psychologie gibt’s ebenfalls mehrere Befunde:
 - ✚ Gopnik (1997): „*Crackers oder Brokkoli?!*“
14- und 18 Monate alte Kinder sollen entscheiden, ob sie dem VI entweder Brokkoli oder Cracker geben, wobei der VI zu Beginn des Experiments zum Ausdruck gebracht hat, was er lieber mag!
 - **Ergebnis:** Die 14 Monate alten Kinder gaben dem VI überwiegend das Essen, das ihnen selber lieber war (Crackers), die 18 Monate alten Kinder reichten dagegen das, was der VI lieber mochte!
 - **Interpretation:** **Ca. ab 18 Monaten** haben Kinder ein Verständnis für die Wünsche! Sie wissen, dass es sich dabei um internale Zustände handelt und das sie von Person zu Person unterschiedlich sein können!
 - **Goswami:** Das Verständnis für Wünsche und Überzeugungen entwickelt sich mehr oder minder parallel! Es findet daher kein radikaler Theoriewandel statt (von der „Desire“- hin zur „Belief-Desire“ Psychologie), sondern eine kontinuierliche Verbesserung beider Komponenten! Ihnen beiden liegen nämlich dieselben

Mechanismen zugrunde: Ein Verständnis für zielgerichtete Handlungen, ein Verständnis für Intentionen und die Fähigkeit zur Imitation (alle 3 Mechanismen hängen dabei eng mit den „Spiegelneuronen“ zusammen: s.u.)

5.1.3. False Belief

- Das Verständnis falscher Überzeugungen gilt allgemein als der deutlichste Hinweis auf das Vorhandensein einer Theory of Mind (s.o.).
 - Verhaltensvorhersagen, die auf der Repräsentation falscher Überzeugungen basieren, sind nämlich die einzigen Vorhersagen, die nicht auf den beobachteten Fakten beruhen können, da sie von diesen abweichen (Vgl. Dennett).
- Die klassische False-Belief-Aufgabe stammt von Perner und Wimmer (1983). Sie hat zu der weit verbreiteten Annahme geführt, dass sich ein Verständnis für mentale Repräsentationen erst **zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr** entwickelt.
 - **Wimmer & Perner (1983): Maxi und die Schokolade! (3- bis 6-Jährige)**
Kindern wird folgende Geschichte erzählt: Maxi verstaut eine Schokolade im grünen Schrank; während er draußen beim Spielen ist, benutzt sie die Mutter zum Kochen und legt sie danach in den blauen Schrank. Die Frage: „Wo sucht Maxi die Schokolade, wenn er vom Spielplatz zurückkommt?“
 - ⇒ **Ergebnis: Nahezu alle 3-Jährigen** geben die falsche Antwort; **ca. 50% der 4- bis 5-Jährigen** und **90% der 6- bis 7-Jährigen** geben dagegen die richtige Antwort!
 - ⇒ **Interpretation: 3-Jährige können Überzeugungen anderer noch nicht unabhängig von der Realität repräsentieren!** Diese Fähigkeit entwickelt sich erst zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr!
 - **Gopnik et al. (1988): „Die Smartiesrolle“**
Kindern wird eine Smartiesrolle gezeigt und sie werden danach gefragt, was sie darin vermuten. Nachdem sie „Smarties“ geantwortet haben, zeigt ihnen der VL, dass in Wirklichkeit Stifte in der Verpackung sind. Auf die Frage, welchen Inhalt sie vorhin vermutet hätten, antworten unter 4-Jährige: „Buntstifte!“
 - ⇒ 3-Jährige haben demnach sogar Schwierigkeiten, ihre *eigenen* falschen Überzeugungen zu erkennen!
 - ⇒ **Interpretation: Ihre Fehler in False-Belief-Aufgaben sind nicht auf unzureichende Perspektivübernahme zurückzuführen, sondern auf das mangelnde Verständnis eigener und fremder mentaler Zustände.**
 - Die Ergebnisse der diversen False-belief-Experimente sind äußerst **stabil** und **kulturübergreifend**; die Leistung der jüngeren Kinder kann dabei auch durch aktive Hilfe (etwa indem sie extra noch mal zum Nachdenken aufgefordert werden) nur unwesentlich verbessert werden!
 - In den Zeitraum zw. dem 3. und 4. Lebensjahr fallen eine Vielzahl anderer (meta-) kognitiver Entwicklungen:
 - ⇒ Die **Unterscheidung zwischen Schein und Sein** ist ebenfalls erst ab 4 J. möglich; genau wie die False-Belief-Aufgaben setzt diese Unterscheidung die metakognitive Kompetenz voraus, konkurrierende Repräsentationen zu koordinieren!
 - „Der Schwamm sieht aus wie ein Fels (Schein), *ist* aber ein Schwamm (Sein)“!
 - ⇒ Erst ab 4 Jahren können Kinder die Frage beantworten, woher sie etwas wissen (s.u.: „**source monitoring**“)
 - ⇒ ...

- Trotzdem wird die Auffassung, dass sich zwischen 3 und 4 bzw. 6 Jahren ein fundamentaler Wandel vollzieht, in jüngster Zeit zunehmend angezweifelt (so auch von Goswami). Die wichtigsten Kritikpunkte sind dabei:
 - Bei entsprechender Abwandlung der False-Belief-Aufgaben können sie auch schon von jüngeren Kindern gelöst werden!
 - ✚ **Baillargeon** (s.o. Kapitel 2.4.1.): **Bereits 15 Monate alte Kinder** dishabituierten darauf, wenn das Verhalten einer Person im Widerspruch zu deren Überzeugung steht.
 - ✚ Siegal & Beattie (1991): Fragt man die Kinder: „Wo wird Maxi *zuerst* nach der Schokolade suchen“, schneiden auch jüngere Pbn wesentlich besser ab!
 - Erklärung: Die klassische Form der False-Belief-Aufgaben (Wimmer und Perner) führt bei jüngeren Kindern zu dem Missverständnis, sie müssten sagen, wo Maxi die Schokolade suchen *solle*!
 - These: Das Problem, das jüngere Kinder mit False-Belief-Aufgaben, hat nichts mit einer fehlenden Theory of Mind zu tun, sondern hängt damit zusammen, dass jüngere Kinder nicht dazu in der Lage sind, saliente Repräsentationen („da ist die Schokolade!“) zu unterdrücken (**mangelnde Inhibition salienter Repräsentationen**)!
 - ✚ Russell: „**Window-Task**“ (3- und 4-Jährige)
 - 3- und 4-jährige Kinder bekamen ein Spiel beigebracht, in dem es darum ging, zu erraten, in welcher von zwei Schachteln Schokolade versteckt ist; dabei mussten die Kinder, um die Schokolade zu bekommen, immer auf die Schachtel zeigen, die leer war; die bekam dann nämlich der VI; im Experiment selbst hatten die Schachteln Fenster, so dass die Kinder sehen konnten, wo die Schokolade war und wo nicht!
 - **Ergebnis:** Obwohl bzw. gerade weil sie die Schokolade sehen konnten, zeigten die 3-Jährigen immer auf die Box, in der die Schokolade war (sie wendeten damit wider besseren Wissens genau die falsche Strategie an); bei 4-Jährigen war das anders.
 - **Interpretation:** 3-Jährige haben Schwierigkeiten damit, die Reaktion auf ein salientes Objekt zu unterdrücken! Dasselbe Problem könnte ihrer schlechten Leistung in False-Belief-Aufgaben zugrundeliegen.
 - Schon jüngere Kinder sind zu **Täuschung und Lüge** in der Lage!
 - ⇒ Gegenargument: Die Täuschungsmanöver jüngerer Kinder setzen keine „Theory of Mind“ voraus, sondern sind **gelernte Strategien zur Vermeidung negativer Konsequenzen** (daher auch die Ungeschicklichkeit kindlicher Lügen: das ganze Gesicht voller Schokolade aber Leugnen, genascht zu haben!).
- Inwiefern hängt das Verständnis für mentale Repräsentationen mit dem **Verständnis für Repräsentationen allgemein** zusammen?!
 - **Zaitchik** vertritt in diesem Zusammenhang die These, dass die Probleme in False-Belief-Aufgaben nicht darauf zurückzuführen sind, dass die zu repräsentierenden Zustände *mental* sind, sondern darauf, dass jüngere Kinder generell Schwierigkeiten damit haben, Repräsentationen zu verstehen. Sie wissen nicht, dass es sich dabei um Abbildungen handelt, die als solche von der Realität abweichen können.
 - ✚ Zaitchik: „**False-Photograph-Task** (3- bis 5-Jährige)
 - Gegenstand X wird mit einer Polaroidkamera am Ort Y fotografiert und anschließend an einen anderen Ort gestellt; die Kinder müssen daraufhin beantworten, an welchem Ort der Gegenstand *auf dem Foto* ist!

- **Ergebnis:** Sowohl die 3-Jährigen als auch die 4-Jährigen sind von dieser Aufgabe überfordert; sie schneiden darin noch schlechter ab als in False-Belief-Aufgaben!
- **Interpretation:** Wie in den False-Belief-Aufgaben müssen in der False-Photograph-Task zwei konkurrierende Repräsentationen der Wirklichkeit koordiniert werden – mit dem einzigen Unterschied, dass es sich bei der einen nicht um mentale-, sondern um eine bildliche Repräsentation handelt!
- ✚ Andere Experimente mit demselben Paradigma haben mittlerweile zu anderen Ergebnissen geführt und gezeigt, dass auch **schon 3-Jährige** durchaus mit „False-Picture-Tasks“ zurechtkommen!
 - **Interpretation:** Zaitchiks These ist falsch! Wahrscheinlicher ist, dass das Verständnis für bildliche und mentale Repräsentationen sich unabhängig voneinander entwickeln.
- ✚ **Studien mit Taubgeborenen** zeigen, dass diese erst wesentlich später als gesunde Kinder dazu in der Lage sind, False-Belief-Aufgaben zu lösen, während ihre Leistungen in „False-Picture-Tasks“ durchaus altersgemäß sind. Taubgeborene, die von Anfang an in Zeichensprache unterrichtet wurden (weil sie z.B. taube Eltern haben), lösen False-Belief-Aufgaben dagegen in etwa genauso früh wie gesunde Kinder.
 - **Interpretation:** 1) Scheint sich das Verständnis für Repräsentationen *allgemein* unabhängig vom Verständnis für *mentale* Repräsentationen zu entwickeln (s.o.) 2) Ist die schlechtere Leistung Taubgeborener in False-Belief-Aufgaben vermutlich darauf zurückzuführen, dass ihnen eine wichtige Informationsquelle (die Sprache) fehlt.
 - **Fazit:** Die Entwicklung einer „Theory of Mind“ wird durch Sprache und Kommunikation bzw. indem die Eltern mentale Zustände zur Sprache bringen, enorm begünstigt (s.u.)!

5.2. Der Einfluss von Sprache und Kommunikation

5.2.1. Sprachentwicklung

- **Zwischen 20 und 28 Monaten** lernen Kinder zunehmend, innere Zustände sprachlich auszudrücken.
 - Die dazu notwendigen Begriffe lassen sich dabei in folgende Kategorien einordnen:
 - ⇒ Wahrnehmung (hören, sehen, etc.); physiologische Zustände (Hunger, Wachheit etc.); Emotionen (Freude, Ekel, Ärger usw.); Volition und Fähigkeit (Wünsche, Bedürfnisse, Fähigkeiten etc.); Kognition (Wissen, Gedächtnis, Träume etc.); moralische Urteile und Verpflichtungen
 - Z.B.: „ich will/er will“; „er war böse!“...
 - ⇒ **Moralische und emotionale Begriffe** (insbesondere solche, die Unzufriedenheit ausdrücken) werden recht früh-, Begriffe, die sich auf die **Kognition** beziehen, eher später gelernt.

5.2.2. Die Bedeutung kommunikativer Erfahrungen

- Dass Kommunikation und Sprache wichtige Informationsquellen für die sozialkognitive Entwicklung sind, liegt auf der Hand: Allein aus Beobachtungsdaten zu schließen, wie sich jemand gerade fühlt bzw. was er denkt, will oder weiß, ist oftmals schwierig bis unmöglich!
- Wie genau sich die kommunikativen Erfahrungen von Kleinkindern auf deren sozialkognitive Entwicklung auswirken, ist mittlerweile in diversen **Längsschnittstudien** untersucht worden:
 1. Je mehr in der Familie über mentale Zustände und Emotionen geredet wird, desto besser sind Kinder später in **False-Belief-Aufgaben** und umso besser ist ihr Verständnis für Emotionen („*perspective-taking-tasks*“)!
 2. In einer Trainingsstudie von Tomasello konnte nachgewiesen werden, dass speziell das **Nachfragen** („*Wie hast du das genau gemeint?*“ ...) ein Verständnis für falsche Überzeugungen fördert (Leistung in False-Belief-Aufgaben).
 - ⇒ Logisch: Wenn man Kinder häufiger danach fragt, wie sie etwas gemeint haben, fördert das das Verständnis dafür, dass Gesprächspartner unterschiedliche Perspektiven haben können!
 3. Eine wichtige Variable für die sozialkognitive Entwicklung ist die „**mind-mindedness**“ der Mutter; man versteht darunter die Tendenz, das Kind als ein Individuum mit Bewusstsein zu behandeln. Je stärker diese Tendenz ausgeprägt ist, desto früher entwickeln Kinder ein Verständnis für mentale Zustände!
 - ⇒ Eine ausgeprägte „mind-mindedness“ liegt z.B. vor, wenn die Mutter den Vokalisationen des Kindes Bedeutung beimisst anstatt sie als kindliches Lallen abzutun!
 - ⇒ Mind-mindedness geht meist einher mit einem **sicheren Bindungsstil**, der wiederum zu einem positiven „inneren Arbeitsmodell“ führt!
- Neben den Eltern haben auch **Geschwister und Peers** einen großen Einfluss auf die sozialkognitive Entwicklung. Auch das ist - wen wundert's? – durch diverse Längsschnittstudien belegt:
 1. **Kinder mit Geschwistern (insbesondere älteren) erwerben ihre „Theory of Mind“ im Durchschnitt früher als Kinder ohne Geschwister.**
 - ⇒ Die Wahrscheinlichkeit, dass sie im Alter zw. 3 und 4 Jahren False-Belief-Aufgaben lösen können, ist fast doppelt so hoch!
 - ⇒ Der Effekt bleibt dabei auch dann bestehen, wenn man berücksichtigt, dass auch die verbalen Fähigkeiten von Kindern mit Geschwistern im Schnitt höher sind!
 - ⇒ Erklärung: Mit Geschwistern lassen sich andere kommunikative Erfahrungen machen als mit Erwachsenen; darüber hinaus ist das Als-ob-Spiel mit Geschwistern ausgeprägter und anders strukturiert als das Als-ob-Spiel mit Eltern: es umfasst vielfältigere Themen, ist häufiger als Rollenspiel angelegt, ist emotionaler usw. usw.
 2. **Ab dem 3., 4. Lebensjahr (Kindergartenalter) werden Peers immer wichtiger.** Dabei zeigen Korrelationsstudien, dass die Leistungen in False-Belief-Aufgaben umso besser sind, je mehr Kinder im Rollenspiel mit ihren Freunden über Emotionen reden. Letzteres ist bei Mädchen insgesamt häufiger der Fall als bei Jungen!
 3. **„Bullies“ (= „Mobber“) zeigen, anders als vielleicht erwartet, oftmals überdurchschnittliche Leistungen in Tests zur sozialen Kognition.**
 - ⇒ Wie dieser Zusammenhang zustande kommt, ist noch unklar: Wird die sozialkognitive Entwicklung von „Bullies“ durch ihr Mobbing gefördert oder setzt ihr Mobbing besondere sozialkognitive Kompetenzen voraus?

- **Fazit:** Der Einfluss, den Sprache und Kommunikation auf die sozialkognitive Entwicklung haben, ist vielfältig; folgende Aspekte scheinen dabei besonders bedeutsam zu sein:
 - Sprache ist das **zentrale Medium**, um mentale Zustände auszudrücken und damit greifbar zu machen.
 - Nach Russell kommt noch ein weiterer Aspekt hinzu: Da **Wörter willkürliche Konventionen** sind, wird genau genommen mit jeder sprachlichen Äußerung eine Überzeugung zum Ausdruck gebracht - nämlich die Überzeugung, dass die Wörter, die man benutzt, auch tatsächlich das bezeichnen, was man meint! In diesem Sinn setzt Sprache schon rein formal ein Verständnis für mentale Zustände voraus!
 - ✚ Zeigt man 16-Monate alten Kindern Bilder von vertrauten Gegenständen (Katze, Schuh etc.) und bezeichnet sie falsch, zeigen sich die Kinder sichtlich irritiert: sie schauen einen länger an, korrigieren einen, wenn sie es können, versuchen, sich bei ihren Müttern rückzuversichern und fangen manchmal sogar an zu weinen!
 - **Interpretation:** Die Kinder haben eine Vorstellung davon, dass jemand, der Objekte anders bezeichnet als sie eigentlich heißen, eine falsche Überzeugung hat! Offenbar fällt es ihnen leichter, falsche Überzeugungen bezüglich einer **sozialen Wirklichkeit** (Sprache) zu repräsentieren als solche, die sich auf die **objektive Wirklichkeit** beziehen!
 - **Rollenspiele** bieten einen Kontext, in dem in besonderem Maße über Gefühle, Gedanken und Wünsche diskutiert wird. Darüber hinaus fördern sie...
 - a) die Fähigkeit zur Perspektivübernahme
 - b) die Fähigkeit, unterschiedliche Repräsentationen zu koordinieren (=> Metarepräsentationen)
 - Manchmal wird Spiel und Realität von Kindern noch verwechselt (insbesondere wenn etwas Gruseliges gespielt wird)

5.3. Schluss

5.3.1. Verschiedene Erklärungsansätze:

- **Modularitätstheorie** (z.B. Leslie, Baron-Cohen):
 - Die „Theory of mind“ (TOM) ist modular angelegt und von Geburt an vorhanden (nativistische Sichtweise). Die Defizite jüngerer Kinder werden nicht auf falsche Konzepte zurückgeführt, sondern auf zu hohe Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsanforderungen (eine Frage der Reifung); das Konzept der falschen Überzeugung kann insofern nicht trainiert werden.
- **Simulationstheorie** (z.B. Harris):
 - Kinder verstehen die geistigen Prozesse anderer, indem sie sie in ihrem eigenen Innern simulieren („Was würde *ich* tun, denken, glauben, fühlen?“); „false belief“ erfordert zwei Simulationen: Realität, wie sie war, und die falsche Überzeugung!
- **Theorie-Theorie** (z.B. Wellman, Gopnik usw.):
 - Konzept der falschen Überzeugung ist trainierbar, indem Evidenz für die richtige Theorie geliefert wird (s.o.: Kap. 5)!
- **PERNER:** Um False-belief-Aufgaben lösen zu können, braucht man ein generelles Verständnis für Repräsentationen (=> **Metarepräsentationen**)
 - False-Belief = Metarepräsentation einer Missrepräsentation

5.3.2. Anstöße aus den Neurowissenschaften

- **Zur Modularitätstheorie:** Zwar zeigt sich, dass das Lösen von False-Belief-Aufgaben mit *typischen Aktivitätsmustern* (Temporallappen, medialer Präfrontalkortex etc.) einhergeht; ob es tatsächlich eine spezifische Region zur Repräsentation mentaler Zustände gibt, ist bisher aber noch unklar.
- Dass die schlechten Leistungen in False-Belief-Tasks durch exekutive Defizite zustande kommen, kann mehr oder minder ausgeschlossen werden: Es gibt *kein neuronales Substrat, das sowohl bei ToM-, als auch bei exekutiven Aufgaben aktiviert wäre!*
- Eine wichtige (wenn auch nicht die einzige) Grundlage für unsere sozialkognitiven Fähigkeiten bilden die sog. „**Spiegelneuronen**“:
 - Rizzolatti entdeckte im prämotorischen Kortex von Affen Neuronen, die sowohl bei der Ausführung, als auch beim Beobachten von Handlungen aktiviert wurden; er bezeichnete sie als „Spiegelneuronen“!
 - Mittlerweile konnte am Menschen gezeigt werden, dass durch Spiegelneuronen nicht nur *Handlungen*, sondern auch deren *Intentionen* kodiert werden.
 - ✚ Pbn beobachten ein und dieselbe Handlung (nämlich wie eine andere Person nach einer Teetasse greift), jedoch in unterschiedlichem Kontext (das eine Mal während einer Kaffeekränzchen, das andere mal danach: angedeutet durch Krümel und halb aufgegessenen Kuchen)
 - **Ergebnis: Obwohl die selbe Handlung beobachtet wird, feuern jeweils unterschiedliche Spiegelneuronen!**
 - ✚ Spiegelneuronen reagieren lediglich auf Handlungen von *Lebewesen*, nicht auf maschinelle Abläufe (echter Arm vs. Roboterarm), was ebenfalls dafür spricht, dass mit der Handlung zugleich deren Intention registriert wird!
 - Spiegelneuronen sind nicht nur beim Beobachten, sondern auch beim Imitieren von Handlungen aktiviert; sie bilden daher vermutlich die *Grundlage des Imitationslernens!*
 - Spiegelneuronen sind beim Beobachten und Imitieren von Gesichtsausdrücken und Gesten aktiviert; sie bilden daher vermutlich die *Grundlage für unsere Fähigkeit, die Emotionen anderer aus deren Gesichtsausdruck zu erschließen.*
 - ✚ Bei Autisten, die emotionale Gesichtsausdrücke nicht deuten können, sind beim Beobachten emotionaler Gesichter auch keine Spiegelneuronen aktiv!
 - Um dieses Ergebnis kausal zu interpretieren, bedürfte es jedoch Längsschnittstudien!

6. Metakognition, exekutive Funktionen und Schlussfolgern

6.1. Metagedächtnis

6.1.1. Begriffsklärung:

- Das Konzept der Metakognition wurde von **Flavell** in die Diskussion eingeführt: Man versteht darunter sowohl die Fähigkeit, über das eigene Denken nachzudenken, als auch das Wissen, das auf diese Weise erworben wird.
 - Klassischer Weise wird zwischen 2 Komponenten unterschieden: dem Wissen über die eigenen Kognitionen (**deklarative Wissenskomponente**) und der Kontrolle über die eigenen Kognitionen (**prozedurale Kontrollkomponente**).
 - Metakognition spielt in verschiedenen Bereichen der kognitiven Entwicklung eine zentrale Rolle; die 3 wichtigsten Bereiche sind:
 - ⇒ Theory of Mind → Metarepräsentationen (s.o.)!
 - ⇒ Gedächtnis → Metagedächtnis
 - ⇒ Exekutivfunktionen → Überwachung und Regulation der eigenen kognitiven Prozesse und Handlungen
 - Der zentrale Unterschied zwischen der Metakognitionsforschung und der ToM-Forschung ist, dass erstere den Schwerpunkt auf die *eigenen* Kognitionen, letztere den Schwerpunkt auf die mentalen Zustände *anderer* legt!
- Das Metagedächtnis ist eine Sonderform der Metakognition und umfasst folgende Komponenten:
 - **Das deklarative Metagedächtnis** entspricht dem verbalisierbaren Wissen über Gedächtnisvorgänge; dabei wird i.d.R. zw. 3 Wissensbereichen unterschieden:
 1. **Wissen um Personenmerkmale** (Wie gut ist das eigene Gedächtnis und das anderer?)
 2. **Wissen um Aufgabenmerkmale** (Was macht den Schwierigkeitsgrad einer Gedächtnisaufgabe aus?)
 3. **Wissen um Strategiemerkmale** (Welche Gedächtnisstrategien gibt es und in welchen Situationen sind sie am effektivsten?)
 - *Kognitive Lernstrategien*: Wiederholungs- (Rehearsal-), Organisations- und Elaborationsstrategien
 - *Metakognitive Lernstrategien*: Planung, Überwachung, Bewertung
 - **Das prozedurale Metagedächtnis** umfasst zwei Komponenten: die Fähigkeit zur Überwachung von Lernprozessen („**Monitoring**“) und die Fähigkeit zur Kontrolle und Regulation von Lernprozessen („**Control- and Self-regulation**“)

6.1.2. Zur Entwicklung des Metagedächtnisses

- **Das deklarative Metagedächtnis:** ist erst *gegen Ende der Grundschulzeit (also ca. mit 10, 11 Jahren)* einigermaßen konsolidiert!
 - Untersucht wurde die Entwicklung des deklarativen Metagedächtnissen u.a. anhand von Interviewstudien:
 - ✚ Eine klassische **Interviewstudie von Kreutzer** zeigt, dass sich das deklarative Metagedächtnis im Lauf der Grundschulzeit beständig verbessert, so dass Fünftklässler bereits über ein recht spezifisches Wissen über Person-, Aufgaben- und Strategiemerkmale verfügen.
 - Jüngere Kinder (5 Jahre) scheinen v.a. Probleme damit zu haben, mehrere Variablen gleichzeitig zu berücksichtigen (s.o.): z.B. die Anzahl zu lernender Items *und* die dafür zur Verfügung stehende Zeit!

- **Das prozedurale Metagedächtnis:** Im Hinblick auf die Entwicklung des prozeduralen Metagedächtnisses, muss zwischen Überwachungsprozessen („monitoring“) und Prozessen der Selbstregulation („Control“) unterschieden werden.
 - **A) Die Fähigkeit zur Überwachung („monitoring“)** eigener Lernprozesse wird üblicherweise anhand von Leistungsvorhersagen und Performanzurteilen getestet. Dabei zeigt sich, dass diese bereits bei Grundschulern (6 bis 10-Jährigen) recht präzise sind. Die beobachteten Alterstrends sind dementsprechend eher gering!
 - 1) **Paradigma der Leistungsvorhersage: „Feeling of knowing“ (FOK)**
 - Dabei werden die Kinder gefragt, ob sie sich zutrauen, momentan nicht erinnerte Items in einer Wiedererkennungsaufgabe zu identifizieren.
 - 2) **Paradigma der Leistungsvorhersage: „Ease of learning“ (EOL)**
 - Dabei werden Kinder gebeten, *vor* der Bearbeitung einer Gedächtnisaufgabe einzuschätzen, wie sie darin abschneiden werden, sprich wie viele Items sie sich merken werden.
 - V.a. bei EOL-Aufgaben liegen jüngere Kinder (< 9) oft ziemlich daneben, was aber wohl v.a. daran liegt, dass jüngere Kinder generell zu Selbstüberschätzung neigen (der Wunsch ist Vater des Gedankens)
 - 3) **Paradigma der Performanzurteile: „Judgement of learning“ (JOL)**
 - Dabei sollen die Kinder entweder direkt oder einige Minuten *nach* der Bearbeitung einer Gedächtnisaufgabe einschätzen, wie sie beim nächsten Lerndurchgang abschneiden werden.
 - **B) Selbstregulative Fähigkeiten („control“):** Die selbstregulativen Fähigkeiten werden i.d.R. daran festgemacht, inwiefern Kinder dazu in der Lage sind, ihre Lernzeit einzuteilen (Allokation der Lernzeit) und wie gut sie darin sind, ihre Abrufbereitschaft („Recall Readiness“) einzuschätzen. Was diese Maße betrifft, zeigen sich dabei deutlich stärkere Alterseffekte als beim Monitoring!
 - ⇒ **Allokation der Lernzeit:** Jüngere Kinder (≤ 8) verwenden auf leicht zu lernendes Material (z.B. hoch assoziative Wortpaare wie Hund – Katze) genauso viel Zeit wie auf leicht zu lernendes Material; erst **ab ca. 10 Jahren** wird auf leichten Lernstoff signifikant weniger Zeit verwendet!
 - ⇒ **Paradigma der Leistungsvorhersage: „Recall Readiness“**
Jüngere Kinder haben oft Probleme ihre Reproduktionsbereitschaft („recall readiness“) richtig einzuschätzen, was dazu führt, dass sie Lernvorgänge oft zu früh abbrechen (Selbstüberschätzung?!).
- **„Source Monitoring“:** Die Fähigkeit zum „source monitoring“ entwickelt sich erst **zwischen 4 und 8 Jahren**; vorher haben Kinder oft große Probleme damit, zu sagen, woher sie etwas wissen.
 - Die Probleme mit dem „source monitoring“ hängen vermutlich damit zusammen, dass der **Frontallappen** bei jüngeren Kindern noch nicht ausgereift ist. Patienten, deren Frontallappen geschädigt ist, zeigen nämlich ähnliche Probleme.
 - Bedeutsam sind die Befunde zum „source monitoring“ v.a. für die Beurteilung kindlicher Zeugenaussagen; schließlich sind Kinder, sofern sie oft nicht wissen, woher sie etwas wissen, hoch anfällig für Suggestibilität!
- **Lernstrategien:** Die Anwendung von Lernstrategien (Wiederholung, Organisation, Elaboration) hängt unmittelbar mit der Lernleistung zusammen; sie nimmt mit dem Alter (insbes. während der Grundschulzeit) enorm zu! Darüber hinaus treten in verschiedenen Altersstufen mehr oder weniger spezifische Probleme auf, so dass grob zwischen 3 Stadien des Strategieerwerbs unterschieden werden kann:

- 1) **Mediationsdefizit** (tritt v. a. *bei jüngeren Kindergartenkindern* auf): Strategien können auch *nach* Vermittlung und Training nicht angewandt werden, da offenbar die nötigen Voraussetzungen (Mediatoren) fehlen.
 - 2) **Produktionsdefizit** (lässt sich v. a. *bei Vorschulkindern und Schulanfängern* beobachten): Strategien können zwar nach Vermittlung und Training gewinnbringend genutzt werden, werden aber nicht spontan, sondern nur nach Aufforderung angewandt.
 - ⇒ Das Produktionsdefizit ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass das Wissen über die Nützlichkeit einer Strategie (als ein Teil des deklarativen Metagedächtnisses) noch nicht hinreichend ausgebildet ist!
 - 3) **Nutzungsdefizit** (z. T. sogar noch bei Erwachsenen beobachtbar): Strategien werden zwar angewandt, führen aber nicht zu einer Leistungsverbesserung.
 - ⇒ Das Nutzungsdefizit kann **2 Ursachen** haben:
 - a) eine *unzureichende Automatisierung der Strategie* (Anwendung schluckt noch zu viel Kapazität)
 - b) eine *mangelnde Sensitivität dafür, wann und wie die Strategie wirkungsvoll einsetzbar ist*
 - ⇒ Das Nutzungsdefizit geht mit **motivationalen Problemen** einher („*Wozu das Ganze, wenn es ohnehin nichts bringt?*“), denen im Unterricht entgegengewirkt werden muss.
 - ⇒ Das Nutzungsdefizit muss keineswegs notwendigerweise auftreten und ist daher in der Forschung umstritten; tatsächlich tritt es vermutlich v. a. *bei komplexeren Lernstrategien* auf.
- Der **Zusammenhang zwischen Metagedächtnis und Gedächtnis** liegt laut einer Metaanalyse von Schneider bei $r = .41$
 - Ein unzureichend entwickeltes deklaratives Metagedächtnis, genauer: fehlendes Wissen über die Relevanz von Strategien, wird als *Ursache für das Produktionsdefizit* angesehen (s.o.); aus diesem Grund nimmt der Zusammenhang zw. Metagedächtnis und Gedächtnis mit dem **Alter** zu!
 - **Rückkopplungshypothese (Flavell)**: Die Beziehung zwischen Trainingserfolg und Metagedächtnis ist *bidirektional*!

6.2. Exekutivfunktionen

6.2.0. Einleitung

- Die wichtigsten Exekutivfunktionen sind:
 - 1) **Inhibitorische Kontrolle** (*die Fähigkeit, Reaktionen auf irrelevante, aber saliente Reize zu unterdrücken*)
 - 2) **Planung und strategische Kontrolle** (*die Fähigkeit, Strategien anzuwenden und komplexere Verhaltensfolgen zu planen*)
 - 3) **Das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis** (*die Fähigkeit, mehrere Items simultan zu verarbeiten und im Bewusstsein zu halten*)
- Die für die genannten Funktionen relevanten Hirnareale sind alle im **Frontalkortex** gelegen.
 - Der Frontalkortex ist der Teil des Gehirns, der am langsamsten reift (nämlich bis zur Adoleszenz). Kinder zeigen daher ähnliche exekutive Defizite wie Patienten mit frontalen Hirnläsionen!
- Je mehr **metakognitives Wissen** Kinder erwerben, desto besser werden sie darin, **kognitive Prozesse zu kontrollieren**, was letztlich zu einer erhöhten kognitiven Flexibilität führt!

6.2.1. Die wichtigsten Exekutivfunktionen und wie sie sich entwickeln

- **Inhibitorische Kontrolle:** Um die Fähigkeit zu inhibitorischer Kontrolle bei Kindern zu überprüfen, stehen **2 Aufgabentypen** zur Verfügung:
 - In „**Delay-Tasks**“ geht es darum, eine Belohnung aufzuschieben.
 - ⇒ Die Kinder sollen eine Süßigkeit (z.B. ein M&M) für 30 Sekunden auf ihrer Zunge behalten bevor sie sie hinunterschlucken.
 - ⇒ Die Kinder bekommen die Augen verbunden und dürfen nicht spicken, während der VI lautstark ein Geschenk für sie auspackt!
 - ⇒ Die Kinder dürfen eine Süßigkeit, die unter einem Glas liegt, erst dann nehmen, wenn der VI mit einer Glocke klingelt (wobei der VI die Glocke oft erst einige Sekunden nachdem er sie vom Tisch genommen hat klingeln lässt)
 - In „**Conflict-Tasks**“ geht es darum, dominante Verhaltensweisen zu unterdrücken.
 - ⇒ „**Day/Night-Task**“: Bei Bildern mit einem Mond sollen die Kinder „Tag“ sagen und bei Bildern mit einer Sonne „Nacht“ (verlangt ist also immer die inkompatible Reaktion)
 - ⇒ Der VI gibt immer eine von zwei **Handgesten** vor (Faust oder Zeigegeste), wobei die Kinder in manchen Durchgängen mit derselben, in anderen Durchgängen mit der jeweils anderen Geste reagieren sollen.
 - ⇒ „**Dimensional Change Card Sorting Test**“ (DCCS): Karten sollen entweder nach der Farbe oder nach dem abgebildeten Symbol sortiert werden; wobei die Sortierregel alle 5 Trials wechselt!
 - **3- und 4-Jährige** schaffen es nicht, die Regeländerungen umzusetzen, sie sortieren also auch nach einem Wechsel nach der alten Regel weiter – und das obwohl sie die neue Regel verbal durchaus benennen können!
 - Sollen die Kinder die Karten nicht selbst sortieren, sondern lediglich das Sortierverhalten einer Puppe beurteilen, tritt, sobald der erste Regelwechsel erfolgt ist, dasselbe Problem auf: Sie beurteilen das Verhalten der Puppe immer dann als richtig, wenn es falsch ist!
 - **Ergo: Was die Kinder (< 5) nicht unterdrücken können, ist weniger die motorische Reaktion auf eine alte Regel, als vielmehr deren kognitive Repräsentation!** Zugrunde liegt also kein motorischer, sondern ein repräsentationaler Konflikt; es fehlt den Kindern an kognitiver Flexibilität (Aufmerksamkeitswechsel zw. konkurrierenden Repräsentationen)!
 - ⇒ „**Gambling Tasks**“: Die Pbn sollen Karten von einem von 2 Stapeln ziehen; während die Karten auf dem einen Stapel höhere Gewinne, dafür aber auf die Dauer auch mehr Verlust einbringen (Risikostapel), bringt der andere Stapel zwar niedrigere Gewinne, dafür aber auf die Dauer weniger Verlust.
 - Normalerweise läuft es so, dass die Vpn in den ersten Durchgängen den Risikostapel bevorzugen, im Lauf des Spiels aber bald dazu übergehen, ihre Karten vorzugsweise vom anderen Stapel zu ziehen.
 - Anders bei Kindern (< 4 Jahren) und Patienten mit orbitofrontaler Läsion: Sie bleiben meist beim Risikostapel, obwohl diese Strategie aufs ganze Spiel gesehen von Nachteil ist!
 - **Erklärung:** Die saliente Reaktion bzw. Repräsentation (Karten mit großem Gewinn) kann nicht unterdrückt werden!
 - Experimentelle Befunde: Die Leistung in Delay- und Conflict-Tasks nimmt **zw. dem 3. und 6. Lebensjahr** kontinuierlich zu und erreicht **etwa im 7. Lebensjahr** ihren **Höhepunkt!** Der entscheidende Faktor scheint dabei die zunehmend bessere Koordination konkurrierender Repräsentationen zu sein!

- **Planung und strategische Kontrolle:** Die Fähigkeit von Kindern, das eigene Verhalten bewusst zu planen, wird u.a. mit folgenden Methoden überprüft:
 - **Turm von Hanoi:** Verschieden große Scheiben auf einem Holzstift müssen auf einen anderen Holzstift verlagert werden, dabei sind 2 Regeln zu beachten:
 - 1) Darf immer nur *eine* Scheibe bewegt werden (und nie zwei gleichzeitig)
 - 2) Darf nie eine größere auf einer kleineren Scheibe abgelegt werden.
 - Ergebnis: 3 und 4-Jährige schneiden in dieser Aufgabe in etwa gleich gut ab
 - **„Truck-Aufgabe“:** Verschieden farbige Briefe sollen so in einen Laster geladen werden, dass sie später möglichst effektiv ausgeteilt werden können (an Häuser derselben Farbe)!
 - Experimentelle Befunde: Planungsfähigkeit und inhibitorische Kontrolle scheinen sich weitgehend unabhängig voneinander zu entwickeln; beide Kompetenzen nehmen dabei v.a. im **Vorschulalter** zu!
- **Arbeitsgedächtnis:** Als Maß für die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses gilt die **Gedächtnisspanne**. Diese entspricht der Anzahl von Items (Wörter, Zahlen oder Buchstaben), die nach kurzer Präsentation in der richtigen Reihenfolge reproduziert werden kann.
 - Die Gedächtnisspanne nimmt in der Grundschulzeit rapide zu:
 - ⇒ 4 Zahlen im Alter von 4 Jahren → 6-7 Zahlen im Alter von 12 Jahren
 - Während diese Verbesserung früher meist auf eine strukturell bedingte Steigerung der Gedächtniskapazität zurückgeführt wurde, tendiert man heute eher dazu, sie auf **Prozessmerkmale** zurückzuführen.
 - ⇒ V. a. 2 Modelle sind dabei populär: Das eine führt die Verbesserung der Gedächtnisspanne auf eine höhere Item-Identifikations- und Verarbeitungsgeschwindigkeit zurück (Case), das andere Modell erklärt die Verbesserung mit einer erhöhten Artikulationsgeschwindigkeit (Baddeley).
 - **Die Theorie von Robbie Case:** geht davon aus, dass sich im Lauf der Entwicklung nicht die **Verarbeitungskapazität**, sondern lediglich deren **Effizienz** ändert.
 - ⇒ Case unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen dem **„operating space“** (Arbeitsspeicher) und dem **„storage space“** (Kurzzeitspeicher).
 - ⇒ Durch biologische **Reifung** (Myelinisierung der Nervenbahnen), v.a. aber durch die zunehmende **Automatisierung** kognitiver Prozesse (Übung und Anwendung von Strategien), laufen diese zunehmend schneller ab und brauchen **weniger Platz im „operating space“** – mit dem Ergebnis, dass **mehr Speicherplatz im „storage space“** zur Verfügung steht!
 - **Die Theorie von Baddeley:** unterscheidet im Zusammenhang mit dem Arbeitsgedächtnis zwischen einer zentralen Exekutive und 2 Dienstleistungssystemen: eines davon („visuo-spatial sketch pad“) ist für die Verarbeitung bildhafter Infos zuständig, das andere („phonological loop“) für die Verarbeitung verbaler Infos.
 - ⇒ Für die Verarbeitung verbaler Infos gilt dabei: *Je mehr Wörter in einer bestimmten Zeitspanne artikuliert werden können, umso länger die Sequenzen, die im „phonological loop“ simultan gespeichert bzw. verarbeitet werden können.*
 - **Wortlängeneffekt** (je kürzer die Wörter, desto mehr werden gemerkt)
- Die Fähigkeit zu inhibitorischer Kontrolle (insbesondere Conflict-Tasks) und die Gedächtnisspanne (Arbeitsgedächtnis) stehen in engem Zusammenhang mit der Leistung in **False-Belief-Tasks**; die Planungsfähigkeit dagegen nicht.
 - Erklärung: Bei False-Belief-Tasks müssen **a)** verschiedene Repräsentationen im Bewusstsein gehalten und **b)** irrelevante Repräsentationen unterdrückt werden.

6.2.2. Anstöße aus den Neurowissenschaften

- Die verschiedenen Exekutivfunktionen sind allesamt im **Frontalkortex** angesiedelt. Da der Frontalkortex zudem die Hirnregion ist, die am längsten reift (bis in die Adoleszenz), liegt es somit mehr als nahe, dass kognitive Entwicklungen in der späten Kindheit, insbes. die Verbesserung der Exekutivfunktionen, auf die Reifung des Frontalkortex zurückgehen.
- Durch neurologische Befunde (fMRT-Studien usw.) wird diese Vermutung zusätzlich gestützt:
 - Zeichnet man während verschiedener **Inhibition-Tasks** (z.B. Stroop-Test oder Go-/No-go-Tasks) die Hirnaktivität auf, zeigt sich, dass diese in frontalen Regionen signifikant ansteigt und zwar insbes. im **dorsolateralen Präfrontalkortex**.
 - Darüber hinaus zeigt der Vergleich zwischen Kindern und Erwachsenen, dass diese **präfrontale Aktivierung** (genau wie die Leistung) **mit dem Alter zunimmt**.
 - Trotzdem lassen sich aus diesen (rein korrelativen) Befunden keine kausalen Schlüsse ziehen. Sprich: wir können nicht sagen, ob die Verbesserung der Exekutivfunktionen auf die erhöhte Aktivierung des Frontalkortex zurückzuführen ist oder ob es umgekehrt ist - und die zunehmende Aktivierung des Frontalkortex auf die Verbesserung der Exekutivfunktionen zurückgeht.
 - ⇒ Was es braucht, sind Längsschnittstudien!!

6.3. Metakognition und Schlussfolgern

6.3.1. Einleitung:

- Schlussfolgerndes Denken bedeutet allgemein, von etwas Gegebenem zu etwas Neuem zu kommen. Dabei lassen sich 2 bzw. 3 Arten des Schlussfolgerns unterscheiden:
 - 1) **Deduktives Schließen:** „Vom Allgemeinen zum Besonderen“
 - ⇒ Beim deduktiven Schließen wird auf Sachverhalte geschlossen, die in einem gegebenen Sachverhalt **impliziert** sind! Deduktive Schlüsse sind daher **logisch zwingend!**
 - ⇒ Ein typisches Beispiel für deduktive Schlüsse sind **Syllogismen:**
 - 1. Prämisse (Obersatz): „Alle Menschen sind sterblich.“
 - 2. Prämisse (Untersatz): „Sokrates ist ein Mensch.“
 - Conclusio: „Sokrates ist sterblich.“
 - 2) **Induktives Schließen:** „Vom Besonderen zum Allgemeinen“
 - ⇒ Beim induktiven Schließen wird aus einer Folge wiederkehrender Phänomene auf allgemeine Regelmäßigkeiten oder Gesetzmäßigkeiten geschlossen. Anders als deduktive Schlüsse sind solche Schlussfolgerungen **nicht zwingend.**
 - ⇒ Beispiel: „Immer wenn es regnet, wird die Straße nass!“
 - 3) **Analoges Schließen:** „Von Ähnlichem zu Neuem“
 - ⇒ Beim analogen Schließen wird von der Übereinstimmung in einigen Punkten (Ähnlichkeit) auf Entsprechung auch in anderen Punkten bzw. auf die Gleichheit von Verhältnissen (= relationale Korrespondenzen) geschlossen. Vor diesem Hintergrund ist analoges Schlussfolgern eine **Sonderform des induktiven Schließens.**
 - ⇒ Beispiel: „Vogel verhält sich zu Nest wie Hund zu Hundehütte!“
- Nach **Piaget** entwickelt sich die Fähigkeit zu schlussfolgerndem Denken erst **ab dem 11. / 12. Lebensjahr:** auf der Stufe des formal-operativen Denkens; heute weiß man jedoch, dass Kinder schon viel früher, vermutlich sogar schon kurz nach der Geburt, zu Schlussfolgerungen in der Lage sind! Zwischen dem logischen Denken von Kindern und Erwachsenen besteht daher eine erstaunliche **Kontinuität!**
- **Goswami** betont, dass die Fähigkeit zu schlussfolgerndem Denken nicht auf abstraktem und domänenunabhängigem Regelwissen beruht, sondern stark vom bereichsspezifischen Wissen abhängig ist (**wissensbasierter Ansatz**)! Das gilt sowohl für Erwachsene (s.u.: „*Wason Selection Task*“) als auch für Kinder.
 - Aus Goswamis Sicht macht es daher wenig Sinn, logisches Denken unabhängig vom Kontext zu testen!
- Das Schlussfolgern von Kindern kann erheblich verbessert werden, indem man sie dazu auffordert, über die einzelnen Schritte einer Schlussfolgerung zu reflektieren! Dieser Befund spricht dafür, dass zwischen **Metakognition und Schlussfolgern** ein enger Zusammenhang besteht!
 - Erstaunlicherweise gibt es bisher aber nur wenige Untersuchungen, die versuchen, diesem Zusammenhang auf den Grund zu gehen!

6.3.2. Analoges Schlussfolgern

- Eine klassische Analogie hat die Form: A verhält sich zu B wie C zu D [**A:B :: C:D**]
 - Um den fehlenden Term (D) in einer solchen Analogie zu erschließen, sind mehrere Denkschritte erforderlich:
 - ⇒ **Encodierung**: Semantische Speicherung der einzelnen Begriffe u. ihrer Attribute
 - ⇒ **Inferenz**: Folgerung bzw. Erfassung der A-B-Relation, die im Arbeitsspeicher festgehalten wird
 - ⇒ **Mapping**: Verbindung der beiden Analogiehälften, indem eine Beziehung zwischen dem A- und C-Begriff hergestellt wird.
 - ⇒ **Applikation**: Die A-B-Relation muss analog auf den C-Begriff und ein geeignetes D übertragen werden!
 - Goswami: Analogien unterscheiden sich in ihrem Schwierigkeitsgrad, da sie ein unterschiedliches Maß an Wissen erfordern; besonders schwierig sind Analogien, bei denen die zugrundeliegende **Relation rein konzeptueller Art** ist (bei denen es also keine perzeptuelle Ähnlichkeit gibt).
- Bei **Piagets Analogieaufgaben** mussten die Kinder aus mehreren Bildern selbst Analogien bilden; d.h. zunächst Einzelpaare bilden (**Relationen erster Ordnung**) und diese anschließend zueinander in Bezug setzen (**Relationen zweiter Ordnung**); vollständig gelöst werden konnten diese Aufgaben in der Tat erst von 11 bis 12-Jährigen!
 - Nach Goswami ist dieses Ergebnis jedoch lediglich auf **mangelndes Wissen** und nicht auf ein mangelndes Verständnis relationaler Ähnlichkeiten zurückzuführen. Was jüngere Kinder nämlich oft nicht wissen, ist...
 - a) wie die Objekte zueinander in Beziehung stehen und
 - b) dass die Relationen in beiden Analogiehälften gleich sein müssen
- **Analoges Schließen bei Kleinkindern:**
 - **Ab einem Alter von 3 bis 4 Jahren** lässt sich die Fähigkeit zu analogem Schließen mit Hilfe unvollständiger Analogien testen.
 - ✚ **EXPERIMENT** (Goswami & Brown, 1990): **Komplettierung von Analogien**
Schon 4-jährige können Analogieaufgaben lösen, die auf **konzeptuellen Relationen** beruhen. Gibt man ihnen 4 verschiedene Bilder vor, um eine Analogie zu komplettieren, wählen sie das richtige: *Vogel verhält sich zu Nest wie Hund zu... Hundehütte!*
 - Voraussetzung ist jedoch, dass die beiden Analogiehälften aus derselben Domäne kommen.
 - ✚ **EXPERIMENT** (Goswami & Brown, 1989): **Komplettierung von Analogien**
Sind die zu erkennenden **Relationen kausaler Art**, können bereits **3-jährige** entsprechende Analogieaufgaben lösen: *Schokolade verhält sich zu geschmolzener Schokolade wie Schneemann zu ...geschmolzenem Schneemann!*
 - Mit Kindern **unter 3 Jahren** müssen andere Paradigmen angewendet werden; meist wird dabei mit Problemlöseaufgaben gearbeitet:
 - ✚ Siehe oben (Kapitel 1.5.3.: „Hol dir die Puppe!“): **Bereits 10- bis 13-Monate alte Kinder** profitieren bei einer Problemlösung davon, wenn sie vorher mit einem analogen Problemen konfrontiert wurden.
 - ✚ Holyack et al., 1984): **„Das Genie (=Flaschengeist)-Problem“**
Kleinkinder bekommen eine von 2 Geschichten vorgelesen. Im nachfolgenden Versuchsabschnitt müssen sie Bälle in ein entferntes Gefäß befördern, ohne dabei vom Stuhl aufzustehen. Haben die Kinder zuvor die Geschichte gehört, in der ein Flaschengeist seinen Teppich zu einer Röhre

rollt, um Edelsteine durchgleiten zu lassen, rollen sie ein Stück Papier zusammen und lassen die Bälle dadurch ins Gefäß rollen. Ihnen gelingt also ein Analogie-Schluss!

- Analoges Schlussfolgern setzt voraus, über das eigene Wissen **reflektieren** zu können: „Wie stehen A und B in Beziehung zueinander?“ „Was kenne ich, was so ähnlich ist?“ etc. Aus diesem Grund steht die Fähigkeit zu analogem Schlussfolgern in engem Zusammenhang zur **Metakognition**.
 - Am intensivsten untersucht worden ist dieser Zusammenhang bisher von Brown:
 - ✚ **Brown (1986): Das „Genie-Problem“ – bewusst gemacht!**
4- und 5-Jährigen Kindern wird zunächst das Genie-Problem präsentiert (indem die Geschichte erzählt und mit Spielzeugfiguren nachgespielt wird); einem Teil der Kinder werden dabei verschiedene Fragen gestellt, um die Struktur des Problems deutlicher hervorzuheben: „Wer hat das Problem?“ „Warum hat Genie ein Problem?“, „Was muss Genie tun, um das Problem zu lösen?“ etc. Anschließend wird den Kindern ein analoges Problem präsentiert, in dem es darum geht, dass der Osterhase einen Teil seiner Eier unbeschädigt über den Fluss kriegen muss.
 - **Ergebnis:** Die Kinder, denen zum ersten Problem gezielte Fragen gestellt wurden, lösten das zweite Problem wesentlich häufiger als die, deren Problemrepräsentation nicht gefördert wurde.
 - **Ergo: Metakognitive Bewusstheit fördert die Fähigkeit zu analogem Schlussfolgern und kann ihrerseits durch gezielte Fragen gefördert werden!**
 - Um zu überprüfen, inwiefern die Fähigkeit zu analogem Schlussfolgern durch metakognitive Impulse trainiert werden kann, schlägt Brown 2 Paradigmen vor:
 - 1) **A-B-A-C-Paradigma:** Dabei werden Kinder zunächst mit einem Problem A konfrontiert, das sie nicht lösen können (z.B. das „Genie“-Problem); anschließend wird ihnen ein analoges, aber einfacheres Problem vorgelegt (Osterhasenproblem), bei dessen Lösung sie unterstützt werden. Nachdem sie das Problem B gelöst haben, wird ihnen noch einmal Problem A vorgelegt und nach dessen Lösung ein neues Problem C! Gelingt es ihnen, dieses Problem selbständig zu lösen, ist das ein Hinweis darauf, dass sie im vorhergehenden Training ein **Metawissen** erworben haben, von dem sie nun profitieren!
 - 2) **A1-A2/B1-B2/C1-C2-Paradigma:** so ähnlich!

6.3.3. Deduktives Schlussfolgern

- Es gibt verschiedene Belege dafür, dass Kinder bereits früh, nämlich **ab 3, 4 Jahren** zu deduktiven Schlüssen in der Lage sind.
 - **Bereits 4-Jährige können Syllogismen lösen!**
 - ✚ **Dias & Harris:** Bereits 4-Jährige können, selbst wenn man ihnen unzutreffende oder unbekannte Prämissen vorgibt, die formallogisch korrekte Conclusio benennen:
 - Beispiel: „Alle Katzen bellen.“ – „Rex ist eine Katze.“ – „Bellt Rex?“
 - Die Probleme, die bei unzutreffenden Prämissen auftreten, hängen vermutlich mit der mangelnden inhibitorischen Kontrolle zusammen.
 - **Die „Wason-Selection-Task“:** Vpn bekommen **4 Karten** vorgelegt (K1 = Vokal; K2 = Konsonant; K3 = gerade Zahl; K4 = ungerade Zahl). Vorgegeben wird folgende Wenn-dann-Regel: „Wenn auf der einen Seite ein Vokal steht, dann steht auf der anderen Seite eine gerade Ziffer!“ [„Wenn p dann q“]; die

Frage: „Welche Karten müssen umgedreht werden, um die Richtigkeit dieser Regel zu überprüfen?“

⇒ Die wenigsten Vpn kommen zu der formallogisch richtigen Antwort: **K1 (Vokal)** und **K4 (ungerade Zahl)** [=> **p und nicht-q!**]

- K1 (Vokal) = **Modus ponens**: Auf der einen Seite ist ein Vokal, also *muss* der Regel zufolge auf der anderen Seite eine gerade Zahl sein.
- K4 (ungerade Zahl) = **Modus tollens**: Auf der einen Seite ist eine ungerade Zahl, also *darf* der Regel zufolge auf der anderen Seite kein Vokal sein!
- Was auf der Rückseite von K2 (Konsonant) oder K3 (gerade Zahl) ist, ist irrelevant: Schließlich ist die Regel nicht verletzt, wenn auf der einen Seite ein Konsonant und auf der anderen eine gerade Zahl ist!

⇒ Wird die Aufgabe **lebensnaher formuliert** (*v.a. in Form sozialer Regeln*), werden wesentlich bessere Leistungen erzielt:

- Zum Beispiel: „*Wer Bier trinkt, muss 18 sein.*“

➤ Abwandlungen der Wason-Selection-Task können auch mit Kindern durchgeführt werden. Dabei zeigt sich, dass bereit **3- bis 4-Jährige** ein Verständnis für „Wenn-dann“-Propositionen haben und bei entsprechend einfacher Aufgabenstellung zu konditionalem Schlussfolgern in der Lage sind.

✚ Gibt man **3-bis 4-Jährigen** eine Regel vor, z.B. „*Sally darf nur rausgehen, wenn sie einen Mantel anhat.*“ und zeigt ihnen anschließend 4 Bilder, auf denen Betty entweder drinnen oder draußen und zwar entweder mit oder ohne Mantel zu sehen ist, wissen sie, welches Bild die Regelverletzung anzeigt.

✚ Gibt man **6- bis 7-Jährigen** eine Regel vor, z.B. „*Die Polizei will, dass alle Laster außerhalb des Stadtzentrums sind.*“ und übt diese Regel anschließend an einem Spielbrett ein (auf dem es ein Zentrum und eine Peripherie, sowie Autos und Laster gibt), wissen sie hinterher, welche von 2 Karten (Zentrum vs. Peripherie) sie umdrehen müssen, um die Einhaltung der Regel zu überprüfen. Wird die Regel abstrakter formuliert, z.B. „*Alle Pilze müssen außerhalb des Spielfeldzentrums sein*“ haben sie dagegen (genau wie Erwachsene) Probleme mit der Aufgabe.

7. Lesen und Rechnen

7.1. Lese-Rechtschreibfähigkeit

7.1.1. Einleitung

- Der **Umgang mit kulturellen Zeichensystemen** (und die wichtigsten kulturellen Zeichensysteme sind die Schriftsprache und das Zahlensystem!) ist für die kognitive Entwicklung von eminenter Bedeutung: Er ermöglicht die Partizipation am kulturellen Leben - und nach Vygotsky (und Merlin Donald) kann das Potenzial unseres Gehirns nur in einem kulturellen Rahmen voll ausgeschöpft werden!
- Sowohl der Erwerb der Schriftsprache als auch die Aneignung des Zahlensystems erfordern nicht nur **Unterweisung**, sondern darüber hinaus bestimmte **kognitive Voraussetzungen**!
 - *Für den Erwerb der Schriftsprache scheint die Unterweisung dabei wichtiger zu sein als sie es für den Erwerb mathematischer Kompetenzen ist!*
 - ⇒ Es gibt verschiedene Hinweise, die dafür sprechen, dass die für numerische Repräsentationen notwendigen Verarbeitungssysteme zumindest teilweise angeboren sind.
 - ⇒ Dagegen wird die Auffassung, dass es auch für den Spracherwerb so etwas wie angeborene Lernmechanismen (Chomsky: „*Language Acquisition Device*“) gibt, heute kaum noch vertreten, obwohl natürlich nicht geleugnet wird, dass auch für den Spracherwerb bestimmte biologische Voraussetzungen erfüllt sein müssen.
- Wie schwierig bzw. einfach der Erwerb der Schriftsprache ist, hängt in hohem Maße von der **orthographischen Transparenz** der betreffenden Sprache ab. Man versteht darunter die **Eindeutigkeit der Graphem-Phonem-Korrespondenzen**.
 - Im Deutschen ist die orthographische Transparenz (etwa im Vergleich zum Englischen) verhältnismäßig hoch. Die Korrespondenz zwischen Phonemen und Graphemen (= **phonographisches Prinzip**) ist im Deutschen nämlich das wichtigste Orthographieprinzip (=> phonographische Schrift)!
 - ⇒ **Phoneme** sind die kleinsten bedeutungsunterscheidenden lautlichen Einheiten einer Sprache: im Dt. z.B. das lange und das kurze <e> (/e/, /e:/) (wegen <Beet> [be:t] und <Bett> [bet])
 - ⇒ **Grapheme** sind Buchstaben (<e>) bzw. Buchstabengruppen (<sch>), die mit den Phonemen korrespondieren.
 - Obwohl die deutsche Schriftsprache damit zu den phonographischen Schriften gehört, ist die Zuordnung zw. Graphemen und Phonemen aber keineswegs *immer* eindeutig: Stattdessen kann ein gegebenes Graphem mit mehreren Phonemen korrespondieren (z.B. <e> mit /e/ und /e:/), so wie umgekehrt ein Phonem durch mehrere Grapheme verschriftlicht werden kann (z.B. /f/ durch <v>, <f> und <ph>).
 - ⇒ Da es **mehr Grapheme als Phoneme** gibt, ist dabei die **Anzahl der Phonem-Alternativen für ein gegebenes Graphem** insgesamt geringer als die **Anzahl der Graphem-Alternativen für ein Phonem**.

7.1.2. Vorläuferkompetenzen der Lese-Rechtschreibfähigkeit

- Entscheidend für die spätere Lese-Rechtschreibleistung sind v.a. die verschiedenen **Komponenten der „phonologischen Informationsverarbeitung“!**
 - Dazu zählen:
 1. **Die phonologische Bewusstheit**, also die metalinguistische Kompetenz, nicht nur auf die Bedeutung, sondern auch auf die Struktur von Sprache zu achten und die verschiedenen Gliederungseinheiten von Sprache als solche zu erkennen.
 - Reimerkennungsaufgaben, Silbentrennungsübungen etc. etc.
 2. **Die Kapazität und Verarbeitungsgeschwindigkeit des phonologischen Kurzzeitgedächtnisses**, also die Fähigkeit mehrere Lautfolgen im Arbeitsspeicher bereit zu halten.
 - Nachsprechen von Pseudowörtern
 3. **Die Zugriffsgeschwindigkeit auf das semantische Lexikon im LZG**
 - Möglichst schnelles Benennen von Objekten oder deren Farbe
 - In der Forschung wird v.a. die phonologische Bewusstheit untersucht, da sie am ehesten beeinflussbar ist und trainiert werden kann.
- Die Entwicklung phonologischer Bewusstheit verläuft in allen Sprachen ähnlich: Zuerst entwickeln Kinder ein Bewusstsein für Silben, dann für Reime und Anlaute und schließlich für Phoneme. Um eine phonemische Bewusstheit zu entwickeln bedarf es dabei i.d.R. einer gezielten Unterweisung; sie entwickelt sich daher meist erst zu Beginn der Schulzeit!
 - Ein **Bewusstsein für Silben** besteht in Ansätzen **bereits bei 3-Jährigen** und ist bei den meisten Kindern schon vor dem Schuleintritt voll ausgeprägt.
 - ⇒ Getestet wird das Bewusstsein für Silben meist anhand von **Klatsch- und Klopfaufgaben**; eine andere Möglichkeit ist es, die Kinder verschiedene Silben zu Wörtern zusammenfügen zu lassen (z.B. „E-sel“) oder ihnen Wörter mit ähnlich klingenden Silben vorzugeben (z.B. „mich“ – „ich“) und darauf zu achten, ob sie die Ähnlichkeit erkennen.
 - Ein **Bewusstsein für Reime und Anlaute** besteht z.T. ebenfalls schon bei **3-Jährigen** und ist bei den meisten Kindern schon vor dem Schuleintritt recht elaborient!
 - ⇒ Getestet wird das Bewusstsein für Anlaute und Reime meist, indem den Kindern Wortreihen vorgegeben werden, in denen *ein* Wort entweder aufgrund seines Anlauts herausfällt oder weil der mittlere oder letzte Ton von den übrigen Wörtern abweicht („**Oddity task**“). Aufgabe der Kinder ist es dann, dieses Wort herauszufinden!
 - Beispiele: „Korb, Korn, Kopf, Rock“; „Bund, Hund, Wund, Mund“; „Haus, Baumu, Maus, Laus“
 - ⇒ Jüngere Kinder bekommen meist die Aufgabe, **Kinderreime zu vervollständigen**
 - ⇒ Eine weitere Möglichkeit sind „**Matching-to-Sample**“-Tasks: Welches Wort reimt sich auf „Kind“: „blind“ oder „doof“?!
 - Ein **phonemisches Bewusstsein** entwickelt sich in der Regel **erst nach dem Schuleintritt** - und zwar als Folge **direkter Instruktion**. Darüber hinaus ist die Leichtigkeit, mit der Kinder Phoneme als solche erkennen, abhängig von der orthographischen Transparenz einer Sprache (im Englischen ist's z.B. schwieriger als im Deutschen)!
 - ⇒ Eine Schwierigkeit stellen v.a. Allophone dar: dabei handelt es sich um Laute, die zwar nicht identisch klingen, aber trotzdem nur ein Phonem

bilden: z.B. der „ich“ und der „ach“-Laut! Im Deutschen gibt es davon Gott sei Dank nur wenige, im Englischen dagegen jede Menge!

- ⇒ Getestet wird die phonemische Bewusstheit etwa, indem man die Kinder die Phoneme zählen- oder Wörter mit abweichenden Phonemen aussortieren lässt (*Phonemanalyse*); eine andere Möglichkeit besteht darin, Laute vorzusprechen und die Kinder die dazugehörigen Wörter erraten zu lassen (*Phonemsynthese*)

7.1.3. Zur Entwicklung der Lesefähigkeit als solcher

- Unterschieden werden muss zwischen der **Lesefertigkeit** und dem **Leseverständnis**!
- Die klassischen Modelle zur Entwicklung der *Lesefertigkeit* unterscheiden i.d.R. 3 Entwicklungsphasen, denen jeweils eigene Lesestrategien entsprechen:
 - 1) **Logographisches, „ganzheitliches“ Lesen:** Die Worterkennung bzw. -wiedererkennung erfolgt direkt – und zwar anhand visueller Oberflächenmerkmale und einzelner Buchstaben sowie unter Berücksichtigung des Darbietungskontexts. „Gelesen“ werden können demnach nur zuvor gelernte Wörter!
 - 2) **Alphabetisches, synthetisierendes Lesen:** Sequentielles Erlesen von Wörtern auf Basis von Graphemen oder sogar Buchstaben; lexikalische Identifikation des Wortes oft erst nach dessen vollständiger Artikulation.
 - 3) **„Orthographische Strategie“** (Frith): Direkter Zugriff auf ein immer größer werdendes orthographisches Lexikon und simultane Erfassung und Verarbeitung immer größerer Worteinheiten (Silben etc.) → Automatisierung
- Sprachspezifische Unterschiede: Je schwieriger die Phonem-Graphem-Korrespondenzen in einer Sprache (sehr schwierig sind sie z.B. im Englischen), desto schwerer tun sich Kinder anfangs mit *langen Wörtern* und *Phantasiewörtern*!

7.1.4. Lese-Rechtschreib-Schwäche

- Das Phänomen der Lese-Rechtschreib-Schwäche tritt in allen Sprachen auf.
 - In Deutschland haben rund 15% Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten; die Diagnose Legasthenie erfüllen 2-4%!
 - ⇒ Jungen sind dabei deutlich häufiger betroffen als Mädchen.
- Es besteht heute weitgehende Einigkeit darüber, dass L-R-Schwierigkeiten v. a. durch **Defizite in der „phonologischen Informationsverarbeitung“** bedingt sind.
 - Die Betroffenen haben also **a)** ein schlechter ausgeprägtes phonologisches Bewusstsein, verfügen **b)** über ein schlechteres phonologisches KZG und sind **c)** langsamer darin, sprachliche Informationen aus dem semantischen Lexikon im LZG abzurufen.
 - Woher weiß man das? – Indem man LRS-Kinder mit Kindern desselben Lesealters vergleicht; spricht: mit jüngeren Kindern, deren Leseleistung ähnlich ist (**Lesealtervergleich-Paradigma**); nur dann lässt sich nämlich sagen, dass Unterschiede tatsächlich auf die LRS zurückgehen und nicht auf fehlende Leseerfahrung!
 - **Diagnose:** LRS-Kinder zeigen schlechte Leistungen in Tests zur phonologischen Informationsverarbeitung; sie machen beim Lesen und/oder Schreiben mehr Fehler, lesen deutlich langsamer und tun sich besonders schwer beim Lesen von *Phantasiewörtern* oder, wenn der Kontext verkehrt ist (=> Ergo: v.a. das alphabetische Lesen bereitet ihnen Probleme).

- Der Zusammenhang zwischen phonologischer Bewusstheit im Kindergartenalter und der späteren Lese-Rechtschreibleistung ist durch diverse **Längsschnittstudien** belegt!
- Ebenfalls belegt ist, dass die spätere Lese-Rechtschreib-Leistung von Risiko-Kindern durch ein frühes Training der phonologischen Bewusstheit erhöht werden kann. Am effektivsten haben sich dabei Trainingsprogramme erwiesen, in denen neben der **Förderung der phonologischen Bewusstheit** auch **einzelne Buchstaben** gelernt werden!
 - ✚ Klassisch ist in diesem Zusammenhang v.a. eine **Studie von Lundberg et al. (1988)**: Darin wurden in einer Experimentalgruppe über 9 Monate jeden Tag 15-20 Minuten Trainingseinheiten zur phonologischen Bewusstheit durchgeführt (*Lauschspiele; Reime erkennen und reproduzieren; Segmentierung der Sprache in Wörter und Sätze, Anlautidentifikation, Übungen zur Phonemsynthese und –analyse*)
 - ⇒ **Ergebnis**: die Lese-und-Rechtschreib-Leistungen der Experimentalgruppe lagen noch im 2. Schuljahr signifikant über denen der Kontrollgruppe!
 - 2. Ähnliches zeigen auch Evaluationsstudien zum Würzburger Programm „**Hören-Lauschen-Lernen**“
- Das bekannteste Risiko-Screening für Vorschulkinder ist im deutschsprachigen Raum das **Bielefelder Screening**: Es überprüft sowohl die visuelle Aufmerksamkeit der Kinder als auch die 3 Komponenten der phonologischen Informationsverarbeitung:
 - **Phonologische Bewusstheit**: Reimerkennungsaufgaben; Silbentrennung; Erkennen, ob ein Laut in einem vorgesprochenen Wort als Anfangssilbe vorkommt etc.
 - **Kapazität des phonologischen KZG**: Nachsprechen von Pseudowörtern
 - **Zugriffsgeschwindigkeit auf das semantische Lexikon**: Schnelles Benennen der Farben von unfarbigen der falschfarbigen Objekten!
- Durch neurowissenschaftliche Befunde werden die behavioralen Befunde zur Lese-Rechtschreibkompetenz weitgehend bestätigt, sie bieten also kaum etwas Neues:
 - Lesen und Schreiben sind **linkslateralisiert** – dabei nimmt die Lateralisierung im Laufe der Entwicklung zu!
 - Die Aktivierung bei LRS-Leuten, v.a. im linken Temporallappen, ist geringer; kann aber durch Training erhöht werden!
 - Den verschiedenen Komponenten der phonologischen Informationsverarbeitung entsprechen jeweils **spezifische Aktivitätsmuster**!

7.2. Die Entwicklung der mathematischen Kompetenz

7.2.1. Das „Tripple Code“-Modell (von Dehaene)

- Numerisches bzw. mathematisches Wissen ist im menschlichen Gehirn auf 3 verschiedene Arten repräsentiert:
 - 1) Die **visuelle Form der Ziffern** wird im *Gyrus fusiformis* verarbeitet.
 - 2) Das **Einmaleins und arithmetisches Wissen** ist in den *Spracharealen der linken Hemisphäre* angesiedelt.
 - 3) Darüber hinaus (das ist der Clou des Modells!) verfügt der Mensch wie viele Tiere auch über **einen angeborenen, da evolutionär bedingten Sinn für Mengen**; letztere werden nämlich in analoger (approximativer) Form im *intraparietalen Sulcus* repräsentiert.
 - ⇒ Neben dem analogen System für Mengen gibt es ein **präzises Erkennungssystem für kleine Zahlen (1-3)**, da wir diese auf einen Blick erkennen!
- Zum Verständnis numerischer Zusammenhänge bei Säuglingen: siehe Kap.1.4.2.

7.2.2. Analoge Mengenrepräsentation

- Dass **Weber'sche Gesetz** besagt, dass *unsere Fähigkeit zwei gleichartige Reize zu unterscheiden propositional zur Reizintensität abfällt!*
 - Ob wir einen Unterschied zwischen zwei Reizen bzw. Reizintensitäten wahrnehmen, hängt also *a)* von der **Größe des Unterschieds** und *b)* vom **Verhältnis der zu unterscheidenden Reize** ab; je näher dieses Verhältnis an 1 ist, desto unwahrscheinlicher ist es, dass wir den Unterschied wahrnehmen.
 - **Beispiel:** Ob ein oder zwei Kerzen brennen, macht einen Unterschied; ob es 100 oder 110 sind, merken wir dagegen nicht!
 - ⇒ Die Differenz zwischen einer und zwei Kerzen ist zwar geringer als die zwischen 100 und 110; dafür ist aber auch das Verhältnis wesentlich kleiner (1/2 vs. 10(0)/11(0))
 - Erklären lässt sich das Weber'sche Gesetz damit, dass die meisten Reize in unserem Gehirn **analog** und daher lediglich **approximativ** repräsentiert werden.
- Dehaene hat darauf aufmerksam gemacht, *dass auch Mengen bzw. Anzahlen analog verarbeitet werden*, so dass die Unterscheidung von Mengen *nicht exakt* erfolgt, sondern vom **Verhältnis der verglichenen Quantitäten** abhängt!
 - Dehaenes These wird durch verschiedene Befunde belegt:
 - ✚ Obwohl der numerische Abstand der gleiche ist, fällt es uns leichter 6 und 7 auseinanderzuhalten als 100 und 101! Dasselbe gilt übrigens für Ratten und Affen!
 - Erklärung: Je größer die Anzahl, desto unpräziser ihre Repräsentation!
 - ✚ **Symbolischer Distanzeffekt:** Soll in einem Reaktionszeittest entschieden werden, ob eine Zahl größer oder kleiner 5 ist, hängt die Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten davon ab, wie weit die betreffende Zahl von der 5 entfernt ist. Je näher sie der 5 ist (z.B. 4 oder 6), desto schlechter fallen die Ergebnisse aus.
 - Hinweis: Der symbolische Distanzeffekt ist einer der zentralen Hinweise auf analoge Repräsentation!
 - ✚ **Siehe Kapitel 1.4.2.:** Wird die numerische Unterscheidungsfähigkeit von Säuglingen mit dem Habitationsparadigma getestet und werden dabei die perzeptuellen Unterschiede kontrolliert, zeigt sich folgendes Ergebnis:
 - Unterschieden werden können lediglich größere Anzahlen, deren Verhältnis zueinander $\geq \frac{1}{2}$ ist (z.B. 8 und 16). Nicht unterschieden

werden können dagegen kleine Anzahlen (z.B. 1 und 2) und solche, deren Verhältnis größer als $\frac{1}{2}$ ist (z.B. 8 und 12).

- **Interpretation:** Das Anzahlen, deren Verhältnis größer als $\frac{1}{2}$ ist, nicht unterschieden werden können, passt hervorragend zur These einer analogen Mengenrepräsentation; dass kleinere Anzahlen (1 bis 3) nicht unterschieden werden können, *obwohl* ihr Verhältnis stimmt, spricht für die These, dass **kleine Anzahlen anders repräsentiert werden als der Rest**; sie können von Erwachsenen mit einem Blick erfasst werden, ein Vorgang, der als „**Subitizing**“ (von lat. „subitus“) bezeichnet wird, und der offenbar von Säuglingen aufgrund mangelnder Erfahrung noch nicht beherrscht wird!

✚ **Typisches Design für ältere Kinder (3-7 Jahre):** Dargeboten werden zwei Reihen aus jeweils unterschiedlich vielen Quadraten; variiert wird a) der numerische Abstand zwischen den beiden Reihen und b) das Verhältnis der beiden Reihen zueinander.

- Die Ergebnisse die dabei erzielt werden, entsprechen Dehaenes Theorie! Je kleiner das Verhältnis, desto besser die Unterscheidung!

✚ Analoge Studien, in denen perzeptuelle Variablen kontrolliert werden, kommen zu den gleichen Ergebnissen!

- Die perzeptuellen Variablen können z.B. dadurch kontrolliert werden, indem die Oberflächengröße der zu vergleichenden Displays einander angeglichen wird, sprich: indem das Display mit weniger Punkten größere Punkte enthält!
- Eine andere Möglichkeit besteht z.B. darin auditive und visuelle Darbietungen vergleichen zu lassen (z.B. 10 Punkte mit 12 Tönen)

✚ Anstatt unterschiedlich große Mengen miteinander vergleichen zu lassen, ist es auch möglich, sie nach kurzer Einblendung numerisch einschätzen zu lassen (bei jüngeren Kindern anhand eines Zahlenstrahls); hierbei tritt der zusätzliche Effekt auf, dass je größer die geschätzten Anzahlen, desto größer die Standardabweichungen der Schätzungen.

- Erklärung: Wenn gilt – Je größer die Zahlen, desto unpräziser ihre Repräsentation – folgt daraus, dass auch die interindividuellen Unterschiede im größeren Zahlenbereich zunehmen!

- **Neurowissenschaftliche Befunde:**

➤ Noch einmal die These: **Mengen und deren Relationen werden im Parietallappen, genauer: im intraparietalen Sulcus verarbeitet (eine Region, die darüber hinaus für visuell-räumliches Denken zuständig ist); Rechnungen wie Addition und Multiplikation vollziehen sich dagegen in den linkslateralen Spracharealen (wie z.B. dem inferioren Frontallappen)**

✚ fMRT: Bei exakten Rechnungen ($4 + 5 = 9$) ist der linke inferiore Frontallappen aktiv; bei approximativen Rechnungen ($4 + 5 = 8$) kommt es dagegen zu einer bilateralen Aktivierung des intraparietalen Sulcus.

✚ fMRT: Pbn sollen angeben, ob Zahlen größer oder kleiner als 65 sind; behavioral zeigt sich der **symbolische Distanzeffekt** (s.o.); neurologisch ist die **Aktivierung** des intraparietalen Sulcus umso höher, je näher die Zahlen an der 65 sind (sprich: je schwieriger sie sich auf einem analogen Kontinuum von dieser unterscheiden lassen)

- Dasselbe Muster zeigt sich auch bei 5-Jährigen!

✚ fMRT: Bereits bei 4-Jährigen ist die Aktivierung bei der Verarbeitung von Mengen im intraparietalen Sulcus erhöht!

7.2.3. Zählen

- Der Erwerb mathematischer Basiskompetenzen vollzieht sich auf 3 Ebenen bzw. in 3 Schritten, wobei die Ebenen nicht unbedingt für alle Anzahlen gleichzeitig durchlaufen werden.
 - **Ebene I: Erwerb numerischer Basisfertigkeiten** (unpräziser Mengenbegriff; Zählprozedur, exakte Zahlenfolge)
 - ⇒ **Entwicklung eines, wenn auch unpräzisen, Mengenbegriffs:** Mengen können zwar hinsichtlich ihrer Größe („viel“/„wenig“) verglichen, aber noch nicht numerisch bestimmt werden.
 - ⇒ **Es werden Zahlwörter und die Prozedur des Zählens gelernt:** Gegenstände können abgezählt werden und die Reihenfolge der Zahlen wird als unveränderlich begriffen (exakte Zahlenfolge); die Zahlwörter werden jedoch noch nicht mit den korrespondierenden Mengen in Verbindung gebracht, sondern lediglich in ihrer **Ordnungsfunktion** wahrgenommen.
 - **Ebene II: Anzahlkonzept** (Mengenbewusstsein von Zahlen = Zahlen als Anzahlen; Mengenrelationen)
 - ⇒ **Entwicklung eines Mengenbewusstseins von Zahlen:** Die Verknüpfung des Mengenkonzepts mit den Zahlen erfolgt in 2 Schritten.
 - a) **Unpräzises Anzahlkonzept:** Kinder lernen, den Zahlen eine quantitative Bedeutung beizumessen; allerdings ordnen sie den Zahlen dabei noch keine exakten-, sondern lediglich unbestimmte Mengen zu ($1 = „wenig“$; $20 = „viel“$; $100 = „sehr viel“$) – und verstehen den Mengenbegriffe im Sinne von „viel“ bzw. „wenig zählen müssen“.
 - b) **Präzises Anzahlkonzept:** Kinder erkennen, dass die Länge des Zählens exakt mit der ausgezählten Menge korrespondiert und die Menge durch die zuletzt genannte Zahl numerisch bezeichnet wird.
 - ⇒ **Unabhängig vom Anzahlkonzept entwickelt sich ein erstes Verständnis von Mengenrelationen:** es wird a) erkannt, dass sich Mengen in Teile zerlegen lassen (**Teil-Ganzes**) und b) dass sie durch Zufügung bzw. Abzug einzelner Elemente größer bzw. kleiner werden (**Zunahme-Abnahme-Schema**).
 - **Ebene III: Anzahlrelationen** (Mengenbewusstsein von Zahlrelationen)
 - ⇒ Die Verknüpfung des Anzahlkonzepts mit dem Verständnis für Mengenrelationen führt zu einem tieferen **Verständnis der Zahlstruktur:** Zum einen wird erkannt, dass Anzahlen sich wiederum aus Anzahlen zusammensetzen und dementsprechend wie **Mengen zerlegt** werden können („ $5 = 3 + 2$ “), zum anderen wird erkannt, dass und wie sich die **Differenzen zwischen Anzahlen als Zahlen** ausdrücken lassen („ 5 ist um 2 mehr als 3 “)
- **Altersangaben:**
 - **Mit ca. 3 Jahren** können die meisten Kinder mindestens von 1 bis 5 zählen. Sie haben jedoch meist noch kein Anzahlkonzept, sprich sie wissen nicht, dass Zahlen Mengen bezeichnen.
 - ✚ Saxe (männlich): **Zählaufgaben für 3-, 4- und 7-Jährige**
Die Kinder (die alle mindestens bis 9 zählen konnten) bekamen verschiedene Zählaufgaben, z.B. bekamen sie die Aufgabe genauso viele Kreise zu malen wie auf einer Vorlage oder einer Puppe genauso viele Spielzeuge zu geben, wie deren Nachbarpuppe hatte
 - **Ergebnis:** Zwischen den 3- und 4-Jährigen bestanden massive Leistungsunterschiede; erstere zählten meist nicht spontan, sondern erst nachdem sie den Tipp bekommen hatten, dass das helfen könnte; selbst wenn sie richtig zählten, konnten sie die Information jedoch nur selten nutzen!

8. Ein neuer theoretischer Rahmen

8.1.1. Neurokonstruktivismus und Konnektionismus

- Durch die Erkenntnisse der Neurowissenschaften werden viele liebgewonnene Annahmen der Entwicklungspsychologie über den Haufen geworfen!
 - z.B. zeigen die bildgebenden Verfahren, dass die Annahme abstrakter Konzepte nicht haltbar ist, sondern Begriffe stattdessen durch verteilte Aktivitätsmuster repräsentiert werden (s.o.).
- Aktuell werden daher zwei neue theoretische Rahmenmodelle diskutiert:
 - 1) *Der Neurokonstruktivismus*
 - 2) *Der Konnektionismus*
- Im Rahmen des **Neurokonstruktivismus** wird versucht, die kognitive *Entwicklung* zu erklären, indem die biologischen Rahmenbedingungen („**biological constraints**“) offengelegt werden, die den neuronalen Aktivitätsmustern zugrunde liegen. Dabei wird jedoch gleichzeitig betont, dass sich das Gehirn erst in Interaktion mit der Umwelt entwickelt und daher nicht isoliert betrachtet werden kann. Neben den biologischen Prozessen, wird daher auch **Umwelterfahrungen** eine große Rolle eingeräumt.
 - Die biologischen Rahmenbedingungen („constraints“), die ihrerseits wiederum miteinander interagieren, sind:
 - a) **Die Gene** (*deren Expression jedoch nicht deterministisch ist, sondern von der Umwelt abhängt*)
 - b) **„Encellment“**: *Das Zellmilieu, in dem sich die Neuronen befinden, hat einen Einfluss auf ihre Entwicklung*
 - c) **„Enbrainment“**: *Die Entwicklung einzelner Gehirnregionen hängt von der Entwicklung der anderen Hirnregionen ab, sofern sie mit diesen z.B. durch Feedbackschleifen oder top-down Interaktionen verschaltet sind!*
 - d) **„Embodiment“**: *Das Gehirn ist in einem Körper und hängt in verschiedener Hinsicht von ihm ab, z.B. von dem Funktionieren der Sinnesorgane, der Motorik etc. etc.*
 - e) **„Ensocialment“**: *Das soziale Umfeld hat Einfluss auf die Genexpression, die neuronale Aktivität etc. etc.*
 - Der Neurokonstruktivismus ist vor diesem Hintergrund weniger eine Theorie zur Erklärung der kognitiven Entwicklung als vielmehr ein Modell, das vorgibt, auf was so eine Theorie alles zu achten hat.
 - ⇒ Ein **Vorteil** des Modells besteht darin, dass es sich hervorragend zur Beschreibung von Entwicklungsstörungen eignet.
 - ⇒ Der **Nachteil** besteht darin, dass es a) die **neuronale Plastizität** unterschätzt und b) **kognitive Faktoren** wie die verschiedenen Formen des Lernens, die Bedeutung der Metakognition, der Motivation etc. vernachlässigt. Kurz: Der Neurokonstruktivismus fokussiert zu sehr auf die neuronalen Aktivitätsmuster und vergisst dabei, dass die mentalen Repräsentationen und Prozesse, die aus den Aktivitätsmustern hervorgehen, diese zugleich verändern!
- **Konnektionismus**: versucht weniger die kognitive Entwicklung als Ganze zu erklären, als vielmehr einzelne ihr zugrundeliegenden **Lernprozesse**! Konnektionistische Modelle sind computerbasierte Simulationen einfacher Netzwerke, die, was ihre Funktionsweise betrifft, neuronalen Netzwerken nachempfunden sind: Sie verarbeiten den Input nach vorher festgelegten Algorithmen und lernen auf diese Weise anhand statistischer Häufigkeiten dazu. Ziel ist es, mit ihrer Hilfe prinzipielle Effekte neuronaler Verarbeitung aufzuzeigen, sprich: zu zeigen, was theoretisch möglich ist.

- Je nach Aufbau lassen sich verschiedene konnektionistische Modelle unterscheiden; ihnen allen gemeinsam ist, dass sie aus verschiedenen Knoten bzw. Verarbeitungseinheiten bestehen, die ihrerseits verschiedenen Schichten zugeordnet werden können.
 - ⇒ Interaktives Aktivierungsmodell: Bottom-up-Units \Leftrightarrow Intermediäre Units \Leftrightarrow Top-down-Units
 - ⇒ Feed-Forward-Netzwerke: Input Units \Rightarrow hidden Units \Rightarrow Output Units
 - ⇒ Modelle mit Feedbackschleifen: enthalten außerdem Kontext Units
- Was mit Hilfe von konnektionistischen Modelle bisher alles gezeigt werden konnte:
 - ⇒ *Konnektionistische Modelle konnten zeigen, dass zum **Sprachenlernen** kein angeborenes Modul notwendig ist, sondern der **statistische Input** ausreichend ist!*
 - Die **Phonem-Ergänzung** (etwa wenn jemand ein Phonem zu undeutlich ausspricht oder weglässt) muss nicht als Top-down-Prozess erfolgen, setzt also nicht unbedingt die Kenntnis des betreffenden Wortes voraus, sondern kann allein aufgrund statistischer Regularitäten erfolgen.
 - Analog dazu konnte z.B. gezeigt werden, dass **Wörter** auf rein statistischer Basis als solche erkannt werden können (sprich: aus dem Satzfluss gelöst werden können)
 - ⇒ *Klar gezeigt wurde, dass **verteilte** und **abgestufte Repräsentationen** möglich und sogar sehr wahrscheinlich sind!*
 - Mit Hilfe von letzteren können Dissoziationen erklärt werden, z.B. dass Säuglinge „occlusion events“ (4 Monate) lange vor „covering events“ (12 Monate) durchschauen.
 - ⇒ *Konnektionistische Modelle können z.B. auch Erklärungen für **sensible Phasen** liefern: z.B. kann die Hebb'sche Regel („what fires together, wires together“) simuliert und so zumindest prinzipiell gezeigt werden; warum die Fremdsprache, insbesondere was die Laute betrifft, schwieriger gelernt wird als die eigene (die neuronalen Verschaltungen sind schon zu festgefahren)!*
- **Probleme konnektionistischer Modelle:**
 - ⇒ Die Algorithmen, nach denen ein Modell den Input verarbeitet, werden vom Experimentator vorgegeben: ob sie denen des neuronalen Netzes von Kindern entsprechen, bleibt daher Spekulation!
 - ⇒ Darüber hinaus kann keine analoge Verarbeitung simuliert werden, kein symbolisches Spiel etc. etc.!
 - ⇒ Menschen nehmen Infos nicht passiv, sondern in aktiver Auseinandersetzung mit der Umwelt auf; das zu simulieren ist trotz „embodied Models“ bisher kaum möglich!
- **Fazit zu den Neurowissenschaften:** Sie können der Theoriebildung und –überprüfung in der Entwicklungspsychologie enorme Impulse geben; bedacht werden muss aber, dass neurowissenschaftliche Ergebnisse zum größten Teil korrelativ sind und daher nicht kausal interpretiert werden dürfen; was generell wichtig wäre: Langzeit-Neurostudien!
- **Goswami:** Worauf's ankommt, ist, die neuen Erkenntnisse über die enorme Wirksamkeit einfacher Lernmechanismen (statistisches Lernen, erklärungs-basiertes Lernen, Imitationslernen und Analogielernen) mit den traditionellen Theorien zur Bedeutung der Sprache, des Symbolspiels, der Sozialisation und Konstruktion miteinander zu verknüpfen!

