

## Verhaltensgenetische Beiträge zur Identifikation von Kontexteffekten auf die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen: Ein State-of-the-Art Bericht

*Martin Pinquart/Rainer K. Silbereisen*



Martin Pinquart



Rainer K. Silbereisen

### **Zusammenfassung**

Ein zentrales Problem der Erforschung von Kontexteffekten auf die menschliche Entwicklung besteht darin, dass Effekte der Umwelt methodisch nur schlecht von Effekten der Erbanlagen zu trennen sind. Verhaltensgenetische Studien bieten hierfür Lösungsansätze. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über verhaltensgenetische Konzepte, die das Verständnis von Kontextwirkungen auf die psychische Entwicklung erweitert haben (geteilte und nicht geteilte Umwelt, Genom-Umwelt-Korrelation und Genom-Umwelt-Interaktion). Anschließend werden verhaltensgenetische Untersuchungsdesigns vorgestellt und sechs wichtige Befunde der Verhaltensgenetik über Kontexteffekte zusammengefasst. So zeigen Studien, dass die von den Kindern *nicht* geteilte Umwelt im Mittel wichtiger für die Entwicklung ist als die geteilte Umwelt, dass Umweltmerkmale – wie Elternverhalten – genetisch beeinflusst sind, und dass Zusammenhänge zwischen Umwelt- und Verhaltensmerkmalen häufig von genetischen Dispositionen beeinflusst werden. Abschließend werden Schlussfolgerungen für die künftige Forschung zu Kontexteffekten auf die Entwicklung abgeleitet.

*Schlagwörter:* Verhaltensgenetik, Zwillingsforschung, Adoptionsstudien, ökologische Forschung, Entwicklungspsychologie

### **Abstract**

*Contributions of behaviour genetics to the identification of effects of ecological contexts on the development of children and adolescents: A State-of-the-art report*

Research on the role of ecological contexts in human development is challenged by the fact that environmental effects cannot easily be separated from genetic effects. However, behaviour genetics provides some solutions to that problem. The present article starts with an overview about theoretical concepts from behaviour genetics that have enlarged the understanding of context effects on psychological development (shared and nonshared environment, genome-environment-correlations, and genome-environment-interactions). Then, we discuss behaviour genetic research designs and six important results regarding context effects. For example, studies show that effects of the *nonshared* environment on psychological development are, on average, larger than effects of the shared environment. Further, characteristics of the children's environment, such as parental behaviour, are influenced by genes. The covariance between environmental characteristics and behavioural measures is, in part, based on genetic dispositions. Finally, conclusions are drawn regarding future search for context effects on psychological development.

*Keywords:* behaviour genetics, twin studies, adoption studies, ecological research, developmental psychology

Moderne entwicklungspsychologische Theorien verstehen Entwicklung als komplexes Zusammenspiel von biologischen (genetischen, physiologischen), psychischen/behavioralen und sozialen/ökologischen Prozessen (Lerner 2002). Erbanlagen und Umweltfaktoren wirken hierbei nicht getrennt voneinander, sondern gehen komplexe Wechselwirkungen ein. Diese schließen Effekte des Genoms auf das Verhalten und die Umwelt, aber auch Effekte der Umwelt und des Verhaltens auf die Ausprägung von Genen ein.

Ein wichtiges Problem bei der Untersuchung von Einflüssen der *Familienumwelt* auf die Entwicklung von Kindern besteht darin, dass Eltern nicht nur eine Umwelt für ihre Kinder bereitstellen, sondern auch ihre Gene an die Kinder weitergeben. Was auf den ersten Blick als Einfluss der familiären Umwelt erscheint, kann daher tatsächlich teilweise oder auch vollständig auf genetischen Faktoren beruhen, die das Elternverhalten beeinflussen und die an die Kinder weitergegeben wurden und auch deren Verhalten beeinflussen. Analog können genetische Dispositionen der Kinder sich in deren Verhalten zeigen und – darüber vermittelt – Veränderungen der Umwelt bewirken. Wichtige Beiträge zur methodischen Unterscheidung von genetischen und Umwelteinflüssen auf die Entwicklung liefert die Verhaltensgenetik.

Anfangs lösten verhaltensgenetische Befunde allerdings heftige Kontroversen zwischen Sozialisationsforschern und Verhaltensgenetikern aus. So stellten einige verhaltensgenetisch inspirierte Forscher die Bedeutung von Umweltfaktoren für die Entwicklung weitgehend in Frage, sofern Kinder in einer für die Gattung erwartbaren Umwelt aufwachsen (Scarr 1992). Von einer ökologischen Perspektive getragene Forscher übten dagegen massive Kritik an der Verhaltensgenetik, weil in deren Studien auf Umweltwirkungen nur indirekt geschlossen wurde, ohne diese – wie in ökologisch orientierten Forschungen üblich – zu messen (Baumrind 1993). Kontextualistisch vorgehende Forscher schließlich kritisierten, dass Schätzungen des Einflusses von Erbanlagen und Umwelt auf das Verhalten zu „mechanisch“ seien und die komplexen Wechselwirkungen zwischen diesen unbeachtet ließen (Lerner 2002).

Wie wir im Folgenden zeigen werden, haben verhaltensgenetische Studien inzwischen bedeutende methodische Fortschritte gemacht, etwa durch Einbeziehung von direkt gemessenen Umweltmerkmalen und die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Genen und Umweltfaktoren. Damit wurde eine differenziertere und ausgewogenere Sicht auf das Zusammenspiel von Umwelt und genetischen Faktoren erzielt, auch wenn viele dabei wirkende Prozesse nach wie vor unzureichend erforscht sind. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über (a) verhaltensgenetische Konzepte zum Zusammenspiel von Umwelt und genetischen Faktoren, (b) die Entwicklung von Forschungsmethoden zur Identifikation von Einflüssen der Gene und der Umwelt, und (c) ausgewählte empirische Befunde.

## 1. Theoretische Konzepte

In der Verhaltensgenetik versteht man unter dem Begriff „Umwelt“ sämtliche *nicht vererbte* Einflussfaktoren. Wichtig zur Erweiterung des Verständnisses von Umweltwirkungen ist hier vor allem die Unterscheidung zwischen geteilter und nicht geteilter Umwelt (Plomin/Daniels 1987). *Geteilte* Umwelt wird hierbei definiert als Umweltfaktoren, die Personen innerhalb einer Familie ähnlich machen; *nicht geteilte* Umwelt dagegen als solche Umweltfaktoren, die zu interindividuellen Unterschieden führen. Nicht geteilte Umwelteinflüsse können somit bedeuten, dass a) Personen verschiedene Erfahrungen in unterschiedlichen Umwelten machen (etwa wenn die Kinder verschiedenen Peergruppen angehören), b) Personen in der gleichen Umwelt unterschiedliche Erfahrungen machen (etwa wenn in einer Familie die Kinder unterschiedlich behandelt werden), und c) dass sie unterschiedlich auf die gleiche Umwelt reagieren (etwa wenn Kinder sich unterschiedlich von demselben Elternverhalten beeinflussen lassen).

Das zweite wichtige Konzept betont, dass bestimmte Erbanlagen und Umweltfaktoren häufig gemeinsam auftreten. Man spricht hier von der *Genom-Umwelt-Korrelation*, die wiederum in drei verschiedenen Formen vorkommt (Scarr/Weinberg 1983): (a) Die passive Genom-Umwelt-Korrelation betrifft die Tatsache, dass Kinder in eine Umwelt hineingeboren werden, die bis zu einem gewissen Grad zu ihren Erbanlagen „passfähig“ ist. Sie erwächst daraus, dass Eltern entsprechend ihrer genetischen Dispositionen die Familienumwelt gestalten und ihre Gene an die Kinder weitergeben. (b) Die evokative Genom-Umwelt-Korrelation entsteht, wenn genetische Dispositionen des Kindes Verhaltensweisen auslösen, auf die wiederum die soziale Umwelt aktiv reagiert. Erkennen z.B. die Eltern eine musikalische Begabung ihres Kindes, so werden sie z.B. eher gemeinsam mit dem Kind singen oder Musikinstrumente für ihr Kind kaufen. (c) Die aktive Genom-Umwelt-Korrelation entsteht, wenn Kinder selbst entsprechend ihrer genetischen Dispositionen aktiv aus der Umwelt geeignete Angebote auswählen oder sich eine eigene Umwelt schaffen.

Von diesen *Genom-Umwelt-Korrelationen* sind allerdings *Genom-Umwelt-Interaktionen* zu unterscheiden. Hiermit ist gemeint, dass die Reaktion auf Umweltfaktoren von genetischen Dispositionen beeinflusst wird bzw. dass es von Umweltfaktoren abhängt, ob und wie stark sich eine genetische Disposition im Verhalten manifestiert. **Genom-Umwelt-Interaktion**

## 2. Verhaltensgenetische Untersuchungsdesigns

Um verhaltensgenetische Befunde zu begreifen, ist ein Grundverständnis der angewendeten Untersuchungsdesigns nötig. Bisher überwiegen so genannte „quantitative“ verhaltensgenetische Studien, vor allem Zwillingsstudien. Diese vergleichen die Ähnlichkeit von eineiigen Zwillingen (die 100% ihrer polymorphen Gene teilen, also solcher Gene, „qualitative“ verhaltensgenetische Studien

die die Individualität ausmachen) und zweieiigen Zwillingen (die nur 50% dieser Gene teilen). Mittels statistischer Verfahren wird die Varianz der gemessenen Verhaltensmerkmale aufgespalten in Effekte der Gene sowie der geteilten der nicht geteilten Umwelt.

Ähnlich gehen Adoptionsstudien vor, die zumeist Adoptivgeschwister, die keine polymorphen Gene miteinander teilen, mit biologischen Geschwistern vergleichen, die – sofern sie nicht eineiige Zwillinge sind – 50% dieser Gene teilen. Bei diesen Designs erfährt man zwar, wie viele Varianzprozent eines Merkmals durch Umweltfaktoren aufgeklärt werden, aber nicht, welche spezifischen Umweltaspekte den Zusammenhang stiften (*Plomin* u.a. 1999). Weil diese Studien meist *nicht* längsschnittlich angelegt sind, kann zudem die Wirkrichtung der Beziehung von Umwelt und Verhalten nicht eindeutig beurteilt werden.

Da sich aufgrund der Genom-Umwelt-Korrelation hinter Umweltmerkmalen auch genetische Einflüsse verbergen können, ist ein zweites Untersuchungsdesign wichtig, das die genetischen Einflüsse auf Umweltmerkmale zu erfassen sucht. Hier werden wiederum Zwillings- und Adoptionsstudien durchgeführt, wobei allerdings kein psychisches Merkmal, sondern ein Umweltmerkmal direkt erfasst wird (etwa die Beurteilung des Elternverhaltens durch die Geschwister). Die Varianz dieses Umweltmerkmals wird hierbei in additive genetische Varianz, sowie Varianz der geteilten und nicht geteilten Umwelt aufgespalten (z.B. *Neiderhiser* u.a. 2004).

Noch interessanter für Studien zu Umwelteinflüssen sind jene Zwillingsstudien, bei denen sowohl ein psychisches Merkmal als auch ein damit korrelierendes Umweltmerkmal gemessen und die Kovarianz beider Merkmale in genetische Varianz sowie geteilte und nicht geteilte Umweltvarianz aufgespalten wird. Hier kann man also z.B. untersuchen, wie stark der Zusammenhang eines elterlichen Erziehungsstils mit dem erkennbaren Problemverhalten Jugendlicher genetisch vermittelt ist (z.B. *Jaffee* u.a. 2004). Allerdings ist ein solches Untersuchungsdesign nur anwendbar, wenn das erfasste Umweltmerkmal innerhalb einer Familie variieren kann, also z.B. sich das elterliche Erziehungsverhalten gegenüber den Geschwisterkindern teilweise unterscheidet (*Turkheimer* u.a. 2005).

Zwillings- und Adoptionsstudien weisen jeweils ihre spezifischen Fehlerquellen auf. Da eineiige Zwillinge von ihren Eltern oft ähnlicher als zweieiige Zwillinge behandelt werden und da Adoptivkinder meist nur von verhältnismäßig gut funktionierenden Familien adoptiert werden (was die Varianz der Umweltmerkmale einschränkt), kommt es z.B. zur *Unterschätzung* des Einflusses der Umwelt. Den Ehe- bzw. Lebenspartner nach der Ähnlichkeit von genetisch beeinflussten Merkmalen auszuwählen (wie der Intelligenz), führt dagegen zur *Überschätzung* von Umwelteinflüssen: Zweieiige Zwillinge aus solchen Beziehungen teilen dann mehr als 50% ihrer polymorphen Gene, und die daraus folgende größere Ähnlichkeit in Verhaltensmerkmalen wird in verhaltensgenetischen Studien als Einfluss der geteilten Umwelt interpretiert.

In den letzten Jahren haben zudem molekulargenetische Studien an Bedeutung gewonnen, bei denen auf der Individualebene Ausprägungen von Genen

*direkt* erfasst werden. Für umweltbezogene Fragestellungen sind hierbei Studien zu jenen Genen interessant, welche die Vulnerabilität für Umwelteinflüsse erhöhen (Genom-Umwelt-Interaktion; z.B. *Zammit/Owen* 2006).

### 3. Erkenntnisse verhaltensgenetischer Studien über Umwelteinflüsse

Die erste wichtige Erkenntnis verhaltensgenetischer Studien ist, dass auch nach statistischer Kontrolle für genetische Einflüsse die Umwelt einen beträchtlichen Anteil an der Varianz von psychischen Merkmalen aufklärt. Zwar weisen die meisten Verhaltensmerkmale eine Erblichkeit von 20% bis 60% auf (*Rutter/Pickles/Murray* 2001), aber das bedeutet dennoch, dass 40% bis 80% der Varianz dieser Merkmale durch Umweltfaktoren (und Messfehler) erklärt werden können.

Diese Studien liefern zugleich eine zweite, auf den ersten Blick überraschende Erkenntnis: Umwelteinflüsse tragen eher zur Unterschiedlichkeit als zur Ähnlichkeit von Kindern bei, die in derselben Familie aufwachsen (*Plomin* u.a. 1999). Dieser Befund muss zwar etwas relativiert werden, da in die Schätzung des Einflusses der nicht geteilten Umwelt immer auch Messfehler eingehen. Allerdings klärt nach statistischer Kontrolle für die Unreliabilität der Messinstrumente auch die nicht geteilte Umwelt meist mehr Varianz der Verhaltensmerkmale auf als die geteilte Umwelt. Die beobachtete stärkere Varianzaufklärung durch die nicht geteilte Umwelt wurde von einigen Forschern so (miss)verstanden, dass die geteilte familiäre Umwelt (etwa ob man in einer vollständigen oder unvollständigen Umwelt aufwächst) für die Entwicklung der Kinder und Jugendlichen weitgehend irrelevant sei (z.B. *Harris* 1998). Das trifft aber so nicht zu, denn diese Befunde sagen lediglich aus, dass Aspekte der geteilten familiären Umwelt auf die Familienmitglieder meist unterschiedlich wirken und damit vor allem zur Unterschiedlichkeit der Personen beitragen (*Rutter/Moffitt/Caspi* 2006).

Studien zur nicht geteilten Umwelt haben gefunden, dass die Umwelt *außerhalb* der Familie mehr Varianz als die familiäre Umwelt aufklärt. Differentielle Interaktionen mit Peers und Lehrer/innen klären z.B. im Mittel 5% der Varianz von Verhaltensmerkmalen der Kinder auf, doch differentielles Elternverhalten gegenüber Geschwistern nur etwa 2%. Maße, die verschiedene erfasste Aspekte der nicht geteilten Umwelt aggregieren, klären im Mittel 13 Varianzprozent auf (*Turkheimer/Waldron* 2000). Dass – wie ersichtlich – die Zusammenhänge von Einzelaspekten der nicht geteilten Umwelt mit der psychischen Entwicklung von Kindern gering ausgeprägt sind, wird u.a. darauf zurückgeführt, dass erst die Kumulation aller nicht geteilten Umweltaspekte zu der substantiellen Varianzaufklärung führt, die in Zwillings- und Adoptionsstudien geschätzt wurde und dass nicht nur die objektiven Unterschiede in Umweltmaßen, sondern auch differentielle Reaktionen auf diese die nicht geteilte Umwelt ausmachen.

Anteil der Umwelt an der Varianz von psychischen Merkmalen

Umwelteinflüsse tragen mehr zur Unterschiedlichkeit als zur Ähnlichkeit von Kindern bei

Viele Umweltmerkmale sind genetisch beeinflusst.

Die dritte wichtige Erkenntnis der Verhaltensgenetik besteht darin, dass viele Umweltmerkmale genetisch beeinflusst sind. So zeigen z.B. Studien zum wahrgenommenen Elternverhalten, dass Maße der elterlichen Wärme und Unterstützung sowie der Negativität einen substantiellen genetischen Einfluss aufweisen. Erblichkeitsschätzungen liegen hierbei meist zwischen 25% und 40% (z.B. *Jang* u.a. 2001; *Herndon* u.a. 2005; *Neiderhiser* u.a. 2004). Darüber hinaus wurde für diese Aspekte des wahrgenommenen Elternverhaltens ein substantieller Einfluss der nicht geteilten Umwelt und ein mäßiger bis zu vernachlässigender Einfluss der geteilten Umwelt gefunden. Wahrgenommene elterliche Kontrolle wird vor allem durch geteilte und nicht geteilte Umwelteinflüsse vorhergesagt. Hier gibt es weniger empirische Evidenz für genetische Einflüsse (z.B. *Jang* u.a. 2001; *Neiderhiser* u.a. 2004; *Reiss* u.a. 2000). Die Schätzungen der Einflüsse von Erbanlagen und Umwelt variieren allerdings z. T. deutlich zwischen den Studien. So klärt z.B. in Zwillingstudien die geteilte Umwelt dann mehr Varianz auf, wenn man Elternangaben zugrunde legt, während bei Angaben der Kinder über das Elternverhalten die nicht geteilten Umwelt mehr Varianz aufklärt (z.B. *Neiderhiser* u.a. 2004). Eltern beantworten anscheinend die Fragen eher in sozial erwünschtem Sinne (dass man die Kinder gleich behandeln sollte) oder beziehen ihre Antworten eher auf allgemeine und nicht auf kindspezifische Verhaltensweisen.

Genetische Einflüsse werden nicht nur auf das Verhalten der Eltern, sondern auch für allgemeine Familienmerkmale gefunden. So berichteten *Braungart/Fulkner/Plomin* (vgl. 1992), dass genetische Faktoren etwa 40% der mit den HOME-Skalen erfassten Qualität der häuslichen Umwelt von Ein- bis Zweijährigen aufklärten.

Die Befunde zu genetischen Einflüssen auf die Umwelt sind weniger paradox als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Es gibt dafür zumindest zwei Erklärungen: Erstens wird die Umwelt in den meisten Studien *nicht objektiv* erfasst, sondern über die *subjektive* Einschätzung der Familienmitglieder. Somit können z.B. genetische Einflüsse auf die Familienumwelt darauf beruhen, dass Personen in Abhängigkeit von ihren genetischen Dispositionen ihre familiäre Umwelt ganz verschieden wahrnehmen und bewerten. Allerdings kann dies nicht alle vorliegenden Befunde erklären, denn genetische Einflüsse auf die Umwelt treten auch dann auf, wenn die Umwelt über die Beobachtung familiärer Interaktionen erfasst wird (z.B. *Deater-Deckard* 2000). Zweitens verbirgt sich hinter genetischen Einflüssen auf die Umwelt das Wirken der Genom-Umwelt-Korrelation, denn Personen haben einen Einfluss darauf, wie die Umwelt ihnen gegenüber reagiert, und sie gestalten oder wählen ihre Umwelten beeinflusst von ihren genetischen Dispositionen (*Plomin* u.a. 1999).

Das Wirken der *evokativen* Genom-Umwelt-Korrelation auf die Familienumwelt kann man am besten mit Adoptionsstudien untersuchen, da hier die Adoptivkinder mit ihren Eltern keine polymorphen Gene teilen. So fanden z.B. *Ge* u.a. (vgl. 1996), dass Adoptiveltern gegenüber jenen Adoptivkindern mehr harsches und inkonsistentes Verhalten sowie weniger Wärme zeigten, die ein genetisches Risiko für antisoziales Verhalten oder Alkoholismus aufwiesen (ihre biologischen Eltern hatten eine

evokative Genom-Umwelt-Korrelation

solche Störung). Hierbei konnte ausgeschlossen werden, dass die Adoptiveltern über den Zustand der biologischen Eltern informiert waren. Weitere Analysen zeigten, dass der Zusammenhang zwischen biologischem Risiko und Verhalten der Adoptiveltern dadurch vermittelt wurde, dass genetisch belastete Kinder mehr feindseliges Verhalten gegenüber den Adoptiveltern demonstrierten.

Wichtig ist auch zu betonen, dass selbst starke genetische Einflüsse auf Umweltmerkmale nicht bedeuten, dass diese Umweltaspekte für die psychische Entwicklung irrelevant sind. In vielen Fällen ist stattdessen nahe liegend, dass genetische Effekte durch Umweltmerkmale vermittelt werden, wenn etwa die Eltern entsprechend ihrer genetischen Disposition eine anregende Umwelt schaffen, die dann die Entfaltung von Dispositionen ihrer Kinder fördert (passive Genom-Umwelt-Korrelation).

Die vierte Erkenntnis verhaltensgenetischer Studien betrifft genetische Einflüsse auf die Kovarianz zwischen Umwelt- und Verhaltensmerkmalen. Dies wurde bisher vor allem für den Zusammenhang von Elternverhalten und Problemverhalten im Kindes- und Jugendalter untersucht. So fanden *Pike* u.a. (vgl. 1996), dass genetische Faktoren 57% bis 74% der Kovarianz zwischen wahrgenommener elterlicher Negativität und der gemessenen Depressivität der Kinder sowie 59% bis 67% der Kovarianz zwischen diesem Elternverhalten und antisozialem Verhalten der Kinder aufklären. Darüber hinaus gab es auch eine signifikante Varianzaufklärung durch die geteilte Umwelt, die 16-35% der Varianz von Depressivität und antisozialem Verhalten aufklärte. In der Zwillingsstudie von *Jaffee* u.a. (vgl. 2004) klärten genetische Faktoren sogar 86% der Kovarianz zwischen den Angaben der Mütter zur Bestrafung ihrer Kinder und über deren externalisierendes Problemverhalten auf. Dagegen wurde der Zusammenhang zwischen körperlicher Misshandlung durch die Mütter und dem Problemverhalten der Kinder nicht durch genetische Faktoren aufgeklärt, wobei die relative Seltenheit von berichteter Misshandlung vermutlich das Auffinden solcher Zusammenhänge erschwerte. In der Studie von *Jacobson/Rowe* (vgl. 1999) klärten genetische Faktoren zwar 55% der Kovarianz zwischen der erlebten familiären Verbundenheit und der Depressivität weiblicher Jugendlicher auf, nicht jedoch den entsprechenden Zusammenhang bei männlichen Jugendlichen. *Braungart-Rieker* u.a. (vgl. 1995) fanden dagegen in einer Adoptionsstudie, dass im Mittel 70% des Zusammenhangs zwischen der Qualität der familiären Umwelt (z.B. Kohäsion, Konflikthaftigkeit) und dem externalisierenden sowie internalisierenden Problemverhalten von 7jährigen Jungen genetisch vermittelt war, während die genetische Vermittlung bei Mädchen (mit 18%) deutlich geringer ausfiel. *Braungart* u.a. (vgl. 1992) schließlich berichtete, dass 46% der beobachteten Kovarianz zwischen der Qualität der familiären Umwelt und der Intelligenz Zweijähriger genetisch vermittelt war, während bei den Einjährigen keine solche Vermittlung festzustellen war. Eine Vermittlung des Zusammenhangs durch Faktoren der geteilten Umwelt war hingegen sowohl bei Ein- als auch Zweijährigen nachweisbar.

Diese Studien zeigen, dass ein bedeutsamer Teil des Zusammenhangs zwischen der Qualität des Elternverhaltens und der allgemeinen familiären Umwelt

genetische Einflüsse auf die Kovarianz zwischen Umwelt- und Verhaltensmerkmalen.

mit Verhaltensmerkmalen der Kinder genetisch vermittelt ist, darüber hinaus jedoch die Umwelt einen wichtigen Anteil an der Varianz von Verhaltensmerkmalen aufklärt. Insbesondere die beobachteten Geschlechtsunterschiede liefern Hinweise auf unterschiedliche Wege zur Beeinflussung von Problemverhalten von Jungen und Mädchen, die weiterer wissenschaftlicher Aufklärung bedürfen.

**Zunahme genetischer Einflüsse und Abnahme der Einflüsse der geteilten Umwelt**

Die fünfte Erkenntnis verhaltensgenetischer Studien betrifft die im Verlauf von Kindheit und Jugend erfolgende Zunahme genetischer Einflüsse und die Abnahme der Einflüsse der geteilten Umwelt auf die Entwicklung von Verhaltensmerkmalen (z.B. *Bartels* u.a. 2002) und auf die Ausprägung von Umweltmerkmalen (z.B. *Elkins/McGue/Iacono* 1997). Die Zunahme genetischer Einflüsse ist dadurch zu erklären, dass Kinder mit zunehmendem Alter immer besser in der Lage sind, die Umwelt aktiv nach ihren Bedürfnissen zu beeinflussen (aktive Genom-Umwelt-Korrelation) und sich eine Umwelt zu schaffen, die die Entfaltung ihrer genetischen Potentiale tendenziell fördert (*Scarr/Weinberg* 1983). Die Abnahme der Bedeutung der geteilten Umwelt für die Entwicklung hingegen beruht vermutlich darauf, dass die Kinder zunehmend individuelle Erfahrungen außerhalb der Familie machen.

**Identifikation von Genom-Umwelt-Interaktionen**

Die sechste Erkenntnis der Verhaltensgenetik über Umweltwirkungen schließlich betrifft die Identifikation von Genom-Umwelt-Interaktionen: Zahlreiche Studien haben belegt, dass es von Umweltfaktoren abhängt, ob und wie stark sich genetische Risikofaktoren im Verhalten manifestieren und dass auch die Wirkung von Umweltfaktoren auf die psychische Entwicklung von Kindern durch genetischen Dispositionen beeinflusst wird. Ein Teil der Studien erfasste hierbei das genetische Risiko indirekt und zwar in Adoptivstudien über das Vorhandensein von psychischen Auffälligkeiten der biologischen Eltern und in Zwillingsstudien über psychische Auffälligkeiten des Zwillingsbruders bzw. der Zwillingschwester und den Grad der genetischen Ähnlichkeit.

So befragten *Riggins-Caspers* u.a. (vgl. 2003) 150 Erwachsene, die in ihrer frühen Kindheit adoptiert worden waren, retrospektiv über Verhaltensprobleme im Jugendalter und das Erziehungsverhalten der Adoptiveltern. Jene Befragten berichteten über eine im Mittel härtere Erziehung durch die Adoptiveltern, deren biologische Eltern eine psychiatrische Diagnose aufwiesen. Genauere Analysen zeigten allerdings, dass dies nur dann galt, wenn auch die Adoptiveltern durch andere widrige Umstände, wie Eheprobleme, Alkoholprobleme oder psychische Störungen, belastet waren. In gut funktionierenden Adoptivfamilien löste anscheinend das mit dem biologischen Risiko zusammen hängende Problemverhalten der adoptierten Kinder kein negatives Elternverhalten aus.

In den letzten Jahren wurden erste Interaktionseffekte von Umweltfaktoren mit molekulargenetisch erfassten Risikofaktoren identifiziert. Solche Studien sind aussagekräftiger als Zwillings- und Adoptionsstudien, weil man das biologische Risiko direkt messen, und nicht nur aus Verhaltensauffälligkeiten von Geschwistern bzw. Eltern indirekt erschließen kann. Fünf vorliegende Studien fanden Hinweise dafür, dass ein Polymorphismus des Serotonin-Transportergens (5-HTTLPR) den Zusammenhang von kritischen Lebensereignissen mit Depressivität moderiert. Bei Personen mit der kurzen Ausprägungsform des

Gens führten kritische Lebensereignisse eher zu Depressivität als bei jenen mit der langen Ausprägungsform. Allerdings konnten zwei weitere Studien diese Genom-Umwelt-Interaktion nicht entsprechend replizieren (zum Überblick: *Zammit/Owen* 2006). Eine zweite Gruppe von Studien fand, dass eine Ausprägungsform des Monoamin Oxidase A (MAOA) Gens, welches für die Umwandlung von Neurotransmittern benötigt wird, den Zusammenhang zwischen Kindesmisshandlung und Problemverhalten moderierte: Schlecht behandelte Kinder mit einer geringen MAOA-Aktivität zeigten häufiger Betrugsstörungen, eine antisoziale Persönlichkeit und Gewaltkriminalität im Erwachsenenalter als Kinder mit starker Ausprägung von MAOA-Aktivität. Zudem war der Zusammenhang stärker bei Jungen als bei Mädchen ausgeprägt (*Kim-Cohen* u.a. 2006). Solche Studien tragen zur Vertiefung des Verständnisses vom Zusammenspiel biologischer, behavioraler und sozial-ökologischer Einflüsse auf die kindliche Entwicklung bei. Allerdings sind bisher erst wenige Genom-Umwelt-Interaktionen identifiziert, und man weiß noch nicht viel über die daran beteiligten Prozesse.

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Verhaltensgenetik hat wichtige Erkenntnisse zur methodischen Unterscheidung von Effekten der Gene und Umweltmerkmale geliefert. Zwar zeigen vorliegende Studien, dass genetische Faktoren einen bedeutenden Anteil an der interindividuellen Variabilität der meisten Verhaltensmerkmale aufklären, viele Umweltmerkmale einen genetischen Anteil haben und der Zusammenhang zwischen Umweltaspekten und Verhaltensmerkmalen zum Teil genetisch vermittelt ist. Die dabei wirkenden Prozesse sind aber noch weitgehend unbekannt und die Veränderung der Varianzaufklärung durch genetische und Umweltfaktoren in Kindheit und Jugend lässt vermuten, dass sich diese Prozesse mit dem Lebensalter verändern. Neben der Identifikation genetischer Einflüsse liefern verhaltensgenetische Studien jedoch auch eindeutige Belege dafür, dass Umweltfaktoren bei statistischer Kontrolle für genetische Einflüsse einen zusätzlichen bedeutenden Anteil der interindividuellen Variabilität von Verhaltensmerkmalen aufklären. Die Befunde zeigen, dass ein *sozialökologisches Paradigma*, das biologische Faktoren ausklammert, bei der Untersuchung von Einflüssen auf die Entwicklung zu kurz greift und zu einem *bioökologischen Paradigma* (*Bronfenbrenner* 2004) bzw. zu einem kontextualistischen Entwicklungsmodell (*Lerner* 2002) erweitert werden muss.

Verhaltensgenetisch inspirierte Studien haben die Aufmerksamkeit der Sozialisationsforscher/innen stärker auf jene Aspekte der familiären Umwelt gelenkt, die Kinder unterschiedlich machen, wie etwa auf kindspezifische Erziehungspraktiken und auf die subjektive Wahrnehmung des Elternverhaltens durch die Kinder. Verhaltensgenetische Studien zu Genom-Umwelt-Interaktionen liefern darüber hinaus Erklärungen dafür, dass Zusammenhänge zwischen Umweltrisiken und der psychischen Entwicklung im Mittel oft nur gering ausgeprägt sind: In vielen Fällen ist eine *genetische Vulnerabilität* nötig, damit un-

günstige Umweltbedingungen deutliche negative Effekte auf die psychische Entwicklung haben.

Bisher ist der Aussagewert verhaltensgenetischer Studien für das Verständnis von Entwicklungsprozessen dadurch begrenzt, dass die meisten Studien *nicht längsschnittlich* angelegt sind und somit die Wirkrichtung des Zusammenhangs von Umwelt- und Verhaltensmerkmalen nicht beurteilt werden kann. Ebenso wurden oft nur Angaben aus einer Datenquelle (Eltern- bzw. Kinderangaben) benutzt, wodurch methodische Probleme aufgrund gemeinsamer Fehlervarianz entstehen. Auch erschwerten relativ kleine Stichprobengrößen oft das Auffinden von Zusammenhängen. In vielen Zwillings- und Adoptionsstudien war zudem die Variationsbreite von Umweltmerkmalen eingeschränkt (wenn keine oder nur wenige in widrigen Umständen lebenden Familien teilnahmen), was zur Unterschätzung von Umwelteinflüssen führte. Weiterhin gibt es für die einzelnen Designs spezifische Fehlerquellen (Rutter u.a. 2001). Hier sind weitere theoretische und methodische Fortschritte nötig, wie etwa die stärkere Berücksichtigung entwicklungspsychologischer Theorien bei der Ableitung von Forschungsfragen und die Kombination verschiedener methodischer Designs.

Bedeutet die Erkenntnisfortschritte durch verhaltensgenetische Studien allerdings, dass andere Studiendesigns obsolet geworden sind? Diese Frage ist klar zu verneinen, denn Zusammenhänge von Umwelt- und Verhaltensmerkmalen können auch mit nicht verhaltensgenetischen Studiendesigns nachgewiesen werden, und zwar mit randomisierten Interventionsstudien und natürlichen Experimenten, bei denen Personen per Zufall (also unabhängig von ihrer genetischen Ausstattung) mit bestimmten Umweltmerkmalen konfrontiert werden. In anderen Fällen besteht zumindest die – bereits oft genutzte – Möglichkeit, durch eine Stellvertretervariable potentielle genetische Einflüsse zu kontrollieren, etwa wenn man in Studien zum Einfluss der Familienumwelt auf die Intelligenzentwicklung den Bildungsstand der Eltern als Kontrollvariable benutzt.

Wenn dies nicht möglich ist, sollten Sozialisationsforscher besonders sorgfältig bei der Interpretation ihrer Befunde sein und klar betonen, dass hinter den erfassten Zusammenhängen zwischen Umweltmerkmalen und Verhaltensmerkmalen vermutlich zumindest teilweise genetische Einflüsse stehen.

## Literatur

- Bartels, M./Rietveld, M. J./van Baal, G. C./Boomsma, D. L. (2002): Genetic and environmental influences on the development of intelligence. *Behavior Genetics*, 32, S. 237-249.
- Baumrind, D. (1993): The average expectable environment is not good enough: A response to Scarr. *Child Development*, 64, S. 1299-1317.
- Braungart, J. M./Fulkner, D. W./Plomin, R. (1992): Genetic mediation of the home environment during infancy: A sibling adoption study of the HOME. *Developmental Psychology*, 28, S. 1048-1055.
- Braungart-Rieker, J./Rende, R. D./Plomin, R./DeFries, J. C./Fulkner, D. W. (1995): Genetic mediation of longitudinal associations between family environment and childhood behavior problems. *Development and Psychopathology*, 7, S. 233-245.
- Bronfenbrenner, U. (2004): *Making human beings human: Bioecological perspectives on human development.* – Thousand Oaks.

- Deater-Deckard, K.* (2000): Parenting and child behavioral adjustment in early childhood: A quantitative genetic approach to studying family processes. *Child Development*, 71, S. 468-484.
- Elkins, I. J./McGue, M./Iacono, W. G.* (1997): Genetic and environmental influences on parent-son relationships: Evidence for increasing genetic influence during adolescence. *Developmental Psychology*, 33, S. 351-363.
- Ge, X./Conger, R. D./Carodet, R./Neiderhiser, J. M.* (1996): The developmental interface between nature and nurture: A mutual influence model of child antisocial behavior and parent behaviors. *Developmental Psychology*, 32, S. 574-589.
- Harris, J. R.* (1998): *The nurture assumption: When children turn out the way they do.* – New York.
- Herndon, R. W./McGue, M./Krueger, R. F./Iacono, W. G.* (2005): Genetic and environmental influences on adolescents' perceptions of current family environment. *Behavior Genetics*, 35, S. 373-380.
- Jacobson, K. C./Rowe, D. C.* (1999): Genetic and environmental influences on the relationship between family connectedness, school connectedness, and adolescent depressed mood: Sex differences. *Developmental Psychology*, 35, S. 926-939.
- Jaffee, S. R./Caspi, A./Moffitt, T. E./Polo-Thomas, M./Price, T. S./Taylor, A.* (2004): The limits of child effects: Evidence for genetically mediated child effects on corporeal punishment but not on physical maltreatment. *Developmental Psychology*, 40, S. 1047-1058.
- Jang, K. L./Vernon, P. A./Livesley, W. J./Stein, M. B./Wolf, H.* (2001): Intra- and extra-familial influences on alcohol and drug misuse: A twin study. *Addiction*, 96, S. 1307-1318.
- Kim-Cohen, J./Caspi, A./Taylor, A./Williams, B./Newcomb, R./Craig, I. W./Moffitt, T.* (2006): MAOA, maltreatment, and gene-environment interaction predicting children's mental health: new evidence and a meta-analysis. *Molecular Psychiatry*, 11, S. 903-913.
- Lerner, R. M.* (2002): *Concepts and theories of human development.* – Mahwah.
- Neiderhiser, J. M./Reiss, D./Pedersen, N. L./Lichtenstein, P./Spotts, E. L./Hansson, K./Cederblad, M./Ellhammer, O.* (2004): Genetic and environmental influences on mothering of adolescents. *Developmental Psychology*, 40, S. 335-351.
- Pike, A./McGue, S./Hetherington, E. M./Reiss, D./Plomin, R.* (1996): Family environment and adolescent depressive symptoms and antisocial behaviour: A multivariate genetic analysis. *Developmental Psychology*, 32, S. 590-603.
- Plomin, R./Daniels, D.* (1986): Children in the same family are very different, but why? *Behavioral and Brain Sciences*, 10, S. 44-59.
- Plomin, R./DeFries, J. C./McClearn, G. E./Rutter, M.* (1999): *Gene, Umwelt und Verhalten: Einführung in die Verhaltensgenetik.* – Bern.
- Reiss, D./Neiderhiser, J. M./Hetherington, E. M./Plomin, R.* (2000): *The relationship code: Deciphering genetic and social influences on adolescent development.* – Cambridge.
- Riggins-Caspers, K. M./Cadoret, R. J./Knutson, F. J./Langbehn, D.* (2003): Biology-environment interaction and evocative biology-environment correlation: Contributions of harsh discipline and parental psychopathology to problem adolescent behavior. *Behavior Genetics*, 33, S. 205-220.
- Rutter, M./Pickles, A./Murray, R.* (2001): Testing hypotheses on specific environmental causal effects on behaviour. *Psychological Bulletin*, 127, S. 291-324.
- Rutter, M./Moffitt, T. E./Caspi, A.* (2006): Gene-environment interplay and psychopathology: Multiple varieties but real effects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, S. 226-261.
- Scarr, S.* (1992): Developmental theories for the 1990s: Development and individual differences. *Child Development*, 63, S. 1-19.
- Scarr, S./Weinberg, R. A.* (1983): The Minnesota adoption studies: Genetic differences and malleability. *Child Development*, 54, S. 260-267.
- Turkheimer, E./Waldron, M.* (2000): Nonshared environment: A theoretical, methodological, and quantitative review. *Psychological Bulletin*, 126, S. 78-108.

- Turkheimer, E./D'Onofrio, B. M./Maes, H. H./Eaves, L. J. (2005): Analysis and interpretation of twin studies including measures of the shared environment. Child Development, 76, S. 1217-1233.*
- Zammit, S./Owen, M. J. (2006): Stressful life events, 5-HTT genotype and risk of depression. British Journal of Psychiatry, 188, 199-201.*