

**Multipler Substanzkonsum bei Jugendlichen und jungen
Erwachsenen - Konsummuster, Verlauf und
Einflussfaktoren**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von

Samuel Tomczyk

Kiel

(2016)

Erstgutachterin: Prof. Dr. Anya Pedersen

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Christina Schwenck

Tag der mündlichen Prüfung: 19.01.2017

Durch den zweiten Prodekan, Prof. Dr. Elmar Eggert,

zum Druck genehmigt: 08.02.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Entwicklungsaufgaben.....	8
1.2	Multipler Substanzkonsum.....	11
1.2.1	Herausforderungen bei der Erforschung multiplen Substanzkonsums	12
1.2.2	Methodische Schwierigkeiten bisheriger Forschungsansätze	13
1.3	Die latente Klassenanalyse	14
2	Herleitung des Untersuchungsansatzes.....	19
2.1	Erste Studie – systematische Übersichtsarbeit zu latenten Klassen von multiplem Substanzkonsum im Jugendalter.....	20
2.2	Zweite Studie – latente Klassenanalyse multiplen Substanzkonsums im Jugendalter im Mehrebenenmodell	20
2.3	Dritte Studie – latente Transitionsanalyse des multiplen Substanzkonsums Auszubildender.....	21
3	Studien	22
3.1	Erste Studie – systematische Übersichtsarbeit zu latenten Klassen von multiplem Substanzkonsum im Jugendalter.....	23
3.2	Zweite Studie – latente Klassenanalyse multiplen Substanzkonsums im Jugendalter im Mehrebenenmodell	77
3.3	Dritte Studie – latente Transitionsanalyse des multiplen Substanzkonsums Auszubildender.....	103
4	Zusammenfassung der Studienergebnisse	129
4.1	Erste Studie.....	129
4.2	Zweite Studie.....	130
4.3	Dritte Studie.....	132
5	Einordnung und Diskussion der Befunde	134
5.1	Multipler Substanzkonsum in früher Pubertät und Ausbildung	135

INHALTSVERZEICHNIS

5.2	Prädiktoren des Konsums	139
5.3	Limitationen und Herausforderungen des Vorgehens	141
5.4	Offene Fragen und weiterer Bedarf in Forschung und Präventionspraxis	144
5.5	Fazit	147
6	Zusammenfassung.....	149
6.1	Hintergrund und Zielsetzung	149
6.2	Methode	151
6.3	Ergebnisse.....	154
6.4	Diskussion	156
6.4.1	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	157
6.4.2	Stärken und Schwächen	158
6.4.3	Fazit und Ausblick	160
7	Kurzzusammenfassung in Englisch (Abstract).....	163
8	Literaturverzeichnis	165
9	Anhang.....	177

Anhangsverzeichnis

Anhang A. Übersicht der Eigenanteile des Autors an den vorgelegten Manuskripten

Anhang B. Lebenslauf des Autors

1 Einleitung

Das Erwachsenwerden stellt in mannigfacher Hinsicht eine Herausforderung für junge Menschen dar. Im Laufe ihrer Entwicklung beginnen sie, sich von ihrem gewohnten, familiären Umfeld zu lösen und sich im Zuge der Individuation als selbstbestimmte, unabhängige Personen zu erleben. Neben den gesellschaftlichen und sozialen Anforderungen, die an sie als bald erwachsene, mündige Bürgerinnen und Bürger gestellt werden, sind die jungen Menschen überdies mit neurophysiologischen und psychologischen Veränderungen konfrontiert, die sich im Laufe der Individualentwicklung ausbilden (Spear, 2000; Steinberg, 2008, 2010).

Diese Phase der Entwicklung wird als Adoleszenz bezeichnet, die strukturell zwischen Kindheit und Erwachsenenalter liegt. Es ist schwierig, eine exakte Altersgrenze für die Adoleszenz anzugeben, da die Entwicklungsprozesse interindividuell diametral verschieden sein können (Cohen, Kasen, Chen, Hartmark & Gordon, 2003; Sawyer et al., 2012). Mehrheitlich wird der Beginn der Adoleszenz mit dem Beginn der Pubertät zusammengelegt, die den Beginn der sexuellen Reifung bedeutet und mit hormonellen und psychophysiologischen Veränderungen wie einer verstärkten Ausschüttung von Geschlechtshormonen verbunden ist (Spear, 2000). Diese Phase ist mit einem deutlichen Anstieg des Risikoverhaltens wie dem Gebrauch psychotroper Substanzen oder erhöhter Devianz verbunden, was u. a. mit der kortikalen Reifung zusammenhängt. In der Adoleszenz ist das Belohnungszentrum bereits funktional ausgebildet, der präfrontale Kortex, der für die Verhaltenskontrolle und -steuerung zuständig ist, jedoch noch nicht (Spear, 2000). Folglich sind die jungen Menschen empfänglich für kurzfristige Belohnungen und Stimulation, die beispielsweise durch Substanzkonsum oder sexuelles Risikoverhalten geboten werden, unabhängig von längerfristigen Konsequenzen (Spear, 2000; Steinberg, 2008). Der Übergang des Individuums in adulte gesellschaftliche Rollen bildet dann das Ende der Adoleszenz und fällt in der Regel auch mit dem Abschluss der kortikalen Reifung zusammen. Wann dieser Übergang stattfindet, beziehungsweise abgeschlossen ist, ist umstritten (Abbott, 2005; Arnett, 2005; Baumrind, 1987).

Während die Weltgesundheitsorganisation die zweite Lebensdekade historisch als Adoleszenz definiert hat und zwischen früher (10-14 Jahre) und später Adoleszenz (15-19 Jahre) unterscheidet, sind die Übergänge heutzutage fließender (Sawyer et al., 2012). Neuere Forschung definiert beispielsweise eine zusätzliche Entwicklungsstufe zwischen Adoleszenz und Erwachsenenalter (engl. *adulthood*), das sogenannte „erwachende Erwachsenenalter“

(engl. *emerging adulthood*), das die Periode zwischen Abschluss der schulischen oder ersten akademischen Ausbildung und dem Beginn eines stärker selbststrukturierten Lebensentwurfs, z. B. das Eingehen einer festen Partnerschaft oder einer langfristigen beruflichen Bindung, umfasst (Arnett, 2000, 2005).

Dieses junge Erwachsenenalter ist in deutlich geringerem Ausmaß durch psychophysiologische und neurobiologische Veränderungen geprägt, aber das Risikoverhalten ist in dieser Lebensphase stärker ausgeprägt als in allen anderen. Denn junge Erwachsene sind – ebenso wie in der Adoleszenz – Anforderungen der Individuation und der Entwicklung gesellschaftlicher Rollenbilder unterworfen (Anderson, Ramo, Cummins & Brown, 2010; Arnett, 2005; Auerbach & Collins, 2006; Kong & Bergman, 2010). Diese Anforderungen besitzen für Jugendliche und junge Erwachsene einige strukturelle Gemeinsamkeiten.

1.1 Entwicklungsaufgaben

In Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt, der Gesellschaft und ihren Eltern begegnen jungen Menschen viele Situationen, mit denen sie sich auf dem Weg zu sich selbst auseinandersetzen müssen. In den 50er-Jahren wurde für zentrale Ereignisse in der Entwicklung bereits die Umschreibung der sogenannten Entwicklungsaufgaben geprägt (Havighurst, 1953). Entwicklungsaufgaben bezeichnen prototypische Aufgaben, die im Laufe des Erwachsenwerdens bewältigt werden müssen, wie das Entwickeln einer eigenen Identität, der Aufbau von Beziehungen oder die Entwicklung eines eigenen Wertesystems. In der Adoleszenz gehören dazu zum Beispiel die Ablösung von den Eltern und die Orientierung an Personen im sozialen Umfeld, deren Lebensalter und Entwicklungsaufgaben vergleichbar sind – sogenannte Peers. Im jungen Erwachsenenalter spielt die Identitätsbildung eine wichtige Rolle, so besteht eine Entwicklungsaufgabe darin, nach Abschluss der Schullaufbahn die Weichen für die berufliche Zukunft zu stellen und die eigene Lebensplanung zu gestalten.

Viele Verhaltensweisen, die Jugendliche und junge Erwachsene zeigen, lassen sich vor dem Hintergrund dieser Entwicklungsaufgaben einordnen und verstehen, dazu zählt besonders der selbstgesteuerte Umgang mit psychotropen Substanzen wie Alkohol, Tabak, Cannabis und anderen illegalen Drogen. Diese erfüllen einige adaptive Funktionen in der Bewältigung dieser Aufgaben (Brown et al., 2008; Diestelkamp, Arnaud & Thomasius, 2014; Havighurst, 1953).

In Tabelle 1 sind beispielhaft einige zentrale Entwicklungsaufgaben und die zugehörigen Funktionen des Substanzkonsums dargestellt.

Tabelle 1

Entwicklungsaufgaben im Jugendalter und Funktionen des Substanzkonsums

Entwicklungsaufgabe	Funktionen des Substanzkonsums (Beispiele)
Identitätsbildung	Erfahrung eigener Grenzen
Aufbau von intimen Beziehungen und Freundschaften	Erleichterung des Zugangs und der Kontaktaufnahme
Ablösung von den Eltern	Ausdruck von Unabhängigkeit, bewusstes Verletzen elterlicher Kontrolle
Übernahme von erwachsenem Verhalten	Demonstration von Erwachsensein, Orientierung an erwachsenen Vorbildern
Lebensgestaltung/-planung	Erleben von Subkultur, Spaß und Genuss
Eigenes Wertesystem	Gewollte Normverletzung, sozialer Protest
Entwicklungsschwierigkeiten	Ersatzziel, Stress- und Affektbewältigung

Die Verknüpfung der Bewältigung von Entwicklungsaufgaben mit dem Substanzkonsum lässt sich am Beispiel des Alkoholkonsums verdeutlichen: Junge Menschen, die sich aus der elterlichen Kontrolle lösen und sich als selbstbestimmt wahrnehmen wollen, möchten eigene Entscheidungen treffen und deren Konsequenzen erfahren – sie legen also selbst fest, wann und wie viel Alkohol sie trinken und probieren auf diese Weise aus, wie viel sie vertragen und wie viel für sie angenehm ist. Beim Aufbau intimer Beziehungen kann Alkoholkonsum ebenfalls hilfreich sein, weil er die kognitive Kontrolle inhibiert und damit die Hemmschwelle zur Kontaktaufnahme für viele Personen senkt. Subjektiv wird auf diese Weise die interpersonelle Kommunikation deutlich erleichtert, wie eine qualitative Studie zur Trinkmotivation Minderjähriger zeigen konnte (Coleman & Cater, 2005). Junge Erwachsene berichten ähnliche Gründe für den Konsum: In einer Studie an 364 Personen zwischen 16 und

22 Jahren konnten Boys und Marsden (2003) deutliche Zusammenhänge zwischen wahrgenommenen Funktionen des Konsums wie Entspannung und Verstärkung positiver Affekte, Spaß und Genuss und für Substanzen wie Alkohol und Cannabis zeigen. Gerade der Umgang mit Alkohol ist für Jugendliche in Deutschland erleichtert, da Alkohol in Form von Bier und Wein bereits ab 16 Jahren legal erworben und öffentlich konsumiert werden darf. Zudem ist Alkohol eine gesellschaftlich akzeptierte Substanz, die in vielen Ritualen wie Feierlichkeiten, Jubiläen, Geburtstagen, Jahreswechselln einen festen Platz gefunden hat.

Aber auch andere Substanzen wie Nikotin oder Tabak, etwa in Form von Zigaretten sind unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen weit verbreitet, so bezeichnen sich 12,1 % der 12- bis 17-Jährigen und sogar 39,8 % der 18- bis 25-Jährigen als Raucherinnen oder Raucher (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015c). Für viele Jugendliche und junge Erwachsene besitzt Rauchen adaptive Funktionen, wie die Anpassung an das soziale Umfeld und die Erleichterung des Aufbaus von sozialen Beziehungen oder allgemeine Entspannung (Amos, Wiltshire, Bostock, Haw & McNeill, 2004; Stewart-Knox et al., 2005). Dass diese Lebensphase ein elementarer Zeitraum für die Erforschung und Prävention des Substanzkonsums ist, legen auch Repräsentativerhebungen nahe: Im Jahr 2014 lag das Erstkonsumalter für Alkohol bei 13,8 Jahren und für Zigaretten bzw. Tabak bei 14,8 Jahren (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015a, 2015c).

Festzuhalten ist, dass Substanzkonsum in Adoleszenz und jungem Erwachsenenalter zwar entwicklungspsychologisch adaptive Funktionen auszufüllen vermag, jedoch sehr häufig mit negativen Konsequenzen verbunden ist. Dazu gehören Leistungsdefizite in Schule oder Arbeitsstelle (Townsend, Flisher & King, 2007), Probleme im familiären und sozialen Bereich, physische oder psychische Folgeschäden wie Knochenbrüche, Aufmerksamkeitsstörungen oder Depressionen, bis hin zu persistierenden Schädigungen und Störungen (Brook, Brook, Zhang, Cohen & Whiteman, 2002) oder sogar frühzeitigem Tod (World Health Organisation, 2014). Für das Rauchen konnte die Forschung der letzten 60 Jahre eindrücklich Zusammenhänge mit negativen gesundheitlichen Folgen, wie multiorganischen Schädigungen, einer Beeinträchtigung des Immunsystems und einem erhöhten Risiko für Krebserkrankungen nachweisen (U.S. Department of Health and Human Services, 2014). Eine Analyse im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation ergab überdies, dass der Konsum von Alkohol und illegalen Drogen zu den Hauptursachen für verlorene Lebensjahre in der Altersgruppe der 15- bis 24-Jährigen zählt (Gore et al., 2011).

Daher ist besonders aus präventiver Perspektive von großer Wichtigkeit, frühzeitig Faktoren und Bedingungen des Substanzkonsums zu identifizieren, um Einstieg und Verlauf des Konsums positiv beeinflussen zu können. Um nichtübertragbare Krankheiten – dazu zählen Störungen durch psychotrope Substanzen – einzudämmen, haben die Vereinten Nationen die Regulation von Tabakprodukten und die Reduktion des Alkoholkonsums zu globalen Zielen der Prävention ausgerufen (Beaglehole et al., 2011).

1.2 Multipler Substanzkonsum

Während der Konsum einzelner psychotroper Substanzen wie Alkohol, Tabak bzw. Nikotin oder Cannabis unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen regelmäßig erhoben und dokumentiert wird – etwa im Rahmen von Repräsentativerhebungen der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015c, 2015a, 2015b) –, stellt der multiple Konsum von mehr als einer psychotropen Substanz demgegenüber ein recht wenig beachtetes und dennoch prekäres Feld dar.

Gesellschaftspolitische Entwicklungen wie die lange unklare Rechtslage bei E-Produkten, die Debatte um eine teilweise Legalisierung von Cannabis (Bostwick, 2012) und die angesichts des technologischen Fortschritts zunehmende Herausforderung der so genannten neuen Drogen wie „Legal Highs“ oder Crystal Meth bieten der Entwicklung multiplen Konsumverhaltens einen überaus fruchtbaren Nährboden.

Als multipler Substanzkonsum wird häufig, – in Anlehnung an die International Classification of Diseases (ICD-10; World Health Organisation, 1993) – der Konsum von mindestens zwei verschiedenen psychotropen Substanzen bezeichnet, der entweder gleichzeitig oder mit kurzem zeitlichem Abstand zueinander erfolgt, um die Wirkung einzelner Substanzen zu verstärken oder zu mildern. Weiter gefasst beinhaltet multipler Konsum aber auch das Experimentieren mit multiplen Substanzen, z. B. den Konsum von Alkohol und Cannabis im Laufe des letzten Monats oder Jahres. Verglichen mit Abstinenz oder singulärem Konsum steht multipler Konsum signifikant häufiger mit psychischen Erkrankungen wie Störungen des Sozialverhaltens (Lynskey et al., 2006), Schizophrenie (Stefanis et al., 2014), aber auch sexuellem und allgemeinem Risikoverhalten (Connell, Gilreath & Hansen, 2009; Morley, Lynskey, Moran, Borschmann & Winstock, 2015) in Zusammenhang. Weitere Studien zeigen Binnendifferenzierungen auf, so sind mit Intensivierung des multiplen Konsums, d. h. einer steigenden Konsumfrequenz oder einem steigenden Umfang konsumierter psychotroper

Substanzen, signifikant häufiger Substanzmissbrauch und Substanzabhängigkeit zu beobachten (Agrawal, Lynskey, Madden, Bucholz & Heath, 2007; Connor et al., 2013; Connor, Gullo, White & Kelly, 2014; Moss, Chen & Yi, 2014). Jugendliche, die einen problematischen Konsum einzelner Substanzen wie regelmäßigen starken Alkoholkonsum aufweisen, haben häufiger Erfahrungen mit mehreren Substanzen gesammelt oder nutzen diese sogar simultan (Collins, Ellickson & Bell, 1998; Quek et al., 2013). In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit für schlechte akademische Leistungen und antisoziales Verhalten deutlich erhöht (Collins et al., 1998). In der Forschung verdichten sich seit einigen Jahren die Hinweise darauf, dass es sich bei multiplen Konsumenten um eine besondere Gruppe der Substanzkonsumenten mit unterschiedlichen Ausprägungen handeln könnte. Connor et al. (2014) berichten in ihrer Übersichtsarbeit von drei typischen multiplen Konsummustern, die sich hinsichtlich der Reichweite der genutzten Substanzen und der gesundheitlichen und psychosozialen Korrelate unterscheiden: limitiert (Alkohol, Tabak und Cannabis), moderat (Alkohol, Tabak, Cannabis und Amphetaminderivate) sowie ausgeweitet (Alkohol, Tabak, Cannabis, andere illegale Drogen und Medikamentenmissbrauch). Mit steigender Reichweite steigen die gesundheitlichen Schädigungspotentiale und die psychosoziale Belastung.

1.2.1 Herausforderungen bei der Erforschung multiplen Substanzkonsums

Eine große Herausforderung bei der Erforschung und Beschreibung des multiplen Konsums stellt die Definition und Operationalisierung des multiplen Konsums dar. Um Studienergebnisse vergleichen und ein stabiles Modell entwickeln zu können, muss eine Definition multiplen Substanzkonsums die folgenden Fragen beantworten können:

1. Welche Substanzen werden konsumiert?
2. Welcher zeitliche Abstand besteht zwischen dem Konsum der einzelnen Substanzen? bzw. Welcher zeitliche Rahmen gilt für den Konsum der Substanzen (Konsum in der letzten Woche/im letzten Monat/im letzten Jahr/jemals im Leben?)
3. Gibt es bestimmte Konsummuster (z. B. Präferenz bestimmter Substanzgruppen oder -kombinationen)?

Während in bisherigen Untersuchungen vorrangig ermittelt wurde, welche Substanzen und in welcher Regelmäßigkeit diese eingenommen werden (z. B. Lebenszeit, Jahres- oder Monatsprävalenz), wurde die letzte Frage bisher eher unzureichend beantwortet.

1.2.2 Methodische Schwierigkeiten bisheriger Forschungsansätze

In den meisten bisherigen Studien werden Personen mit multiplem Konsum als Subgruppe der Konsumenten mittels eines Cut-Offs definiert, z. B. über den Konsum von mindestens zwei psychotropen Substanzen an fünf oder mehr Gelegenheiten in den letzten 90 Tagen (Boys & Marsden, 2003). Die Ausprägung des multiplen Konsums wird dann über die Kombinationen der erhobenen Substanzen deskriptiv abgebildet, häufig wird für jede mögliche oder für die Fragestellung relevante Kombination eine eigene Kategorie gebildet (Barrett, Darredeau & Pihl, 2006; Moss et al., 2014). Barrett und Kollegen (2006) geben beispielsweise für fast alle möglichen Kombinationen der dreizehn von ihnen untersuchten psychotropen Substanzen relative Häufigkeiten an.

In weiteren Schritten werden diese Kategorien dann in Bezug zu anderen Variablen gesetzt; in ihrer Studie prüfen Barrett und Kollegen (2006) über Chi-Quadrat-Tests, ob es signifikante Unterschiede in der zeitlichen Abfolge des Konsums verschiedener Substanzen gibt. Im Rahmen präventiv-epidemiologischer Forschung zum Substanzkonsum Jugendlicher wird aber vor allem auf regressionsanalytische Modelle zurückgegriffen, die im Längs- oder Querschnitt die ermittelten Konsummuster vorhersagen. So werden zum Beispiel Risikofaktoren für Einstieg in den Substanzkonsum vorrangig über hierarchisch-lineare oder logistische Regressionen geprüft (Kirkcaldy, Siefen, Surall & Bischoff, 2004; Simons-Morton, 2007; Whelan et al., 2014).

Die meisten dieser regressionsanalytischen Verfahren postulieren jedoch eine umfassende Normalverteilung der Variablen und betrachten Beziehungen zwischen den erhobenen, manifesten Variablen (Bickel, 2001; Raudenbush & Bryk, 2002). Dabei findet die schiefe Verteilung der Konsumparameter – etwa der gering ausgeprägte Alkoholkonsum in der frühen Adoleszenz oder die gegenüber legalen Substanzen wie Alkohol oder Tabak niedrige Prävalenz illegaler Substanzen wie Kokain oder Cannabis (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015a) – nicht genügend Berücksichtigung. Die Beschreibung des multiplen Konsums über eine Kombination einzelner Substanzindizes reduziert so die ohnehin geringe Zellenbesetzung noch weiter, wenn etwa der multiple Konsum von Alkohol, Tabak und Cannabis untersucht werden soll. Stabile statistische Analysen sind auf diese Weise erschwert.

Gerade Untersuchungen im Längsschnitt machen deutlich, dass die Veränderung des Konsumverhaltens über die Zeit mit früheren Ansätzen nur unvollständig abgebildet werden kann, da sich die Aussagekraft klassischer Regressionsmodelle auf einzelne Konsumparameter

oder Zellenkombinationen (Konsum vs. Nicht-Konsum) beschränkt, was die Aussagekraft dieser Modelle erheblich einschränkt. Dabei ist besonders in der Adoleszenz und im jungen Erwachsenenalter, beide Phasen reich an Veränderungen und Umbrüchen, eine zeitsensitive und angemessene Betrachtung des Verhaltens elementar (Arnett, 2000, 2005; Brown et al., 2008), die diese Veränderung auch im Substanzkonsum, methodisch berücksichtigt.

1.3 Die latente Klassenanalyse

Die latente Klassenanalyse, *latent class analysis* (LCA), sowie darauf aufbauend die latente Transitionsanalyse, *latent transition analysis* (LTA), stellen einen bisher wenig beachteten Zugang zur Exploration multiplen Substanzkonsums dar (Lanza, Patrick & Maggs, 2010). Mittels LCA können Profile oder Klassen des Substanzkonsums sowie deren Prädiktoren ermittelt werden, da das Verfahren homogene Subgruppen im Datensatz ausfindig macht, deren Antwortverhalten über mehrere Items hinweg ähnlich ausfällt. Anders als in logistischen Regressionsmodellen, die etwa die Lebenszeitprävalenz von Alkohol- oder Tabakkonsum als binäres Ergebnis (ja/nein) abbilden, können mittels LCA differenzierte Subtypen des Konsums als nominalskalierte, distinkte latente Klassen identifiziert und unterschieden werden. Anschaulich für das Verständnis latenter Klassen ist z. B. die Unterscheidung von Nichtrauchern, Gelegenheitsrauchern oder starken Rauchern (Henry & Muthén, 2010; Lanza et al., 2010). Diese latenten Klassen kommen dem tatsächlichen Konsumverhalten näher als etwa eine artifizielle Dichotomisierung der Konsumvariablen oder eine eindimensionale Quantifizierung, etwa anhand der Anzahl gerauchter Zigaretten zu einer Gelegenheit.

Den Vorteil latenter Klassenanalyse verdeutlicht eine Studie von Reboussin, Song, Shrestha, Lohman und Wolfson (2006) zum Alkoholkonsum Jugendlicher. In ihrer Studie fanden sie die beiden Klassen riskantes problematisches Trinken und regelmäßiges problematisches Trinken, die zusammengenommen rund 57 % der Stichprobe abbildeten. Klassische Quantifizierungen für problematischen Konsum, z. B. mittels Cut-Off für Rauschtrinken (fünf oder mehr alkoholhaltige Getränke zu einer Gelegenheit) und Regelmäßigkeit des Alkoholkonsums hätten in ihrer Stichprobe hingegen nur 27 % der Befragten erfasst. Darüber hinaus unterscheiden sich diese beiden von ihnen gefundenen Klassen in Intensität und Häufigkeit des Alkoholkonsums sowie im Ausmaß der mit dem Konsum assoziierten Probleme, wie gesundheitlichen Schäden und sozialer Isolation, sodass

sie eine Differenzierung der riskanten Alkoholkonsumenten ermöglichen, die gerade in Hinblick auf die weitere Entwicklung des Konsumverhaltens, und damit die Gesundheit der jungen Menschen, Bedeutung trägt (Connor et al., 2014).

Latente Klassenmodelle basieren im Allgemeinen auf der Annahme, dass das beobachtete Verhalten auf latente, nominalskalierte Konstrukte zurückzuführen ist, dabei folgt die latente Klassenanalyse den Prinzipien der lokalen stochastischen Unabhängigkeit, der Exhaustivität und der Exklusivität (Hagenaars & McCutcheon, 2002). Lokale stochastische Unabhängigkeit bedeutet, dass die Itemantworten durch die latente Klasse beeinflusst werden und damit innerhalb der latenten Klassen unabhängig sind. Statistisch lässt sich dies beobachten, indem die Item-Interkorrelation verschwindet, sobald die latenten Klassen in das Modell eingehen. Exhaustivität besagt, dass die Wahrscheinlichkeit der Klassenzugehörigkeit sich über alle Personen hinweg zu „1“ addiert, also alle Personen einer Stichprobe bzw. deren Antworten in der Klassenlösung berücksichtigt werden. Exklusivität bedeutet, dass eine Person nur einer latenten Klasse zugleich zugeordnet werden kann.

Am Beispiel der latenten Klassen von Henry und Muthén (2010) werden alle diese Prinzipien deutlich: die Items, die für die latente Klassenanalyse genutzt wurden, beziehen sich auf die Lebenszeitprävalenz des Rauchens (Ja/Nein), den aktuellen Rauchstatus (Nichtraucher, Gelegenheitsraucher, täglicher Raucher), das Selbstbild als Raucher (Nichtraucher, leichter Raucher, mittlerer bis schwerer Raucher), den Rauchstatus der Freunde (die meisten rauchen/rauchen nicht) und die Einschätzung, ob die Eltern das Rauchen unterbinden (Ja/Nein) und ob Rauchen als Gefahr für die Gesundheit wahrgenommen wird (Ja/Nein).

Im Sinne der lokalen stochastischen Unabhängigkeit konnte bei Einschluss der latenten Klassen keine Interkorrelation der Items mehr beobachtet werden, die Item-Ausprägung hing also mit der Zugehörigkeit zu einer latenten Klasse zusammen. Den Prinzipien der Exhaustivität und Exklusivität folgend verteilte sich die Stichprobe vollständig auf Nichtraucher (61 % der Stichprobe), Gelegenheitsraucher (24 %) und starke Raucher (15 %), dabei wurde jede Person nur einer der drei Klassen zugewiesen.

Die latenten Klassen werden in einem iterativen Prozess ermittelt. Zunächst muss die Anzahl latenter Klassen – in der vorgestellten Studie von Henry und Muthén (2010) drei – in einem ersten Schritt definiert werden, die Ermittlung der jeweiligen Antwortmuster und die Zuweisung zu den latenten Klassen erfolgen daran anschließend in einem Schätzprozess (nach Expectation-Maximation-Algorithmus). Die Zuordnung zu einer latenten Klasse erfolgt

statistisch auf Basis der bedingten Wahrscheinlichkeit einer Person, das der latenten Klasse zugehörige Antwortmuster zu zeigen. Die Zuordnungswahrscheinlichkeit zu einer latenten Klasse kann anhand von Gleichung 1 ermittelt werden:

$$p(\theta_i | \underline{x}) = \frac{\pi_{\theta_i} p(\underline{x} | \theta_i)}{\sum_{\theta=1}^L \pi_{\theta} p(\underline{x} | \theta_i)} \quad (1)$$

Die Zugehörigkeit zu einer latenten Klasse θ_i hängt von der Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Antwortmusters \underline{x} ab. Diese Wahrscheinlichkeit wird mit der Häufigkeit der latenten Klasse π_{θ_i} multipliziert und durch die Produktsumme dieses Terms für alle latenten Klassen θ dividiert. Das Antwortmuster \underline{x} wird im ersten Schritt auf Basis aller möglichen Kombinationen der eingeschlossenen Indikatoren gebildet und dann iterativ auf Grundlage der bestimmten Anzahl latenter Klassen näherungsweise geschätzt, um eine möglichst hohe Passung zu der ursprünglichen Itemmatrix zu erhalten.

Da die Anzahl der latenten Klassen im ersten Schritt definiert werden muss, ist es üblich, Modelle mit mehreren Klassen hintereinander zu schätzen, um die für die Stichprobe optimale Anzahl an Klassen zu identifizieren, d. h. eine Balance zwischen Sparsamkeit der Modellparameter (z. B. der zu schätzenden Wahrscheinlichkeiten pro Klasse) und Aussagekraft (Erklärung der Inter-Item-Korrelation durch das latente Klassenmodell) zu finden. Für den Vergleich der Modelle mit unterschiedlicher Anzahl an latenten Klassen können einige Kriterien herangezogen werden, die an die Kriterien der Modellpassung von Strukturgleichungsmodellen (Hox & Bechger, 1998) angelehnt sind: Informationen zur allgemeinen Modellpassung, zur Sparsamkeit des Modells und zur Qualität der Klassenlösung (Hagenaars & McCutcheon, 2002).

Die allgemeine Modellpassung kann über einen Likelihood-Ratio-Test für geschachtelte Modelle geprüft werden, indem die aktuelle Modellschätzung mit der Schätzung für ein Modell mit einer Klasse weniger verglichen wird. Je geringer die Abweichung der Modelle, desto weniger wirkt sich die Aufnahme einer zusätzlichen latenten Klasse auf die Modellpassung aus. Bei vergleichbarem Likelihood-Ratio-Wert bzw. nicht-signifikantem Likelihood-Ratio-Test zwischen zwei Modellen ist das Modell mit weniger Klassen vorzuziehen.

Ähnlich verhält es sich mit der Sparsamkeit des Modells, die den Zugewinn an Informationen bzw. Modellpassung in Bezug zu den zu schätzenden Parametern setzt. Mit jeder zusätzlichen latenten Klasse müssen mehr Parameter geschätzt werden, gleichzeitig wird die Passung des Modells an die Ausgangsmatrix immer besser. Mittels Informationskriterien wie dem Akaike- Informationskriterium oder dem Bayes-Informationskriterium kann für jede Klassenlösung ein solches Verhältnis bestimmt werden. Je kleiner dieses ausfällt, desto sparsamer und damit vorzugswürdiger das Modell (Hagenaars & McCutcheon, 2002; Nylund, Asparouhov & Muthén, 2007).

Die Qualität der Klassenlösung bemisst sich schließlich an der Genauigkeit der Zuordnung zu den latenten Klassen. Eine Person wird gemäß der höchsten ermittelten Zuordnungswahrscheinlichkeit einer latenten Klasse zugewiesen. Im Idealfall nähert sich diese Wahrscheinlichkeit für das jeweilige Antwortmuster „1“ an, was bedeutet, dass das Antwortmuster nur in dieser, nicht aber in anderen Klassen zu finden ist. Damit wäre sichergestellt, dass die Klassen maximal unterschiedlich (d. h. lokal stochastisch unabhängig) sind und die Zusammenhänge der Itemantworten sich allein durch die Zugehörigkeit zu einer latenten Klasse erklären lassen. Fällt die Wahrscheinlichkeit jedoch für verschiedene Klassen ähnlich groß aus, ist die Zuordnung nicht mehr so eindeutig. Über alle latenten Klassen hinweg lässt sich so die Entropie ermitteln, die als Gesamtindex angibt, wie eindeutig die Zuordnung zu den latenten Klassen erfolgt (Collins & Lanza, 2009). Je näher dieser Wert an „1“ liegt, desto erfolgreicher ist die Zuordnung.

Diese drei Kriterien sollten jedoch nicht unabhängig voneinander betrachtet, sondern gemeinsam zur Beurteilung herangezogen werden. Der Likelihood-Ratio-Wert nimmt beispielsweise mit jeder zusätzlich aufgenommenen Klasse ab, da das Schätzmodell immer genauer an die Ausgangsmatrix angepasst werden kann – denkbar wäre ein saturiertes Modell mit ebenso vielen latenten Klassen wie möglichen Kombinationen der Itemantworten. Gleichzeitig sinkt die Entropie mit jeder zusätzlichen Klasse gegenüber dem Zwei-Klassenmodell, da die Zuordnung immer differenzierter ausfällt und sich die Unterschiede in den Antwortmustern stärker auf die Zuordnung zu den latenten Klassen auswirken. Die optimale Klassenlösung ist daher Folge eines genauen, ausgewogenen Analyseprozesses sowie der inhaltlichen Bedeutung der latenten Klassen. Zusätzlich zur statistischen Passung ist wichtig, dass sich in den latenten Klassen sinnvolle qualitativ unterschiedliche Gruppen identifizieren lassen (Collins & Lanza, 2009; Hagenaars & McCutcheon, 2002). Eine klare theoriegestützte Auswahl unter Berücksichtigung der statistischen Indizes ist daher obligat.

In weiteren Rechenschritten können in latenten Klassenmodellen Risikofaktoren im Sinne von statistischen Prädiktoren für jede dieser Klassen getrennt ermittelt werden. Eine Möglichkeit ist, zu untersuchen, ob sich die Zuordnung zu den latenten Klassen in Abhängigkeit des Prädiktors verändert. So kann beispielsweise festgestellt werden, ob junge Männer häufiger als Frauen einer bestimmten latenten Klasse zugeordnet werden, oder ob sich die latenten Klassen hinsichtlich der Ausprägung anderer Merkmale unterscheiden.

Die latente Transitionsanalyse (LTA) als Fortsetzung des latenten Klassenmodells modelliert Veränderungen in der Besetzung der latenten Klassen über die Zeit und erlaubt so eine längsschnittliche Prüfung der latenten Klassenmodelle. Außerdem können auf diese Weise Veränderungen im Konsumverhalten etwa infolge von Reifungsprozessen oder sozialen Veränderungen ökologisch valide und hochgradig sensitiv dargestellt werden. Die Einbindung entwicklungsrelevanter statistischer Prädiktoren erlaubt in diesen Modellen auch die Vorhersage von Wechseln der Klassenzugehörigkeit über die Zeit, was inhaltlich einer Veränderung des Konsumverhaltens entspricht.

Ein naheliegender Ansatzpunkt im Bereich der Substanzkonsumforschung ist die Untersuchung der Gateway-Hypothese, die besagt, dass der Konsum eher niedrighwelliger Substanzen wie Alkohol den Einstieg in den Konsum illegaler Drogen besonders begünstigt (Kandel, Yamaguchi & Chen, 1992; Kandel, 2002). Durch Einbezug latenter Klassen kann diese Fragestellung problemlos um den multiplen Konsum erweitert werden (Maldonado-Molina & Lanza, 2010).

Die Untersuchung latenter Klassen im Längsschnitt bietet weitere Vorteile: Chung, Park und Lanza (2005) konnten im Längsschnitt das frühe Einsetzen der Pubertät mit einer erhöhten Veränderungsrate des Substanzkonsums zugunsten multiplen Substanzkonsums in Verbindung bringen. Da sich die von ihnen gefundenen latenten Klassen jeweils aus mehreren Items für verschiedene Substanzen und Intensitätsmaße (Menge, Dauer, Häufigkeit) zusammensetzen, wäre eine ebensolche Beobachtung mittels herkömmlicher Modellierung nicht äquivalent möglich gewesen. Darüber hinaus sind latente Klassen als multinomiales Konstrukt zu interpretieren, so dass eine Vorhersage der latenten Klassen mittels multinomialer logistischer Regression erfolgt – es wird also im Gegensatz zu klassischen Analysemethoden keine a priori lineare Beziehung der Variablen untereinander angenommen. Neuere Module zur statistischen Ermittlung latenter Klassen und Transitionen erlauben dabei auch eine Berücksichtigung der Clusterstruktur von Daten, wenn etwa Schülerinnen und Schüler nicht individuell, sondern im

Klassen- oder Schulverband erhoben wurden. Sie liegen damit auf Augenhöhe mit den Mehrebenenmodellen, die heutzutage zumeist das Mittel der Wahl darstellen, um Daten mit Clusterstruktur, z. B. Schülerinnen und Schüler an einer Schule oder Patientinnen und Patienten in einer Klinik, zu analysieren (Raudenbush & Bryk, 2002).

Beispielhaft zeigen regressionsanalytische Untersuchungen zu Risikofaktoren multiplen Substanzkonsums kontextuelle Effekte auf, so wirkt sich die Einstellung zu Konsum auf Schulebene ebenso wie der Anteil konsumierender Jugendlicher in einer Schule signifikant auf den individuellen Konsum aus, sogar wenn die individuelle Einschätzung und Einstellung statistisch kontrolliert werden (Eisenberg, Toumbourou, Catalano & Hemphill, 2014; Henry, Stanley, Edwards, Harkabus & Chapin, 2009; Henry & Slater, 2007). Henry und Muthén (2010) stellen mit einer Mehrebenen-LCA (MLCA) zum Rauchverhalten von Mädchen eine Arbeit vor, die diese Einflüsse mit aufgreift. In ihrer Untersuchung zeigen sie auf, dass Gemeinden, die finanziell schlechter gestellt sind und in denen Tabak angebaut wird, einen größeren Anteil an moderaten und starken Raucherinnen aufweisen als andere Gemeinden. Diese Erkenntnis kann sehr hilfreich sein, wenn gezielt Präventionen entwickelt oder gefundene Assoziationen auf Ebene der Gemeinden bewertet werden sollen.

Inhaltlich liefern LCA und LTA damit eine andere Perspektive auf den multiplen Substanzkonsum. Während viele epidemiologische Erhebungen Prävalenzen des Konsums über singuläre Items oder aggregierte Indizes berichten (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2014; World Health Organisation, 2014; Lampert, Kuntz & KIGGS Study Group, 2014), erlauben diese Analyseverfahren eine realitätsnähere Erfassung komplexer Profile, die mehrere Substanzen und Konsumformen gleichzeitig erfassen können.

2 Herleitung des Untersuchungsansatzes

Aus den vorgestellten Befunden kann abgeleitet werden, dass der multiple Substanzkonsum unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen in der (epidemiologischen) Forschung besondere Aufmerksamkeit verdient. Die latente Klassenanalyse stellt aufgrund ihrer Flexibilität und Stichprobensensitivität hierfür die Untersuchungsmethode der Wahl dar. Auf dieser Basis fußen die folgenden drei Studien.

2.1 Erste Studie – systematische Übersichtsarbeit zu latenten Klassen von multiplem Substanzkonsum im Jugendalter

Mit der ersten Studie soll zunächst ein Überblick über die Forschung im Bereich des multiplen Substanzkonsums Jugendlicher und junger Erwachsener (10-19 Jahre) unter Berücksichtigung der latenten Klassenanalyse geschaffen werden. Um einschätzen zu können, ob es länder- und kulturübergreifende Gemeinsamkeiten in den Profilen gibt und bestimmte Prädiktoren sich konsistent als Risiko- oder Protektivfaktoren identifizieren lassen, soll eine systematische Übersichtsarbeit oder Meta-Analyse der bisherigen Befunde nach PRISMA-Standard (Liberati et al., 2009; Moher, Liberati, Tetzlaff & Altman, 2009) durchgeführt werden. Um eine gewisse methodische Mindestqualität zu sichern, wird eine etablierte Checkliste zur Einschätzung der Qualität der Primärstudien herangezogen (Newcastle-Ottawa-Scale; Wells et al., 2014) und die Auswahl der einzuschließenden Studien auf peer-reviewte Publikationen beschränkt.

2.2 Zweite Studie – latente Klassenanalyse multiplen Substanzkonsums im Jugendalter im Mehrebenenmodell

Während sich die Berücksichtigung der Clusterstruktur von Daten, beispielsweise bei der Erhebung von Daten an Schulen oder Kliniken, in der allgemeinen Substanzforschung bereits durchgesetzt hat (Bingenheimer & Raudenbush, 2004; Clarke, 2008; Smolkowski, Biglan, Dent & Seeley, 2006), wurde diese Struktur in der Exploration des multiplen Substanzkonsums im Jugendalter nur in seltenen Fällen berücksichtigt. Aus diesem Grund wird in der zweiten Studie eine latente Klassenanalyse des Substanzkonsums an einer Stichprobe deutscher Jugendlicher durchgeführt, die den Schultyp als Ebene berücksichtigt, da in der Analyse des Alkohol- und Tabakkonsums signifikante Unterschiede zwischen Schulen mit höheren und niederen Bildungsabschlüssen gefunden wurden (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015c, 2015a; Kuntz & Lampert, 2013a, 2013b; Mathur, Erickson, Stigler, Forster & Finnegan, 2013). Von Interesse ist, ob die schulgebundene Fokussierung auf eine akademische Ausbildung (z. B. Gymnasium) sich bedeutsam auf das Konsumverhalten auswirkt und für den multiplen Konsum vergleichbare Befunde wie für das Rauchen gefunden werden können, wonach das Anstreben eines höheren Bildungsabschlusses mit einer geringeren Konsumwahrscheinlichkeit einhergeht (Kuntz & Lampert, 2013a).

Im Sinne der Entwicklungsaufgaben (Havighurst, 1953) wird gezielt eine Gruppe Jugendlicher betrachtet, die sich im Beginn der Pubertät befindet (10-13 Jahre). Die Analyse der Konsummuster über sensitive Indikatoren (Lebenszeitprävalenz des Konsums, aktueller Konsum) für Alkohol (Alkoholkonsum allgemein, Rauschtrinken, Trunkenheitserfahrung) und Zigaretten erlaubt daher eine Differenzierung hinsichtlich der Regelmäßigkeit und der Intensität des Substanzkonsums in dieser Altersgruppe.

2.3 Dritte Studie – latente Transitionsanalyse des multiplen Substanzkonsums Auszubildender

Die dritte Studie betrachtet Jugendliche und junge Erwachsene, die mit einem weiteren wichtigen Entwicklungsschritt konfrontiert sind. Im Fokus stehen dabei junge Menschen im Übergang von Schule zu Beruf oder weiterführender Ausbildung, die sich zwischen Adoleszenz und „erwachendem Erwachsenenalter“ befinden (18-21 Jahre). Gemeinsam mit den in der zweiten Studie ermittelten latenten Klassen liefert diese Untersuchung einen Überblick über multiple Substanzkonsummuster in prägenden Entwicklungsabschnitten des Jugendalters und des jungen Erwachsenenalters.

Ein zweiter Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der longitudinalen Betrachtung der Konsummuster. Die Auszubildenden werden zu Beginn der Ausbildung und 18 Monate später zu ihrem Konsum befragt, sodass die Stabilität der ermittelten Profile geprüft und der Einfluss intra- und interpersoneller Faktoren zur Baseline auf die Konsummuster zum Follow-Up untersucht werden kann. Vergleichspunkte sind hier einerseits die Befunde zu multiplem Substanzkonsum im jüngeren Jugendalter wie der frühen Adoleszenz und der Befunde aus der zweiten Studie sowie andererseits die Erkenntnisse aus der arbeits- und organisationspsychologischen Forschung zu Substanzkonsum im Beruf, da Auszubildende im Betrieb ihrem späteren Berufsalltag sehr nahestehen. Zentrale Fragen sind also, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede sich zu den Befunden für das jüngere Jugendalter zeigen, und ob es Anknüpfungspunkte aus der weiterführenden Berufsforschung gibt.

3 Studien

Im Folgenden sind die in peer-reviewten Zeitschriften publizierten Studien zu finden. Sie befinden sich in der Formatierung der sogenannten *accepted version*, die die durch die Zeitschrift akzeptierte, aber noch nicht abschließend formatierte Version darstellt. Die Artikel können über den jeweiligen Digital Object Identifier als online veröffentlichter Zeitschriftenbeitrag eingesehen werden. Die Eigenanteile des Autors an den jeweiligen wissenschaftlichen Arbeiten sind Anhang A zu entnehmen.

Studie 1

Tomczyk, S., Isensee, B. & Hanewinkel, R. (2016). Latent classes of polysubstance use among adolescents – a systematic review. *Drug and Alcohol Dependence*, 160, 12-29. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2015.11.035

Studie 2

Tomczyk, S., Hanewinkel, R. & Isensee, B. (2015). Multiple substance use patterns in adolescents—A multilevel latent class analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, 155, 208-214. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2015.07.016

Studie 3

Tomczyk, S., Pedersen, A., Hanewinkel, R., Isensee, B. & Morgenstern, M. (2016). Polysubstance use patterns and trajectories in vocational students – A latent transition analysis. *Addictive Behaviors*, 58, 136-141. doi: 10.1016/j.addbeh.2016.02.027

3.1 Erste Studie – systematische Übersichtsarbeit zu latenten Klassen von multiplem Substanzkonsum im Jugendalter

Title:

Latent Classes of Polysubstance Use Among Adolescents – a Systematic Review

Authors:

Samuel Tomczyk, Barbara Isensee, Reiner Hanewinkel

Affiliation (all authors):

Institute for Therapy and Health Research, Harmsstraße 2, 24114 Kiel, Germany

Corresponding address:

Samuel Tomczyk

tomczyk@ift-nord.de

p: +49 431 570 29 38

f: +49 431 570 29 29

Institute for Therapy and Health Research, Kiel, Germany

Harmsstraße 2

24114 Kiel, Germany

Running head:

Adolescent polysubstance use – a systematic review

Funding:

None.

Conflict of interest statement:

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Word count:

5,756 (excluding abstract [226 words], references, appendix, two figures, and two tables)

List of abbreviations:

FMM – Finite mixture modeling

LCA – latent class analysis

LTA – latent transition analysis

Latent Classes of Polysubstance Use Among Adolescents – a Systematic Review

Abstract

Background. This systematic review aims to summarize latent classes of polysubstance use in adolescents (10-19 years), and to describe predictors of polysubstance use. **Methods.** A systematic literature review was conducted in three databases (PUBMED, PsycINFO, PsycARTICLES) to identify peer-reviewed articles on latent classes of adolescent polysubstance use (published through June 30, 2015), and to assess the comparability of their results. **Results.** 23 studies (N=450 to N=419,698) met the inclusion criteria. The studies showed predominantly (18 studies) average to low risk of bias. 17 studies (74%) identified between three or four latent classes, with “no use” or “low use” classes being the largest and “polysubstance use” being the smallest ones. Intermediate classes included extensive single substance use, such as “alcohol only” classes. Polysubstance use classes were unanimously predicted by higher age, higher parental and peer substance use, and poor academic performance, other predictors were highly heterogeneous. **Conclusions.** Latent classes deliver solid information on polysubstance use in adolescence. Despite their sample sensitivity, the studies possess manifold similarities, hence, modeling latent classes seems to be an ecologically valid approach to further research, e.g., for subgroup analyses or on substance use trajectories. Finally, latent classes may help to illustrate differential effects and special groups in prevention and treatment that depend on the actual consumption pattern. However, there are certain methodological recommendations to be considered in order to obtain reliable results.

Keywords: polysubstance use; polydrug use; adolescent; finite mixture modeling; latent class analysis; systematic review

1. Introduction

Polysubstance use among adolescents remains an important topic for researchers, practitioners, and policymakers, as it is associated with dependence, and delinquency. Adolescent polysubstance users have increased odds to develop an addiction, and to be involved in violent or other criminal incidents (Hopfer et al., 2014; Kokkevi et al., 2014; Wanner et al., 2009).

However, the operationalization of polysubstance use presents a few statistical and methodological challenges. First, polysubstance use is usually assessed via contingency tables of multiple substances, leading to small subsamples, which make it difficult to run complex statistical analyses (Choquet et al., 2004). Second, these measures often lead to highly skewed distributions, which complicate the application of distribution-based methods like hierarchical multilevel regressions and limit their interpretability (Raudenbush and Bryk, 2002). Third, polysubstance use is currently a broad term, describing the use of at least two different psychoactive substances in a defined period of time, either simultaneously or separately (Connor et al., 2014). Hence, there are many types of polysubstance users that are difficult to distinguish, although wide-ranging users (alcohol, tobacco, marijuana, prescription medication misuse, and other illicit drugs) seem to suffer worse consequences than low-ranging users (alcohol, tobacco, marijuana) (Connor et al., 2014). However, these associations were found for polysubstance use in general. It is not entirely clear, what types of polysubstance use are predominant among adolescents, and how they can be predicted. From a prevention standpoint, it seems therefore indispensable to investigate polysubstance use patterns in adolescents, as their (cognitive) development may be severely affected (Medina et al., 2007; Moss et al., 2014).

In recent years, specific forms of Finite Mixture Models (FMM), such as latent class analysis (LCA) emerged as modern, and person-centered rather than variable-centered approaches to polysubstance research. FMM postulate a definite amount of homogeneous, mutually exclusive

classes of behavior that can be identified by analyzing response patterns on any number of categorical or continuous variables – based on a probabilistic model (Hagenaars and McCutcheon, 2002). Latent classes are determined in an iterative process: once the researcher approximates a number of classes, a process of maximum-likelihood estimations compares this number to the data. Finally, comparing fit indices for different numbers of classes leads to a model that presents the best fit, and consequently, is ecologically valid, while remaining theoretically sound. In terms of validity, the empirical, person-centered nature of FMM might surpass mere summarized scores or frequencies, as FMM are able to integrate different response patterns at the same time, e.g., “low use”, “occasional”, and “frequent” polysubstance use, depending on the chosen indicators. Thus, prevention specialists are able to identify actual patterns and predictors of use, and tailor their educational and preventive strategies to these specific risk profiles.

Contrary to conventional methods, FMM are not strongly affected by distributional restrictions. If variables exhibit skewness or low cell frequencies, FMM would most likely reveal a small group of users that still allows for further testing, for instance, the prediction of a distal outcome like academic success (Kelly et al., 2015).

In addition, FMM are highly flexible, since there is no definite cut-off for the number of classes, but instead a combination of statistical fit indices, and theoretical tenability (Hagenaars and McCutcheon, 2002). Thus, FMM results can be adapted to the relevant research question, and multiple class solutions can be compared. In order to guarantee replicability and avoid arbitrary results, however, FMM have to be conducted and reported systematically and rigorously. Nevertheless, the flexibility of these types of FMM and the possibility of further statistical testing render them superior to other person-centered classification methods, such as traditional clustering approaches. In contrast to FMM, traditional clustering approaches like k-means

clustering may be biased according to the chosen measure of proximity and thus, are not as flexible as probabilistic FMM with regards to modeling restrictions (Jain et al., 1999).

To sum it up, latent classes of polysubstance use in adolescence show great promise in extending existing knowledge, and guiding research and practice, as they present person-centered solutions that fit the target population, while remaining statistically transparent and replicable. Therefore, this systematic review aims to identify and summarize studies on latent classes of polysubstance use in adolescents. Moreover, this review wants to illustrate the examined predictors of these classes and connect them to previous research using more conventional approaches. Since FMM can be used to answer a variety of research questions, this review is not limited to certain study designs, comparisons or interventions, but includes different types of latent FMM, such as latent transition analysis (LTA), latent class or profile analysis, and latent class growth models.

2. Method

This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA Statement (Liberati et al., 2009; Moher et al., 2009).

2.1 Search strategy

Three electronic databases (MEDLINE via PUBMED; PsycINFO and PsycARTICLES via EBSCOhost) were systematically searched for publications of all years through June 30, 2015. Keywords and search terms can be found in Appendix A: We combined phrases, keywords and headings for the major topics “latent class (analysis)”, “(poly) substance use” or “multiple substance use” and “children and/or adolescents”. We limited our search to studies with human subjects, published in peer-reviewed journals. After the initial search, we

excluded duplicates, and screened the remaining headings and abstracts for eligibility. If a study met the eligibility criteria (see 2.2), or if it was unclear after screening, we obtained full texts. Full texts were also obtained for articles that were identified through secondary sources like reference lists or systematic reviews. The remaining articles were assessed for inclusion.

2.2 Eligibility criteria

In our review, we included studies that identified latent classes of substance use among children and/or adolescents if they met the following criteria:

(1) Population of interest: Children and adolescents aged 10-19 years. Studies with a larger range of age were also eligible if they included separate analyses and reports on the relevant age group.

(2) Study design: observational, experimental, cross-sectional, and longitudinal.

(3) Publication status: published in peer-reviewed journals.

(4) Measure of substance use: Studies had to report how substance use was assessed.

Continuous as well as categorical measures were included, but included studies had to report measures for at least two different substances, regardless of the time intervals these measures refer to (e.g., last month/year). In addition, we only included studies that examined latent classes of substance use. Studies were excluded if other variables were included as latent class indicators, such as deviant or violent behavior, because their latent classes yield different meanings.

(5) Methodology of latent class analysis: Studies had to report how latent classes were identified, and how the analysis was conducted, which variables were included etc.

There are three recommended types of measurement, when choosing the appropriate number of latent classes (Hagenaars and McCutcheon, 2002): 1. General model fit via log-likelihood test, [e.g., χ^2 , Lo-Mendell-Rubin Test, G^2 , bootstrapped Likelihood-

Ratio Test] and the corresponding significance level. 2. Incremental model fit via information criteria, e.g., (sample size adjusted) Bayesian Information Criterion or Akaike Information Criterion. 3. Quality of classification via entropy/average class probabilities/average posterior probabilities. Studies were not excluded if they did not report all three types; however, it is noted in table 1, if some were missing. If studies conducted longitudinal analyses of latent classes, for instance, LTA, we reported results of latent classes at baseline, as they were often used as the reference group for further model specification and testing.

(6) Language: All studies had to be published in English, German, Polish or French.

2.3 Data collection

Titles, authors, and abstracts of relevant studies were exported to Microsoft Excel 2010, and then evaluated separately by two independent reviewers (ST and BI) to determine which studies to include. Inconsistencies were discussed and solved. Full texts were obtained for all remaining studies.

2.4 Risk of bias and quality assessment

Risk of bias across - as well as within - studies was assessed via the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale, and adapted for cross-sectional and observational studies (Herzog et al., 2013; Suchert et al., 2015). Since we focused on latent classes of polysubstance use, and stated predictors of class membership, if available, we stressed the importance of accuracy in statistical testing, and decreased the ascertainment of exposure, hence maximal scores comprised four points for Selection and Outcome, and two points for Comparability (see Appendix A).

The studies varied greatly in terms of outcomes (alcohol, tobacco/cigarettes, cannabis/marijuana, prescription medication, illicit drugs like heroine, MDMA, stimulants,

and so on), operationalization (current use, lifetime use, hazardous use, monthly use, past year/last six month use), sample size (N=450 to N=419,698), and examined population. Moreover, predictors were very heterogeneous among most studies. For these reasons, we decided against mathematical summary measures and present our results mostly as a narrative synthesis. However, an overview of the identified polysubstance use classes is presented in table 2, because these classes represent a pivotal element of polysubstance research.

3. Results

As seen in figure 1, we identified 963 studies through our initial database search, and one study (Mitchell and Plunkett, 2000) through searching reference lists. Having removed 300 duplicates, we screened titles and abstracts and removed additional 607 studies, because they did not include multiple substances or did not focus on adolescents. Then, we obtained full texts of the remaining 57 studies and excluded 34 thereof, mainly because of an ineligible population, leading to a final sample of 23 studies. Details on the included studies are presented in table 1.

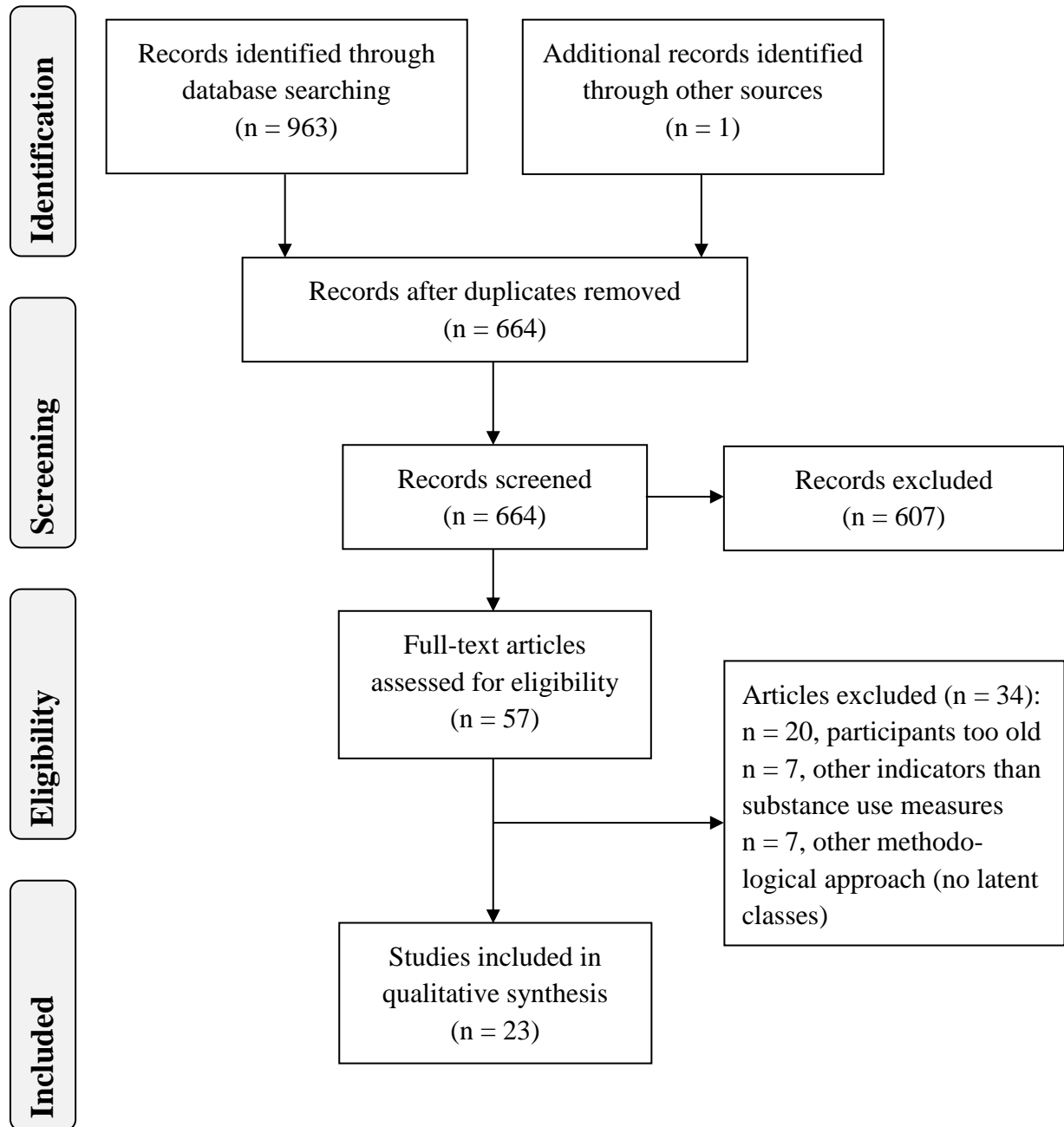


Figure 1. PRISMA flow diagram of the data collection process.

STUDIE 1

Table 1. Overview of the 23 studies included in the systematic review.

Author(s)	Design/ Method	Sample	Covariates/ predictors	Outcome Indicators	Results - latent classes	Results – significant predictions ^a	Risk of Bias ^b	Restrictions/ missing information ^c
Chung et al., 2013	LTA, longitudinal prediction	US: Pittsburgh N=1,076 43% White (W) 57% African American (Af) Age: 13	Receipt of public assistance Intention to use next year Peer substance use (alcohol, cigarettes, marijuana) Conduct problems	Past year use: Alcohol Cigarettes Marijuana	(1) No use (Af:77%, W:76%) (2) Alcohol use (Af:19%, W:18%) (3) Polydrug use (Af:4%, W:5%)	Conduct problems: 3 vs 1 Af: OR=5.50 Alcohol use intentions: 3 vs 1 W: OR=3.49 Cigarette use intentions: 3 vs 1 W: OR=13.23	7	Female population only Missing: LRT/LVM/G Entropy
Cleveland et al., 2010	LCA, cross-sectional	US: Pennsylvania N=8,879 90% White 10% Non-white 53% female Age: grade 12	Individual risk Family protection School protection Community protection	Lifetime use: Alcohol Cigarettes Marijuana Past month use: Marijuana Cigarettes Past two weeks: Binge drinking	(1) Non-users (17%) (2) Alcohol experimenters (38%) (3) Current smokers (8%) (4) Binge drinkers (9%) (5) Alcohol, tobacco, and other drug experimenters (10%) (6) Heavy users (18%)	Interaction of individual risk and family protection (OR=0.09, p<.01) for all classes versus heavy use – significant effects for low risk levels only	8	Missing: Log-Likelihood LRT/LVM/G BIC Entropy

STUDIE 1

Connell et al., 2009	LCA, cross-sectional Acronym: YRBS (sample weights included)	US: all 50 states and DC N=13,953 62% White 15% African American 10% Hispanic 13% Other 50% female Age: 15-17	Gender Grade in school Race/Ethnicity	Lifetime use/ past month use: Alcohol Tobacco Marijuana Heavy episodic drinking Cocaine Inhalants Other drug	(1) Non-users (27%) (2) Alcohol experimenters (38%) (3) Occasional polysubstance users (23%) (4) Frequent polysubstance users (13%)	Grade in school: 3 vs 1 OR=1.39 4 vs 1 OR=1.38 Race/Ethnicity (compared to "White"): African American 3 vs 1 OR=0.59 4 vs 1 OR=0.35 Hispanic 4 vs 1 OR=1.59 Other 3 vs 1 OR=0.48	9	Missing: Log-likelihood
Connell et al., 2010	LCA, cross-sectional	US: Connecticut N=1,236 89% White 1% African American 4% Hispanic 1% Asian/Pacific Islander 1% Native American 3% Other 53% female Age: 14.6 (0.7)	Age Gender Unstructured time (e.g., television, telephone, computer) Child mental health Antisocial behavior Academic grades School commitment Perceived harm Parental disapproval Parental smoking Parental drinking Family history of problem drug use	Lifetime use/ past month use: Alcohol Tobacco Marijuana Hard drug use Inhalants Prescription medication	(1) Non-users (22%) (2) Alcohol experimenters (38%) (3) Occasional polysubstance users (29%) (4) Frequent polysubstance users (11%)	Gender (male): 3 vs 1 OR=0.33 4 vs 1 OR=0.10 Unstructured time: 3 vs 1 OR=1.12 Antisocial behavior: 3 vs 1 OR=2.90 4 vs 1 OR=4.51 Academic grades: 3 vs 1 OR=0.21 4 vs 1 OR=0.20 Perceived harm from use: 3 vs 1 OR=0.18 4 vs 1 OR=0.12	10	Missing: Log-likelihood A priori non-users class

STUDIE 1

Parental
monitoring
Peer disapproval
Peer substance
use (alcohol,
tobacco, other
drugs)
Peer antisocial
behavior
Community
availability
Community
substance use

Parental dis-
approval:
4 vs 1 OR=0.16

Parental drinking:
3 vs 1 OR=3.51
4 vs 1 OR=3.61

Parental monitoring:
3 vs 1 OR=0.17

Peer disapproval:
3 vs 1 OR=0.32

Peer substance use:
3 vs 1 OR=26.13
4 vs 1 OR=85.63

Community
availability:
3 vs 1 OR=2.31
4 vs 1 OR=5.50

STUDIE 1

Conway et al., 2013	LCA, cross-sectional Acronym: NEXT Generation Health Study (multistage stratified design)	US: nationally representative N=2,524 58% White 18% African American 20% Hispanic 5% Other 54% female Age: grade 10	Gender Race/Ethnicity Parent education Family structure Region	Past month use: Alcohol Cigarettes Binge drinking Past year use: Marijuana Medication Other illicit drugs	(1) Non-users (59%) (2) Predominant alcohol (23%) (3) Predominant marijuana (11%) (4) Predominant polysubstance use (8%)	8
---------------------	---	--	--	--	---	---

STUDIE 1

Cranford et al., 2013	LCA, cross-sectional	US: Michigan N=2,744 64% White 31% African American 4% Asian 1% Hispanic 0.4% Other 50% female Age: 14.8 (1.9)	Age Gender Race/Ethnicity Internalizing problems Externalizing problems Parental monitoring Parental substance use (alcohol, drugs)	Past year use: Alcohol Tobacco Marijuana Other illicit drugs Use/Misuse of prescription medication	(1) Low/No use (76%) (2) Tobacco, alcohol, marijuana (12%) (3) Alcohol, Medication use/misuse (8%) (4) Multiple substances (4%)	Age: 2 vs 1 AOR=1.5 4 vs 1 AOR=1.7 Gender (female): 4 vs 1 AOR=1.7 Race/Ethnicity (white): 4 vs 1 AOR=2.8 Parental monitoring: 2 vs 1 AOR=0.9 4 vs 1 AOR=0.8 Parental substance use: 2 vs 1 AOR=1.1 4 vs 1 AOR=1.1 Internalizing problems: 2 vs 1 AOR=0.95 4 vs 1 AOR=0.96 Externalizing problems: 2 vs 1 AOR=1.1 4 vs 1 AOR=1.2	9	Missing: LRT/LMV/G Entropy
-----------------------	----------------------	--	---	---	--	--	---	----------------------------------

STUDIE 1

Dierker et al., 2007	LCA, longitudinal prediction Acronym: Add Health (systematic stratified random sampling)	US: nationally representative N=4,708 68% White 21% African American 13% Hispanic 4% Native American 5% Asian American 46-52% female Age: 16.1 - 17.0	Age Gender Race/Ethnicity Depression Deviance SES Previous substance use	Past year use: Alcohol Binge drinking Alcohol on 3+ occasions Marijuana Past month use: Cigarettes Daily smoking Marijuana	(1) Low use (55%) (2) Alcohol only (15%) (3) Alcohol and marijuana (8%) (4) Smoking (8%) (5) Three substance use (14%)	Deviance: 5 vs 1 OR=3.7	8	Gender ratio and age are reported separately for each latent class Missing: Entropy
Gilreath et al., 2014	LCA, cross-sectional	US: California N=419,698 37% White 55% Hispanics 8% African American 47% male Age: grades 7, 9, and 11	Gender Race/Ethnicity Educational level (grades 7, 9, 11) Verbal/relational victimization Occasional verbal and physical victimization Frequent verbal and physical victimization	Lifetime use/ past month use: Alcohol Tobacco Marijuana	(1) Non-users (59%) (2) Alcohol experimenters (26%) (3) Mild poly-substance users (9%) (4) Frequent poly-substance users (7%)	Gender (female): 3 vs 1 OR=1.24 4 vs 1 OR=0.60 Race/Ethnicity (compared to "White"): African American 3 vs 1 OR=0.60 4 vs 1 OR=0.71 Hispanic 3 vs 1 OR=1.63	10	Educational level: 3 vs 1 OR=1.80 4 vs 1 OR=1.90 Verbal/relational

STUDIE 1

						victimization: 3 vs 1 OR=4.67 4 vs 1 OR=3.16
						Occasional verbal and physical victimization: 3 vs 1 OR=2.38 4 vs 1 OR=1.74
						Frequent verbal and physical victimization: 3 vs 1 OR=5.32 4 vs 1 OR=7.67
Gilreath et al., 2015	LCA, cross-sectional	US: California N=418,702 33% White 59% Hispanic 8% African American 48% male, Age: grades 7, 9, and 11	Gender Race/Ethnicity Educational level (grades 7, 9, 11)	Lifetime use/ past month use: Alcohol Tobacco Marijuana	(1) Non-users (61%) (2) Polysubstance experimenters (23%) (3) Moderate polysubstance users (9%) (4) Frequent polysubstance users (7%)	Educational level: 9 2 vs 1 OR=1.77 3 vs 1 OR=1.77 4 vs 1 OR=1.87 Gender (female): 3 vs 1 OR=1.31 4 vs 1 OR=0.60 Race/Ethnicity (compared to „White“): African American 2 vs 1 OR=2.13 3 vs 1 OR=0.55 4 vs 1 OR=0.71 Hispanic 2 vs 1 OR=2.30 3 vs 1 OR=1.60

STUDIE 1

Graham et al., 1991	LTA, longitudinal	US: California N=2,009 47% White 3% African American 28% Hispanic 17% Asian American 6% Other Age: grade 7	Race/Ethnicity Educational program („NORM“)	Lifetime use: Alcohol Cigarettes Drunkenness Past (lifetime)/ month/week use: Alcohol Cigarettes Marijuana (combined to 0 = "none", and 1= "at least one yes")	(1) No use (38%) (2) Alcohol only (20%) (3) Tobacco only (12%) (4) Alcohol and tobacco (16%) (5) Alcohol, tobacco, and drunkenness (9%) (6) Advanced use (6%)	5	High dropout (30%), no analysis of attrition or missing data Gender ratio is missing A priori non- users class Missing: BIC Entropy
Kelly et al., 2015	LCA, longitudinal	Australia: Victoria N=2,675 52% female Age: 15.00	Age Gender SES Depressed Mood Family conflict/ attachment/ management Cohort (oldest/ middle/youngest) Peer drug use Low school bonding Academic failure	Past month use: Alcohol Tobacco Cannabis LSD Cocaine Inhalants Stimulants Ecstasy	(1) No use (32%) (2) Mainly alcohol use (62%) (3) Polydrug use (7%)	10	A priori non- users class Missing: Log-likelihood

STUDIE 1

Lamont et al., 2014	LCA, longitudinal prediction	US: nationally representative N= 1,550	Gender Race/Ethnicity Family SES Religion Parenting (monitoring and warmth) Teen parenthood Home environment Community gun violence Region School risk Early onset Antisocial peers (e.g. alcohol, illegal drug use) Victimization	Past month use: Alcohol Tobacco Marijuana Past year use: Other illicit drugs Lifetime use: Alcohol or marijuana before work or school Heavy episodic drinking	(1) Majority: no to minimal use (56%) (2) Alcohol and cigarettes (23%) (3) Smoking: cigarettes and marijuana (11%) (4) Polyuse (11%)	Demographics (Gender, Race/Ethnicity, SES): 4 vs 1 Wald=16.29 Early onset: 4 vs 1 Wald=40.97 Peer factors: 4 vs 1 Wald=9.84 4 vs 3 Wald=11.13 Antisocial peers: 4 vs 1 OR=1.11 Victimization: 3 vs 4 OR=1.54	8	Missing: Entropy Exact age missing
---------------------	------------------------------	---	--	--	---	--	---	--

STUDIE 1

Lanza et al., 2010	LTA, longitudinal (cross- sectional prediction) daily surveys over a 14- day period at the start of the fall and the spring semester	US: Pennsylvania N=718 27% White 16% African American 25% Hispanic 23% Asian American 8% Multiracial 49% male Age: 18.5 (0.4)	Race/Ethnicity Early onset School grades (mostly As) Honors in the first semester Friendship goals (less/very important)	Past two weeks use: Alcohol Binge drinking Cigarettes Marijuana	(1) Non-users (58%) (2) Cigarette smoker (5%) (3) Binge drinking (29%) (4) Binge drinking and marijuana (8%)	Gender (male): 4 vs 1 OR=4.50 Race/Ethnicity (compared to "White"): African American 4 vs 1 OR=0.60 Asian American 4 vs 1 OR=0.20 Early onset: 4 vs 1 OR=9.10 School grades: 4 vs 1 OR=0.30 Honors in 1 st semester: 4 vs 1 OR=0.02 Important friendship goals: 4 vs 1 OR=2.0	9	Missing: Entropy
-----------------------	---	--	--	--	--	---	---	---------------------

STUDIE 1

Maldonado-Molina et al., 2007	LTA, longitudinal	US: nationally representative		Lifetime use:	US:	5	Missing: Entropy
	US: NLSY97 (multistage probability research design)	N=1,445		Alcohol	(1) No use (46%)		
	Puerto Rico: Service Use, Need and Outcome Study	N=663		Cigarettes	(2) Alcohol only (23%)		
		US: 50% female		Drunkenness	(3) Alcohol and cigarettes (13%)		
		Puerto Rico: Age: 15.48 (1.1)		Illicit drugs (marijuana, cocaine, heroin)	(4) Heavy drinking (5%)		
		Puerto Rico: 46% female			(5) Advanced drug use (13%)		
		Puerto Rico: Age: 15.02 (1.4)					
Maldonado-Molina and Lanza, 2010	LTA, longitudinal	US: nationally representative	Age Gender	Past year use:	(1) No use (45%)	7	Missing: Entropy
	Acronym: Add Health (systematic stratified random sampling)	N=2,019		Alcohol	(2) Alcohol only (16%)		
		72% White		Drunkenness	(3) Cigarettes only (5%)		
		17% African American		Binge drinking	(4) Alcohol and drunkenness (11%)		
		14% Hispanic		Past month use:	(5) Cigarettes and marijuana (2%)		
		54% female		Cigarettes	(6) Alcohol, cigarettes, and drunkenness (7%)		
		Age: 15.7 (0.5)		Marijuana	(7) Alcohol, cigarettes, marijuana, and drunkenness (15%)		

STUDIE 1

Mitchell and Plunkett, 2000	LCA, cross-sectional	US: Native Americans (Five communities west of the Mississippi) N=2,012 Age: 15-18	Alcohol expectancies Community attitudes Alcohol in the home Peer values Community mindedness	Lifetime use: Alcohol Marijuana Inhalants Cocaine Crack Other drugs	(1) Abstaining (17%) (2) Predominantly alcohol (50%) (3) Predominantly alcohol and marijuana (29%) (4) Plural substance group (4%)	5	Gender ratio and exact age are missing A priori non-users class Missing: BIC Entropy	
Newcomb et al., 2014	LCA, cross-sectional	US: Chicago N=450 18% White 53% African American 20% Hispanic 9% Other Age: 18.9 (1.3)	Age Gender Race/Ethnicity Sexual orientation Living situation Highest education Age of onset	Past six month use: Alcohol Marijuana Club drugs (MDMA, GHB) Stimulants Inhalants	(1) Low marijuana use (25%) (2) Alcohol and marijuana use (70%) (3) Polysubstance use (5%)	Age: 3 vs 1 OR=1.85 Race/Ethnicity (compared to "White"): African American 3 vs 1 OR=0.10 Hispanic 3 vs 1 OR=0.14 Other 3 vs 1 OR=0.07	8	Homo/bisexual male population only
Pilatti et al., 2013	LCA, cross-sectional	Argentina N=522 60% female Age: 15.01 (1.5)		Past year use: Alcohol (quantity, frequency) Drunkenness Past month use: Tobacco Other drugs	(1) Moderate to high drinkers (26%) (2) Risky polysubstance users (24%) (3) Light drinkers (21%) (4) Substance use naives (20%) (5) Heavy drinkers (11%)	6	Missing: Log-likelihood LRT/LVM/G BIC Entropy	

STUDIE 1

Riehman et al., 2009	LCA, cross-sectional	US: national data N=1,228	Age Gender Race/Ethnicity Family income Ever run away Ever attempted suicide Mental health diagnosis (conduct disorder, attention deficit disorder (ADD/ADHD), mood disorder)	Lifetime or past six months use: Alcohol Cigarettes Marijuana Inhalants LSD Cocaine Stimulants Sedatives Opioids Over-the-counter medication	(1) High polydrug (2) High alcohol, cigarettes, and marijuana (3) Moderate alcohol and marijuana, no cigarettes (4) High cigarettes only	Age: 1 vs 4 OR=1.48 2 vs 4 OR=1.45 Ever run away: 1 vs 4 OR=3.29 2 vs 4 OR=1.88 ADD/ADHD: 2 vs 4 OR=0.64	6	Children in public service system Class proportions are missing Missing: Log-likelihood
----------------------	----------------------	------------------------------	---	--	---	---	---	--

STUDIE 1

Shin et al., 2010	LCA, cross-sectional	US: San Diego N=1,019 31% White 21% African American 32% Hispanic American 9% Asian American 7% Other 34% female Age: 15.9 (0.1)	Age Gender Race/Ethnicity Household income Childhood sexual abuse (physical abuse, sexual abuse, neglect) Peer substance use Sibling substance use Parental substance use Parental monitoring Internalizing problems Externalizing problems	Lifetime use: Alcohol Cannabis Amphetamines Cocaine Opiates Hallucinogens	Girls: (1) Abstainers/Low users (25%) (2) Moderate alcohol and cannabis (34%) (3) High alcohol and cannabis (24%) (4) Heavy polysubstance use (18%) Boys: (1) Abstainers/Low users (21%) (2) High alcohol and cannabis, low amphetamines (51%) (3) Heavy polysubstance use (29%)	Girls Age: 4 vs 1 OR=3.27 Peer substance use: 4 vs 1 OR=1.36 Sibling subst. use: 4 vs 1 OR=1.26 Parental monitoring: 4 vs 1 OR=0.85 Childhood sexual abuse 4 vs 1 OR=4.85 Boys Age: 3 vs 1 OR=15.51 Peer substance use: 3 vs 1 OR=1.68 Parental monitoring: 3 vs 1 OR=0.89 Externalizing problems: 3 vs 1 OR=3.75	Children in public service system Missing: Log-likelihood
Shin, 2012	LTA, longitudinal	US: San Diego N=937 31% White	(separate class models for: Age Gender Race/Ethnicity)	Past year use: Alcohol Cannabis Cocaine	(1) Moderate alcohol, low cannabis, no hard drugs (2) High alcohol and cannabis, moderate	9	Children in public service system

STUDIE 1

		21% African American 32% Hispanic 9% Asian American 7% Other		Opioids Hallucinogens	hard drugs (3) Heavy polysubstance use			Class proportions are missing Missing: Log-likelihood Entropy
Snyder and Smith, 2014	LCA, cross-sectional Acronym: NSCAWII (weighted, clustered, stratified)	US: national data N=822 45% White 17% African American 28% Hispanic 3% Multiracial 2% Other 61% female Age: 13.13 (0.1)	Age Ethnicity Gender Living with biological parent Substance abusing parent Physical abuse Depression	Lifetime use: Alcohol Marijuana Cocaine Sniffed glue/paint Heroin Meth Ecstasy Steroids without prescription Used needle to inject drugs Past month use: Cigarettes	(1) Polysubstance use (3%) (2) Alcohol and marijuana use (20%) (3) Low use (78%)	Age: 1 vs 3 OR=2.19 2 vs 3 OR=2.86 Biological parent: 1 vs 3 OR=0.25 Physical abuse: 1 vs 3 OR=6.27 Depression: 2 vs 3 OR=3.85	10	Children in public service system LRT/LVM/G is not significant for the chosen three class model
White et al., 2013	LCA, cross-sectional National Drug Strategy Household Survey	Australia: nationally representative N=1,402 48% male Age: 14.66 (1.7)	Age Gender General health Still at school SES in area Remoteness Psychological distress Peer substance	Lifetime use: Alcohol Cigarettes Marijuana Pain killers Tranquilizers Meth Cocaine Hallucinogens	(1) No multiple drug use (80%) (2) Limited range drug use (18%) (3) Extended drug use (2%)	Age: 2 vs 1 RRR=1.54 3 vs 1 RRR=2.00 General health (good; very good): 2 vs 1 RRR=2.31 2 vs 1 RRR=1.97	10	

STUDIE 1

(multistage stratified design)	use (alcohol, tobacco, marijuana)	Ecstasy Inhalants	Remoteness (outer regional; very remote): 2 vs 1 RRR=1.71 2 vs 1 RRR=2.08 Psychological distress: 2 vs 1 RRR=1.05 3 vs 1 RRR=1.18 Peer alcohol use: 2 vs 1 RRR=2.44 Peer tobacco use: 2 vs 1 RRR=3.84 3 vs 1 RRR=6.17 Peer marijuana use: 2 vs 1 RRR=3.52 3 vs 1 RRR=11.07
--------------------------------	-----------------------------------	----------------------	---

N=sample size; LCA=latent class analysis; LTA=latent transition analysis; Wald=Wald test; OR=Odds Ratio; RRR=Relative Risk Ratio; AOR=adjusted OR; BIC=Bayesian information criterion; LRT/LVM/G=significance test of overall model fit; SES=socio-economic status; Age: mean (SD)

^a only significant predictors “poly use” classes with three or more substances versus “no/low use” classes are reported, the numbers refer to the latent classes, e.g., 4 vs 1 (multiple substances versus low use) in Cranford, McCabe, & Boyd (2013)

^b Individual risk of bias per study, overall range: 0-10 (Selection: 0-4, Comparability: 0-2, Outcome: 0-4)

^c Missing refers to fit indices for the FMM

3.1 Sample and Setting

All of the 23 studies measured substance use via retrospective self-reports at each measurement occasion, but they differed considerably in terms of population (race/ethnicity, age, and gender ratio), study design, and outcome criteria. The vast majority of studies were conducted in the US, one study compared results of a US and a Puerto Rican sample (Maldonado-Molina et al., 2007), one study was conducted in Argentina (Pilatti et al., 2013), and two in Australia (Kelly et al., 2015; White et al., 2013).

Two studies examined either females (Chung et al., 2013) or males only (Newcomb et al., 2014), two studies did not provide information on gender ratio (Graham et al., 1991; Mitchell and Plunkett, 2000). The gender ratio for all other studies ranged from 33% female (Shin, 2012) to 61% female (Snyder and Smith, 2014), one study reported latent classes separately for boys and girls (Shin et al., 2010). The mean age ranged from 13.13 years (Snyder and Smith, 2014) to 18.9 years (Newcomb et al., 2014), yet five studies failed to report appropriate coefficients (M, SD, range) and stated point estimates or school grade instead (Cleveland et al., 2010; Conway et al., 2013; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014; Graham et al., 1991).

Nine studies applied a longitudinal design (Chung et al., 2013; Dierker et al., 2007; Graham et al., 1991; Kelly et al., 2015; Lamont et al., 2014; Lanza et al., 2010; Maldonado-Molina et al., 2007; Maldonado-Molina and Lanza, 2010; Shin, 2012) to test predictors or outcomes of latent classes or to identify changes in class membership over time, whereas fourteen studies tested for latent classes or predictors of class membership via cross-sectional designs (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Conway et al., 2013; Cranford et al., 2013; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014; Mitchell and Plunkett, 2000; Newcomb et al., 2014; Pilatti et al., 2013; Riehman et al., 2009; Shin et al., 2010; Snyder and

Smith, 2014; White et al., 2013). Most studies adjusted their analyses for age/gender, and at least one additional covariate, e.g., race/ethnicity or socio-economic status. However, four studies did not mention any form of statistical control for age, gender or any other covariate (Graham et al., 1991; Maldonado-Molina et al., 2007; Mitchell and Plunkett, 2000; Pilatti et al., 2013), but conducted post-hoc comparisons instead.

Because latent classes depend on the empirical response pattern, the operationalization of latent class indicators is crucial to the results: Four studies assessed lifetime use of substances (Maldonado-Molina et al., 2007; Mitchell and Plunkett, 2000; Shin et al., 2010; White et al., 2013), seven studies combined lifetime and past month measures (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014; Graham et al., 1991; Snyder and Smith, 2014), one assessed lifetime and past six months' use (Riehm et al., 2009), three studies measured substance use in the past year (Chung et al., 2013; Cranford et al., 2013; Shin, 2012), one in the past six months (Newcomb et al., 2014), one in the past month (Kelly et al., 2015), one in the last two weeks (Lanza et al., 2010). Finally, five studies connected measures for past month and year (Conway et al., 2013; Dierker et al., 2007; Lamont et al., 2014; Maldonado-Molina and Lanza, 2010; Pilatti et al., 2013), one of them also included lifetime use (Lamont et al., 2014).

Regarding the setting, four studies focused on youth in public service systems, e.g., in foster care or in treatment (Riehm et al., 2009; Shin, 2012; Shin et al., 2010; Snyder and Smith, 2014), thus generalization and comparison of their results is limited. Moreover, two studies did not report latent class proportions, so that their classes were not adequately comparable to the remaining studies (Riehm et al., 2009; Shin, 2012).

3.2 Risk of bias

An overview of the risk of bias for each criterion, as well as an overall score can be seen in figure 2. In sum, eighteen studies had a low or average risk of bias, while five studies had a high risk of bias (Graham et al., 1991; Maldonado-Molina et al., 2007; Mitchell and Plunkett, 2000; Pilatti et al., 2013; Riehman et al., 2009), mostly due to a lack of information on central data, e.g., participants' age, gender ratio or latent class proportions (see table 1).

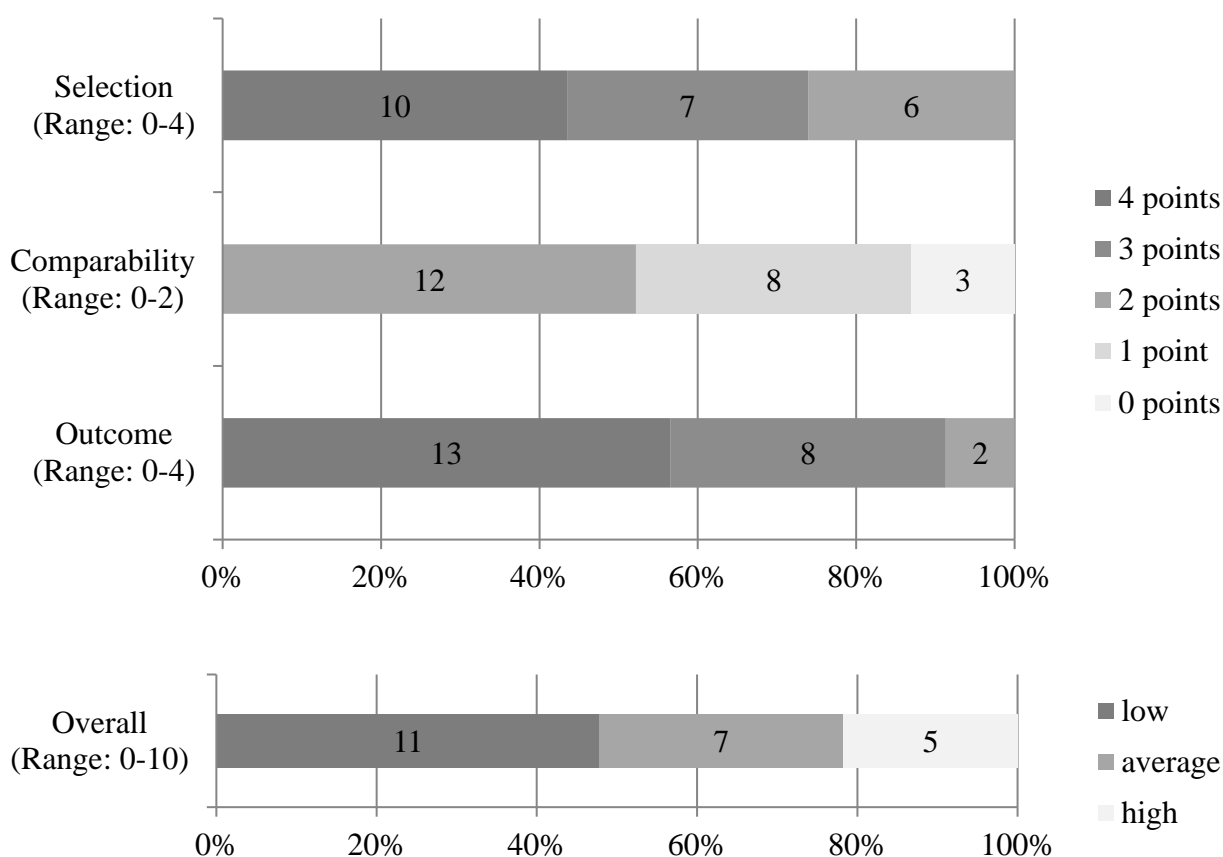


Figure 2. Risk of bias scores (Newcastle-Ottawa Scale) for the included studies, and overall score frequencies. Overall, studies were assessed as having low (overall score between 9-10 points), average (7-8 points) or high (<7 points) risk of bias.

3.3 Substance use measures

All studies measured at least alcohol and cannabis use, with cigarette/tobacco use being included in all but four studies (Mitchell and Plunkett, 2000; Newcomb et al., 2014; Shin, 2012; Shin et al., 2010). Apart from cannabis/marijuana, fifteen studies also included measures of other drugs, e.g., lifetime use of amphetamines, prescription medication or MDMA (Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Conway et al., 2013; Cranford et al., 2013; Kelly et al., 2015; Lamont et al., 2014; Maldonado-Molina et al., 2007; Mitchell and Plunkett, 2000; Newcomb et al., 2014; Pilatti et al., 2013; Riehman et al., 2009; Shin, 2012; Shin et al., 2010; Snyder and Smith, 2014; White et al., 2013). In addition, ten studies included multiple indicators of a single substance, for instance, heavy drinking (in most studies defined as binge drinking, meaning a certain number of drinks on a single occasion), lifetime alcohol use, or lifetime drunkenness (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2009; Conway et al., 2013; Dierker et al., 2007; Graham et al., 1991; Lamont et al., 2014; Lanza et al., 2010; Maldonado-Molina et al., 2007; Maldonado-Molina and Lanza, 2010; Pilatti et al., 2013).

3.4 Latent classes of (poly)substance use

The number of latent classes varied from three to seven. In detail, ten studies identified four latent classes (Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Conway et al., 2013; Cranford et al., 2013; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014; Lamont et al., 2014; Lanza et al., 2010; Mitchell and Plunkett, 2000; Riehman et al., 2009), six studies identified three latent classes (Chung et al., 2013; Kelly et al., 2015; Newcomb et al., 2014; Shin, 2012; Snyder and Smith, 2014; White et al., 2013). Shin et al. (2010) found four latent classes for girls and three classes for boys. The remaining studies found: five (Dierker et al., 2007; Pilatti et al., 2013), five (US) and six (Puerto Rico) (Maldonado-Molina et al., 2007), six (Cleveland et al., 2010; Graham et al., 1991), and seven latent classes (Maldonado-Molina and Lanza, 2010). Though the number

of substances and the operationalization of substance use differed considerably between studies, the following types of classes were found in most.

3.4.1 No/Low substance use classes

“Non-users”, “abstainers” or “low users” classes with low indicator probabilities for all investigated substances were found in all except for four studies (Newcomb et al., 2014; Riehman et al., 2009; Shin, 2012; White et al., 2013). Although the class proportions ranged from 17% to 77% over all studies, “non-users”/“low users” were the largest class in most studies. Among the four studies without a “non-users” class, class labels and proportions diverged greatly. However, two of those studies investigated youth in social care systems (Riehman et al., 2009; Shin, 2012), and one study examined young homo/bisexual men (Newcomb et al., 2014), which weakens the comparability of these studies. For example, prevalence of substance use disorders is significantly higher among children in social care systems, when compared to the general population (Pilowsky and Wu, 2006), as are use rates of most substances among homo/bisexual men (Woody et al., 2001). The remaining study (White et al., 2013) did not find a “non-users” class, but a class with moderate alcohol use only.

3.4.2 Alcohol use classes

Sixteen studies labelled at least one class as “alcohol only”, “predominantly alcohol”, or “mainly alcohol” use. Seven studies did not find such a class (Cranford et al., 2013; Gilreath et al., 2015; Lamont et al., 2014; Newcomb et al., 2014; Riehman et al., 2009; Shin et al., 2010; Snyder and Smith, 2014), yet, three of these were conducted in a care setting (Riehman et al., 2009; Shin et al., 2010; Snyder and Smith, 2014), and one in a sample of homo/bisexual men (Newcomb et al., 2014). The extent of alcohol use in the “alcohol use” classes depended highly on the operationalization, hence there were “alcohol experimenters” (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2014), “predominant/mainly alcohol”

users (Conway et al., 2013; Kelly et al., 2015; Mitchell and Plunkett, 2000; Shin, 2012), “alcohol only” users (Chung et al., 2013; Dierker et al., 2007; Graham et al., 1991; Maldonado-Molina et al., 2007; Maldonado-Molina and Lanza, 2010; White et al., 2013), and “binge drinkers”/“heavy drinkers” (Lanza et al., 2010; Pilatti et al., 2013). If studies used only one indicator per substance, i.e. they did not assess binge drinking or drunkenness separately, they could not discern, e.g., “light” and “heavy” drinkers (Pilatti et al., 2013), which illustrates the observed differences in class labels and proportions. Alcohol use classes comprised between 15-80% of each respective sample, and hence, were the second largest class in most studies.

3.4.3 Polysubstance use classes

Latent classes of polysubstance use – the combination of at least two different psychotropic substances like alcohol and marijuana – were reported in all 23 studies, based on a variety of substances. However, there was a twofold internal differentiation: first, the range of substances (two versus three or more substances), and second, the frequency of use (occasional versus frequent polysubstance use) differed between studies. Table 2 presents an overview of the identified polysubstance use classes and their respective class proportions.

Table 2

Characteristics of the identified polysubstance use classes, and number of studies that identified such a polysubstance use class

Substances	No of studies	No of studies that included these substances	Proportion of the respective sample
<hr/>			
Two substances			

STUDIE 1

Alcohol, marijuana	8	23	8-20% ^a
Alcohol, cigarettes	4	19	1-23%
Cigarettes, marijuana	2	19	2-11%
Alcohol, medication misuse	1	5	8%
Three substances			
Alcohol, cigarettes, marijuana	12	18	6-29% ^b
Alcohol, marijuana, other drugs	4	15	4-29% ^c
Alcohol, cigarettes, other drugs	3	11	6-24%
Four or more substances			
Alcohol, cigarettes, marijuana, other drugs	7	11	2-13%

^a This class was also found in five studies that investigated specific populations (Mitchell and Plunkett, 2000; Newcomb et al., 2014; Riehmman et al., 2009; Shin et al., 2010; Shin, 2012). Latent class proportions ranged from 29-70% of the respective sample.

^b This class was also found in two studies that investigated specific populations (Chung et al., 2013; Riehmman et al., 2009). Latent class proportions ranged from 4-5%.

^c This class was found in all studies that did not include a separate indicator for tobacco/cigarette use (Mitchell and Plunkett, 2000; Newcomb et al., 2014; Shin et al., 2010; Shin, 2012).

The most common polysubstance use class comprised alcohol, tobacco/cigarettes, and marijuana. A lot of studies also found latent classes with additional indicators for other substances. However, these classes were considerably smaller than classes with three substances.

Furthermore, five studies allowed for a comparison of the frequency of polysubstance use by utilizing time-sensitive indicators of polysubstance use (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014). Occasional or experimental polysubstance users (i.e. lifetime or past year use) comprised 9-29% of their respective samples, while more frequent users represented a smaller proportion of 7-18%.

3.5 Predictors of latent classes

Sixteen studies reported measures of effect size for predictors of latent class membership (see table 1). Most authors compared their “polysubstance use” classes to their “no/low use” classes via multinomial regressions. Since polysubstance use classes differed between studies, these comparisons are to be interpreted carefully.

Results for gender were mixed: one study found that males were more likely to belong to the “binge drinking and marijuana” class (Lanza et al., 2010), whereas three other studies found that females were more likely to belong to the “occasional polysubstance use” class (Connell et al., 2010; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014). With regards to heavy/frequent polysubstance use, no consistent gender effect was observed: males (Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014), as well as females (Connell et al., 2010) were significantly more often among the polysubstance users in their respective sample. Findings for age, were consistent: higher age was associated with polysubstance use (Cranford et al., 2013; Riehm et al., 2009; Shin et al., 2010; Snyder and Smith, 2014; White et al., 2013).

Four studies examined the impact of parental or peer substance use, and all four found that adolescents with using parents or peers were more likely to be polysubstance users than “no/low users” (Connell et al., 2010; Cranford et al., 2013; Kelly et al., 2015; White et al., 2013). Two studies investigated academic achievement and linked poor grades to polysubstance use (Connell et al., 2009; Lanza et al., 2010).

Finally, findings for race/ethnicity were not entirely consistent: three studies did not find any significant association (Conway et al., 2013; Riehman et al., 2009; Snyder and Smith, 2014). Five studies found that African Americans were less likely to be polysubstance users than “Whites” (Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014; Lanza et al., 2010; Newcomb et al., 2014), and two studies (Cranford et al., 2013; Shin et al., 2010) achieved similar results for testing “non-white” versus “white” races/ethnicities. In addition, one study (Lanza et al., 2010) corroborated these findings for Asian Americans. According to three studies, Hispanics were more likely to be polysubstance users than “Whites” (Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014), as opposed to either nonsignificant (Lanza et al., 2010; Riehman et al., 2009; Snyder and Smith, 2014) or contrary findings in other studies (Newcomb et al., 2014). These differences clear up in light of the ethnical composition, and the applied statistical testing methods. For example, African Americans composed between 8% (Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014) and 53% (Newcomb et al., 2014) of the respective sample, Hispanics between 1% (Cranford et al., 2013) and 59% (Gilreath et al., 2015). In addition, some studies tested African Americans against “Whites”, while other tested “White” against other races/ethnicities. Other covariates were hardly comparable across studies (see table 1 for significant results).

4. Discussion

We found 23 studies investigating latent classes of polysubstance use in an adolescent sample (10-19 years). 19 studies found a class of “no/low use” with low probabilities for any substance use, which was the largest class in most studies. Also, all 23 studies identified one or more “polysubstance use” classes, in most cases with moderate to high probabilities of alcohol, tobacco/cigarettes, and cannabis/marijuana use, and low probabilities of other drug use. However, some of these polysubstance use classes were rather small, e.g., 24 out of 822 adolescents (Snyder and Smith, 2014), which may threaten the stability of class solutions, because of their high standard errors.

We could not corroborate the findings of Connor et al. (2014), who discerned classes of limited (alcohol, tobacco, marijuana), moderate (“limited range” plus amphetamines) and extended (“moderate range” plus other illicit drugs, non-medicinal prescription medication) range in their review of polysubstance use. This may have several causes: First, Connor et al. (2014) review polysubstance use in the general population. Availability of substances and patterns of use may be different for adolescents presumably experimenting with polysubstance use. In fact, the deliberate use of multiple substances, for example, to counterbalance their effects, is often a consequence of a practical learning process. Second, we were not able to draw conclusions regarding the type of substance or the range of use, because of the heterogeneous operationalization of substances. Third, as the latent classes stem from an iterative process, the reviewed, already published solutions represent the best fit to the data and the respective theoretical introduction. Meanwhile, models with more classes might have comprised “extended range” classes, hence affirming previous findings. However, because of the very low cell frequencies, responses in the included studies were often collapsed to form a single “other drugs” indicator, thereby precluding more nuanced solutions.

Nonetheless, as polysubstance use is linked to adverse consequences (Hopfer et al., 2014; Kelly et al., 2015; Kokkevi et al., 2014; Wanner et al., 2009), these findings stress the urgency to focus on polysubstance use, particularly in adolescents with experiences of sexual abuse, in clinical treatment or young urban homo/bisexual men, whose prevalence of polysubstance use was a lot higher than in other samples.

Because of their data-driven nature, FMM provide a useful empirical addition to theoretically derived groups, especially for prevention research and practice. Being highly sensitive, they detect sample-specific latent patterns of use that can directly be connected to a group's risks and needs. In addition, contextual factors, such as socio-ecological infrastructure may easily be incorporated into FMM, for instance, via multilevel models (Henry and Muthén, 2010).

4.1 Predictors and covariates of polysubstance use

Covariates differed extensively across studies. Moreover, most studies examined cross-sectional instead of longitudinal associations, which limits their validity. However, the predictive value of sociodemographic factors gender, age, and race/ethnicity was tested in most studies. Gender and race/ethnicity could not be clearly linked to polysubstance use. There were some indications for effects of race, with African Americans being less likely to be polysubstance users than "Whites". But these findings were not supported by all studies that included these groups, and the results were even more inconsistent for other races/ethnicities. Noticeably, one study among Native American adolescents (Mitchell and Plunkett, 2000) revealed a large "alcohol users" class (50% of their sample), which underscores the importance of alcohol prevention. Race/ethnicity seems to be an important factor in substance use research, but it is necessary to adhere closely to standardized measures in order to obtain comparable results.

Three publications studied gender-specific classes, yet two of them focused on specific groups (Newcomb et al., 2014; Shin et al., 2010), which reduces comparability. The remaining study (Chung et al., 2013) did not show gender-specific results, except for the high percentage of non-users among females, which might be due to the sample's young age (13 years).

Higher age, peer and parental substance use, were consistently associated with polysubstance use rather than no/low use. These findings are in line with previous findings that legal access and availability of substances like alcohol or cannabis – be it in families or peer groups – are pivotal to adolescent substance use patterns (Bahr et al., 2005; McVicar, 2011; Simons-Morton, 2007). In addition, two studies linked poor academic achievement to polysubstance use (Connell et al., 2009; Lanza et al., 2010). Yet, further research is needed to illustrate the nature of this association: On the one hand, academic achievement is correlated with socio-economic status (Sirin, 2005), which in turn predicts substance use in adolescence (Hanson and Chen, 2007). Therefore, poor achievement may act as an indicator for low status. On the other hand, poor achievement may also result from truancy, thus it could be considered an additional indicator of more complex problem behavior or even a clinical disorder.

4.2 Limitations

4.2.1 Cultural and ethnic background

A majority of 19 studies was conducted in the US. However, not all of these studies recruited a representative national sample, but investigated adolescent samples from very different regions, for instance, Southeastern Michigan (Cranford et al., 2013), Pennsylvania (Cleveland et al., 2010) or California (Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014), which led to variation in the ethnic composition and socio-ecological infrastructure. The remaining four studies (Puerto Rico, Australia and Argentina) did not include race/ethnicity as a covariate. Other important socio-cultural differences concern the legislation, e.g., the legal drinking age which differs

between 18 and 21 years in most countries. Legislation may influence the availability of substances and the social desirability of use, thereby affecting the prevalence scores, and the latent class solutions.

4.2.2 Methodological issues

Apart from diverging samples, there are also other statistical and methodological concerns. First, risk of bias across studies was low or average, whereas five studies had a high risk of bias (Graham et al., 1991; Maldonado-Molina et al., 2007; Mitchell and Plunkett, 2000; Pilatti et al., 2013; Riehm et al., 2009), because they failed to report necessary statistical information.

Second, in the studies included in this review, operationalization of substance use ranged from use in the past two weeks to lifetime use. Since the results of FMM depend strongly on the empirical response pattern, the choice of indicator is constitutive for model identification. Seven studies included measures of lifetime and past month use, and five of them found classes of “experimental”/“occasional” and “frequent” polysubstance use (Cleveland et al., 2010; Connell et al., 2010; Connell et al., 2009; Gilreath et al., 2015; Gilreath et al., 2014), which underlines the importance of accurate operationalization, and may point to an important distinction for future practice.

Third, ten studies included multiple indicators of a single substance, e.g., lifetime alcohol use, and monthly binge drinking, which statistically outweigh the importance of alcohol use as opposed to other substances, often resulting in multiple alcohol use classes, instead of multiple polysubstance use classes (see table 1). While these results were of interest to the respective study group, they can hardly be compared to other studies that included only single indicators for each substance. Besides, these measures pose another problem when conducting FMM, as they threaten the assumption of local independence. Because classes are defined by response probabilities, FMM assume that responses are independent from one another. However, if one

reports no or very low lifetime alcohol use, chances are that one also reports low binge drinking. Consequently, these responses depend on one another. There are several means of adjusting for local dependence in FMM (Reboussin et al., 2008; Sepúlveda et al., 2008), yet only three of the reviewed studies mention local dependence at all (Dierker et al., 2007; Lanza et al., 2010; Pilatti et al., 2013).

Fourth, selecting the appropriate number of classes is an a posteriori decision, in which theoretical background, interpretability and differentiation of classes, as well as statistical indices should play a role. However, not all studies do so in the same capacity. For instance, two studies do not state class proportions at all (Riehm et al., 2009; Shin, 2012). But in order to better understand their analyses and results, it is indispensable to state fit indices and other reasons for the final latent class model(s). Thus, conducting FMM does not become an arbitrary process, but rather a comprehensible, fact-driven one.

4.3 Recommendations for future practice

FMM such as LCA present a modern and highly flexible approach to (poly)substance use research, particularly in adolescents. Because of their person-centered nature, these FMM enable the researcher to identify distinct patterns in specific groups, and examine profiles, and predictors or outcomes at the same time, which is a considerable advantage to classical clustering methods. For example, via LTA, the researcher is able to determine actual patterns of use and observe their development over time. According to our findings, we propose the following methodological recommendations and implications:

4.3.1 Methodological recommendations

1. If possible, categorical instead of binary indicators should be used to further differentiate polysubstance users, e.g., lifetime smoking, past month smoking. If binary

indicators are used, the chosen time frame should be consistent, so that results can be compared across studies, and across substances.

2. Separate indicators for each substance should be included. Prior research discerns polysubstance users by the range of substances used. In order to verify this observation, particularly in adolescent samples, it is highly recommended to include multiple indicators for illicit drugs, and nonprescriptive use of (prescription) medication. However, if they are combined into a single indicator, this should be discussed with regards to the results, and the initial frequencies should be stated.
3. Although polysubstance use can be defined as the use of at least two psychotropic substances, we recommend including at least three substances: alcohol, tobacco/cigarettes, and marijuana. This combination proved to be the most frequently detected polysubstance use class, and thus, seems to be predominant among adolescent polysubstance users. In addition, other classes, such as “alcohol and marijuana” and “smoking” may be found and investigated, as well.
4. When reporting latent class solutions, fit indices from all three areas (see Section 2.2 Eligibility criteria) should be listed. Preferably, confidence intervals of the indicator probabilities should be reported, particularly for very small classes. In any case, latent class proportions, and indicator probabilities should be reported.
5. If multiple indicators of a single substance are included (e.g., binge drinking and lifetime alcohol use), we recommend to test and possibly adjust the analysis for local dependence of these indicators.

4.3.2 Implications

1. The types of substance as well as the frequency of use seem to be differentiating factors within the heterogeneous group of adolescent polysubstance users. Thus, these differences should be further investigated.

2. Few studies examine the similarities and differences between extensive use of a single substance, and polysubstance use. However, some studies included measures of intensity, such as binge drinking/heavy episodic drinking. Interestingly, polysubstance use classes that comprise binge drinking seem to be associated with more hazardous behavior and detrimental outcomes than others. Thus, it seems important to further investigate these associations, and identify potential mechanisms.
3. Four factors have consistently been linked to polysubstance use: higher age, peer and parental use, and poor academic achievement. Consequently, preventive programs targeting families and schools seem particularly promising, as they are able to address at least three of these factors at once.
4. Most studies were cross-sectional, which is why development-sensitive factors for onset and maintenance of polysubstance use need to be examined in longitudinal settings, if possible, through adolescence.

5. Conclusion

All in all, FMM provide a modern person-centered approach to detect patterns of (poly)substance use. Despite their methodological heterogeneity, numerous studies were well executed, showed low risk of bias, and the majority of them identified large classes of no/low use and single substance use (mostly alcohol), and a variety of polysubstance use classes. Polysubstance use was predicted by higher age, peer and parental substance use, and poor academic achievement. Although there are some limitations to the results, these classes pose a solid foundation for future research and practice, e.g., for conducting subgroup analyses or examining predictors, outcomes, and development of empirical substance use patterns.

Funding and conflict of interest

No funding was provided. The authors state that they have no conflicts of interest.

6. References

- Bahr, S.J., Hoffmann, J.P., Yang, X., 2005. Parental and peer influences on the risk of adolescent drug use. *J. Prim. Prev.* 26, 529-551.
- Choquet, M., Morin, D., Hassler, C., Ledoux, S., 2004. Is alcohol, tobacco, and cannabis use as well as polydrug use increasing in France? *Addict. Behav.* 29, 607-614.
- Chung, T., Kim, K.H., Hipwell, A.E., Stepp, S.D., 2013. White and Black Adolescent Females Differ in Profiles and Longitudinal Patterns of Alcohol, Cigarette, and Marijuana Use. *Psychol. Addict. Behav.* 27, 1110-1121.
- Cleveland, M.J., Collins, L.M., Lanza, S.T., Greenberg, M.T., Feinberg, M.E., 2010. Does Individual Risk Moderate the Effect of Contextual-Level Protective Factors? A Latent Class Analysis of Substance Use. *J. Prev. Interv. Community* 38, 213-228.
- Connor, J.P., Gullo, M.J., White, A., Kelly, A.B., 2014. Polysubstance use: diagnostic challenges, patterns of use and health. *Curr. Opin. Psychiatry* 27, 269-275.
- Connell, C.M., Gilreath, T.D., Aklin, W.M., Brex, R.A., 2010. Social-ecological influences on patterns of substance use among non-metropolitan high school students. *Am. J. Community Psychol.* 45, 36-48.
- Connell, C.M., Gilreath, T.D., Hansen, N.B., 2009. A Multiprocess Latent Class Analysis of the Co-Occurrence of Substance Use and Sexual Risk Behavior Among Adolescents. *J. Stud. Alcohol Drugs* 70, 943-951.
- Conway, K., Vullo, G., Nichter, B., Wang, J., Compton, W., Iannotti, R., Simons-Morton, B., 2013. Prevalence and Patterns of Polysubstance Use in a Nationally Representative Sample of 10th Graders in the United States. *J. Adolesc. Health* 52, 716-723.
- Cranford, J., McCabe, S., Boyd, C., 2013. Adolescents' nonmedical use and excessive medical use of prescription medications and the identification of substance use subgroups. *Addict. Behav.* 38, 2768-2771.
- Dierker, L.C., Vesel, F., Sledjeski, E.M., Costello, D., Perrine, N., 2007. Testing the dual pathway hypothesis to substance use in adolescence and young adulthood. *Drug Alcohol Depend.* 87, 83-93.

Gilreath, T.D., Astor, R.A., Estrada, J.N., Johnson, R.M., Benbenishty, R., Unger, J.B., 2015. Substance Use Among Adolescents in California: A Latent Class Analysis. *Subst. Use Misuse* 49, 116-123.

Gilreath, T.D., Astor, R.A., Estrada, J.N.J., Benbenishty, R., Unger, J.B., 2014. School victimization and substance use among adolescents in California. *Prev. Sci.* 15, 897-906.

Graham, J.W., Collins, L.M., Wugalter, S.E., Chung, N.K., Hansen, W.B., 1991. Modeling transitions in latent stage-sequential processes: A substance use prevention example. *J. Consult. Clin. Psychol.* 59, 48-57.

Hagenaars, J.A., McCutcheon, A.L., 2002. *Applied Latent Class Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hanson, M.D., Chen, E., 2007. Socioeconomic Status and Health Behaviors in Adolescence: A Review of the Literature. *J. Behav. Med.* 30, 263-285.

Henry, K.L., Muthén, B., 2010. Multilevel Latent Class Analysis: An Application of Adolescent Smoking Typologies with Individual and Contextual Predictors. *Struct. Equ. Modeling* 17, 193-215.

Herzog, R., Alvarez-Pasquin, M.J., Diaz, C., Del Barrio, J.L., Estrada, J.M., Gil, A., 2013. Are healthcare workers' intentions to vaccinate related to their knowledge, beliefs and attitudes? A systematic review. *BMC Public Health* 13, 154.

Hopfer, S., Tan, X., Wylie, J.L., 2014. A Social Network-Informed Latent Class Analysis of Patterns of Substance Use, Sexual Behavior, and Mental Health: Social Network Study III, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Am. J. Public Health* 104, 834-839.

Jain, A.K., Murthy, M.N., Flynn, P.J., 1999. Data clustering: a review. *ACM Comput. Surv.* 31, 264-323.

Kelly, A.B., Evans-Whipp, T.J., Smith, R., Chan, G.C.K., Toumbourou, J.W., Patton, G.C., Hemphill, S.A., Hall, W.D., Catalano, R.F., 2015. A longitudinal study of the association of adolescent polydrug use, alcohol use and high school non-completion. *Addiction* 110, 627-635.

Kokkevi, A., Kanavou, E., Richardson, C., Fotiou, A., Papadopoulou, S., Monshouwer, K., Matias, J., Olszewski, D., 2014. Polydrug Use by European Adolescents in the Context of Other Problem Behaviours. *Nordic Stud. Alcohol Drugs* 31, 323-342.

Lamont, A., Woodlief, D., Malone, P., 2014. Predicting high-risk versus higher-risk substance use during late adolescence from early adolescent risk factors using latent class analysis. *Addict. Res. Theory* 22, 78-89.

Lanza, S.T., Patrick, M.E., Maggs, J.L., 2010. Latent Transition Analysis: Benefits of a Latent Variable Approach to Modeling Transitions in Substance Use. *J. Drug Issues* 40, 93-120.

- Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P.C., Ioannidis, J.P., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J., Moher, D., 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med* 6, e1000100.
- Maldonado-Molina, M.M., Collins, L.M., Lanza, S.T., Prado, G., Ramírez, R., Canino, G., 2007. Patterns of substance use onset among Hispanics in Puerto Rico and the United States. *Addict. Behav.* 32, 2432-2437.
- Maldonado-Molina, M.M., Lanza, S.T., 2010. A Framework to Examine Gateway Relations in Drug Use: An Application of Latent Transition Analysis. *J. Drug Issues* 40, 901-924.
- McVicar, D., 2011. Estimates of peer effects in adolescent smoking across twenty six European Countries. *Soc. Sci. Med.* 73, 1186-1193.
- Medina, K.L., Schweinsburg, A.D., Cohen-Zion, M., Nagel, B.J., Tapert, S.F., 2007. Effects of alcohol and combined marijuana and alcohol use during adolescence on hippocampal volume and asymmetry. *Neurotoxicol. Teratol.* 29, 141-152.
- Mitchell, C.M., Plunkett, M., 2000. The Latent Structure of Substance Use Among American Indian Adolescents: An Example Using Categorical Variables. *Am. J. Community Psychol.* 28, 105-125.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 6, e1000097.
- Moss, H.B., Chen, C.M., Yi, H., 2014. Early adolescent patterns of alcohol, cigarettes, and marijuana polysubstance use and young adult substance use outcomes in a nationally representative sample. *Drug Alcohol Depend.* 136, 51-62.
- Newcomb, M.E., Ryan, D., Greene, G., Garofalo, R., Mustanski, B., 2014. Prevalence and patterns of smoking, alcohol use, and illicit drug use in young men who have sex with men. *Drug Alcohol Depend.* 141, 65-71.
- Pilatti, A., Godoy, J., Brussino, S., Pautassi, R., 2013. Patterns of substance use among Argentinean adolescents and analysis of the effect of age at first alcohol use on substance use behaviors. *Addict. Behav.* 38, 2847-2850.
- Pilowsky, D.J., Wu, L.T., 2006. Psychiatric symptoms and substance use disorders in a nationally representative sample of American adolescents involved with foster care. *J. Adolesc. Health* 38, 351-358.
- Raudenbush, S.W., Bryk, A.S., 2002. *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Sage, Thousand Oaks.

- Reboussin, B.A., Ip, E.H., Wolfson, M., 2008. Locally dependent latent class models with covariates: an application to under-age drinking in the USA. *J. R. Stat. Soc. Ser. A Stat. Soc.* 171, 877-897.
- Riehm, K.S., Stephens, R.L., Schurig, M.L., 2009. Substance Use Patterns and Mental Health Diagnosis Among Youth in Mental Health Treatment: A Latent Class Analysis. *J. Psychoactive Drugs* 41, 363-368.
- Sepúlveda, R., Vicente-Villardón, J.L., Galindo, M.P., 2008. The Biplot as a diagnostic tool of local dependence in latent class models. A medical application. *Stat. Med.* 27, 1855-1869.
- Shin, S.H., 2012. A Longitudinal Examination of the Relationships between Childhood Maltreatment and Patterns of Adolescent Substance Use among High-Risk Adolescents. *Am. J. Addict.* 21, 453-461.
- Shin, S.H., Hong, H.G., Hazen, A.L., 2010. Childhood sexual abuse and adolescent substance use: A latent class analysis. *Drug Alcohol Depend.* 109, 226-235.
- Simons-Morton, B.G., 2007. Social influences on adolescent substance use. *Am. J. Health Behav.* 31, 672-684.
- Sirin, S.R., 2005. Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Rev. Educ. Res.* 75, 417-453.
- Snyder, S.M., Smith, R.E., 2014. Do Physical Abuse, Depression, and Parental Substance Use Influence Patterns of Substance Use Among Child Welfare Involved Youth? *Subst. Use Misuse* 50, 226-235.
- Suchert, V., Hanewinkel, R., Isensee, B., 2015. Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: a systematic review. *Prev. Med.* 76, 48-57.
- Wanner, B., Vitaro, F., Carbonneau, R., Tremblay, R.E., 2009. Cross-lagged links among gambling, substance use, and delinquency from midadolescence to young adulthood: additive and moderating effects of common risk factors. *Psychol. Addict. Behav.* 23, 91-104.
- White, A., Chan, G.C.K., Quek, L.H., Connor, J.P., Saunders, J.B., Baker, P., Brackenridge, C., Kelly, A.B., 2013. The topography of multiple drug use among adolescent Australians: Findings from the National Drug Strategy Household survey. *Addict. Behav.* 38, 2068-2073.
- Woody, G.E., VanEtten-Lee, M.L., McKirnan, D., Donnell, D., Metzger, D., Seage 3rd, G., Gross, M., the HIVNET, V.P.S., 2001. Substance Use Among Men Who Have Sex With Men: Comparison With a National Household Survey. *J. Acquir. Immune Defic. Syndr.* 27, 86-90.

Appendix A

Search strategy for PubMed

1. (((substance) OR drug) OR medic*) OR illicit
2. (((((alcohol) OR alc*) OR alcohol?) OR drinking) OR drink*) OR ethanol?
3. (((((cigarette*) OR tobacco?) OR nicotine?) OR smoking) OR smok*
4. (((((((marijuana) OR cannabis) OR marijuana?) OR cannabis?) OR hashish?) OR hemp) OR hemp?) OR hash) OR hash?
5. S1 AND S2 OR S3 OR S4
6. S2 AND S3 OR S4
7. S3 AND S4
8. (((((((((latent class) OR latent class analysis) OR latent class growth) OR latent profile) OR latent transition) OR latent transition analysis) OR latent profile analysis) OR latent?class) OR latent?transition) OR latent?profile
9. (((((((((polydrug) OR multiple substance*) OR multidrug) OR multisubstance) OR polysubstance) OR multiple drugs) OR poly?substance) OR poly?drug) OR multi?substance) OR multi?drug
10. (((((((((((child) OR child*) OR school) OR school*) OR adolescent) OR adolescence) OR adolesc*) OR juvenile) OR youth) OR young) OR teen*) OR underage
11. S5 OR S6 OR S7 OR S9
12. S10 AND S8 AND (S1 OR S2 OR S3 OR S4)
13. S8 AND S11
14. S10 AND S8 AND S11
15. S8 AND S11 AND S10

Search strategy for PsychARTICLES and PsycINFO

1. TI (substance OR drug OR medic* OR illicit) OR AB (substance OR drug OR medic* OR illicit)
2. TI (alcohol OR alc* OR alcohol? OR drinking OR drink* OR ethanol?) OR AB (alcohol OR alc* OR alcohol? OR drinking OR drink* OR ethanol?)
3. TI (cigarette* OR tobacco? OR nicotine? OR smoking OR smok*) OR AB (cigarette* OR tobacco? OR nicotine? OR smoking OR smok*)
4. TI (marijuana OR cannabis OR marijuana? OR cannabis? OR hashish? OR hemp OR hemp? OR hash OR hash?) OR AB (marijuana OR cannabis OR marijuana? OR cannabis? OR hashish? OR hemp OR hemp? OR hash OR hash?)
5. S1 AND S2 OR S3 OR S4
6. S2 AND S3 OR S4
7. S3 AND S4

8. TI latent class OR AB latent class OR DE latent class OR TI latent class analysis OR AB latent class analysis OR TI latent class growth OR AB latent class growth OR TI latent profile OR AB latent profile OR TI latent transition OR AB latent transition OR TI latent transition analysis OR AB latent transition analysis OR TI latent profile analysis OR AB latent profile analysis OR TI latent?class OR AB latent?class OR TI latent?transition OR AB latent?transition OR TI latent?profile OR AB latent?profile
9. TI polydrug OR AB polydrug OR TI multiple substance* OR AB multiple substance* OR TI multidrug OR AB multidrug OR TI multisubstance OR AB multisubstance OR TI polysubstance OR AB polysubstance OR TI multiple drugs OR AB multiple drugs OR TI poly?substance OR AB poly?substance OR TI poly?drug OR AB poly?drug OR TI multi?substance OR AB multi?substance OR TI multi?drug OR AB multi?drug
10. TI child OR AB child OR TI child* OR AB child* OR TI school OR AB school OR TI school* OR AB school* OR TI adolescent OR AB adolescent OR TI adolescence OR AB adolescence OR TI adolesc* OR AB adolesc* OR TI juvenile OR AB juvenile OR TI youth OR AB youth OR TI young OR AB young OR TI teen* OR AB teen* OR TI underage OR AB underage

11. S5 OR S6 OR S7 OR S9
12. S10 AND S8 AND (S1 OR S2 OR S3 OR S4)
13. S8 AND S11
14. S10 AND S8 AND S11
15. S10 AND S8 AND S12

Risk of bias: Newcastle-Ottawa Scale adapted for LCA studies

Selection: (Maximum 4 points)

Representativeness of the sample:

1 point

- Truly representative of the average in the target population (all subjects or random sampling).
- Somewhat representative of the average in the target population (non-random sampling) or implementation of appropriate statistical modifications (stratification, weighting samples etc.).

0 points

- Selected group of users.
- No description of the sampling strategy.

Sample size:

1 point

- Justified and satisfactory.

0 points

- Not justified.

Non-respondents:

1 point

- Comparability between respondents and non-respondents' characteristics is established, and the response rate is satisfactory ($\geq 60\%$).

0 points

- The response rate is unsatisfactory ($< 60\%$), or the comparability between respondents and non-respondents is unsatisfactory.
- No description of the response rate or the characteristics of the responders and the non-responders.

Ascertainment of the exposure (covariates and sociodemographic characteristics):

1 point

- Validated measurement tool.
- Non-validated measurement tool, but the tool is available or described.

0 points

- No description of the measurement tool.

Comparability: (Maximum 2 points)

The subjects in different outcome groups are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled:

2 points

- The study controls for gender/sex and age and any additional factor.

1 point

- The study controls for gender/sex, age OR any additional factor.

0 points

- The study does not control for any factors.

Outcome: (Maximum 4 points)

Assessment of the outcome:

1 point

- Independent measurement or record linkage.

- Self-report.

0 points

- No description.

Measurement tool:

1 point

- Validated measurement tool.

- Non-validated measurement tool, but the tool is available or described.

0 points

- No description of the measurement tool.

Statistical test:

2 points

- The statistical test used to analyze the data is clearly described and results are presented thoroughly, including confidence intervals and the probability level (p value). Potential

methodological constraints, e.g., local dependence of class indicators are tested and reported adequately.

1 point

- The statistical test used to analyze the data is clearly described and results are presented thoroughly, including confidence intervals and the probability level (p value). Potential methodological constraints, e.g., local dependence of class indicators are neither tested nor reported adequately.

0 points

- The statistical test is not appropriate, not described or incomplete.

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies and the adapted versions of Herzog et al. (2013) and Suchert et al. (2015) to conduct a quality assessment of LCA studies for the systematic review, “Latent Classes of Multiple Substance Use Among Adolescents – a Systematic Review”.

3.2 Zweite Studie – latente Klassenanalyse multiplen Substanzkonsums im Jugendalter im Mehrebenenmodell

Title:

Multiple substance use patterns in adolescents – a multilevel latent class analysis

Authors:

Samuel Tomczyk, Reiner Hanewinkel, Barbara Isensee

Affiliation (all authors):

Institute for Therapy and Health Research (IFT-Nord), Kiel, Germany

Corresponding address:

Samuel Tomczyk

tomczyk@ift-nord.de

p: +49 431 570 29 38

f: +49 431 570 29 29

Institute for Therapy and Health Research, Kiel, Germany

Harmsstraße 2

24114 Kiel, Germany

Running head:

Multiple substance use patterns in adolescents

Multiple substance use patterns in adolescents – a multilevel latent class analysis

Abstract

Background. Multiple substance use among adolescents is associated with a number of negative consequences. Therefore, we aim to investigate multiple substance use patterns among young adolescents and identify possible multilevel predictors. **Methods.** We analyzed a longitudinal sample of 2,490 German students (51% male; $M_{\text{age}}=13.32$, $SD=0.57$) at 45 schools in four German states (Bremen, Hesse, North Rhine–Westphalia, Schleswig–Holstein), who completed two assessments in fall 2010 and fall 2013. We conducted multilevel latent class analysis for follow-up data on a variety of outcomes, and tested our final 3-class-model for possible baseline predictors. Follow-up substance use measures included lifetime use, current use, and amount of substance for cigarettes and alcohol. Baseline covariates comprised age, gender, socio-economic status, bullying, victimization, peer and parental use, type of school, and health certification of school. **Results.** We identified three latent classes: non-users ($n=1,541$; 61.9%), experimenters ($n=722$; 29.0%), and multiusers ($n=227$; 9.1%). Experimental consumption was predicted by higher baseline age ($OR=1.71$; 1.31–2.24), paternal drinking ($OR=2.89$; 1.23–6.79), and school type ($OR=2.57$; 1.83–3.61), while multiuse was predicted by peer smoking ($OR=2.94$; 1.80–4.80) and drinking ($OR=2.13$; 1.32–3.44), maternal drinking ($OR=6.26$; 2.02–19.43), bullying ($OR=1.69$; 1.15–2.48), higher age ($OR=1.92$; 1.40–2.62), and school type ($OR=4.76$; 2.75–8.24) compared to the non-users class. **Conclusions.** Prevention and further research on multiple substance use need to concentrate on social influence models and behavior-related interventions, especially at schools without a college-preparatory track.

Keywords: multiple substance use; adolescence; latent class analysis; multilevel analysis; alcohol; smoking

1. Introduction

Substance use among adolescents is a serious issue, as it is often connected to social, financial, and health problems (World Health Organisation 2014). Research shows that use of multiple substances is associated with even higher risks and worse consequences than single substance use (Kelly et al. 2015; Kokkevi et al. 2014), e.g. multiusers are more likely to fail at school (Kelly et al., 2015) than non-users or single substance users. In addition, according to the gateway hypothesis, excessive alcohol or tobacco use fulfills a gateway function for illicit drug use (Kandel et al., 1992), more recent studies prove an increased chance for such a pathway, if multiple substances are used (Maldonado-Molina & Lanza, 2010). However, most studies on adolescent substance use focus on one-dimensional outcomes, e.g. smoker versus non-smoker, or frequent versus infrequent use, and thus neglect more complex use patterns. Even when multiple substances are accounted for, indicators for each substance are seldom combined in a methodologically sophisticated way, but rather analyzed via simple contingency tables, which makes consecutive testing very difficult due to low cell frequencies (Choquet et al. 2004). In recent years, latent class analysis (LCA) has emerged as a more popular way of empirically identifying ecologically valid substance use patterns among adolescents, and additionally allowing for predictors of class membership (Lanza & Rhoades, 2013).

Latent classes refer to homogenous subgroups among participants with similar response patterns. LCA is usually used iteratively, until the best empirical solution, i.e. number of classes is determined (Nylund et al. 2007). So far, LCA has been used to identify a variety of behavioral patterns in adolescent smoking (Guo et al. 2009), alcohol use (Connell et al. 2009; McBride et al. 2014), drug use (James et al. 2013), and risk behavior (Cook et al. 2015; Laska et al. 2009), all of which offer useful risk profiles for future prevention practice and research. Nevertheless, LCA studies on multiple substance use are scarce, and mostly limited to certain

groups, e.g. adolescent in treatment (Ramo et al. 2012), female adolescents only (Chung et al. 2005) or children in foster care (Shin et al. 2010). In addition, most studies on adolescent substance use include substance-related problems like sexual risk behavior or delinquent behavior into the LCA (Jackson et al. 2014; Laska et al. 2009), which is problematic, as consumption patterns and problems can no longer be clearly discerned, thus, it is difficult to interpret longitudinal associations between them. To our knowledge, there are only three longitudinal LCA studies with a general sample that analyze poly substance use behaviors exclusively (Kelly et al. 2015; Lamont et al. 2013; Lanza et al. 2010). They identify three to six latent classes, from no/minimal use, single substance use, to multiuse further differing with regards to substance (cigarette, alcohol, marijuana) and severity of use (light, moderate, heavy). Predictors for multiple substance and polydrug use vary between studies, but all of them include gender (males are more likely to be multiusers), low socio-economic status, age, victimization, and high parental and peer use (Kelly et al. 2015; Lamont et al. 2013; Lanza et al. 2010), hence these predictors will be included in our analyses.

Interestingly, none of these studies controlled for contextual effects like school or communal effects on class membership. Students of schools with poor health policy, for instance, express higher antisocial behavior (Patrick & Schulenberg 2013; Perra et al. 2012), thus, a higher proportion of multiusers can be anticipated. In a multilevel LCA (MLCA) for adolescent smoking (Henry & Muthén 2010), poor and tobacco cultivating communities predicted higher rates of heavy smokers, illustrating an important community level risk factor.

For these reasons, not only do we aim to corroborate previous LCA results in a sample of German students, but we also include school-level variables to predict individual class membership. Previous research revealed type of school, and school health policy as significant predictors for substance use levels via mixed-effects multilevel regression models. Students without college-preparatory education vis-à-vis students on a college-preparatory

high school track, and students at schools with poor health policy (Bisset et al. 2007; Fletcher et al. 2008) were more likely to use multiple substances. Moreover, we examine a longitudinal sample of young adolescents with baseline values (5th grade) as predictors for substance use patterns at follow-up (8th grade) for two reasons: firstly, we obtain chronological rather than cross-sectional associations, which strengthen the postulated causal interpretation, secondly, students in mid-adolescence are more likely to vary in substance use patterns than younger adolescents (Donovan & Molina 2013; Percy & Iwaniec 2007), providing a broader spectrum of data for MLCA.

2. Material and Methods

The baseline sample ($N=3,444$; 52% male) with a mean age of 10.37 ($SD=0.59$) was recruited from 45 schools in four German states (Bremen, Hesse, North Rhine–Westphalia, and Schleswig–Holstein) at baseline assessment of the “Eigenständig werden” (=“Becoming Independent”) prevention trial. This was a cluster-randomized controlled trial to assess effectiveness of a school-based program for grades 5 and 6, designed to delay onset of substance use and to foster development of personality among schoolchildren (Hansen et al. 2011).

In Germany, after finishing elementary school (grades 1-4), there are several different types of secondary schools to be attended that differ between federal states. In general, there are schools with a college-preparatory track, e.g. ‘Gymnasium’ and other schools or educational tracks. A ‘Gymnasium’ diploma is mandatory for further academic education, thus education is more academic-oriented and more demanding than other forms of schools/education.

36-month follow-up data of the remaining participants of both groups of the “Eigenständig werden” trial ($N=2,490$; $M_{age}=13.32$ [$SD=0.57$]; 51% male) was used to determine latent classes, while baseline values were used to identify significant predictors for latent class

membership. Sampling process and sample characteristics are described in detail elsewhere (Hansen et al. 2011). Informed consent was obtained from all individual participants' parents. The trial was approved and registered by the ethics committee of the Medical Faculty of the University of Kiel (AZ D 419/10) and approved by the Ministries of Education of the participating states.

2.1 Measures

All measures were assessed by self-report questionnaires.

Substance use measures (follow-up)

Lifetime alcohol use was assessed via a single item ("Have you ever drunk alcohol, even a small sip?") with answer categories 0=no and 1=yes.

Lifetime binge drinking was assessed by asking "How many times have you consumed five or more drinks on a single occasion in your life?" (never, 1, 2, 3-5, >6 times), answers were dichotomized into 0=never, 1=once or more.

Lifetime drunkenness was measured by asking how many times the respondent has been drunk (never, 1, 2, 3-5, >6 times), answers were dichotomized into 0=never, 1=once or more.

Current alcohol use was measured by asking on how many days the respondent consumed alcohol during the last month (none, 1-2, 3-5, 6-9, 10-19, 20-29, >29). Answers were dichotomized into 0=0-5 days, and 1=more than five days.

Amount of alcohol consumed was measured by the number of alcoholic beverages on a typical, single occasion (0,<1, 1-2, 3-4, 5-6, >6), dichotomized into 0=less than one ("no/light"), 1=one or more ("heavy").

Lifetime smoking was assessed by asking how many cigarettes have ever been smoked in life. Nine answering categories (“none” to “>100 cigarettes”) were dichotomized into 0=none, and 1=a few puffs or more.

Current smoking was measured by asking how frequently participants currently smoked (1=I don’t smoke, 2=less than once a month, 3=at least once a month, but not weekly, 4=at least once a week, but not daily, 5=daily). Answers were dichotomized into 0=1-2 (“no/light”), and 1=3-5 (“heavy”).

Predictors (baseline)

Peer substance use was assessed via a single item for smoking and drinking (“How many of your friends do smoke/drink alcohol?”). Answer categories for both comprise 0=none, 1=few, 2=some, 3=most, 4=all of them. Answers were dichotomized into 0=0–1, and 1=2–4.

Parental substance use was separately assessed for smoking and drinking. Parental smoking was assessed via yes-no-questions (“Does your father smoke?”, “Does your mother smoke?”), with a single indicator for each (0=no, 1=yes). Based on these answers, we constructed an additional dichotomous indicator (0=“not smoking”, 1=“smoking” parents), parental alcohol use was assessed likewise.

Bullying was separately assessed for bullying ($\alpha=0.71$) and victimization ($\alpha=0.78$) since the summer holidays with three items respectively on a five-point scale (0=never, 1=in total one or two times, 2=two or three times a month, 3= once a week, 4=more than once a week). Answers for both bullying (“How often did you participate in laughing at other students?”, “How often did you participate in beating up other students”, “How often did you participate in isolating other students?”) and victimization (“How often have you been laughed at by other students?”, “How often have you been beaten up by other students?”, “How often have

you been isolated by other students?") were dichotomized (0=never, 1=other) for our analyses.

School-level variables were assessed by the participating schools' headmasters in a short questionnaire, answering specific questions regarding school structure. These dimensions included type of school with 0='Gymnasium' (=secondary schools with a college-preparatory track)' and 1='other', and certification as 'healthy school'' (0='no', 1='yes'). This certification is awarded to schools by each federal state, thus quality criteria differ between states, and yet, they are only given to schools with excellent health promotion programs in their curricula. Participation in the certification process is voluntary.

Sociodemographic covariates include age, gender, and socio-economic status (SES). While age and gender were measured by single items each, socio-economic status (SES) was measured by the Family Affluence Scale (27).

2.2 Statistical analysis

Multilevel latent class analysis (MLCA) was applied to identify latent classes among adolescent substance users, taking possible predictors on individual and school level into account, considering the nested structure of the data. For all purposes we used baseline predictor values and follow-up substance use classes. MLCA delivers up to four sets of parameters to convey information about the model: First, probabilities of prevalence for each latent class, second, response probabilities for all items in each class (=class indicators), third conditional probabilities for class indicators, and fourth, conditional class probabilities. While the first two are based on follow-up data, the latter two are dependent on baseline predictors.

However, in this study, we focused on conditional class probabilities, meaning the probability of belonging to one of the latent classes, and do not anticipate direct effects of predictors on indicator probabilities; nonetheless, they will be reported, if present. The

underlying assumption of any LCA is a definite amount of homogeneous, mutually exclusive classes of behavior, variance within these classes is due to measurement error, postulating measurement invariance of latent classes. In order to find an adequate number of latent classes, we applied MLCA iteratively, starting with a parsimonious two-class model (“non-users” and “users”) without covariates, but with school-clustered structure based on existing research (Connell et al. 2010; Kelly et al. 2015) and successively increasing number of latent classes while comparing model fit. To determine model fit, there are a few useful criteria, namely Lo–Mendell–Rubin likelihood ratio test (LRT), Bayesian Information Criterion (BIC), which can be adjusted for sample size (SSABIC), entropy, and average latent class probabilities (ALCP) (Finch & Bronk 2011). LRT compares successive models to one another; a significant coefficient means a better fit for a model with one fewer classes. BIC and SSABIC describe parsimony of the model, the smaller the coefficient, the more parsimonious the model. Finally, entropy and ALCP evaluate the distinctness of classes and whether they are clearly distinguishable from one another. Both should be >0.80 for all classes to ensure satisfactory differentiation (Nylund et al. 2007). For iterative testing we used five sets of random start values to avoid local maxima in determining likelihood parameters (Nylund et al. 2007). All tests were based on $\alpha=0.05$. We analyzed attrition to compare scores and frequencies for dependent and independent variables to identify potential bias, and reported adequate coefficients and effect sizes for all results (fit indices, χ^2 , and t). All analyses were conducted using Mplus Version 7.2 (Muthén & Muthén 2012). For MLCA, we used maximum likelihood estimation with robust standard errors.

Since we used multiple indicators for singular substances, we tested for local dependence of indicators. LCA postulates local independence of indicators within classes, yet this assumption is often violated if e.g. lifetime and current use of a single substance are

measured, which leads to biased estimates of class and indicator probabilities (Reboussin et al. 2008).

3. Results

3.1 Distribution analysis

A descriptive overview of valid data for covariates at baseline and substance use measures at both measurement occasions can be found in table 1. Except for lifetime alcohol use and amount of drinking, all substance use measures indicated that most students consumed seldom and in low amounts. Also, peer substance use and parental smoking was comparatively low at baseline, and only around 16% of students went to schools with health certifications, however, all other covariates were balanced. Socio-economic status ($M=17.92$, $SD=4.21$, $range=2-24$) was normally distributed. Missing data for all variables was lower than 5% and missing values were distributed randomly across subjects and variables (MCAR or MAR), thus we excluded cases with missing values from following analyses.

Table 1

Prevalences of valid data for substance use criteria (follow-up and baseline) and predictors (baseline values) of the remaining participants at follow-up assessment (fall 2013; N=2,490)

Substance use	Baseline	Follow-up
Lifetime alcohol use		
No	1,602 (65.0%)	706 (28.4%)
Yes	864 (35.0%)	1,778 (71.6%)
Lifetime binge drinking		
Never	2,244 (91.3%)	1,965 (79.2%)
Once or more	215 (8.7%)	515 (20.8%)

STUDIE 2

Lifetime drunkenness		
Never	2,429 (97.9%)	2,266 (91.3%)
Once or more	51 (2.1%)	217 (8.7%)
Current drinking (last 30 days)		
0-5 days	2,451 (98.4%)	1,966 (79.2%)
>5 days	39 (1.6%)	516 (20.8%)
Amount (no. of beverages)		
light	2,430 (98.6%)	2,069 (83.5%)
heavy	34 (1.4%)	410 (16.5%)
Lifetime cigarette use		
None	2,349 (95.3%)	1,851 (74.8%)
At least a few puffs	116 (4.7%)	625 (25.2%)
Current smoking (last 30 days)		
light	2,453 (98.9%)	2,330 (94.7%)
heavy	25 (1.1%)	131 (5.3%)
Covariates at baseline	Category "0" (NO)	Category "1" (YES)
Peer drinking	2,376 (97.3%)	65 (2.7%)
Peer smoking	2,392 (97.4%)	64 (2.6%)
Parental drinking	836 (34.0%)	1,620 (66.0%)
Mother	470 (10.1%)	1,986 (80.9%)
Father	306 (12.5%)	2,150 (87.5%)
Parental smoking	1,760 (74.4%)	604 (25.6%)
Mother	1,834 (74.3%)	634 (22.7%)
Father	1,646 (66.8%)	819 (33.2%)
Bullying	1,254 (56.0%)	986 (44.0%)
Victimization	863 (38.7%)	1,368 (61.3%)
School type	1,026 (41.2%)	1,464 (58.8%)
Healthy school	2,086 (84.4%)	385 (15.6%)

School type (0="Gymnasium", 1=other)

3.2 Attrition analysis

Attrition analysis revealed an individual level dropout of 28% between baseline ($N=3,444$) and follow-up ($N=2,490$). Dropouts were significantly older ($t[3,433]=5.48, p<0.001$), had a lower SES ($t[3,439]=4.46, p<0.001$), were more likely to be male ($\chi^2[1]=16.64, p<0.001$), and scored higher in bullying ($t[3,440]=4.90, p<0.001$) and victimization ($t[3,333]=4.49, p<0.001$). However, no significant differences were found for type of school, certification or any substance outcome, peer or parental use, and neither dropout rates nor characteristics differed significantly between experimental conditions of the “Eigenständig werden” prevention trial.

3.3 Multilevel latent class analysis

To identify the correct number of latent classes of substance use, we tested multilevel models without covariates against one another. As seen in table 2, overall model fit increased for multiple-class models (three to five classes), however, parsimony indices and entropy values highlight a model with three or four classes as most suitable. With regards to preliminary class-indicator probabilities, higher entropy and ALCP for a 3-class-model compared to a 4-class-model, and considering interpretability of classes, we chose a three class model for further analyses.

Table 2

Fit indices for multilevel latent classes of adolescent alcohol and tobacco use (N=2,490)

Indices	2 classes	3 classes	4 classes	5 classes
Free parameters	19	29	39	49
Log-likelihood	-6,246.56	-6,134.83	-6,085.13	-6,070.60
LRT	1,760.70***	223.48***	99.44***	26.20
BIC	12,639.50	12,493.09	12,470.74	12,518.71
SSABIC	12,579.14	12,400.95	12,346.83	12,363.03
Entropy	0.90	0.72	0.70	0.68
ALCP	0.97–0.98	0.83–0.96	0.74–0.93	0.68–0.89

LRT= Lo-Mendell-Rubin Likelihood-Ratio Test; BIC=Bayesian Information Criterion; SSABIC=sample size adjusted BIC; ALCP=average latent class probabilities; *** p<.001

We also tested for local dependence of class indicators, but we did not find any significant bivariate residuals, which confirms that the assumption of local independence is valid and modeling constraints are not necessary (Reboussin et al. 2008). Because class indicator probabilities and fit indices change when including covariates, final indices for conditional 2- to 5-class-models with covariates are provided in table 3. Log-likelihood, and parsimony indices BIC and SSABIC decreased, while entropy increased compared to a model without covariates, indicating a good fit. ALCP for all three classes were still good (>0.80). Overall, a 3-class-model remained the best solution for our data.

Table 3

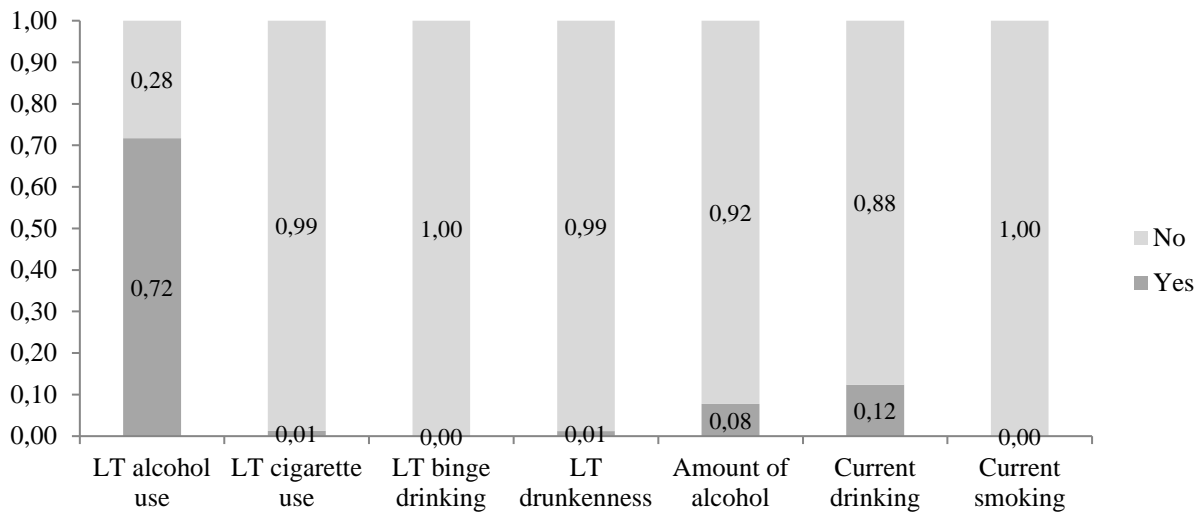
Fit indices and ALCP for conditional 2-5- class-models of adolescent alcohol and tobacco use including covariates (N=2,490)

Indices	2 classes	3 classes	4 classes	5 classes
Free parameters	28	47	66	85
Log-likelihood	-6,115.62	-5,965.95	-5,894.30	-5,860.22
BIC	12,446.90	12,293.89	12,296.94	12,375.12
SSABIC	12,357.94	12,144.57	12,187.25	12,205.06
Entropy	0.88	0.73	0.71	0.69
ALCP	0.92–0.98	0.81–0.94	0.76–0.93	0.74–0.92

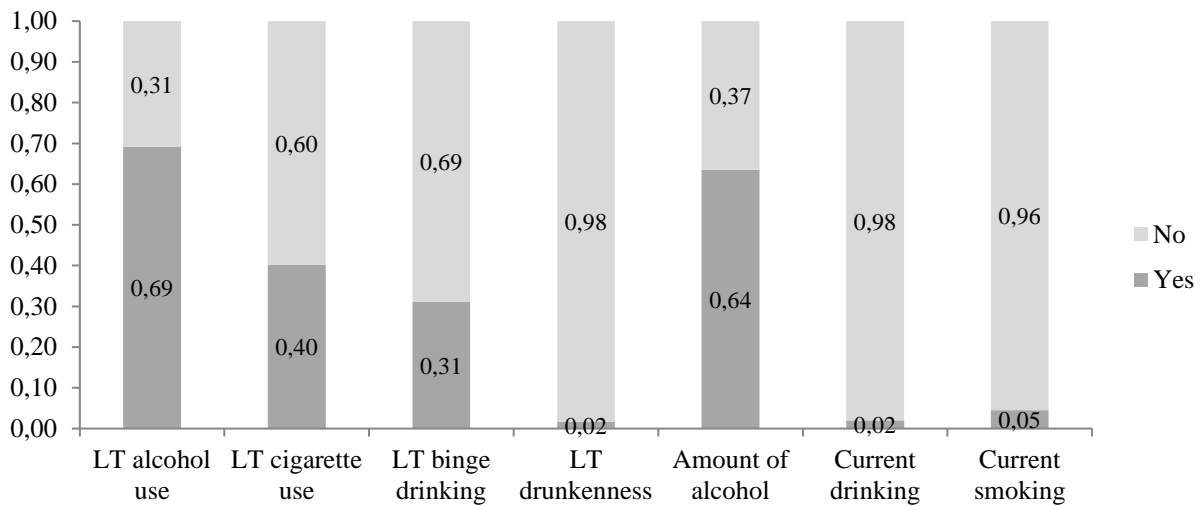
These final three classes were labeled “non–users” (class 1, $n=1541$, 61.9%), “experimenters” (class 2, $n=722$, 29.0%), and “multiusers” (class 3, $n=227$, 9.1%), with non-users being the largest group. Non-users reported lifetime alcohol use, but no recent substance use. Overall, indicator probabilities for each class (figure 1) depicted a high lifetime alcohol use among all classes, while probabilities for most other parameters were much higher in class 3 than in class 1 and 2, except for amount of alcohol consumed on a single occasion. Lifetime binge drinking was also higher in class 2 compared to class 1, thus we labeled them experimenters, as they seemed to be experimenting with amounts. Multiusers (class 3) exhibited more frequent drinking and smoking, and higher rates in lifetime smoking and binge drinking than both other classes, suggesting a hazardous consumption pattern.

STUDIE 2

Non-users (61.9%)



Experimenters (29.0%)



Multisusers (9.1%)

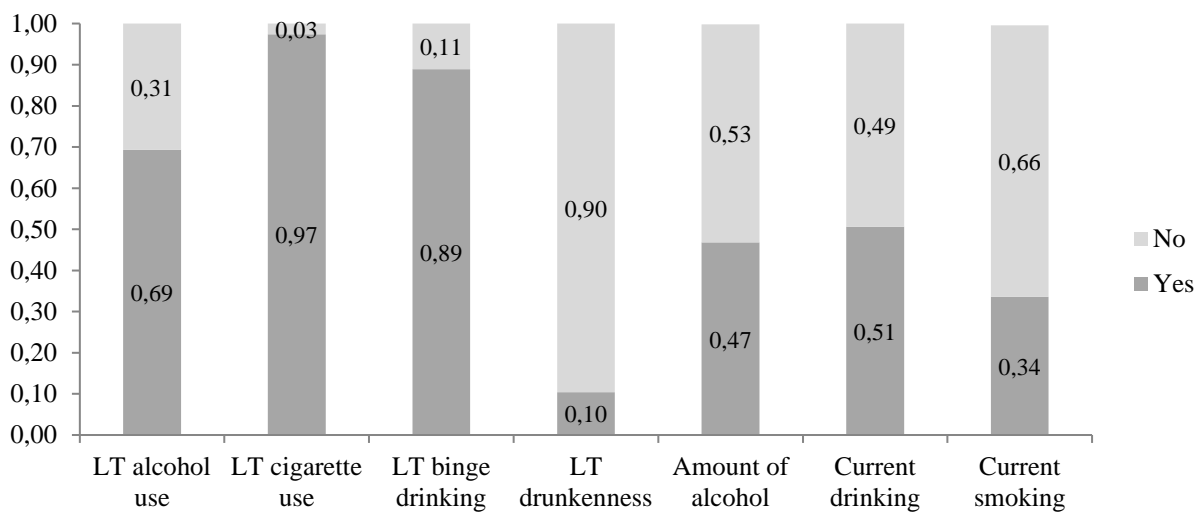


Figure 1. Conditional indicator probabilities for substance use items (Yes="1", No="0") for all three classes at follow-up assessment (N=2,490); LT = lifetime prevalence.

Finally, we tested our final model for predictors via multinomial logistic regressions with class 1 (“non-users”) as reference class, thus the following results represent the odds to be in either class 2 or 3 compared to class 1, when exhibiting high predictor values (see table 4). Being an experimenter rather than a non-user at follow-up is more likely if one’s father drank alcohol at baseline, if one was older, and did not attend a ‘Gymnasium’. Multiusers were likely to have such education as well, they were older at baseline, but in contrast to experimenters, they were more likely to have a mother who drank alcohol. In addition, they were more likely to have considered themselves bullies at baseline and have had more peers who smoked and drank alcohol than children in any other class. No other predictor was statistically significant.

Table 4

Results of the conditional Multilevel Latent Class Analysis on Level 1 Latent Class Solution with class 1 (“non-users”) as reference class for multinomial regressions

	Experimenters vs. Non-users		Multiusers vs. Non-users	
	Odds Ratio	95% CI	Odds Ratio	95% CI
Level 1 Predictors				
Peer drinking	1.30	0.77 – 2.18	2.13	1.32 – 3.44
Peer smoking	1.41	0.80 – 2.49	2.94	1.80 – 4.80
Parental drinking	0.53	0.15 – 1.90	0.98	0.73 – 1.47
Mother	2.85	0.85 – 9.63	6.26	2.02 – 19.43
Father	2.89	1.23 – 6.79	2.35	0.85 – 6.47
Parental smoking	0.91	0.44 – 1.88	0.84	0.35 – 1.99
Mother	0.73	0.44 – 1.22	0.69	0.39 – 1.20
Father	1.03	0.55 – 1.92	0.86	0.42 – 1.74

STUDIE 2

Bullying	1.31	0.93 – 1.82	1.69	1.15 – 2.48
Victimization	1.10	0.80 – 1.51	0.75	0.50 – 1.12
Age	1.71	1.31 – 2.24	1.92	1.40 – 2.62
Socio-economic status	1.06	0.99 – 1.11	1.00	0.96 – 1.05
Gender	1.15	0.86 – 1.53	1.14	0.79 – 1.65
Level 2 Predictors				
School type	2.57	1.83 – 3.61	4.76	2.75 – 8.24
Healthy school	0.84	0.57 – 1.24	1.01	0.64 – 1.60

CI = confidence interval; significant results are written **in bold type**

4. Discussion

We found three classes of substance use patterns among early adolescents: non-users (61.9%), experimenters (29.0%), and multiusers (9.1%). Furthermore, we identified several predictors of class membership via prospective multinomial regressions. Going to a school other than a ‘Gymnasium’, higher baseline age, and having at least one drinking parent increased the likelihood to belong to one of the user classes. Meanwhile, adolescents with using peers at baseline, and those who reported bullying other students were more likely to be multiusers at follow-up.

These findings are mostly concordant with current literature. Our three classes reflect those of Kelly et al. (2015), who found no drug use, mainly alcohol use, and heavy use as patterns, while others (Lamont et al. 2013; Lanza et al. 2010) found additional classes comprising smoking (cigarette and marijuana use). Since we did not include illicit drugs, our classes are not exactly comparable to these studies, however, we identified numerous similarities to those classes that did not feature illicit drug use. Like most studies on underage drinkers, non-users to occasional

users represented the largest portion of our sample; while multiusers were the smallest, yet most critical group with regards to health and behavior (Dauber et al. 2011; Donovan & Molina 2013; Jackson et al. 2014). In our study, students with higher bullying scores at baseline were more likely to be considered multiusers at follow-up. Bullying can be interpreted as a form of antisocial behavior, such is often associated with higher substance use, be it for enhancing or coping reasons (Cook et al. 2015; Monshouwer et al. 2012; Wanner et al. 2006). Considering the unfavorable prospects for multisubstance users' school life (Kelly et al., 2015), bullies and students in a consuming environment (i.e. consuming peers and mothers) are a core target group for early prevention. In accordance with existing LCA of drinking behavior, most children have already drunk alcohol at least once in their lives e.g. a small sip up to one full beverage, even in the so-called "non-users" group (Donovan & Molina 2008; Donovan & Molina 2013; Jackson et al. 2014). However, at follow-up, all other substance use measures for this class were low, concluding that it could have been a one-time thing, confirming previous findings. For future studies, we suggest discerning sippers and drinkers among young adolescents as defined by Donovan and Molina (2008; 2013), as it may help to distinguish classes and trajectories even better.

Though we found resembling results for substance use classes, there are some differences to existing literature, as we did not find any significant effects of gender, socio-economic status or victimization. We suspect this may be due to the fact that most studies on multiple substance users examined subpopulations like students of a certain ethnic background (Whitbeck & Armenta 2015), students in foster care (Shin et al. 2010) or in treatment (Ramo et al. 2012). In the present study, our sample comprised a greater variety of students which could introduce more potential confounders into our data, thereby covering population effects. Also, the multiusers' class was comparatively small, making it more difficult to strategically conduct analyses with enough statistical power. Nonetheless, maternal alcohol and peer substance use

were affirmed as strong social predictors of adolescent substance use (Simons-Morton 2007). And yet, it is not entirely clear, whether the observed associations with peer use were due to socialization or selection processes, or both (Bauman & Ennett 1996). Thus, further research is needed to clarify, whether peer should mainly be regarded as an indicator of or a risk factor for multiple substance use among adolescents.

Results for school-level variables were not completely in accordance with previous findings either: schools with health certification did not significantly prevent hazardous or experimental consumption patterns, although prevention is supposed to be one of its core elements – however, as a rather small portion of students ($n=385$) went to such schools, effect sizes are understandably small. Nevertheless, type of school displayed strong impact, as students that did not attend a ‘Gymnasium’ were much more likely to consume in hazardous ways.

4.1 Strengths and limitations

We noticed a high dropout rate of 28%. Dropouts were mostly male, older, with lower SES, and higher bullying and victimization scores, all of which proved to be important predictors of multiple substance use in this or past studies (Kelly et al. 2015; Lamont et al. 2013; Lanza et al. 2010). Thus, we may have underestimated effects. There are no definite cut-offs for model selection in MLCA, hence our 3-class-model is yet to be replicated in a larger longitudinal sample, as are significant predictors of class membership. Also, the LCA solution strongly depends on the operationalization of use. We measured alcohol and cigarette use differently, which may have influenced the estimation process. Other studies operationalize substance use in different ways (Lamont et al. 2013; Lanza et al. 2010), which explains slight differences in class solutions. Besides, our study was carried out in German secondary schools, developmental and social perspectives may be different for other cultures and school systems, for instance the US, where e.g. legal drinking age (US: 21 years, Germany: 16 years), and school system are

different. Finally, according to our participants, over 80 % of their parents drink alcohol, which points to a potential bias of race/ethnicity or religion/culture. Highly religious adolescents, for instance, report significantly lower alcohol use (Wallace et al. 2003), thus future studies should always include appropriate measures of race/ethnicity and religion/culture to control for confounding effects.

Our study also has certain strengths. We recruited a large longitudinal sample of students at a critical age for substance use initiation from different school types. Moreover, as part of the “Eigenständig werden” trial, our data is retrieved from a cluster-randomized controlled trial which is also a field study with high external and internal validity. Additionally, we included previously researched influence factors in order to perform a thorough analysis of predictors and chose multilevel regression to incorporate the impact of hierarchical school structure into our analytic process, controlling for school-level effects, hence, increasing validity of our results.

4.2 Future research

Multilevel latent class analysis offer varicolored possibilities of detecting higher level influences on student substance use patterns, such as school, neighborhood or community effects. Since limited secondary education proved a high risk for multiuse patterns, future research should examine within-school factors that foster such development via multilevel models to model educational imbalance properly. Also, more research is needed to investigate the dynamic of peer influence in the development of adolescent substance use, e.g. via cross-lagged studies that examine the reciprocal association between the development of social networks and multiple substance use in adolescence, and simultaneously control for possible individual-level as well as group-level confounders.

4.3 Practical implications

Latent classes revealed almost 40% of our young adolescent sample as a high-risk group and a target for indicated prevention. Preventive efforts should focus on familial and peer influences, and be strengthened in particular for schools without a college-preparatory track. Additionally, students with early signs of deviant or antisocial behavior seem to be a high risk group for future substance use, thus, teachers, parents, and classmates should broach the issue of substance use, and encourage prevention at an early stage.

5. Conclusions

We identified three latent classes of multiple substance use among young adolescents ($N=2,490$; 51% male; mean age: 13.32): non-users ($n=1,541$; 61.9%), experimenters ($n=722$; 29.0%), and multiusers ($n=227$; 9.1%). In a longitudinal approach, we found several baseline predictors for substance use patterns compared to non-users at follow-up. Experimental consumption was predicted by higher baseline age, paternal drinking, and school type, while multiple substance use was predicted by peer use, maternal drinking, bullying, higher age and school type. Finally, social influences play a crucial part in the development of hazardous consumption patterns among adolescents, thus, prevention and further research need to concentrate on social influence models and behavior-related interventions, especially at schools with lower educational standards.

6. References

- Bauman, K.E., Ennett, S.T., 1996. On the importance of peer influence for adolescent drug use: commonly neglected considerations. *Addiction*, 91, 185-198.
- Bisset, S., Markham, W.A., Aveyard, P., 2007. School culture as an influencing factor on youth substance use. *Journal of Epidemiology & Community Health* 61, 485-490.
- Choquet, M., Morin, D., Hassler, C., Ledoux, S., 2004. Is alcohol, tobacco, and cannabis use as well as polydrug use increasing in France? *Addict. Behav.* 29, 607-614.

- Chung, H., Park, Y.S., Lanza, S.T., 2005. Latent transition analysis with covariates: pubertal timing and substance use behaviours in adolescent females. *Stat. Med.* 24, 2895-2910.
- Connell, C.M., Gilreath, T.D., Aklin, W.M., Brex, R.A., 2010. Social-ecological influences on patterns of substance use among non-metropolitan high school students. *Am. J. Community Psychol.* 45, 36-48.
- Connell, C.M., Gilreath, T.D., Hansen, N.B., 2009. A Multiprocess Latent Class Analysis of the Co-Occurrence of Substance Use and Sexual Risk Behavior Among Adolescents. *J. Stud. Alcohol Drugs* 70, 943-951.
- Cook, E.C., Pflieger, J.C., Connell, A.M., Connell, C.M., 2015. Do Specific Transitional Patterns of Antisocial Behavior during Adolescence Increase Risk for Problems in Young Adulthood? *J. Abnorm. Child Psychol.* 43, 95-106.
- Dauber, S.E., Paulson, J.F., Leiferman, J.A., 2011. Race-specific transition patterns among alcohol use classes in adolescent girls. *J. Adolesc.* 34, 407-420.
- Donovan, J.E., Molina, B.S., 2008. Children's introduction to alcohol use: sips and tastes. *Alcohol. Clin. Exp. Res.* 32, 108-119.
- Donovan, J.E., Molina, B.S., 2013. Types of Alcohol Use Experience From Childhood Through Adolescence. *J. Adolesc. Health* 53, 453-459.
- Finch, W.H., Bronk, K.C., 2011. Conducting Confirmatory Latent Class Analysis Using Mplus. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 18, 132-151.
- Fletcher, A., Bonell, C., Hargreaves, J., 2008. School Effects on Young People's Drug Use: A Systematic Review of Intervention and Observational Studies. *J. Adolesc. Health* 42, 209-220.
- Guo, B., Aveyard, P., Fielding, A., Sutton, S., 2009. Using Latent Class and Latent Transition Analysis to Examine the Transtheoretical Model Staging Algorithm and Sequential Stage Transition in Adolescent Smoking. *Subst. Use Misuse* 44, 2028-2042.
- Hansen, J., Hanewinkel, R., Maruska, K., Isensee, B., 2011. The 'Eigenständig werden' prevention trial: a cluster randomised controlled study on a school-based life skills programme to prevent substance use onset. *BMJ Open* 1, e000352.
- Henry, K.L., Muthén, B., 2010. Multilevel Latent Class Analysis: An Application of Adolescent Smoking Typologies with Individual and Contextual Predictors. *Structural Equation Modeling* 17, 193-215.
- Jackson, N., Denny, S., Sheridan, J., Fleming, T., Clark, T., Teevale, T., Ameratunga, S., 2014. Predictors of drinking patterns in adolescence: a latent class analysis. *Drug Alcohol Depend.* 135, 133-139.
- James, S., McField, E.S., Montgomery, S.B., 2013. Risk factor profiles among intravenous drug using young adults: A latent class analysis (LCA) approach. *Addict. Behav.* 38, 1804-1811.

- Kandel, D.B., Yamaguchi, K., Chen, K., 1992. Stages of progression in drug involvement from adolescence to adulthood: further evidence for the gateway theory. *J. Stud. Alcohol* 53, 447-457.
- Kelly, A.B., Evans-Whipp, T.J., Smith, R., Chan, G.C.K., Toumbourou, J.W., Patton, G.C., Hemphill, S.A., Hall, W.D., Catalano, R.F., 2015. A longitudinal study of the association of adolescent polydrug use, alcohol use and high school non-completion. *Addiction* 110, 627-635.
- Kokkevi, A., Kanavou, E., Richardson, C., Fotiou, A., Papadopoulou, S., Monshouwer, K., Matias, J., Olszewski, D., 2014. Polydrug Use by European Adolescents in the Context of Other Problem Behaviours. *Nordic Studies on Alcohol and Drugs* 31, 323-342.
- Lamont, A., Woodlief, D., Malone, P., 2013. Predicting high-risk versus higher-risk substance use during late adolescence from early adolescent risk factors using latent class analysis. *Addict. Res. Theory* 22, 78-89.
- Lanza, S.T., Patrick, M.E., Maggs, J.L., 2010. Latent Transition Analysis: Benefits of a Latent Variable Approach to Modeling Transitions in Substance Use. *J. Drug Issues* 40, 93-120.
- Lanza, S.T., Rhoades, B.L., 2013. Latent Class Analysis: An Alternative Perspective on Subgroup Analysis in Prevention and Treatment. *Prev. Sci.* 14, 157-168.
- Laska, M.N., Pasch, K.E., Lust, K., Story, M., Ehlinger, E., 2009. Latent Class Analysis of Lifestyle Characteristics and Health Risk Behaviors among College Youth. *Prev. Sci.* 10, 376-386.
- Maldonado-Molina, M.M., Lanza, S.T., 2010. A Framework to Examine Gateway Relations in Drug Use: An Application of Latent Transition Analysis. *J. Drug Issues* 40, 901-924.
- McBride, O., Adamson, G., Cheng, H.G., Slade, T., 2014. Changes in drinking patterns in the first years after onset: A latent transition analysis of National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions (NESARC) data. *Psychol. Addict. Behav.* 28, 696-709.
- Monshouwer, K., Harakeh, Z., Lugtig, P., Huizink, A., Creemers, H.E., Reijneveld, S.A., De Winter, A.F., Van Oort, F., Ormel, J., Vollebergh, W.A.M., 2012. Predicting Transitions in Low and High Levels of Risk Behavior from Early to Middle Adolescence: The TRAILS Study. *J. Abnorm. Child Psychol.* 40, 923-931.
- Muthén, L.K., Muthén, B.O., 2012. *Mplus User's Guide*. 7th edn. Muthén & Muthén, Los Angeles, CA.
- Nylund, K.L., Asparouhov, T., Muthén, B.O., 2007. Deciding on the Number of Classes in Latent Class Analysis and Growth Mixture Modeling: A Monte Carlo Simulation Study. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 14, 535-569.
- Patrick, M.E., Schulenberg, J.E., 2013. Prevalence and Predictors of Adolescent Alcohol Use and Binge Drinking in the United States. *Alcohol Research: Current Reviews* 35, 193-200.
- Percy, A., Iwaniec, D., 2007. The validity of a latent class typology of adolescent drinking patterns. *Irish Journal of Psychological Medicine* 24, 13-18.

Perra, O., Fletcher, A., Bonell, C., Higgins, K., McCrystal, P., 2012. School-related predictors of smoking, drinking and drug use: Evidence from the Belfast Youth Development Study. *J. Adolesc.* 35, 315-324.

Ramo, D.E., Prince, M.A., Roesch, S.C., Brown, S.A., 2012. Variation in substance use relapse episodes among adolescents: A longitudinal investigation. *J. Subst. Abuse Treat.* 43, 44-52.

Reboussin, B.A., Ip, E.H., Wolfson, M., 2008. Locally dependent latent class models with covariates: an application to under-age drinking in the USA. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 171, 877-897.

Shin, S.H., Hong, H.G., Hazen, A.L., 2010. Childhood sexual abuse and adolescent substance use: A latent class analysis. *Drug Alcohol Depend.* 109, 226-235.

Simons-Morton, B.G., 2007. Social influences on adolescent substance use. *Am. J. Health Behav.* 31, 672-684.

Wallace, J.M., Brown, T.N., Bachman, J.G., LaVeist, T.A., 2003. The influence of race and religion on abstinence from alcohol, cigarettes and marijuana among adolescents. *J. Stud. Alcohol* 64, 843-848.

Wanner, B., Vitaro, F., Ladouceur, R., Brendgen, M., Tremblay, R.E., 2006. Joint trajectories of gambling, alcohol and marijuana use during adolescence: A person- and variable-centered developmental approach. *Addict. Behav.* 31, 566-580.

Whitbeck, L.B., Armenta, B.E., 2015. Patterns of substance use initiation among Indigenous adolescents. *Addict. Behav.* 45, 172-179.

World Health Organisation, 2014. *Global Status Report on Alcohol and Health 2014*. WHO, Geneva.

3.3 Dritte Studie – latente Transitionsanalyse des multiplen Substanzkonsums Auszubildender

Title:

Polysubstance use patterns and trajectories in vocational students – a latent transition analysis

Authors:

Samuel Tomczyk, M.Sc.^a, Anya Pedersen, Dr.^b, Reiner Hanewinkel, Dr.^{a, c}, Barbara Isensee, Dr.^a, Matthis Morgenstern, Dr.^{a, c}

Affiliation:

^a Institute for Therapy and Health Research, Harmsstraße 2, 24114 Kiel, Germany

^b Department of Clinical Psychology and Psychotherapy, Institute of Psychology, University of Kiel, Olshausenstraße 62, 24118 Kiel, Germany

^c Institute of Medical Psychology and Medical Sociology, University Hospital of Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Arnold-Heller-Straße 3, 24105 Kiel, Germany

Corresponding address:

Samuel Tomczyk

tomczyk@ift-nord.de

p: +49 431 570 29 38

f: +49 431 570 29 29

Institute for Therapy and Health Research, Kiel, Germany

Harmsstraße 2

24114 Kiel, Germany

Running head:

Polysubstance use – a latent transition analysis

Word count:

3,492; excluding abstract (231 words), references, four tables, and one figure

Funding:

This work was supported by the German Federal Ministry of Health. MM was a fellow of the Max Kade foundation. Neither the Ministry, nor the Max Kade foundation had any involvement in the study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; or in the decision to submit the article for publication.

Conflict of Interest statement:

The authors declare that there are no conflicts of interest.

List of abbreviations:

aOR – adjusted Odds Ratio

LCA – latent class analysis

LTA – latent transition analysis

SES – socio-economic status

LRT – Lo–Mendell–Rubin likelihood ratio test

BIC – Bayesian Information Criterion

SSABIC – sample size adjusted Bayesian Information Criterion

ALCP – average latent class probabilities

Polysubstance use patterns and trajectories in vocational students – a latent transition analysis

Abstract

Background. The transition from late adolescence to early adulthood (16-20 years) represents a time of exploration and self-discovery for many young people. As such, it is often associated with experimentation in substance use. Vocational students in particular report high substance use. Thus, the aim of this study is to examine patterns and trajectories of their substance use behavior. **Methods.** On two occasions (interval 18 months), we investigated 5,214 students ($M=19.39$ years; 54% male) from 49 vocational schools in seven German federal states. We identified classes of substance use and trajectories via latent transition analysis, controlling for gender, age, and socio-economic status. Additionally, we investigated work-related (job demands/stress/satisfaction) and psychopathological (depressive symptoms) predictors of substance use via multinomial regressions. **Results.** We found three latent stages of substance use: low use (baseline: 43%/ follow-up: 44%), mainly alcohol use (50%/ 45%), and polysubstance use (7%/ 11%). Over time, 10% of alcohol users at baseline transitioned to polysubstance use at follow-up, while there were smaller transition rates (2-9%) between the other stages. Compared to low use, polysubstance use at follow-up was predicted by high job stress (aOR=1.45, 1.07–1.96) at baseline. **Conclusions.** High alcohol use is associated with bidirectional transitions in young adults. Hence, future research needs to identify mechanisms of change to identify protective factors. Regarding vocational practice, early stress management seems to be a viable path to prevent polysubstance use in vocational students.

Keywords: longitudinal study; vocational behavior; young adult; polysubstance use; latent class analysis

1. Introduction

There is a noticeable increase in substance use between late adolescence (12-15 years) and early adulthood (16-20 years) (Bannink et al., 2015; Brown et al., 2008; Donovan & Molina, 2013). Most people at that age face critical life decisions regarding their personal, educational, and vocational future. They move out of their parents' home, take more responsibility for their own actions, and attend college or other forms of vocational education (Brown et al., 2008). Especially vocational students report alarmingly high substance use rates (Bannink et al., 2015; Bonevski et al., 2013). Organizational research suggests that alcohol, tobacco and other drugs are often used to relieve work-related stress (Pelfrene et al., 2004; Storr et al., 1999). It seems plausible that this is also true for vocational students who might use substances to relieve training-related stress, in addition to other factors contributing to increased substance use in this age group (e.g. self-exploration or peer influences) (Brown et al., 2008).

Illicit drug use (cannabis/marijuana, MDMA etc.) and heavy substance use in adolescence and early adulthood are linked to unfavorable trajectories like addictive disorders or academic failure (Kelly et al., 2015; Volkow et al., 2014). Moreover, polysubstance use – defined as the use of at least two different psychotropic substances – is associated with even higher risks and adverse consequences than single substance use (Kelly et al., 2015; Kokkevi et al., 2014).

Frequent and extensive single substance use (alcohol or tobacco) often functions as an entrance to polysubstance use, as suggested by the gateway model of substance use (Kandel et al., 1992; Maldonado-Molina & Lanza, 2010). Yet, there are only few studies on the development of polysubstance use from late adolescence through early adulthood.

Latent class analysis (LCA) and latent transition analysis (LTA) are rather novel methods to empirically detect substance use patterns, so-called *latent classes*, and to assess their

development over time, i.e. the transition from one class to another between different points in time (Lanza & Rhoades, 2013). Latent classes or latent stages refer to homogenous subgroups among participants with similar response patterns. LCA and LTA render ecologically valid classes of use, because they identify latent classes based on response probabilities instead of fixed frequencies, unlike e.g., conventional contingency tables. Thus, these class models often present a better fit than conventional models, but they depend highly on individual sample characteristics and empirical response patterns.

1.1 Lack of empirical evidence on polysubstance use classes among young people

So far, LCA and LTA have been used to identify a variety of substance use patterns from smoking (Guo et al., 2009), and alcohol use (Connell et al., 2009) to drug use (James et al., 2013). Nevertheless, LTA studies of substance use trajectories are scarce, and mostly limited to certain groups, e.g., adolescents in treatment (Anderson et al., 2010), or children in foster care (Shin et al., 2010). In addition, most LCA and LTA studies include substance-related problems like sexual risk behavior or financial troubles as latent class indicators. However, as consumption patterns and problems can no longer be clearly discerned, it is difficult to interpret longitudinal associations between them, and consequently, to test the predictive validity of those classes on deviant behavior or adverse (health) outcomes.

We identified only two LTA studies (Lanza & Rhoades, 2013; Maldonado-Molina & Lanza, 2010) with a general sample that analyzed polysubstance use trajectories in young people in line with Kandel's (2002) gateway hypothesis. They found that students were more likely to become polysubstance users if they had experiences with either alcohol and drunkenness or cigarette and marijuana use at an earlier time.

1.2 Organizational predictors of substance use

The training quota in German companies with vocational education programs averages about 6% (1,641,000 employees) and in the school year 2013/2014, 522,232 students began their vocational education (Hucker, 2014). Vocational students are obliged to attend two forms of education: practical training and vocational school, which conveys mostly theoretical content.

Vocational students are closely tied to organizations from the beginning and thus develop attitudes towards their employer and their workspace. Among those, perceived job demands and resources are associated with substance use: People who experience high pressure, scarce resources, and excessive demands at work are more likely to use substances (Barnes & Zimmerman, 2013; Heikkilä et al., 2013). Moreover, high demands and perceived stress are associated with high levels of dissatisfaction and depression (Kohan & O'Connor, 2002; Mark & Smith, 2012), both of which are also related to substance use (Ogasawara et al., 2011).

Thus, we hypothesize that vocational students, who report excessive job stress, job demands, depressive symptoms or dissatisfaction are more likely to belong to a latent class of (poly)substance users than other students.

Aim of the present study is to replicate findings from previous LCA/LTA studies on polysubstance use trajectories with a sample of German vocational students. In addition, we predict latent stages by work-related attitudes, and depressive symptoms, while controlling for confounding sociodemographics (age, gender, socio-economic status [SES]), all of which have been proven to influence polysubstance use (Kelly et al., 2015; Lanza & Rhoades, 2013).

2. Material and methods

2.1 Sample

The baseline sample ($N=5,688$; response rate: 79%) was recruited from 49 vocational schools in seven German states (Baden–Wuerttemberg, Bavaria, Hesse, Mecklenburg–Western Pomerania, North Rhine–Westphalia, Saxony–Anhalt, and Schleswig–Holstein). Follow-up data was collected from 5,214 participants (retention rate: 92%). We could not obtain substance use data for 1,105 participants at follow-up, so that 4,109 complete cases remained in our 18-month-follow-up assessment. For the 5,214 participants included in our analysis, we imputed substance use data via multiple imputation, based on baseline values of dependent and independent variables. We imputed ten datasets, aggregated results and tested our imputation via sensitivity analysis (Carpenter et al., 2007; Héraud-Bousquet et al., 2012), which did not yield any distributional differences between datasets with and without imputed data. Thus, our final analysis sample comprised complete baseline and follow-up substance use data for 5,214 participants ($M_{age}=19.39$, $SD=3.92$; 54% male).

Informed consent was obtained individually from all participants or their parents/caregivers, if participants were underage. The trial was approved and registered by the ethics committee of the Medical Faculty of the University of Kiel (A 137/12) and approved by the Ministries of Education of the participating states.

2.2 Measures

All measures were assessed by self-report questionnaires. If not stated otherwise, measures were considered continuous.

Outcomes (baseline and follow-up)

We measured current substance use by asking how frequently participants used *alcohol*, *cigarettes*, and *cannabis/marijuana* on a five-point scale (1=I don't/never, 2=less than once a month, 3=at least once a month, but not weekly, 4=at least once a week, but not daily, 5=daily). For latent stage/class identification, we dichotomized all items (0=never/less than

once a month, 1=at least once a month) to assess monthly prevalence, in order to reduce the skewness in the original data.

Problematic alcohol use was assessed via the Brief Alcohol Screening Instrument for Medical Care (BASIC; raw score range: 0-6) (Bischof et al., 2007) with acceptable internal consistency ($\alpha=0.68$). *Problematic cannabis use* was measured via the Severity of Dependence Scale (SDS; raw score range: 0-15) (Steiner et al., 2008), with acceptable internal consistency ($\alpha=0.67$). Participants that did not consume cannabis in the past month were considered as unproblematic users, independent of their SDS score. Using the suggested cut-off of “2+” for problematic use, we dichotomized scores for both instruments to obtain a 1=risk and a 0=no risk group of consumers.

Predictors (baseline)

Depressive symptoms in the past week were assessed via the depression subscale of the Brief Symptom Inventory (Derogatis, 2000) with acceptable internal consistency ($\alpha=0.79$).

Job demands/demanding characteristics were measured on a seven-item scale (e.g. “I have to work on weekends”, “In my job, I am confronted with health risks”, “In my job, I am confronted with changing weather conditions”) with good internal consistency ($\alpha=0.70$). *Job stress* was assessed via seven items from the Copenhagen Psychosocial Questionnaire (Nübling et al., 2006), e.g. “I have to work at a very fast pace”, “My work is emotionally exhausting” with good internal consistency ($\alpha=0.79$). Answer categories for both scales were 0=totally disagree, 1=disagree, 2=neither, 3=agree, 4=totally agree.

Job satisfaction was measured via a three-item-scale regarding satisfaction with vocational education, workplace, and employment ($\alpha=0.80$) with answer categories 0=dissatisfied, 1=rather dissatisfied, 2=rather satisfied, 3=satisfied.

Covariates include age, gender (0=male, 1=female), and socio-economic status. The latter was assessed by level of pre-vocational graduation (0=lowest, 1=average, 2=highest) as a proxy.

2.3 Statistical analysis

We analyzed attrition by comparing baseline means, scores, and frequencies of our analysis sample ($n=5,214$) to dropped-out participants ($n=474$) to test the robustness of our decision to exclude these participants, and examined the distribution of all dependent and independent variables to identify potential bias.

We started the latent transition analysis by fitting a latent class model on the baseline data.

These parameters were then fixed for the analysis of follow-up data, and we investigated how many students stayed in their respective class (“stayers”) or changed over time (“movers”).

Because we used multiple indicators for alcohol and cannabis use, the assumption of local independence was highly unlikely. Thus, we checked for local dependence among indicators and adjusted the final model for dependence among both alcohol indicators that proved to be locally dependent (Garrett & Zeger, 2000; Reboussin et al., 2008). Starting with a parsimonious two-class model without covariates (“non-users” and “users”), based on existing research (Connell et al., 2010; Kelly et al., 2015), we successively increased number of latent classes while comparing model fit. There are a few useful indices to determine model fit, namely the Lo–Mendell–Rubin likelihood ratio test (LRT) and the Bayesian Information Criterion (BIC) – which can be adjusted for sample size (SSABIC) – entropy, and average latent class probabilities (ALCP) (Finch & Bronk, 2011). LRT compares successive models to one another; a significant coefficient means a better fit for a model with one less class. BIC and SSABIC describe parsimony of the model, the smaller the coefficient, the more parsimonious the model. Finally, entropy and ALCP evaluate the distinctness of classes and

whether they are clearly distinguishable. The closer these indices are to 1.0, the better the differentiation (Nylund et al., 2007). For iterative testing, we used fifty sets of random start values to avoid local maxima in determining likelihood parameters (Nylund et al., 2007).

We determined latent stages via LTA and used multinomial regressions to identify significant predictors thereof. All tests were based on $\alpha=.05$, we report adequate coefficients and effect sizes for all results (fit indices, χ^2 , and t). LTA was performed with maximum likelihood estimation and robust standard errors, and multiple imputation was performed with Bayesian estimation. Both were conducted using Mplus Version 7.2 (Muthén & Muthén, 2012), all other analyses were done with Stata 13.0 (StataCorp., 2013).

3. Results

3.1 Attrition analysis

The analysis sample ($N=5,214$) and dropouts ($N=474$) did not differ in gender ratio ($\chi^2[1]=2.68$, $p=.10$) or their problematic use of alcohol ($\chi^2[1]=0.16$, $p=.69$). However, excluded participants were older ($t[5,681]=2.67$, $p<.01$) reported higher depression scores ($t[5,668]=3.23$, $p<.01$), a more demanding job ($t[5,618]=5.28$, $p<.001$), higher work-related stress ($t[5,587]=4.99$, $p<.001$), lower job satisfaction ($t[5,539]=4.61$, $p<.01$), and higher cigarette ($t[5,656]=4.72$, $p<.001$) and cannabis use ($t[5,609]=7.24$, $p<.001$), as well as problematic cannabis use ($\chi^2[1]=11.75$, $p<.01$), but similar alcohol intake ($t[5,644]=0.36$, $p=.72$). Also, excluded participants had a lower SES ($\chi^2[2]=80.64$, $p<.001$). All of these variables were directly or indirectly linked to substance use.

In the analysis sample, baseline SES was balanced ($n_{low}=1,541$; $n_{average}=2,446$; $n_{high}=1,192$). Depression ($M=0.35$, $SD=0.50$), job demands ($M=1.38$, $SD=0.90$), job stress ($M=1.26$, $SD=0.67$), and job satisfaction ($M=2.07$, $SD=0.82$) were normally distributed. Substance use

rates changed only marginally (1-2%) between baseline and follow-up. Final distributions of all substance use measures are presented in table 1.

Table 1

Substance use data for the analysis sample ($N=5,214$) at baseline (fall 2012) and follow-up assessment (spring 2014)

Substance use at baseline	Alcohol	Cigarettes	Cannabis	BASIC	SDS
less than once a month/ no risk	31%	51%	93%	55%	95%
at least once a month/ risk	69%	49%	7%	45%	5%
Substance use at follow-up					
less than once a month/ no risk	33%	50%	91%	56%	93%
at least once a month/ risk	67%	50%	9%	44%	7%

BASIC=screening for problematic alcohol use; SDS=screening for problematic cannabis use

3.2 Latent transition analysis

Indices of fit for the baseline data latent class model can be found in table 2.

Table 2

Fit indices for latent classes of substance use (alcohol, problematic alcohol use, cigarette use, cannabis, problematic cannabis use), adjusted for local dependence ($N=5,214$)

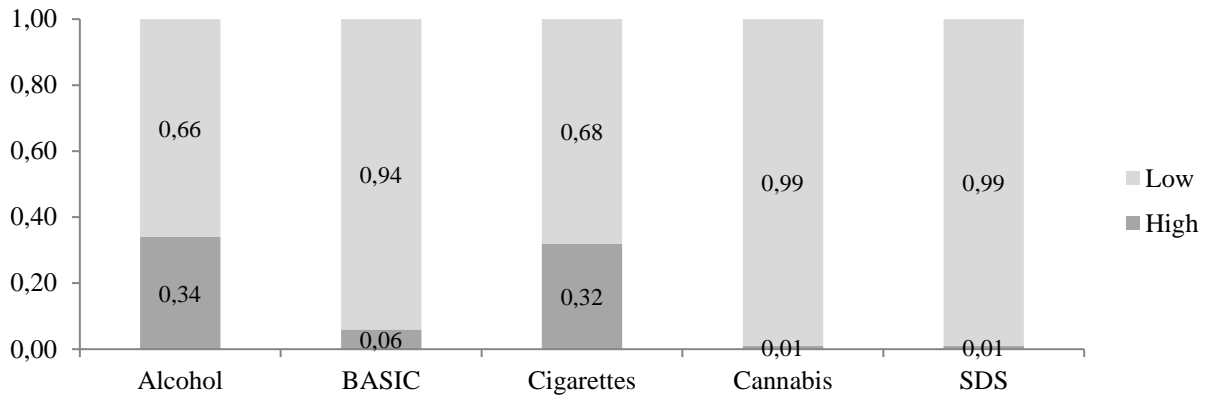
Indices	2 classes	3 classes	4 classes	5 classes
Free parameters	11	17	23	29
Log-likelihood	-12,873.59	-12,434.95	-12,382.87	-12,380.67
LRT	2,217.99*	860.68*	102.20*	4.32
BIC	25,842.25	24,964.52	25,011.98	25,016.83
SSABIC	25,804.30	24,891.43	24,919.82	24,962.81
Entropy	0.680	0.795	0.771	0.754
ALCP	0.862–0.965	0.854–0.941	0.835–0.965	0.725–0.947

LRT= Lo-Mendell-Rubin Likelihood-Ratio Test; BIC=Bayesian Information Criterion; SSABIC=sample size adjusted BIC; ALCP=average latent class probabilities; * $p<.001$

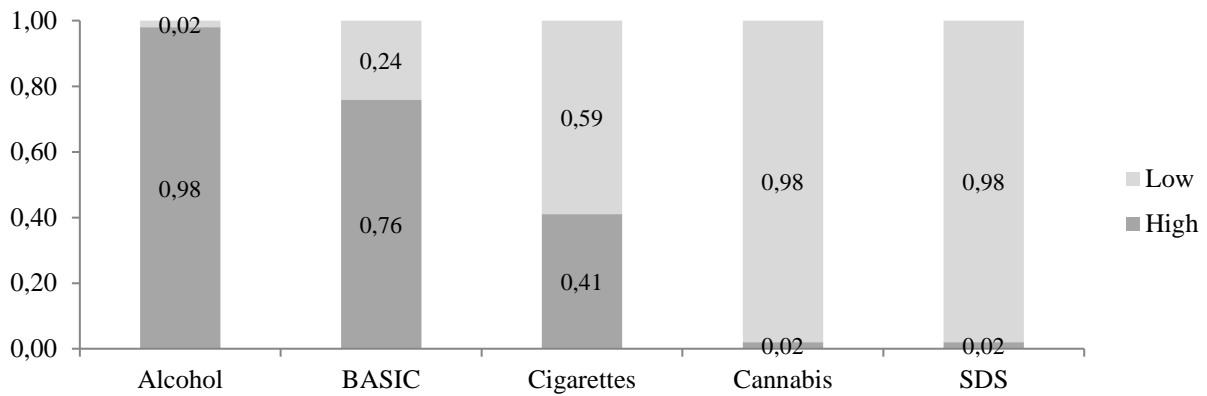
Information criteria BIC, SSABIC, and entropy indicate a three-class-model as best fit, while log-likelihood and LRT suggest a four-class-model as the better solution. Considering the results, a three-class-model was chosen; otherwise a very small fourth class of “smokers” (cigarettes and cannabis) would have been added (about 0.1% of the sample) which was not stable over time. The three-class-model on the other hand comprised class 1, “low users” (baseline: 43%, follow-up: 44%), class 2, “alcohol users” (baseline: 50%, follow-up: 45%), and class 3, “polysubstance users” (baseline: 7%, follow-up: 11%). Class 1 had low scores on all substance use measures, class 2 had high scores on alcohol measures and average scores for cigarette use, and class 3 had high scores on all substance use measures (see figure 1). The

number of polysubstance users increased substantially over time, while the number of low users remained almost constant. This finding uncovers a development in substance use patterns that could not have been detected by looking at the mere prevalence of the single indicators (table 1): While the overall prevalence remained mostly stable, individual patterns of use changed over time.

Class 1: Low users (baseline: 43%, follow-up: 44%)



Class 2: Alcohol users (baseline: 50%, follow-up: 45%)



Class 3: Polysubstance users (baseline: 7%, follow-up: 11%)

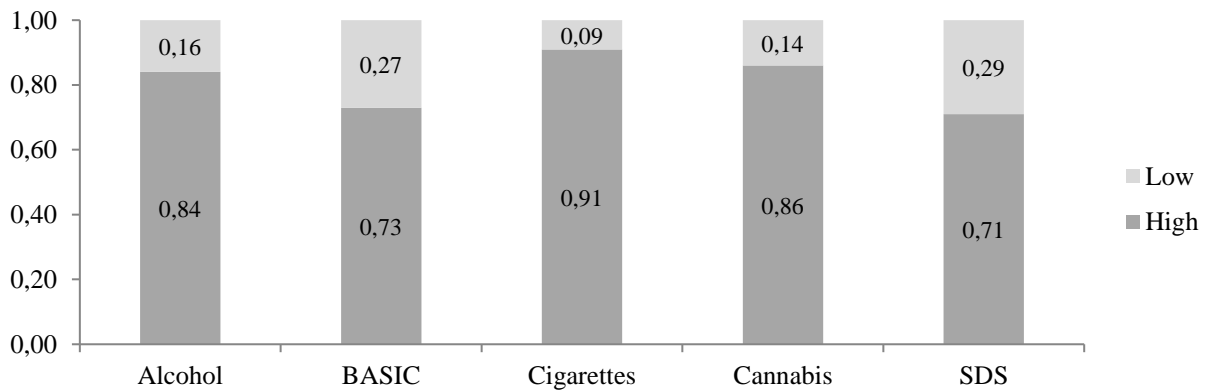


Figure 1. Conditional probabilities for dichotomous substance use indicators (Low="0", High="1") for all three latent classes/stages (N=5,214). BASIC=Brief Alcohol Screening Instrument for Medical Care; SDS=Severity of Dependence Scale.

Before exploring transitional patterns between baseline and follow-up, we tested baseline predictors of alcohol or polysubstance use at follow-up with “low users” as a reference group (see table 3).

Table 3

Results of the conditional final model with covariates (baseline values) and class 1 (“low users”) as reference class for multinomial regression on class 2 (“alcohol users”) and class 3 (“polysubstance users”) for follow-up data (fall 2014; $N=5,214$)

	Alcohol users vs. Low users		Polysubstance Users vs. Low users	
	OR	95% CI	OR	95% CI
Depressive symptoms	1.00	0.84 – 1.19	0.98	0.68 – 1.40
Job Demands	1.01	0.92 – 1.12	0.88	0.72 – 1.08
Job Stress	1.03	0.90 – 1.18	1.45	1.07 – 1.96
Job Satisfaction	0.99	0.91 – 1.10	0.97	0.78 – 1.21
Gender	1.11	0.94 – 1.31	0.97	0.69 – 1.38
Age	0.99	0.97 – 1.01	0.99	0.94 – 1.04
SES	0.99	0.88 – 1.11	0.73	0.84 – 1.35

OR=Odds Ratio; CI = confidence interval; significant results **written in bold**

Polysubstance users were more likely to report higher job stress than low users. All other predictors were not significant.

3.3 Latent transition patterns

To determine transitional substance use patterns among students from baseline to follow-up, we fixed latent class parameters according to the estimates of the baseline model. We compared this restricted model to an unrestricted model via χ^2 -log-likelihood-test to confirm, whether our model was valid. The lack of significance in this test ($\chi^2[13]=13.25$, $p=.43$) indicated measurement invariance, thereby validating our choice. Transitional probabilities for all three substance use groups are depicted in table 4.

Table 4

Transitional probabilities for substance use among vocational students from baseline to follow-up assessment in an LTA-model with two measurement occasions, adjusted for local dependence ($N=5,214$)

Baseline	Follow-up		
	Low users	Alcohol users	Polysubstance users
Low users	0.89	0.09	0.02
Alcohol users	0.08	0.82	0.10
Polysubstance users	0.02	0.06	0.92

The low users as well as the polysubstance users group remained fairly stable (approximately 90% of participants stayed within their respective class), although about 9% of low users transitioned to the alcohol use, while between 2% and 6% of polysubstance users transitioned to lower use patterns. Meanwhile, about 10% of alcohol users transitioned to polysubstance use, and 8% shifted to the low use. Although all transition rates were small or moderate (between 2% and 10%), most transitions occurred in the “alcohol users” class, with the highest transition between alcohol and polysubstance use.

4. Discussion

We found three latent classes or stages of polysubstance use among German vocational students: low use (baseline: 43%/ follow-up: 44%), alcohol use (50%/ 45%), and polysubstance use (7%/ 11%). Polysubstance users expressed higher baseline job stress than low users. About 10% of baseline alcohol users moved to polysubstance use, 8% moved to low use, whereas low users and polysubstance users remained nearly time-invariant (the probability of staying in the initial latent class was around 90%).

These stages are comparable to existing studies on adolescent polysubstance use (Kelly et al., 2015), with the exception of a fourth class of smokers that is sometimes reported (Lamont et al., 2014; Lanza et al., 2010). We also found a “smokers” class (cigarettes and marijuana) in our study, but it was very small and not stable over time, and thus not included. Predictors of latent classes partly corroborate previous findings: students with high stress levels are more likely to report polysubstance use (Kelly et al., 2015; Lanza & Rhoades, 2013). However, previous studies did not include vocational students. To our knowledge, there are no studies on the association between vocational students’ perceived job stress and substance use (trajectories) yet. Our results suggest that this association may be similar to findings from organizational research (Barnes & Zimmerman, 2013; Heikkilä et al., 2013).

Examining the transitional patterns in substance use over time, our findings indicate a direction that is similar to the gateway hypothesis (Kandel, 2002), according to which alcohol or cigarette use function as an entrance into other substance use, illicit drug use, and polysubstance use (Maldonado-Molina & Lanza, 2010; Whitbeck & Armenta, 2015). Since about 10% of alcohol users shifted to polysubstance use, alcohol seems to function as a potential gateway to polysubstance use, but with some restrictions:

First, we could only compare this transition to the “low users” class, but not other single substance use classes, e.g., tobacco use, so that the specific role of alcohol is not definite. Second, there was a probability of 0.41 of cigarette use within the “alcohol users” class. Thus, at least some of these students could be considered “light” polysubstance users (alcohol and cigarettes), which could explain the transition, as people with prior polysubstance use have higher probabilities of increased use, even including illicit drugs (Maldonado-Molina & Lanza, 2010). Interestingly, there was no indication for independent cannabis use: users of alcohol and cannabis were also likely to be problematic users of both. Problematic cannabis use is sometimes adjusted for age or gender, e.g., resulting in a higher cut-off for adolescent males, and a more conservative estimate (Steiner et al., 2008). Also, about 8% of alcohol users receded to low use. From a preventive perspective, it is highly interesting to investigate, which factors are associated with this transition. Our findings suggest that alcohol users are open to changes in both directions, indicating a rather susceptible group that could be a good starting point for preventive efforts.

4.1 Future research and practice

In terms of preventive practice, vocational education might further emphasize substance use prevention and offer courses on coping with stress. These may be particularly effective for alcohol-using students, which showed the highest transition rates. Likewise, organizational research has linked perceived stress to substance use (Barnes & Zimmerman, 2013; Heikkilä et al., 2013; Ogasawara et al., 2011).

Regarding transitions, future research needs to explore the mechanisms of transitioning from high single substance use or “light polysubstance use” to increased polysubstance use, but also backwards transitions from alcohol use to low use, in order to identify and develop preventive strategies. Moreover, the differences between stayers (82% to 92% of our sample) and movers (2% to 10%) should be studied to clarify, why some adolescents transition into or stay in more

hazardous substance use patterns, while others do not. Finally, our results need to be replicated in a more culturally diverse sample of vocational students.

4.2 Strengths and Limitations

Our study focuses on an important population, as we inspected patterns and trajectories of polysubstance use among vocational students between adolescence and adulthood. Most studies on young adults' substance use focus on students attending school or college. By addressing vocational education, we bridge the gap between job education and practice and investigate transitions in health behavior in this challenging phase. We chose latent transition analysis as a pragmatic approach, and implemented a longitudinal observational study in a large sample. Nonetheless, our study also has some limitations. The excluded data was significantly associated with outcomes and covariates, which poses a limitation to our analyses, as we could have underestimated the proportion of polysubstance users or “smokers” in our sample. Moreover, we focused on work-related parameters, but did not include other important predictors of polysubstance use, such as childhood trauma. Thus, the incremental validity of our predictors could not be tested. Additionally, we measured depressive mood via the BSI subscale, which focuses on the last seven days, challenging the association between depressive mood at baseline and substance use at follow-up. Our sample comprised German vocational students, and although we included students from different areas of work, substance use behaviors and trajectories may differ for other areas or cultures. In addition, we did not control for race/ethnicity, which proved to be an important factor in other studies on substance use among young people (Lamont et al., 2014).

5. Conclusions

Vocational students report a high monthly prevalence of substance use, over half of our sample used alcohol, cigarettes or marijuana at least once a month. A longitudinal observation over the

course of 18 months revealed three latent stages: low use, mainly alcohol use, and polysubstance use. While low and polysubstance users remained highly stable, roughly 20% of baseline “alcohol users” transitioned to either polysubstance use (alcohol, cigarettes, and marijuana), or low use, suggesting a bidirectional flow. Since polysubstance use was predicted by high job stress, vocational research should investigate the relation between perceived stress and substance use in vocational students. In addition, vocational schools can work on bilateral clear communication of demands and resources between employee and employer, hence indirectly supporting a healthy lifestyle in their students. Finally, more research is needed to investigate the differences between “movers” and “stayers” in LTA, in order to identify key factors among consistent low users, and to strengthen resilience factors among vulnerable youth, i.e. particularly among alcohol users.

Acknowledgements

We would like to thank all schools and vocational students that participated in the study, as well as all students involved in the data collection. This work was supported by the German Federal Ministry of Health. MM was a fellow of the Max Kade foundation. Neither the Ministry, nor the Max Kade foundation had any involvement in the study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; or in the decision to submit the article for publication.

6. References

- Anderson, K. G., Ramo, D. E., Cummins, K. M., & Brown, S. A. (2010). Alcohol and drug involvement after adolescent treatment and functioning during emerging adulthood. *Drug and Alcohol Dependence, 107*(2/3), 171-181.
- Bannink, R., Broeren, S., Heydelberg, J., van't Klooster, E., & Raat, H. (2015). Depressive symptoms and clustering of risk behaviours among adolescents and young adults attending vocational education: a cross-sectional study. *BMC Public Health, 15*(1), 1-9.

- Barnes, A. J., & Zimmerman, F. J. (2013). Associations of occupational attributes and excessive drinking. *Social Science & Medicine*, *92*, 35-42.
- Bischof, G., Reinhardt, S., Grothues, J., Meyer, C., John, U., & Rumpf, H. J. (2007). Development and Evaluation of a Screening Instrument for Alcohol-Use Disorders and At-Risk Drinking: The Brief Alcohol Screening Instrument for Medical Care (BASIC). *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, *68*(4), 607-614.
- Bonevski, B., Guillaumier, A., Paul, C., & Walsh, R. (2013). The vocational education setting for health promotion: a survey of students' health risk behaviours and preferences for help. *Health Promotion Journal of Australia*, *24*(3), 185-191.
- Brown, S. A., McGue, M., Maggs, J., Schulenberg, J., Hingson, R., Swartzwelder, S. et al. (2008). A Developmental Perspective on Alcohol and Youths 16 to 20 Years of Age. *Pediatrics*, *121*(4), 290-310.
- Carpenter, J. R., Kenward, M. G., & White, I. R. (2007). Sensitivity analysis after multiple imputation under missing at random: a weighting approach. *Statistical Methods in Medical Research*, *16*(3), 259-275.
- Connell, C. M., Gilreath, T. D., Aklin, W. M., & Brex, R. A. (2010). Social-ecological influences on patterns of substance use among non-metropolitan high school students. *American Journal of Community Psychology*, *45*(0), 36-48.
- Connell, C. M., Gilreath, T. D., & Hansen, N. B. (2009). A Multiprocess Latent Class Analysis of the Co-Occurrence of Substance Use and Sexual Risk Behavior Among Adolescents. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, *70*(6), 943-951.
- Derogatis, L. R. (2000). *BSI 18: Brief Symptom Inventory 18* NCS Pearson. Inc.
- Donovan, J. E., & Molina, B. S. (2013). Types of Alcohol Use Experience From Childhood Through Adolescence. *Journal of Adolescent Health*, *53*(4), 453-459.
- Finch, W. H., & Bronk, K. C. (2011). Conducting Confirmatory Latent Class Analysis Using Mplus. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *18*(1), 132-151.
- Garrett, E. S., & Zeger, S. L. (2000). Latent Class Model Diagnosis. *Biometrics*, *56*(4), 1055-1067.
- Guo, B., Aveyard, P., Fielding, A., & Sutton, S. (2009). Using Latent Class and Latent Transition Analysis to Examine the Transtheoretical Model Staging Algorithm and Sequential Stage Transition in Adolescent Smoking. *Substance Use & Misuse*, *44*(14), 2028-2042.
- Heikkilä, K., Fransson, E. I., Nyberg, S. T., Zins, M., Westerlund, H., Westerholm, P. et al. (2013). Job strain and health-related lifestyle: Findings from an individual-participant

- meta-analysis of 118,000 working adults. *American Journal of Public Health*, 103(11), 2090-2097.
- Héraud-Bousquet, V., Larsen, C., Carpenter, J., Desenclos, J. C., & Le Strat, Y. (2012). Practical considerations for sensitivity analysis after multiple imputation applied to epidemiological studies with incomplete data. *BMC Medical Research Methodology*, 12(1), 1-11.
- Hucker, T. (2014). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2014: Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung [Report on vocational education and training 2014: Information and analyses on the development of vocational education]*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- James, S., McField, E. S., & Montgomery, S. B. (2013). Risk factor profiles among intravenous drug using young adults: A latent class analysis (LCA) approach. *Addictive Behaviors*, 38(3), 1804-1811.
- Kandel, D. B. (2002). *Stages and pathways of drug involvement: Examining the gateway hypothesis*. Cambridge: University Press.
- Kandel, D. B., Yamaguchi, K., & Chen, K. (1992). Stages of progression in drug involvement from adolescence to adulthood: further evidence for the gateway theory. *Journal of Studies on Alcohol*, 53(5), 447-457. Retrieved from PM:1405637
- Kelly, A. B., Evans-Whipp, T. J., Smith, R., Chan, G. C. K., Toumbourou, J. W., Patton, G. C. et al. (2015). A longitudinal study of the association of adolescent polydrug use, alcohol use and high school non-completion. *Addiction*, 110(4), 627-635.
- Kohan, A., & O'Connor, B. P. (2002). Police Officer Job Satisfaction in Relation to Mood, Well-Being, and Alcohol Consumption. *Journal of Psychology*, 136(3), 307.
- Kokkevi, A., Kanavou, E., Richardson, C., Fotiou, A., Papadopoulou, S., Monshouwer, K. et al. (2014). Polydrug Use by European Adolescents in the Context of Other Problem Behaviours. *Nordic Studies on Alcohol and Drugs*, 31(4), 323-342.
- Lamont, A., Woodlief, D., & Malone, P. (2014). Predicting high-risk versus higher-risk substance use during late adolescence from early adolescent risk factors using latent class analysis. *Addiction Research & Theory*, 22(1), 78-89.
- Lanza, S. T., Patrick, M. E., & Maggs, J. L. (2010). Latent Transition Analysis: Benefits of a Latent Variable Approach to Modeling Transitions in Substance Use. *Journal of Drug Issues*, 40(1), 93-120.
- Lanza, S. T., & Rhoades, B. L. (2013). Latent Class Analysis: An Alternative Perspective on Subgroup Analysis in Prevention and Treatment. *Prevention Science*, 14(2), 157-168.

- Maldonado-Molina, M. M., & Lanza, S. T. (2010). A Framework to Examine Gateway Relations in Drug Use: An Application of Latent Transition Analysis. *Journal of Drug Issues, 40*(4), 901-924.
- Mark, G., & Smith, A. P. (2012). Effects of occupational stress, job characteristics, coping, and attributional style on the mental health and job satisfaction of university employees. *Anxiety, Stress & Coping, 25*(1), 63-78.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2012). *Mplus User's Guide* (7th ed.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Nübling, M., Stöbel, U., Hasselhorn, H.-M., Michaelis, M., & Hofmann, F. (2006). Measuring psychological stress and strain at work: Evaluation of the COPSOQ Questionnaire in Germany. *GMS Psycho-Social Medicine, 3*(1), 41-54.
- Nylund, K. L., Asparouhov, T., & Muthén, B. O. (2007). Deciding on the Number of Classes in Latent Class Analysis and Growth Mixture Modeling: A Monte Carlo Simulation Study. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 14*(4), 535-569.
- Ogasawara, K., Nakamura, Y., Aleksic, B., Yoshida, K., Ando, K., Iwata, N. et al. (2011). Depression associated with alcohol intake and younger age in Japanese office workers: A case-control and a cohort study. *Journal of Affective Disorders, 128*(1/2), 33-40.
- Pelfrene, E., Vlerick, P., Moreau, M., Mak, R. P., Kornitzer, M., & De Backer, G. (2004). Use of benzodiazepine drugs and perceived job stress in a cohort of working men and women in Belgium. Results from the BELSTRESS-study. *Social Science & Medicine, 59*(2), 433-442.
- Reboussin, B. A., Ip, E. H., & Wolfson, M. (2008). Locally dependent latent class models with covariates: an application to under-age drinking in the USA. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society), 171*(4), 877-897.
- Shin, S. H., Hong, H. G., & Hazen, A. L. (2010). Childhood sexual abuse and adolescent substance use: A latent class analysis. *Drug and Alcohol Dependence, 109*(1-3), 226-235.
- StataCorp. (2013). *Stata Statistical Software: Release 13*. College Stations, Texas: StataCorp LP.
- Steiner, S., Baumeister, S. E., & Kraus, L. (2008). Severity of Dependence Scale - Establishing a cut- off point for cannabis dependence in the German adult population. *Sucht, 54*, 47-56.
- Storr, C. L., Trinkoff, A. M., & Anthony, J. C. (1999). Job strain and non-medical drug use. *Drug and Alcohol Dependence, 55*(1-2), 45-51.

- Volkow, N. D., Baler, R. D., Compton, W. M., & Weiss, S. R. B. (2014). Adverse Health Effects of Marijuana Use. *The New England Journal of Medicine*, 370(23), 2219-2227.
- Whitbeck, L. B., & Armenta, B. E. (2015). Patterns of substance use initiation among Indigenous adolescents. *Addictive Behaviors*, 45, 172-179.

4 Zusammenfassung der Studienergebnisse

Nachfolgend werden der Untersuchungsansatz sowie die zentralen Ergebnisse der Studien 1 bis 3 zusammenfassend dargestellt.

4.1 Erste Studie

Die systematische Übersichtsarbeit befasste sich mit dem aktuellen Forschungsstand zu multiplem Substanzkonsum von Jugendlichen und jungen Erwachsenen (10-19 Jahre). Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Analyse des Konsums anhand latenter Klassenmodelle. Zudem wurden die Prädiktoren dieser latenten Klassen berücksichtigt, um assoziierte Konstrukte, potentielle Risiko- und Protektivfaktoren für multiplen Konsum identifizieren zu können. Insgesamt wurden drei wissenschaftliche Datenbanken (PUBMED, PsycINFO, PsycARTICLES) nach Beiträgen in peer-reviewten Zeitschriften durchsucht, dabei konnten 23 Artikel ausgemacht werden, die die Einschlusskriterien erfüllten. Die methodische Qualität der Arbeiten war größtenteils gut, 17 Studien ermittelten drei bis vier latente Klassen. In diesen Studien war die latente Klasse am stärksten besetzt, der Personen zugeordnet wurden, die nie oder selten nur eine Substanz konsumierten. Die latente Klasse des multiplen Substanzkonsums war am geringsten besetzt. Multipler Substanzkonsum zeichnete sich mehrheitlich durch den Konsum von Alkohol, Tabak/Zigaretten und Cannabis aus – eine Unterscheidung hinsichtlich der Frequenz (Lebenszeitnutzung, Nutzung im letzten Monat) zwischen den Studien sowie innerhalb der Studien war aufgrund der sehr heterogenen Operationalisierung des Konsums jedoch nicht möglich.

Die Studien untersuchten eine Vielzahl von Prädiktoren im Hinblick auf ihren Einfluss auf den multiplen Substanzkonsum. Dabei zeigten sich einheitliche Befunde für Alter, Substanzkonsum von Eltern und Peers sowie Schulleistungsniveau: Höheres Alter, schwache Schulleistungen sowie stärker ausgeprägter Konsum von Alkohol und Zigaretten seitens der Eltern und der Peers waren mit einer höheren Wahrscheinlichkeit assoziiert, zu einer latenten Klasse multiplen Konsums zu gehören (Connell, Gilreath, Aklin & Brex, 2010; Cranford, McCabe & Boyd, 2013; Kelly et al., 2015; Lanza et al., 2010; Riehm, Stephens & Schurig, 2009; Shin, Hong & Hazen, 2010; Snyder & Smith, 2014; White et al., 2013). Die Ergebnisse für andere Prädiktoren waren uneinheitlich oder nur in einzelnen Studien zu finden, weshalb sie mit besonderer Vorsicht zu interpretieren sind. Die Untersuchung von Variablen wie Geschlecht oder Ethnie bzw. Rasse zeigte ebenfalls divergierende Befunde, z. B. fanden einige

Studien eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Mädchen, multiplen Substanzkonsum zu praktizieren, andere für Jungen. Die Operationalisierung der Ethnie bzw. Rasse unterschied sich stark zwischen den Studien, so wurden einzelne Gruppe wie Personen mit afroamerikanischem oder hispanischem Hintergrund, aber auch „Weiße“ und „andere“ miteinander verglichen. Die Ergebnisse dieser Vergleiche ließen keinen einheitlichen Schluss zu.

4.2 Zweite Studie

In dieser Studie wurden latente Klassen des multiplen Substanzkonsums aufgrund von Selbstauskunft von insgesamt 2.490 Schülerinnen und Schülern der achten Klassenstufe ($M_{Alter}=13,3$ Jahre; $SD=0,6$ Jahre; 52 % männlich) ermittelt (die Befragung fand im Herbst 2013 statt). Anschließend erfolgte eine Vorhersage der latenten Klassen auf Basis von drei Jahre zuvor erhobenen Angaben (Herbst 2010). Die Daten entstammen der Baseline-Messung und der zweiten Follow-Up-Messung der Evaluationsstudie zum Programm „Eigenständig werden 5+6“, einer schulbasierten Intervention zur Förderung der Lebenskompetenz (Hansen, Hanewinkel, Maruska & Isensee, 2011; Isensee, Hansen, Maruska & Hanewinkel, 2014). Die Teilnahme an der Intervention (bzw. der Kontrollgruppe) wurde daher als Kontrollvariable in die Analyse aufgenommen. Ausführlichere Informationen zum Aufbau der Evaluationsstudie und zur Gestaltung der Fragebogeninstrumente finden sich in der frei zugänglichen Studienbeschreibung (Hansen et al., 2011).

Als relevante Substanzen wurden Alkohol und Zigaretten untersucht. Für Alkohol wurde die Lebenszeitprävalenz des Alkoholkonsums, des Rauschtrinkens sowie der Trunkenheitserfahrung erfasst. Außerdem wurden die Häufigkeit des Alkoholkonsums (dichotom als Monatsprävalenz) und die Menge der konsumierten alkoholhaltigen Getränke pro Gelegenheit einbezogen. Für Zigarettenkonsum wurden Lebenszeitprävalenz des Rauchens und die Häufigkeit des Rauchens (dichotom als Monatsprävalenz) berücksichtigt. Als Prädiktoren wurde der Anteil rauchender und Alkohol trinkender Freunde, der Alkohol- bzw. Zigarettenkonsumstatus der Eltern (ja/nein), das Ausmaß an erlebter Viktimisierung und aktivem Mobbing seit den Sommerferien, der Schultyp (Gymnasium vs. andere) sowie die Zertifizierung der Schule als „Gesunde Schule“ bzw. Schule mit durch eine unabhängige Stelle zertifizierten Anstrengungen im Bereich der schulischen Gesundheitsprävention erfasst. Zur statistischen Kontrolle von Störeinflüssen wurden als weitere Prädiktoren Alter, Geschlecht und sozioökonomischer Status eingeschlossen.

Zwischen der Baseline-Messung in der 5. Klasse ($N=3.444$) und der Follow-Up-Messung ($N=2.490$; $M_{Alter}=13,3$ Jahre; $SD=0,6$ Jahre; 51 % männlich) war ein Dropout von 28 % auf individueller Ebene zu beobachten. Dropout war mit höherem Alter, geringerem sozioökonomischen Status, männlichem Geschlecht und höherer Ausprägung von Mobbing und Viktimisierung verbunden, wies jedoch keine signifikanten Zusammenhänge mit anderen Variablen auf.

Die LCA ergab drei latente Klassen von multiplem Substanzkonsum: „kein Konsum“ (62 %), „experimenteller Konsum“ (29 %), „multipler Konsum“ (9 %). Die erste Klasse zeichnete sich durch eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Lebenszeitprävalenz von Alkoholkonsum und sehr geringe Wahrscheinlichkeiten für die anderen Konsumindikatoren aus. Experimenteller Konsum war ebenfalls durch eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Lebenszeitprävalenz von Alkoholkonsum und zusätzlich eine mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für die Lebenszeitprävalenz des Rauchens und des Rauschtrinkens charakterisiert. Zudem war die Wahrscheinlichkeit für den Konsum großer Alkoholmengen pro Trinkgelegenheit in dieser Klasse am höchsten. Die Wahrscheinlichkeit für häufigen Alkoholkonsum oder häufiges Rauchen war indes sehr gering. Multipler Konsum war mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für die Lebenszeitprävalenz von Alkoholkonsum, Rauschtrinken und Rauchen verbunden. Die Wahrscheinlichkeit für den Konsum einer größeren Anzahl konsumierter Getränke pro Trinkgelegenheit sowie den Konsum von Zigaretten und Alkohol im letzten Monat lag im mittleren Bereich.

Sowohl für experimentellen als auch für multiplen Konsum konnten im Vergleich zur latenten Klasse „kein Konsum“ in einer multinomialen Regression Prädiktoren identifiziert werden. Die Zuordnung zum experimentellen Konsum war signifikant wahrscheinlicher, wenn Personen ein höheres Alter aufwiesen, Alkoholkonsum des Vaters berichteten und kein Gymnasium besuchten. Multipler Konsum war indes zu beobachten, wenn Alkohol und Zigarettenkonsum der Peers und höheres Alter angegeben wurde. Der Besuch eines anderen Schultyps als Gymnasium war ebenso mit multiplem Konsum assoziiert. Zudem war das Konsumverhalten stärker ausgeprägt, wenn Personen antisoziales Verhalten im Sinne des aktiven Mobbings berichteten. Die stärkste Vorhersagekraft besaß allerdings der Alkoholkonsum der Mutter: Bei Alkoholkonsum der Mutter war die Wahrscheinlichkeit, der latenten Klasse „multipler Konsum“ anstatt der Klasse „kein Konsum“ zugeordnet zu werden, deutlich erhöht (*Odds Ratio [OR]*=6,3; 95 %-*Konfidenzintervall [KI]*=2,0 – 19,4).

4.3 Dritte Studie

Während sich die zweite Studie vorrangig mit dem Spektrum der frühen Adoleszenz (Schülerinnen und Schüler zwischen 10-13 Jahren) befasste, wurden in dieser Studie Auszubildende untersucht, die sich in der späteren Adoleszenz und damit im Übergang vom Jugend- zum Erwachsenenalter befinden. Die Stichprobe umfasste 5.214 Auszubildende ($M_{Alter}=19,4$ Jahre; $SD=3,9$ Jahre; 54 % männlich), die zu Beginn ihrer Ausbildung (Herbst 2012) und 18 Monate später (Frühling 2014) zu ihrem Substanzkonsum (Alkohol, Zigaretten, Cannabis) befragt wurden. Als Indikatoren wurde die Monatsprävalenz des Substanzkonsums gewählt, als zusätzliche Differenzierungskriterien wurden der problematische Konsum von Alkohol (Bischof et al., 2007) und Cannabis (Steiner, Baumeister & Kraus, 2008) mittels Screening-Instrumenten erfasst. Auf Basis der ersten Befragung wurden latente Klassen des Substanzkonsums identifiziert. Die Parameter dieses Schätzmodells dienten anschließend als Grundlage für das Transitionsmodell zur zweiten Befragung, sodass die Veränderung in der Besetzung der Klassen über die Zeit beobachtet werden konnte. Im Längsschnitt wurden Baseline-Angaben zu depressiver Symptomatik, Geschlecht, Alter, sozioökonomischem Status (Schulabschluss vor Ausbildungsbeginn) und eine Reihe beruflicher bzw. ausbildungsbezogener Faktoren (Anforderungen, Stress, Zufriedenheit) als Prädiktoren in einer multinomialen logistischen Regression aufgenommen, um die Klassenbesetzung zum zweiten Messzeitpunkt vorherzusagen.

Zwischen Baseline ($N=5.688$) und Follow-Up ($M_{Alter}=19,4$ Jahre; $SD=3,9$ Jahre; 54 % männlich) fand ein Dropout von 8 % auf individueller Ebene statt. Dieser war mit höherem Alter, stärker ausgeprägter depressiver Symptomatik, höheren beruflicher Anforderungen, höherem beruflichem Stress und höherem Tabak- und Cannabiskonsum assoziiert. Außerdem berichteten diese Personen zur Baseline eine geringere Zufriedenheit mit der Ausbildung und einen niedrigeren sozioökonomischen Status.

In der latenten Klassenanalyse wurden drei latente Klassen (geringer Konsum, hauptsächlich Alkoholkonsum, multipler Konsum) ermittelt, deren Prävalenzen für die beiden Zeitpunkte in Abbildung 1 dargestellt sind.

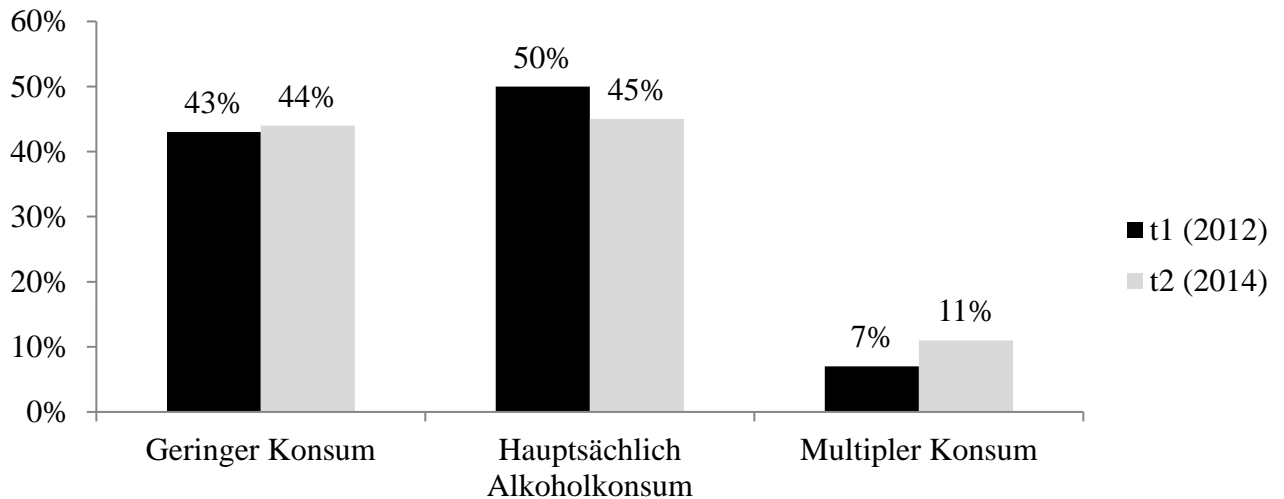


Abbildung 1. Latente Klassen des multiplen Konsums von Auszubildenden ($N=5.214$) und Prävalenz der Klassen für beide Messzeitpunkte.

„Geringer Konsum“ bedeutete mittlere Wahrscheinlichkeiten für den Konsum von Alkohol und Zigaretten im letzten Monat und geringe Wahrscheinlichkeiten für problematischen Alkoholkonsum sowie beide Cannabisindikatoren. „Hauptsächlich Alkoholkonsum“ war durch hohe Wahrscheinlichkeiten für letztmonatigen und problematischen Alkoholkonsum sowie eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Zigarettenkonsum gekennzeichnet. Die Wahrscheinlichkeit für Cannabiskonsum war sehr gering. Personen, die der latenten Klasse „multipler Substanzkonsum“ zugeordnet wurden, besaßen hohe Wahrscheinlichkeiten für eine positive Ausprägung aller fünf Indikatoren (Alkohol, Cannabis und Zigaretten im letzten Monat; problematischer Konsum von Alkohol und Cannabis).

Die Betrachtung der Transitionsraten zwischen den beiden Befragungszeitpunkten offenbarte eine hohe Stabilität der Konsummuster: zwischen 82 % und 92 % der Personen blieben ihrer Klasse treu, zeigten also zu beiden Zeitpunkten ein vergleichbares Konsumverhalten. Die größten Veränderungen zeigten sich in der Klasse „hauptsächlich Alkoholkonsum“: 8 % der Personen wurden zum zweiten Messzeitpunkt der Klasse „geringer

Konsum“ zugeordnet, 10 % der Klasse „multipler Konsum“. Die bidirektionale Veränderung in der Klasse „hauptsächlich Alkoholkonsum“ war somit in beide Richtungen fast gleich stark. Aus der Klasse „geringer Konsum“ wurden zum zweiten Befragungszeitpunkt 9 % der Klasse „hauptsächlich Alkoholkonsum“ zugeschrieben. Die Klasse „multipler Konsum“ wies die höchste Stabilität auf (92 %), hier reduzierten lediglich 2 % ihren Konsum zu geringem Konsum und 6 % zu hauptsächlich Alkoholkonsum.

Die multinomiale Regression der Klassen mit Baseline-Prädiktoren ergab, dass hoher beruflicher Stress zur Baseline eher zu Klassifizierung „multipler“ als „geringer“ Substanzkonsum führte ($OR=1,5$; 95 %-KI=1,1 – 2,0). Die anderen Prädiktoren wurden nicht signifikant.

5 Einordnung und Diskussion der Befunde

Der Einblick, der durch die Studien gewonnen werden konnte, bietet eine sinnvolle Ergänzung zur bisherigen Forschung, wirft aber auch einige offene Fragen an den Umgang mit latenten Klassenanalysen und multipltem Substanzkonsum in Forschung und Praxis auf. Daher werden im Folgenden zunächst Befunde und offene Fragen aus Studie 1 rekapituliert und die Ergebnisse der Studien 2 und 3 vor diesem Hintergrund diskutiert und in die aktuellen Befunde zum Substanzkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener eingeordnet. Abschließend werden offene Fragen und Anregungen für zukünftige Forschung und Präventionspraxis abgeleitet.

Die systematische Übersichtsarbeit (Studie 1) schafft einen Überblick über Forschungsergebnisse zum multiplen Substanzkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener. Zentrale Ergebnisse sind die Zusammensetzung der latenten Klassen multiplen Konsums in den Primärstudien sowie der Zusammenhang mit überwiegend soziodemografischen Prädiktoren. Multipler Konsum stellt in den meisten Fällen die kleinste latente Klasse dar. Die größte Klasse stellt die Abstinenz dar, gefolgt von geringem oder seltenem Konsum einer Substanz, zumeist Alkohol. In den Klassen des multiplen Konsums spielt Alkohol ebenfalls eine große Rolle, eine Mehrzahl von zwölf Studien weist als multiplen Konsum eine Kombination aus den drei psychotropen Substanzen Alkohol, Tabak und Cannabis aus. Übereinstimmende positive Zusammenhänge mit dem Konsum bestehen für den Konsum der Eltern und Peers und das eigene Alter der Befragten, die Schulleistungen sind negativ mit multipltem Konsum assoziiert, d. h. je schwächer die Schulleistung, desto höher die Wahrscheinlichkeit für multiplen Konsum.

Der Altersrange der zu untersuchenden Population wurde zwar auf 10 bis 19 Jahre beschränkt, um gezielt Jugendliche und junge Erwachsene zu erfassen, allerdings wurde in der Übersichtsarbeit keine strenge Trennung der Studien nach qualitativ verschiedenen Phasen wie frühe (10-14 Jahre) und späte Adoleszenz (15-19 Jahre) oder junges Erwachsenenalter (18-21 Jahre) vorgenommen (Flammer & Alsaker, 2002; Oerter & Dreher, 1995). Eine entwicklungs- oder altersspezifische Bewertung des Konsumverhaltens ist somit nicht möglich. Zudem konnten nur wenige und zumeist sehr spezifische Längsschnittstudien identifiziert werden, die Operationalisierungen von Substanzkonsum und die Prädiktoren variieren stark zwischen den Primärstudien und diese stammen überwiegend aus den USA.

5.1 Multipler Substanzkonsum in früher Pubertät und Ausbildung

Hier setzen die beiden Beobachtungsstudien an, die das Konsumverhalten in entwicklungskritischen Momenten der Pubertät (Studie 2) und des Beginns der weiterführenden (Berufs-)Ausbildung (Studie 3) beleuchten. Beide Studien untersuchten deutsche Stichproben, Studie 3 war überdies als längsschnittliche Analyse des Konsumverhaltens angelegt.

In der zweiten Studie wurden die Substanzen Alkohol und Tabak, d. h. Zigaretten, genauer untersucht. Um das Konsumverhalten möglichst detailliert abbilden zu können, wurde neben der Lebenszeit- auch die 30-Tages-Prävalenz des Konsums erhoben. Trunkenheitserfahrung und Rauschtrinken bildeten weitere Indikatoren für den Alkoholkonsum. Eine deutliche Mehrheit der Stichprobe wies einen sehr geringen (62 %) oder nur experimentellen (29 %) Konsum auf, was sich in einer mittleren bis hohen Wahrscheinlichkeit für Lebenszeitkonsum und einer geringen Wahrscheinlichkeit für aktuellen Konsum widerspiegelte. Ein Anteil von etwa 9 % der Befragten wies indes eine mittlere bis hohe Wahrscheinlichkeit für fast alle Indikatoren auf und konnte damit als Gruppe mit ausgeprägtem multiplen Konsum identifiziert werden.

Aktuelle Befragungen zum Substanzkonsum weisen vergleichbare Ergebnisse auf, so gilt für einen großen Teil der Jugendlichen Abstinenz oder nur ein geringer Konsum (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2016). Der erste Kontakt mit psychotropen Substanzen erfolgt häufig mit Alkohol und besitzt experimentellen Charakter, d. h. es wird zumeist nur wenig probiert, um einen Eindruck vom Geschmack und der Wirkung des Alkohols zu bekommen und eine Einschätzung der Verträglichkeit vornehmen zu können (Donovan & Molina, 2008, 2013). Personen, die in dieser Altersgruppe bereits problematischen Konsum wie

Rauschtrinken oder multiplen Substanzkonsum berichten, stellen eine Risikogruppe für persistenten problematischen Konsum und spätere Abhängigkeit, auch anderer Substanzen wie Nikotin oder Cannabis, dar (Hingson, Heeren & Winter, 2006; Hingson & Zha, 2009; Jackson, Barnett, Colby & Rogers, 2015; Kuntsche et al., 2013; McGue, Lacono, Legrand, Malone & Elkins, 2001).

Die Untersuchung der Auszubildenden in der dritten Studie zeichnete ein strukturell ähnliches Bild des Konsums, wenngleich die Substanzen Alkohol und Tabak bzw. Zigaretten um Cannabis erweitert wurden und nicht mehr der Lebenszeitkonsum, sondern nur noch der aktuelle Konsum (d. h. die 30-Tages-Prävalenz) im Fokus stand. Neben den Indikatoren für den Konsum von Alkohol, Zigaretten und Cannabis wurden auch Screenings für den problematischen Konsum von Alkohol und Cannabis eingesetzt, um mögliche Subgruppen identifizieren zu können, die etwa in der Präventionsarbeit besondere Beachtung verdienen.

Die größte Gruppe stellten nun nicht mehr Personen mit geringem Konsum bzw. Abstinenz, sondern Alkoholkonsumenten dar. Multipler Konsum machte in der untersuchten Stichprobe 7 % zum ersten Messzeitpunkt und 11 % zum zweiten Messzeitpunkt aus und umfasste damit einen ähnlich hohen Anteil wie in der Stichprobe der zweiten Studie. Die multiplen Konsumenten zeichneten sich ebenfalls durch eine hohe Wahrscheinlichkeit für fast alle Indikatoren aus. Sowohl in der Klasse der Alkoholkonsumenten (für Alkohol) als auch in der Klasse der multiplen Konsumenten (für Alkohol und Cannabis) wiesen Personen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für Konsum auch eine hohe Wahrscheinlichkeit für problematischen Konsum auf, sodass eine weiterführende Differenzierung hinsichtlich der Schwere oder Problemgrades des Konsums anhand der Screening-Verfahren nicht möglich war.

Im internationalen Vergleich mit alters- und bildungskompatiblen Stichproben, wie High-School-Absolventen in den USA, zeigt sich ebenfalls ein deutlich erhöhter Konsum von Substanzen wie Alkohol und Cannabis, der durch Begleitphänomene wie Rauschtrinken ebenfalls als problematisch charakterisiert werden kann (Lanza et al., 2010; Laska, Pasch, Lust, Story & Ehlinger, 2009; Luo, Agle, Hendryx, Gassman & Lohrmann, 2015).

Wenngleich es sich bei den Studien 2 und 3 nicht um eine kombinierte longitudinale Stichprobe, sondern um zwei verschiedene Kohorten handelt, legt die gemeinsame Beobachtung der beiden Studien eine normative Entwicklung im Umgang mit Substanzen nahe. Zunächst begegnen die Kinder und Jugendlichen den Substanzen eher explorativ, ihr Konsum fokussiert sich eher auf das Ausprobieren und Erfahren der Wirkung, weniger auf den

systematischen Konsum (Studie 2). Dieser Ansatz entspricht der Beobachtung in anderen Lebensbereichen wie dem Sammeln erster intimer Erfahrungen (Marston & King, 2006) und steht im Einklang mit der kognitiven Entwicklung, wonach mit Beginn der Adoleszenz eine erhöhte Empfänglichkeit für kurzfristige Belohnungsreize und neuronale Stimulation vorliegt (Steinberg, 2008), der durch den situativen und selektiven Substanzkonsum Rechnung getragen wird. Dass zuvörderst Alkohol als Mittel der Stimulation genutzt wird, hängt vermutlich mit der gesellschaftlichen Akzeptanz und Verbreitung zusammen, so lag der Pro-Kopf-Verbrauch von Alkohol in Deutschland im Jahr 2014 bei 136,9 Litern alkoholischer Getränke, das entspricht etwa 9,6 Litern Reinalkohol (Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2016) – Kinder und Jugendliche eingerechnet. Die Verbreitung anderer Substanzen wie Tabak und illegaler Drogen wie Cannabis ist deutlich geringer, wenngleich gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen (Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V., 2016).

In einer späteren Entwicklungsphase, hier gegen Ende der Schulzeit und zu Beginn der Ausbildung (Studie 3), scheint ein verändertes Verhaltensmuster prädominant zu sein: Zwar kann wie bereits in der (frühen) Adoleszenz ein großer Teil der jungen Erwachsenen als Nichtkonsumenten oder in geringem Maße konsumierend bezeichnet werden, allerdings gilt für die Mehrheit der Befragten ein regelhafter und zumeist problematischer Alkoholkonsum. In Studie 3 bedeutete das mindestens monatlichen Alkoholkonsum und ein auffälliges Screening-Ergebnis laut Bischof et al. (2007), d. h. ein BASIC-Wert ≥ 2 bei einer Spannweite der Testwerte von 0 bis 6. Der Anteil multipler Konsumenten lag allerdings auch in dieser Gruppe im Mittel bei 9 % (2012: 7 %/ 2014: 11 %), wie in der Gruppe mit „hauptsächlich Alkoholkonsum“ war der Konsum von Alkohol und Cannabis mit hoher Wahrscheinlichkeit im Sinne der Screening-Ergebnisse problematisch. Statt des experimentellen Konsums in der frühen Adoleszenz scheint hier ein deutlich regelmäßiger und eher problematischer Konsum praktiziert zu werden. Gerade die Operationalisierung als mindestens monatlicher Konsum weist eher auf ein Regel- als ein Experimentierverhalten hin. Dies lässt sich mit den entwicklungspsychologischen Aufgaben beider Lebensalter in Einklang bringen:

Während der Konsum im frühen Jugendalter stärker der Erfahrung der eigenen Grenzen und dem Ausprobieren erwachsener Rollen geschuldet ist (Havighurst, 1953; Brown et al., 2008), kann es im fortschreitenden Jugend- und jungen Erwachsenenalter (vgl. *emerging adulthood*) bereits als Ausformung der eigenen Identität gelten (Arnett, 2000, 2005). Regelmäßiges Rauchen erlaubt es beispielsweise, sich als Raucherin oder Raucher zu verstehen und entsprechend zu sozialisieren, was besonders im Übergang von Schule in Ausbildung oder

Beruf eine wichtige soziale Funktion erfüllt (Hertel & Mermelstein, 2012; Wiltshire, Amos, Haw & McNeill, 2005). Auch gehört der exzessive Alkoholkonsum, z. B. in Form von Rauschtrinken, beinahe zur normativen Erfahrung des Erwachsenenalters, wie Befragungen von US-College-Studierenden nahelegen (Lewis et al., 2011; Neighbors, Dillard, Lewis, Bergstrom & Neil, 2006).

Zusammenfassend zeigt sich in den beobachteten Konsummustern über alle drei hier vorgestellten Studien hinweg jedoch Konsistenz: Der überwiegende Teil der in der Übersichtsarbeit (Studie 1) eingeschlossenen Studien (17 von 23) ermittelte drei oder vier latente Klassen (wie auch in den Studien 2 und 3). Die größte der Klassen bestand in keinem oder nur geringem Konsum von einer Substanz, zumeist Alkohol, gefolgt von einer latenten Klasse mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für den Konsum einer Substanz, vergleichbar mit den beiden Klassen des Alkoholkonsums in den Studien 2 und 3. Die dritte Klasse umfasste den multiplen Substanzkonsum und repräsentierte zwischen 1 % und 29 % der jeweiligen Stichprobe in den Primärstudien. In den meisten Fällen (12 Studien) bestand diese Klasse im Konsum von Alkohol, Tabak bzw. Zigaretten und Cannabis. Einige Studien fanden auch eine vierte Klasse, die zusätzlich den Konsum anderer illegaler Drogen enthielt, eine Binnendifferenzierung der illegalen Substanzen war aufgrund der heterogenen Befundlage, der großen Bandbreite der untersuchten Substanzen und der sehr geringen Zellbesetzungen einzelner Substanzklassen jedoch nicht zuverlässig möglich. Da in den beiden Beobachtungsstudien keine weiteren Substanzindikatoren eingeschlossen wurden, können diese ebenfalls nicht mit diesen latenten Klassen verglichen werden.

Diese Beschreibung des multiplen Konsums entspricht dennoch weitgehend der von Connor und Kollegen (2014) vorgeschlagenen Definition des limitierten multiplen Substanzkonsums (engl. *limited range*) und wäre damit am unteren Ende des Spektrums multiplen Konsums einzuordnen. Allerdings unterscheiden Connor und Kollegen (2014) in ihrer Definition nicht zwischen verschiedenen Lebensaltern oder Entwicklungsstufen. Die hier vorgestellten Studien legen jedoch den Schluss nahe, dass unter multiplen Konsumenten im Jugendalter der limitierte multiple Konsum prädominant ist und komplexere Formen des Konsums sich erst im Laufe der Zeit entwickeln. Dafür spricht, dass ältere multiple Konsumenten von komplementären Wirkungen verschiedener psychoaktiver Substanzen und interindividuell verschieden erlebter Stimulation bzw. Sedierung berichten, die Konsumerfahrung voraussetzen (Boys, Marsden & Strang, 2001; Connor et al., 2014).

Als Momentaufnahme stellen die latenten Klassen den multiplen Konsum der am weitesten verbreiteten Substanzen in Jugendalter (Studie 2) und jungem Erwachsenenalter (Studie 3) dar. Die längsschnittliche Betrachtung im Rahmen der LTA (Studie 3) weist auf eine weitere Auffälligkeit hin: Personen mit multiplem Substanzkonsum weisen eine sehr hohe Stabilität in ihrem Konsum auf, was mit den Befunden früherer Untersuchungen anderer Stichproben korrespondiert (Graham, Collins, Wugalter, Chung & Hansen, 1991; Maldonado-Molina & Lanza, 2010; Shin, 2012).

Angesichts der u. a. in Studie 1 identifizierten Faktoren, die mit multiplem Konsum assoziiert sind, etwa Delinquenz, schlechte akademische Leistungen und psychosoziale Auffälligkeiten, ist diese Beobachtung besonders bedenklich. Empirisch zeigt sich, dass eine Intervention zur Reduktion des allgemeinen Substanzkonsums zwar die Transitionsraten zu multiplem Konsum reduzieren (Graham et al., 1991) konnte, nicht aber die Personen erreichte, die bereits multiplen Konsum praktizierten. In der Studie von Graham und Kollegen (1991) entwickelten weniger Personen der Interventionsgruppe mit der Zeit ein multiples Konsumverhalten, allerdings blieb die latente Klasse des multiplen Konsums sehr stabil.

Einen tieferen Einblick in Einflüsse auf das Konsumverhalten und damit eventuelle Ansatzpunkte für Prävention und Forschung bietet daher die Betrachtung der Prädiktoren des multiplen Konsums.

5.2 Prädiktoren des Konsums

Wie in Studie 1 dargestellt, diente in den meisten Studien die latente Klasse der Abstinente oder nur in geringem Ausmaß Konsumierender als Vergleich zur Klasse multiplen Substanzkonsums. Zu den vorrangig erfassten Prädiktoren gehörten Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit bzw. Migrationshintergrund sowie ein Indikator für den sozioökonomischen Status, etwa das Haushaltseinkommen (Riehm et al., 2009; Shin et al., 2010), das eigene Bildungsniveau (Newcomb, Ryan, Greene, Garofalo & Mustanski, 2014), Schulnoten (Connell et al., 2010; Lanza et al., 2010) oder kombinierte Indizes aus Bildung, Einkommen und infrastrukturellen Merkmalen (Kelly et al., 2015; White et al., 2013). Die weiteren Merkmale wurden nur in wenigen Studien und zumeist heterogen erfasst.

Insgesamt ist der multiple Konsum mit zunehmendem Alter und bei geringerem sozioökonomischen Status wahrscheinlicher, dies wurde auch in Studie 2 gefunden.

Schülerinnen und Schüler, die kein Gymnasium besuchten, waren signifikant häufiger unter den Konsumenten zu finden. Dies kann multifaktorielle Ursachen haben, so ist denkbar, dass Schülerinnen und Schüler, die kein Gymnasium besuchen, weniger akademisch orientiert sind und daher anfälliger für kurzfristige Stimulation (z. B. durch Substanzen) als langfristige Belohnung (z. B. den Studienplatz) – analog zu Unterschieden zwischen beruflichen und allgemeinbildenden Schulen (van Houtte, 2006). Zudem ist der Anteil rauchender Schülerinnen und Schüler in anderen Schultypen wie Realschulen oder beruflichen Schulen höher als in Gymnasien (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2016), was sich im Sinne des Peer-Einflusses wiederum auf den Konsum auswirken könnte. Denn Der Konsum von Peers und Eltern war sowohl in Studie 1 als auch in Studie 2 eindeutig mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für multiplen Konsum verbunden.

Für das Geschlecht und die ethnische Zugehörigkeit konnte keine klare Tendenz ermittelt werden. Einzuschränken ist allerdings, dass die ethnische Zugehörigkeit bzw. der Migrationshintergrund in unterschiedlichem Ausmaß berücksichtigt wurde, so etwa als Vergleich „Weißer“ versus „andere“ (Lanza et al., 2010) oder gezielt für einzelne Gruppen wie Afro-Amerikaner oder Hispanics (Gilreath, Astor, Estrada, Benbenishty & Unger, 2014; Gilreath et al., 2015).

Der in einigen Primärstudien in Studie 1 und in Studie 2 überdies gefundene Zusammenhang zwischen Konsum und aktivem Mobbing korrespondiert ebenfalls mit bisherigen Studien, die einen Zusammenhang zwischen ausgeprägtem Substanzkonsum und antisozialem und deviantem Verhalten nachgewiesen haben (Chung, Kim, Hipwell & Stepp, 2013; Connell et al., 2010; Cranford et al., 2013; Dierker, Vesel, Sledjeski, Costello & Perrine, 2007; Wanner, Vitaro, Ladouceur, Brendgen & Tremblay, 2006).

Der in Studie 3 gefundene Zusammenhang von multiplem Konsum mit arbeitsbezogenem Stress knüpft an Befunde der Arbeits- und Organisationsforschung an, die problematischen Alkoholkonsum unter Berufstätigen mit dem Ziel der Entspannung und Stressbewältigung in Verbindung bringen konnte (Barnes & Zimmerman, 2013; Kohan & O'Connor, 2002; Liu, Keyes & Guohua, 2014). Vergleichbare Ergebnisse zeigen sich bereits in der frühen Adoleszenz: Jugendliche, die neben ihrer schulischen Ausbildung einer Beschäftigung nachgehen, berichten einen erhöhten Substanzkonsum (Wu, Schlenger & Galvin, 2003).

5.3 Limitationen und Herausforderungen des Vorgehens

Die vorgestellten Studien geben einen Überblick über die aktuelle Forschung im Feld des multiplen Substanzkonsums in Adoleszenz und jungem Erwachsenenalter und bereichern die größtenteils US-amerikanischen Befunde um Einblicke in die Situation in Deutschland. Da sie zu den ersten latenten Klassenanalysen des multiplen Konsums in Deutschland gehören, bedürfen sie allerdings der Replikation. Denn der gesellschaftliche und legale Rahmen sowie die kulturelle Bedeutung psychotroper Substanzen unterscheidet sich von anderen Ländern, wie allein an der Verfügbarkeit und der Bedeutung der Ethnie hervorgeht. Im Vergleich mit internationalen Studien ist zu berücksichtigen, dass Alkohol z. B. in den USA erst ab 21 Jahren legal erworben werden darf, in Deutschland ab 16 Jahren. Auch die Unterscheidung verschiedener ethnischer Gruppen (Afro-Amerikaner, asiatischer, hispanischer oder multiethnischer Hintergrund) ist in vielen Fällen differenzierter und lässt sich in Deutschland – wie auch in den vorliegenden Studien – nicht im gleichen Maße umsetzen. In der kritischen Betrachtung lassen sich einige weitere Limitationen und Herausforderungen feststellen.

Zunächst ist die Repräsentativität der Stichproben der beiden empirischen Studien zu hinterfragen, da die Einrichtungen (Schulen und Ausbildungseinrichtungen) zwar einer geschichteten Zufallsauswahl entstammen, die Befragten selbst aber ad-hoc-Stichproben repräsentieren. Aufgrund des hohen Dropouts (etwa 28 % in Studie 2 und 8 % in Studie 3) sollte die Validität der Ergebnisse kritisch bedacht werden, da zu erwarten ist, dass Personen mit stärkerer Risikobelastung – z. B. solche mit hohem Substanzkonsum oder niedrigem sozioökonomischen Status – die Studienteilnahme vorzeitig beendet oder gar nicht erst an der Studie teilgenommen haben (Hansen, Collins, Malotte, Johnson & Fielding, 1985; Siddiqui, Flay & Hu, 1996).

Auch in den in Studie 1 diskutierten Primärstudien werden große Unterschiede in Umfang ($N=450$ bis $N=419.698$) und Zusammensetzung (mittleres Alter: 13,1 Jahre bis 18,9 Jahre; zwischen 33 % und 61 % junge Frauen) der Stichproben deutlich. Da ein Ziel der vorliegenden Arbeit ist, Aussagen über den multiplen Substanzkonsum in Adoleszenz und jungem Erwachsenenalter zu treffen, muss gerade die Stichprobenauswahl der Studien kritisch reflektiert werden. Während Studie 1 eine Altersgruppe von 10-19 Jahren umfasst, um damit ein möglichst breites Spektrum der Adoleszenz zu erfassen, setzen Studie 2 (mittleres Alter zur Baseline: 10,4 Jahre) und Studie 3 (mittleres Alter zur Baseline: 19,4 Jahre) an den jeweiligen Endpunkten dieses Spektrums an. Eine zusammenfassende oder vergleichende Betrachtung

beider Studien ist aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungsschwerpunkte nur bedingt möglich, gleichwohl kann so die Bandbreite des Konsums beleuchtet werden. Wünschenswert wäre eine längsschnittliche Untersuchung von Jugendlichen über die Adoleszenz hinweg, um bis ins (junge) Erwachsenenalter hinein das Konsumverhalten beobachten zu können, sodass relevante, assoziierte Konstrukte identifiziert und daraus Ansätze für (indizierte) Prävention und weitere Forschung abgeleitet werden können. Aus den vorliegenden Studienergebnissen können nur begrenzt Schlüsse über die Entwicklung des Konsumverhaltens im Laufe der Adoleszenz gezogen werden.

Im Vergleich zu Repräsentativerhebungen der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung liegt das Alter, zu dem der Substanzkonsum in Studie 2 erfasst wurde (mittleres Alter: 13,3 Jahre), etwa im Bereich des statistischen Erstkonsums von Alkohol (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015a), aber deutlich vor dem ersten Rauchen (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015c). Die dennoch recht hohe Lebenszeitprävalenz des Rauchens von rund 25 % weist dementsprechend ebenfalls auf eine Abweichung von den Repräsentativdaten hin. Für Auszubildende liegen die 30-Tage-Prävalenz von Cannabis (5,9 %) und der Rauchstatus (Raucher: 36,4 %) in Repräsentativerhebungen etwas niedriger als in der vorliegenden Studie 3 (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015b, 2016). In anderen Auszubildendenerhebungen in Deutschland fallen die ermittelten Prävalenzen allerdings ähnlich hoch aus (Hanke et al., 2013; Kaminski, Nauerth & Pfefferle, 2008; Lindeman, Kugler & Klewe, 2011).

Neben den Stichprobencharakteristika, die bei personenorientierten Verfahren wie der latenten Klassenanalyse besonders große Bedeutung tragen, ist auch die Operationalisierung des Substanzkonsums und in diesem Zusammenhang die Auswahl der Indikatoren für die Ergebnisse entscheidend. Wie im Rahmen von Studie 1 herausgearbeitet werden konnte, stellt die Vielzahl an Indikatoren und die heterogene Operationalisierung eine Herausforderung an die Vereinheitlichung und angemessene vergleichende Betrachtung der Befunde dar.

Auch in den Studien 2 und 3 werden Rauchverhalten und Alkoholkonsum unterschiedlich detailliert erfasst, was in der Interpretation der latenten Klassen und der Ableitung von Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen beachtet werden muss. Während in Studie 2 beispielsweise die Alkoholmenge, Trunkenheitserfahrungen und das Rauschtrinken separat erfasst wurden, gingen sie in Studie 3 nur indirekt über das Ergebnis des Screening-Verfahrens ein, das die Personen je nach Antwortmuster als problematische oder

unproblematische Konsumenten einstuft. Es ist daher nicht möglich, differenzierte Problembereiche auszumachen und die Konsumenten etwa hinsichtlich des Rauschtrinkens oder der Trinkhäufigkeit zu unterscheiden.

Eine weite Herausforderung der Gültigkeit der Studienergebnisse ist die rasant wachsende Anzahl an neuen Konsumwegen und Substanzen, die immer stärkere Verbreitung finden. Dazu zählen beispielsweise Shishas, E-Zigaretten und E-Shishas, deren Lebenszeitprävalenz bei 12- bis 17-Jährigen in Deutschland zwischen 12 % und 27 % liegt (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2016), und die unter US-amerikanischen Jugendlichen seit 2014 bis heute sogar die populärsten tabakhaltigen Produkte darstellen (Singh et al., 2016). Diese sind bisher nicht ausreichend berücksichtigt und ihr Einfluss bezüglich des multiplen Konsums und der Konsumententwicklung kann daher noch nicht abgeschätzt werden. Auch ist nicht klar, wie viele der befragten Personen neben den angegebenen Substanzen (Alkohol, Cannabis, Tabak in Form von Zigaretten,) eine dieser oder andere Substanzen konsumiert haben, sodass ein möglicher multipler Konsum nicht korrekt herausgestellt werden konnte.

Beispielsweise waren E-Zigaretten bis Anfang 2016 für Kinder und Jugendliche in Deutschland ohne Altersbeschränkung zu erwerben und konnten damit zum individuellen Ausdrucksmittel avancieren. Eine Längsschnittstudie an deutschen Schülerinnen und Schülern konnte zudem Unterschiede in den Nutzerprofilen von E-Zigaretten und Zigaretten aufzeigen, so gaben etwa 24 % der Nutzer und Nutzerinnen von E-Zigaretten an, noch nie zuvor eine konventionelle Zigarette geraucht zu haben (Hanewinkel & Isensee, 2015). Wenngleich die Auswirkungen des Konsums von E-Zigaretten auf Gesundheit und Entwicklung bisher nicht ausreichend empirisch geprüft wurden, so weisen Beobachtungsstudien auf eine deutliche Assoziation des E-Zigarettenkonsums mit anderen Substanzen wie Tabak oder Cannabis hin (Chapman & Wu, 2014; Morean, Kong, Camenga, Cavallo & Krishnan-Sarin, 2015). Für die schädigende Wirkung dieser Substanzen liegen deutlich mehr Befunde vor (Mathers & Loncar, 2006; Mathers, Toumbourou, Catalano, Williams & Patton, 2006; Callaghan, Allebeck & Sidorchuk, 2013; Meier, Hill, Small & Luthar, 2015; Treur et al., 2015; Danielsson, Agardh, Hemmingsson, Allebeck & Falkstedt, 2014). Eine Untersuchung des multiplen Konsums inklusive modernerer Substanzen und Applikationswege ist demnach desiderat.

5.4 Offene Fragen und weiterer Bedarf in Forschung und Präventionspraxis

Die Methodik und Ergebnisse der Studien bieten einige Anhaltspunkte für die weitere Forschung und (präventive) Praxis:

Obwohl die Studien die internationalen Befunde um die Perspektive deutscher Jugendlicher und junger Erwachsener ergänzen, ist die Repräsentativität der untersuchten Stichproben fraglich. Denkbar wäre daher, die latenten Klassen anhand von Daten aus Repräsentativerhebungen, etwa der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (2015c, 2015a, 2015b, 2016) zu validieren. Auch die Assoziationen mit Populationsmerkmalen wie Alter, Geschlecht, Migrationshintergrund und sozioökonomischem Status könnten so genauer geprüft werden.

Die Befunde zu Prädiktoren multiplen Konsums verdeutlichen überdies die Bedeutung sozialer Einflüsse für das Konsumverhalten – Präventionsprogramme für Jugendliche sollten sowohl die Eltern als auch die Peers berücksichtigen und nach Möglichkeit in die Präventionsarbeit einbinden. Die starke Assoziation mit dem Schultyp in Studie 2 unterstreicht die Notwendigkeit von Präventionsarbeit bei Jugendlichen mit geringerer Bildung und niedrigerem sozioökonomischem Status. Die signifikante Vorhersage von multipltem Konsum durch berufsbezogenen Stress (Studie 3) führt zu der Empfehlung, in Berufsschule und Ausbildung Seminare und Techniken zur Stressbewältigung zu implementieren, die der Entwicklung eines dysfunktionalen Substanzgebrauchs zwecks Entspannung entgegenarbeiten könnten.

Darüber hinaus fehlen weitere Studien, die den Konsum in der mittleren Adoleszenz betrachten sowie Verlaufsstudien über die Adoleszenz hinweg, die mögliche Unterschiede und Entwicklungen im Konsum abbilden können. So könnte die Frage beantwortet werden, ob die Personen mit multipltem Konsum in Studie 2 eine Risikogruppe darstellen und ob ihr Konsum bis in die späte Adoleszenz und das junge Erwachsenenalter hinein persistiert. Mit Blick auf die Ergebnisse der Studien 2 und 3 könnte der Überschneidungsbereich im multiplen Konsum geklärt werden, um gezielt Maßnahmen für diese Gruppe entwickeln und realisieren zu können. Insgesamt ist der Anteil an Längsschnittstudien, z. B. LTA-Studien (Maldonado-Molina & Lanza, 2010), eher gering, wobei sich diese Methoden gerade für die Untersuchung der Konsumentwicklung eignen. Die Untersuchung der Gateway-Hypothese (Kandel et al., 1992;

Kandel, 2002), der zufolge der Konsum niedrigschwelliger Substanzen wie Alkohol oder Tabak den Einstieg in den Konsum illegaler Drogen begünstigt, durch Maldonado-Molina und Lanza (2010), ist ein erster Schritt in diese Richtung. Mittels LTA kann allerdings nicht nur für einzelne Substanzen, sondern für bestimmte Konsummuster wie Rauschtrinken gezielt geprüft werden, ob diese dem multiplen Konsum überzufällig häufig vorausgehen.

Die hohe Stabilität des multiplen Konsums in der Gruppe der Auszubildenden (Studie 3) eröffnet ein weiteres Feld: Zukünftige Forschung sollte sich mit den Mechanismen dieser Entwicklung befassen, um herauszuarbeiten, was die jungen Erwachsenen dazu veranlasst, bei multipltem Konsum zu verbleiben. Auf diese Weise können für die Präventions- und Behandlungspraxis wertvolle Anhaltspunkte gewonnen werden, welche Faktoren in der Arbeit mit multiplen Konsumenten beachtet werden sollten.

Darüber hinaus bietet die LTA die Möglichkeit, die Bedeutung modernerer Substanzen wie E-Zigaretten, Shisha oder Neuer Psychoaktiver Substanzen im Längsschnitt zu untersuchen und latente Konsummuster im Zusammenhang mit klassischen Substanzen wie Alkohol oder Tabak zu identifizieren. Neue Konsumformen, wie der Konsum von Cannabis mittels E-Zigaretten (Morean et al., 2015) können anhand latenter Klassen personengetreu ermittelt und ihre Assoziationen mit bisher erfassten latenten Klassen und Einflussfaktoren geschätzt werden.

Da die Methodik der latenten Klassenanalysen personen- und nicht variablenorientiert ist, können intra- und interindividuelle Veränderungen hoch sensitiv abgebildet und untersucht werden. Damit bietet sich die latente Klassenanalyse auch für die Analyse weiterer Bereiche des Gesundheitsverhaltens, wie Ernährung oder Sexualverhalten an. Connell und Kollegen (2009) haben beispielsweise die Assoziation latenter Klassen von Substanzkonsum mit sexuellem Risikoverhalten untersucht.

Die latenten Klassen des Verhaltens können folglich im Rahmen der Präventionsarbeit genutzt werden, um Risikogruppen für indizierte Prävention zu identifizieren. Der Einschluss von Prädiktoren in die latenten Klassenmodelle erlaubt ebenfalls die Evaluation von Interventionen, so könnte beispielsweise die Entwicklung des Alkoholkonsums im Zuge einer Alkoholpräventionsmaßnahme anhand latenter Klassen betrachtet und bspw. mit der Entwicklung einer Kontrollgruppe verglichen werden, analog zum Vorgehen von Graham und Kollegen (1991). Schließlich können latente Klassen auch als latente Variablen in Strukturgleichungsmodellen modelliert werden, sodass sie je nach Untersuchungsansatz als abhängige Variable, unabhängige Variable oder Drittvariable (Mediator, Moderator) betrachtet

werden können und sich gegenüber traditionellen (Regressions-)Modellen damit als flexibler erweisen. In der klinischen Forschung werden latente Klassen bisweilen zum Zweck der Typisierung genutzt, etwa im Vergleich zu etablierten Systemen in der Diagnostik (Beseler, Taylor, Kraemer & Leeman, 2012), und der inferenzstatistischen Prüfung der Unterschiede, etwa der Ausprägung sozialer, medizinischer und psychiatrischer Charakteristika in einer Gruppe von Patienten mit Abhängigkeitserkrankung (Fernández-Calderón, Fernández, Ruiz-Curado, Verdejo-García & Lozano, 2015). Eine Erweiterung dieses Ansatzes auf den Bereich substanzbezogener Störungen und die Zielgruppe der Jugendlichen und jungen Erwachsenen wäre ein naheliegender nächster Schritt.

Eine klare Einschränkung der meisten Untersuchungen zum (multiplen) Substanzkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener stellt die Erfassung des Verhaltens mittels Selbstbeobachtung dar. Die Einschätzung des Substanzkonsums ist damit möglichen Verzerrungen, etwa durch Reaktivität, Erinnerungseffekte oder soziale Erwünschtheit ausgesetzt, die die Validität und die Reliabilität (im Längsschnitt) nachteilig beeinflussen können (National Institute on Drug Abuse (NIDA), 1997). Bisherige Studien weisen zwar auf eine hohe Übereinstimmung zwischen Selbstbeobachtung und objektiven Maßen in der Erfassung von Alkoholkonsum und Rauchverhalten hin (Del Boca & Darkes, 2003; Dolcini, Adler, Lee & Bauman, 2003; Patrick et al., 1994), schränken jedoch ein, dass diese Übereinstimmung mit steigendem zeitlichen Abstand abnimmt. Daher ist gerade für die Untersuchung des multiplen Konsums über die Adoleszenz hinweg wünschenswert, den Konsum durch weitere objektive Daten zu ergänzen.

Und obschon insgesamt bestätigt werden konnte, dass latente Klassenmodelle geeignet sind, um stichprobensensitive, personenorientierte Konsummuster zu identifizieren, ist dringend erforderlich, einen Standard für Modellkonzeption und Berichterlegung zu entwerfen, um studienübergreifende Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Laut der Befunde der systematischen Übersichtsarbeit gehört dazu etwa die Angabe gewisser statistischer Kennwerte zur Modellpassung und Güte der Klassifikation (Lanza & Rhoades, 2013; Nylund et al., 2007) sowie der Einschluss der drei am häufigsten genannten Substanzen Alkohol, Zigaretten/Tabak und Cannabis. Diese Empfehlungen sollten in Zukunft allerdings durch stärker methodisch orientierte Untersuchungen validiert werden, die die konzeptuellen Unterschiede der Ansätze (LCA, LTA) sowie mögliche Alterseffekte (z. B. frühe oder späte Adoleszenz) berücksichtigen.

5.5 Fazit

Multipler Substanzkonsum unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen ist ein ernstzunehmendes Phänomen: Ein kleiner, aber substantieller Anteil junger Menschen hat Konsumerfahrungen mit multiplen psychotropen Substanzen gesammelt, darunter vor allem Alkohol, Tabak und Cannabis. Dieser Konsum ist mit einer Vielzahl an Problemen und negativen Folgen wie gesundheitlichen und beruflichen bzw. schulischen Beeinträchtigungen assoziiert. Dabei ist über den multiplen Konsum, gerade in Deutschland, nur wenig bekannt und die bisherige Forschung divergiert stark in der eingesetzten Methodik. Latente Klassenmodelle stellen eine moderne und flexibel einsetzbare Möglichkeit dar, dieses Konsumverhalten valide zu erfassen und statistisch vielfältig zu untersuchen. Um die Bedenken eines arbiträren Vorgehens in der latenten Klassenanalyse auszuräumen, ist es jedoch besonders wichtig, in zukünftigen Studien auf eine transparente und einheitliche Berichtlegung der Ergebnisse zu achten. Bei Einhaltung dieser Punkte bieten latente Klassenmodelle einen vielversprechenden Ansatz zur Erforschung des Gesundheitsverhaltens von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Darüber hinaus tragen sie gerade im Bereich des multiplen Substanzkonsums dazu bei, tatsächliche Konsummuster zu identifizieren und den Konsum so besser zu verstehen. Schließlich wird die Entwicklung des Konsumverhaltens besser beobachtbar, sodass Risiko- und Protektivfaktoren zuverlässiger identifiziert und für die Prävention und Gesundheitsförderung nutzbar gemacht werden können.

6 Zusammenfassung

6.1 Hintergrund und Zielsetzung

Der Konsum psychotroper Substanzen wie Alkohol, Tabak und Cannabis beginnt im Allgemeinen in der Adoleszenz, so lag das Durchschnittsalter für den Erstkonsum im Jahr 2014 bei 13,8 Jahren für Alkohol bzw. 14,8 Jahren für Zigaretten (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2015a, 2015c). Während der Konsum adaptive Funktionen wie das Ausprobieren erwachsener Rollen oder das Erfahren eigener Grenzen erfüllen kann, ist er zugleich mit einem erhöhten Risiko für negative Folgen wie interpersonelle Konflikte, neurophysiologische Beeinträchtigungen, spätere Erkrankungen oder akute Unfälle und Verletzungen verbunden. Der multiple Konsum von mehr als einer psychotropen Substanz hat sich in der Forschung als besonders risikobehaftet erwiesen. Angesichts hoher Konsumraten für psychotrope Substanzen wie Alkohol oder Tabak unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen, ist es wahrscheinlich, dass es viele Jugendliche Erfahrungen mit mehr als einer psychotropen Substanz gesammelt haben. Hinzu kommt ein deutliches Überangebot an Konsummöglichkeiten: Durch technologischen Fortschritt sind in den letzten Jahren besonders Neue Psychoaktive Substanzen, Methamphetamine (z. B. Crystal Meth) und alternative Konsumwege bekannter Substanzen, etwa der Konsum von Tabak mittels Shishas oder nikotinhaltigen Liquids mittels E-Zigaretten in Mode – und damit in den Fokus der Forschung – gekommen.

Wenngleich die Forschung deutlich machen konnte, dass multipler Konsum im Jugendalter mit vielen negativen Folgen verbunden ist, muss sie doch mit einigen Einschränkungen betrachtet werden.

Erstens stammt der Großteil der Forschung aus den USA, sodass die Übertragbarkeit der Ergebnisse kritisch hinterfragt werden muss, da sich unter anderem die Legislatur deutlich von der deutschen unterscheidet. Der Verkauf von Alkohol ist beispielsweise in den USA erst an Personen ab 21 Jahren erlaubt, während Bier, Wein, Sekt und sekthaltige Getränke in Deutschland bereits an Personen ab 16 Jahren verkauft werden dürfen.

Zweitens ist die Altersspanne der untersuchten Jugendlichen und jungen Erwachsenen sehr unterschiedlich. Viele epidemiologisch ausgerichtete Untersuchungen orientieren sich dabei an strukturellen Merkmalen, etwa dem Besuch der High-School oder des ersten Semesters an der Universität, ohne die spezifischen Herausforderungen der Adoleszenz zu

berücksichtigen und die Ergebnisse demgemäß einzuordnen. Ein Vergleich der Befunde für verschiedene Entwicklungsstufen in der Adoleszenz ist somit erschwert.

Drittens weist die Forschung einige methodische Schwierigkeiten auf, so variieren die Studien stark in Anzahl und Operationalisierung der berücksichtigten Substanzen. Da die Konsumparameter besonders in der frühen Adoleszenz und für illegale Substanzen zumeist linksschief verteilt sind – nur wenige Jugendliche in dieser Gruppe berichten Konsum psychotroper Substanzen – sind die Voraussetzungen klassischer inferenzstatistischer Testverfahren verletzt. Dennoch sind Verfahren wie die logistische (Mehrebenen-)Regression in vielen Studien Mittel der Wahl, ohne dass die Voraussetzungsverletzung entsprechend korrigiert werden.

Moderne Verfahren der probabilistischen statistischen Modellierung erlauben hingegen eine Untersuchung der Konsummuster, ohne dieselben strengen Anforderungen wie klassische inferenzstatistische Verfahren an die Operationalisierung und Verteilung der Zielgrößen zu stellen. Zudem bieten personenorientierte Verfahren wie die latente Klassenanalyse die Möglichkeit, den Konsum flexibel und detaillierter zu erfassen als viele klassische variablenorientierte Modelle. Ansatzpunkt stellen dabei sogenannte latente Klassen dar, die den manifesten Daten zugrundeliegende latente Antwortmuster repräsentieren. Diese Klassen sind klassenintern hinsichtlich der Antwortmuster homogen, klassenextern aber heterogen, d. h. die beobachtete Korrelation zwischen manifesten Variablen wird durch die Berücksichtigung latenter Klassen minimiert.

Inbesondere für die Untersuchung des Konsums in der Adoleszenz sind diese Verfahren solchen überlegen, die weniger alterssensitive Cut-Offs einsetzen, wie am Beispiel des Rauschtrinkens ersichtlich wird: Vielfach wird der Konsum von vier bzw. fünf alkoholischen Getränken zu einer Gelegenheit für Mädchen bzw. Jungen als Rauschtrinken bezeichnet, in Untersuchungen der WHO wird geschlechtsübergreifend von sechs Getränken ausgegangen. Reboussin und Kollegen (2006) konnten mittels latenter Klassenanalyse jedoch zeigen, dass ein vergleichbar problematischer Konsum bereits bei geringerem, dafür regelmäßigerem Konsum angenommen werden kann, während Donovan und Molina (2013) darlegten, dass Jugendliche subjektive Rausch- und Trunkenheitserfahrungen bereits vor Erreichen der Vier/Fünf/Sechs-Getränke-Cut-Offs erleben.

Die erste Studie soll daher im Rahmen einer systematischen Übersichtsarbeit oder Meta-Analyse die bisherige Forschung im Bereich des multiplen Substanzkonsums und latenter

Klassenanalyse beleuchten, um Empfehlungen für die zukünftige Praxis und Forschung, besonders der weiterführenden Implementation personenbezogener Modelle, abzuleiten.

Die zweite Studie soll exemplarisch die frühe Adoleszenz und den Beginn der Pubertät beleuchten, um zu identifizieren, welche Muster multiplen Konsums sich bei Personen zeigen, die in den Konsum einsteigen und herauszuarbeiten, welche Merkmale der Personen und ihres sozialen Umfelds damit verknüpft sind. In Weiterführung bestehender Untersuchungsansätze wird dabei in der Analyse die Mehrebenenstruktur der Daten (befragt wurden Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Schulen) gezielt aufgenommen, um differenzielle Einflüsse zu kontrollieren, und die Bedeutung dieser strukturellen Aspekte abzuschätzen. Da es sich bei dieser Population um deutsche Schülerinnen und Schüler handelt, bieten die Ergebnisse schließlich einen wertvollen Beitrag zu den bisher primär US-amerikanischen Befunden.

Die dritte Studie setzt am anderen Ende, der späten Adoleszenz, an, genauer an Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Übergang von Schule zur Ausbildung (Berufsschule, Berufsfachschule und Duale Ausbildung). Damit wird ein weiterer wichtiger normativer Umbruch ins Blickfeld gerückt, da der Eintritt in die berufliche Ausbildung oftmals die Loslösung aus dem Elternhaus bedeutet, zunehmende räumliche und finanzielle Unabhängigkeit und zugleich zunehmende Verantwortung für die eigene Lebensgestaltung. Im Rahmen der Studie werden die Auszubildenden zu Beginn ihrer Ausbildung und 18 Monate später zum Substanzkonsum befragt. Als Analysestrategie wird das Modell latenter Klassen in Form der latenten Transitionsanalyse auf den Längsschnitt erweitert, d. h. der Konsum wird zu beiden Zeitpunkten über latente Klassen abgebildet und die Veränderung in der Besetzung dieser Klassen über die Zeit untersucht. Auf diese Weise kann die Stabilität bzw. Veränderung des Konsums näherungsweise betrachtet werden.

6.2 Methode

Die erste Studie zu latenten Klassen des multiplen Substanzkonsums in der Adoleszenz wurde in Einklang mit dem PRISMA-Statement (Liberati et al., 2009; Moher et al., 2009) durchgeführt und entsprechend dokumentiert. Es wurden drei elektronische Datenbanken (PUBMED, PsycINFO, PsycARTICLES) sowie Sekundärquellen wie Literaturverzeichnisse extrahierter Studien systematisch untersucht. Zentrale Kriterien für den Einschluss bzw. Ausschluss von Studien waren: Erstens, die Stichprobe umfasst Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene zwischen 10 und 19 Jahren. Zweitens, es handelt sich um experimentelle oder

observationale Quer- oder Längsschnittstudien. Drittens, die Studien sind in wissenschaftlichen Zeitschriften mit Peer-Review-Verfahren veröffentlicht. Viertens, es werden mindestens zwei qualitativ verschiedene psychotrope Substanzen erfasst, unabhängig von der untersuchten Zeitspanne (z. B. Konsum im letzten Monat oder im letzten Jahr) und der Art der Erhebung (z. B. kategorial oder kontinuierlich). In den latenten Klassenmodellen dürfen jedoch nur Indikatoren für den Substanzkonsum berücksichtigt werden. Sobald weitere hinzukommen, etwa zum sexuellen Risikoverhalten, beeinflusst dies die latenten Klassen, da sie nicht mehr nur substanzbasiert sind. Fünftens werden einige Anforderungen an die Berichtlegung der latenten Klassen gestellt, so sollen Informationen zur allgemeinen Modellpassung (z. B. Ergebnisse des χ^2 -Tests), zur Sparsamkeit des Modells (z. B. Akaike-Informationskriterium) und zur Qualität der Klassenlösung (z. B. Entropie) gegeben werden. Sofern zu einem der Bereiche keine Informationen vorliegen, führt dies nicht zum Ausschluss der Studie, wird aber in der Zusammenfassung der Ergebnisse und der Evaluation der methodischen Qualität der Arbeiten berücksichtigt. Sechstens, alle Studien müssen auf Deutsch, Englisch, Polnisch oder Französisch vorliegen.

Die identifizierten Studien wurden eingehend nach PRISMA-Statement geprüft und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Die methodische Qualität der Studien wurde über eine modifizierte Version der Newcastle-Ottawa-Scale für nichtrandomisierte Studien (Wells et al., 2014) bewertet. Die Studien wurden mit 0 bis 10 Punkten hinsichtlich der Selektion der Stichprobe, der Vergleichbarkeit der Ergebnisse und der Erhebung der Ergebniskriterien sowie der statistischen Umsetzung bewertet, wobei ein hoher Wert einer hohen Qualität entsprach. Im Zuge der Modifikation wurde ein besonderes Augenmerk auf die statistische Umsetzung gelegt, da mit der Analyse latenter Klassen die Methodik der Arbeiten ein Kernelement der Forschungsfrage darstellte.

Die zweite Studie untersuchte die Bedeutung von sozialen und strukturellen Prädiktoren in der frühen Adoleszenz (Baseline; Klassenstufe 5) für den späteren multiplen Konsum (36-Monats-Follow-Up; Klassenstufe 8) an einer longitudinalen Stichprobe von 2.490 Schülerinnen und Schülern aus 45 Schulen in vier Bundesländern (Bremen, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein). Die Stichprobe entstammte einer cluster-randomisierten Kontrollgruppenstudie zur Evaluation des Programms „Eigenständig werden 5+6“, einer schulbasierten Maßnahme zur Förderung von Lebenskompetenzen (Hansen et al., 2011). Zwischen der Baseline-Messung in der 5. Klasse ($N=3.444$; $M_{Alter}=10,4$ Jahre; $SD=0,6$ Jahre; 52 % männlich) und der Follow-Up-Messung ($N=2.490$; $M_{Alter}=13,3$ Jahre, $SD=0,6$ Jahre; 51 %

männlich) war ein Dropout von 28 % auf individueller Ebene zu beobachten. Dropout war mit höherem Alter, geringerem sozioökonomischen Status, männlichem Geschlecht und höherer Ausprägung von Mobbing und Viktimisierung verbunden, wies jedoch keine signifikanten Zusammenhänge mit anderen Variablen auf.

Die Untersuchung folgte einem Mehrebenenansatz, wonach Prädiktoren für die Vorhersage des Substanzkonsums auf individueller und auf übergeordneter (hier: schulischer) Ebene berücksichtigt wurden. Auf individueller Ebene betraf dies den Konsum der Peers und der Eltern erfasst (jeweils Alkohol und Zigaretten), überdies das erlebte Ausmaß an Mobbing und Viktimisierung im Schulkontext und die Zugehörigkeit zur Experimental- oder Kontrollgruppe der Evaluationsstudie zu „Eigenständig werden 5+6“. Auf schulischer Ebene wurden die Zertifizierung der Schule im Bereich der Gesundheitsförderung (ja/nein) sowie der Schultyp (Gymnasium/andere) als Prädiktoren aufgenommen. Die latenten Klassen des Substanzkonsums wurden anhand der Follow-Up-Daten (ermittelt, als Indikatoren dienten der Konsum von Alkohol (auch Rauschtrinken und Trunkenheitserfahrungen) und Zigaretten in der Lebenszeit sowie der aktuelle Konsum von Alkohol (in den letzten 30 Tagen) und Zigaretten (in den letzten 30 Tagen)). Die latenten Klassen wurden dann im Mehrebenenmodell geschätzt, das die Clusterung der Daten (Schülerinnen und Schüler in Schulen) berücksichtigt. Ausgehend von einer Zwei-Klassen-Lösung („Abstinente“ und „Konsumierende“) wurde die allgemeine Modellpassung, die Sparsamkeit und die Qualität sowie inhaltliche Interpretierbarkeit der Klassenlösungen für Modelle mit jeweils einer zusätzlichen Klasse iterativ bewertet. Die Modellpassung wurde mit und ohne Einbezug der Prädiktoren betrachtet, die beste Lösung anschließend für den multinomialen Vergleich herangezogen, wobei die Klasse mit der geringsten Ausprägung des Substanzkonsums als Vergleichsgrundlage diente.

Die dritte Studie betrachtete den Substanzkonsum von 5.214 Auszubildenden zu Beginn der Ausbildung (Baseline) und 18 Monate später (Follow-Up). Zwischen Baseline ($N=5.688$) und Follow-Up ($M_{Alter}=19,4$ Jahre, $SD=3,9$ Jahre; 54 % männlich) konnte ein Dropout von 8 % auf individueller Ebene festgestellt werden. Die Attritionsanalyse wies auf signifikant höheres Alter, stärker ausgeprägte depressive Symptomatik, berufliche Anforderungen und Stress, sowie Tabak- und Cannabiskonsum unter den ausgefallenen Personen hin. Darüber hinaus nahmen signifikant mehr Personen mit geringem sozioökonomischen Status und geringerer Zufriedenheit nicht an der zweiten Befragung teil.

Im Fokus der Studie standen Veränderungen in der Besetzung der latenten Klassen über die Zeit, weshalb als Hauptanalysemethode die latente Transitionsanalyse gewählt wurde. Um Veränderungen in der Besetzung der latenten Klassen, sogenannte Transitionen, abbilden zu können, wurden auf Basis der Baseline-Angaben zum Konsum von Alkohol (30-Tages-Prävalenz; BASIC-Wert \geq 2), Cannabis (30-Tage-Prävalenz; SDS-Wert \geq 2) und Zigaretten (30-Tages-Prävalenz) latente Klassen ermittelt. Die ermittelten Kennwerte für die Klassenlösung wurden als Vorlage für die Follow-Up-Daten eingesetzt, um beurteilen zu können, wie viele Personen in den jeweiligen Konsummustern verblieben und wie viele zu anderen latenten Klassen wechselten.

Zusätzlich wurde mittels multinomialer Regression (Vergleichsgruppe war hier ebenfalls die latente Klasse mit dem geringsten berichteten Konsum) geprüft, welche Baseline-Prädiktoren die Klassenbesetzung zum Follow-Up vorhersagten. Als Prädiktoren wurden Alter, Geschlecht, Schulabschluss, depressive Symptomatik und Merkmale der Ausbildung bzw. des Berufsfelds (wahrgenommene Anforderungen, Stress, Zufriedenheit) einbezogen.

6.3 Ergebnisse

In der ersten Studie erfüllten insgesamt 23 Studien die Einschlusskriterien, darunter wiesen 18 eine gute methodische Qualität und ein geringes bis mittleres Risiko für Verzerrungen auf. 17 Studien identifizierten drei bis vier latente Klassen des Substanzkonsums. In den meisten Studien umfasste die größte Klasse den Nichtkonsum oder den sehr geringen Konsum, z. B. Lebenszeitkonsum, aber nicht aktueller Konsum. Die zweitgrößte Klasse beschrieb den Konsum einer Substanz, zumeist Alkohol. Die dritte und vierte Klasse repräsentierten multiplen Konsum und unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl an Substanzen und der Regelmäßigkeit des Konsums. Die Klassenbesetzung verhielt sich dabei im Trend linear: je mehr Substanzen und je regelmäßiger der Konsum, desto kleiner die Klasse. Am häufigsten wurde die Konsumklasse Alkohol, Zigaretten und Cannabis identifiziert (zwölf Studien), an zweiter Stelle Alkohol und Cannabis (acht Studien), an dritter Stelle Alkohol, Zigaretten, Cannabis und andere Drogen (sieben Studien). Eine detailliertere Betrachtung anderer Drogen oder Substanzen in der latenten Klassenlösung gestaltete sich aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher erfasster Substanzen als schwierig. Eine meta-analytische, inferenzstatistische Zusammenfassung der Ergebnisse war aufgrund der heterogenen

Operationalisierung und dementsprechend unterschiedlichen Bedeutung der latenten Klassen nicht möglich, weshalb die Primärstudien schließlich narrativ zusammengefasst wurden.

Im Rahmen der Arbeit wurden auch Prädiktoren der latenten Klassen multiplen Konsums untersucht. Multipler Konsum war demnach wahrscheinlicher, wenn die Jugendlichen und jungen Erwachsenen ein höheres Alter und schwache Schulleistungen angaben, und berichteten, dass ihre Eltern und/oder ihre Peers ebenfalls Substanzen konsumierten, vorrangig Alkohol und Zigaretten. Andere Variablen, wie delinquentes Verhalten, standen ebenfalls im Zusammenhang mit multiplem Konsum, diese wurden aber nur in einzelnen Studien betrachtet, sodass die Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden müssen. Neben dem Alter wurden in den meisten Studien auch das Geschlecht und die Ethnie bzw. Rasse berücksichtigt. Für das Geschlecht waren keine konsistenten Befunde zu beobachten, so wurden in verschiedenen Studien sowohl Mädchen als auch Jungen signifikant häufiger multiplem Konsum zugeordnet. Die Befunde für die Ethnie waren ebenfalls inkonsistent, wenngleich „Weiße“ oder „Kaukasier“ in Abgrenzung z. B. zu Afro-Amerikanerinnen und -Amerikanern in der Tendenz häufiger multiplem Konsum zugeordnet wurden. Der Vergleich wurde allerdings durch unterschiedliche Kodierungen erschwert (z. B. „Weiße“ versus „Afro-Amerikanerinnen und -Amerikaner“ oder „Weiße“ versus „Andere“).

In der zweiten Studie wurden drei latente Klassen identifiziert: Erstens, kein Konsum (62 % der Stichprobe), zweitens, experimenteller Konsum (29 % der Stichprobe) und drittens, multipler Konsum (9 % der Stichprobe). In der ersten Klasse war eine hohe Wahrscheinlichkeit für den Lebenszeitkonsum von Alkohol zu beobachten, in der zweiten Klasse zusätzlich eine hohe Wahrscheinlichkeit für bisheriges Rauschtrinken und eine mittlere Wahrscheinlichkeit für den Lebenszeitkonsum von Zigaretten. In der dritten Klasse lag eine hohe Wahrscheinlichkeit für Alkohol- und Zigarettenkonsum sowie Rauschtrinken in der Lebenszeit vor, überdies eine mittlere Wahrscheinlichkeit für den aktuellen, d. h. mindestens monatlichen Konsum von Alkohol und Zigaretten.

Im multinomialen Vergleich mit der ersten Klasse („kein Konsum“) ergab sich eine signifikant häufigere Zuordnung zu experimentellem Konsum bei Alkoholkonsum des Vaters ($OR=2,89$; 95 %-KI=1,23 – 6,79), höherem Alter ($OR=1,71$; 95 %-KI=1,31 – 2,24) und Besuch eines anderen Schultyps als dem Gymnasium ($OR=2,57$; 95 %-KI=1,83 – 3,61). Eine Zuordnung zu multiplem Konsum war ebenfalls bei Besuch eines anderen Schultyps ($OR=4,76$; 95 %-KI=2,75 – 8,24) und höherem Alter ($OR=1,92$; 95 %-KI=1,40 – 2,62) wahrscheinlicher,

zudem bei vorliegendem Alkoholkonsum der Mutter ($OR=6,26$; 95 %-KI=2,02 – 19,43), der Peers ($OR=2,13$; 95 %-KI=1,32 – 3,44), Zigarettenkonsum der Peers ($OR=2,94$; 95 %-KI=1,80 – 4,80) sowie aktivem Mobbing im letzten halben Jahr ($OR=1,69$; 95 %-KI=1,15 – 2,48).

Die dritte Studie konnte ebenfalls drei latente Klassen ermitteln: Erstens, geringer Konsum (Baseline: 43 %; Follow-Up: 44 %), zweitens, hauptsächlich Alkoholkonsum (Baseline: 50 %; Follow-Up: 45 %) und drittens, multipler Konsum von Alkohol, Zigaretten und Cannabis (Baseline 7 %; Follow-Up: 11 %). Die erste Klasse war durch mittlere Wahrscheinlichkeiten für Alkoholkonsum und Rauchen charakterisiert, die zweite durch mittlere Wahrscheinlichkeit für Rauchen und hohe Wahrscheinlichkeiten für Alkoholkonsum und problematischen Alkoholkonsum. Die dritte Klasse wies hohe Wahrscheinlichkeiten für alle Indikatoren (Alkohol, Zigaretten, Cannabis, problematischer Konsum von Alkohol und Cannabis) auf.

Die Zuordnung zu multiplem Konsum beim Follow-Up war bei hohem beruflichen Baseline-Stress wahrscheinlicher ($OR=1,45$; 95 %-KI=1,07 – 1,96). Die Zugehörigkeit zu den latenten Klassen war zwischen den beiden Zeitpunkten weitgehend stabil, d. h. es fanden nur wenige Wechsel von einem Konsummuster zu einem anderen statt. Aus der latenten Klasse „geringer Konsum“ wechselten etwa 9 % zum hauptsächlich Alkoholkonsum und 2 % zum multiplen Konsum. In der Klasse „hauptsächlich Alkoholkonsum“ wechselten 8 % zu geringem Konsum und 10 % zum multiplen Konsum. Die letzte Klasse besaß die höchste Stabilität, hier reduzierten 2 % ihren Konsum zu geringem Konsum und 6 % auf hauptsächlich Alkohol.

6.4 Diskussion

Die Studien ergänzen die existierende Forschung um die Perspektive auf den multiplen Konsum in kritischen Lebensphasen deutscher Jugendlicher und junger Erwachsener. Die Ergebnisse stimmen in weiten Teilen mit Befunden früherer Forschung überein, allerdings werden klare Unterschiede zwischen Jugendlichen und jungen Erwachsenen deutlich, die Anlass für weitere Forschung bieten und eine kritische Reflexion der Forschungspraxis erfordern.

6.4.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Studien beleuchten die Bandbreite des multiplen Substanzkonsums anhand latenter Klassen in der bisherigen Forschung (Studie 1), zu Beginn der Pubertät (Studie 2) und der berufsschulischen Ausbildung (Studie 3).

Die in Studie 1 identifizierten Primärstudien weisen größtenteils hohe methodische Qualität auf; und obwohl sich die Operationalisierung des Substanzkonsums und die einbezogenen Prädiktoren zwischen den Studien deutlich unterscheiden, fallen die Ergebnisse für die latenten Klassen multiplen Konsums eher homogen aus. Ein Großteil der Jugendlichen und jungen Erwachsenen berichtet gar keinen oder nur gelegentlichen Konsum, an zweiter Stelle folgt der Konsum von Alkohol. Multiple Konsumenten bilden die kleinste Gruppe, die jedoch am stärksten mit negativ konnotierten Ereignissen wie schlechten Schulleistungen assoziiert ist. Der Konsum von Alkohol, Tabak und Cannabis bildet das populärste Muster multiplen Konsums und sollte daher im zukünftigen Umgang mit multiplem Konsum, sei es in Forschung, klinischer oder präventiver Praxis, unbedingt Beachtung finden. Als unstrittiger soziodemografischer Prädiktor für multiplen Konsum konnte höheres Alter der Befragten identifiziert werden. Im Einklang mit der Annahme, dass sich Muster regelmäßigen multiplen Konsums über die Zeit aus der Erfahrung, etwa komplementärer Wirkungen, heraus entwickeln (Boys et al., 2001; Boys & Marsden, 2003), wird deutlich, dass Prävention besonders im frühen Jugendalter ansetzen sollte, wenn der Konsum mehrheitlich gering oder höchstens experimentell ausgeprägt ist (siehe Studie 2). Darüber hinaus wird in der Übersichtsarbeit auch der Einfluss sozialer Faktoren deutlich, da sich konsistent positive Zusammenhänge zwischen multiplem Konsum und (singulärem) Konsum der Eltern und Freunde zeigen.

Dies bestätigen die Befunde aus Studie 2, die eine starke Assoziation zwischen dem Konsum der Eltern und Freunde und dem späteren multiplen Konsum offenbaren. Ebenso fällt auch der Schultyp auf, wonach Schülerinnen und Schüler, die kein Gymnasium besuchen, ein deutlich höheres Risiko aufweisen, mit Alkohol zu experimentieren oder sogar multiple Substanzen zu konsumieren als Gymnasiastinnen und Gymnasiasten. Eine mögliche Erklärung ist, dass Schülerinnen und Schüler, die kein Gymnasium besuchen, anfälliger für kurzfristige Stimulation (z. B. durch Substanzen) als langfristige, eher akademisch relevante Belohnungen (z. B. den Studienplatz) sind. Dies konnte in ähnlicher Form für Unterschiede zwischen beruflichen und allgemeinbildenden Schulen gezeigt werden (van Houtte, 2006). Eine weitere Erklärung ist die Verbreitung des Substanzkonsums: Der Anteil rauchender Schülerinnen und

Schüler in Schultypen wie Realschulen oder beruflichen Schulen ist höher als in Gymnasien (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, 2016), was sich im Sinne des Peer-Einflusses wiederum auf den eigenen Konsum der Befragten auswirken könnte, womit sich diese Schultypen unbedingt für gezielte Prävention und Forschung empfehlen.

In Studie 3, die Auszubildende bzw. Berufsschülerinnen und -schüler umfasst, ist ein stark ausgeprägter Substanzkonsum zu beobachten (rund 70 % berichten mindestens monatlichen Alkoholkonsum und etwa 50 % tägliches Rauchen), der multiple Konsum (Alkohol, Tabak, Cannabis) ist mit hohem Stresserleben assoziiert. In der Ausbildungspraxis sollte daher das Stressmanagement der Auszubildenden geschult werden, um negative Konsequenzen wie multiplen Substanzkonsum zu reduzieren. Da die Studie als einzige der drei hier vorgestellten einen expliziten Längsschnittansatz verfolgt, kann festgestellt werden, dass der multiple Konsum eine sehr hohe Stabilität aufweist (92 % der Konsumenten bleiben ihrem Muster treu), was angesichts der potentiellen negativen Konsequenzen bedenklich ist. In der weiteren Forschung sollte daher genauer untersucht werden, welche Faktoren für diese Stabilität (und die Veränderung) verantwortlich sind und sich möglicherweise beeinflussen lassen. Der präventiven Praxis ist angeraten, möglichst frühzeitig, vor Beginn eines stark ausgeprägten multiplen Konsums (in Studie 3 ist der Konsum von Alkohol und Cannabis jeweils auch als problematisch einzustufen) tätig zu werden und eine mögliche Eskalation des Konsums zu verhindern.

6.4.2 Stärken und Schwächen

Die systematische Übersichtsarbeit ist durch das Vorgehen nach PRISMA-Standard sehr transparent und nachvollziehbar gestaltet und bietet einen umfassenden Überblick über aktuelle Forschung zum multiplen Substanzkonsum in der Adoleszenz. Die detaillierte Darstellung der eingeschlossenen Studien und die akribische methodische Analyse sind weitere Stärken der Studie.

Problematisch ist die Heterogenität der eingeschlossenen Studien hinsichtlich Stichprobe, berücksichtigter Variablen und Operationalisierung des Konsums, insbesondere im Kontext der latenten Klassenanalyse als personenorientiertes Verfahren, deren Ergebnisse hochgradig stichprobensensitiv sind. Aus diesem Grund war auch die vergleichende Betrachtung der latenten Klassen mit anderen illegalen Substanzen als Cannabis nicht möglich,

was einen Vergleich mit anderen Studien und Übersichtsarbeiten zum multiplen Konsum von Erwachsenen erschwerte.

Die Studie zum multiplen Konsum in der frühen Adoleszenz stellt eine der ersten dar, die eine deutsche Stichprobe von Schülerinnen und Schülern mittels latenter Klassenanalyse untersucht. Die Prädiktion im Längsschnitt, die sehr große Stichprobe und die elaborierte Analyse als Mehrebenenmodell gewährleisteten eine hohe methodische Qualität der Studie und sprechen für die Robustheit der Befunde. Darüber hinaus wurden wichtige Einflussgrößen wie der Konsum der Eltern und Peers in der Analyse berücksichtigt und für die soziodemografischen Variablen Alter, Geschlecht und sozioökonomischer Status kontrolliert. Eine Schwäche der Studie ist der hohe Dropout (28 %) zwischen den Messzeitpunkten, da sich auf zentralen Variablen signifikante Unterschiede zwischen Dropout und Analysestichprobe zeigen. Zudem wurden die latenten Klassen nur zum zweiten Zeitpunkt ermittelt, sodass die Entwicklung des Konsumverhaltens nicht beobachtet werden konnte.

Die große Stärke der Studie zum multiplen Konsum Auszubildender besteht in der längsschnittlichen Gestaltung und der großen Stichprobe von Personen aus verschiedenen Ausbildungsbereichen. Gerade die Betrachtung von Auszubildenden beleuchtet eine in Deutschland bisher eher wenig berücksichtigte Gruppe in der Substanzkonsumforschung. Angelehnt an Befunde arbeits- und organisationspsychologischer Forschung werden zusätzlich zu zentralen soziodemografischen auch berufliche bzw. ausbildungsbezogene Merkmale berücksichtigt, die mit Substanzkonsum in Verbindung stehen. Die Erfassung dieser Konstrukte ist in der Studie z. T. problematisch, da beispielsweise die depressive Stimmung über eine Subskala des Brief Symptom Inventory nur innerhalb der letzten sieben Tage erfasst wurde. Die Stabilität dieser Angabe und der Assoziation mit dem Substanzkonsum ist angesichts des Untersuchungsintervalls von 18 Monaten daher fraglich.

Eine grundsätzliche Limitation, die allen drei Studien gemeinsam ist, besteht im kulturellen Rahmen: die beiden empirischen Studien wurden in Deutschland durchgeführt, sodass die Gesellschaftsstruktur, die kulturelle Bedeutung von Substanzen und der legale Rahmen für den Umgang mit diesen sich von anderen Ländern deutlich unterscheidet. Dies wurde besonders in der Übersichtsarbeit deutlich, bei dem beispielsweise der Faktor Ethnie oder Rasse in mehreren US-amerikanischen Studien signifikante Bedeutung zukam, was sich in dieser Form nicht in den empirischen Studien umsetzen ließ. Darüber hinaus stützen sich die Ergebnisse der empirischen Studien sowie die Befunde der in der Übersichtsarbeit

eingeschlossenen Primärstudien auf die Selbstbeobachtung der Befragten, sodass Verzerrungen durch Reaktivität oder Erinnerungseffekte in Kauf genommen werden müssen.

6.4.3 Fazit und Ausblick

Der multiple Konsum im Kindes- und Jugendalter sowie im jungen Erwachsenenalter erscheint hochgradig problematisch: Die hohe Stabilität des Konsums und das erhöhte Risiko für neurophysiologische Beeinträchtigungen, Erkrankungen und akademisches Versagen weisen auf die weitreichende Bedeutung des Verhaltens hin. Um die Entwicklung des Verhaltens nachvollziehen und Einflussfaktoren sowie Ansatzpunkte für präventive Arbeit identifizieren zu können, sind Längsschnittstudien erforderlich, die über die Adoleszenz hinweg das Konsumverhalten beobachten. Wünschenswert ist die Verknüpfung von subjektiven und objektiven Daten, um möglichst valide Ergebnisse zu erzielen. Überdies ist denkbar, vermehrt qualitative Untersuchungen zu fördern, um zu verstehen, warum bereits Jugendliche zu Beginn der Pubertät multiple Substanzen konsumieren und warum eine mutmaßlich hohe Stabilität des Verhaltens besteht – wie es zumindest bei jungen Erwachsenen beobachtet werden konnte.

Die latente Klassenanalyse bietet sich als personenorientierte, probabilistische Methode an, um das Verhalten und die Entwicklung über die Zeit flexibel zu modellieren und beispielsweise über Transitionen Veränderungen gezielt sichtbar zu machen, und potentielle Einflussfaktoren oder Konsequenzen hernach statistisch auf ihre Relevanz zu prüfen.

Für den Praxiskontext bieten die latenten Klassen des (multiplen) Konsums einen sinnvollen Anhaltspunkt, um für klinische oder präventive Interventionen relevante Gruppen zu identifizieren. Die Bedeutung der sozialen Komponente für die Entwicklung des multiplen Konsums unterstreicht die Notwendigkeit umfassender Ansätze, die neben den Betroffenen auch Familien und Freunde im Blick behalten. Die herausragende Präsenz von Alkohol unter den konsumierten Substanzen, sowohl im singulären als auch im multiplen Konsum, legt den Schluss nahe, dass ihm in der Entwicklung eine besondere Rolle zukommt. Daher sollte der Alkoholkonsum soweit wie möglich berücksichtigt werden, sei es in Diagnostik, Beratung oder Intervention.

Zusammenfassend sollte dem Phänomen multipler Substanzkonsum größere Aufmerksamkeit zu teil werden und gerade die Forschung sollte dabei Standards entwickeln, die kulturübergreifende Vergleiche, die Untersuchung kausaler Zusammenhänge und die

Dokumentation der Entstehung und des Verlaufs zulassen. Angesichts steigender Prävalenzen für neuartige Produkte wie E-Zigaretten oder Neue Psychoaktive Substanzen, die etwa über das Internet legal zu erwerben sind, sollten diese unbedingt berücksichtigt und ihr Einfluss auf die Entwicklung des Konsums anderer Substanzen wie Alkohol oder Cannabis beobachtet werden. Außerdem erlaubt die Untersuchung mit latenten Klassenmodellen die flexible Modellierung von Drittvariablen, sodass Risikofaktoren, Mediatoren oder Moderatoren für das Konsumverhalten eingehend geprüft werden können.

Die im Laufe der Adoleszenz und im jungen Erwachsenenalter hohen Konsumraten für einzelne Substanzen wie Alkohol, lassen darauf schließen, dass der Anteil – bisher nur unzureichend erfasster – multipler Konsumenten hoch ist. In Anbetracht der möglichen Folgen ist die präventive Praxis, besonders im jeweiligen Lebensumfeld wie Schule oder Berufsschule, verstärkt zu Bewusstseinsbildung und Handeln aufgerufen.

7 Kurzzusammenfassung in Englisch (Abstract)

Background. Substance use is a highly relevant issue in human development – first encounters with substances like alcohol or tobacco often occur in early adolescence and grow into more elaborate use patterns that prevail into early adulthood. On the one hand, this development seems to be normative in most cultures, and it serves functional purposes, such as forming one’s identity and learning adult behavior. On the other hand, substances like alcohol are detrimental to health, and hazardous use is connected to increased risks for accidents, antisocial behavior, and long-term sequelae. While most research focuses on single substances like alcohol or tobacco, studies on polysubstance use are scarce or limited to specific populations, e.g. at-risk youth. Also, most studies stem from the United States, although legislation and cultural infrastructure differ with other countries like Germany. Moreover, recent surveys reveal a high prevalence of single substance use, suggesting a heretofore underestimated proportion of polysubstance users in the general population. Therefore, an overview of existing research on polysubstance use in adolescents and young adults will be presented. In addition, two observational studies will provide a closer look at polysubstance use in early and late adolescence in Germany. In all three studies, predictors of polysubstance use will be investigated.

Methods. A systematic review was conducted, based on a systematic search of three electronic databases according to the PRISMA statement. The review focused on latent classes of polysubstance use in adolescence (10-19 years). Polysubstance use in early adolescence was investigated in a longitudinal sample of 2,490 students ($M_{age}=13.32$, $SD=0.57$; 51 % male) via multilevel latent class models. Substance use at follow-up (fall 2013) assessment was predicted by baseline values (fall 2010). Late adolescents’ polysubstance use was examined in 5,214 vocational students ($M_{age}=19.39$, $SD=3.92$; 54 % male) via latent transition analysis. Transitions in substance use were investigated between 2012 and 2014. All three studies relied on latent class models of polysubstance use and investigated predictors of polysubstance use via multinomial logistic regressions.

Results. The systematic review identified 23 studies on polysubstance use of mostly good methodological quality. In most studies, substance use was described by three to four latent classes (no use; single substance use, mostly alcohol; polysubstance use; advanced use) with polysubstance classes being the smallest ones in general samples. Among polysubstance use

classes, a combination of alcohol, tobacco, and cannabis was the most common one. Advanced use comprised additional substances, such as inhalants or MDMA. Regarding predictors of use, polysubstance use was associated with higher age, higher parental and peer substance use, and poor academic performance across studies. Effects of other predictors were either heterogeneous or only investigated in single studies. In the sample of early adolescents, polysubstance use was also characterized by three latent classes (non-users, experimenters, multiusers) with polysubstance use (alcohol, binge drinking, and cigarettes) being the smallest one. Polysubstance use was associated with parental and peer substance use, higher age, bullying, and lower socio-economic status. Among late adolescents, the analysis resulted in three latent classes (low users, alcohol users, polysubstance users). Polysubstance users represented the smallest class, and reported significantly higher baseline stress than low users. All classes were rather stable with small transition rates (2% to 10%) between classes over time. However, polysubstance users had the highest stability with 92% of the baseline sample remaining in their latent class at follow-up.

Discussion and conclusion. Polysubstance use in adolescence is a highly relevant topic that requires further attention. While only a small proportion of adolescents seem to practice polysubstance use, their use patterns seem to be quite elaborate, e.g. concurrent use of alcohol and tobacco in early adolescence. Moreover, polysubstance use is associated with elevated health risks, and social disadvantages, such as low socio-economic status. Social influences, such as peer and parental substance use are also strongly connected to polysubstance use. Thus, preventive efforts should be targeted towards socially disadvantaged adolescents, and include parents and peers. As longitudinal models revealed a high stability of polysubstance use, future research should focus on the developmental aspects of polysubstance use throughout adolescence to identify key factors of this transition. Also, with an increase of potentially harmful substance-related products, such as e-cigarettes, research needs to study the associations between these products and polysubstance use, for example, by investigating gateway models. Finally, latent class models provided reliable and highly sensitive estimations of substance use, and should thus be considered for other health behaviors, as well, particularly in the area of adolescent health.

8 Literaturverzeichnis

- Abbott, A. (2005). Physiology: An end to adolescence. *Nature*, 433 (7021), 27.
- Agrawal, A., Lynskey, M. T., Madden, P. A. F., Bucholz, K. K. & Heath, A. C. (2007). A latent class analysis of illicit drug abuse/dependence: results from the National Epidemiological Survey on Alcohol and Related Conditions. *Addiction*, 102 (1), 94-104.
- Amos, A., Wiltshire, S., Bostock, Y., Haw, S. & McNeill, A. (2004). 'You can't go without a fag ... you need it for your hash' - a qualitative exploration of smoking, cannabis and young people. *Addiction*, 99 (1), 77-81.
- Anderson, K. G., Ramo, D. E., Cummins, K. M. & Brown, S. A. (2010). Alcohol and drug involvement after adolescent treatment and functioning during emerging adulthood. *Drug and Alcohol Dependence*, 107 (2/3), 171-181.
- Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood. A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55 (5), 469-480.
- Arnett, J. J. (2005). The Developmental Context of Substance use in Emerging Adulthood. *Journal of Drug Issues*, 35 (2), 235-254.
- Auerbach, K. J. & Collins, L. M. (2006). A Multidimensional Developmental Model of Alcohol Use During Emerging Adulthood. *Journal of Studies on Alcohol*, 67 (6), 917-925.
- Barnes, A. J. & Zimmerman, F. J. (2013). Associations of occupational attributes and excessive drinking. *Social Science & Medicine*, 92, 35-42.
- Barrett, S. P., Darredeau, C. & Pihl, R. O. (2006). Patterns of simultaneous polysubstance use in drug using university students. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 21 (4), 255-263.
- Baumrind, D. (1987). A developmental perspective on adolescent risk taking in contemporary America. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 1987 (37), 93-125.
- Beaglehole, R., Bonita, R., Horton, R., Adams, C., Alleyne, G., Asaria, P. et al. (2011). Priority actions for the non-communicable disease crisis. *Lancet*, 377 (9775), 1438-1447.
- Beseler, C. L., Taylor, L. A., Kraemer, D. T. & Leeman, R. F. (2012). A Latent Class Analysis of DSM-IV Alcohol Use Disorder Criteria and Binge Drinking in Undergraduates. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 36 (1), 153-161.
- Bickel, P. J. (2001). *Mathematical Statistics. 2nd ed.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Bingenheimer, J. B. & Raudenbush, S. W. (2004). Statistical and substantive inferences in public health: issues in the application of multilevel models. *Annual Review of Public Health, 25*, 53-77.
- Bischof, G., Reinhardt, S., Grothues, J., Meyer, C., John, U. & Rumpf, H. J. (2007). Development and Evaluation of a Screening Instrument for Alcohol-Use Disorders and At-Risk Drinking: The Brief Alcohol Screening Instrument for Medical Care (BASIC). *Journal of Studies on Alcohol and Drugs, 68* (4), 607-614.
- Bostwick, J. M. (2012). Blurred Boundaries: The Therapeutics and Politics of Medical Marijuana. *Mayo Clinic Proceedings, 87* (2), 172-186.
- Boys, A. & Marsden, J. (2003). Perceived functions predict intensity of use and problems in young polysubstance users. *Addiction, 98* (7), 951-963.
- Boys, A., Marsden, J. & Strang, J. (2001). Understanding reasons for drug use amongst young people: a functional perspective. *Health Education Research, 16* (4), 457-469.
- Brook, D. W., Brook, J. S., Zhang, C., Cohen, P. & Whiteman, M. (2002). Drug use and the risk of major depressive disorder, alcohol dependence, and substance use disorders. *Archives of General Psychiatry, 59* (11), 1039-1044.
- Brown, S. A., McGue, M., Maggs, J., Schulenberg, J., Hingson, R., Swartzwelder, S. et al. (2008). A Developmental Perspective on Alcohol and Youths 16 to 20 Years of Age. *Pediatrics, 121* (4), 290-310.
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. (2014). *Der Alkoholkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland 2012. Ergebnisse einer aktuellen Repräsentativbefragung und Trends*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. (2015a). *Der Alkoholkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland 2014. Ergebnisse einer aktuellen Repräsentativbefragung und Trends*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. (2015b). *Der Cannabiskonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland 2014. Ergebnisse einer aktuellen Repräsentativbefragung und Trends*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. (2015c). *Rauchen bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen in Deutschland 2014. Ergebnisse einer aktuellen Repräsentativbefragung und Trends*. Köln.

- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. (2016). *Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2015. Rauchen, Alkoholkonsum und Konsum illegaler Drogen: aktuelle Verbreitung und Trends*. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- Callaghan, R. C., Allebeck, P. & Sidorchuk, A. (2013). Marijuana use and risk of lung cancer: a 40-year cohort study. *Cancer Causes & Control*, 24 (10), 1811-1820.
- Chapman, S. L. C. & Wu, L.-T. (2014). E-cigarette prevalence and correlates of use among adolescents versus adults: a review and comparison. *Journal of Psychiatric Research*, 54, 43-54.
- Chung, H., Park, Y. S. & Lanza, S. T. (2005). Latent transition analysis with covariates: pubertal timing and substance use behaviours in adolescent females. *Statistics in Medicine*, 24 (18), 2895-2910.
- Chung, T., Kim, K. H., Hipwell, A. E. & Stepp, S. D. (2013). White and Black Adolescent Females Differ in Profiles and Longitudinal Patterns of Alcohol, Cigarette, and Marijuana Use. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27 (4), 1110-1121.
- Clarke, P. (2008). When can group level clustering be ignored? Multilevel models versus single-level models with sparse data. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62 (8), 752-758.
- Cohen, P., Kasen, S., Chen, H., Hartmark, C. & Gordon, K. (2003). Variations in patterns of developmental transmissions in the emerging adulthood period. *Developmental Psychology*, 39 (4), 657-669.
- Collins, L. M. & Lanza, S. T. (2009). The Relation Between the Latent Variable and Its Indicators. In L. M. Collins & S. T. Lanza (Eds.), *Latent Class and Latent Transition Analysis: With Applications in the Social, Behavioral, and Health Sciences* (pp. 49-76) Hoboken, NJ: Wiley & Sons.
- Collins, R. L., Ellickson, P. L. & Bell, R. M. (1998). Simultaneous polydrug use among teens: prevalence and predictors. *Journal of Substance Abuse*, 10 (3), 233-253.
- Connell, C. M., Gilreath, T. D., Aklin, W. M. & Brex, R. A. (2010). Social-ecological influences on patterns of substance use among non-metropolitan high school students. *American Journal of Community Psychology*, 45 (1), 36-48.
- Connell, C. M., Gilreath, T. D. & Hansen, N. B. (2009). A Multiprocess Latent Class Analysis of the Co-Occurrence of Substance Use and Sexual Risk Behavior Among Adolescents. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 70 (6), 943-951.

- Connor, J. P., Gullo, M. J., Chan, G., Young, R. M., Hall, W. D. & Feeney, G. F. X. (2013). Polysubstance use in cannabis users referred for treatment: Drug use profiles, psychiatric comorbidity and cannabis-related beliefs. *Frontiers in Psychiatry*, 4 (79).
- Connor, J. P., Gullo, M. J., White, A. & Kelly, A. B. (2014). Polysubstance use: diagnostic challenges, patterns of use and health. *Current Opinion in Psychiatry*, 27 (4), 269-275.
- Cranford, J., McCabe, S. & Boyd, C. (2013). Adolescents' nonmedical use and excessive medical use of prescription medications and the identification of substance use subgroups. *Addictive Behaviors*, 38 (11), 2768-2771.
- Danielsson, A. K., Agardh, E., Hemmingsson, T., Allebeck, P. & Falkstedt, D. (2014). Cannabis use in adolescence and risk of future disability pension: A 39-year longitudinal cohort study. *Drug and Alcohol Dependence*, 143, 239-243.
- Del Boca, F. K. & Darkes, J. (2003). The validity of self-reports of alcohol consumption: state of the science and challenges for research. *Addiction*, 98 Suppl 2, 1-12.
- Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V. (2016). *Jahrbuch Sucht 2016*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Dierker, L. C., Vesel, F., Sledjeski, E. M., Costello, D. & Perrine, N. (2007). Testing the dual pathway hypothesis to substance use in adolescence and young adulthood. *Drug and Alcohol Dependence*, 87 (1), 83-93.
- Diestelkamp, S., Arnaud, N. & Thomasius, R. (2014). Alkohol im Kindes- und Jugendalter: Epidemiologie, Früherkennung und Behandlung schädlicher Konsummuster. *Pädiatrie up2date*, 9 (1), 15-37.
- Dolcini, M. M., Adler, N. E., Lee, P. & Bauman, K. E. (2003). An assessment of the validity of adolescent self-reported smoking using three biological indicators. *Nicotine and Tobacco Research*, 5 (4), 473-483.
- Donovan, J. E. & Molina, B. S. (2008). Children's introduction to alcohol use: sips and tastes. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 32 (1), 108-119.
- Donovan, J. E. & Molina, B. S. (2013). Types of Alcohol Use Experience From Childhood Through Adolescence. *Journal of Adolescent Health*, 53 (4), 453-459.
- Eisenberg, M., Toumbourou, J., Catalano, R. & Hemphill, S. (2014). Social Norms in the Development of Adolescent Substance Use: A Longitudinal Analysis of the International Youth Development Study. *Journal of Youth & Adolescence*, 43 (9), 1486-1497.

- Fernández-Calderón, D., Fernández, F., Ruiz-Curado, S., Verdejo-García, A. & Lozano, Ó. M. (2015). Profiles of substance use disorders in patients of therapeutic communities: Link to social, medical and psychiatric characteristics. *Drug and Alcohol Dependence*, 149, 31-39.
- Flammer, A. & Alsaker, F. D. (2002). *Entwicklungspsychologie der Adoleszenz*. Bern: Huber.
- Gilreath, T. D., Astor, R. A., Estrada, J. N., Benbenishty, R. & Unger, J. B. (2014). School victimization and substance use among adolescents in California. *Prevention Science*, 15 (6), 897-906.
- Gilreath, T. D., Astor, R. A., Estrada, J. N., Johnson, R. M., Benbenishty, R. & Unger, J. B. (2015). Substance Use Among Adolescents in California: A Latent Class Analysis. *Substance Use and Misuse*, 49 (1/2), 116-123.
- Gore, F. M., Bloem, P. J. N., Patton, G. C., Ferguson, J., Joseph, V., Coffey, C. et al. (2011). Global burden of disease in young people aged 10-24 years: a systematic analysis. *Lancet*, 377 (9783), 2093-2102.
- Graham, J. W., Collins, L. M., Wugalter, S. E., Chung, N. K. & Hansen, W. B. (1991). Modeling transitions in latent stage-sequential processes: A substance use prevention example. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59 (1), 48-57.
- Hagenaars, J. A. & McCutcheon, A. L. (2002). *Applied latent class analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hanke, M., Ulbricht, S., Freyer-Adam, J., John, U., Meyer, C. & Haug, S. (2013). Tabakrauchen und Alkoholkonsum bei Auszubildenden an beruflichen Schulen in Vorpommern. *Gesundheitswesen*, 75 (4), 216-224.
- Hansen, J., Hanewinkel, R., Maruska, K. & Isensee, B. (2011). The 'Eigenständig werden' prevention trial: a cluster randomised controlled study on a school-based life skills programme to prevent substance use onset. *BMJ Open*, 1 (2), e000352.
- Hansen, W. B., Collins, L. M., Malotte, C. K., Johnson, C. A. & Fielding, J. E. (1985). Attrition in prevention research. *Journal of Behavioral Medicine*, 8 (3), 261-275.
- Havighurst, R. J. (1953). *Human development and education*. New York: Longmans & Green.
- Henry, K. L. & Muthén, B. (2010). Multilevel Latent Class Analysis: An Application of Adolescent Smoking Typologies with Individual and Contextual Predictors. *Structural Equation Modeling*, 17 (2), 193-215.
- Henry, K. L. & Slater, M. D. (2007). The Contextual Effect of School Attachment on Young Adolescents' Alcohol Use. *Journal of School Health*, 77 (2), 67-74.

- Henry, K. L., Stanley, L. R., Edwards, R. W., Harkabus, L. C. & Chapin, L. A. (2009). Individual and Contextual Effects of School Adjustment on Adolescent Alcohol Use. *Prevention Science, 10* (3), 236-247.
- Hertel, A. W. & Mermelstein, R. J. (2012). Smoker Identity and Smoking Escalation Among Adolescents. *Health Psychology, 31* (4), 467-475.
- Hingson, R. W., Heeren, T. & Winter, M. R. (2006). Age at drinking onset and alcohol dependence: age at onset, duration, and severity. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine, 160* (7), 739-746.
- Hingson, R. W. & Zha, W. (2009). Age of drinking onset, alcohol use disorders, frequent heavy drinking, and unintentionally injuring oneself and others after drinking. *Pediatrics, 123* (6), 1477-1484.
- Hox, J. J. & Bechger, T. M. (1998). An introduction to structural equation modeling. *Family Science Review, 11*, 354-373.
- Isensee, B., Hansen, J., Maruska, K. & Hanewinkel, R. (2014). Effects of a school-based prevention programme on smoking in early adolescence: a 6-month follow-up of the 'Eigenständig werden' cluster randomised trial. *BMJ Open, 4* (1), e004422.
- Jackson, K. M., Barnett, N. P., Colby, S. M. & Rogers, M. L. (2015). The Prospective Association Between Sipping Alcohol by the Sixth Grade and Later Substance Use. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs, 76* (2), 212-221.
- Kaminski, A., Nauerth, A. & Pfefferle, P. I. (2008). Gesundheitszustand und Gesundheitsverhalten von Auszubildenden im ersten Lehrjahr - Erste Ergebnisse einer Befragung in Bielefelder Berufskollegs. *Gesundheitswesen, 70* (1), 38-46.
- Kandel, D. B. (2002). *Stages and pathways of drug involvement: Examining the gateway hypothesis*. Cambridge: University Press.
- Kandel, D. B., Yamaguchi, K. & Chen, K. (1992). Stages of progression in drug involvement from adolescence to adulthood: further evidence for the gateway theory. *Journal of Studies on Alcohol, 53* (5), 447-457.
- Kelly, A. B., Evans-Whipp, T. J., Smith, R., Chan, G. C. K., Toumbourou, J. W., Patton, G. C. et al. (2015). A longitudinal study of the association of adolescent polydrug use, alcohol use and high school non-completion. *Addiction, 110* (4), 627-635.
- Kirkcaldy, B. D., Siefen, G., Surall, D. & Bischoff, R. J. (2004). Predictors of drug and alcohol abuse among children and adolescents. *Personality and Individual Differences, 36*, 247-265.
- Kohan, A. & O'Connor, B. P. (2002). Police Officer Job Satisfaction in Relation to Mood, Well-Being, and Alcohol Consumption. *Journal of Psychology, 136* (3), 307-18.

- Kong, G. & Bergman, A. (2010). A motivational model of alcohol misuse in emerging adulthood. *Addictive Behaviors*, 35 (10), 855-860.
- Kuntsche, E., Rossow, I., Simons-Morton, B., Bogt, T. T., Kokkevi, A. & Godeau, E. (2013). Not early drinking but early drunkenness is a risk factor for problem behaviors among adolescents from 38 European and north american countries. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 37 (2), 308-314.
- Kuntz, B. & Lampert, T. (2013a). Educational differences in smoking among adolescents in Germany: what is the role of parental and adolescent education levels and intergenerational educational mobility? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10 (7), 3015-3032.
- Kuntz, B. & Lampert, T. (2013b). Wie gesund leben Jugendliche in Deutschland? Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Gesundheitswesen*, 75 (2), 67-76.
- Lampert, T., Kuntz, B. & KIGGS Study Group. (2014). Tabak- und Alkoholkonsum bei 11- bis 17-jährigen Jugendlichen Ergebnisse der KiGGS-Studie - Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 57 (7), 830-839.
- Lanza, S. T., Patrick, M. E. & Maggs, J. L. (2010). Latent Transition Analysis: Benefits of a Latent Variable Approach to Modeling Transitions in Substance Use. *Journal of Drug Issues*, 40 (1), 93-120.
- Lanza, S. T. & Rhoades, B. L. (2013). Latent Class Analysis: An Alternative Perspective on Subgroup Analysis in Prevention and Treatment. *Prevention Science*, 14 (2), 157-168.
- Laska, M. N., Pasch, K. E., Lust, K., Story, M. & Ehlinger, E. (2009). Latent Class Analysis of Lifestyle Characteristics and Health Risk Behaviors among College Youth. *Preventive Science*, 10 (4), 376-386.
- Lewis, M. A., Litt, D. M., Blayney, J. A., Lostutter, T. W., Granato, H., Kilmer, J. R. et al. (2011). They Drink How Much and Where? Normative Perceptions by Drinking Contexts and Their Association to College Students' Alcohol Consumption. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 72 (5), 844-853.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P. et al. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6 (7), e1000100.
- Lindeman, K., Kugler, J. & Klewe, J. (2011). Zigaretten-, Alkohol- und Drogenkonsum allein und in Kombination bei Auszubildenden in Gesundheitsfachberufen. *Pflegewissenschaft*, 13 (6), 373-376.

- Liu, X. C., Keyes, K. M. & Guohua, L. (2014). Work stress and alcohol consumption among adolescents: moderation by family and peer influences. *BMC Public Health*, 14 (1), 1172-1185.
- Luo, J., Agle, J., Hendryx, M., Gassman, R. & Lohrmann, D. (2015). Risk Patterns Among College Youth: Identification and Implications for Prevention and Treatment. *Health Promotion Practice*, 16 (1), 132-141.
- Lynskey, M. T., Agrawal, A., Bucholz, K. K., Nelson, E. C., Madden, P. A. F., Todorov, A. et al. (2006). Subtypes of Illicit Drug Users: A Latent Class Analysis of Data From an Australian Twin Sample. *Twin Research and Human Genetics*, 9 (4), 523-530.
- Maldonado-Molina, M. M. & Lanza, S. T. (2010). A Framework to Examine Gateway Relations in Drug Use: An Application of Latent Transition Analysis. *Journal of Drug Issues*, 40 (4), 901-924.
- Marston, C. & King, E. (2006). Factors that shape young people's sexual behaviour: a systematic review. *Lancet*, 368 (9547), 1581-1586.
- Mathers, C. D. & Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*, 3 (11), e442.
- Mathers, M., Toumbourou, J. W., Catalano, R. F., Williams, J. & Patton, G. C. (2006). Consequences of youth tobacco use: a review of prospective behavioural studies. *Addiction*, 101 (7), 948-958.
- Mathur, C., Erickson, D. J., Stigler, M. H., Forster, J. L. & Finnegan, J. (2013). Individual and neighborhood socioeconomic status effects on adolescent smoking: a multilevel cohort-sequential latent growth analysis. *American Journal of Public Health*, 103 (3), 543-8.
- McGue, M., Lacono, W. M., Legrand, L. N., Malone, S. & Elkins, I. (2001). Origins and consequences of age at first drink. I. Associations with substance-use disorders, disinhibitory behavior and psychopathology, and P3 amplitude. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 25 (8), 1156-1165.
- Meier, M. H., Hill, M. L., Small, P. J. & Luthar, S. S. (2015). Associations of adolescent cannabis use with academic performance and mental health: A longitudinal study of upper middle class youth. *Drug and Alcohol Dependence*, 156, 207-212.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6 (7), e1000097.

- Morean, M. E., Kong, G., Camenga, D. R., Cavallo, D. A. & Krishnan-Sarin, S. (2015). High School Students' Use of Electronic Cigarettes to Vaporize Cannabis. *Pediatrics*, 136 (4), 611-616.
- Morley, K. I., Lynskey, M. T., Moran, P., Borschmann, R. & Winstock, A. R. (2015). Polysubstance use, mental health and high-risk behaviours: Results from the 2012 Global Drug Survey. *Drug and Alcohol Review*, 34 (4), 427-437.
- Moss, H. B., Chen, C. M. & Yi, H. (2014). Early adolescent patterns of alcohol, cigarettes, and marijuana polysubstance use and young adult substance use outcomes in a nationally representative sample. *Drug and Alcohol Dependence*, 136, 51-62.
- National Institute on Drug Abuse (1997). *The Validity of Self-Reported Drug Use: Improving the Accuracy of Survey Estimates*. Bethesda, MD: U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health.
- Neighbors, C., Dillard, A. J., Lewis, M. A., Bergstrom, R. L. & Neil, T. A. (2006). Normative misperceptions and temporal precedence of perceived norms and drinking. *Journal of Studies on Alcohol*, 67 (2), 290-299.
- Newcomb, M. E., Ryan, D., Greene, G., Garofalo, R. & Mustanski, B. (2014). Prevalence and patterns of smoking, alcohol use, and illicit drug use in young men who have sex with men. *Drug and Alcohol Dependence*, 141, 65-71.
- Nylund, K. L., Asparouhov, T. & Muthén, B. O. (2007). Deciding on the Number of Classes in Latent Class Analysis and Growth Mixture Modeling: A Monte Carlo Simulation Study. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14 (4), 535-569.
- Oerter, R. & Dreher, E. (1995). Jugendalter. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (3 Aufl., S. 310-395). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Patrick, D. L., Cheadle, A., Thompson, D. C., Diehr, P., Koepsell, T. & Kinne, S. (1994). The validity of self-reported smoking: a review and meta-analysis. *American Journal of Public Health*, 84 (7), 1086-1093.
- Quek, L. H., Chan, G. C. K., White, A., Connor, J. P., Baker, P. J., Saunders, J. B. et al. (2013). Concurrent and simultaneous polydrug use: latent class analysis of an Australian nationally representative sample of young adults. *Frontiers In Public Health*, 1, 61.
- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Reboussin, B. A., Song, E. Y., Shrestha, A., Lohman, K. K. & Wolfson, M. (2006). A latent class analysis of underage problem drinking: Evidence from a community sample of 16-20 year olds. *Drug and Alcohol Dependence*, 83 (3), 199-209.

- Riehm, K. S., Stephens, R. L. & Schurig, M. L. (2009). Substance Use Patterns and Mental Health Diagnosis Among Youth in Mental Health Treatment: A Latent Class Analysis. *Journal of Psychoactive Drugs*, 41 (4), 363-368.
- Sawyer, S. M., Afifi, R. A., Bearinger, L. H., Blakemore, S. J., Dick, B., Ezeh, A. C. et al. (2012). Adolescence: a foundation for future health. *Lancet*, 379 (9826), 1630-1640.
- Shin, S. H. (2012). A Longitudinal Examination of the Relationships between Childhood Maltreatment and Patterns of Adolescent Substance Use among High-Risk Adolescents. *American Journal on Addictions*, 21 (5), 453-461.
- Shin, S. H., Hong, H. G. & Hazen, A. L. (2010). Childhood sexual abuse and adolescent substance use: A latent class analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, 109 , 226-235.
- Siddiqui, O., Flay, B. R. & Hu, F. B. (1996). Factors affecting attrition in a longitudinal smoking prevention study. *Preventive Medicine*, 25 (5), 554-560.
- Simons-Morton, B. G. (2007). Social influences on adolescent substance use. *American Journal of Health Behavior*, 31 (6), 672-684.
- Singh, T., Arrazola, R. A., Corey, C. G., Husten, C. G., Neff, L. J., Homa, D. M. et al. (2016). Tobacco Use Among Middle and High School Students — United States, 2011–2015. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65, 361-367.
- Smolkowski, K., Biglan, A., Dent, C. & Seeley, J. (2006). The multilevel structure of four adolescent problems. *Prevention Science*, 7 (3), 239-256.
- Snyder, S. M. & Smith, R. E. (2014). Do Physical Abuse, Depression, and Parental Substance Use Influence Patterns of Substance Use Among Child Welfare Involved Youth? Substance Use Misuse. *Substance Use & Misuse*, 50 (2), 226-235.
- Spear, L. P. (2000). The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24 (4), 417-463.
- Stefanis, N. C., Dragovic, M., Power, B. D., Jablensky, A., Castle, D. & Morgan, V. A. (2014). The effect of drug use on the age at onset of psychotic disorders in an Australian cohort. *Schizophrenia Research*, 156 (2-3), 211-216.
- Steinberg, L. (2008). A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Developmental Review*, 28 (1), 78-106.
- Steinberg, L. (2010). A behavioral scientist looks at the science of adolescent brain development. *Brain and Cognition*, 72 (1), 160-164.
- Steiner, S., Baumeister, S. E. & Kraus, L. (2008). Severity of Dependence Scale - Establishing a cut- off point for cannabis dependence in the German adult population. *Sucht*, 54 (1), 47-56.

- Stewart-Knox, B. J., Sittlington, J., Rugkasa, J., Harrisson, S., Treacy, M. & Abaunza, P. S. (2005). Smoking and peer groups: Results from a longitudinal qualitative study of young people in Northern Ireland. *British Journal of Social Psychology*, 44 (3), 397-414.
- Townsend, L., Flisher, A. J. & King, G. (2007). A Systematic Review of the Relationship between High School Dropout and Substance Use. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 10 (4), 295-317.
- Treur, J. L., Willemsen, G., Bartels, M., Geels, L. M., van Beek, J. H. D. A., Huppertz, C. et al. (2015). Smoking During Adolescence as a Risk Factor for Attention Problems. *Biological Psychiatry*, 78 (9), 656-663.
- U.S. Department of Health and Human Services (2014). *The health consequences of smoking – 50 years of progress: a report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- van Houtte, M. (2006). School type and academic culture: evidence for the differentiation-polarization theory. *Journal of Curriculum Studies*, 38 (3), 273-292.
- Wanner, B., Vitaro, F., Ladouceur, R., Brendgen, M. & Tremblay, R. E. (2006). Joint trajectories of gambling, alcohol and marijuana use during adolescence: A person- and variable-centered developmental approach. *Addictive Behaviors*, 31 (4), 566-580.
- Wells, G. A., Shea, B., O'Connell, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M. et al. (2014). *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for Assessing the Quality of Nonrandomized Studies in Meta-Analyses*. Zugriff am 20.09.2016 unter http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
- Whelan, R., Watts, R., Orr, C. A., Althoff, R. R., Artiges, E., Banaschewski, T. et al. (2014). Neuropsychosocial profiles of current and future adolescent alcohol misusers. *Nature*, 512 (7513), 185-189.
- White, A., Chan, G. C. K., Quek, L. H., Connor, J. P., Saunders, J. B., Baker, P. et al. (2013). The topography of multiple drug use among adolescent Australians: Findings from the National Drug Strategy Household survey. *Addictive Behaviors*, 38 (4), 2068-2073.
- Wiltshire, S., Amos, A., Haw, S. & McNeill, A. (2005). Image, context and transition: smoking in mid-to-late adolescence. *Journal of Adolescence*, 28, 603-617.
- World Health Organisation. (1993). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders. Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Genf: WHO.
- World Health Organisation. (2014). *Global status report on alcohol and health 2014*. Genf: WHO.

Wu, L.-T., Schlenger, W. & Galvin, D. M. (2003). The relationship between employment and substance use among students aged 12 to 17. *Journal of Adolescent Health*, 32 (1), 5-15.

9 Anhang

Anhang A. Übersicht der Eigenanteile des Autors an den vorgelegten Manuskripten

Anhang B. Lebenslauf des Autors

Anhang A. Übersicht der Eigenanteile des Autors an den vorgelegten Manuskripten

	Manuskript 1	Manuskript 2	Manuskript 3
Konzept und Design/ Idee für die Studie	xxx	xxx	xxx
Datenerhebung	xxx	x	x
Datenanalyse	xxx	xxx	xxx
Interpretation der Daten	xxx	xxx	xxx
Erstfassung des Manuskripts	xxx	xxx	xxx
Kritische Revision	xx	xx	xx
Verantwortung für die Endversion	xx	xx	xx

Anmerkungen. 0 – nicht zutreffend; x – keine Mitarbeit; xx – gemeinsam mit Koautoren durchgeführt; xxx – hauptverantwortlich und selbstständig durchgeführt

Manuskript 1:

Tomczyk, S., Isensee, B. & Hanewinkel, R. (2016). Latent classes of polysubstance use among adolescents – a systematic review. *Drug and Alcohol Dependence*, 160, 12-29.
doi: 10.1016/j.drugalcdep.2015.11.035

Manuskript 2:

Tomczyk, S., Hanewinkel, R. & Isensee, B. (2015). Multiple substance use patterns in adolescents—A multilevel latent class analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, 155, 208-214.
doi: 10.1016/j.drugalcdep.2015.07.016

Manuskript 3:

Tomczyk, S., Pedersen, A., Hanewinkel, R., Isensee, B. & Morgenstern, M. (2016). Polysubstance use patterns and trajectories in vocational students – A latent transition analysis. *Addictive Behaviors*, 58, 136-141.
doi: 10.1016/j.addbeh.2016.02.027

Anhang B. Lebenslauf des Autors

Samuel Tomczyk

geb. 21.10.1989 in Göttingen

Nationalität: deutsch

Schulische und universitäre Ausbildung

07/2015 – 02/2017 **Promotion (Dr. phil.) in der Abteilung für Klinische Psychologie und Psychotherapie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

Dissertation: Multipler Substanzkonsum bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen – Konsummuster, Verlauf und Einflussfaktoren

10/2012 – 01/2015 **Master of Science in Psychologie (Kognitionspsychologie, Lernen und Arbeiten) an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

Abteilung der Masterarbeit: Arbeits- und Organisationspsychologie
Masterarbeit: Multi-Center-Studie zur Auswirkung interdisziplinärer Teamarbeit auf die Patientenzufriedenheit in der medizinischen Rehabilitation

10/2009 – 08/2012 **Bachelor of Science in Psychologie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

Abteilung der Bachelorarbeit: Arbeits- und Organisationspsychologie
Bachelorarbeit: Erstellung eines Fragebogens zur Erhebung thermischer Energie in Unternehmen – am Beispiel von Projektteams

09/2002 – 05/2009 **Felix-Klein-Gymnasium, Göttingen**

Abitur