



Armut hinterlässt ihre Spuren im Gehirn: Familie in einem Wohnwagen eines amerikanischen Indianerreservats. (Oglala, South Dakota, 2012)

Armes Gehirn

Die soziale Herkunft beeinflusst zu einem grossen Teil den akademischen Erfolg, den Menschen im Leben haben. Jetzt haben Forscher entdeckt, wie sehr Armut die frühe Hirnentwicklung von Kindern beeinträchtigt. **Von Theres Lüthi**

Wenn Kinder in Armut aufwachsen, so hinterlässt dies handfeste Spuren im Gehirn. Joan Luby und ihre Kollegen von der Washington University School of Medicine in St. Louis, Missouri (USA), analysierten mithilfe von bildgebenden Methoden das Gehirn von 145 Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren. Alle waren seit ihrem dritten Lebensjahr beobachtet worden, das Einkommen und der Bildungsstand der Eltern bekannt. Bei den Kindern, die in sozioökonomisch benachteiligten Elternhäusern aufwuchsen, fanden die Forscher in verschiedenen Hirnregionen geringere Volumen als bei den besser gestellten Kindern («Jama Pediatrics», online).

Die Studie ist nur eine von vielen, die sich derzeit mit der Frage auseinandersetzt, wie sich frühkindliche Armut auf die kognitive Entwicklung auswirkt. Kinder aus bedürftigen Familien sind in der Schule meist keine Glanzlichter. Sie schliessen seltener mit einer höheren Schulbildung ab, verdienen später weniger Geld und sind öfter arbeitslos als ihre Kollegen aus wohlhabendem Hause. Dass der akademische Erfolg von Kindern stark vom sozioökonomischen Status des Elternhauses abhängt, beschäftigt Pädagogen und Politiker schon seit langem. Bisher versuchte man dieses

Phänomen mit soziologischen Faktoren zu erklären - mit schlechten Schulen, mit mangelnder Unterstützung durch das Elternhaus oder mit fehlender Motivation. Doch es scheint, dass diese Sichtweise zu kurz greift. Gestützt auf neurobiologische Untersuchungen, behaupten Forscher, dass die Armut zusätzlich ein biologisches Hindernis schafft - mit lebenslangen Folgen: «Armut kann die kindliche Hirnentwicklung beeinträchtigen und damit die Erfolgchancen im Leben mindern», sagt Luby.

Kein Hirnteil für Schulabschlüsse

Den Stein ins Rollen brachten vor einigen Jahren Arbeiten von Kimberly Noble und Martha Farah von der University of Pennsylvania. «Kinder aus armen Verhältnissen schneiden bei IQ-Tests schlechter ab, und sie brechen häufiger die Schule ab», sagt Noble, die heute an der Columbia University in New York lehrt. Für eine Neurobiologin sind diese Parameter jedoch nicht besonders hilfreich. «Es gibt kein Hirnteil für IQ oder für Schulabschlüsse, das wir untersuchen könnten.» Also richteten die Forscherinnen ihr Augenmerk auf kognitive Fähigkeiten, die von Hirnstrukturen gesteuert werden, die wissenschaftlichen Messungen zugänglich sind. «Beim Sprachvermögen etwa finden wir bereits bei Kindergartenkindern klare Unterschiede in Bezug auf sozioökonomische Stellung», sagt Noble. Auch bei Gedächtnistests sind Kinder aus armen Verhältnissen im

Nachteil, zudem sind sie impulsiver und können sich schlechter konzentrieren.

Um zu sehen, ob diese Leistungsunterschiede in den betreffenden Hirnstrukturen «sichtbar» sind, untersuchte Noble das Gehirn von 60 Kindern aus sozioökonomisch unterschiedlichen Schichten - die einen lebten unterhalb der Armutsgrenze (23 000 US-Dollar pro Jahr für eine 4-köpfige Familie), andere kamen aus Familien mit hohem Einkommen. «Die Kinder aus den begüterten Familien hatten im Schnitt einen grösseren Hippocampus als solche aus armen Familien», sagt Noble. Der Hippocampus spielt bei Gedächtnis- und Lernleistungen eine wichtige Rolle. Unterschiedliche Volumina fanden die Forscher zudem im Bereich der Amygdala, die für die Regulation von Emotionen wichtig ist. «Je höher der sozioökonomische Status der Eltern, umso kleiner war die Amygdala», so Noble. Auch im Bereich des präfrontalen Cortex, der Exekutivfunktionen wie Aufmerksamkeit und Handlungsplanung steuert, sowie in gewissen Sprach-Arealen stellten die Forscher Abweichungen fest.

Woher rühren diese Unterschiede? Genetische Faktoren spielen bei der Hirnentwicklung eine wichtige Rolle. Aus Adoptions- und Zwillingsstudien weiss man aber, dass kognitive Leistungen zu einem grossen Teil auch durch die Umwelt beeinflusst werden. «Es kommt zudem sehr darauf an, wann im Leben eines Kindes Armut erfahren wird»,

sagt Noble. In der frühen Kindheit zeitigt materielle Not schwerere Folgen als in späteren Jahren. «Diese Befunde lassen den Schluss zu, dass nicht allein genetische Faktoren, sondern auch frühkindliche Erfahrungen die kognitive Entwicklung wesentlich mitprägen», sagt Noble.

Feindseliger Erziehungsstil

Und diese frühkindlichen Erfahrungen gestalten sich recht unterschiedlich, je nachdem, ob ein Kind in einer gutsituierten Familie oder in zerrütteten Verhältnissen unterhalb des Existenzminimums aufwächst.

Welcher Aspekt eines sozioökonomischen niedrigen Status es aber genau ist, der sich ungünstig auf die Hirnentwicklung auswirkt, war bis anhin unklar. Luby hat in ihrer Studie mit einer statistischen Analyse versucht, diese Frage zu beantworten. Armut ist mehr als nur der Mangel an Geld - zusätzlich zu den Angaben über Einkommen und Bildung holte sie sich deshalb weitere Informationen ein. «Kinder aus armen Verhältnissen sind zahlreichen Widrigkeiten ausgesetzt», sagt sie. Dazu gehören schlechte Bildung, schlechte Ernährung, Lärm, Gewalt, Stress. «Verantwortlich für das geringere Volumen im Hippocampus sind aber vor allem zwei Zutaten: mangelnde elterliche Zuwendung

Fortsetzung Seite 58

Der erste Krieg
Im Schlachtfeld der
Bronzezeit **58**

Borreliose
Forscher entwickeln
neuen Impfstoff **61**

Abhörsicher
Verschlüsselte
E-Mails für alle **63**

Mittagspause
Schneller Schlaf mit
grosser Wirkung **65**

Auf den Spuren des ersten Kriegs

Das Flusstal der Tollense in Mecklenburg war Schauplatz der vielleicht ersten Schlacht in Mitteleuropa. Vor 3200 Jahren fanden hier Hunderte Menschen den gewaltsamen Tod. Archäologen vermuten, dass das Gemetzel durch einen Streit um wertvolle Rohstoffe ausgelöst wurde. **Von Till Hein**

Ein Sirren wie von einem Zahnarztbohrer schallt durch das abgelegene Tollensetal, rund 130 Kilometer nördlich von Berlin. Die Archäologinnen Gundula Lidke und Jana Dräger tragen Mundschutz und weisse Gummihandschuhe. Mit einer batteriebetriebenen Mini-Säge fräsen sie auf einer Wiese am Ufer der Tollense an einem Oberschenkelknochen. Es ist einer von unzähligen menschlichen Knochen, die sie und ihr Team, in einem Kooperationsprojekt der Universität Greifswald und des Landesamts für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, ausgegraben haben: Schädel, Wirbel, Oberschenkelknochen, Ellen, Speichen, Rippen - alle etwa 3200 Jahre alt, wie Radiokarbondatierungen ergaben. «Wir schätzen, dass hier in kurzer Zeit mehrere hundert Menschen ums Leben gekommen sind», sagt Lidke und justiert das Sägeblatt neu. Fast alle bisher untersuchten Gebeine stammen von Männern im Alter von 20 bis 40 Jahren. Was ist um das Jahr 1250 vor Christus im Tollensetal geschehen?

Eskalation der Gewalt

Es muss zu einer Eskalation von Gewalt gekommen sein, vermuten die Forscherinnen. Wenige Schritte von ihrem improvisierten Freilichtlabor - zwei Klappstühle und ein Holztischchen - wurde eines der bisher aufschlussreichsten Fundstücke geborgen. Entdeckt hat es ein pensionierter Tiefbauer. Als Hans-Dietrich Borgwardt an einem Frühlingstag im Jahr 1996 mit seinem Schlauchboot das zwölf Meter breite Flüsschen hinunterpaddelte, blieb sein Blick an einem ungewöhnlich aussehenden Ast hängen, der waagrecht aus der Böschung ragte. War das nicht ein Knochen? Noch am selben Tag untersuchte der Hobby-Archäologe gemeinsam mit seinem Sohn Ronald die Stelle - und grub einen menschlichen Ober-



Grabungsleiterin Gundula Lidke (I.) dokumentiert eine Ausgrabungsfläche.

schenkelknochen aus: In unmittelbarer Nähe stiess Ronald Borgwardt auf weitere Gebeine sowie eine hölzerne Keule. Und kurz darauf machte er eine noch verblüffendere Entdeckung: In einem Oberarmknochen steckte eine Pfeilspitze aus Feuerstein, wie sie für die Bronzezeit typisch sind.

Seit 2008 wird die Fundstelle systematisch untersucht. Wissenschaftler und freiwillige Helfer finden Knochen um Knochen. Allein im Juli dieses Jahres förderten Lidke, Dräger und ihr Team mehr als 300 Skelettteile zutage. Manche der Schädel, die der

Mordwaffe



Pfeilspitze aus Bronze. Die Legierung aus Kupfer und Zinn wurde wegen ihrer Beständigkeit für Waffen, aber auch für Gebrauchsgegenstände und Schmuckstücke verwendet.

Torfboden über Jahrtausende konserviert hat, weisen Schlagspuren auf. Darüber hinaus fanden die Forscher Pfeilspitzen aus Feuerstein und Bronze: deutliche Hinweise darauf, dass die Männer keines natürlichen Todes gestorben sind. Die meisten Experten gehen inzwischen davon aus, dass es sich um die Überreste einer Schlacht aus der Bronzezeit handelt. Manche vermuten gar, dass hier um das Jahr 1250 vor Christus der erste Krieg in ganz Mitteleuropa tobte.

Fand man bisher Spuren von Gewalt aus der Bronzezeit, so war die Opferzahl immer überschaubar. «Im Tollensetal handelt es sich um eine völlig neue Dimension», sagt Lidke. Und das in einer dünn besiedelten Gegend, in der damals vermutlich weniger als sechs Personen pro Quadratkilometer lebten. Die Männer scheinen also gezielt hierher gekommen zu sein, um zu kämpfen.

Während der Bronzezeit, zwischen etwa 2200 und 800 vor Christus, differenzierten sich die gesellschaftlichen Strukturen in Mitteleuropa stärker aus, und es kam zu beruflicher Spezialisierung. Bergleute, Bronzegegesser, Händler und Schmiede waren besonders angesehen. Eindrucksvolle Kunstgegenstände wie die Himmelsscheibe von Nebramit ihren wunderschönen Goldauflagen entstanden: Komplexe Himmelsdarstellungen mit Mond und Sternen sind auf dieser Metallscheibe bereits erstaunlich präzise wiedergegeben. Mit landwirtschaftlichen Geräten wie dem Metallpflug liess sich der Boden effektiver bearbeiten. Prompt stiegen in weiten Gebieten Mitteleuropas die Bevölkerungszahlen. Der Handel - insbesondere der Metallhandel - spielte eine immer wichtigere Rolle. Schon um den überregionalen Warenaustausch effizient organisieren zu können, bildeten sich hierarchische Strukturen heraus. Fürsten begannen über Untertanen zu herrschen - und der Gegensatz zwischen Arm und Reich verschärfte sich. In der jüngeren Bronzezeit wurden dann auch

noch die Ressourcen knapper. Parallel dazu stellten die Menschen immer mehr Waffen aus Metall her, und in Teilen des heutigen Deutschlands errichteten sie imposante Wehranlagen.

Mit Pfeil und Bogen

Eine Schlacht, die mit Keulen und Pfeil und Bogen ausgetragen wurde, passt also bestens ins Bild, das Experten sich von jener Epoche machen. Doch archäologische Beweise für Scharmützel oder gar Kriege fehlten bisher weitgehend. Schon daher ist die Fundstelle im Tollensetal so bedeutend.

Lange vermuteten die Forscher, dass die eigentliche Schlacht einige Kilometer weiter südlich am Ufer tobte und die Leichen flussabwärts gespült wurden. «Doch bei einer Wasserleiche lösen sich erst Unterkiefer, Hände und Füsse», erklärt Jana Dräger. Nur der Rumpf selbst bleibe länger unverseht. Im Tollensetal wurden aber auch weitgehend unversehrte Teilkörper gefunden «Das spricht dagegen, dass die Leichen kilometerweit im Fluss getrieben und dabei nach und nach zerfallen sind.» Wahrscheinlich wurde also gleichzeitig an mehreren Stellen im Tal gekämpft.

Gundula Lidke und Jana Dräger wollen mehr über die Toten selbst erfahren. Eine Möglichkeit dazu bieten DNA-Analysen der Knochensubstanz. An diesem Morgen sägen die beiden Forscherinnen daher ein winziges Stück - etwa einen mal drei Zentimeter gross - aus einem Oberschenkelknochen heraus, um es gemeinsam mit Dutzenden Proben aus anderen Knochen der Fundstelle von Erbgut-Experten untersuchen zu lassen. Beim Knochensägen sind Mundschutz und Handschuhe Pflicht. «Sonst könnte die Probe mit moderner DNA verunreinigt werden», erklärt Dräger. Aus welcher Region stammen die Toten? Sind sie miteinander verwandt? Litten sie an Erbkrankheiten? Solche Fragen soll die DNA beantworten helfen. Die bishe-



Elterliche Zuwendung stimuliert die kindliche Hirnentwicklung.

Armes ...

Fortsetzung von Seite 57

bzw. ein feindseliger Erziehungsstil sowie stressige Lebensereignisse.»

Dieser Befund passt zu Erkenntnissen, die Biologen aus scheinbar nicht verwandten Forschungsrichtungen zusammengetragen haben. Tierstudien etwa haben gezeigt, dass die Vernachlässigung des Nachwuchses lebenslange Folgen hat. Werden junge Ratten mehrere Stunden am Tag von ihrer Mutter getrennt, so entwickelt sich ihr Hippocampus nicht normal. Die Tiere legen in der Folge verschiedene Verhaltensdefizite an den Tag. «Wir vermuten, dass die fehlende Fürsorge und der grössere Stress, die viele Kinder aus armen Verhältnissen erfahren, für die Veränderungen im Hippocampus und die schlechteren Gedächtnisleistungen verantwortlich sind», sagt Noble.

Auch das grössere Volumen in der Amygdala, das Noble bei Kindern aus benachteilig-



Kimberly Noble ist Pädiaterin und Neurowissenschaftlerin. Sie lehrt an der Columbia University in New York.

ten Familien nachgewiesen hat, wird durch andere Forschungsarbeiten bestätigt. Kinder, die in jungen Jahren enormem Stress ausgesetzt worden sind, weisen eine vergrösserte Amygdala auf. Untersuchungen an rumänischen Waisenkindern haben zum Beispiel ergeben, dass die Amygdala umso grösser ist, je länger das Kind im Waisenhaus war.

Für die sprachliche Entwicklung und die Ausreifung der entsprechenden Hirnareale scheint hingegen der verbale Input massgeblich zu sein. So haben Betty Hart und Todd Risley von der University of Kansas in ihrer aufsehenerregenden Arbeit sozioökonomisch unterschiedlich gestellte Familien über längere Zeit beobachtet und deren verbale Interaktionen mit dem Nachwuchs minutiös protokolliert. Die Unterschiede sind überwältigend: Kinder, deren Eltern von Sozialhilfe lebten, hörten 600 gesprochene Wörter pro Stunde, bei den Kindern aus bildungsnahen Familien waren es 2100 Wörter. Anders ausgedrückt: Im Alter von 3 Jahren wird ein Kind aus einer gebildeten Familie im Schnitt 20 Millionen mehr



Der Schädel eines Mannes, der im August 2009 gefunden wurde. Auf dem Schlachtfeld aus der Bronzezeit verloren zumeist Männer zwischen 20 und 40 Jahren ihr Leben.

gen Ergebnisse lassen auf unterschiedliche Abstammungslinien der Toten schliessen. «Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelte es sich also nicht um einen Gewaltexzess innerhalb einer Sippschaft», sagt Dräger. Eine Abwehrschlacht gegen Eindringlinge aus andern Gebieten erscheint plausibler. Vielleicht ging es dabei um Edelmetall. Das Forschungsteam hat an der Tollense nämlich auch kostbaren Schmuck aus der Bronzezeit geborgen: fein geschmiedete Goldspiralen, die wahrscheinlich als Haarschmuck getragen wurden.

Mit dem Spachtel legen Gundula Lidke und Jana Dräger später gemeinsam mit fünf Praktikanten Zentimeter um Zentimeter der Bodenschicht frei. Bis zu zehn Stunden graben sie täglich im Tal. Jedes Fundstück wird im Gelände fotografisch und zeichnerisch dokumentiert. Dann erhält es eine Nummer und wird säuberlich in einem Plasticsäckli verstaut. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt das Projekt mit 500 000 Euro. Spezialisten aus Dänemark, Polen und den USA helfen bei der Analyse einzelner Objekte. Darüber hinaus sind regelmässig Forschungstaucher vom Landesverband für Unterwasserarchäologie Mecklenburg-Vorpommern im Einsatz. Nicht nur, dass die Taucher zahlreiche Fundstücke

Schlacht in der Bronzezeit

Archäologischer Fundort im Tollensetal



aus dem Flussbett geborgen haben. «Oft geben uns ihre Funde und Berichte Hinweise auf weitere Knochenester am Ufer», sagt Lidke. Die Archäologen stiessen auch auf viele Gebeine, die nicht von Menschen stammen - sondern von Pferden. Vermutlich waren an den Kämpfen im Tollensetal also bereits Reiter beteiligt. Neben Feuerstein-

projektilen stellten die Forscher und ehrenamtliche Helfer auch Dutzende Bronze- Pfeilspitzen sicher, wie sie in jener Zeit vor allem in Süddeutschland verbreitet waren. Versuchten an der Tollense womöglich einheimische Krieger, die noch auf Feuersteinspitzen vertrauten, einen Angriff moderner ausgerüsteter Eindringlinge aus dem Süden zurückzuschlagen? Lidke und Dräger glauben nicht an diese Theorie. «In Europa wurden damals beide Pfeilbewehrungen parallel verwendet», sagt Jana Dräger. Doch nicht nur erste DNA-Analysen der Knochensubstanz lassen einen Angriff aus der Fremde plausibel erscheinen. Messungen der Kohlenstoff- und Stickstoffisotope an den Knochen ergaben, dass ein Teil der Toten sich wahrscheinlich von Hirse ernährte - und dieses Getreide wurde damals im norddeutschen Raum kaum angebaut.

Ankauf von Bodenschätzen

Doch warum kämpften die Männer ausgerechnet im Tollensetal? Geowissenschaftliche Analysen zeigen, dass der Fluss während der Bronzezeit deutlich breiter war - und das Tal sumpfig. Kein idealer Ort also, um sich gegenseitig die Schädel einzuschlagen. Viele Forscher tippen auf einen Handelskonflikt: «Während der Bronzezeit

wurden Massenwaren und Luxusgüter bereits über weite Strecken vertrieben», erzählt Lidke. In einem Grab in Ostdeutschland fanden andere Archäologen etwa einen Schleier aus Wildseide, die aus dem Mittelmeerraum stammt. Und hier in Norddeutschland, wo Bronzewaffen verbreitet waren, kommen weder Kupfer noch Zinn - die Rohstoffe für diese Legierung - vor.

Der Ankauf von Bodenschätzen und Handwerksprodukten hatte in Nordeuropa offensichtlich eine wichtige Bedeutung. Und es ist gut möglich, dass ein wichtiger Handelsweg durch dieses Tal führte. Wahrscheinlich gab es zur Bronzezeit mindestens eine seichte Stelle im Fluss, an der er sich gefahrlos überqueren liess. An einem solchen Übergang konnte man den Personen- und Warenverkehr kontrollieren.

Zu dieser Theorie passen auch die beiden Zinnringe, die das Taucher-Team im Sommer 2011 aus einer Fundsicht im Fluss geborgen hat. Das Gewicht der beiden Ringe ist fast identisch. «Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass es sich nicht um Schmuck, sondern um ein Zahlungsmittel handelte», sagt Dräger. Gut möglich also, dass es Handelskonflikte waren, die an der Tollense vor rund 3200 Jahren zur ersten Schlacht in Mitteleuropa führten.

gesprochene Wörter gehört haben als eines, dessen Eltern Sozialhilfe beziehen.

Wenn dem tatsächlich so ist, dass Armut die Entwicklungschancen eines Kindes schmälert, so ruft dies nach Interventionen. «Wo man genau eingreifen will, ist jedoch eine offene Frage», sagt Noble. «Sollten wir das Einkommen der armen Familien verbessern, um sie finanziell zu entlasten und den Stress zu lindern (siehe Box), sollten wir junge Eltern anleiten, sich liebevoller um ihre Kinder zu kümmern und mehr mit ihnen zu reden, oder sollten wir die Kinder in der Schule besser unterstützen?»

Ein besseres Verständnis der molekularen Mechanismen, mit denen sich frühkindliche Armut ins junge Gehirn einräbt, dürfte diesbezüglich schon bald mehr Klarheit schaffen, sagt Charles A. Nelson, Professor an der Harvard Medical School. Fest steht für den Pädiater aber schon jetzt: «Frühkindliche Armut ist für das sich entwickelnde Gehirn ebenso toxisch wie Blei, Alkohol oder Kokain und verdient ähnliche Aufmerksamkeit seitens der Gesundheitsbehörden.»

Die Macht des Geldes

Direktzahlungen für die Chance auf ein gutes Leben

Armut ist ein vielschichtiges Phänomen, das von Forschern unterschiedlicher Fachrichtungen anders angegangen wird. Während Neurowissenschaftler sich für den Effekt von armutbedingtem Stress auf die frühkindliche Hirnentwicklung interessieren, fragen Ökonomen nach der Bedeutung von Geld für die Lebenschancen eines Kindes.

Greg Duncan, Ökonom an der University of California, beschäftigt sich seit fast einem halben Jahrhundert mit der Frage, wie das Einkommen einer Familie die Entwicklung von Kindern langfristig beeinflusst. 25 Jahre



Die Mütter erhalten während der ersten drei Lebensjahre ihrer Kinder 4000 US-Dollar pro Jahr.

lang arbeitete er an der «Panel Study of Income Dynamics», die ab 1968 US-amerikanische Familien und ihre Kinder bis zu ihrem vierten Lebensjahrzehnt beobachtete. Eine wichtige Erkenntnis war, dass ein niedriges Familieneinkommen während der ersten fünf Lebensjahre ein massgeblicher Faktor für die späteren Lebensumstände als Erwachsener darstellte.

Basierend auf diesem Befund plant Duncan nun in Zusammenarbeit mit Neurowissenschaftlern und Entwicklungspsychologen eine Interventionsstudie. Dabei werden 1000 junge Mütter mit

Neugeborenen, die über ein sehr geringes Einkommen verfügen, nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Die einen erhalten während der ersten drei Lebensjahre ihrer Kinder 4000 US-Dollar pro Jahr, die anderen deutlich geringere Zahlungen. Die Kinder werden im Laufe der Jahre auf ihre kognitive Entwicklung hin untersucht.

Duncan vermutet, dass sich die Lebensumstände der jungen Mütter dank dem finanziellen Zustupf verbessern, dass sie sich zum Beispiel eine bessere Wohnung leisten, mehr auf gesunde Nahrung achten und

ihren Kinder bessere Betreuungsmöglichkeiten oder Lernangebote zur Verfügung stellen können. Darüber hinaus dürfte das Geld die psychische Befindlichkeit der Mütter verbessern, was sich wiederum positiv auf ihre Interaktion mit den Kindern auswirkt. Dies alles soll die kognitive Entwicklung der Kinder fördern, insbesondere die sprachlichen Fähigkeiten und den IQ, so die Hypothese.

Greg Duncan erhält für seine Forschungsarbeiten dieses Jahr den mit einer Million Franken dotierten Research Prize der Jacobs Foundation. (tlu.)