

Mit oder ohne Noppen?

In Kapitel 2 haben wir uns kurz die Unterschiede zwischen zwei Arten des Bauens mit LEGO-Elementen angesehen, nämlich der Konstruktion ohne Noppen (mit Balken) und der mit Noppen (mit Steinen und Platten). Diese beiden Baustile weichen erheblich voneinander ab und bieten jeweils ihre eigenen Vorteile. Allerdings lassen sich die beiden Bauweisen auch kombinieren, um in einer einzigen Konstruktion für die einzelnen Aspekte jeweils die am besten geeignete Technik zu verwenden. Tatsächlich werden bei den heutigen LEGO-Technic-Bausätzen und Eigenbauten (von den Konstrukteuren auch MOCs für »My Own Creation« genannt) beide Ansätze kombiniert, statt eine rein noppenlose oder noppenbewehrte Technik zu verfolgen.

Erfolgreiche Bastler wissen, welche Kombination sich für eine bestimmte Konstruktion am besten eignet, welcher Stil die Grundlage bilden soll und bis zu welchem Ausmaß der andere Stil berücksichtigt werden sollte. Diesen Fragen widmen wir uns in diesem Kapitel.

Als Erstes sehen wir uns die Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken an und vergleichen sie miteinander. Dann kümmern wir uns darum, wie diese beiden Techniken kombiniert werden können, um ihre jeweiligen Vorteile zu nutzen. Dazu ziehen wir sowohl offizielle LEGO-Bausätze als auch Eigenbauten (wie meinen Monster-Truck aus Abbildung 3-1) als Beispiele heran.

Die Entwicklung des LEGO-Systems

Das LEGO-System basierte ursprünglich vollständig auf Noppenkonstruktionen. Die ersten noppenlosen Teile tauchten auf, als die Produktreihe LEGO Technic schon gut entwickelt war. Ursprünglich waren sie nur als Ergänzung für den Noppenbaustil gedacht und nicht als Ausgangspunkt eines ganz neuen Stils. Aber als sich die Technic-Bausätze weiterentwickelten, erwiesen sich die noppenlosen Teile als äußerst beliebt, sodass die noppenbewehrten fast völlig von der Bildfläche verschwanden.

Heute sind die meisten Technic-Bausätze noppenlos, wobei einige wenige Noppenbauteile kleine Details zu mechanisch und funktional bereits ausgereiften Konstruktionen beisteuern. Wenn

du bedenkst, dass die meisten neuen Spezialelemente wie Elektromotoren, Pneumatikschalter, Drehscheiben und Aktoren eigens für den noppenlosen Baustil ausgelegt sind, wird offensichtlich, dass noppenlose Teile bei Technic heute die entscheidende Rolle spielen. Um mit den neuen Ergänzungen zum Technic-System Schritt halten zu können, ist es wichtig zu lernen, wie man mit noppenlosen Teilen baut, auch wenn dies meistens eine größere Herausforderung darstellt als die klassische Noppenbauweise.

Allerdings sollten wir die Noppenelemente auch nicht komplett über Bord werfen. Viele Amateurkonstrukteure folgen nicht der offiziellen Lehre der LEGO Group, sondern veröffentlichen weiterhin Eigenbauten im Noppenbaustil, die sowohl funktionieren als auch gut aussehen (wie mein Kenworth-Truck aus Abbildung 3-2).



Abbildung 3-1: Bei meinem Monster-Truck-Modell folgte ich der Vorgehensweise der modernen LEGO-Technic-Bausätze: Die Konstruktion ist fast vollständig noppenlos, wobei einige Noppenbauteile zusätzlich für kleine Details verwendet wurden, z.B. für den Kühlergrill.



Abbildung 3-2: Mein Modell eines Kenworth-Trucks ist außen komplett mit Noppenelementen gebaut. Im Inneren enthält er jedoch eine Reihe von Mindstorms-NXT-Elementen, die sich am besten für noppenlose Strukturen eignen.

Konstruktion mit Noppenelementen

Die Grundelemente des Noppenbaustils sind Technic-Steine und reguläre Platten. Von regulären LEGO-Bausteinen unterscheiden sich die Technic-Steine durch die Löcher in den Noppen und durch etwas dickere Zapfen im Inneren (siehe Abbildung 3-3).

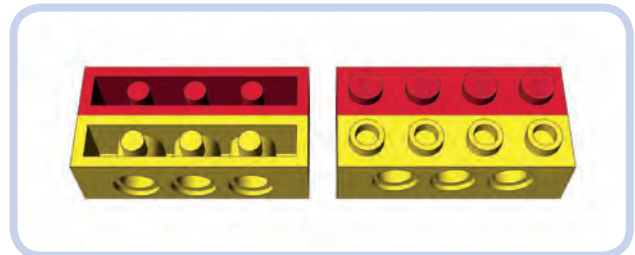


Abbildung 3-3: Vergleich eines regulären LEGO-Steins (rot) und eines Technic-Steins (gelb)

Dank des geänderten Designs lösen sich Technic-Steine nicht so leicht voneinander, wenn Querkräfte auf sie ausgeübt werden. (Es ist jedoch nach wie vor einfach, sie absichtlich auseinanderzuziehen.) Um deine Konstruktion widerstandsfähig gegenüber hohen Drehmomenten zu machen, musst du die Noppensteine mit Stiften und anderen Teilen zusammenhalten. Noppenlose Balken lassen sich platzsparender einsetzen als Technic-Steine mit Noppen, wie Abbildung 3-4 zeigt.

Noppenkonstruktionen sichern

Wenn du zu einer Kombination von LEGO-Steinen noch weitere Teile hinzufügst, um sie zusammenzuhalten, so *sicherst* du sie

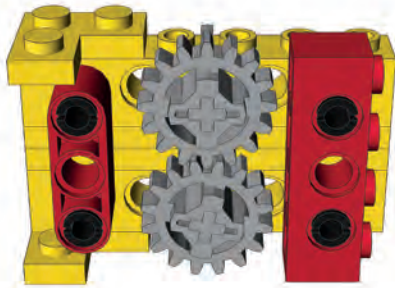


Abbildung 3-4: Zwei 1x6-Technic-Steine werden vertikal gesichert, um zu verhindern, dass sie sich lösen, wenn ein hohes Drehmoment auf die Zahnräder ausgeübt wird. Die noppenlose Klammer (links) braucht weniger Platz als die mit Noppen (rechts). Das lässt Raum für Platten oberhalb und unterhalb der beiden Steine oder für größere Zahnräder.

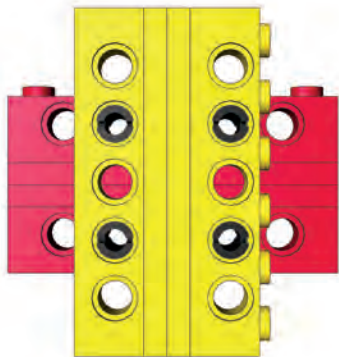


Abbildung 3-5: Die Kombination Stein-Platte-Platte-Stein sorgt für einen Abstand von Steinen, der vertikale Verbindungen möglich macht. Durch die Einschaltung der Platten sind die Stiftlöcher in den Steinen genau eine Noppenlänge entfernt.

damit. Technic-Steine werden gewöhnlich zusammen mit Platten verwendet, um eine vertikale Sicherung zu bilden. Die Kombination *Stein-Platte-Platte-Stein* sorgt für einen sauberen vertikalen Abstand der Stiftlöcher von Steinen und ermöglicht eine Sicherung durch ein vertikales Element (siehe Abbildung 3-5). Eck- und Scharnierplatten ermöglichen rechtwinklige Verbindungen wie in Abbildung 3-6 und sogar Verbindungen in spitzen oder stumpfen Winkeln wie in Abbildung 3-7.

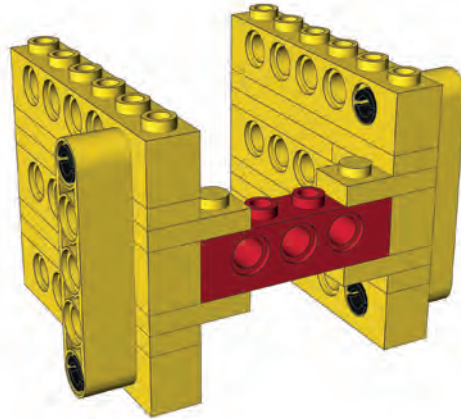


Abbildung 3-6: Der rote Stein wird zwar nicht direkt gesichert, aber durch die L-förmigen Eckplatten festgehalten. Diese Platten wiederum sind durch vertikale Steine gesichert.

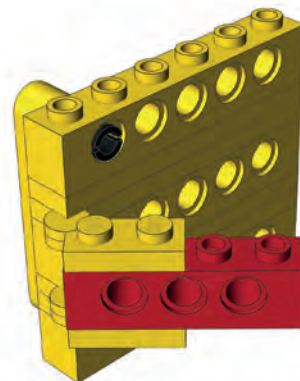


Abbildung 3-7: Zwei gesicherte Scharnierplatten fixieren den roten Technic-Stein und erlauben es gleichzeitig, ihn in einem beliebigen Winkel anzuordnen.

Die Verwendung von Platten als Abstandshalter hat jedoch einen Nachteil, denn dadurch wird die Anzahl der Stiftlöcher im Vergleich zu einer komplett noppenlosen Struktur derselben Größe verringert, wie Abbildung 3-8 zeigt. Daher können Noppenstrukturen weniger Achsen und andere Elemente aufnehmen, für die Stiftlöcher erforderlich sind.

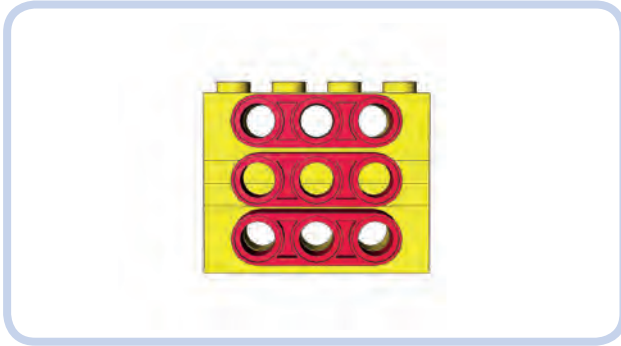


Abbildung 3-8: Wie diese beiden überlagerten Bilder zeigen, weist die Kombination aus Steinen und Platten (gelb) weniger Stiftlöcher auf als die Konstruktion aus noppenlosen Balken (rot), nämlich sechs statt neun. Außerdem nimmt sie erheblich mehr Platz ein.

Im Allgemeinen sind Noppenkonstruktionen größer und schwerer als noppenlose und weniger kompakt. Häufig müssen sie gesichert werden, allerdings sind die Strukturen, die sich daraus ergeben, sehr starr. Außerdem sind sie wegen ihrer Asymmetrie orientierungsabhängig. Das heißt, die Richtung, in die die Noppen zeigen, bestimmt die Anzahl möglicher Kombinationen mit anderen Teilen.

Darüber hinaus eignen sich Noppenkonstruktionen nicht gut für vertikale Elemente. Beispielsweise lassen sich senkrechte Achsen nur schwer in Noppenstrukturen verankern.

Vorteile von Noppenkonstruktionen

Noppenkonstruktionen zeichnen sich im Allgemeinen durch folgende Vorteile aus:

- * Sie lassen sich leicht horizontal kombinieren.
- * Sie lassen sich leicht mit Nicht-Technic-Elementen kombinieren und eignen sich daher besser für ein kreatives Design.
- * Sie können sehr starre Strukturen mit festen horizontalen Verbindungen bilden.
- * Es lassen sich viele verschiedene Arten von Platten für Verbindungen in unterschiedlichen Winkeln nutzen.
- * Es ist möglich, eine starre Verbindung zu bilden, die die Orientierung der Elemente zueinander bewahrt.

Nachteile von Noppenkonstruktionen

Im Allgemeinen weisen Verbindungen mit Noppen folgende Nachteile auf:

- * Um zu verhindern, dass sich die Bauteile bei Wirken eines Drehmoments vertikal voneinander lösen, ist eine Sicherung erforderlich.
- * Die Stiftlöcher sind weniger dicht verteilt, weshalb die Konstruktionen größer werden.
- * Sie sind nicht symmetrisch, sodass ihre Ausrichtung bestimmt, wie leicht sie kombiniert werden können.
- * Sie passen nicht auf Antrieb zu den meisten modernen Spezialbauteilen wie Motoren und Aktoren.
- * Vertikale Elemente wie Achsen und Getriebezahnräder lassen sich nur schlecht befestigen.
- * Sie sind größer und schwerer als noppenlose Bauten.

Noppenlose Konstruktionen

Beim noppenlosen Baustil werden Balken mit Stiften und einer Vielzahl von Spezialverbindern zusammengefügt. Da Balken symmetrisch sind, können sie in beliebiger Ausrichtung kombiniert werden, was echtes dreidimensionales Bauen ermöglicht (siehe Abbildung 3-9). In den meisten Fällen werden Balken mit den normalen Technic-Stiften verbunden. Wie Abbildung 3-10 zeigt, gibt es jedoch auch einige noppenlose Verbinder mit integrierten Stiften.

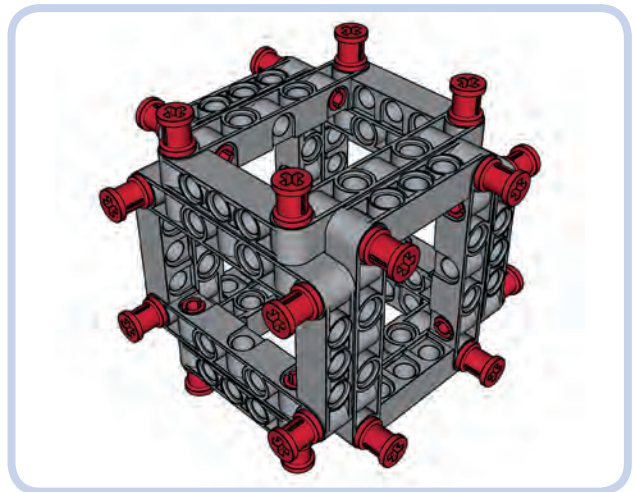


Abbildung 3-9: Diese Struktur besteht aus noppenlosen Rahmen, die mit Stiften und Lagerbuchsen verbunden sind. Aufgrund ihrer Symmetrie gibt es keine ausgezeichnete Ober- oder Unterseite. Im Gegensatz zu Konstruktionen mit Noppen können Achsen hier aus allen Richtungen eingeführt werden.

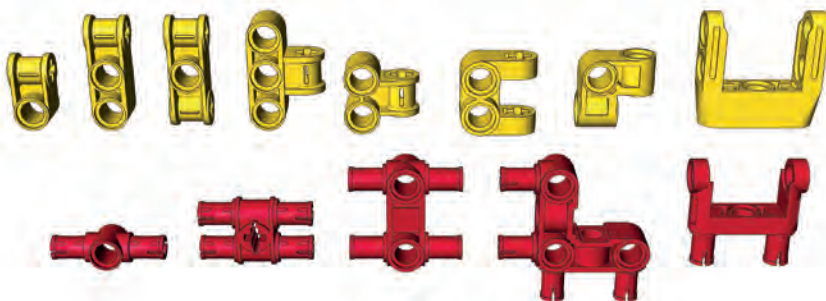


Abbildung 3-10: Die meisten noppensenen Verbinder weisen lediglich Stift- und Achslöcher auf (gelb), doch einige verfügen auch über integrierte Stifte (rot).

Starre noppensenen Verbindungen

Noppensenen Teile lassen sich weit schwieriger voneinander trennen als Steine und Platten, aber das bedeutet nicht zwangsläufig, dass solche Verbindungen starr sind. Da die Stifte rund sind, können sich zwei noppensenen Elemente, die nur über einen einzigen Stift miteinander verbunden sind, gegeneinander verdrehen. Bei der Verwendung von Reibungsstiften treten solche Drehungen nicht so leicht auf. Um eine wirklich starre, statische Verbindung zu erzielen, müssen für eine Verbindung jedoch mindestens zwei Stifte eingesetzt werden.

Abbildung 3-11 zeigt den Unterschied zwischen starren und nicht starren Verbindungen. Der Vorteil starrer Verbindungen besteht darin, dass starre noppensenen Strukturen beim Hinzufügen von Achsen und Zahnrädern gewöhnlich keine zusätzliche Sicherung benötigen, da die Teile auch bei Wirken von Drehmomenten an Ort und Stelle verbleiben (siehe Abbildung 3-12). Auch mithilfe von Achslöchern können sehr einfach starre Verbindungen konstruiert werden, wie Abbildung 3-13 zeigt.

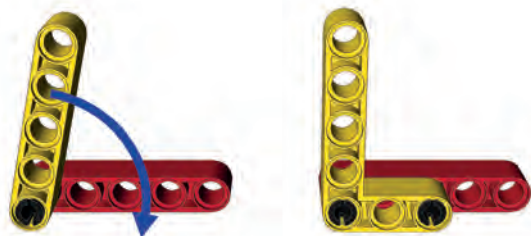


Abbildung 3-11: Eine nicht starre (links) und eine starre (rechts) Verbindung zwischen noppensenen Bauteilen im Vergleich. Bei der nicht starren Verbindung bleiben die Elemente zwar zusammen, aber ihre Orientierung zueinander kann sich ändern: Unabhängig vom Typ des Stifts für die Verbindung kann sich der gelbe Balken nach links oder rechts drehen. Bei einer starren Verbindung sind die Teile nicht nur verbunden, sondern auch fixiert, sodass sich ihre Orientierung zueinander nicht ändert.



Abbildung 3-12: Teile, die über eine starre Verbindung zusammengehalten werden, benötigen gewöhnlich keine zusätzliche Sicherung, um auch bei Wirken eines Drehmoments zusammenzubleiben. Aufgrund der starren Verbindungen verhalten sich diese vier Bauteile wie ein einziges.

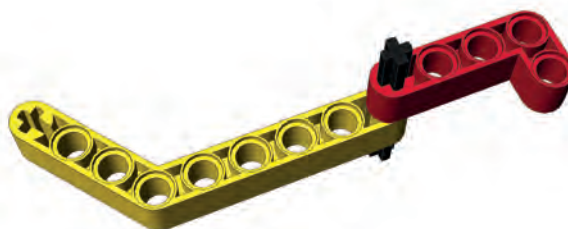


Abbildung 3-13: Wenn du zwei noppensenen Elemente über Achslöcher verbindest, reicht eine einzige Achse aus, um eine starre Verbindung zwischen ihnen herzustellen. Diese Verbindung ist jedoch nicht so stark wie eine aus zwei oder mehr Stiften.

Balken sind kleiner und leichter als Steine, aber auch elastischer. Daher biegen oder verziehen sich lange Balken eher als lange Steine, was es schwieriger macht, große, starre Strukturen zu erstellen. Dazu sind komplizierte Verbindungen mithilfe kleinerer Teile erforderlich. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich, wenn du eine rechtwinklige Verbindung zwischen zwei Balken herstellen willst, ohne sie übereinanderzumontieren. Das ist nur mit einem rechtwinkligen Verbinder oder mit einem noppenlosen 5x7-Rahmen möglich (siehe Abbildung 3-14). Diese Rahmen sind sehr beliebt und können auch zur Sicherung eingesetzt werden.

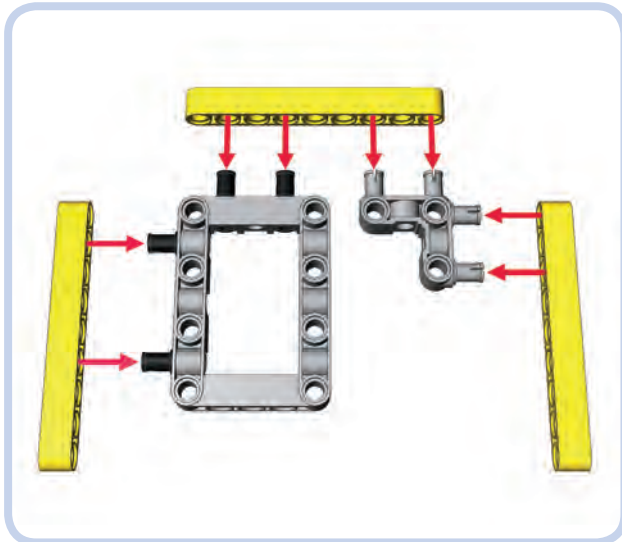


Abbildung 3-14: Es gibt nur zwei Arten von Teilen (hellgrau), mit denen sich auf einfache Weise starre, rechtwinklige Verbindungen zwischen Balken in derselben Ebene erzielen lassen.

Da es sowohl Stift- als auch Achslöcher gibt, können noppenlose Teile und Verbinder auch über Achsen verbunden werden, um größere, robustere Strukturen zu konstruieren. Aufgrund der Komplexität der noppenlosen Bautechnik erfordern solche Verbindungen eine Vorausplanung (siehe Abbildung 3-15). Bei strukturellen Achsverbindungen musst du schon eine recht genaue Vorstellung von der Größe der Struktur haben und wissen, welche Stiftlöcher für Stifte genutzt werden können und welche du für Achsen reservieren musst. Durch diese Überlegungen stellt das Bauen mit noppenlosen Teilen eine größere Herausforderung dar. Es heißt, dass diese Vorgehensweise dem Schachspielen ähnelt. Der Konstruktor muss immer einige Schritte im Voraus planen.

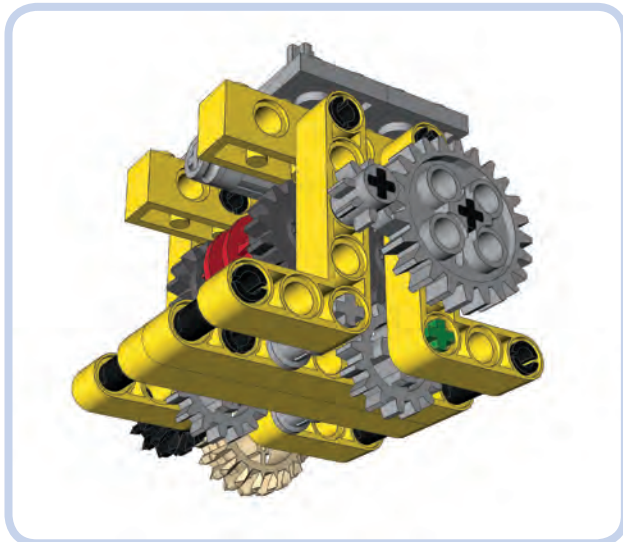


Abbildung 3-15: Dieses Getriebe habe ich aus noppenlosen Teilen zusammengebaut. Dazu musste ich planen, welche Stiftlöcher ich für Achsen verwenden wollte und welche für Stifte. Außerdem musste ich ermitteln, wie viele Verbindungen notwendig waren, um eine starre Struktur zu bekommen, und die durch ihre Form und Größe am besten geeigneten Teile sorgfältig auswählen.

Wenn du lernst, hauptsächlich mit noppenlosen Teilen zu bauen, kannst du stärkere, robustere und kompaktere Strukturen erstellen. Noppenlose Eigenbauten sind daher gewöhnlich funktionaler, kleiner und leichter als solche mit Noppen. Allerdings können sie deinem Modell auch ein eher skelettartiges oder »hohles« Erscheinungsbild verleihen. Um das zu vermeiden und um gut aussehende noppenlose Modelle zu erstellen (wie den Ford GT40 in Abbildung 3-16), kannst du Paneele als Verkleidungen verwenden oder flexible Achsen (Softachsen). Oder du kannst eine noppenlos gebaute Innenstruktur mit einem Noppenmantel kombinieren, was wir uns weiter hinten in diesem Kapitel genauer ansehen werden.

Vorteile von noppenlosen Konstruktionen

Im Allgemeinen weisen Verbindungen ohne Noppen folgende Vorteile auf:

- * Die Teile lassen sich auf einfache Weise in jeder Richtung kombinieren, was dreidimensionales Bauen ermöglicht.
- * Die Teile lassen sich auf einfache Weise mit den meisten modernen Technic-Elementen wie Motoren und Aktoren kombinieren.
- * Die Teile haben mehr Stiftlöcher, was kompakte Konstruktionen ermöglicht.
- * Es sind nur selten zusätzliche Sicherungen erforderlich (wenn du starre Verbindungen verwendest).
- * Die Teile sind kleiner und leichter als solche mit Noppen.



Abbildung 3-16: Mein Ford-GT40-Modell hat eine komplett noppenlose Karosserie. Dabei habe ich Balken, Paneele und flexible Achsen verwendet, um die fließenden Linien der Vorlage nachzustellen. Mit noppenlosen Teilen können Formen gebildet werden, die sich mit Steinen nicht nachbilden lassen. Das geht allerdings auf Kosten mancher ungeschriebener Gesetze der Modellierung. Beispielsweise wurde die Form der Motorhaube hier durch Paneele auf eine Weise angenähert, die mit Noppenelementen nicht möglich wäre, wobei allerdings Lücken auftreten.

Nachteile von noppenlosen Konstruktionen

Im Allgemeinen weisen Verbindungen ohne Noppen folgende Nachteile auf:

- * Sie sind weniger starr; größere noppenlose Strukturen müssen sehr komplex gebaut (oder gesichert) werden, um ihre Form zu fixieren.
- * Die Teile lassen sich schwerer mit Nicht-Technic-Elementen kombinieren.
- * Für eine starre Verbindung sind mindestens zwei Stifte erforderlich; zum Aussteifen werden häufig zusätzliche Teile mit komplizierten Formen benötigt.
- * Die Konstruktionen sehen nicht immer so gut aus wie diejenigen aus Steinen.

Die Baustile kombinieren

Der Schlüssel dazu, sowohl gut aussehende als auch gut funktionierende Eigenbauten zu erstellen, besteht darin, die beiden Baustile auf geschickte Weise zu vereinbaren. Bei Fahrzeugmodellen sind Chassis und Karosserie oft voneinander unabhängig, was wir ausnutzen können. Beispielsweise führt die Kombination einer noppenlosen Karosserie mit einem Chassis aus Noppenelementen zu einem robusten, aber leichten Modell. Das ist eine beliebte Vorgehensweise bei großmaßstäblichen Bauten, bei denen das Gewicht ernsthaft zu bedenken ist. Wenn du dagegen eine Noppenkarosserie mit einem noppenlosen Chassis kombinierst, bekommst du ein kompaktes, gut aussehendes Modell mit vielen Funktionen.

Anregungen durch Technic-Bausätze

Bevor sich die Technic-Produktreihe zu der hauptsächlich noppenlosen Vorgehensweise entwickelte, wurden die beiden Baustile in den klassischen LEGO-Bausätzen auf geniale Weise vermisch. Die Abbildungen 3-17 bis 3-27 zeigen Beispiele verschiedener Baustile und sollen als Anregung für Eigenbauten dienen.



Abbildung 3-17: Der Jeep-Bausatz 8850 ist einer der letzten LEGO-Technic-Bausätze, in denen ausschließlich Noppenelemente verwendet werden. Der Umriss des Jeeps wurde ziemlich gut nachgebildet, doch dass die Steine in unterschiedliche Richtungen zeigen, wirkt etwas chaotisch.



Abbildung 3-18: Beim Space-Shuttle-Bausatz 8480 wird die komplizierte Form des echten Raumfahrzeugs mithilfe von Steinen und Scharnierplatten hervorragend nachgebildet. Es werden noppenlose Teile verwendet, allerdings sind sie noch nicht vorherrschend.

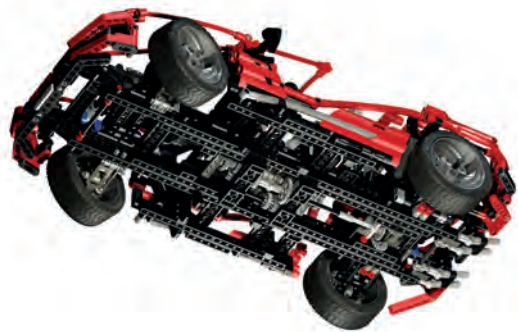


Abbildung 3-19: Der Designer-Car-Bausatz 8448 weist ein Noppenchassis unter einer noppenlosen Karosserie auf. Dadurch wird in diesem Modell die Festigkeit von Noppenverbindungen (die bei dieser Größe von entscheidender Bedeutung ist) mit der Leichtigkeit von noppenlosen Teilen kombiniert.



Abbildung 3-20: Der Offroader-Bausatz 8466 ist ein weiteres großes Automodell, bei dem jedoch nur noch der Mittelteil des Chassis aus Noppenelementen gebaut ist. Dieses Mittelstück sorgt für die Festigkeit, die für die eindrucksvolle Aufhängung des Autos erforderlich ist. Abgesehen davon ist der Bausatz jedoch hauptsächlich noppenlos konstruiert.

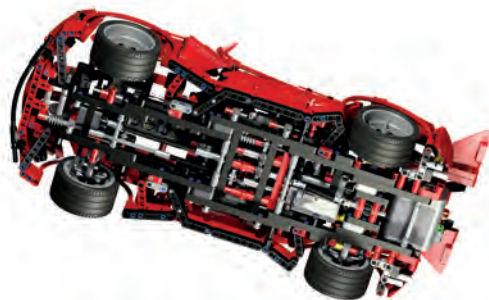


Abbildung 3-21: Der Super-Car-Bausatz 8070 kann als direkter Nachfahre des Bausatzes 8448 betrachtet werden. Er ist komplett noppenlos konstruiert und verfügt über ein sehr starres, allerdings auch kürzeres Chassis.



Abbildung 3-22: Der viel gepriesene Kranwagen-Bausatz 8421 besteht hauptsächlich aus noppenlosen Teilen. Für die am stärksten belasteten Teile des Auslegers werden jedoch Steine und Platten verwendet.

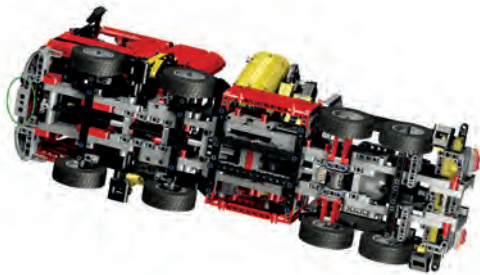


Abbildung 3-23: Der Abschlepptruck-Bausatz 8285 stellt eine hervorragende Leistung bei der Kombination eines starren und robusten noppenlosen Chassis für ein schweres Fahrzeug dar. Es sind jedoch nach wie vor Noppenelemente vorhanden. Beachte die geschickte Verwendung eines Technic-Steins, um das Nummernschild an der vorderen Stoßstange zu befestigen.



Abbildung 3-24: Der Bausatz 8043 für einen motorisierten Raupenbagger weist ein realistisches Erscheinungsbild auf, das mit noppenlosen Paneelen nachgebildet wurde. Zur Gestaltung des Hecks wurden jedoch auch Noppenelemente verwendet, vor allem Fliesen und Rundplatten.



Abbildung 3-25: Es gibt LEGO-Paneele in erstaunlichen Formen. Der Quad-Bike-Bausatz 8262 zeigt, dass sich mit diesen Verkleidungen eine hervorragende ästhetische Wirkung erzielen lässt.



Abbildung 3-26: Die Kabine des Pistenräumer-Bausatzes 8263 weist eine Reihe von Einzelheiten auf, die zu klein sind, um sie durch noppenlose Teile nachzuformen. Daher werden dafür zahlreiche Noppenelemente verwendet.



Abbildung 3-27: Der Buggy-Bausatz 8048 ist ein hervorragendes Beispiel dafür, wie ausschließlich mit noppenlosen Elementen kleine, authentisch wirkende Fahrzeuge gebaut werden können.

In modernen LEGO-Technic-Bausätzen werden Noppensteine nur noch dort verwendet, wo es unbedingt notwendig ist, sodass es auch nur noch kleine Unterschiede zwischen der Konstruktion von Chassis und Karosserie gibt. Bei Eigenbauten kannst du jedoch weit dramatischere Effekte erzielen. Um hervorragend aussehende Modelle zu gestalten, kannst du eine Noppenkarosserie um ein noppenloses Chassis herum konstruieren und dabei eine Vielzahl klassischer LEGO-Steine einbauen. Viele versierte Bastler verzichten ganz auf die Technic-Ästhetik und versuchen stattdessen, ihre Modelle so realistisch aussehen zu lassen wie möglich, wozu sie jegliche LEGO-Bauteile heranziehen, die sich dafür eignen. Dies wird häufig als *Model-Team-*

Ansatz bezeichnet, eine Anspielung auf die eingestellte Produktreihe »LEGO Model Team« mit großmaßstäblichen Fahrzeugmodellen. Dadurch ergeben sich Technic-Modelle, die wirklich funktionieren – was den Antrieb, die Lenkung, das Getriebe usw. angeht –, die aber nicht wie Technic-Modelle aussehen. Bei dieser Bautechnik, die nur im mittleren und großen Maßstab möglich ist, werden Technic-Strukturen durch Steine und Platten abgedeckt, um alle Stiftlöcher, Achsen, Drähte und Motoren zu verbergen. Die Abbildungen 3-28 bis 3-30 zeigen Beispiele von Model-Team-Konstruktionen. In Abbildung 3-31 siehst du dagegen ein Modell aus noppenlosen Elementen, Paneelen und flexiblen Achsen als Gegenbeispiel.



Abbildung 3-28: Mein Humvee-Modell weist eine Noppenkarosserie auf einem gemischten Chassis auf. Die zentrale Tragstruktur des Chassis besteht aus Noppenelementen. Die Bereiche zwischen den Rädern, bei denen es auf eine möglichst kompakte Bauweise ankam, sind dagegen noppenlos konstruiert. Das Ergebnis ist ein Modell, das für seinen Funktionsumfang sehr starr und kompakt, aber auch sehr schwer ist.

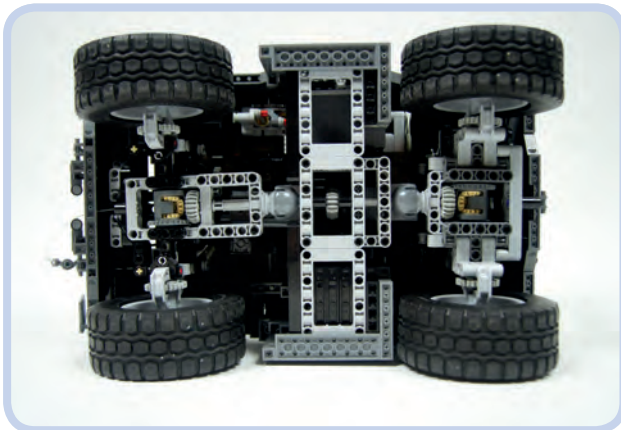


Abbildung 3-29: Mein Modell des RG-35 4x4 MRAP (ein gepanzerter Mannschaftstransporter) weist ein komplett noppenloses Chassis und eine Karosserie ganz aus Noppenelementen auf. Das realistische Modell ist äußerst kompakt, die dichte Bauweise der Karosserie machte es jedoch kopflastig.



Abbildung 3-30: In meinem Modell eines Wachturms aus dem Spielportal habe ich den eiförmigen Rumpf mit einer anspruchsvollen Kombination von Bauteilen geformt. Der Rumpf besteht aus fünf separaten Teilen aus Noppenelementen – vorn, hinten, links, rechts und oben –, die an einem noppenlosen Gerüst befestigt sind. Mit den vorhandenen noppenlosen Elementen wäre es nicht möglich gewesen, diese Form nachzubilden.



Abbildung 3-31: Bei meinem Ford-GT40-Modell habe ich Noppenelemente nur für kleine Einzelheiten der Karosserie und des Fahrgastraums verwendet. Diesem Modell mangelt es ein bisschen an Festigkeit, aber es wiegt bei einer Länge von mehr als 50 cm nur 2,35 kg. Dies ist ein Gegenbeispiel zur Model-Team-Bauweise.

Steine und Balken verbinden

Nachdem wir uns jetzt zur Anregung einige Modelle angesehen haben, bei denen noppenlose und noppenbewehrte Teile erfolgreich kombiniert wurden, wollen wir uns im Folgenden damit beschäftigen, wie wir diese beiden Arten von Elementen in der Praxis miteinander verbinden. Abbildung 3-32 zeigt die übliche Verbindung mithilfe von Stiften. Es ist jedoch auch möglich, halbe Stifte wie normale Noppen einzusetzen, wie du in den Abbildungen 3-33 und 3-34 erkennen kannst.

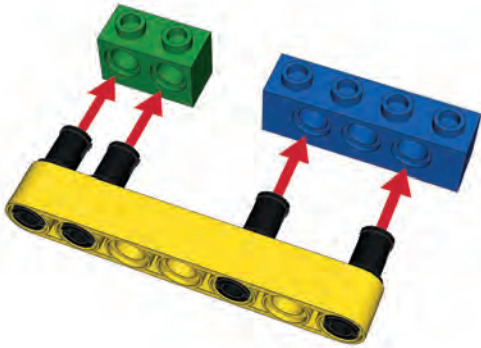


Abbildung 3-32: Balken können mithilfe von Stiften sehr leicht mit Steinen verbunden werden. Zur genauen Ausrichtung können wir sowohl reguläre Technic-Bausteine (blau) als auch Steine mit Stiftlöchern direkt unterhalb der Noppen verwenden.

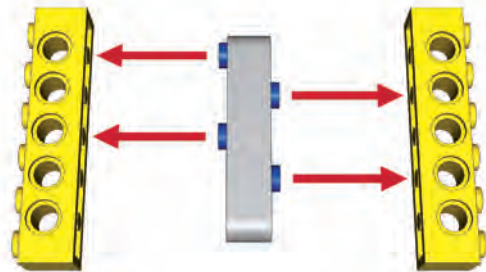


Abbildung 3-34: Da noppenlose Elemente symmetrisch sind, lassen sich anspruchsvolle Verbindungen erzielen, die in mehrere Richtungen erweitert werden können.

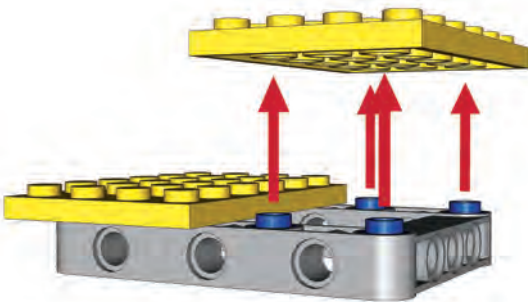


Abbildung 3-33: Werden halbe Stifte in Stiftlöcher eingeführt, funktionieren ihre überstehenden Enden wie Noppen. Steine und Platten können fest daraufgesteckt werden. Die genaue Ausrichtung können wir bestimmen, indem wir die Position der Halbstifte mit Bedacht auswählen.

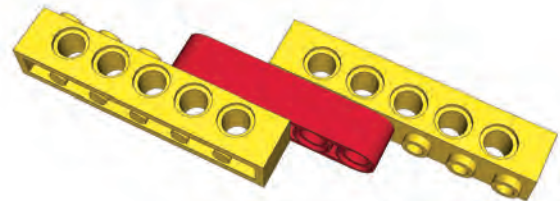


Abbildung 3-35: Diese Verbindung, bei der Noppen in die Stiftlöcher eines Balkens greifen, ist zwar stabil, wird aber als »falsch« betrachtet. Das liegt daran, dass die Stiftlöcher der beiden Steine nicht mehr um ein ganzzahliges Vielfaches einer Noppenlänge versetzt sind, wie es im vorherigen Beispiel der Fall war. Die Steine fluchten nicht.

Elementen einzubauen. Wenn du solche nicht passenden Teile in deine Konstruktionen aufnehmen möchtest, musst du dir kreative Lösungen einfallen lassen. Die gängigsten Beispiele sind der IR-Empfänger (Abbildung 3-36), der M-Motor (Abbildung 3-37) und der Schalter (Abbildung 3-38) von Power Functions. Mehr über das Power-Functions-System erfährst du in Kapitel 13.

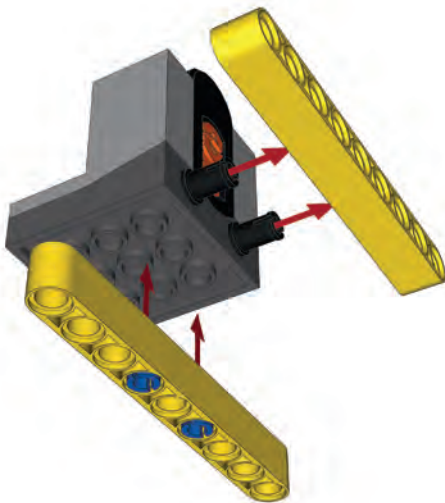


Abbildung 3-36: Die Bodenplatte des IR-Empfängers aus dem Power-Functions-System lässt sich leicht auf Noppenelemente aufstecken. Für Verbindungen mit noppenlosen Elementen können wir wie hier gezeigt Stifte verwenden oder Halbstifte als Noppen einsetzen.

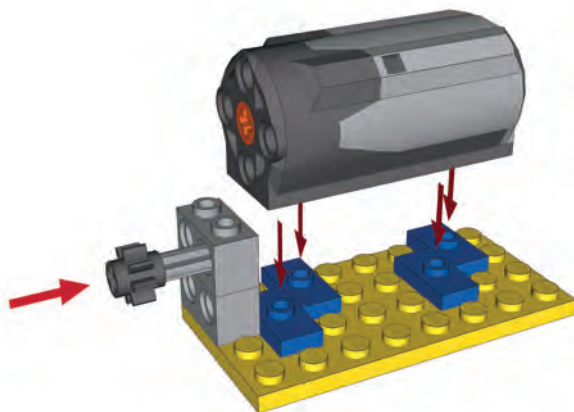


Abbildung 3-37: Zur Ausrichtung des M-Motors von Power Functions auf Noppenelementen können kleine Brückenplatten (blau) verwendet werden.

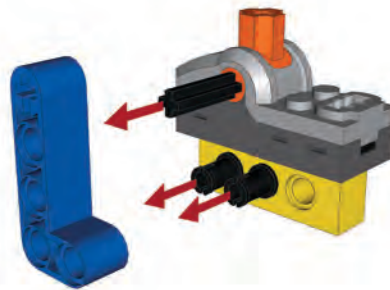


Abbildung 3-38: Der Power-Functions-Schalter lässt sich leicht auf Noppenelemente aufstecken. Eine starre Verbindung mit noppenlosen Teilen herzustellen, ist dagegen eine Herausforderung.

Geradzahlige und ungeradzahlige Noppenlängen

Die letzte große Herausforderung besteht darin, die Längen der beiden Teilegruppen aneinander anzupassen. Noppenelemente haben geradzahlige Längen von zwei, vier oder sechs Noppen usw., noppenlose dagegen ungeradzahlige von drei, fünf, sieben Noppen usw. Dieser Unterschied führt bei der Kombination beider Arten von Teilen zu Problemen. Beispielsweise hat ein noppenloses Chassis in den meisten Fällen eine ungeradzahlige Breite, die darauf aufsitzende Karosserie dagegen eine geradzahlige. Natürlich musst du auch die Länge und Höhe des Modells anpassen, aber in der Praxis stellt die Breite die größte Herausforderung dar, da die linke und rechte Seite der meisten Modelle spiegelsymmetrisch sind. Anders ausgedrückt: Um ein Modell breiter oder schmaler zu machen, musst du sein Mittelstück ändern, während sich Länge und Höhe einfach durch zusätzliche Teile oben oder hinten am Modell anpassen lassen.

Um einen Breitenunterschied von einer Noppe auszugleichen, ist ein Paar dünner Liftarme sehr gut geeignet (in Abbildung 3-39 blau dargestellt). Die Abbildungen 3-40 bis 3-44 zeigen weitere Bauteile und Verbinder, die dazu dienen, nicht übereinstimmende Abstände auszugleichen.

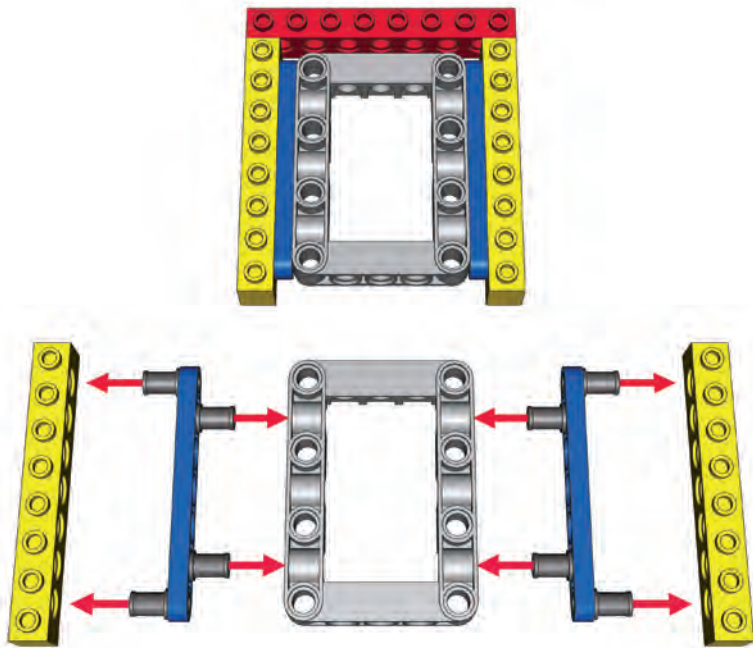


Abbildung 3-39: Dünne Balken (blau) und Dreiviertelstifte (dunkelgrau) können verwendet werden, um eine feste Verbindung zwischen Teilen geradzahlgiger und ungeradzahlgiger Länge zu bilden.



Abbildung 3-40: Drei Arten von noppenlosen Verbindern, die eigens zur Überbrückung eines Längenunterschieds von einer halben Noppenlänge da sind.

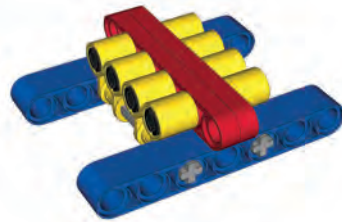


Abbildung 3-42: Verbinder (gelb) zur mittigen Ausrichtung eines sechs Noppen langen Teils (rot) an einer fünf Noppen langen Struktur (blau)

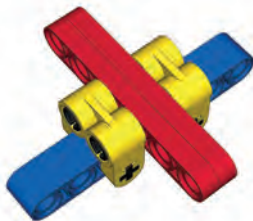


Abbildung 3-41: Verbinder (gelb) zur mittigen Ausrichtung eines sechs Noppen langen Teils (rot) an einem eine Noppe breiten Teil (blau)

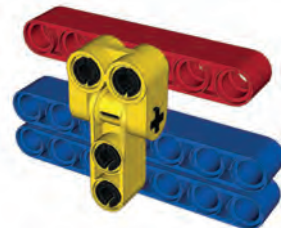


Abbildung 3-43: Kombination zweier Verbinder (gelb) zur mittigen Ausrichtung eines sechs Noppen langen Teils (rot) an einer sieben Noppen langen Struktur (blau)

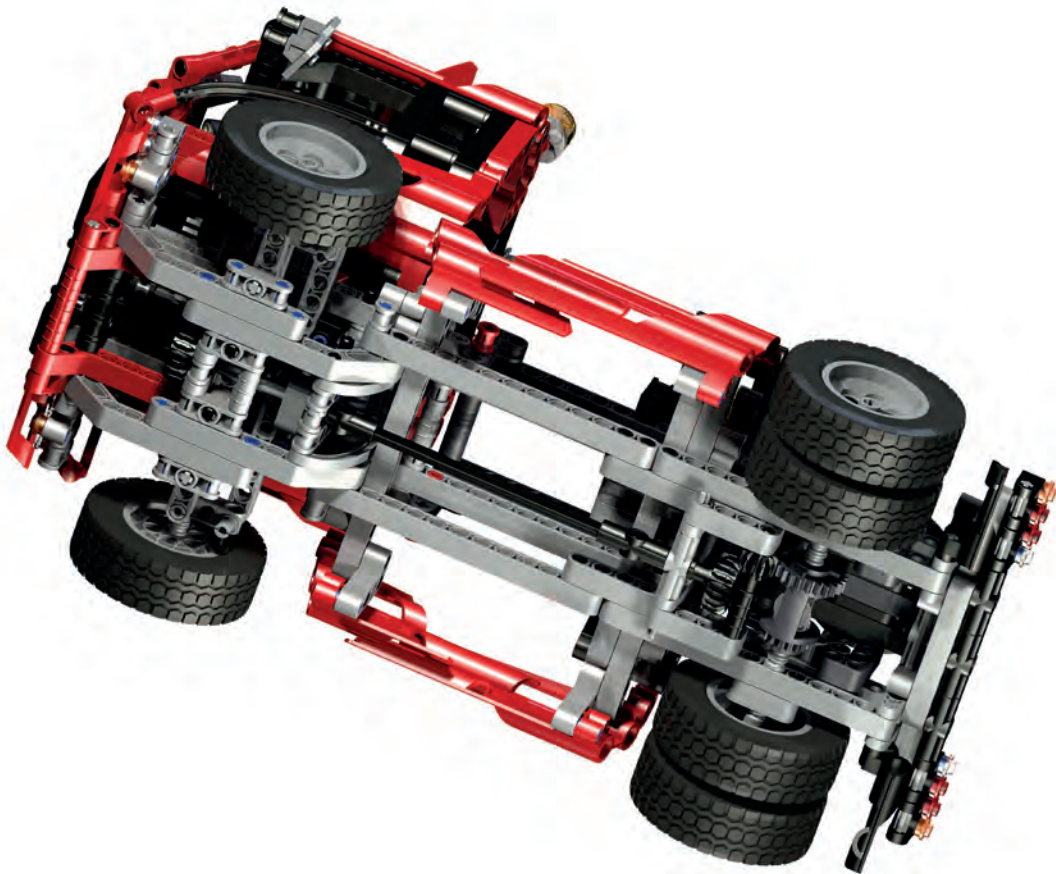


Abbildung 3-44: Der Truck-Bausatz 8436 mit einem noppenlosen Chassis, das um ein vier Noppen breites Differenzialgetriebe herum aufgebaut ist, stellt ein hervorragendes Beispiel für die Kombination von Strukturen mit geradzahlig und ungeradzahlig Breite dar. Durch die Verwendung der entsprechenden Verbinder in diesem Bausatz ergibt sich eine sehr feste und doch leichte Struktur.

Je nachdem, wie und wann du deine ersten Erfahrungen mit LEGO Technic gemacht hast, kann es sein, dass du mit dem einen oder anderen Baustil nicht vertraut bist. Die beste Möglichkeit, um einen unbekannten Baustil zu meistern, besteht darin, mit einem LEGO-Bausatz herumzuspielen, in dem die entsprechenden Elemente überwiegend verwendet werden. Wenn du damit Schwierigkeiten haben solltest, denke daran, dass nichts dagegen spricht, bei dem System zu bleiben, das du kennst und beherrschst. Schließlich sind es oft die Einschränkungen unserer kreativen Freiheit, die zu Innovationen anregen!