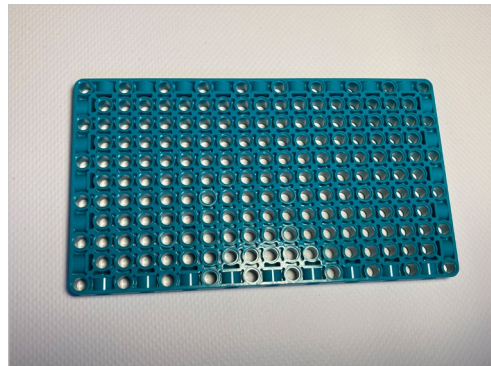
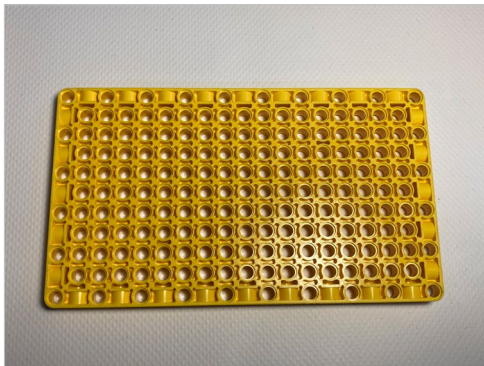
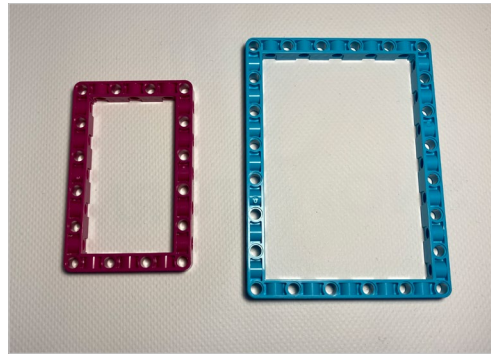
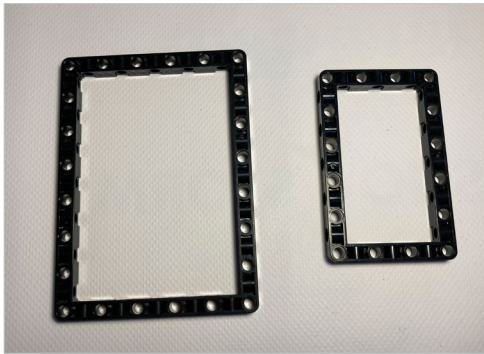
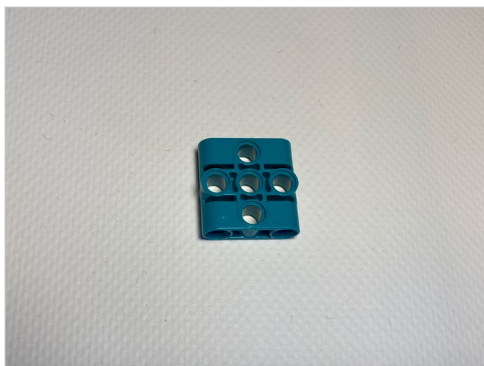


Die Rahmen und Bauplatten bzw. Bauplatten sind bis auf die Farbgebung identisch in den beiden Sets. Sie unterscheiden sich lediglich in der Anzahl der beigelegten Elemente.

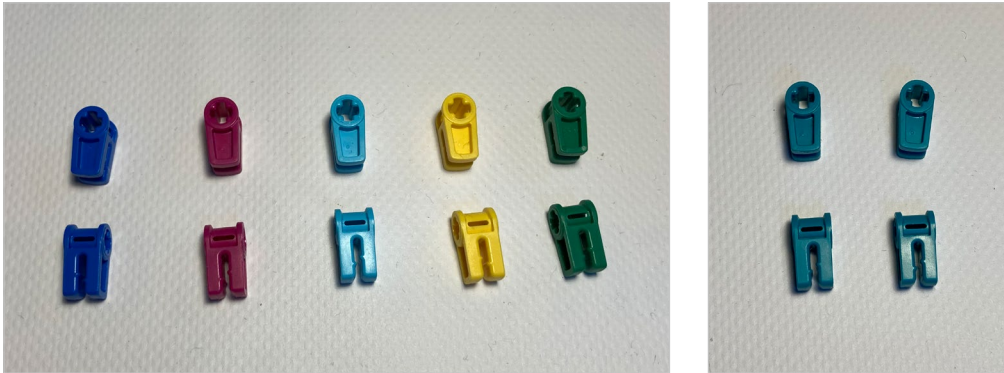


Bei den Verbindungselementen sticht der neue 3×3-LEGO-Technik-Verbinder heraus, der in den verschiedenen Ausrichtungen die entsprechenden Löcher für die Befestigung anbietet.



8 // 2 Einführung in die Basiskomponenten

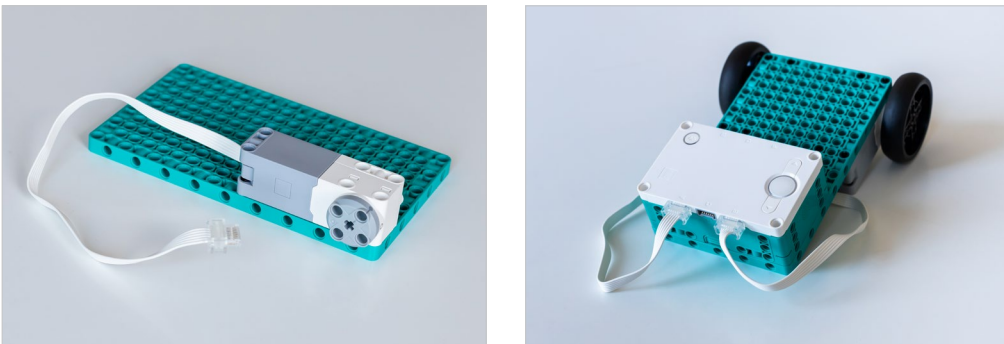
Für die Befestigung der Flachbandkabel liefert LEGO entsprechende Halterungen mit, um die Kabel zu verstauen. Bei Wettbewerben wie der World Robot Olympiad ist dies hilfreich, um das maximale Baumaß nicht zu überschreiten.



Die neuen Räder der jeweiligen Sets weisen eine geringe Auflagefläche bei hoher Haftung aufgrund der gummierten Lauffläche auf. Dies ist für Wettbewerbe vorteilhaft, da damit eine präzisere Steuerung mit geringerem »Schlupf« erreicht werden kann.



Vor allem mit der Basisplatte ist ein fahrender Roboter sehr einfach und schnell aufgebaut und zeigt die Vorteile der Motoren im LEGO-Rastermaß.



LEGO bietet für den Spike Prime ein Erweiterungsset (45680) an, welches neben einem großen Motor und einem Farbsensor noch ca. 600 weitere Bauelemente enthält. Darunter sind ein weiteres Kugelrad, lange Achsen (Länge 32), weitere große und mittlere Rahmen, bananenförmige Getriebe sowie größere Räder in der gleichen Bauform mit 88 mm statt 56 mm. Durch die größeren Räder kann ohne Übersetzung eine entsprechend höhere Geschwindigkeit bei fahrenden Robotern erreicht werden. Die entsprechenden Elemente können auch vollständig mit dem LEGO Mindstorms Robot Inventor genutzt werden und stellen somit eine sinnvolle Ergänzung dar, auch wenn die Farbgebung dem des LEGO Spike Prime entspricht.

Hervorzuheben sind beim LEGO Spike die neuen Basissteine mit Aussparungen für Wellen sowie die neue leichtgängige Kugel als Einsatz für ein drittes Laufrad. Beim EV3 gab es im Education Set (bzw. auch im Nachkauf) bereits eine Stahlkugel mit entsprechender Halterung, das neue Element beim LEGO Spike ist hingegen vollständig aus Plastik und leichtgängiger als das ältere Bauelement.

Beim LEGO Mindstorms Robot Inventor sticht vor allem das Differential heraus, welches es ermöglicht, Räder mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten über einen Motor anzutreiben, wie dies in realen Fahrzeugen der Fall ist.

Details dazu finden sich in den Abschnitten 6.8.6 und 6.9.8.

2.1.3 Unterschiede zum LEGO Mindstorms EV3

Einige der Veränderungen im Vergleich zum EV3 wurden bereits in den vorherigen Kapiteln angesprochen. Was davon als Nachteil und was als Vorteil angesehen wird, liegt in der jeweiligen Betrachtungsweise. Dieses Kapitel soll eine grobe Übersicht über die Unterschiede liefern und vor allem EV3-Umsteigern helfen. Dabei ist es nicht das Ziel, alles umfassend zu beleuchten. Die Unterschiede in den Programmiersprachen und verfügbaren Programmierelementen werden nicht detailliert aufgeführt und ergeben sich aus den Programmierbeispielen in den Kapiteln 4 und 5.

- Hub, Sensoren und Motoren sind vollständig im quaderförmigen Rastermaß von LEGO
- Farbsensor mit wesentlich kompakterer Bauform als der EV3-Farbsensor
- Kraftsensor anstelle eines einfachen Tasters beim EV3 (nur LEGO Spike Prime)
- Flexible Flachbandkabel für eine platzsparende Montage
- 3-Achs-Gyroskop im Hub verbaut anstelle eines externen 2-Achs-Gyroskops beim EV3 (der verbautete 3-Achs-Gyroskop erkennt auch Gesten wie Schütteln und Beschleunigungen)
- Umgebungstemperatursensor im Hub
- Feste Kabellängen an den Motoren und Sensoren mit fest verlöteten Kabeln in den Motoren und Sensoren anstelle der flexiblen Kabellängen beim EV3
- Keine Unterstützung für SD-Karten zur Speichererweiterung oder zum Starten eines alternativen Betriebssystems

- Geringere Flexibilität bei der Wiedergabe von Geräuschen oder Musik über den Hub selbst – der Hub ist beim LEGO Spike nur in der Lage, einzelne Töne wiederzugeben, der LEGO Mindstorms Robot Inventor kann kurze Sequenzen wiedergeben
- 5×5-LED-Matrix statt eines 178×28-Pixel-LCD beim EV3
- Wechsel vom IC2-Protokoll (EV3) zum LPF2-Protokoll (LEGO Power Functions) zur Ansteuerung der Motoren und Sensoren
- Verwendung der Powered-Up-Sensoren und -Motoren von LEGO möglich
- Keine Kommunikation zwischen mehreren Hubs möglich, obwohl Bluetooth grundlegend zur Verfügung steht
- 6 Input/Output-Ports im Vergleich zu 4 Input- und 4 Output-Ports beim EV3
- Keine WLAN-Verbindungsmöglichkeiten, da kein WLAN-Adapter verbaut ist und kein USB-Host-Adapter zur Verfügung steht
- Prozessorleistung und Speicher geringer als beim EV3
- Proprietärer Akku als fester Bestandteil der neuen Sets und damit keine Möglichkeit zur Nutzung von Standardbatterien
- Reduzierte Startzeit des Hubs von wenigen Sekunden im Vergleich zum EV3 mit ca. 30 Sekunden

2.2 Virtuelle Modellierung von LEGO-Modellen

Bereits 2004 hat LEGO den LEGO Digital Designer als frei verfügbares Softwarepaket zum virtuellen Bauen von LEGO-Modellen zur Verfügung gestellt. Dafür stehen eine große Anzahl an LEGO-Bauteilen zur Verfügung, die in einer dreidimensionalen Bauarena zu Modellen verarbeitet werden können. In der Bauarena kann das Modell in allen drei Achsen gedreht und gezoomt werden, sodass sich die bestmögliche Bauposition finden lässt. Neben klassischen Bauteilen stehen auch die LEGO-Technic- und die LEGO-Mindstorms-Teile zur Verfügung, sodass auch Technikmodelle erstellt werden können. 2016 wurde der LEGO Digital Designer von LEGO abgekündigt und 2019 erschien die letzte verfügbare Version mit einigen wenigen Updates.

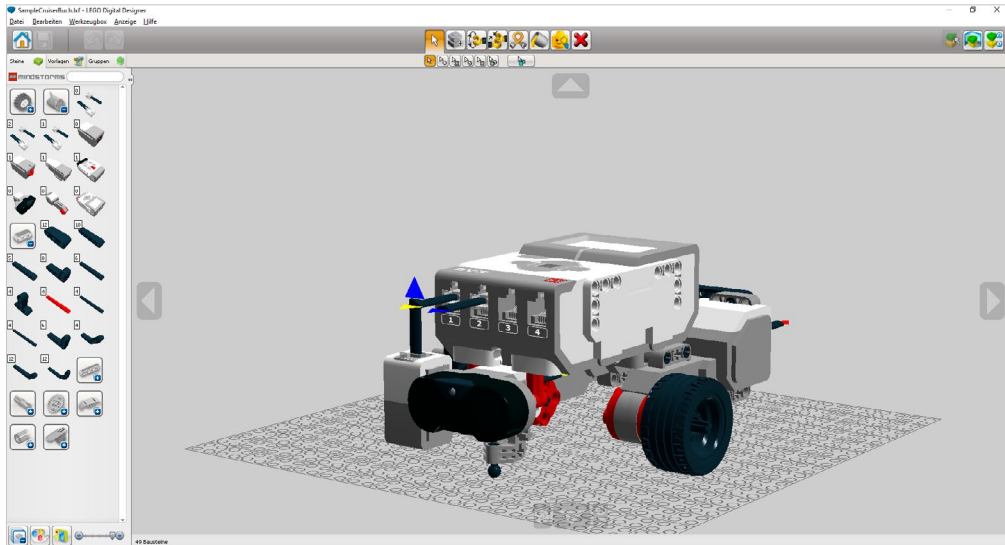


Abb. 2-2 // Beispiel LEGO-Digital-Designer-Entwurfsmodus

Parallel zur Veröffentlichung des LEGO Digital Designer sind in den letzten Jahren verschiedene frei verfügbare Programme für das virtuelle Modellieren und Bauen von LEGO-Modellen entstanden. Die meisten basieren dabei auf LDraw,³ einem offenen Standard für LEGO-CAD-Programme. Damit können virtuelle LEGO-Modelle erzeugt und beschrieben werden, zudem lassen sich aufbauend auf der Modellbeschreibung Bauanleitungen wie von LEGO bzw. in diesem Buch erzeugen oder auch fotorealistiche Bilder generieren. In der LDraw-Bibliothek sind Beschreibungen von Tausenden von LEGO-Bauelementen abgelegt, welche jeweils deren genaue Geometrie enthalten.

Für die verschiedenen Anwendungsfälle stehen unterschiedliche Programme zur Verfügung – z. B. für die Modellierung LDCad, MLCad, LeoCad, für die Generierung von Bildern und Anleitungen LPub3D, LICreator und für die Generierung fotorealistiche Bilder POV-Ray. Einige Programme wie z. B. POV-Ray sind nicht nur für LEGO-Modelle nutzbar bzw. wurden nicht primär für LEGO-Modelle entworfen.

Neben diesen Programmen, die alle über einen All-in-One-Installer gemeinsam installiert werden (siehe Kapitel 8.7), hat sich außerdem ein weiteres, frei verfügbares Projekt namens Studio 2.0⁴ in der LEGO-Community etabliert. Dieses vereint viele der zuvor genannten Funktionen in einem Programm und wird zudem aktiv gepflegt. Studio 2.0 baut ebenfalls auf der LDraw-Bibliothek auf und ergänzt diese um weitere Metadaten für z. B. korrekte Verbindungspunkte. Studio 2.0 wurde im Rahmen des Bricklink-Projekts geschaffen. Bricklink ist der wohl größte Handelsplatz für LEGO-Teile, außerdem bietet die Plattform Designer-Programme an und dient als Datenbank für Teile und Sets. 2019 wurde Bricklink von der LEGO Group übernommen.

3 <https://www.ldraw.org/>

4 <https://www.bricklink.com/v3/studio/download.page>