



Blender - Lektion A2

# PHYSIKALISCHE SIMULATION

Blender V2.69 - Skript V2.0

Autor: Uwe Gleiß, Franz-Ludwig-Gymnasium Bamberg, Computergrafikgruppe (CoGra-FLG) • Kontakt über: [cogra-flg@web.de](mailto:cogra-flg@web.de)  
Dieses Werk steht unter einer Creative Commons Lizenz (Details durch Klick auf diesen Text).



# EINSTIEG

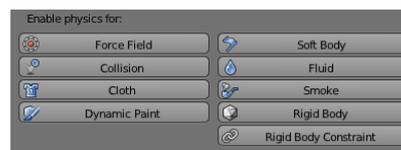
## Appetitanreger

Erinnern wir uns andächtig an Lektion A1 (deren Studium vor dieser Lektion sehr zu empfehlen ist) und darin an Übungsaufgabe 7 (die man natürlich abgearbeitet hat). Wie viele Arbeitsschritte waren notwendig, um einem Gummiball das Hüpfen zu lehren? War das Endergebnis überzeugend? Viele Animationsvorgänge müssen über Keyframes verwirklicht werden, aber Phänomene wie Gravitation und Reibung folgen doch recht einfachen Regeln. Nehmen wir einmal an, alles was für die Simulation eines Gummiballs notwendig ist wäre, ihn fallen zu lassen? Genau das kann Blender tatsächlich mit Hilfe der Physics Engine.

Diese Lektion wird diejenigen Simulationsmöglichkeiten von Blender kurz erklären, die sich relativ einfach erschließen. Das sind Soft und Rigid Bodies, Kollisionsobjekte, Stoffsimulation und Kraftfelder. Es wird nicht all zu sehr in die Tiefe gehen, Ziel ist ein Überblick.

## Physikeinstellungen

Sämtliche Simulationsmöglichkeiten mit physikalischem Hintergrund sind in den Eigenschaften unter dem letzten Punkt zu finden  (nicht jeder Objekttyp bietet alle der unten abgebildeten Möglichkeiten).



Die Physikeinstellungen eines Objekts

Hier können die verschiedenen Simulationsmöglichkeiten durch Klick auf den entsprechenden Knopf aktiviert werden. Nicht erschrecken - das Ergebnis ist in den meisten Fällen eine halbe Tonne neuer Knöpfe.

## Physik als Modifier

Einige der Simulationsmöglichkeiten werden als sog. Modifier umgesetzt. Bei Aktivierung eröffnen sich nicht nur neue Möglichkeiten in den Physikeinstellungen, sondern das Objekt erhält automatisch einen entsprechenden Modifier (zu finden unter dem Schraubenschlüssel ). Hauptsächlich dient das dazu, die Auswirkungen verschiedener Modifier oder Simulationen eines Objekts zu sortieren.

Um das zu verstehen ein simples Beispiel: Setzen Sie eine größer skalierte Ebene in eine Szene und aktivieren Sie bei ihr Collision bei den Physikeinstellungen. Fügen Sie einen Würfel hinzu, den Sie anheben und ein wenig willkürlich drehen. Aktivieren Sie dann beim Würfel in der Physikabteilung Cloth. Wechseln Sie zu den Modifiern und gönnen Sie dem Würfel zusätzlich zum dort nun eingetragenen Cloth Modifier einen Subdivision Surface Modifier (zweite Spalte, fast ganz unten). Schalten Sie diesen bei View auf 2.

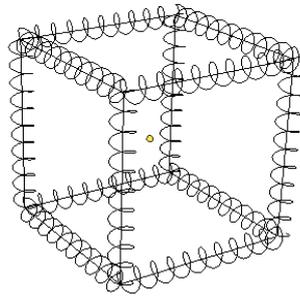
Zurücklehnen und die Animation starten. In diesem Fall wird die Stoffsimulation für den Würfel berechnet (der Cloth Modifier ist oben und damit zuerst dran). Da der nur aus acht Punkten besteht verhält er sich eher wie ein Gummiojekt und nicht wirklich wie Stoff. Der Subdivision Modifier unterteilt ihn nur optisch.

Tauschen Sie die Reihenfolge der Modifier, indem Sie im Cloth Modifier auf den Pfeil nach unten klicken  und starten Sie die Animation von Beginn an neu. Jetzt wird der Würfel erst unterteilt, danach schlägt die Stoffsimulation zu. Die verarbeitet ein Objekt mit weit mehr Details, dass jetzt wie ein Stoffbeutel zusammensackt.

# SIMULATION VON STOFF

## Etwas Theorie

Bleiben wir doch gleich bei der oben gebastelte Szene und blicken erst einmal auf die Technik dahinter. Die Simulation von Cloth und Soft Bodies funktioniert nach ähnlichen Prinzipien. Jede Kante des Objekts wird als eine Feder betrachtet, die ihre zwei Endpunkte zusammen hält, aber auch voneinander abstößt. In jedem Simulationsschritt berechnet Blender die Kräfte, die durch Kollisionen oder andere Einflüsse entstehen und drückt dadurch die Federn zusammen oder dehnt sie. Im nächsten Rechenschritt gehen dann auch die Kräfte durch gespannte oder gestauchte Federn in die Berechnungen ein und der gesamte Körper reagiert entsprechend durch Schwingungen oder dauerhafte Verformung.



Jede Kante wirkt wie eine Feder.

Damit sich das Objekt nicht auf Dauer wie wild gewordener Wackelpudding verhält, muss die Bewegung der einzelnen Element noch mit Reibung gedämpft werden, die Verdrehung der einzelnen Kanten gegeneinander sollte nicht völlig frei ablaufen und auch das Rutschen auf einer Oberfläche muss irgendwann zum Stillstand führen.

Der Computer hat also einiges zu tun, weswegen eine solche Simulation in vielen Fällen nicht in Echtzeit berechnet werden kann. Blender speichert beim ersten Durchgang die Animationsdaten in einem sog. Cache (je nach Simulation auch auf der Festplatte). Beim zweiten Durchgang werden diese abgerufen und die Simulation läuft flüssig. So lange man nicht die Bewegung eines Objektes in sich benötigt (Wackelpudding, Seidenbettwäsche, Vorhänge) ist eine Simulation mit Rigid Bodies (s.u.) flotter.

## Eigenschaften eines Stoffobjekts

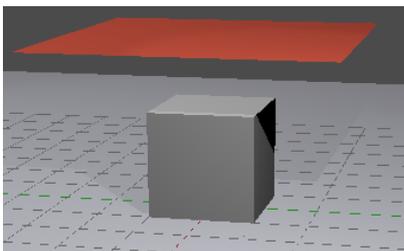
Die kurze Theorie von oben lässt macht dieverse Einstellungen für eine Cloth-Simulation besser verständlich. Hier wird nur kurz auf einige der Werte unter Cloth eingegangen:

- Steps ist die Anzahl der Simulationsschritte pro Frame. Nur einer ist im Allgemeinen viel zu wenig, da sich auch in der 1/25 s eines Frames eine ganze Menge tun kann. Testweise kann man hier nach unten drehen, aber spätestens wenn sich das Objekt sichtbar falsch verhält sind es zu wenig Zwischenschritte.
- Structural - je höher, um so kräftiger sind die simulierten Federn. Der Stoff wirkt eher steifer, allerdings federt er dadurch auch mehr bei Kollisionen. Ein Kompensieren dieses Effekts mit Spring (s.u.) kann sinnvoll sein.
- Bending steuert, wie stark sich der Stoff gegen Biegung und Falten „wehrt“. Höhere Werte sorgen für Stoff der dicker wirkt.
- Spring ist die Reibung in den virtuellen Federn - je höher, um so weniger elastisch reagieren diese.
- Air steht für die Luftreibung - Stoffobjekte können bei ausreichender Leichtigkeit wunderbar im Wind flattern.
- Velocity steht für die Reibung, die dem Stoff Geschwindigkeit nimmt. Hier bedeutet 1 keine Reibung und 0 den stärksten Effekt (der Stoff driftet dann wie durch zähes Öl).

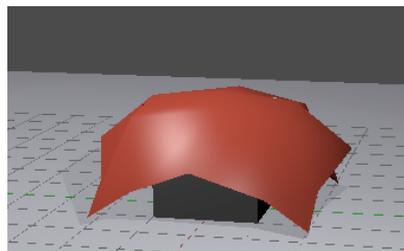
Bevor Sie weiter machen empfiehlt sich ausgiebiges Herumspielen an all diesen Werten (speichern Sie vorher, damit Sie zu sinnvollen Basiseinstellungen zurückfinden). Wenn Sie genügend Geduld mitbringen können Sie unter Cloth Collision auch noch Self Collision aktivieren, dann reagiert der Stoff auch mehr oder weniger auf sich selbst und nicht nur auf den Boden.

## Tischlein deck dich

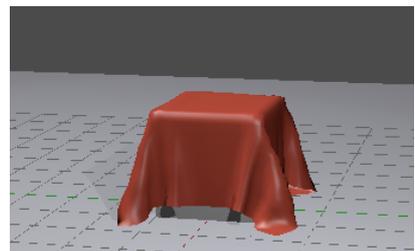
Kleiner Wiederholungsdurchgang gefällig? Setzen Sie in eine neue Szene eine Bodenebene und einen Würfel als Kollisionsobjekte. Ein Stück über den Würfel kommt eine weitere kleinere Ebene, die als Tischtuch dienen soll. Geben Sie dieser Stoffeigenschaften und starten Sie die Animation. Unterteilen Sie dann das Tischtuch im Edit Mode mit Subdivide und starten Sie im Object Moder erneut die Animation. Das wiederholen Sie ein paar Mal, bis die Sache wirklich nach Tischtuch aussieht (vergessen Sie nicht, die Tischdecke auf Smooth zu schalten).



Ein Seidentuch vor der Animation



Am Ende (2x Subdivide)



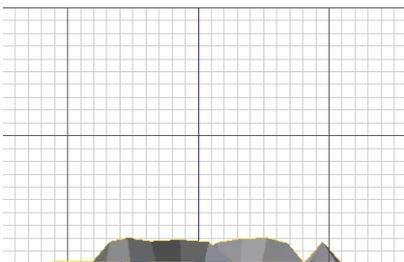
Ebenfalls am Ende (5x Subdivide)

## SOFT BODIES

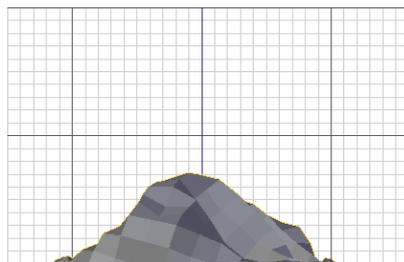
### Schwabbelkugeln

Entfernen Sie alles außer dem Boden und bauen Sie eine UV Sphere in die Szene ein, die ebenfalls ein Stück über dem Boden startet. Aktivieren Sie für diese Soft Body unter Physics. Soft Bodies können bei den Modifiern nicht nach einem Subdivision Modifier eingesetzt werden. Deshalb ist diesmal von ein feiner unterteiltes Objekt notwendig. Wenn Sie die Animation starten ist das Ergebnis enttäuschend - die Kugel baumelt herum und das war's. Soft Bodies können eine Ruheposition besitzen, zu der sie zurückgezogen werden. Wenn Sie Spaß haben wollen starten Sie noch mal die Animation und bewegen Sie die Kugel von Hand ein wenig - da kommt Schwung in die Bude! Interessant ist dieses Verhalten vor allem in Kombination mit Keyframeanimation (siehe Lektion A1).

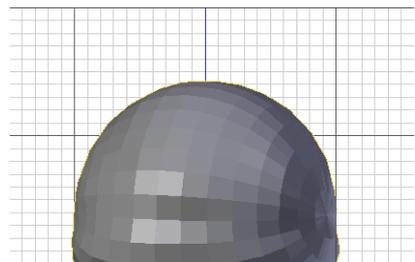
Deaktivieren Sie in den Physikeinstellungen Soft Body Goal. Die Kugel wird fallen und sich am Boden gründlich zusammenfallen (sollte die Kugel den Boden ignorieren, dann schalten Sie dessen Kollision einmal aus und wieder an - meist hilft das). Mehr Stabilität erhält die Kugel z.B. durch Aktivierung von Stiff Quads unter Soft Body Edges. Zu den Federn pro Kante simuliert Blender dann zusätzlich zwei Federn über Kreuz in jedem Viereck. Reicht das nicht kann Pull, Push und Bending erhöht werden.



Pull und Push 0,5; Bending 0 - Tod einer Kugel



Push und Pull 0.98 - Matschkuchen



Pull, Push, Bending 0,8 - schlaffer Fussball

Vermutlich durchdringt der Ball im Moment den Boden an diversen Stellen. Das liegt zum Teil daran, dass nur die Objektpunkte bezüglich Kollision überprüft werden. Sie können bei Lust und Laune auch noch Edge und Face unter Collision aktivieren. Diese erhöhte Präzision sorgt aber auch für gehörig zusätzliche Rechenzeit.

## Umgang mit dem Cache

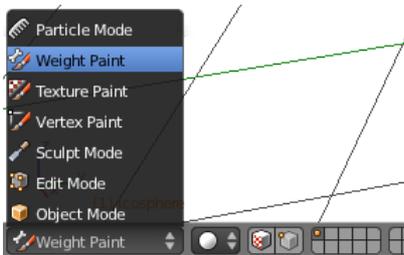
Die Animationsdaten werden wie bereits gesagt gespeichert, so dass sie nur dann neu berechnet werden müssen, wenn sich etwas verändert. Verleihen Sie der Kugel bei Push und Pull 0,7 und bei Bending 5,0. Starten Sie die Animation und betrachten Sie sie diese nach dem ersten Durchgang gleich noch mal. Beim ersten Durchgang, wenn die Animation berechnet wurde war das langsam, wirkte aber natürlich. Beim zweiten Durchgang sah die Verformung vermutlich seltsam aus. Das liegt daran, dass früher Speicherplatz knapp war und Blender bei Soft Bodies nur für jeden 10. Frame die Animationsdaten speichert. Dazwischen wird weich überblendet (und das geht meist schief). Setzen Sie unter Soft Body Cache den Wert Cache Step von 10 auf 1 und betrachten Sie erneut zwei Durchläufe.

## Schwabbelfaktor

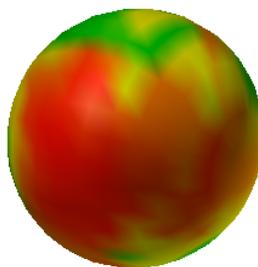
Wechseln Sie im 3D Bereich in den Modus Weight Paint. Die Kugel wird blau und kann jetzt durch Klicken und Ziehen mit Farben aus dem Regenbogen bepinselt werden. Diese Farben stehen für eine Gewichtung (von Blau = 0 bis Rot = 1). Pinseln Sie die Kugel von allen Seiten an, sorgen Sie aber dafür, dass die Gewichtung an verschiedenen Stellen unterschiedlich ist. Dazu können Sie die Deckkraft Strength und die Gewichtung Weight des Pinsels im Tool Shelf (linker Rand des 3D Bereichs, aufzurufen mit **T**) bei Bedarf verändern.

Die aufgemalte Gewichtung speichert Blender in einer sog. Vertex Group, die automatisch erzeugt wurde. Sie finden diese unter dem kleinen Dreieck  (den Mesh-Informationen) in den Eigenschaften, wo Sie ihr vielleicht einen passenden Namen wie Schwabbelfaktor geben sollten.

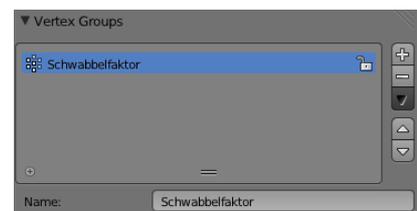
Vertex Groups können noch mehr, wie z.B. Modifier in ihrer Wirkung einschränken



Wechsel in den Weight Paint Modus



Die Kugel mit wild verteilter Gewichtung



Die bereits umbenannte Vertexgroup

Zurück in den Physikeinstellungen können Sie die Vertex Group z.B. unter Soft Body Edges bei Springs auswählen. Und wie immer: noch mal fallen lassen! Die Vertex Group steuert jetzt die Stärke der Federn - eher blaue Bereiche sind extrem instabil, Rot entspricht der bei Push und Pull eingestellten Stärke. Alternativ oder zusätzlich können Sie Soft Body Goal wieder aktivieren und dort die Vertex Group eintragen. Dann steuert sie für jeden Punkt, wie stark er an seiner Ursprungsposition hängt.

## Einsatzgebiete

Neben der fantastischen Möglichkeit, endlich Wasser in Schwerelosigkeit simulieren zu können, gehen mit Soft Bodies mit Soft Body Goals noch ganz andere Sachen: Eine gestylte Frisur mit jeder Menge Haarspray. Die Wäsche auf der Leine und auch die Leine selbst kann dazu gebracht werden, im Wind zu flattern. Teile eines Charakters, wie ein respektabler Bierbauch kann angemessen auf die Bewegungen des Besitzers reagieren.

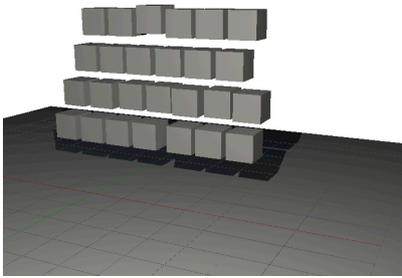
# HARTE BROCKEN

## Mauerbau

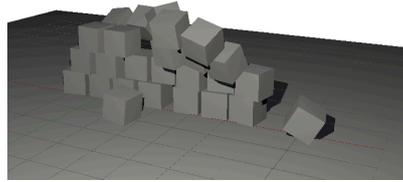
Schicken Sie die Kugel auf den Schrottplatz und fügen Sie der Szene einen neuen Würfel hinzu. Heben Sie diesen ein wenig über den Boden an und aktivieren Sie in seinen Einstellungen Rigid Body. Und wieder einmal dürfen Sie eine Animation starten. Der Würfel wird den Boden glatt durchfliegen, obwohl dieser doch mit Kollision versehen ist. Rigid Bodies benutzen ein anderes Simulationsmodell und reagieren deshalb nur auf andere Rigid Bodies. Machen Sie den Boden auch zum Rigid Body und stellen Sie diesen von Active auf Passive, sonst fällt er ins Bodenlose.

Fertigen Sie locker platzierte Kopien des Würfels an, so dass eine Art Mauer in der Luft schwebt. Teils auch mehrere Objekte markieren und mit **Alt+D** kopieren beschleunigt diesen Vorgang ungemein. Dadurch sind die Kopien wirklich nur Kopien. Ändern Sie mal die Breite eines Würfels - die anderen werden folgen, da sie die gleichen Daten verwenden (sie verweisen alle auf den gleichen Data Block).

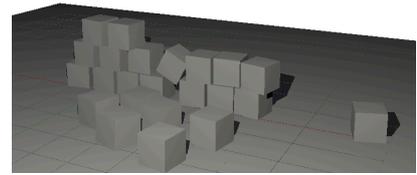
Animieren Sie erneut - wir wollen mal hoffen bei Ihnen hält das besser als im Beispiel unten. Speichern Sie die Datei mit der Mauer unbedingt ab, auf die kommen wir später zurück.



Die Mauer vor ...



... während ...



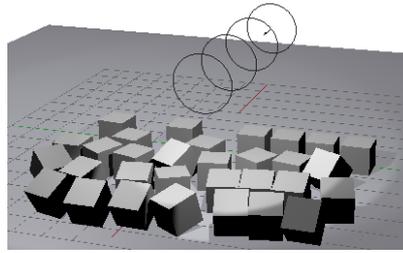
... und nach dem Fall.

Rigid Bodies brauchen viel weniger Rechenleistung als Cloth oder Soft Bodies. Einige hundert Objekte sind für einen modernen Rechner kein großes Problem (glitzern Ihre Augen schon?). Die Geschwindigkeit hat natürlich ihren Preis. Z.B. werden Kollisionen nur grob berechnet. Bei Würfeln ist die Einstellung Convex Hull oder noch besser Box bei Shape unter Rigid Body Collision vollkommen ausreichend und auch sehr genau. Lassen Sie Suzanne mit der Einstellung Box fallen und sehen Sie genau hin. Sie wird sich so verhalten als sei sie in einen unsichtbaren Quader gepackt. In diesem Fall ist Convex Hull oder noch genauer Mesh besser geeignet.

# K R Ä F T E

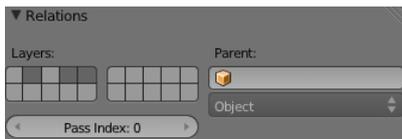
## Einbau und Wirkung

Jedes Objekt kann eine Kraft auf Soft oder Rigid Bodies bzw. auf Stoff erzeugen (auch zusätzlich zur Kollision). Dazu ist in den Physikeinstellungen die Option Force Field zu aktivieren. Oft soll das Kraft verursachende Objekt selbst aber unsichtbar bleiben. Dann ist ein Empty die beste Wahl. Die gibt es fertig mit **Shift+A**. Fügen Sie ein Kraftfeld (Force Field) vom Typ Wind in die Szene von vorhin ein (die mit der Mauer). Richten Sie es mit seiner gelben Spitze grob in Richtung der Wand aus. Vermutlich müssen Sie tüchtig aufdrehen, damit sich etwas tut (erhöhen Sie den Wert bei Strength ruhig auf 20 oder mehr). Die Wand wird umgepustet.



Umgeblasene Wand mitsamt Windobjekt

Ein Kraftfeld wirkt sich nur auf Objekte aus, die mit ihm mindestens einen Layer gemeinsam haben. Auf welchem der insgesamt 20 Layer ein Objekt aktiv ist kann in den Objekteigenschaften  unter Relations aktiviert werden. Bei gedrückter **Shift** Taste können auch mehrere Layer aktiviert werden. Mit diesem Verfahren kann gesteuert werden, welche Kräfte auf welche Objekte wirken. Zusätzlich kann in den Physikeinstellungen von Soft Bodies oder Cloth unter Soft Body / Cloth Field Weights feingesteuert werden, wie stark das Objekt auf die verschiedenen Feldtypen reagieren soll. Für Rigid Bodies gibt es eine ähnliche Einstellung, die für alle solchen Körper gilt, zu finden in den Einstellungen der Szene  bei Rigid Body Field Weights. Dort können Sie unter Rigid Body Cache auch einstellen, wie lange die Rigid Body Simulation ablaufen soll. Steht hier bei End eine kleine Zahl als die maximale Framezahl unter End in der Zeitleiste, dann bricht die Simulation scheinbar ohne Grund vor Ende der Animation ab. Ähnliches gilt analog für Soft Bodies und Cloth.



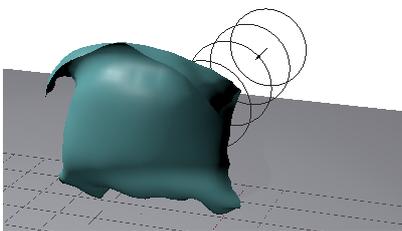
Ein Objekt, das auf Layer 2, 4 und 5 aktiv ist



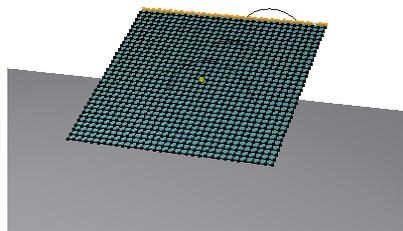
Gravitation wirkt hier nur mit halber Kraft

Werfen Sie die Würfel aus der Szene (die sind ja gespeichert) und bauen Sie erneut ein Tischtuch ein, das Sie genügend unterteilen. Drehen Sie es etwas, so dass der Wind es treffen kann und legen Sie los. Anstatt den Wind noch weiter aufzudrehen könnten Sie auch die Masse des Stoffs erniedrigen, bis das Tuch weggeblasen wird. Oder Sie geben unter Cloth Field Weights bei Wind 10 ein (sooo viele Möglichkeiten).

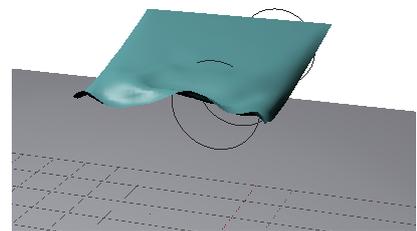
Ein letzter Spaß: Markieren Sie im Edit Mode eine Kante des Tuchs und verwenden Sie **Ctrl+G** um eine neue Vertex Group zu erzeugen (alle markierten Punkte haben in dieser dann volle Stärke). Aktivieren Sie unter Cloth den Schalter Pinning und tragen Sie darunter die Vertex Group ein. Wenn das noch nicht reicht erhöhen Sie beim Wind Noise.



Wind + Cloth = Huüüüü



Diese Kante als Vertex Group genutzt ...



... und gepinnt - fertig ist die Fahne.

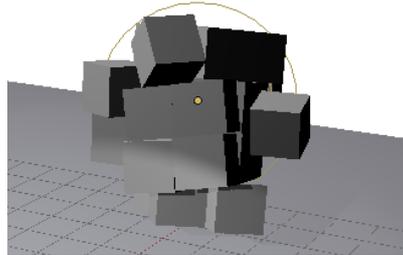
## Feldtypen und -einstellungen

Bei allen Feldtypen kann die Abnahme der Kraft unter Falloff gesteuert werden. Als Standardwert ist meist eingetragen, dass die Kraft mit größerem Abstand nicht abnimmt (der Wert Power ist 0). Wenn Sie z.B. für ein Gravitationsfeld eines Planeten korrektes Verhalten einstellen wollen, dann sollte Power 2 sein (das entspricht einer Abnahme mit dem Quadrat des Abstands). Mit den Werten Minimum und Maximum kann das Feld auf einen frei wählbaren Abstandsreich beschränkt werden. Je höher Flow, um so träger wirkt sich das Kraftfeld auf Objekte aus.

Der oben schon erwähnte Cache wird von Blender in sehr launischer Weise gelöscht oder eben nicht gelöscht, wenn Änderungen an Kraftfeldern vorgenommen werden. Sollte ein Objekt nicht auf ein verändertes Kraftfeld in anderer Weise reagieren, so hilft vielleicht ein kurzes Hin- und Herschalten eines Wertes in den Soft Body oder Cloth Einstellungen, um dem Cache klar zu machen, dass er neu rechnen muss.

Zu den Feldtypen:

- Force - Eine abstoßende (bei negativer Strength anziehende) Kraft. Ist Shape auf Plane geschaltet, dann wirkt diese Kraft parallel zum Pfeil in der Darstellung (ähnlich wie die Erdanziehung). Bei der Einstellung Point zur Position des zugehörigen Objekts hin (vergleichbar mit einem Planeten).



Force -1000, die Folge: Würfelknödel

- Wind - Während Force auf das zugehörige Objekt ausgerichtet ist wirkt Wind überall in gleiche Richtung. Der Wert Noise sorgt für Unregelmäßigkeiten (tut er auch bei Force, hier macht er aber mehr Sinn).
- Vortex - Alle betroffenen Objekte drehen sich um die Achse des Vortex Objekts ähnlich wie in einem Wirbelsturm (ohne Hindernisse wird alles nach außen geschleudert).
- Magnetic - Geladene Teilchen, die sich in einem Magnetfeld bewegen, werden durch die Lorentzkraft auf eine Kreis- oder Spiralbahn gebracht. Bei diesem Kraftfeld gibt der Pfeil die Magnetfeldrichtung an, den Rest kann man sich (so man schon die 9. Klasse besucht) mit verrenkten Fingern der rechten Hand erschließen.
- Harmonic - Hier wird eine Kraft wie durch eine gespannte Feder simuliert. Objekte, die sich in einem solchen Feld bewegen beginnen zu schwingen wenn Damping niedrig genug ist.
- Texture - Eine Textur bestimmt die Richtung der Kraft. Dabei steht der Rotanteil der Textur für die Stärke in x-Richtung, Grün für y und Blau für z.
- Turbulence - Betroffene Objekte zittern ein wenig unregelmäßig hin und her. Das kann als Ergänzung zu Wind oder anderen Kräften natürlicher wirken.
- Drag - Mit Linear und Quadratic kann eingestellt werden, wie stark in Abhängigkeit von Geschwindigkeit bzw. Geschwindigkeitsquadrat gebremst wird.

Wem nun einige Feldtypen fehlen, die in Blender zu finden sind, der sei beruhigt: Diese Felder wirken nur auf Partikel (siehe Lektion A3).

## ÜBUNGS AUFGABEN

1. Die Cloth Simulation bringt diverse Voreinstellungen mit (Presets). Lassen Sie noch mal ein Tischtuch auf einen Würfel herabfallen und testen Sie dabei die verschiedenen Stoffe (von Baumwolle bis Seide). Die Betrachtung der eingestellten Werte kann ein gewisses Gefühl dafür vermitteln, wo man bei Eigenentwürfen drehen muss.
2. Fahren Sie einen Soft Body gegen die Wand, so dass er richtig schön zerknautscht wird. Wenn Sie den Wert Plastic erhöhen schaffen Sie vielleicht sogar einen dauerhaften Blechschaden.
3. Simulieren Sie mit Soft Body einen Gummiball (ein wenig Herumspielen an den Werten wird notwendig sein).

4. Simulieren Sie den Bewurf einer Wand mit Gummibällen oder mit Gekochten (und geschälten) Eiern oder mit matschigen Killertomaten, oder ...
5. Bauen Sie zu ihrer Würfelmauer noch eine Rutsche und legen Sie darauf eine schwere Kugel - der Rest ergibt sich.
6. Würfeln Sie doch mal ein wenig - ein Becher, mehrere Würfel, rundrehen, fertig.
7. Wie wäre es mit Bowling? Sowohl die Kugel wie auch die Pins sind harte Objekte.
8. Wenn Sie immer noch keinen kreativen Quatsch mit der Physikengine getrieben haben, dann tun Sie es jetzt!