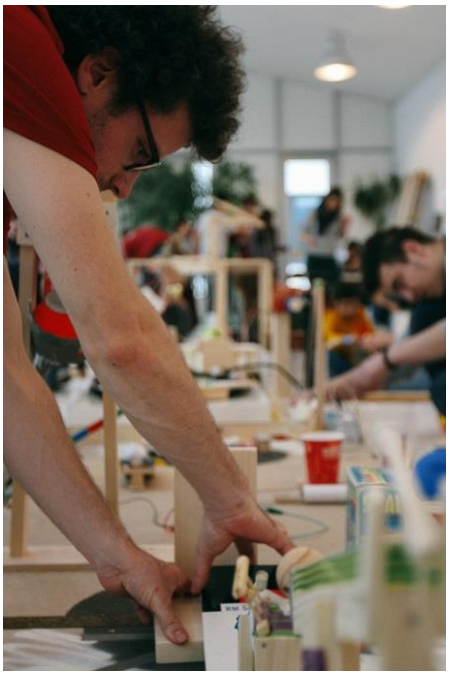
Verein
ScienceCenter
NETZWERK

Landstraßer Hauptstraße 71/1/309
A 1030 Wien
T +43 (0)1 710 1981
E office@science-center-net.at
W www.science-center-net.at
ZVR-613537414
UID-Nr.: ATU67896949



DOSSIER: BAU VON KETTENREAKTIONSMASCHINEN

Eine Kettenreaktion leitet Impulse von einem Start zu einem Endpunkt. Ziel des gemeinsamen Baus ist es, Teilabschnitte und Übergänge so zu gestalten, dass diese Impulse möglichst ohne Unterbrechung weitergegeben werden[1].

Die Aktivität eignet sich für den schulischen[2] und außerschulischen Kontext.

[1] Exploratorium (2015): Chain Reaction. San Francisco.
[2] Da sich der verfassende Verein ScienceCenter-Netzwerk vor allem der Bildungsarbeit im außerschulischen Kontext widmet, sind die folgenden Zeilen grundsätzlich an „VermittlerInnen“ „TeilnehmerInnen“ adressiert und nicht an Lehrkräfte und „SchülerInnen“. Die Erfahrung der vergangenen Jahre hat gezeigt, dass sich die Aktivität auch im Schulkontext umsetzen lässt.

1) WAS IST DAS VERMITTLUNGSZIEL DER AKTIVITÄT?

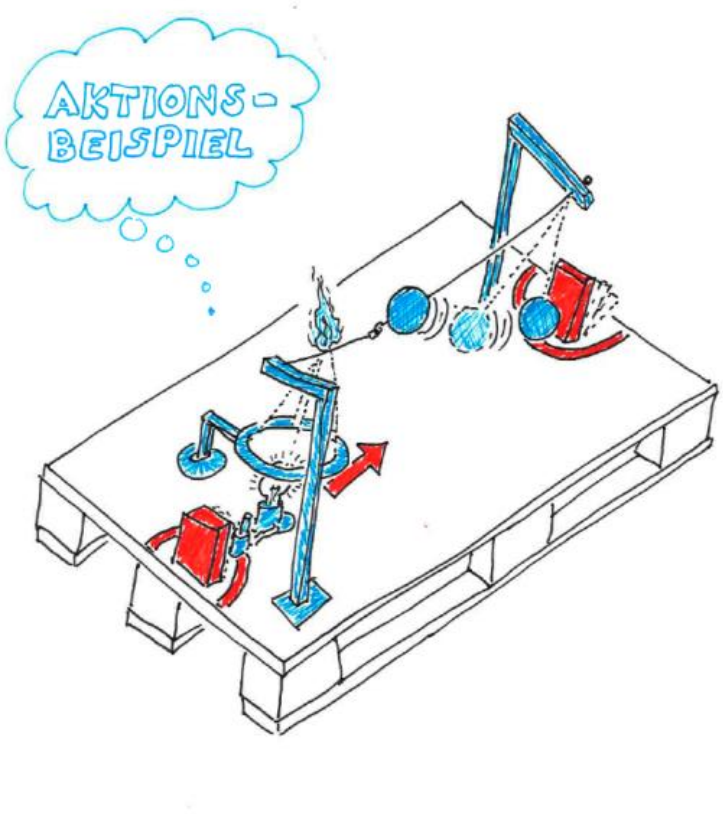
Physikalische Phänomene wie Anziehungskraft, Elektrizität, Mechanik, Reibung oder Beschleunigung werden auf spielerische Art und Weise erlernt.
Alltägliche Gegenstände und Materialien finden neue Verwendung. Handwerkliche Fähigkeiten werden trainiert. Auch kreatives Schaffen und Inspiration sind Bestandteile des Baus, indem die technischen Elemente auch künstlerisch akzentuiert werden.

In der offenen Werkstatt können BesucherInnen kreativ sein, Ideen gemeinsam entwickeln und diese in die Praxis umsetzten. TeilnehmerInnen lernen Hypothesen zu setzen, zu konstruieren und zu überprüfen. Schritt für Schritt werden die Ideen kontinuierlich durch die eigenen Beobachtungen verbessert.
Dabei wird Problemlösungskompetenz geschult. Es geht nicht um „die eine richtige“ Lösung oder das beste Resultat am Ende, sondern um den Entwicklungs- und Entdeckungsprozess und das gemeinsame Arbeiten.

Die Schaffenden kommen zu der Erkenntnis, dass es für eine gemeinsame Aufgabe viele verschiedene Lösungsmöglichkeiten gibt. Die Übergänge zwischen den Abschnitten, die benötigte Absprache und ein finaler Durchlauf der Kettenreaktion verstärken die Gruppendynamik.
TeilnehmerInnen lernen darüber hinaus, ihre Forschungsideen und –prozesse anderen vorzustellen.

2) WIE SETZEN WIR DAS UM?

Auf den ersten Blick ist die Kettenreaktion eine Aktivität, die spontanes und intuitives Arbeiten ermöglicht. Wie nebenbei erfolgt aber eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dem Zusammenspiel von Ursache und Wirkung von Phänomenen



Eine Kettenreaktion wird in Teilabschnitten gebaut. Dabei kommt es zu kreativen Bauphasen der einzelnen TeilnehmerInnen oder Gruppen. Teilabschnitte werden eigenständig entwickelt mit den zur Verfügung gestellten Materialien und Werkzeugen. Sie beobachten das Zusammenspiel und die Relation von Impulsen. Neues wird erkannt, konstruiert, ausprobiert und abgeändert.
Jede Kettenreaktion hat einen gemeinsamer Start und ein gemeinsames Ende. Der Kettenreaktionslauf soll "von Anfang bis Ende" funktionieren, die Verbindung der jeweiligen Teilstücke einzelner TeilnehmerInnen und –gruppen muss dafür abgesprochen werden.
Ein Workshop beinhaltet außerdem das gegenseitige Vorstellen der Teilabschnitte nach Fertigstellung und Zusammenfügung der Teilabschnitte. Jede Gruppe erzählt den anderen vom eigenen Arbeits- und Innovationsprozess und zeigt die entstandenen Mechanismen.
Vor dem finalen Durchlauf gibt es ein gemeinsames Count-Down-Zählen.

Eckpunkte eines Workshops

Kettenreaktionen können, je nach Ort, Material und Gruppengröße, sehr variabel durchgeführt werden.

- Ein Workshop braucht mindestens 3 Teams zu mindestens zwei Personen. Eine Kettenreaktion ist grundsätzlich ab dem Alter von 5 Jahren empfehlenswert und hat kein Alterslimit.
- Je nach Reifegrad der TeilnehmerInnen kann der Schwierigkeitsgrad der Kettenreaktion gesteigert werden. Dies erfolgt insbesondere durch die Auswahl des Materials, über die steuernd eingegriffen werden kann. Generationsübergreifende Teams funktionieren beim Bau von Kettenreaktionen gut.
- Ein Workshop dauert mindestens 120 Minuten – je nach Ausmaß des Bauvorhabens kann es aber auch Tage dauern. Für die Planung der Aktivität sollte insbesondere die benötigte Zeit für eine Recherche nach und die Sammlung von Material sowie die Organisations- und Transportzeit nicht unterschätzt werden.
- Es bedarf mindestens einer Person, die mitorganisiert, vermittelt und moderiert. Ab 5 Teams sind zwei VermittlerInnen empfehlenswert, die sich bezüglicher dieser unterschiedlichen Rollen abgesprochen haben.

Folgende **räumliche Voraussetzungen** sind für eine Werkstatt zum Bau von Kettenreaktionen relevant:

- Für den Streckenverlauf der Kettenreaktion ist es wichtig, dass Übergänge und Ecken vorab geplant werden. Bei langen Kettenreaktionen mit mehr als 15 Teilabschnitten gilt es auch, Tunnel und Brücken in die Kettenreaktion mit einzuplanen, damit das Begehen des Raumes erleichtert wird.
- Ein Ort, an welchem das Material übersichtlich bereitgestellt wird, ist im Raum mitzudenken.
- Das Gleiche gilt für eine Art Werkbank mit Werkzeug und Baumaterial.
- Mindestens auf einer Seite der Kettenreaktion sollte eine Art Pufferzone von circa 1 Meter geschaffen werden. Diese ist für den finalen Durchlauf wichtig: Sie schützt die Kettenreaktion vor den mit den Kettenreaktionsimpulsen mitgehendem Publikum und kann auch einem/r ModeratorIn Platz bieten.

Vorschlag für Punkte und Ablauf eines Workshops:

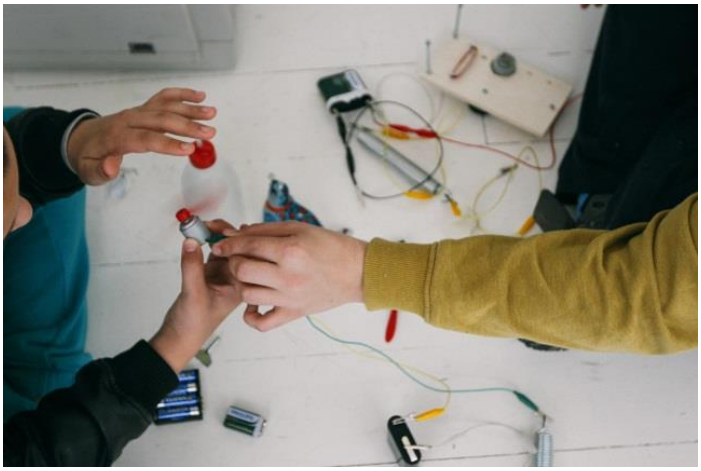
Arbeitsschritte	**Ca. Dauer**
Begrüßung	**5 min**
Kennenlernen und Vorstellen der Aufgabe	**5 min**
Vorstellung des Materials	**5 min**
Inputs und Impressionen	**10 min**
Gruppenbildung	**5 min**
Einteilung und Verteilung der Bauabschnitte	**5 min**
Materialfindung und erster Ideenaustausch	**15 min**
Bauphase – Testphase – ggfs .Verbesserung	**45 – 60 min**
Vorstellen Teilabschnitte/Elemente	**2 min /Abschnitt**
Zusammenkommen/Countdown	**2 min**
Durchlauf	**30 sek/ Abschnitt**
Aufräumen: Wiederinstandsetzung oder Rückbau der Kettenreaktion	**15 min**

3) MATERIALIEN

Über die Materialauswahl lässt sich der Prozess steuern. Je nach Ziel des Workshops kann eine große Bandbreite an verschiedenen Materialien und Werkzeug oder ganz reduziertes Material zur Verfügung gestellt werden.

Für die Ausbreitung des Materials empfehlen sich thematische Tische.

Wir empfehlen folgendes Material:



Antreibende Elemente:

- Kugeln/Bälle, Räder/Rollen,
- Dominos/Bücher,
- Flaschenzug
- Stromwerkstatt mit Batterien, Kabeln, Propeller

Stabilisierende Elemente:

- Holzstäbe in verschiedenen Größen und Längen
- Schaschlikspieße und Zahnstocher
- Gewichte und andere Halterung
- Kluppen/Wäscheklammern
- Klebstoff, Klebebänder und Heißklebepistole
- Büroklammern und Gummiringe
- Schnüre, Bänder

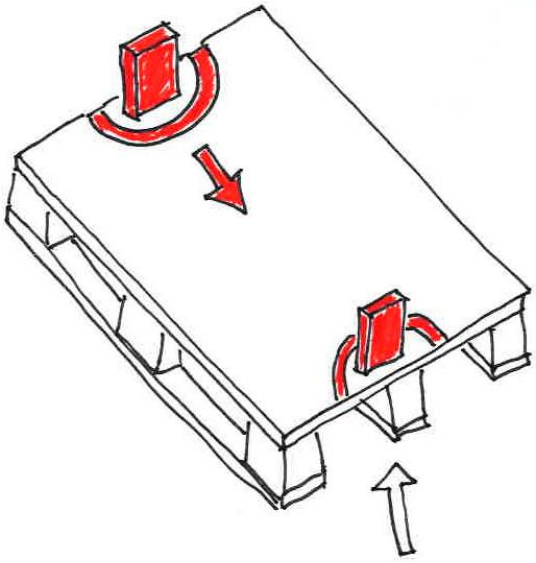
Alltagsmaterial:

- Recyclingmaterial
- Kartons/Papierbecher
- Gegenstände, ihrer Funktion entfremdet
-Gadgets/lustige Dinge: Spielzeug, Musikinstrumente und Dekorationsmaterial

Werkmaterial:
- Starke Scheren
- Tacker (aufklappbar)
- Je nach Variante: Handsäge, Stichsäge,
- Nagel/Hammer, Schrauben und Schraubenzieher
- Stanley Messer und Unterlage zum Schneiden

4) VARIANTEN

Abschnitts-Variante, Euro-Palletten
JedeR TeilnehmerIn bzw. jede Gruppe bekommt einen vorgegebenen Abschnitt, der zu bebauen ist (0,5 - 1 Meter). Mit den Teams der vorherigen und nachfolgenden Abschnitte sind Übergänge abzuklären.



Diese Variante kann sowohl am Boden als auch am Tisch durchgeführt werden. Europaletten eignen sich als gute Variante für mobilere Abschnitte mit gut fixieren Mechanismen (Eine solche Variante braucht eine Zusätzliche Holzplatte als Fundament und spezielles Werkzeug zum Befestigen)

Offene Kettenreaktionen mit großem Material
Dieser Bau ist sehr aufwendig, sowohl in Vorbereitung als auch in der Umsetzung: Handwerklich erfahrene VermittlerInnen sind hier gefragt; Die Kettenreaktion sollte in einem sicheren und großem Raum stattfinden[3].

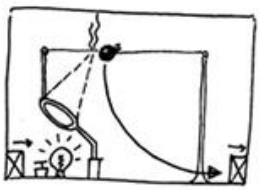
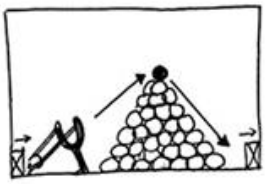
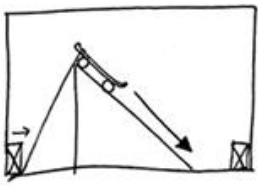
[3] Fischli Weiss (1987): Coq

Grande Finale

Diese Vermittlungsvariante stellt das Ende der Kettenreaktion in den Mittelpunkt.
Das zuständige Team oder alle TeilnehmerInnen gemeinsam überlegen sich, wie der letzte der Abschnitt besonders großartig gestaltet werden kann.
Grundlegend stellt jeder Abschnitt natürlich eine Besonderheit dar.
Durch kreative Querläufer, die von der Kettenreaktionsmaschine beeinflusst werden, dies aber nicht umgekehrt tun, kann jeder Abschnitt zum Highlight werden.

Themenbezogenes Kettenreaktionen & besondere Aufgaben

Die TeilnehmerInnen sollen sich für ihren Abschnitt einen Titel und/oder eine Geschichte, die dieser erzählt, überlegen. Die Geschichte wird beim gemeinsamen Begehen dann jeweils erzählt. Themen können durch die Bereitstellung des Materials beeinflusst werden; Einfluss auf den Bau kann aber auch durch besondere Herausforderungen passieren: Das Verbot von Klebeband und Kleber macht den Bau beispielsweise nicht nur komplexer, sondern auch ökologisch nachhaltiger. Im Fall von Geschichtenerzählungen und zusätzlichen Aufgabenstellungen ist mehr Zeit sowohl für die interne Bauplanung von Abschnitten einzuplanen, also auch für die Begehung der Paletten vor dem finalen Durchlauf.

Der Verein ScienceCenter-Netzwerk nennt diese Aufgabe Impulse. Hier sind einige Vorschläge:

Baue einen Flaschenzug in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue einen Stromkreis in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue eine Pendel in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue ein lustiges Gadget/Spielzeug in deinen Teil der Kettenreaktion!
Denk dir eine Geschichte aus, die du mit deinem Teil der Kettenreaktion erzählen willst!
Deine Kettenreaktion soll Geräusche, Töne oder Musik erzeugen.

Baue eine Wippe in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue einen Kran in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue ein Katapult in deinen Teil der Kettenreaktion!
Baue ohne Kleber und Klebeband!

Baue eine Kettenreaktion, die möglichst langsam abläuft!

Kettenreaktion „pimpen“

TeilnehmerInnen und Gruppen, die schnell fertig sind, können ihre Kettenreaktion noch verfeinern: Durch zusätzliche kreative oder musikalische Reaktionen kann die Kettenreaktion somit sichtbar und hörbar gemacht werden. Dafür sollten Acrylfarben, Glas, Besteck, Göckchen oder gebrauchte Instrumente zur Verfügung stehen.

Selbst Teil der Maschine werden

Besondere Erlebnisse werden erzeugt, wenn einzelne TeilnehmerInnen physisch Teil der Kettenreaktion werden. Beim Durchgehen und Kettenreaktionslauf sollten dabei aber die Gehwege der ModeratorInnen bedacht werden.

Stick Bombs

So genannte Stick Bombs explodieren auf verschiedene Arten und Weisen, nachdem ein Anfangsteil bewegt wird. Sie geben der Kettenreaktion noch eine zusätzliche Dynamik, oder können auch für sich eine Maschine darstellen.

Digitale Kettenreaktionen

Diese Variante ist erst ab dem Alter von 10 Jahren zu empfehlen. Der Computer und seine Programme werden Teil der Kettenreaktion. Das Scratch-Programmierungsprogramm findet über Stromkreise Eingang in die physische Kettenreaktion. Diese Übung braucht zusätzliche Zeit, da TeilnehmerInnen sich auch der Materialien und Vorgehensweisung von Scratch-Programmierung einarbeiten werden. Wichtige Elemente sind Programmierungsprogramme[4], Scan-Programme und Apps[5], die Möglichkeit über Arduino oder MakeyMakey[6] einen Transferprozess zu Scratch zu erzeugen. Ein Beispiel einer digitalen Kettenreaktionsmaschine bietet das Tinkering Studio[7] im Internet an.

Outdoor Variante

Für eine Kettenreaktion im Freien gilt es mit schlechtem Wetter zu rechnen. Das bedeutet keine Gegenstände einzusätzen, die durch Nässe beeinträchtigt oder zerstört werden können. Material, welches Windstößen Stand halten kann, ist zu verwenden. Dinge müssen auch spontan transportfähig gemacht werden können.

[4] Scratch (2017): https://scratch.mit.edu/
[5] Evernote (2017): https://evernote.com/intl/de/products/scannable/
[6] MakeyMakey (2017): http://makeymakey.com/
[7] The Tinkering Studio (2015): https://vimeo.com/118745481

5) LESSONS LEARNED UND TIPPS

Scheitern und Frustration beim Bauen sollten als Teile des Entstehungsprozesses wertgeschätzt werden.

Wenn auch beim finalen Durchlauf nachgeholfen werden muss, dann ist das ganz normal!

Langsame Teilelemente und Abschnitte sind beim Durchlauf besonders schöne Elemente, da diese von allen leichter beobachtet werden können und auch sehr gut dokumentierbar sind.

ad Ort/Raum:

Es ist sinnvoll, sich vorher Brücken/Tunnel durch den Kettenreaktionsverlauf zu überlegen, um das Bewegen durch den Raum zu erleichtern. Außerdem ist es wichtig, dass schon vorab die Laufrichtung, der Verlauf und die Pufferzone gekennzeichnet werden.

Ad Material:

Bücher und Videokassetten können wie große Dominos verwendet werden.

6) VERMITTLUNGSSCHWERPUNKT, AUFGABEN DER VERMITTLERINNEN/ LEHRKRÄFTE

Dinge, die anfangs zu beachten sind:

- Kurze Vorstellung der VermittlerInnen und der verschiedenen Bereiche,
- Ablauf und Struktur (was wird heute wann passieren?),
- „Regeln" definieren (z. B. gemeinsam Aufräumen),
- Teams bilden, Abschnitte zuweisen.
- Ein Einstieg in den Bau ist nicht immer leicht. Folgende Impulse können TeilnehmerInnen gesetzt werden:
  - Als Einstieg Videos anschauen lassen. Folgende Videos sind gute Einstiegsmöglichkeiten:
  - Ein witziges Objekt wird den Teams in die Hand geben, mit der Aufgabe, dieses in ihren Abschnitt der Kettenreaktion einzubauen.
  - Wie oben bereits erwähnt: So genannte „Impulse" mit bestimmten physikalischen Phänomenen, wie zum Beispiel Hebel, Pendel, Kran, Flaschenzug oder Stromkreislauf.

Während des Baus…

Neue Impulse durch die richtige Fragestellung[8] geben.
Wer zu früh fertig ist, kann:
Anderen helfen, seinen Teil verschönen, oder mit musikalischen Elementen ausbauen.

Wie schaffst du es, dass die Kugel den Holzklotz umstößt? Wie kannst du einen Höhenunterschied einbauen? Was passiert, wenn du das Pendel länger machst?

Die Übergänge zu den anderen Teams gehören

[8] Vgl. Elstgeest, Jost (1987): Die richtige Frage zur richtigen Zeit. http://www.forschendes-lernen.net/files/eightytwenty/materialien/weiterlesen/Elstgeest_Die-richtige-Frage-zur-richtigen-Zeit.pdf

	eingeplant. Daran sollten die Gruppen zur Hälfte der Bauzeit erinnert werden.
Konkretes Feedback geben; positives Feedback mit weiterführenden Fragen verbinden	*Gute Idee! Hast du schon probiert, ob das Pendel lang/kurz genug ist, um den Dominostein umzuwerfen?*

Vor dem gemeinsamen Start der Kettenreaktion

Vor dem finalen Durchlauf stellen die Gruppen noch einmal alle Teilabschnitte vor.	*„Welche Idee habt ihr verfolgt? Wie habt ihr begonnen? Wie habt ihr das umgesetzt? Was hat gut funktioniert, was war schwierig? Was habt ihr noch verändert?“*

Zum Abschluss

- Aufräumen und Wegräumen der Materialien und des Werkzeugs
- Teilabschnitte zerlegen und Materialien sortieren
- Abschnitte, an denen weitergebaut werden soll, sollten nicht nur markiert, sondern auch erklärt/beschrieben werden, falls nicht dieselben Personen weiterbauen.
- Falls die Kettenreaktion auf Paletten gebaut wurde, um transportierfähig zu sein, dann ist ein zusätzlich installierter Behälter mit einer Beschreibung und den losen Teilen des Abschnitts (Murmel etc.) nötig.

Umgang mit schwierigen Situationen

Grundsätzlich werden Bauvorhaben zu groß gedacht und Lösungsmöglichkeiten überschätzt.

- Von Anfang an nicht das gesamte Material vorgeben, sondern diese nach und nach ergänzen.
- Die TeilnehmerInnen darauf hinweisen, dass sie sich von Anfang an der Bauzeit bewusst sind und auch diese mitplanen sollen bei der Umsetzung ihrer Ideen.

Wenn etwas nicht klappt und sich die TeilnehmerInnen damit unwohl fühlen…

- Hilfestellung anbieten (dabei aber Erwachsene miteinbeziehen);
- Zum „Abschauen“ motivieren: *Schaut euch mal um, was die anderen entdeckt haben, vielleicht habt ihr dann eine neue Idee!*
- Auf Prozess fokussieren: *Fehler sind super, da lernt man am meisten*

Wenn Erwachsene den Kindern das Bauen und Tun komplett aus der Hand nehmen…

- Gegenüber der erwachsenen Person die Beobachtung indirekt ansprechen, indem man erzählt, dass man selbst schnell dazu verleitet wurde, Dinge aus der Hand zu nehmen.
- Erwachsene ermutigen, selbst einen Bewegungsimpuls zu bauen

Wenn TeilnehmerInnen ehrgeizig werden und plötzlich der Wettbewerb in den Vordergrund rückt

- Laut aussprechen, dass es nicht um ein „Bessersein als die anderen“, sondern um Teamarbeit geht – die Kettenreaktionsmaschine kann nur funktionieren, wenn alle zusammenarbeiten.
- Allen Teams positives/bestärkendes Feedback (aber möglichst konkret) geben.