

WERK_LABOR

2021W_2022S

GELENKE UND VERBINDUNGEN

Über bewegliche Verbindungselemente,
festes und flexibles Fügen
und deren Auswirkungen...



dex

Design, materielle Kultur und
experimentelle Praxis

GELENKE UND VERBINDUNGEN Das Gedicht *Das Knie* von Christian Morgenstern verweist auf ein wesentliches Merkmal eines Gelenkes: Über das Fehlende, nämlich die Verbindung zum Gesamtkörper, bleibt ein Gelenk zwar ein für sich beweglicher Teil, ist aber trotzdem seiner eigentlichen Funktion enthoben. Nicht so im Gedicht, wenn auch durch Verletzung übriggeblieben, ist das Knie doch lebendig. Poetisch und erschütternd, aber auch mit einem Augenzwinkern geht das Knie durch die Welt.

Auch Ober – und Unterschenkel treten erst durch die Gelenkverbindung in einen Funktionszusammenhang. Das Gelenk ist also ein sinn- oder funktionsstiftendes Element, das Dinge und Körper in eine konkrete Beziehung zueinander bringt. Das kann eine räumliche Konstellation, ein funktionaler Zusammenhang oder eine andere Art der Verknüpfung sein. Erst in der Verbindung mit seinem Kontext entfaltet ein Gelenk seine Funktionsweise und es zeigen sich die Bewegungsmöglichkeiten, Einschränkungen und Auswirkungen des Beziehungsgefüges.

Im Jahresprojekt „Gelenke und Verbindungen“ geht es um die Untersuchung solcher Beziehungen und um Möglichkeiten ihrer Realisierung.

ECHTE GELENKE und **KLASSISCHE MECHANIK**¹ Beim Begriff Gelenk denkt man häufig an die Gelenke des menschlichen Körpers oder an die mechanischen beweglichen Teile eines technischen Instrumentes bzw. einer Maschine. Die mechanischen und körperlichen Gelenke weisen Analogien auf, unterscheiden sich aber bei näherer Betrachtung doch wesentlich in ihren Materialitäten, Konstruktionsweisen und darin wie sie bewegt und gesteuert werden. So beinhalten etwa das Kugelgelenk eines Fotostativs und die menschliche Hüfte beide eine Gelenkpfanne und einen kugelförmigen Gelenkkopf und erlauben Bewegungen in alle Richtungen (wenn auch die Bewegung unter anderem durch die Art der Umfassung des Gelenkkopfes durch die Gelenkpfanne eingeschränkt wird).

Jedes Gelenk besitzt spezifische Eigenschaften und wird wesentlich durch Anzahl der Freiheitsgrade (Bewegungsmöglichkeiten) bestimmt.

Auch im menschlichen Körper werden die Gelenke nach ihren Freiheitsgraden beschrieben, so ist etwa das Kniegelenk ein Drehgleitgelenk, das eine zweiachsige Bewegung ermöglicht. Als „Universal Hinge“ oder auch als „Universal Joynt“ bezeichnete der englische Physiker das Gelenk, das Hevelius in seinem Helioskop einsetzte, da dieses Gelenk zu vielen Arten von Bewegungen fähig ist.² Die Begriffe der Grundformen weisen direkt auf die Art ihrer Bewegung hin: Schubgelenk, Drehgelenk, Schraubgelenk, Plattengelenk; Drehschubgelenk, Kugelgelenk. Andere Bezeichnungen wiederum verweisen auf die Form des Gelenks, etwa das Sattelgelenk oder das Zapfengelenk.

In unserer nächsten Umgebung finden sich unzählige Gelenke. Täglich öffnen wir Türen und Fenster, eine Schachtel mit Klappdeckel, den Laptop usw. betätigen dabei Scharniergelenke, die für die Drehbewegungen mit verschiedenen Bewegungswinkeln zuständig sind. Auch in der Pflanzen- und Tierwelt sind Gelenke und Scharniere wesentlich. So können Insekten durch ein Kugelgelenk ihre

Das Knie

Ein Knie geht einsam durch die Welt.

Es ist ein Knie, sonst nichts!

Es ist kein Baum! Es ist kein Zelt!

Es ist ein Knie, sonst nichts.

*Im Kriege ward einmal ein Mann
erschossen um und um.*

*Das Knie allein blieb unverletzt –
als wärs ein Heiligtum.*

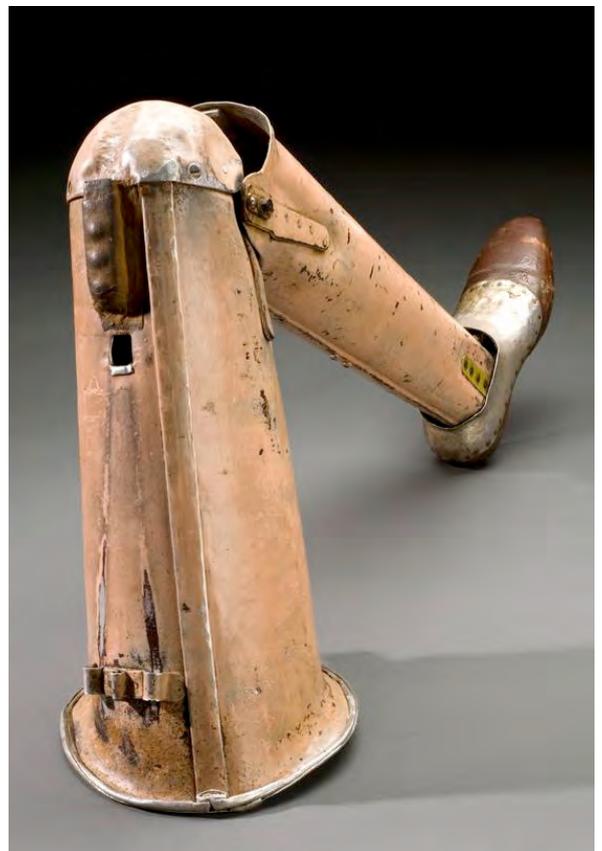
Seitdem gehts einsam durch die Welt.

Es ist ein Knie, sonst nichts.

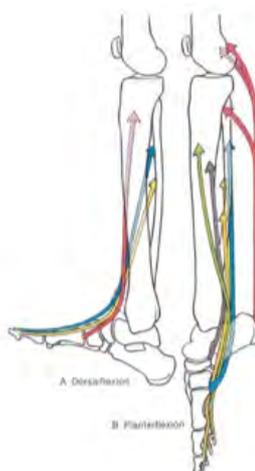
Es ist kein Baum, es ist kein Zelt.

Es ist ein Knie sonst nichts.

Christian Morgenstern Das Knie (nach 1887),
in: *Alle Galgenlieder* (Erstdruck B. Cassirer: Berlin, 1905),
Marix Verlag: Wiesbaden, 2011, S. 40

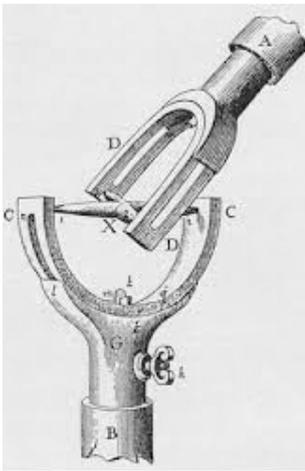


Artificial Leg ca. 1943, Science Museum London
Medicine and Art, Ausstellungspublikation, Mori Art Museum,
Japan, 2009, S. 177

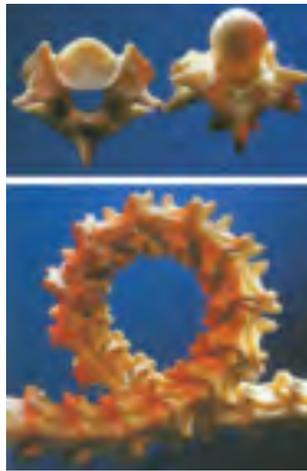


Sprunggelenkemuskulatur

Dorsal- und Plantarflexion
Die Farbe der Pfeile gibt in folgender Reihenfolge die Bedeutung der Muskeln bei den einzelnen Bewegungen an: rot, blau, gelb, orange, grün, braun.
aus: Werner Platzer, dtv-Atlas der Anatomie, Band 1, Bewegungsapparat, Thieme: Stuttgart, 1991, S. 263.



Kreuzgelenk aus dem Helioskop von Johannes Hevelius (1611-1687)
© Deutsches Museum München
aus: H.-Ch. Graf v. Seherr-Thoss, F. Schmelz, E. Aucktor, Gelenke und Gelenkwellen, Springer: Berlin/Heidelberg, 2002, S. 3



Langgestreckte Wirbelreihe bei Fischen und Schlangen⁹
aus: Werner Nachtigall, Kurt G. Büchel, Das große Buch der Bionik, Deutsche Verlags-Anstalt: Stuttgart München, 2000, S. 214

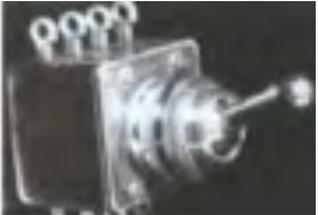
Fühler in nahezu alle Richtungen drehen, die Haar-Einlenkungen der Ruderwanze wiederum funktionieren wie ein Kippschalter. Auf derartige Inspirationen aus der Natur basiert die Bionik, eine Wissenschaftsdisziplin in der neben der Übersetzungsarbeit (Natur-Technik) vor allem die genaue Beobachtung wichtig ist.⁴

Auch in der Kunst lassen sich Verwandtschaften zu Elementen der Natur ausmachen. In ihrer Arbeit Handschuhfinger (1972) übernimmt Rebecca Horn das Prinzip des Insektenfühlers und entwickelt eine Körpererweiterung, die eine tastende Raumerfahrung mit den Fingern ermöglicht. Diese Fingerverlängerungen sind im weiteren Sinn ebenfalls als Verbindungselemente aufzufassen – als Bindeglied zwischen Körper und Raum – denn sie setzen die Trägerin in ein spezifisches Verhältnis zu ihrer Umgebung, indem sie ein ungewohntes Interface für Tastempfindungen bereitstellen.



Kugelgelenkiger Fühleransatz beim Bienenwolf und Foto-Kugelgelenk,
aus: Werner Nachtigall, Kurt G. Büchel, Das große Buch der Bionik, Deutsche Verlags-Anstalt: Stuttgart München, 2000, S. 221

ERSATZGELENKE und **KÖRPERERWEITERUNGEN** Die menschlichen Gelenke sind äußerst komplex, da sie häufig kombinierte Gelenke und auf stabilisierende und bewegende Sehnen und Muskeln angewiesen sind. Das Sprunggelenk etwa besteht aus zwei Hauptgelenken, wobei das obere wie ein Scharnier - mit einer Bewegung von oben nach unten - funktioniert, während das untere eine Kippbewegung von *Innen nach außen zulässt. In eine komplexe Bewegung wie das Heben und Senken des Fußes sind mehrere Gelenke und zahlreiche andere Strukturen involviert.



Haar-Einlenkungen bei der Ruderwanze und Kippschalter,
aus: Werner Nachtigall, Kurt G. Büchel, Das große Buch der Bionik, Deutsche Verlags-Anstalt: Stuttgart/München, 2000, S. 222

Kann ein Gelenk seine Funktionen nicht mehr ausüben, können diese durch Endprothesen wiederhergestellt werden. Diese Art der Prothese ist ein Implantat, das Gelenke oder Teile davon ersetzt oder ergänzt und eine Verbindung mit dem menschlichen Knochen eingeht.

Exoprothesen hingegen ersetzen fehlende Körperteile. Sind es aktive Prothesen, werden sie meist durch komplizierte Gelenk- und Steuerungssysteme gestützt. Auch Orthesen sind außerhalb des Körpers angebracht, ersetzen jedoch nicht wie die Prothesen Körperteile, sondern unterstützen eine Funktion, bzw. schränken sie ein, falls (temporär) eine Entlastung gefragt ist.

Rebecca Horn Mit beiden Händen gleichzeitig die Wände berühren, 1974–1975 (Filmstill) Handschuhfinger, 1972
<https://basellive.ch/blog/korperphantasien/qyth> (abgerufen 06 OKT 2021)

Künstlerisch können Prothesen eine interessante Ressource sein.





Ambroise Paré Künstliche Hand und wie sie am Arm befestigt werden kann
 Les oeuvres d'Ambroise, 1633, Le Vingt-troisième Liure, p. 677 (PDF S. 705)
<https://collections.nlm.nih.gov/ext/dw/2393044R/PDF/2393044R.pdf>
 (abgerufen 07 OKT 2021)



Wilmer Streckorthese mit Handunterstützung (Firma Ambroise)
 Die Orthese unterstützt den Arm durch einen einstellbaren Federmechanismus beim Stecken.
www.ambroise.nl/de/arm-orthesen/ellbogenorthesen/wilmer-streckorthese/
 (abgerufen 25 SEP 2021)

Der „orthetische“ Fächer von Rebecca Horn ist mit Gurten am Körper befestigt und lässt sich durch Heben und Senken der Arme zu einem Kreis öffnen. Die Fläche des Stoffes ist mit Stäben derart verstärkt, dass sich eine Art Gelenkstruktur ergibt.

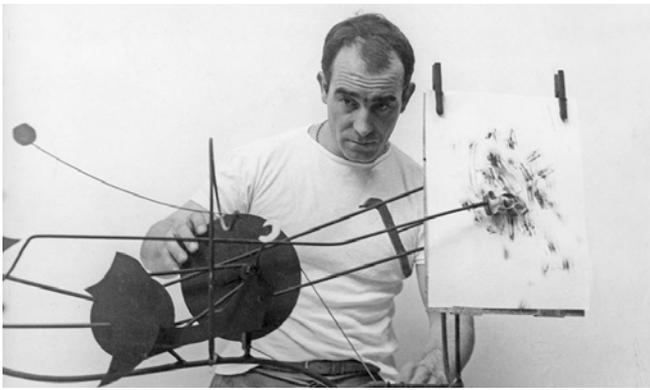
KINETISCHE KUNST Sowohl in den Arbeiten von Jean Tinguely wie auch in denen von Arthur Ganson kommen zahlreiche Gelenke zum Einsatz. Ganson kreiert Maschinen aus Draht, die trotz einfachster Technologien genau funktionieren. Raffinesse und Komplexität der Mechanik erzeugen hochpräzise und dennoch lebendig anmutende Maschinenskulpturen. Anders bei Tinguely, dessen Maschinen sich nicht durch eine Ästhetik des Funktionierens auszeichnen, sondern vielmehr durch eine Ästhetik des Unberechenbaren.

Klapprige Maschinenkonstruktionen, die gerade-noch-funktionieren und deren Gelenke so viel Freiheitsgrade (mechanisches Spiel) haben, dass die Bewegung unvorhersehbar wird, erzeugt den Eindruck von einem Eigenleben der Apparatur.

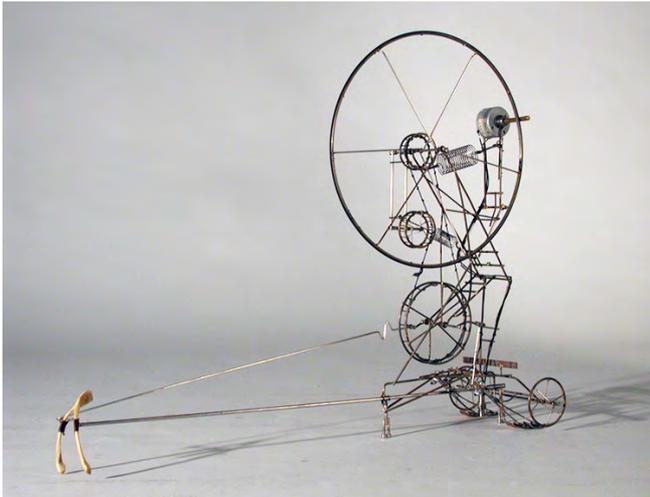
Der Künstler Theo Jansen konstruiert seit 1990 seine Strandbeest, die mit Windkraft in Bewegung gesetzt werden, hauptsächlich aus Plastikrohren (zum Teil unter Hitze gebogen), Kabelbindern und Schnüren. Damit sich die Konstruktionen bewegen können, sind stabile, aber doch leicht bewegliche Verbindungen der Rohre notwendig. Die skelettartigen „Lebewesen“ können sich selbstständig bewegen und zum Teil auch auf die Umwelt reagieren (z. B. erken-



Rebecca Horn Weisser Körperfächer, 1972. Photo Rebecca Horn Collection
<https://www.artbasel.com/news/rebecca-horn-museum-tinguely-koerperfantasien-art-basel>
 (abgerufen 26 SEP 2021)



Jean Tinguely Méta-Matic No. 10, 1959
<https://www.tinguely.ch/meta/de.html?showdetail=metamatic>
 (abgerufen 26 SEP 2021)
[tps://www.tinguely.ch/meta/de.html?showdetail=metamatic](https://www.tinguely.ch/meta/de.html?showdetail=metamatic)



Arthur Ganson Machine with Wishbone, 1998
<https://mitmuseum.mit.edu/exhibition/gestural-engineering-sculpture-arthur-ganson> (abgerufen 26 SEP 2021)

Theo Jansen Mater Extensa, 2021 Screenshots aus dem Video
<https://www.strandbeest.com/news/extensa-2021>
 (abgerufen am 26 SEP 2021)



nen Fühler Hindernisse). Neben den großen und äußerst komplexen Konstruktionen, existieren seit 2011 auch Bausätze und 3D-gedruckte Modelle.⁵

Der Wind spielt auch bei der kinetischen Skulptur Breaking column von George Rickey eine Rolle. Die Skulptur scheint zunächst eine stabile, kerzengerade Stahlsäule zu sein – ein Sinnbild für Starre und Statik. Doch der kleinste Windhauch lässt die Säule taumeln. Sie löst sich in kreisende Fragmente auf. Ein schwereloser Tanz der Stahlklötze beginnt. Technisch gesehen, handelt es sich um vier relativ leichte Hohlformen, die gelenkig miteinander verbunden, so austariert sind, dass sie bei Windstille in einem fragilen Gleichgewicht in der Vertikalen verharren. Einmal kurz vom Wind angestoßen, bewegen sie sich minutenlang nach den Gesetzen des Chaos (Chaospendel), um sich dann allmählich wieder in die Vertikalposition einzupendeln.

UNEIGENTLICHE GELENKE Living Hinge, Gelenkketten und Mischformen Neben den echten Gelenken lassen sich viele miteinander verbundene bewegliche Teile finden, die nicht zu den klassischen Gelenken gehören, aber ähnlich wie ein Gelenk funktionieren (vgl. die Zeichnung von Leonardo da Vinci zeigt beispielhaft verschiedene Gelenk- und Gliederketten).

Eine Fahrradkette lässt sich noch leicht einem echten Gelenk zuordnen (da die einzelnen Glieder eine gerichtete Bewegung ermöglichen), aber wie wäre eine Kette aus Ringen zu verstehen? Wäre ein Kettenhemd eine Strukturbildung aus vielen kleinen, aber sehr beweglichen Gelenken?

Kettenglieder wiederum sind meist in sich geschlossene Einheiten; von einem Knoten unterscheiden sie sich dadurch, dass der Anfang mit dem Ende verbunden ist, durch ihre Strukturbildungen und Funktionen stehen sie jedoch in einem Naheverhältnis.

Sobald wir ein existierendes Gelenk (eine bewegliche Verbindung) in die Hand nehmen, um es in seiner Funktion auszuprobieren, geht es eine Verbindung mit dem Körper ein.⁶ In diesem Fall funktioniert das Greifen der Hände als Verbindung. Ein Gelenk an eine andere Körperstelle oder zwischen zwei Objekte gebracht, bedarf weiterer Verbindungen, wogegen „unechte Gelenke“ unter Umständen ohne diese „doppelte“ Verbindung⁷ auskommen; sie verkörpern in einem das Gelenk und die Verbindung zu verschiedenen Körpern/Objekten und werfen so die Frage auf, wo das Gelenk aufhört und das bewegte Ding beginnt.⁸

BEWEGLICHE VERBINDUNGEN Auch die Unterscheidung von beweglichen und unbeweglichen Verbindungen ist nicht immer eindeutig zu treffen.⁹ Eine Verschnürung kann durch ihre Art und Weise, wie sie erfolgt, fest oder locker sein und in unterschiedliche Richtungen Bewegung zulassen oder hemmen. Die vielleicht älteste Verbindungsform sind Knoten.¹⁰

Sie sind in ihren Formationen und Funktionen ebenso vielfältig wie in ihren Einsatzgebieten. Knoten vermögen verschiedenartige Objekte zu verbinden, bilden aber auch flächige und dreidimensionale Strukturen bis hin zu Knöpfen, Strängen und Netzen.

Sie verbinden Gegenstände, halten sie zusammen und überbrücken Distanzen. Es gibt Stopper- und Endknoten, Einzelschlaufenknoten, Befestigungsknoten und Verbindungsknoten, um nur ganz wenige zu nennen.¹¹

In den Dance Constructions der „Bewegungskünstlerin“ Simone Forti – eine Reihe von skulpturalen Arbeiten, die in der Verbindung mit dem Körper zu Handlungsobjekten werden – kommen neben anderen Materialien geknotete Seile zum Einsatz.

Das Festhalten der Knoten ist eine kurzfristige Verbindung mit dem Objekt, die den Performer*Innen die Bewegung über die schräge Fläche des Slant Board zu ermöglicht.

Die Verbindung von Körper und Gegenstand wirkt auf beide verändernd; während die Skulptur nicht länger reines Anschauungsobjekt im Museum ist, wird der Körper – in seinen Bewegungen neu ausgerichtet – Teil der Skulptur.

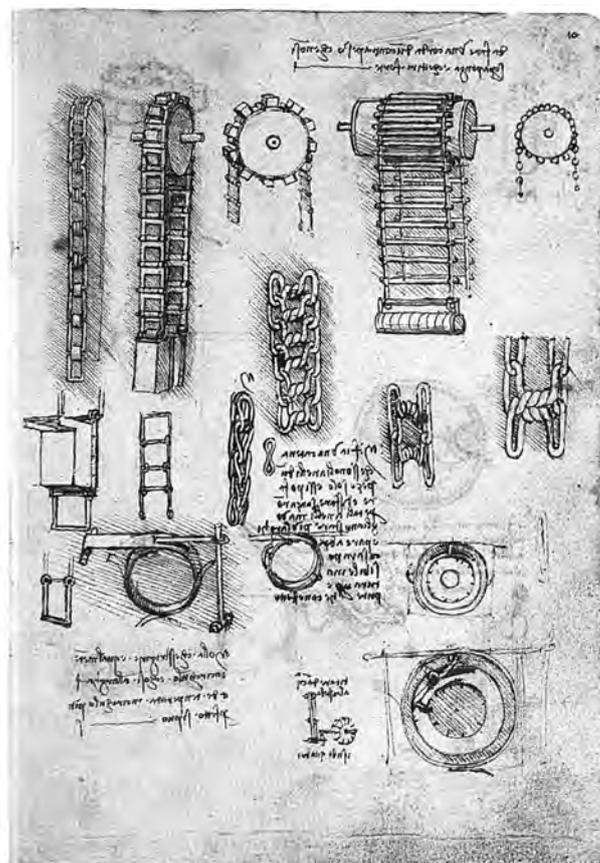
Ähnlich verhält es sich bei der Kreuz Verbindungsform von Franz Erhard Walther, in der vier Personen durch zwei kreuzförmig angeordnete Bänder miteinander in Verbindung stehen; das Material organisiert Körper und Raum, während jede Bewegung Auswirkungen auf die anderen Personen und die Form des textilen Kreuzes zeigt. So bedingen Körper/Bewegung und Material/Form einander und bilden ein neues Ganzes.

In der Verbindung von Material/Objekten mit dem menschlichen Körper kommen vielfach textile Materialien und Strukturen zum Einsatz. Nicht nur in der Fixierung von Endprothesen und Orthesen (hierfür werden meist Gurte mit Klettbindern verwendet) sind die textilen Eigenschaften von Bedeutung.

Seile und Tauen sind allein durch ihre Machart entweder flexibel oder steif. Werden sie miteinander verdreht, bekommen sie eine Richtung und werden dadurch fest. Geflochtene Seile sind flexibler und elastischer. Bänder wiederum sind durch ihre flache Ausformung zur Seite hin formstabil, nach vorn und hinten jedoch flexibel.



George Rickey Breaking column, 1989
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/George_Rickey_kinetic_sculpture_at_the_Palmer_Museum_of_Art.jpg
 (abgerufen 26 SEP 2021)
 Videolink: <https://www.youtube.com/watch?v=37LS35BmH8>



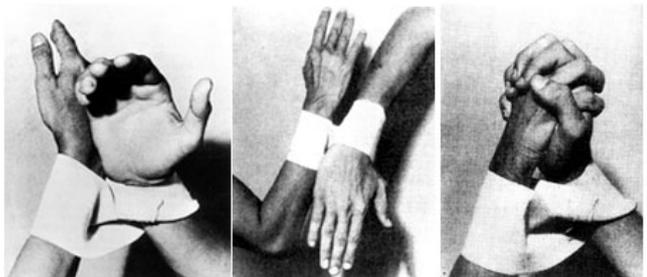
Leonardo da Vinci Transmissionsketten (Gelenk- und Gliederketten)
 Codex Madrid I, Folio 10r, 1490–1499
https://de.wikipedia.org/wiki/Kette#/media/Datei:Madrid_I_Folio_10r.jpg
<http://www.codex-madrid.rwth-aachen.de/madrid1/f010r/index.html>
 (abgerufen am 26 SEP 2021)



Simone Forti Dance Construction: Slant Board, 1961, performed at the Stedelijk Museum, Amsterdam, 1982
https://www.moma.org/explore/inside_out/2016/01/27/moma-collects-simone-fortis-dance-constructions/ (abgerufen 26 SEP 2021)



Franz Erhard Walther Kreuz Verbindungsform (Politisch), No. 36 (1. Werksatz), 1967
<https://www.artforum.com/print/201802/caroline-lillian-schopp-on-the-art-of-franz-erhard-walther-73669> (abgerufen 26 SEP 2021)



Lygia Clark Diálogo de mãos, 1966
<http://i-caved.blogspot.com/2009/10/lygia-clark-dialogue-of-hands.html>
 (abgerufen 03 OKT 2021)
 siehe auch: <https://www.youtube.com/watch?v=BwR2v1hfd-0>



Studio Drift Ego, 2020, Kinetische Skulptur für die Oper L'Orfeo, Wilmlink Theater Enschede (NL).
 16 km haarfeines japanisches Fluorocarbon, mit Motoren gesteuert.
<https://www.studiodrift.com/work#/ego/> (abgerufen 26 SEP 2021)

Ein elastisches Möbiusband, das die Hände zweier Personen in einen physischen Zusammenhang bringt, ist Werkzeug und Metapher in einer Arbeit von Lygia Clark. Durch die flexible Verbindung in Beziehung gesetzt, vollziehen die Hände ein Bewegungsspiel (zwischen Freiheit und Interdependenz), in dem sich zeigt, was Clark Dialogo nennt. Die veränderlichen Positionen der interagierenden Hände versteht Clark als Skulpturen, betont aber: „it ist the moment oft the act of feeling that is important. Nothing more“¹².

Eine dreidimensionale Struktur aus tausenden, miteinander verwobenen Spezialfäden, die über den Köpfen von Performer*Innen ein veränderliches Raumgebilde aufspannen, ist das interaktive kinetische Gewebe Ego. Vom Studio Drift in Kooperation mit der holländischen Nationaloper entwickelt, sorgt ein raffiniertes, motorgesteuertes Zugsystem für die interaktive Verbindung von Struktur und Performer*Innen.¹³

Indem die Fäden auf die Bewegungen der Performer*Innen reagieren, verändert sich ihr Erscheinungsbild; das Raumgebilde kann sich vergrößern, verschmälern, kann sich straffen oder erschlaffen und sich so – gemeinsam mit den Bewegungen und Körperformationen des Ensembles – fortwährend transformieren.

Objekt- und Körperverbindungen bringen die Körper/Objekte nicht nur in eine räumliche Nähe zueinander, sondern sie prägen auch den Charakter der Beziehung, die sie miteinander eingehen: starr oder flexibel, fest oder lose. Die Art der Verbindung setzt Objekte/Körper in ein spezifisches Verhältnis und ruft darüber hinaus bestimmte Assoziationen hervor. Verbindungen und Gelenke erzählen etwas – abseits des praktischen Nutzens: Das komplexe Scharnier eines Einbauschranks erzählt von Präzision und Rationalität; Feder-gelenke verweisen auf Unsicherheit und Chaos; das Gleitlager einer Dampfmaschine hat erotische Konnotationen; zäh-elastische Verbindungen suggerieren Melancholie; Nähte erinnern an Trennung; die Nut-Feder-Verbindung eines Schrankes spricht von rigider Dauerhaftigkeit; Tensegrity-Strukturen werden als Metapher sozialer Interaktion gelesen.

Das Jahresthema **GELLENKE UND VERBINDUNGEN** handelt von Verbindungen verschiedener Körper (damit sind immer menschliche, aber auch objekthafte gemeint), sowohl in technischer, als auch in ideeller Hinsicht.

Wie werden Kräfte übertragen, welche Bewegungen und Aktionsradien beschreiben sie, welche Dialoge und welcher Austausch finden statt, bzw. was ermöglichen Verbindungen, verhindern oder verändern sie?

Welche Konstellationen gehen Körper ein? Stehen sie in einer Wechselwirkung, in (zufälligen) Nachbarschaften oder Verwandtschaften, Gegensätzen oder Widersprüchen? In welches Spannungsverhältnis treten die locker oder eng verbundenen Körper und welche Positionen nehmen sie im Raum ein?

Fokus der Projektarbeit ist eine genaue Beobachtung, ein experimenteller Zugang, der verbindlich einen Vorgang untersucht, sich aber auch auf unerwartete Entdeckungen einlässt.

- 1 Der Begriff „Echtes Gelenk“ bezieht sich auf anatomische Gelenke, die einen Gelenkspalt aufweisen, die also zwei getrennte Glieder miteinander verbinden und bei denen daher eine Analogie zu mechanischen Gelenken hergestellt werden kann. Bewegliche Knorpelverbindungen werden in der Anatomie hingegen als „unechte Gelenke“ bezeichnet.
- 2 aus: Gelenke und Gelenkwellen, S. 1-3
- 3 Die Wirbelkörper von Schlangen sind so geformt, dass die Wirbelsäule weit aus beweglicher ist als diejenige des Menschen. Durch die Anschlagflächen ist eine Überbiegung nicht möglich, sonst könnte das Rückenmark verletzt werden.
- 4 Ein Kniegelenk könnte zum Beispiel bei oberflächlicher Betrachtung mit einem einfachen Scharniergelenk gleichgesetzt werden. Bei genauerer Untersuchung stellt sich die Kniebewegung aber als sowohl rollende als auch gleitende Spiralbewegung mit einer Rotationskomponente nach außen heraus.
- 5 Manual zum Kit eines Mini Strandbeests von Theo Jansen https://otonokagaku.net/english/manuals/pdf/vol30_beest.pdf (abgerufen 07 OKT 2021)
- 6 Technisch gesehen entsteht hier eine sogenannte „geschlossene, kinematische Kette“ aus Gelenk, Händen und Körper. „Kinematische Kette“ ist ein Begriff aus der technischen Bewegungslehre und bezieht sich auf gelenkige Verbindungen von mindestens drei Objekten. Die Bewegungen der einzelnen Objekte beeinflussen sich wechselseitig und werden maßgeblich durch die Charakteristik der Gelenkverbindungen bestimmt: Handelt es sich bei den Gelenken um „echte Gelenke“ (Drehgelenk, Schubgelenk, Kugelgelenk, etc.), ist die Gesamtbewegung der kinematischen Kette berechenbar und kann im Maschinenbau für komplexe Bewegungsabläufe eingesetzt werden (Beispiel: „Sylvester-Kempe-Gerädführung“, Ellipsenzirkel). Bestehen die Gelenkverbindungen hingegen aus organischem Material, aus Textil, Seilen oder elastischen Federn, werden die Bewegungen unberechenbar und hatten Überraschungen und manchmal ungeahnte Erkenntnisse bereit.
- 7 Diese Verbindungen haben häufig einen festeren Charakter, wie etwa Schraub- oder Steckverbindungen oder feste Verknüpfungen, sie können jedoch auch flexibel sein.
- 8 Die klassische Kinematik (Bewegungslehre) unterscheidet strikt zwischen den Gelenken einerseits, und den Objekten, die durch die Gelenke miteinander verbunden sind, andererseits. Das Gelenk ist das Bewegliche und das Objekt ist das Starre. Daher bezeichnet die Kinematik „living hinges“, Seilverbindungen, elastische Festkörperverbindungen oder andere Verbindungen, die sich schlecht berechnen lassen, als „unechte Gelenke“ und lässt sie meist außer Acht.
- 9 Zu den beweglichen Verbindungen können z.B. gezählt werden: Nähen, Verknüpfen, Verkettungen, Gelenkverbindungen, elastische Verbindungen (Blattfeder beim Uhrenpendel, Torsionsstab, Ledergelenke von Marionetten, Holz oder Kunststoff bei „Living Hinges“, Bambus im Gerüstbau), zähflüssige (gedämpft-elastische) Verbindungselemente (Teer, Gelatine), PU- und Silikon-Kleber.
- 10 Neben dem Weben und Flechten gehören Knoten zu den ältesten textilen Strukturbildungen. Funde von Fischernetzen gehen bis in das Jahr 7200 v. Chr. zurück.
- 11 Das wahrscheinlich ausführlichste Buch zu den Knoten ist „The Ashley Book of Knots“ und zählt über 3800 Knoten.
- 12 Cornelia H. Butler and Luis Pérez-Oramas, Lygia Clark: The Abandonment of Art, 1948–1988, exhibition catalogue, Museum of Modern Art, New York, 2014, S. 243.
- 13 Die Verbindungen der Spezialfäden untereinander, die durch weitere Fäden in diverse Richtungen gezogen werden, lassen neue Erscheinungsbilder und Interaktionen zu. Der Raum kann sich dadurch verändern. Eine weitere Ebene ist die Verbindung zwischen Licht und Materialoberfläche. Wird das Licht geschluckt, könnten wir diese Umformungen kaum wahrnehmen. Erst die Reflexion und das Spiel von Licht und Schatten lassen diesen Körper erscheinen.

