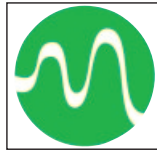


Day Dynamikum in Pirmasens, im Mai 2008 im Rheinberger eröffnet, ist ein Besuchermagnet. Hier werden naturwissenschaftliche Phänomene



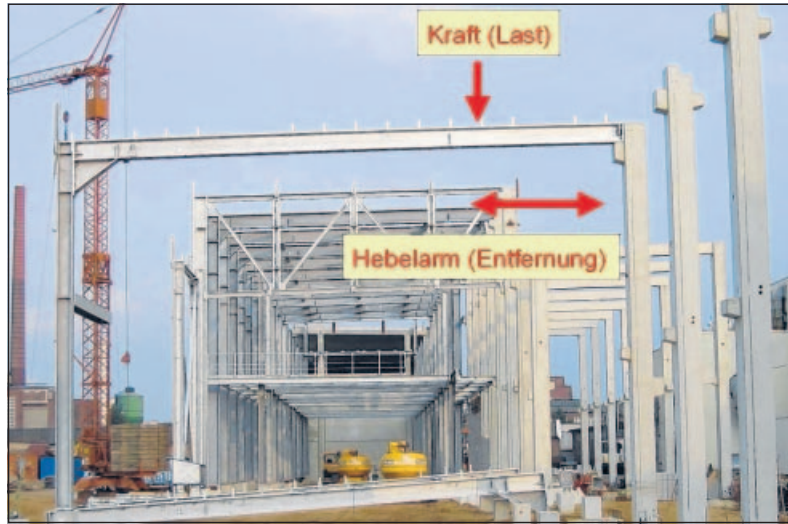
anschaulich dargestellt. Dass es sich dabei nicht nur um Spielereien handelt, zeigt die PZ-Serie „Das Dynamikum in der Praxis“.

Der Hebel macht die Arbeit leichter

Die PTI Generalplanungs-AG profitiert tagtäglich vom Hebelgesetz

Seit einem Jahr herrscht im Dynamikum hoch oben über dem Pirmasenser Strecktal reges Treiben: Familien, einzelne Besucher und auch Schulklassen aller Jahrgangsstufen geben sich im Rheinberger die Klinke in die Hand und erkunden spielerisch die verschiedensten naturwissenschaftlichen Phänomene. „Bewegung“ lautet das übergeordnete Thema für die etwa 160 Exponate. Diese drehen sich um grundlegende Phänomene der Mechanik wie Reibung, Impuls, Energie und deren Anwendung bei „Bewegungsmaschinen“, die Erforschung der Bewegungen in der Natur, Aspekte der Biomechanik und die Kraft der Gedanken bis hin zum Tanz.

Über die intuitive Beschäftigung mit den phantasievollen Ausstellungsstücken und Experimentierstationen bekommen die Besucher des Science-Centers einen schnellen und nachhaltigen Zugang zu den Naturgesetzen, die die wissenschaftliche Grundlage bilden. Dass es dabei um alles andere als praxisfremde Phänomene geht, soll in unserer PZ-Serie beschrieben werden, die jeweils ein Exponat, das darin wirkende Naturgesetz und dessen praktische Relevanz in einem Unternehmen aus Pirmasens und Umgebung in Zusammenhang stellt. Am Beginn der kleinen Reihe steht das Hebeschaukel-Exponat, das zur Verdeutlichung des Hebelgesetzes gebaut wurde – einem Grundprinzip der Mechanik, das uns oft begegnet und für die PTI-Generalplanungs AG aus Lemberg sogar zu den elementaren Dingen des beruflichen Alltags gehört.



Ein beidseitig gelagerter Träger einer Dachkonstruktion. Hier wird das Hebelgesetz angewendet.

Der Blick aufs Exponat

Die raumgreifende, größtenteils hölzerne Hebeschaukel befindet sich auf der ersten Ebene des Mitmachmuseums, gleich neben dem „chaotischen Pendel“; sie gehört zum Ausstellungsbereich „bewegte Masse“. Am besten lässt sie sich zu zweit ausprobieren. Das Prinzip ist ganz einfach: Der eine setzt sich auf die Schaukel und der andere hebt ihn über die Hebevorrichtung nach oben. An der hierfür zur Verfügung stehenden lange Stange, die über ein Gelenk mit der Schaukel verbunden ist, hängen hintereinander versetzt drei Stricke herunter. Der deutliche Unterschied ist verblüffend: Irgendwie geht's mit dem am weitesten hinten liegenden Strick viel einfacher als mit dem Strick weiter vorne.

Woran das wohl liegen mag? Die Antwort ist ganz einfach: Die Stangen fungieren physikalisch gesehen um Hebel. Und mit solchen Hebeln hat es eine ganz besondere Bewandnis.

Hebel, Drehpunkt und mehr

Der Hebel gehört zu den einfachsten Maschinen oder Kraftwandlern überhaupt. Er ermöglicht sehr große Kraftwirkungen bei vergleichbar geringem Aufwand. Man unterscheidet dabei einarmige von zweiarmigen Hebeln – die Hebeschaukel im Dynamikum funktioniert wie ein zweiarmiger. Im Prinzip handelt es sich um eine Stange oder Latte, die auf einem Drehpunkt aufliegt. Auf der einen Seite des Drehpunkts befindet sich der Lastarm mit dem zu

= Last mal Lastarm.

Archimedes wies ganz konkret nach, wie man über einen im Drehpunkt verankerten Hebel eine schwere Last mit verhältnismäßig geringem Kraftaufwand heben kann. „Gib mir einen Punkt, wo ich hintreten kann, und ich bewege die Erde“, wird er im Hinblick auf die immensen Dinge zitiert, die ein Hebel grundsätzlich zu leisten vermag. Diesen Punkt hat man ihm zu Lebzeiten zwar nicht schenken können – ihm hätten für sein äußerst ehrgeiziges und natürlich nicht ernst gemeintes Vorhaben aber noch immer Hebel und Drehpunkt mit astronomischen Ausmaßen gefehlt. In gewisser Weise hat man ihm (viel) später doch noch seinen Wunsch erfüllt und ihm ein ideales Plätzchen gegeben, um einen Hebel zur Bewegung der Weltkugel anzusetzen: Ein großer Krater auf dem Mond wurde nach ihm benannt.

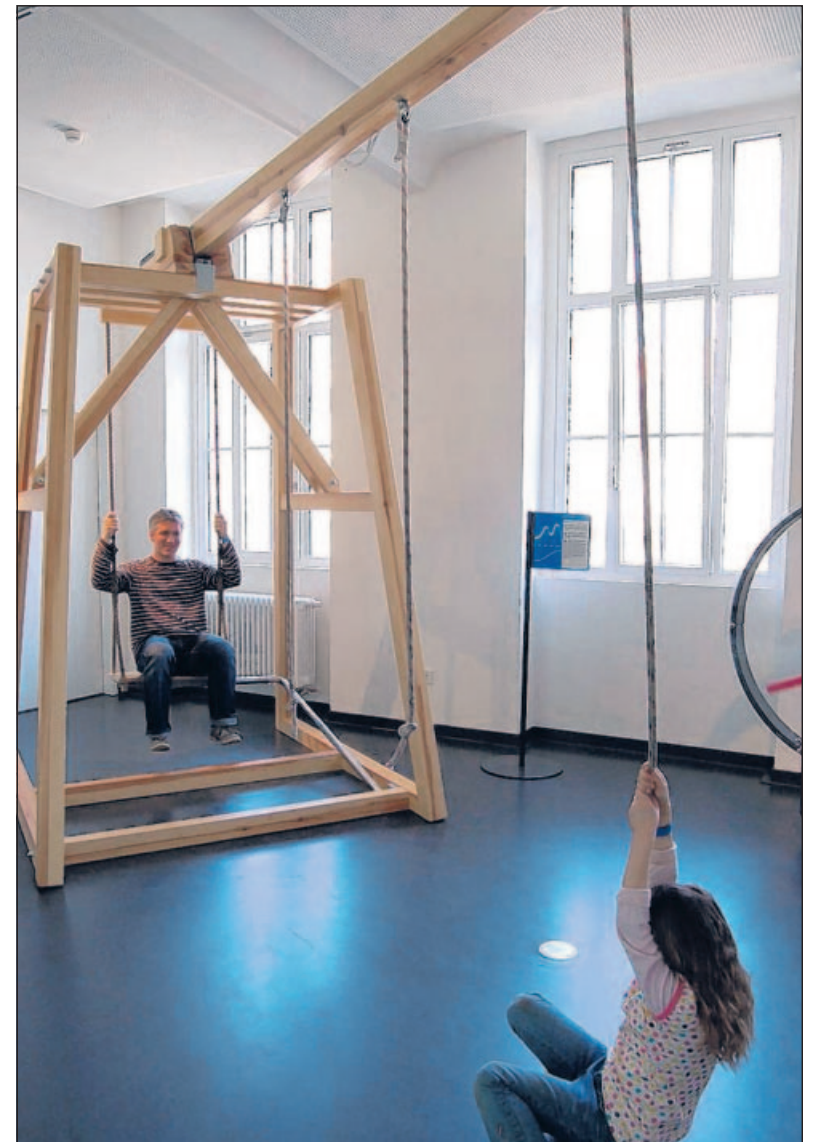
Wo der Hebel gebraucht wird

Der Hebel kennt viele Anwendungsmöglichkeiten. Und wenn man erst mal weiß, wie er funktioniert, dann sieht man plötzlich schier überall und in den verschiedensten Ausprägungen nur noch Hebel herumliegen und -stehen. So können selbst härteste Nüsse mit dem Nussknacker viel leichter geöffnet werden, (manche) Korkezieher und Kapselöffner bringen uns schneller ans Getränk, die Schubkarre lässt uns mit begrenzter Kraft ungeahnte Gewichte bewegen und die Brechstange macht selbst den schmächtigsten unter uns zum Muskelprotz. Auch das Geheimnis der Wippe (warum sollte der Leichtere besser etwas weiter hinten sitzen als der Schwere?) wäre damit gelöst und warum man mit der Schere möglichst nah am Drehpunkt schneidet, um eine vergleichsweise hohe Handkraft zu erzielen.

Das Hebelgesetz bei PTI in der Anwendung

„Riesig ist des Mannes Kraft, wenn er mit dem Hebel schafft“, kommentiert Andreas Albert mit einem Augenzwinkern die Tragweite der physikalischen Zusammenhänge der Hebeschaukel. „Das Hebelgesetz lässt sich anhand des Exponats sehr leicht nachvollziehen: Je länger ein Hebelarm ist, desto kleiner muss der Kraftaufwand sein, um eine Last zu heben.“ Als Vorstandsmitglied der PTI-Generalplanungs AG weiß Andreas Albert jedoch gerade auch um die praktische Relevanz dieser Tatsache für seine tägliche Arbeit als Bauplaner und Architekt, beispielsweise für statische Berechnungen. Denn hier ist hinsichtlich der Stabilität von Bauwerken unter anderem darauf zu achten, dass das verwendete Material eine gewisse Festigkeit mitbringt. Andererseits muss man über geschickt gewählte Konstruktionen das benutzte Material minimieren und das Bauwerk gebrauchstauglich und wirtschaftlich gestalten.

Dazu Andreas Albert: „In den hierfür erforderlichen Berechnungen kommt das Hebelgesetz im wahrsten Sinne des Wortes zum Tragen. Denn zur statischen Berechnung werden zunächst unter anderem die sogenannten statischen Momente berechnet. Unter einem statischen Moment versteht man das Produkt aus der Kraft und ihrem rechtwinkligen Wirkabstand vom Bezugspunkt. Allgemein bedeutet das: Das Moment ergibt sich aus Kraft (Last) mal Hebelarm (Entfernung). Nun muss man wissen, dass auf das Tragwerk immer verschiedene Kräfte von außen einwirken wie Flächen- und Punktlasten, unter anderem auch das Eigengewicht. Und um tragfähig zu sein, muss die Summe aller äußeren Momente, die dadurch im Tragwerk wirken, an jeder Stelle im



Die Hebeschaukel im Dynamikum zeigt, wie man auch schwere Objekte relativ leicht heben kann. (Fotos: Dynamikum/ars publicandi)

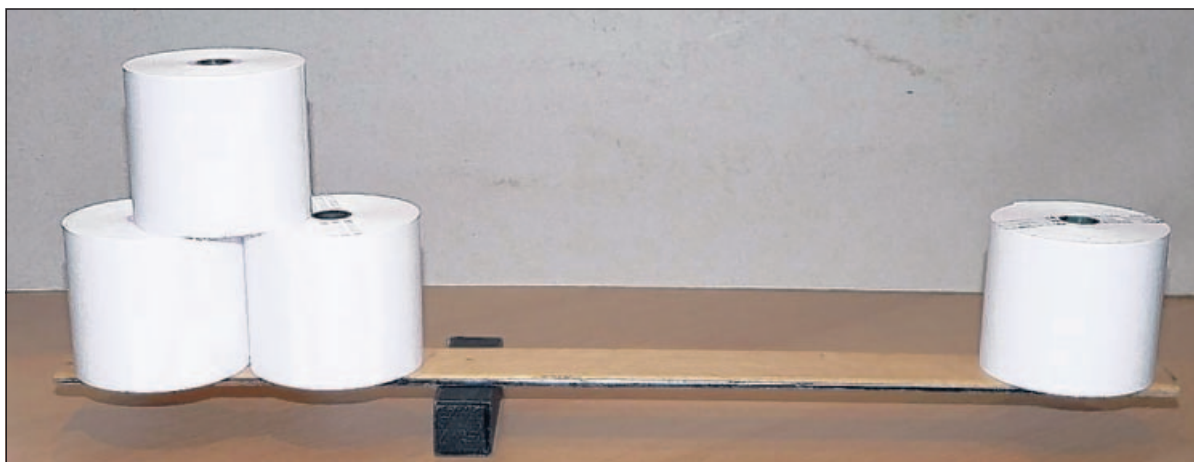
Gleichgewicht mit den sogenannten inneren Momenten stehen. Die Summe aller Momente der Kräfte für jeden Drehpunkt eines Tragwerks muss gleich null sein.“

Selbst wenn es sich dem Laien nicht auf den ersten Blick erschließen mag, was denn ein (bildlicher) Hebel mit einem Träger auf zwei Stützen zu tun haben soll, gehört insofern das Hebelgesetz zum Handwerkszeug des Fachmanns, um sichere wie auch wirtschaftliche Trägerdimensionen in Höhe und Breite zu ermitteln. Die Statik ist ein Beispiel von vielen dafür, welch hohen Stellenwert die Physik in unserem Leben einnimmt und wie allgegenwärtig der Umgang mit ihren zahlreichen Erkenntnissen daraus ist. Denn wer will schon das Dach über seinem Kopf zusammenbrechen sehen?

Der Autor dieses Beitrages, Andreas Becker, ist Geschäftsführer der Kommunikationsagentur ars publicandi, Rodalben.



Das griechische Universalgenie Archimedes (hier auf einem Gemälde von Domenico Fetti, das in Besitz der Gemäldegalerie Alte Meister, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, ist) formulierte das Hebelgesetz. (Foto: Elke Estel/Hans-Peter Klut)



Der zweiarmige Hebel der Marke Eigenbau.

HINTERGRUND

Die PTI-Generalplanungs AG

Die PTI-AG Generalplanung mit Sitz in Lemberg und Niederlassung in Rodalben wurde 2000 als Zusammenschluss etablierter Architektur- und Ingenieurbüros gegründet und ist spezialisiert auf Ingenieurdienstleistungen im Bauwesen. Sie gehört wie die PTI-Ingenieur-GmbH aus Pirmasens zur 30 Mitarbeiter zählenden PTI-Gruppe. Deren umfangreiches Portfolio beinhaltet sämtliche Dienstleistungen im Bereich Bauplanung

mit den vier Leistungsfeldern Bauingenieurwesen und Tiefbau, Architektur und Hochbau, technische Gebäudeausrüstung und Elektrotechnik sowie Sachverständigenwesen und Brandschutz. Darüber hinaus gehören Projektmanagement und die ganzheitliche Beratung der Kunden inklusive der Erstellung eines kosteneffizienten und funktionellen Lösungskonzepts zum Leistungsspektrum. <http://www.pti-ag.com>



Die PTI-AG Generalplanung hat ihren Sitz in Lemberg.

bewegenden Gegenstand, auf dem gegenüberliegenden Kraftarm wirkt die benötigte Kraft ein. Je kürzer der Last-im Verhältnis zum Kraftarm ist, desto leichter fällt es, die Last anzuheben – so, wie es hautnah zu erleben ist bei den beiden verschiedenen langen Hebeln des Dynamikum-Exponats.

Doch aufgepasst: Der Hebel dient wie alle mechanischen Maschinen lediglich dazu, die Arbeit zu erleichtern, nicht sie zu ersparen. Denn nach der Formel „Arbeit ist gleich Kraft mal Weg“ bleibt die zu leistende Arbeit stets gleich. Das heißt hier, dass die eingesparte Kraft bei Nutzung des längeren Kraftarms auf Kosten des Weges geht, die zu leistende Arbeit jedoch nicht geringer wird.

Der kluge Kopf dahinter

Hebel setzt man schon lang als Werkzeuge ein. Bereits in der Steinzeit wussten unsere keulenschwingenden Vorfahren, dass sich beispielsweise ein großer Stein mithilfe eines starken Astes, wenn er denn geschickt angesetzt wurde, viel leichter anheben ließ als mit den bloßen Händen. Allerdings waren ihnen vermutlich die genauen Zusammenhänge noch nicht bekannt und schon gar nicht, wie lang der Hebel sein musste, um den jeweiligen Stein stemmen zu können. Das Verdienst, das Hebelgesetz formuliert zu haben, blieb dem griechischen Allround-Wissenschaftler Archimedes (285-212 v. Chr.) überlassen: Kraft mal Kraftarm

HINTERGRUND

Das Dynamikum

Das Dynamikum Pirmasens ist das erste Science-Center in Rheinland-Pfalz. Als Mitmachmuseum lädt es seine Besuche dazu ein, Phänomene aus Natur und Technik durch die aktive Beschäftigung mit Exponaten selbst zu erforschen und an interaktiven Experimentierstationen zu begreifen. Gegenüber vergleichbaren Einrichtungen grenzt sich das Dynamikum durch den durchgängig thematisierten Leitgedanken der Bewegung ab, der sich durch die acht Bereiche Antritt, bewegte Masse, Dreh, Bewegungsmaschinen, schnelle Natur,

Menschenkräfte, Denken in Bewegung und Tanz der Welt zieht. Das Angebot richtet sich insbesondere an Kinder und Jugendliche, die auf diese Weise in idealer Ergänzung des Schulunterrichts einen neuen, spektakulären Zugang zur Welt der Naturwissenschaften erhalten, darüber hinaus an alle interessierten Bürger aus Pirmasens und dem Umland sowie Touristen. Der 4 000 Quadratmeter umfassende Ausstellungsort befindet sich im traditionsreichen Gebäudekomplex der ehemaligen Schuhfabrik Rheinberger. www.dynamikum.de



Das Pirmasenser Dynamikum: Hier werden physikalische Phänomene anschaulich erklärt.