**Zeitschrift:** Werk, Bauen + Wohnen

**Herausgeber:** Bund Schweizer Architekten

**Band:** 68 (1981)

**Heft:** 7/8: Die Solothurner Schule

**Artikel:** Von Eigenschaften ausgezeichneter Punkte in regulären geometrischen Systemen

**Autor:** Haller, Fritz

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-51967

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 13.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Von Eigenschaften ausgezeichneter Punkte in regulären geometrischen Systemen

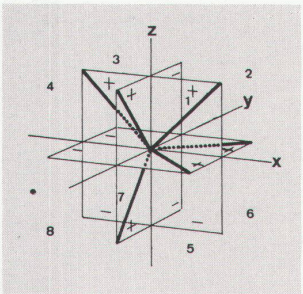
Fritz Haller

**Kurzfassung des zweiten Arbeitsberichtes**
Studien am Building Institute der University of Southern California, Direktor Konrad Wachsmann

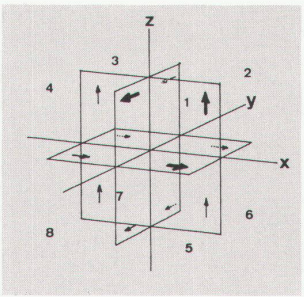
**Points représentant certaines propriétés au sein de systèmes géométriques reguliers**

**Points characterized by certain properties in regular geometric systems**

Der erste Arbeitsbericht ist in «Bauen+Wohnen» 11/1967 erschienen. Der vollständige, 1968 abgeschlossene neue Bericht ist unveröffentlicht. Auch der zweite Bericht besitzt den Charakter von Arbeitsblättern, die Beobachtungen und Hypothesen als Informationen festhalten sollen, um damit für weitere Studien als Arbeitshilfen dienen zu können. Zum Verständnis dieser Kurzfassung des zweiten Berichtes ist das Studium des ersten Voraussetzung. Die weiteren Untersuchungen mit den rechts- und linksdrehenden Holzwürfeln (B+W 11/1967, Seite 437) haben ergeben, dass diese tatsächlich ein taugliches Strukturmodell darstellen. Alle bislang gebauten Systeme aus Kuben mit Diagonalen oder aus den Holzplatten konnten mit ihnen dargestellt werden. Es konnte auch die Verwandtschaft zwischen den Diagonal- und den Plattensystemen sichtbar gemacht werden. Mit den Holzwürfeln konnten zudem neue Kombinationen von Kuben mit Diagonalen und von Plattensystemen in gewissem Sinne «synthetisch» erfunden werden. Im folgenden wird versucht, die Verwandtschaft der Systeme abzuleiten.

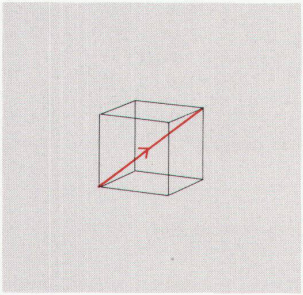



Legt man die positiven Seiten der Flächen eines Kreuzes der Koordinatenebenen xy, xz und yz je einer Diagonale, so entsteht eine direkte Beziehung zur Ableitung des Holzwürfels (B+W 11/1967, Seite 437). Die Raumecke 1 mit den drei Pluszeichen hat Flächen mit Diagonalen. Die Raumecke 7 mit den drei Minuszeichen hat Flächen ohne Diagonalen. Die übrigen Raumecken haben nur eine oder zwei Flächen mit Diagonalen.

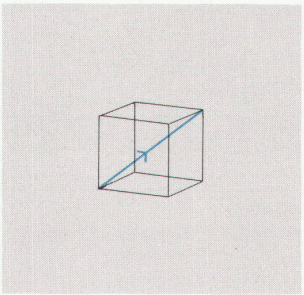



Ersetzt man das Vorzeichen mit einem Richtungspfeil, entsteht in den acht Raumecken die Struktur des Strukturmodells B+W 11/1967, Seite 437 rechts oben. In den Raumecken 1 und 7 schliessen sich die Pfeile, über die Diagonale gesehen, zu positiven respektive negativen Rotationen. In den übrigen Raumecken ist einer der Pfeile gegenläufig.

Der entscheidende Arbeitsschritt nach diesen Beobachtungen war die Umwandlung der Holzwürfel (die rechts- und linksdrehenden Knotenpunkte) in geometrisch-mathematische Symbole.



Rechtsdrehender Vektor

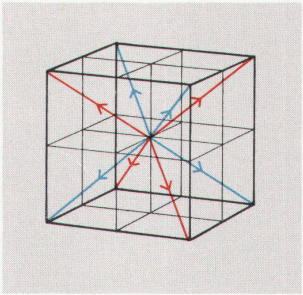


Linksdrehender Vektor

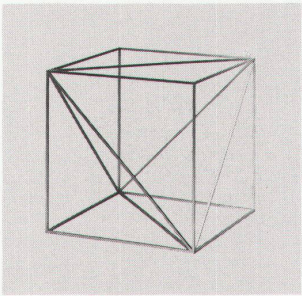
Diese beiden Symbole werden Vektoren genannt. Es sind Raumdiagonalen mit einem Richtungspfeil und einer Eigendrehbewegung um die Längsachse, einem «Spin», analog der rechts- und linksdrehenden Holz-Knotenpunkte. Der rote Vektor ist der rechtsdrehende, der blaue der linksdrehende. Diese Vektoren tragen die Informationen über die geometrischen Sachverhalte in den Raumecken eines Kubus. Es sind dies die Variationen von drei binären Sachverhalten (Diagonalen in den drei Flächen ja oder nein, Rotation in den drei Kanten + und −). Jeder der beiden Vektoren kann in den vier möglichen Raumdiagonalen der als Achtelkubus definierten Raumecke liegen. Dies ergibt die acht möglichen Kombinationen ($2^3$). Eine Zelle oder ein Kubus orthogonaler Systeme wird mit acht Vektoren beschrieben. 27 Zellen, die ein mehrzelliges System beschreiben, haben 216 Vektoren. Eine solche Darstellung des orthogonalen Systems wird Vektorendiagramm genannt.

Beispiele von Vektorendiagrammen analoger Systeme aus Kuben mit Diagonalen und aus unterschiedlichen Holzplatten.

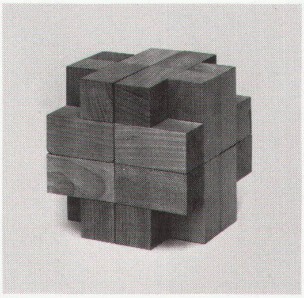
**1. Beispiel**
System, dessen Diagonalen im Kubus a ein Tetraeder bilden und wo die Diagonalen der äusseren Kuben b, c und d parallel zu den Diagonalen des Kubus a liegen.
System aus den Platten 2, 3 und 4 gemäss dem ersten Arbeitsbericht (B+W 11/1967, Seite 436).



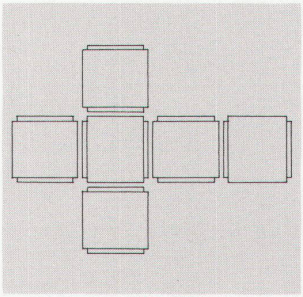
**Kubus a**
Vektorendiagramm



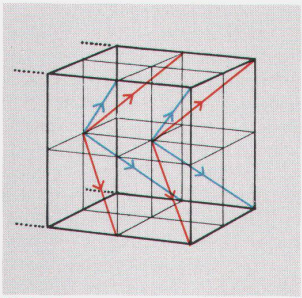
Kubus mit Diagonalen



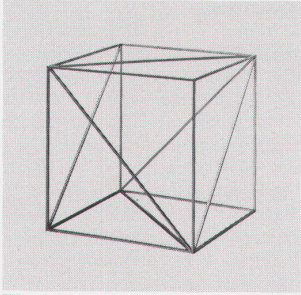
Mit acht Holzwürfeln simulierter Kubus



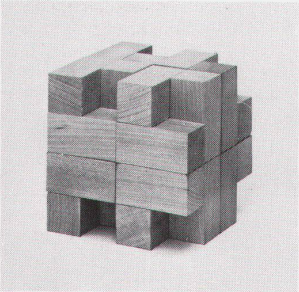
Abwicklung der Oberfläche sechs Platten 2



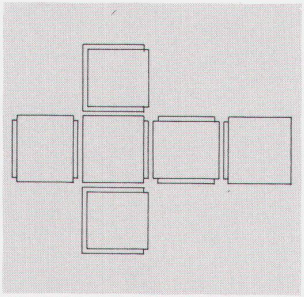
**Kubus b**
Vektorendiagramm



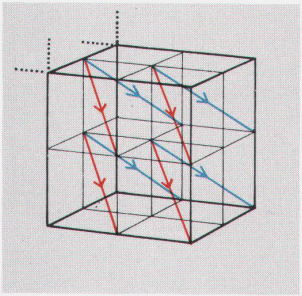
Würfel mit Diagonalen



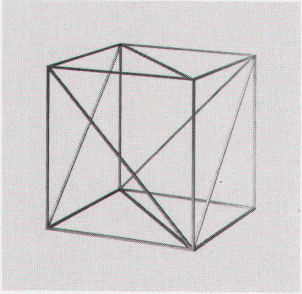
Mit Holzwürfeln simulierter Kubus



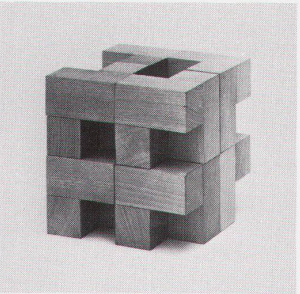
Abwicklung der Oberfläche
zwei Platten 2 und vier Platten 3



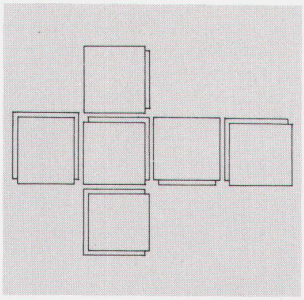
**Kubus c**
Vektorendiagramm



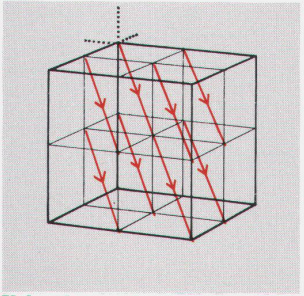
Würfel mit Diagonalen



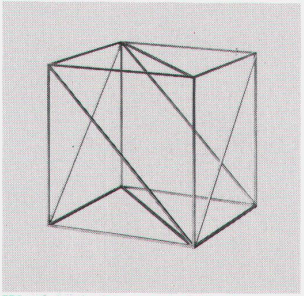
Mit acht Holzwürfeln simulierter
Kubus



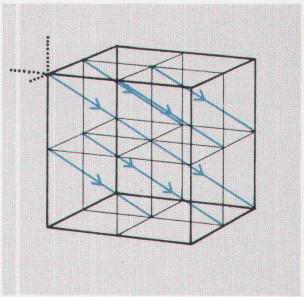
Abwicklung der Oberfläche
vier Platten 3 und zwei Platten 4



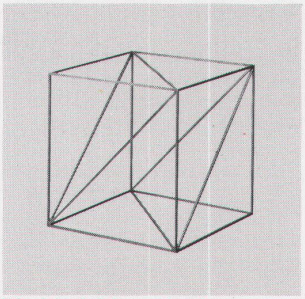
**Kubus d+ und d−**
Vektorendiagramm d+



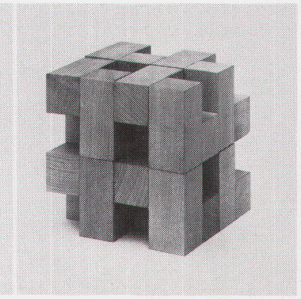
Würfel mit Diagonalen für d+



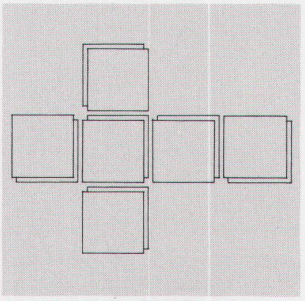
Vektorendiagramm d−



Würfel mit Diagonalen für d−



Mit acht Holzwürfeln simulierter
Kubus
d+ = Drehrichtung rechts
d− = Drehrichtung links

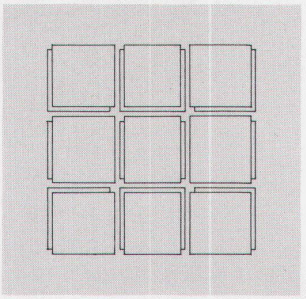


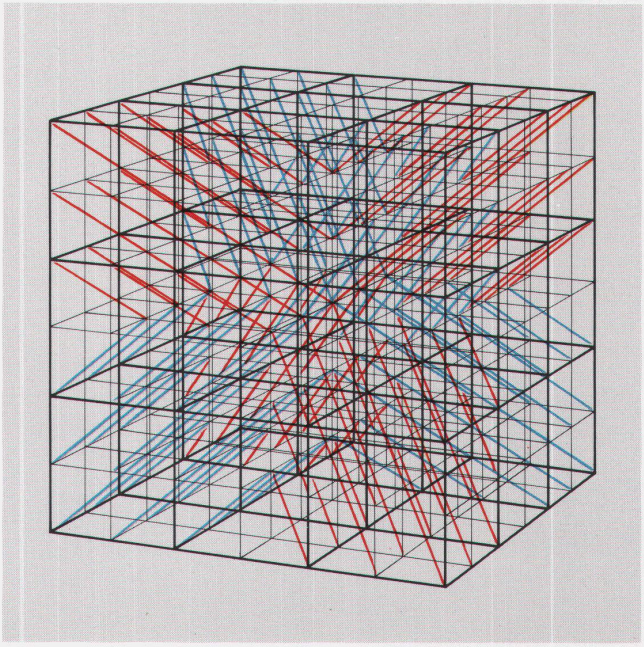
Abwicklung der Oberfläche
sechs Platten 4

Vektorendiagramm für die 27
Kuben:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Kubus a | oder |
| 6 | Kuben b | |
| 12 | Kuben c | 12 Platten 2 |
| 4 | Kuben d+ | 48 Platten 3 |
| 4 | Kuben d− | 48 Platten 4 |

Anordnung der Platten in den drei
Koordinatenebenen

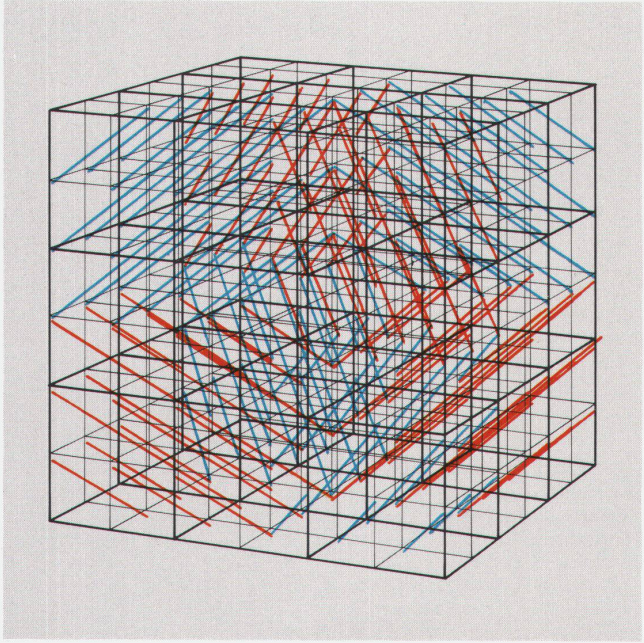


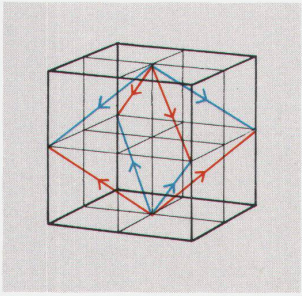


**2. Beispiel**
System, in dem beim Kubus a die Richtung der Diagonalen analog der Grunddrehrichtung der Flächen ist und die Diagonalen der äusseren Kuben parallel zu den innern liegen (B+W 11/1967, Seite 429).
System aus Platten 1, 2, 3 und 4 (dieses System wurde mit Hilfe des Vektorendiagramms entdeckt).

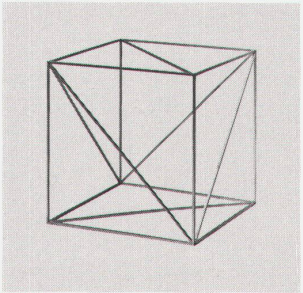
Vektorendiagramme für die 27 Kuben:

| | | |
|---|---|---|
| 1 Kubus a | 4 Kuben c xy | oder |
| 2 Kuben bx | 4 Kuben c xz | 8 Platten 1 |
| 2 Kuben by | 4 Kuben c yz | 4 Platten 2 |
| 2 Kuben bz | 4 Kuben d+ | 48 Platten 3 |
| | 4 Kuben d− | 48 Platten 4 |

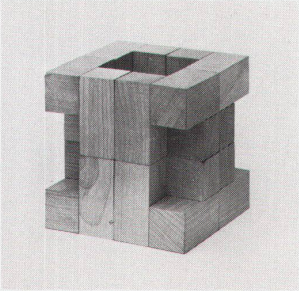




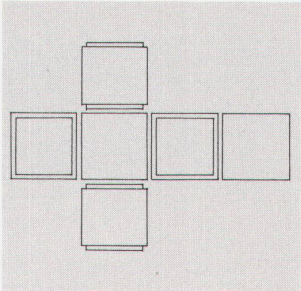
**Kubus a**
Vektorendiagramm



Würfel mit Diagonalen

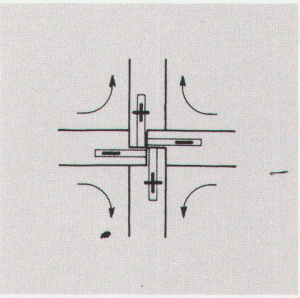


Mit acht Holzwürfeln simulierter Kubus



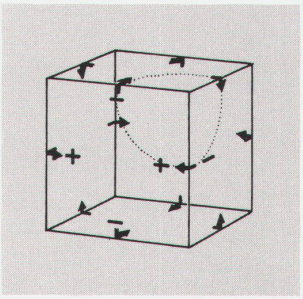
Abwicklung der Oberfläche
vier Platten 1 und zwei Platten 2

**3. Beispiel**
Von der Überlagerung von verschiedenen Systemen oder Beobachtungen bei einer Konstruktionsaufgabe.
Die Arbeitsmodelle für die Systeme aus den vier Bauplatten 1, 2, 3 und 4 wurden für alle Studien als Versuchsmodelle aus Holz hergestellt. Nun wurde versucht, nicht nur genauere, sondern auch möglichst universelle Platten herzustellen. Damit die Platten eines gebauten Systems gegenseitig haften, wurden in jede Platte, in der Mitte der vier Kanten, Magnete eingebaut, die sich mit den entsprechenden Magneten der anliegenden Bauplatten zu Magnetenpaaren verbinden. Magnete haben Plus- und Minuspole, das heisst, ein Magnetenpaar repräsentiert eine Richtung und versinnbildlicht ein Verbindungselement mit einer einfachen geometrischen Struktur.

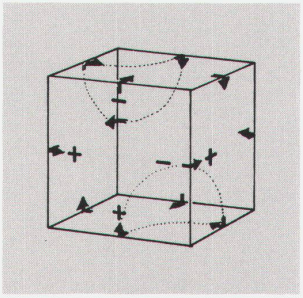


Die Anordnung der Magnete im Knotenpunkt:

Diese Magnete lassen sich in verschiedene geometrische Anordnungen einbauen

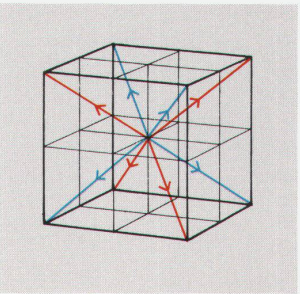


Magnetpaare auf einer Bauplatte, die positiven Magnetpaare einander gegenüberliegend
Die Richtung der Magnetpaare ist, über die Kubusecke gesehen, an allen Ecken gleich
4 Ecken positiv drehend
4 Ecken negativ drehend

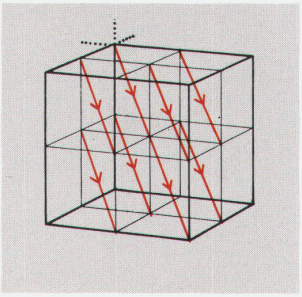


Magnetpaare auf einer Bauplatte, ein positiver und
ein negativer Pol
einander gegenüberliegend
Die Richtung der Magnetpaare ist, über die Kubusecke gesehen, nur bei den zwei einander diagonal gegenüberliegenden Ecken gleich:
eine Richtung ist positiv drehend
eine Richtung ist negativ drehend

Das zugehörige Vektorendiagramm

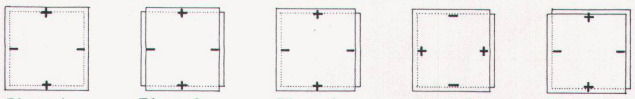


Das zugehörige Vektorendiagramm



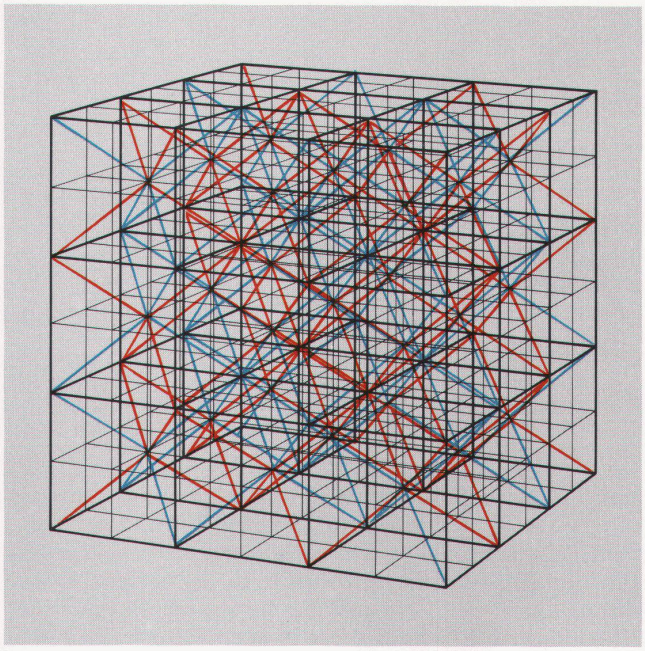
Ziel war es, mit den neu zu bauenden Platten ein Arbeitsmodell zu besitzen, mit dem alle möglichen Anordnungen der Platten in den (die Systeme beschreibenden) 27 Kuben baubar sind. Es stellte sich die Frage, welche der beiden dargestellten Anordnungen der Magnete die tauglichste sei. Für diese Entscheidung fehlten die fundierten Erfahrungen. Gewählt wurde die erste Anordnung in der Meinung, dass sie ein symmetrisches Gefüge erzeuge (siehe Vektorendiagramm der 27 Kuben).
Dieses Beispiel, «Bauplatten mit Magneten», hat zwei überlagerte unterschiedliche Vektorendiagramme: dasjenige für die Magnete und dasjenige für die Platten. Noch komplexere Systeme werden mit einer entsprechend grösseren Zahl von Vektorendiagrammen darzustellen sein.

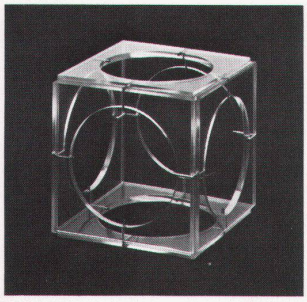
Die Anordnung der Magnete in den verschiedenen Bauplatten:



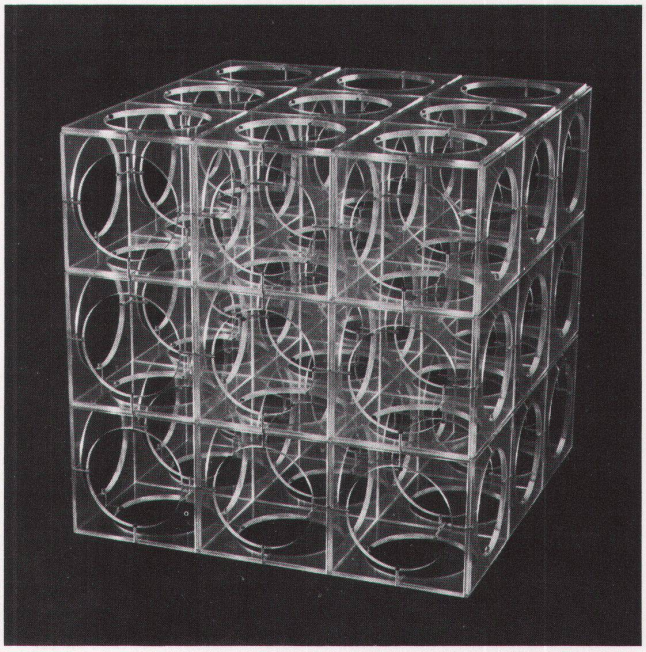
Platte 1 Platte 2 Platte 3+ Platte 3− Platte 4

Vektorendiagramm von 27 Kuben der gewählten Magnetanordnung
Dies ist auch das Diagramm für das Plattensystem mit der Platte 2 (B+W 11/1967, Seite 436 unten) und das System mit Diagonalen, in dem diese in allen Kuben ein Tetraeder bilden (B+W 11/1967, Seite 430).





Arbeitsmodell
Kubus aus Plastikplatten mit Magneten
sechs Platten 4



27 Kuben aus den Plastikplatten
mit Magneten

Es hat sich gezeigt, dass Vektorendiagramme eine wirksame Arbeitshilfe sind und dass komplizierte Strukturen, die kaum mehr vorstellbar sind, mit solchen Vorstellungshilfen besser kontrolliert werden können. Die ersten Studien mit den Plastikplatten befassten sich mit den Bewegungsabläufen beim Aufbauen der 27 Kuben. Die Gesetzmässigkeit der Freiheitsgrade beim Montieren und jene der möglichen Bewegungsarten deuten darauf hin, dass auch hier Strukturen entstehen, die mit Vektorendiagrammen darstellbar sind. Dies wäre ein Arbeitstitel für einen dritten Arbeitsbericht.

**Schlussbetrachtungen zum zweiten Arbeitsbericht (Auszüge)**
Die Hypothese, dass das Arbeiten mit Vektorendiagrammen ein nützliches Instrument zum Lösen von Konstruktionsproblemen ist, wird sich nicht beweisen lassen, bevor weitere ausgedehnte Untersuchungen durchgeführt worden sind.
Es müssen zum Beispiel komplizierte Knotenpunkte, Verbindungselemente und Bausysteme einer Analyse unterworfen werden, und es müsste versucht werden, weitere Konstruktionsaufgaben mit Hilfe dieses neuen Arbeitsmittels zu lösen. Es wäre auch zu untersuchen, ob neben geometrischen Sachverhalten in Systemen nicht auch physikalische in solche Vektorendiagramme übersetzt werden können (wie Kräftefluss usw.). Es könnte sich aber auch erweisen, dass die aus bestimmten Bausystemen gewonnene allgemeine Theorie nicht allgemeingültig wäre, sondern nur den spezifischen Charakter der beobachteten Systeme enthielte.
Es ist auch nötig, einen möglichst vollständigen Katalog aller möglichen Kombinationen der positiven und negativen Vektoren zu Systemen zu erstellen und ein entsprechendes Klassifikationssystem aufzubauen. Diese Liste möglicher Vektorendiagramme wäre aufgrund der Erfahrungen gemäss den Eigenschaften der ihnen entsprechenden Systeme zu ordnen. Die Fortsetzung der Arbeit auf einer breiteren Basis müsste vorhandene Unklarheiten, Ungenauigkeiten oder Irrtümer ausmerzen und nicht verfolgte Fragen aufwerfen.
In diesem Sinne wären die im ersten und zweiten Arbeitsbericht niedergelegten Studien eine Vorstufe für ein umfassendes Studienprogramm, das schlüssige Einsichten über die Zusammenhänge beim Bauen komplexer Systeme geben sollte.