

# Fußball mit Ecken und Kanten

## Der Mathematiker Eduard Maier widmet sich seit gut 25 Jahren der Kunst des Papierfaltens

Von unserem Redaktionsmitglied  
Patrizia Kaluzny

Eduard Maier schaut Fußball wie jeder andere Fan. Er fiebert mit, ärgert sich über leichtfertig vertane Chancen und jubelt wenn der Ball ins Tor geht. Und doch schaut der 62 Jahre alte Karlsruher auch ein bisschen anders. Für ihn als Diplom-Mathematiker ist Fußball pure Geometrie. Also der Fußball. Der ist nämlich eigentlich gar nicht rund. Vielmehr ist er aus verschiedenen Flächen zusammengesetzt. Er ist deshalb keine Kugel, sondern ein Polyeder, also ein

### Ab Herbst gibt er Kurse an der Volkshochschule

Vielflächner. „Der Fußballkörper ist abgeleitet vom Ikosaeder“, sagt Maier und fügt schmunzelnd hinzu: „Man muss nur die Ecken abflachen.“

Dann holt Maier einige solcher abgeflachten Ikosaeder aus einer großen Kiste hervor. Sie leuchten in den deutschen Nationalfarben Schwarz-Rot-Gold. Der Mathematiker hat sie alle anlässlich der Fußball-Weltmeisterschaft in Brasilien gefaltet. Jawohl, richtig gelesen, gefaltet. Papierfalten ist nämlich Maier's große Leidenschaft. Flink holt der Mann mit dem markanten Schnauzer weitere Polyeder aus den großen Kisten und gruppiert sie auf dem Tisch. Einige sehen aus wie Sterne, andere wie Kristalle und einige eben wie Fußbälle. Darunter ist auch ein buntes Objekt, das nach dem fünfhöchsten Berg der Welt benannt ist, dem 8462 Meter Makalu, der sich auf der Grenze zwischen Nepal und Tibet erhebt. Erfinder dieser besonderen Faltung ist der US-Amerikaner Robert Lang. Doch Maier tüftelte so lange herum, bis er diese knackte – auch ohne teure Anleitung.

Die Begeisterung für Origami – Maier bevorzugt die deutsche Übersetzung „Papierfalten“ – packte ihn vor gut 25 Jahren. „Natürlich fängt man mit einfachen Dingen an und übt erst mal eine Weile, bis man die Grundschritte des Faltens beherrscht“, erzählt Maier, während seine Finger blitzschnell ein rotes Papierquadrat zu einer Erdbeere formen. Schon bald wagte er sich an komplexe Modelle. In seinem Verlag „Die Blechschachtel“ gibt er inzwischen Bücher mit Faltanleitungen internationaler Papierfalt-Künstler heraus. Zuletzt hat der Karlsruher, der in der Vergangenheit schon Vorsitzender von Origami Deutschland war, modulares Origami für sich entdeckt. Bei dieser Origami-Richtung werden zunächst einzelne Module gefaltet und diese dann zu räumlichen Strukturen zusammengesetzt. Die Formenvielfalt reicht über einfache platonische Grundkörper wie Würfel oder Tetraeder bis hin zu komplexen Polyedern. Allein bis zu acht Stunden benötigt der fingerfertige Mathematiker, um beispielsweise alle Grundelemente für das Papierobjekt Makalu zu falten. „Die einzelnen Module werden dann über Laschen und Taschen miteinander verbunden. Das geht dann schneller.“



EDUARD MAIER ist Papierfalter aus Leidenschaft. Passend zur Fußball-WM faltete der 62-Jährige studierte Mathematiker verschiedene Polyeder in den Farben Schwarz-Rot-Gold. Foto: Kaluzny

Wenn Eduard Maier beginnt, Papier zu falten, vergisst er die Zeit um sich. Und obwohl er diesem Hobby seit einem Vierteljahrhundert frönt, ist er immer wieder aufs Neue fasziniert, „was die Geometrie eines Quadrates hergibt“. Denn ganz gleich, was am Ende herauskommt – ein Gitarrenspieler, eine Heuschrecke oder ein geometrischer 3-D-Körper – es beginnt immer mit einem quadratischen Blatt Papier und zwei Händen.

Die Faszination des Papierfaltens gibt Maier seit einigen Jahren an Schüler weiter. So begeisterte er schon die Kin-

der und Jugendlichen an der Hans-Thoma-Schule, am Goethe- und am Bismarck-Gymnasium für die Origami-Techniken. „Das Papierfalten fördert nicht nur die Konzentration und Kreativität. Man lernt auch dabei. Gerade beim modularen Origami kriegen die Schüler ein Gefühl für die Ästhetik der Geometrie“, sagt Maier, der ab Herbst an mehreren Volkshochschulen, darunter auch in Karlsruhe, Papierfalt-Kurse anbietet.

### Internet

<http://papierfalten.com>

# Führung am Ettlinger Tor

BNN – Die Arbeiten an der künftigen unterirdischen Haltestelle Ettlinger Tor sind Thema einer Baustellenbesichtigung zur Kombilösung am Mittwoch, 9. Juli. Fachleute der Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft (Kasig) und der Arge Stadtbahntunnel erläutern den Teilnehmern die aktuellen und die anstehenden Maßnahmen. Treffpunkt für die beiden Führungen der Initiative „Ja zur Kombilösung“ um 15.30 Uhr und um 16.30 Uhr sind die Baucontainer auf der Westseite des Ettlinger Tors gegenüber dem Informationspavillon „K.“ der Kombilösung.

Erforderlich ist eine Anmeldung unter der Telefonnummer (07 21) 1 33 55 77 montags bis freitags zwischen 10 und 18 Uhr. Ebenfalls notwendig ist festes, den Fuß vollständig umschließendes Schuhwerk. Der für die Baustellenbesichtigung erforderliche Bauhelm und eine Sicherheitsweste werden den Teilnehmern gestellt.

# Folgen des Konsums im Fokus

BNN – Der Caritassozialdienst veranstaltet am Mittwoch, 2. Juli, eine außergewöhnliche Stadtführung. Unter der Leitung von Konsum Global werde eine Entdeckungsreise durch die globalisierte Marken- und Produktwelt in der Innenstadt angeboten.

Ziel sei es, „gemeinsam einen Blick auf die sozialen, ökologischen und ökonomischen Folgen unseres Konsums zu werfen“, teilt der Caritasverband Karlsruhe mit.

Treffpunkt zu der Führung ist um 10 Uhr im Familienzentrum Caritashaus, Sophienstraße 33. Eine Anmeldung ist erforderlich bei Christiane Kern unter der Telefonnummer (07 21) 9 12 43 11 oder per E-Mail an die Adresse [c.kern@caritas-karlsruhe.de](mailto:c.kern@caritas-karlsruhe.de).

## Kurz notiert

**Ein Vortrag** zum Thema „Ernährung bei Bluthochdruck“ steht morgen bei der Selbsthilfegruppe Bluthochdruck auf dem Programm. Interessierte treffen sich ab 19 Uhr im Städtischen Klinikum, Bau B (Bibliothek), im zweiten Obergeschoss.

**Die Naturfreunde Karlsruhe** unternehmen morgen ab 13 Uhr eine Kaffeefahrt zum Naturfreundehaus Badener Höhe. Treffpunkt zur Bahnfahrt ist am Albtalbahnhof.

**Auf der Seebühne** im Stadtgarten beginnt morgen die Märchensaison. Von 14.30 bis 15.30 Uhr präsentiert die Märchenerzählgruppe Elfriede Hasenkamp dem Publikum Überlieferes aus vergangenen Jahrhunderten.

**Ein Informations-Abend** mit dem Titel „Ein Jahr im Ausland“ findet morgen ab 18 Uhr im Kolpinghaus, Albtalstraße 2 (Eingang Rückseite), statt. Ju-

gendliche und Eltern erhalten Informationen zu den Abläufen, Herausforderungen und Voraussetzungen eines Auslandsschuljahres.

**Die katholischen und evangelischen Gemeinden** in der Waldstadt laden morgen ab 12 Uhr im Saal von St. Hedwig, Königsberger Straße, zum „Miteinanderteilen“ ein, einem Eintopfessen für die Dritte Welt. Der Erlös ist für ein Aids erkrankte Kinder in Südafrika bestimmt. Es kochen ehrenamtliche Mitarbeiter der Emmausgemeinde.

**Innerhalb der Reihe** „Interreligiöser Dialog am Campus“ informiert die Projektgruppe „Haus der Begegnung: Kulturen und Religionen“ am KIT heute, Dienstag, 1. Juli, ab 19 Uhr im NTI-Hörsaal (Campus Süd) über das Prinzip der Gastfreundschaft im Islam und im Christentum.

**„Bike Tours Karlsruhe“** unternimmt am morgigen Mittwoch, 2. Juli, eine Radtour auf dem Kinzigtal-Radweg. Treffpunkt ist um 8.45 Uhr am Albtalbahnhof. Weitere Infos und Anmeldung

bis heute, 18 Uhr, unter der Rufnummer 01 75 1 91 92 40.

**Über das Projekt „Cosmobile Haushaltshilfen“** informiert morgen ab 9.30 Uhr eine Veranstaltung bei der Evangelischen Erwachsenenbildung, Treffpunkt „junge alte“, im Gemeindehaus, Am Zwingler 5 in Durlach. Die Referentin arbeitet bei dem Projekt mit und berät sowohl Familien, die eine Betreuerin benötigen, als auch Frauen aus Osteuropa, die eine Stelle suchen. Weitere Infos auch unter Telefon 82 46 73 10.

## Museen und Ausstellungen

**Staatliche Kunsthalle Karlsruhe**, Hans-Thoma-Straße 2-6: „Grünwalds Kreuztragung – Die Restaurierung eines Hauptwerkes deutscher Kunst“, „Bauen und Zeigen. Aus Geschichte und Gegenwart der Kunsthalle Karlsruhe“, (10-18 Uhr). – **Orangerie**: „Zerschossene Illusionen. Beckmann, Heckel, Dix und der Erste Weltkrieg“ (10-18 Uhr). – **Junge Kunsthalle**: „Tor, Tor, Toor! Das Spiel der Spiele in der Kunst“ (10-18 Uhr).

**Badisches Landesmuseum** (im Schloss): „Max Laeuger. Gesamt Kunst Werk“ (10-18 Uhr). – **Museum beim Markt**, Karl-Friedrich-Straße 6: „Simone Demandt – Asservate des Verbrechens – Fotografien“ (11-17 Uhr). – **Museum in der Majolika**, Ahaweg 6: (10-13 Uhr und 14-17 Uhr). – **Majolika Karlsruhe**, Ahaweg 6-8: (10-19 Uhr).

**Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM)**, Lorenzstraße 19, ZKM\_Medialounge und ZKM\_Museumsbalkon: „GJ Lischka. Present

Mind“; **Medienmuseum, Museum für Neue Kunst** (geschlossen), **Bibliothek/Mediathek**: (11-19 Uhr).

**Stadtmuseum** im Prinz-Max-Palais, Karlstraße 10: „Der Krieg daheim – Karlsruhe 1914-1918“ (10-18 Uhr).

**Stadtarchiv**, Markgrafenstraße 29: „Liebesgaben an die Front – Sammlungen im Krieg“ (8.30-15.30 Uhr).

**Neues Ständehaus**, Ständehausstraße, Erinnerungsstätte: „Parlament und Ständehaus im Ersten Weltkrieg“, „Die rumänische Revolution in Bildern“ (10-18.30 Uhr).

**Badische Landesbibliothek**, Erbprinzenstraße 15: „Die deutsche Feldpresse 1914/1918“, Foyer: „Das Runde und das Eckige“, Ausstellung zur Fußball-WM (9-19 Uhr).

**Regierungspräsidium am Rondellplatz**, Karl-Friedrich-Straße 17 (ehemals Landesgewerbeamt): „Landesaustellung Kunsthandwerk“, „nackteform“ (11-18 Uhr).

**Rechtshistorisches Museum**, Herrenstraße 45a: „Bilder und Dokumente zur Karlsruher Rechtsgeschichte“ (10-12 Uhr).

**Naturschutzzentrum Rappenwört**, Hermann-Schneider-Allee 47: „Lachende Spechte und gelbbäuchige Unken – Arten des Jahres 2014“, „Willkommen im Schmetterlingsland“, „Schönbar und Nonne: Licht ins geheime Leben der Nachtfalter“ (12-18 Uhr).

**Generallandesarchiv**, Nördliche Hildapromenade 3: „Mensch im Krieg 1914-1918 am Oberrhein“ (8.30-17.30 Uhr).

**Info-Center am Hauptfriedhof**, Haid- und Neu-Straße 33: „Blicke des Gedenkens“ (10-17 Uhr).

**EnBW-Gebäude**, Durlacher Allee 93: „Energie im Spiegel der Karikatur“, „Faszination Offshore“ (10-18 Uhr).

**Centre Culturel Franco-Allemand**, Postgalerie 3. OG, Karlstraße 16b: „Kunst kennt keine Grenzen“ (9-12.30 Uhr und 14-18 Uhr); Landesmedienzentrum, Moltkestraße 64: „Kunst kennt keine Grenzen“ (8-16 Uhr).

**Architekturschaufenster**, Waldstraße 8: 19 Uhr Vernissage „Architektur in Palästina 1918-1948“.



## Theater

**Badisches Staatstheater. Großes Haus**, 19 Uhr 5. Sonderkonzert. – **Studio**, 19 Uhr Einführung, 19.30 Uhr „Müdigkeitsgesellschaft/Versuch über die Müdigkeit“. – **Junges Staatstheater in der Insel**, Karlstraße 49b: 11 Uhr „Mia schläft woanders“, ab fünf Jahren.

## Kinos

**City Universum**: 20.45 Urlaubsreif, 17.45/20.30 Exit Marrakesch, 15.30 Rio 2, 15.30/17.45/20.30 Das Schicksal ist ein mieser Verräter, 15.45/18.15 Tinkerbell und die Piratenfee, 18/20.15 Maleficent in 3-D-Digital, 15.45 Maleficent, 18 X-Men – Zukunft ist Vergangenheit, 18/20.30 A Million Ways To Die In The West, 15.45 Das magische Haus (am Europaplatz).

**Filmpalast am ZKM**: 14.15/16.45/19.30/22 Mädelsabend, 15 Uhr Otto ist ein Nashorn, 17.30 Otto ist ein Nashorn in 3-D-Digital, 22.45 Wolf Creek 2, 14.30 Flöckchen, 17/19.30 Einmal Hans mit scharfer Soße, 14/17/19.45/22 Das Schicksal ist ein mieser Verräter, 14.30 Tinkerbell und die Piratenfee, 17 Tinkerbell und die Piratenfee in 3-D-Digital, 22.45 Brick Mansions, 17.15/23.15 Edge Of Tomorrow in 3-D-Digital, 17/20 Maleficent in 3-D-Digital, 14.30 Maleficent, 16.30/19.15/22.15 A Million Ways To Die In The West, 16.45/22.45 X-Men – Zukunft ist Vergangenheit in 3-D-Digital, 14/20 X-Men – Zukunft ist Vergangenheit, 14 Das magische Haus, 19.45 Godzilla in 3-D-Digital, 20/22.30 Bad Neighbors, 23 3 Days To Kill, 20 Die Schadenfreudinnen, 14 Rio 2. – **Imax**:

14/19 Edge Of Tomorrow in 3-D-Digital, 16.30 Maleficent OV in 3-D-Digital, 21.45 Godzilla in 3-D-Digital (Brauerstraße 40).

**Die Kurbel**: 18/22 Fußball-WM, 22 Die Zwei Gesichter des Januar, 20 Stereo, 18.15 Words And Pictures, 17.45 Muppets Most Wanted, 21 Sneak Preview (Kaiserpassage 6).

**Schauburg**: 20.15 Boyhood, 22 Boyhood engl. Orig., 16.45 Das Schicksal ist ein mieser Verräter – The Fault In Our Stars engl. Orig. mit dt. UT, 19 Finding Vivian Maier, 15 Michel bringt die Welt in Ordnung/Kinderkino, 20.30 No Turning Back, 18.30 Still, 18.30 Violette, 23 Zoran – Mein Neffe, der Idiot, 23.15 The Grand Budapest Hotel engl. Orig.; Das Sommer-Arthaus-Festival: 21 Night On Earth (Marienstraße 16).

**Kinemathek im Studio 3**, 14. Französisches Jugendfilmfestival „cinéfête“: 19 La Mer à l'aube dt. UT, 21.15 Les Émouffés anonymes dt. UT (Kaiserpassage 6).

**Landesmedienzentrum**, Moltkestraße 64: 18.30 Der Club der toten Dichter, Peter Weir, 1989 (Dienstagsskino des Roncalli-Forums und des Bildungswerkes).

## Tipps und Treffs

**Arbeiterwohlfahrt**, Stadtbezirk Durlach, Grötzingler Straße 10: 14.30 Uhr Seniorentreff.

**ASV Grötzingen**, Im Sportzentrum Grötzingen: 14.15-16.30 Uhr „Rehabilitations-, Präventions- und Gesundheitstraining für ältere Menschen“.

**Bildungszentrum**, Bibliothek Bismarck-Gymnasium, Bismarckstraße 8: 18.30 Uhr Latein-Lektüre „René Descartes, Meditationes de Prima Philosophia“.

**Caritasverband**, Freizeitclub für Menschen mit geistiger Behinderung, Sophienstraße 33: 17.30-20 Uhr offener Treff.

**Karlsruher Club 50-Plus**, Begegnungsstätte, Adlerstraße 33: 14 Uhr Spiele und gemütliches Beisammensein.

**Medienbus** der Stadt: 13.30-14.30 Uhr Grünwinkel, Heidenstückerweg/Ecke Bernsteinstraße; 14.45-15.30 Uhr Rheinstrandsiedlung, Pappelallee; 15.45-16.30 Uhr Daxlanden, Palzstraße

neben der Schule; 17-18 Uhr Nordstadt, Rhode-Island-Allee.

**Pommersche Landsmannschaft**, Kreisgruppe Karlsruhe, Haus der Heimat, Ecke Moltkestraße 39a: 14.30 Uhr Heimatinnenabend.

**Seniorenclub Durlach**, Rappenstraße 5: 13-18 Uhr Durlacher Skattreff; Orgefabrik, Amthausstraße: 10-11 Uhr „Fit im Alter“.

**Wissens- und Hobbybörse**, Stephaniensstraße 18: 11 Uhr Gymnastik am Tisch, 16 Uhr französische Konversation.

## Vorträge

**Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale** des KIT, NTI-Hörsaal, Campus Süd, Engeserstraße 5, Geb. 30.10: 19 Uhr Interreligiöser Dialog am Campus „Die Welt zu Gast bei Freunden“

## Geburtstage und Jubiläen

**Heute feiern Geburtstag**: Erich Hengst, Oststadt (90 Jahre); Rudolf Höning, Innenstadt-West (90 Jahre); Alfons Kutterer, Daxlanden (90 Jahre); Hans Wurm, Hagsfeld (90 Jahre); Theresia Geppert, Daxlanden (90 Jahre); Nafiyi Kaya, Neureut (81 Jahre).

**40-jähriges Dienstjubiläum feiert heute**: Christel Heck bei der Stadt Karlsruhe.

## Notdienste

**Apotheken. Di. 8.30 Uhr bis Mi. 8.30 Uhr**. Bären-Apotheke, Hagsfeld, Karlsruher Straße 26, Telefon 68 46 15. – Stadt-Apotheke, Ecke Karlstraße 19 und Erbprinzenstraße, Telefon 20 38 10.

## Bestattungen

**Morgen, Mittwoch, 2. Juli**  
**Hauptfriedhof, kleine Kapelle**: 14.45 Uhr Ruth Schmidt, 49 Jahre, gest. 9. 6.  
**Stadteilfriedhof Knielingen**: 11.30 Uhr Andreas Stieglbauer, 55 Jahre, gest. 19. 6.

**WIR FÜR SIE**

Badische Neueste Nachrichten

**Redaktion Karlsruhe**

Zentrale (07 21) 7 89-0  
Sekretariat (07 21) 7 89-1 65 und -1 66  
Telefax (07 21) 7 89-1 57  
E-Mail [redaktion.ka-stadt@bnn.de](mailto:redaktion.ka-stadt@bnn.de)

**Redaktion Aus der Region**

Sekretariat (07 21) 7 89-1 77  
Telefax (07 21) 7 89-1 57  
E-Mail [redaktion.region@bnn.de](mailto:redaktion.region@bnn.de)

**Anzeigen**

Gewerblich (07 21) 7 89-60  
Privat (07 21) 7 89-66  
E-Mail [anzeigen@bnn.de](mailto:anzeigen@bnn.de)

**Vertrieb**

Leserservice (07 21) 7 89-72  
E-Mail [vertrieb@bnn.de](mailto:vertrieb@bnn.de)

[www.bnn.de](http://www.bnn.de)







## Infos zu dem Körper

Das gefaltete Modell „6 Intersecting Pentagramms“ hat vom Erfinder, dem Papierfalter Robert Lang den Namen Makalu bekommen. Der Namen stammt von einem Berg im Himalaya,. Er beschreibt dieses Modell als ineinander geschachtelte Polyeder und nennt diese Körper Polypolyeder.

Das Modell Makalu kann aus dem im Folgenden beschriebenen Körper Ikosidodekaeder abgeleitet werden, der aus 6 10-eckigen Ringen besteht. Makalu besteht also im Gegensatz zum Ikosidodekaeder aus 6 5-eckigen ineinander verwebten Ringen. Der Umkreis der einzelnen Ringe sind sogenannten geodädische Linien (Großkreis auf der Umkugel). Dieser Ring wird bei Makalu einfach nur verbreitert. Die fünf Ecken des Ringes befinden sich dann jeweils an der einen Ecke eines an das Fünfeck angrenzenden Dreiecks.

Robert Lang hat mit Hilfe eines CAD-Programms die Breite der Streifen so berechnet, dass das Modell durch Zug und Druck ohne Klebstoff exakt hält und nicht wackelt.

Mich fasziniert nach wie vor, wie das Modell ganz am Ende exakt passt und stabil ist. Ich habe die Maße für das Rechteck aus dem die Kanten (Units) gefaltet sind, etwas verändert, schlanker gemacht und nicht das Format 2 zu 1 sondern etwas 2,05 zu 1 gewählt.

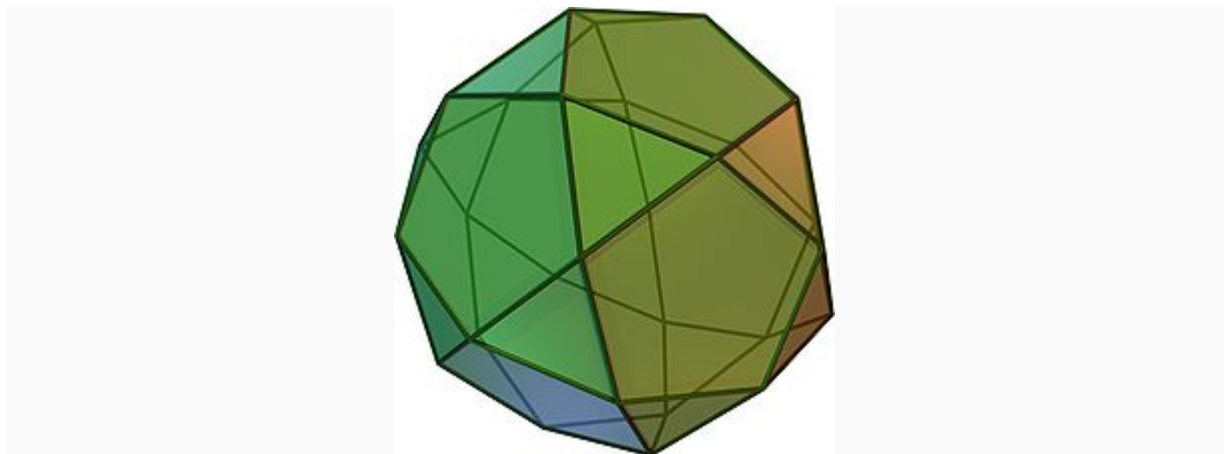
Ich hoffe Sie haben viel Freude mit dem Modell als Schmuck im eignen Heim oder wo immer Sie mit der Ästhetik dieser Geometrie Menschen beeindrucken wollen.

Unabhängig von der Anleitung von Robert Lang habe eine eigene Anleitung aus den Maßen in dem Artikel von Robert Lang S 6 ff zusätzlich durch Probieren entwickelt.

**Eduard Maier Verlag Die Blechschachtel Essenweinstraße 50 76131 Karlsruhe**  
[www.papiefalten.com](http://www.papiefalten.com)

Zitat aus Wikipedia:

## Ikosidodekaeder



Das **Ikosidodekaeder** ist ein **Polyeder** mit 32 Flächen (12 **Fünfecke** und 20 gleichseitige **Dreiecke**), 30 Ecken und 60 Kanten gleicher Länge.

Es wird durch die Schnittmenge der Durchdringung eines **Dodekaeders** und **Ikosaeders** beschrieben, welche auch in seinem Namen auftauchen.

Es ist ein **archimedischer Körper** und dual zum **Rhombentriakontaeder**.

Jeweils 10 Kanten des Ikosidodekaeders bilden die Kanten eines regelmäßigen **Zehnecks**. Insgesamt gibt es sechs solcher unabhängiger, gleichseitiger Zehnecke in einem Ikosidodekaeder.

## Formeln

Größen eines Ikosidodekaeders mit Kantenlänge $a$	
Volumen	$V = \frac{a^3}{6} (45 + 17\sqrt{5})$
Oberflächeninhalt	$A_O = a^2 (5\sqrt{3} + 3\sqrt{25 + 10\sqrt{5}})$
Umkugelradius	$R = \frac{a}{2} (1 + \sqrt{5})$
Kantenkugelradius	$r = \frac{a}{2} \sqrt{5 + 2\sqrt{5}}$
Flächenwinkel $\approx 142^\circ 37' 21''$	$\cos \alpha = -\sqrt{\frac{5 + 2\sqrt{5}}{15}}$
Eckenraumwinkel $\approx 1,1694 \pi$	$\Omega = 2\pi - \arccos\left(\frac{3 + 16\sqrt{5}}{-45}\right)$

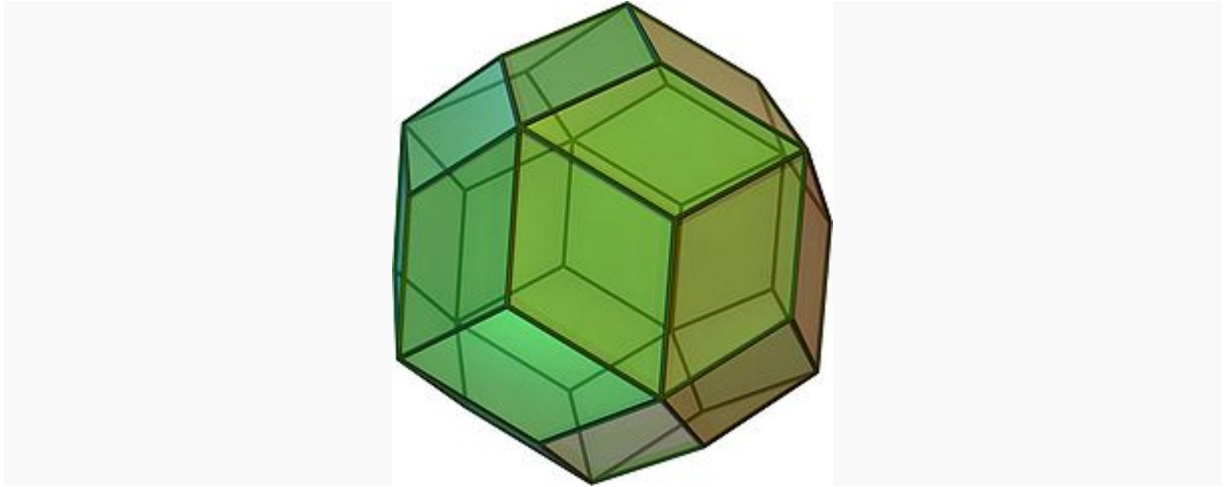
### Archimedische Körper

Stichworte: Tetraederstumpf • Kuboktaeder • Hexaederstumpf • Oktaederstumpf • Rhombenkuboktaeder • Kuboktaederstumpf • Ikosidodekaeder • Dodekaederstumpf • Ikosaederstumpf • Abgeschrägtes Hexaeder • Rhombenikosidodekaeder • Ikosidodekaederstumpf • Abgeschrägtes Dodekaeder

Kategorie:

# Rhombentriakontaeder

---

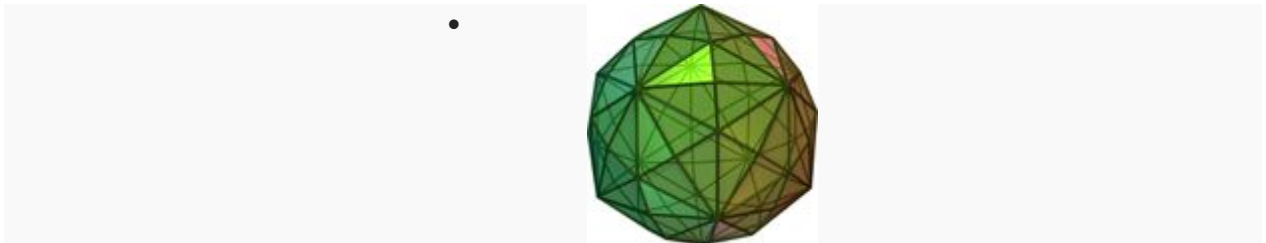


Ein **Rhombentriakontaeder** ist ein **catalanischer Körper** und **dual** zum **Ikosidodekaeder**. Es ist auch der Hüllkörper, der durch die Vereinigungsmenge der Durchdringung eines **Dodekaeders** und **Ikosaeders** beschrieben wird. Man erhält auch ein Rhombentriakontaeder, indem man gerade **Pyramiden** auf ein Ikosaeder oder Dodekaeder aufsetzt, von denen je zwei Seitenflächen einander zu einer ergänzen.

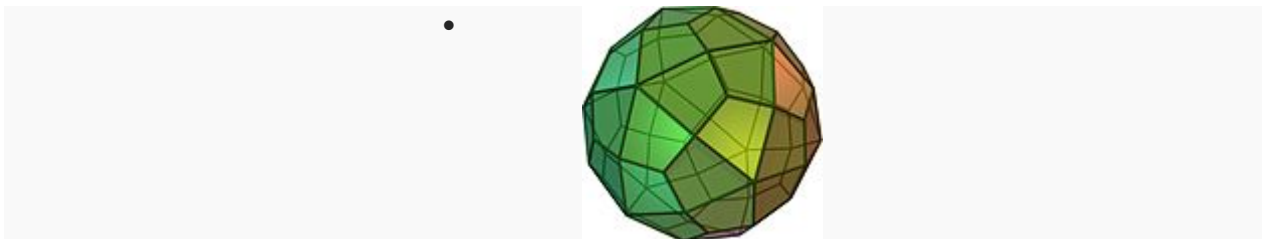
Das Rhombentriakontaeder besitzt 30 **rhombenförmige** Flächen, 32 **Ecken** und 60 **Kanten**. An 12 der Ecken grenzen 5 Kanten und an die übrigen 20 Ecken grenzen 3 Kanten an. Das Längenverhältnis der Diagonalen der Rhombenflächen entspricht exakt dem **Goldenen Schnitt**.

## Verwandte Polyeder [\[Bearbeiten\]](#)

---



Hexakisikosaeder



Deltoidalhexakontaeder

Werden auf die 30 Begrenzungsflächen des Rhombentriakontaeders<sup>1</sup> **Pyramiden** mit den Flankenlängen  $b$  und  $c (< b)$  aufgesetzt, entsteht ein allgemeines **Hexakisikosaeder**, sofern folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{a}{10}\sqrt{50 + 10\sqrt{5}} < b < \frac{a}{10}\sqrt{70 + 2\sqrt{5}}$$

- Das spezielle Hexakisikosaeder mit gleichen Flächenwinkeln an den Kanten  $a$  und  $b$  entsteht, wenn  $b = \frac{a}{2}(3\sqrt{5} - 5)$  ist.
- Nimmt  $b$  den zuvor genannten maximalen Wert an, entartet das Hexakisikosaeder zu einem Deltoidalhexakontaeder mit den Kantenlängen  $a$  und  $b$ .

Für das PolyederGrößen eines Rhombentriakontaeders		Für die Rhomben <sup>[1]</sup> [Bearbeiten]	
		Größen der Rhomben	
Volumen	$V = 4a^3\sqrt{5 + 2\sqrt{5}}$	Flächeninhalt	$A = \frac{2}{5}a^2\sqrt{5}$
Oberflächeninhalt	$A_O = 12a^2\sqrt{5}$	Inkreisradius	$r = \frac{a}{5}\sqrt{5}$
Inkugelradius	$\rho = a\sqrt{\frac{5 + 2\sqrt{5}}{5}}$	Lange Diagonale	$e = a\sqrt{\frac{10 + 2\sqrt{5}}{5}} = \frac{f}{2}(1 + \sqrt{5})$
Kantenkugelradius	$r = \frac{a}{5}(5 + \sqrt{5})$	Kurze Diagonale	$f = a\sqrt{\frac{10 - 2\sqrt{5}}{5}}$
Flächenwinkel = 144°	$\cos \alpha = -\frac{1}{4}(1 + \sqrt{5})$	Spitze Winkel(2) ≈ 63° 26' 6"	$\cos \alpha = \frac{1}{5}\sqrt{5}$
		Stumpfe Winkel (2) ≈ 116° 33' 54"	$\cos \beta = -\frac{1}{5}\sqrt{5}$

### Catalanische Körper

Triakistetraeder · Rhombendodekaeder · Tetrakishexaeder · Triakisoktaeder · Deltoidalikositetraeder · Pentagonikositetraeder · **Rhombentriakontaeder** · Hexakisoktaeder · Pentakisdodekaeder · Triakisikosaeder · Deltoidalhexakontaeder · Pentagonhexakontaeder · Hexakisikosaeder

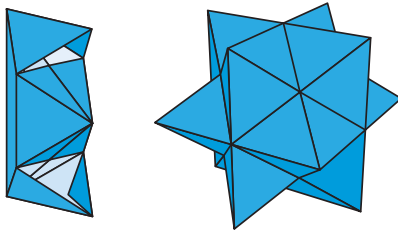
## Polypolyhedra in Origami

Robert J. Lang  
Rjlang@home.com

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

## Origami Burrs

- Peter Ford made several back in the '80s
- Here is a rendition of the “classic six-piece burr”



To be published in “Puzzlers Tribute,” David Wolfe, ed. (2001: A. K. Peters)

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

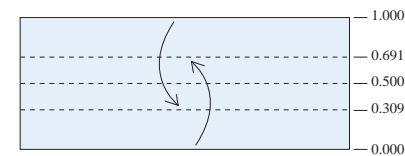
## Background

- Origami modulares: many identical pieces that hold themselves together, usually forming a geometric solid
- A “burr puzzle” is a wooden puzzle made of sticks that lock together, usually forming a geometric solid
- Can one make an origami burr puzzle?
- Yes...

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

## More Burrs

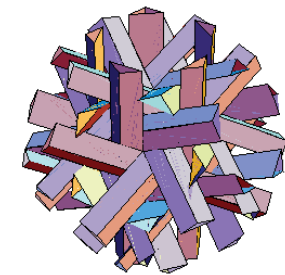
- Can one make a burr with more (but identical) pieces?
- Yes...(but there's one problem)...



1. Begin with a dollar bill. Mark off three horizontal creases at the divisions shown and fold on all three creases so that the ends overlap one another.



2. Finished unit. The stick has a triangular cross section.



3rd International Conf  
Science, Math, & Education

## More Burrs

- It collapses!
- No burr composed of convex polyhedra is stable against all possible rigid-body motions.
- What if we joined the sticks at their ends?
- Individual groups of sticks would form polyhedra. The burr would be a collection of interlocking polyhedra.
- Only one problem...

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

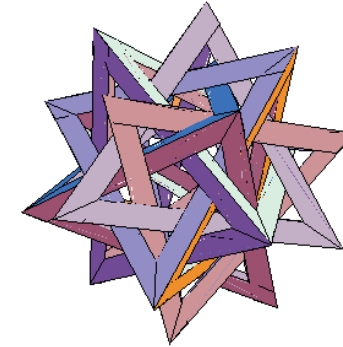
## Polypolyhedra

- Are there others?
- What are we looking for?
- A Polypolyhedron is:
  - a compound of multiple linked polyhedral skeletons with uniform nonintersecting edges
  - “Uniform” = all alike
  - The edges are 1-uniform (1 type of edge)
  - The vertices could be 1-uniform or 2-uniform. If 2-uniform, every edge has 1 of each kind of vertex
- How many topologically distinct polypolyhedra are there?

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

## More Burrs

- It's been done!
- Tom Hull's “Five Intersecting Tetrahedra,” using Francis Ow's edge unit.



## Polypolyhedra

- Prior art
- Five intersecting tetrahedra is a well-known geometrical construction
- “Orderly Tangles” by A. Holden identifies numerous compounds of polygons and polyhedra, which he calls “polylinks”
- No complete listing known

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education

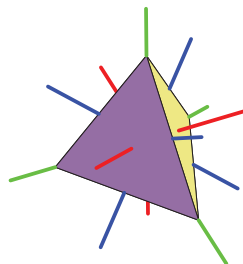
# Polypolyhedra & Symmetry

- We start by classifying polypolyhedra according to their symmetry
- If all edges are “alike”, then any one edge can be transformed into any other edge by some solid rotation
- Any polypolyhedron can be labeled by the set of rotations that maps any one edge into all others
- The set of rotations for any given polypolyhedron form a Group.

3rd International Conference on Origami in Science, Math, & Education

## Orbits

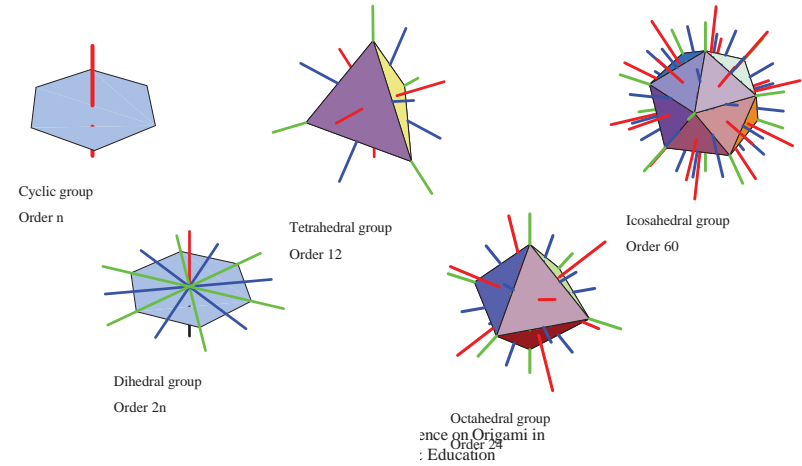
- The set of points obtained by applying all rotation operators to a single point is called an “orbit”
- The number of distinct points in an orbit is called the order of the orbit
- The maximum order of an orbit is the order of the rotation group.



3rd International Conference on Origami in Science, Math, & Education

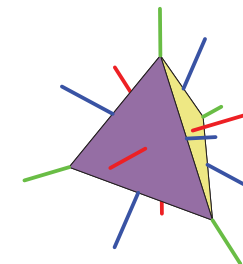
# Rotation Groups

- There are 5 families of rotation groups in 3-D



## Orbits

- If a point is unchanged by a rotation, it lies on an axis of rotation
- The orbits of points on axes of rotation have lower order than the group order
- The tetrahedron has orbits of order 4 (red), 4 (green), 6 (blue), and 12 (everything else).
- Label an orbit by its type: Vertex, Edge, Face, or Complete (V,E,F,C)



3rd International Conference on Origami in Science, Math, & Education

## Orbits

- Every vertex of every edge of a polypolyhedron must lie in an orbit
- We can classify polypolyhedra by their rotational symmetry and by the orbits of the two vertices of any edge.

	V	E	F	C
Cyclic(n)			1	n
Dihedral(n)	n	n	1	2n
Tetrahedral	4	6	4	12
Octahedral	6	12	8	24
Icosahedral	12	30	20	60

## Orbital Types

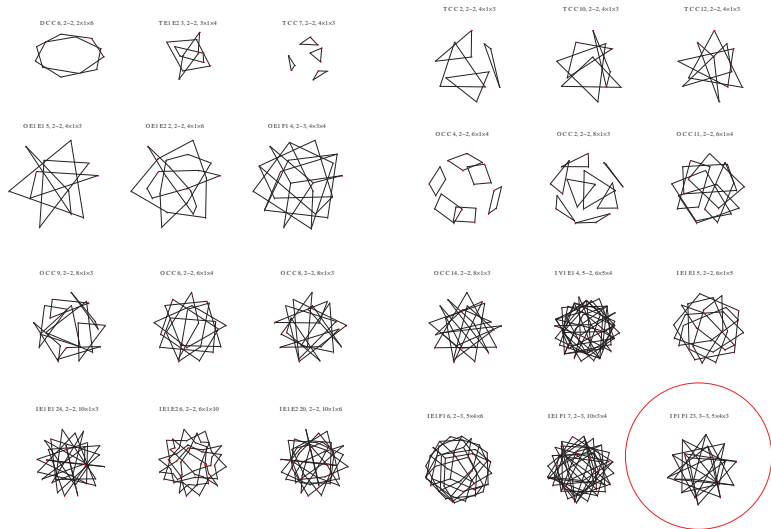
- Enumerate orbits
- Eliminate redundancies, e.g.,  $\{V,C\}$  is the same as  $\{C,V\}$
- Eliminate orbits that lead to 1-valent edges (disjoint sticks), e.g.,  $\{V,C\}$
- There are now only 10 distinct types of edges that lead to interesting polypolyhedra:  $\{V_1,V_1\}$ ,  $\{V_1,V_2\}$ ,  $\{V_1,E_1\}$ ,  $\{V_1,F_1\}$ ,  $\{E_1,E_1\}$ ,  $\{E_1,E_2\}$ ,  $\{E_1,F_1\}$ ,  $\{F_1,F_1\}$ ,  $\{F_1,F_2\}$ , and  $\{C,C\}$ .

## Orbital Types

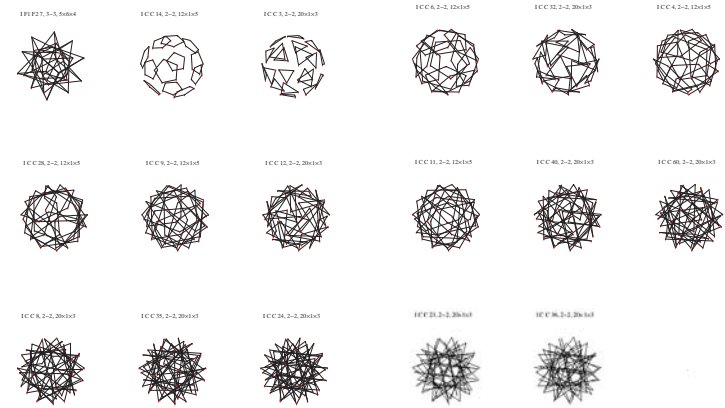
- Label the edge by a symbol  $\{o_1,o_2\}$  of the orbital types of its vertices
- For example,  $\{V,C\}$  is an edge with one vertex in a V (vertex) orbit, the other in a C (complete) orbit
- Append a number if the orbits are of the same type but different orbits:  $\{V_1,V_1\}$  mean the vertices are in two different V orbits

## Seed Edges

- For each orbital type  $\{o_1,o_2\}$ , pick a single vertex in  $o_1$ .
- Every possible choice of  $o_2$  vertex gives a different “seed edge.”
- Apply all rotation operators to get all other edges.
- Eliminate duplicates
- There are 41 distinct families!



Recognize this?



## From Skeleton to Origami

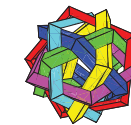
- Not all polypolyhedra are linked; eliminate unlinked
- Some belong to families characterized by 1 or 2 continuously-variable parameters
- But, we can enumerate them all!
- Replace each line in the skeleton with the widest possible edge unit (e.g., an Ow unit)

## Family 1: Discrete

- There are 4 distinct homoorbital polypolyhedra



Four Intersecting Triangles (4x1x3)



Six Intersecting Pentagons (6x1x5)



Ten Intersecting Triangles (10x1x3)



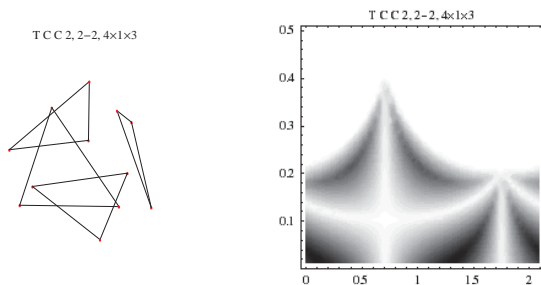
Five Intersecting Tetrahedra (5x4x3)

## Family 2: 1-parameter variation

- Heteroorbital polypolyhedra are 2-uniform, 2 types of vertex composing two orbits
- Each forms a continuously varying family characterized by the ratio of their orbital radii
- Different orbital ratios can be topologically distinct (“varieties”)
  - T {E1 E2} - (3x1x4) - 1 variety
  - O {E1 E2} - (4x1x6) - 1 variety
  - O {E1 F1} - (4x3x4) - 2 varieties
  - I {V1 E1} - (6x10x4) - 4 varieties
  - I {E1 F1} - (5x4x6) - 2 varieties
  - I {E1 F1} - (10x3x4) - 3 varieties

## {C,C} Tetrahedron

- Shift and rotate each face
- Plot the distance of closest approach between edges
- Each dark region is a topologically distinct polypolyhedron

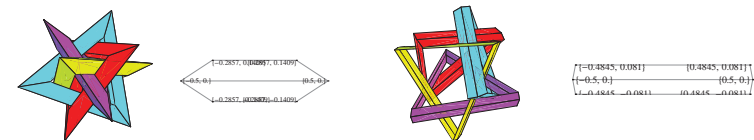


## Family 3: 2-parameter variation

- The orbital seed vertex of a {C,C} polypolyhedra can vary in 2 dimensions
- There are 5 families, each corresponding to a manipulation of a Platonic solid
- Shift each face outward by a factor  $\rho$ , rotate through an angle  $\phi$ .
- Plot the distance of closest approach between any two edges versus  $\rho$  and  $\phi$ .

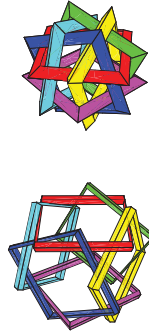
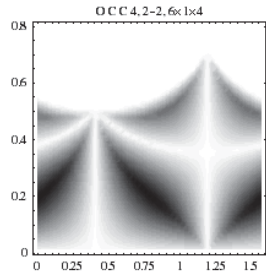
## {C,C} Polytetrahedron

- There are 2 topologically distinct {C,C} polytetrahedra.



# {C,C} Polyhexahedra

- There are 2 distinct Polyhexahedra (6x1x4).

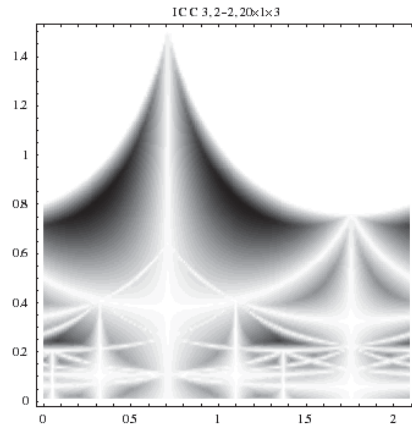


$$\begin{matrix} \left[ -0.3995, 0.1294 \right] & \left[ 0.3995, 0.1294 \right] \\ \left[ -0.5, 0 \right] & \left[ 0.5, 0 \right] \\ \left[ -0.3995, -0.1294 \right] & \left[ 0.3995, -0.1294 \right] \end{matrix}$$

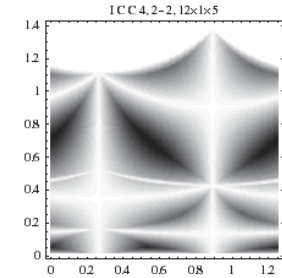
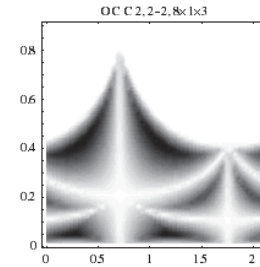
$$\begin{matrix} \left[ -0.4842, 0.0617 \right] & \left[ 0.4842, 0.0617 \right] \\ \left[ -0.5, 0 \right] & \left[ 0.5, 0 \right] \\ \left[ -0.4842, -0.0617 \right] & \left[ 0.4842, -0.0617 \right] \end{matrix}$$

# Polyicosahedra

- There are 23 polyicosahedra
- A total of 54 polypolyhedra!
- Nearly all have 2-valent vertices (polygons, rather than polyhedra) with two exceptions:
  - Five intersecting tetrahedra
  - And...



# Polyoctahedra, Polydodecahedra

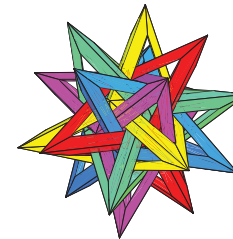


3 varieties of polyoctahedra

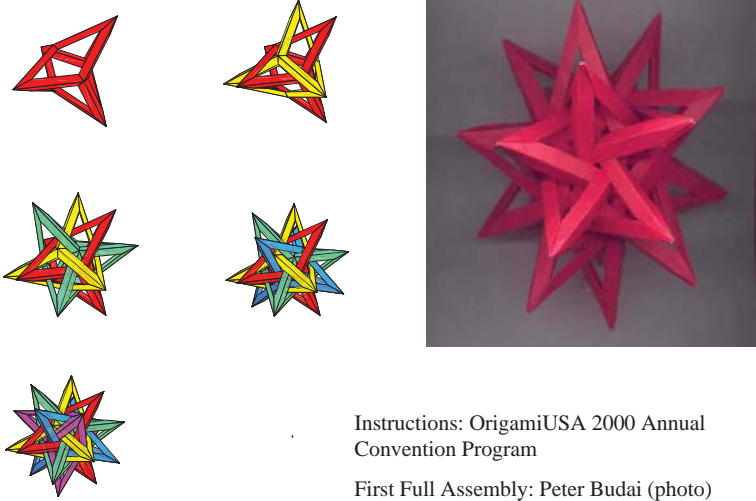
5 varieties of polydodecahedra

# Five Intersecting Rhombic Hexahedra

- I {F1 F2}, 5x6x4, sixty identical edge units



$$\begin{matrix} \left[ -0.2281, 0.1108 \right] & \left[ 0.4443, 0.1108 \right] \\ \left[ -0.5, 0 \right] & \left[ 0.5, 0 \right] \\ \left[ -0.2281, -0.1108 \right] & \left[ 0.4443, -0.1108 \right] \end{matrix}$$



Instructions: OrigamiUSA 2000 Annual  
Convention Program  
First Full Assembly: Peter Budai (photo)

3rd International Conference on Origami in  
Science, Math, & Education