الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة المعمارية

مشروع تخرج

المدينة العائمة

تقدم بها: عصام البيطار
فريدة زهر الدين

باشراف د. رياض منصور

المدينة الفاضلة

الموقع: يقع المشروع في مدينة اللاذقية على بعد ٢٠٠ متر جنوبي غربي شاطئ الكورنيش الجنوبي .

الهدف من اختيار مدينة اللاذقية :

كون مدينة اللاذقية تحتل المركز الاول في السياحة بالقطر العربي السوري وكذلك وجود المدينة الرياضية بها لذلك اصبحت مركز استقطاب من داخل القطر و خارجة

وكون مدينة اللاذقية تفتقد الى مجمع ثقافي وترفيهي تم اختيار هذا المجمع الثقافي والترفيهي والتجاري اى مدينة صغيرة تحتوى على هذه الفعاليات التي تفي بالغرض المطلوب

وبما ان هذا المشروع يجب ان يتوسط مدينة اللاذقية وقريبا من الشاطئ ولعدم توفر المساحة المطلوبة من الارض كان لابد من تحدى البيئة والزحف على البحر والبناء فيه

من خلال هذا السؤال :

«هل ان القالب الذى نمت من خلاله المدينه والذى أُشتق اساسا من الثقافات التقليديه قادر على تكيف مع التغيرات القائمة في المجتمع المعاصر . ؟

ان طريقة تشييد الابنيه على جانبي الشارع ربما كانت مناسبه في السابق ولكن في عصر الصناعة المتطوره التي نعيشها وكذلك الازدحام فأن ذلك سوف يؤدى الى تضارب كبير في الاراء حول ماذا كان يجب الاستمرار في اعتماد هذه الطريقه او اللجوء الى الاساليب الاخرى التي تتناسب مع المتطلبات الوظيفيه او مع تطور العصر .

المشاريع التي تمت دراستها حول هذا المجال :

لقد سبق للمهندس المعماري لوكور بوزييه ((Lecorbusie)) ان اقترح كحل لهذه المشكلة المطروحه ان يتم فصل الشوارع طبقا لوظيفتها وربما جاء قبله في الحل الفنان ((د افنتشي)) الذي ادهشه العالم السفلي تحت ((كاستيلو سوفور زيكو)) ((castllo-cf zorzeo)) في مدينة ميلانو حيث الشوارع و الانفاق بارتفعات مختلفه قد ربطت بمراعه بالمساكن القائمة. فوقها وبالاماكن الريفيه البعيده عن المدينه على ان ((جيورجيني)) مع اخذه بفكرة لوكور بوزييه قد ادمج فيها تخطيطا حديثا يسمح بترابط احسن للانفاق مقترحا انشاء مدن جديده فوق المدن القديمه .

مشروع هايدروبولـــس ((Hydropolis)) :

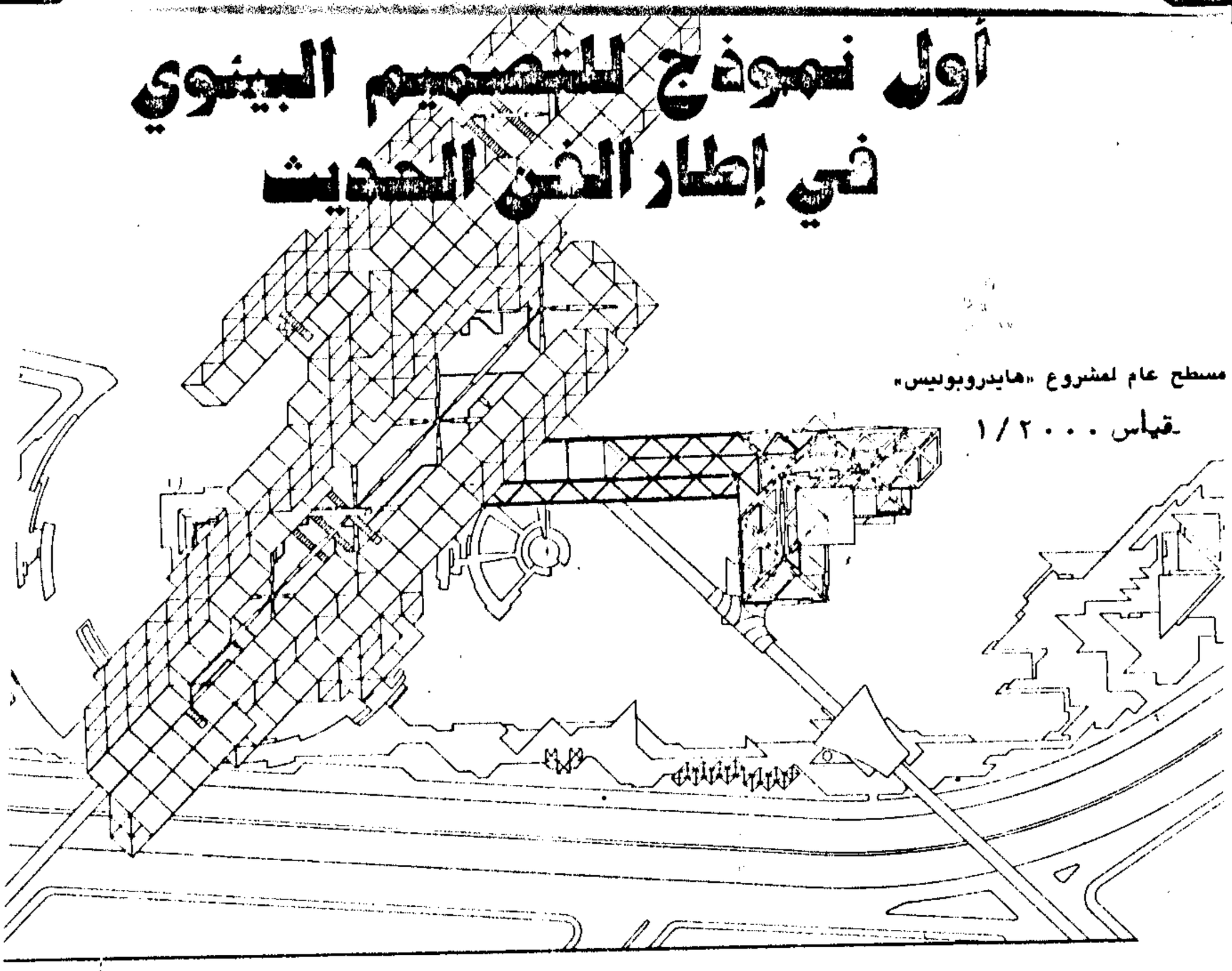
ومن خلال مباراة كانت قد نظمت لتطوير خليج يقع على ضفة ايست ريفر ((east- river)) بين شارعي ((١٦ و ٢٤)) في نيويورك اعد ((جيورجيني)) بالتعاون مع معهد ((البرت)) ((ilpartt)) مشروعا اطلق عليه اسم هايدروبولس يتضمن مباني مختلفه وفتحات مكشوفه ومظلمه وزعت باشكال متداخله وبنا سيب مختلفه وجهزت بمصعد كهربائي

مشرع جينسيس ((gensies))

ان هذا المشروع المخصص للتطبيق على اليابسه في نيويورك ماهو الا دراسه تطويريه لمشروع هايدروبولس مع ادخال بعض التعديلات عليه تستوعب هذه المباني ١٧٨٦ منزلا وفندقا يحوى على ٤٠٠ غرفه الى جانب مراكز ثقافيه وترفيهيه وعلميه متعدده .

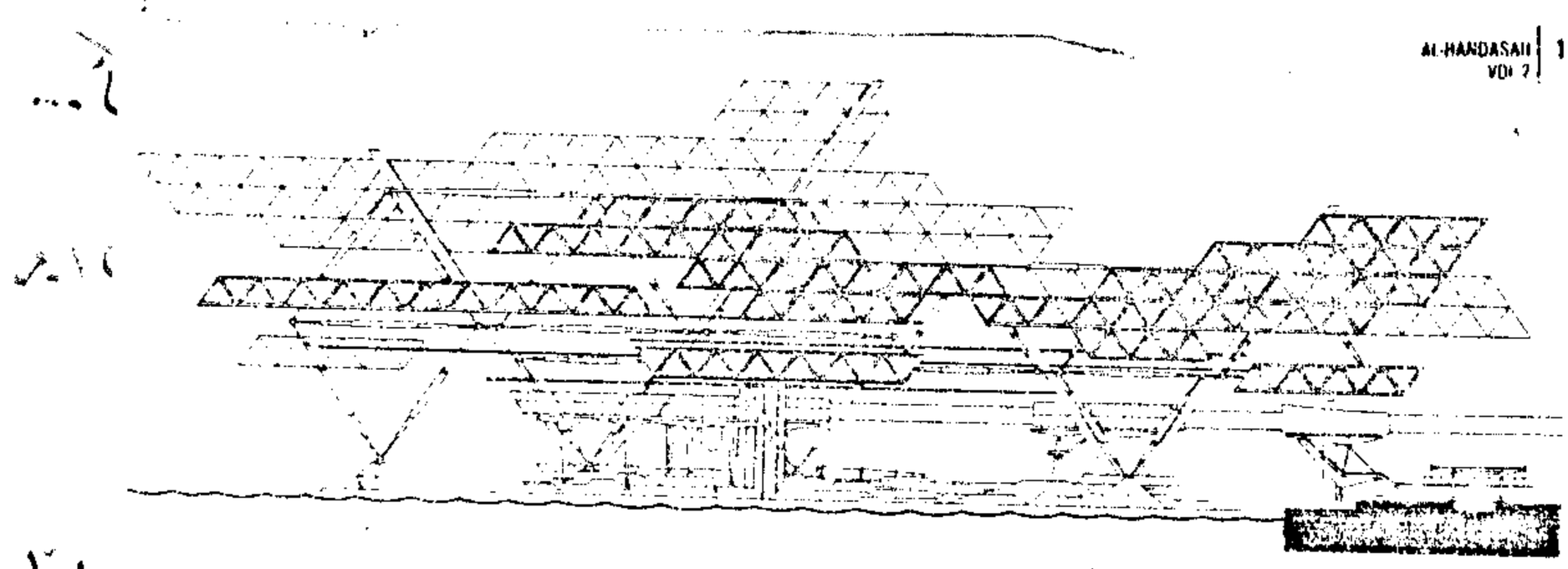
رفعت كلها على هياكل فولاذيه مولفه من جسور تلتقي كل ثمانيه منها في مفصل واحد بحيث يكون جسرا موحدا فوق الماء .

أول نموذج للتصميم البيئوي في إطار الفن الحديث



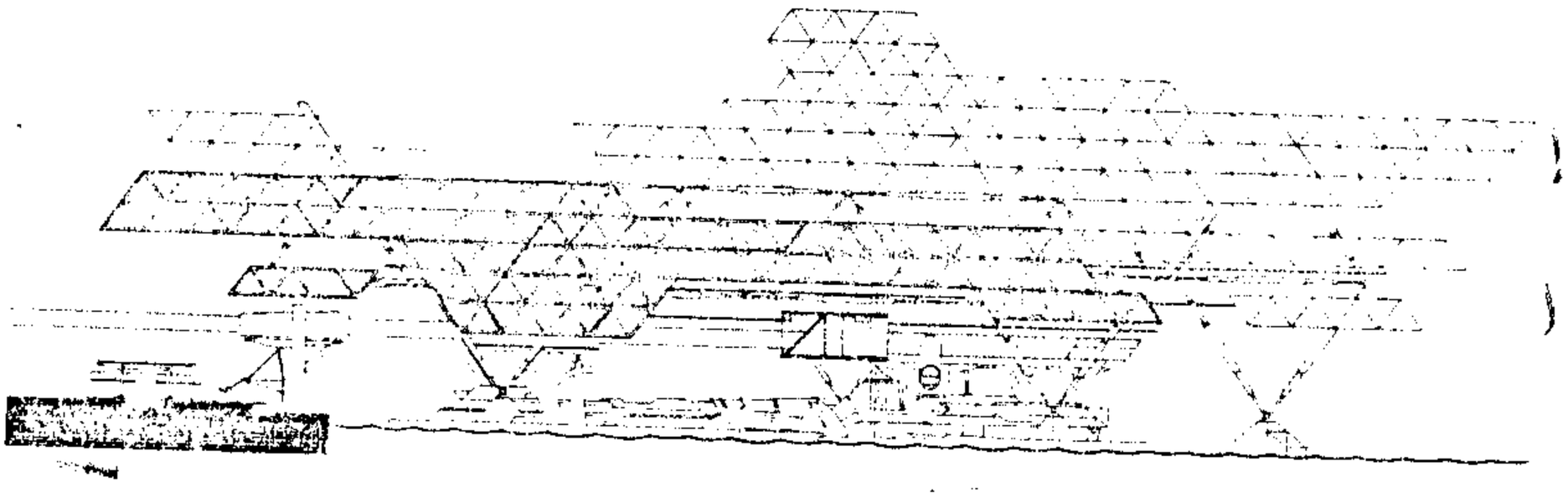
مسطح عام لمشروع «هايدروبوليس»

مقياس ١/٢٠٠٠

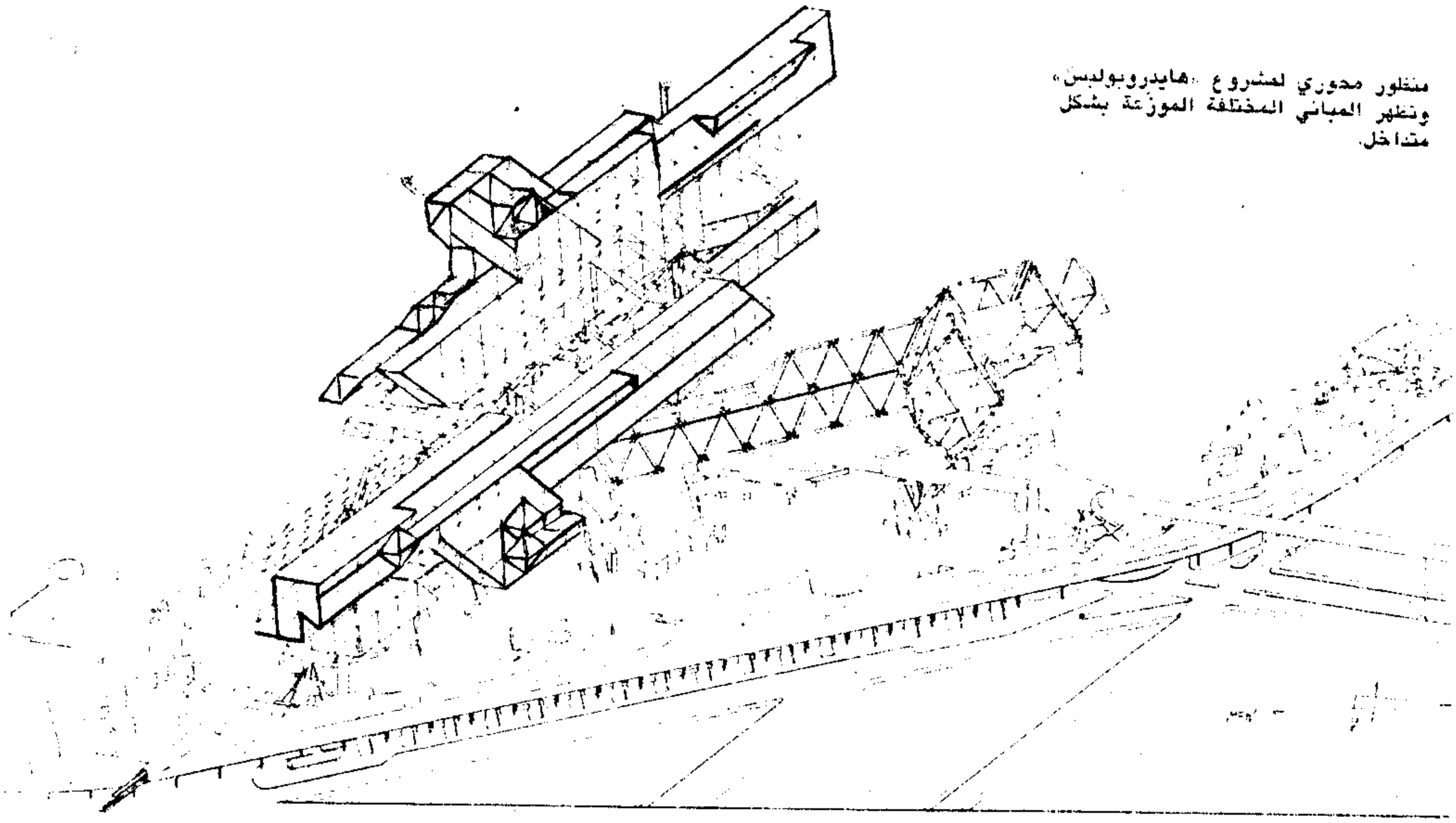


الواجهة الشمالية

مقياس ١/٢٠٠٠



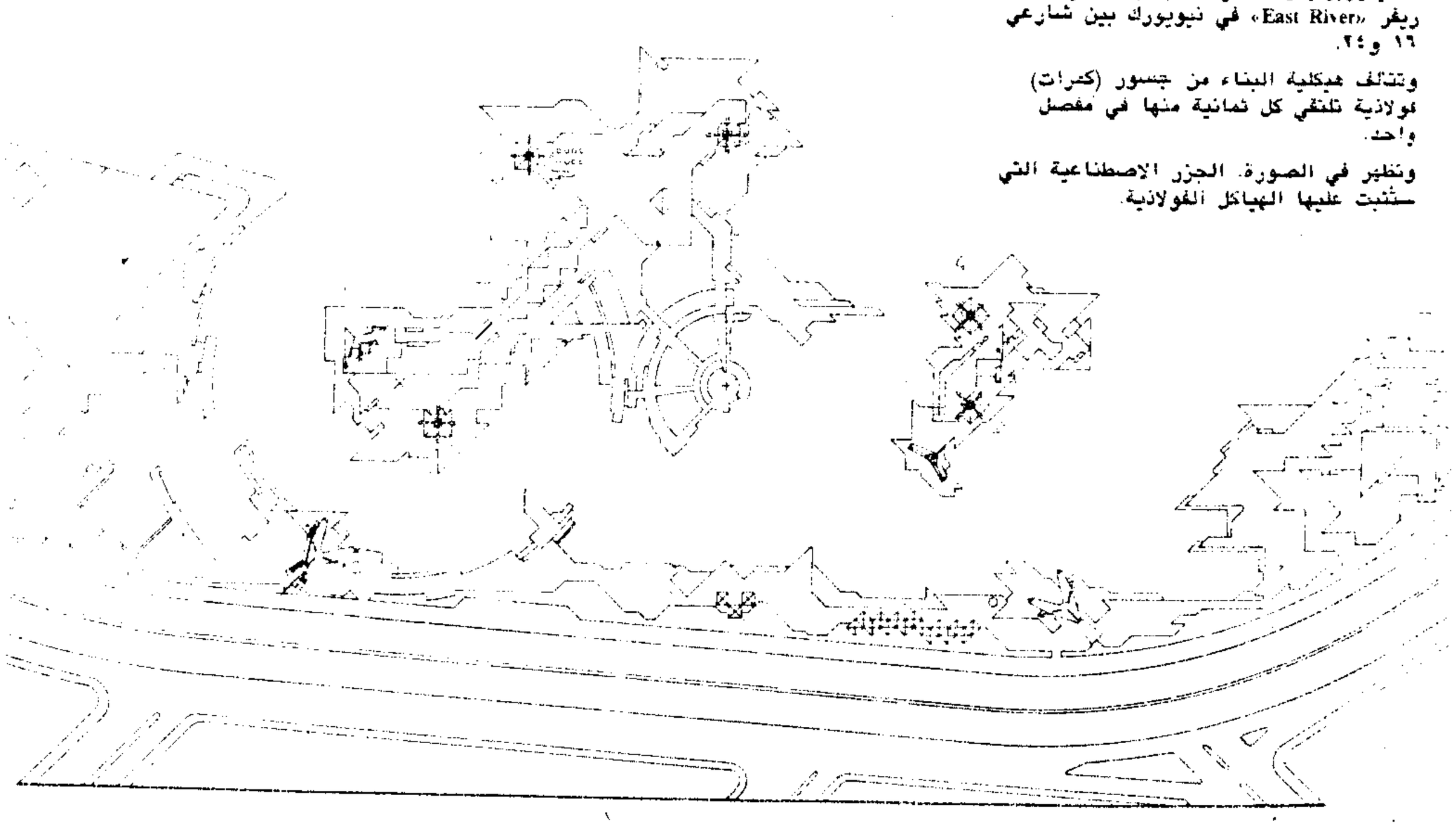
منظور محوري لمشروع «هايدروبوليس» وتظهر المباني المختلفة الموزعة بشكل متداخل.

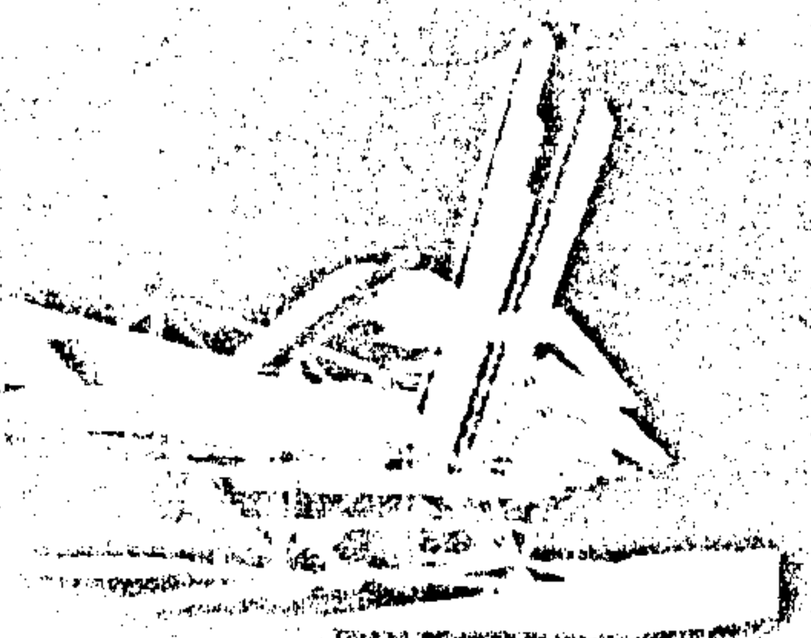


مسطح منسوب الطريق لمشروع «هايدروبوليس» الذي صمم ليبنى في ايست ريفر «East River» في نيويورك بين شارعي ١٦ و٢٤.

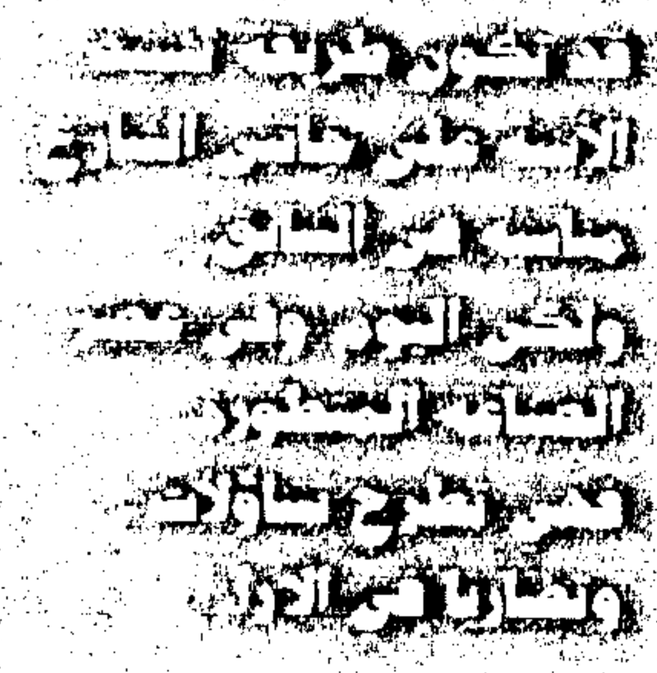
وتتألف هيكلية البناء من جسور (كمرات) فولاذية تلتقي كل ثمانية منها في مفصل واحد.

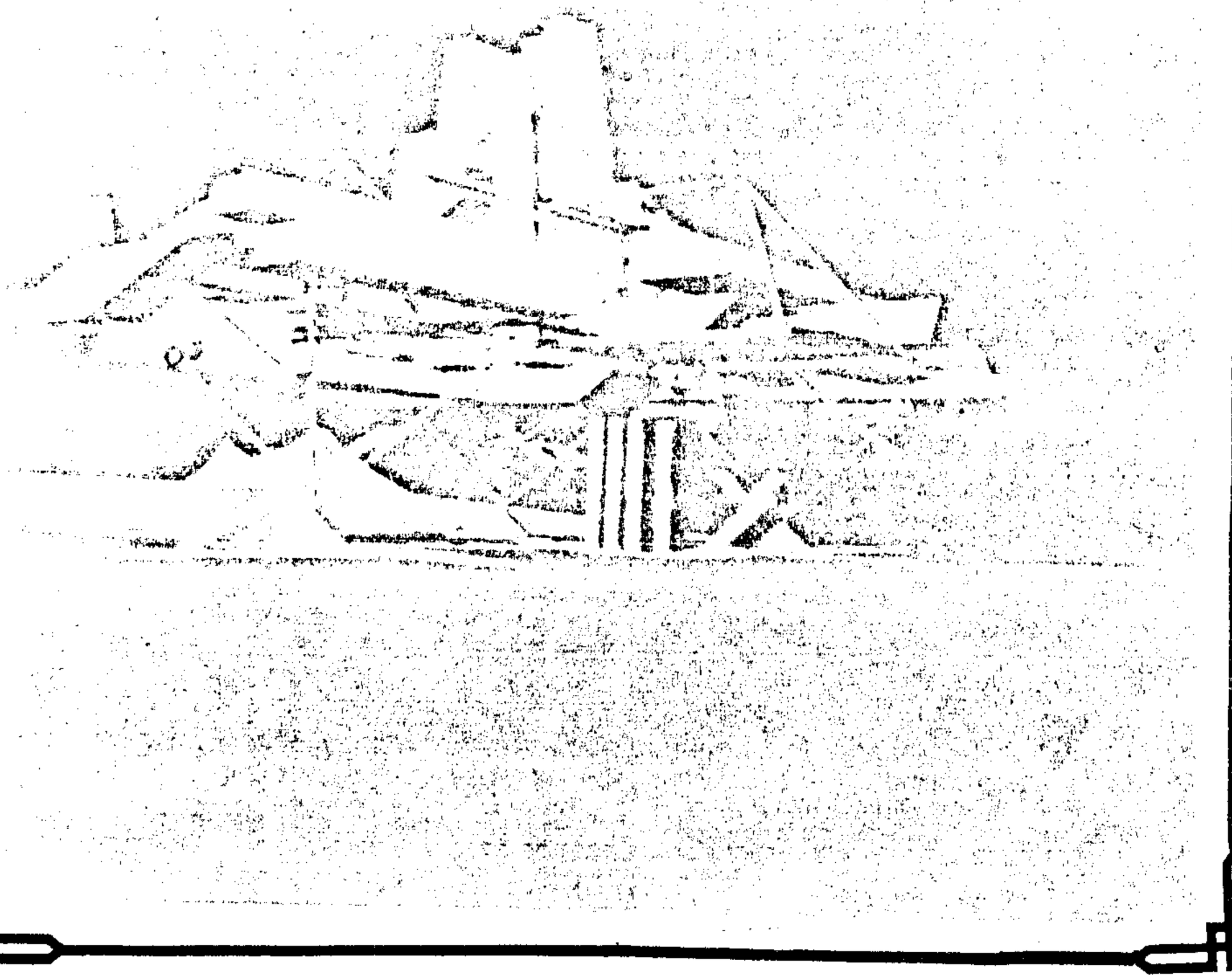
وتظهر في الصورة. الجزر الاصطناعية التي ستثبت عليها الهياكل الفولاذية.





مشـــروع جينسيـــس





ولتثبيت هذه المنشآت في قعر النهر صُمست قواعد هي بمثابة جزر اصطناعيه مجهزه لتامين العبور من الطبقات السفلى الى الطبقات العليا

وهناك ايضا نفق يهبط من هذا المجمع الى نفق اخر شاسع تحت الشارع العام الموازى للنهر حيث حصرت مواقف السيارات ومحطات السكك الحديديه

جزيرة اصطناعيه في فلوريدا :

نجد في فلوريدا ان تطور الشواطى ء الاصطناعيه ذات التجهيزات الحديثه قد تضاعفت بسبب تدفق وانسياق الناس حول المنشآت المائيه

ان الهدف من البرنامج التالي هو بناء وحده من هذه الجزر العائمةالتي ستصمم لتستقبل مجموعه كبيرة من المصطافين والرياضيين والباحثيين في فلوريد افقد تم اختيار لموقع في امارة موناكو حيث ان الشواطى ء المتبسطه هناك لم تعد تكفي وان اى توسع اخر فيها غير ممكن لسبب العمق الكبير على اطراف هذه الشواطى ء والكلفه الهائله من ردمها ان مجال الاقتراب الى هذه الجزيره واضح وحر على بعد ١٨٠ درجه من جزيرة ((جنوه)) وحتى جزيرة ((هيبر)) ولأن عمق البحر في هذا الموقع يتراوح بين ٥٠ الى ١٠٠ متر كما ان هذا الموقع محمي من التلوث نتيجة التيارات القادمه من الشواطى ء

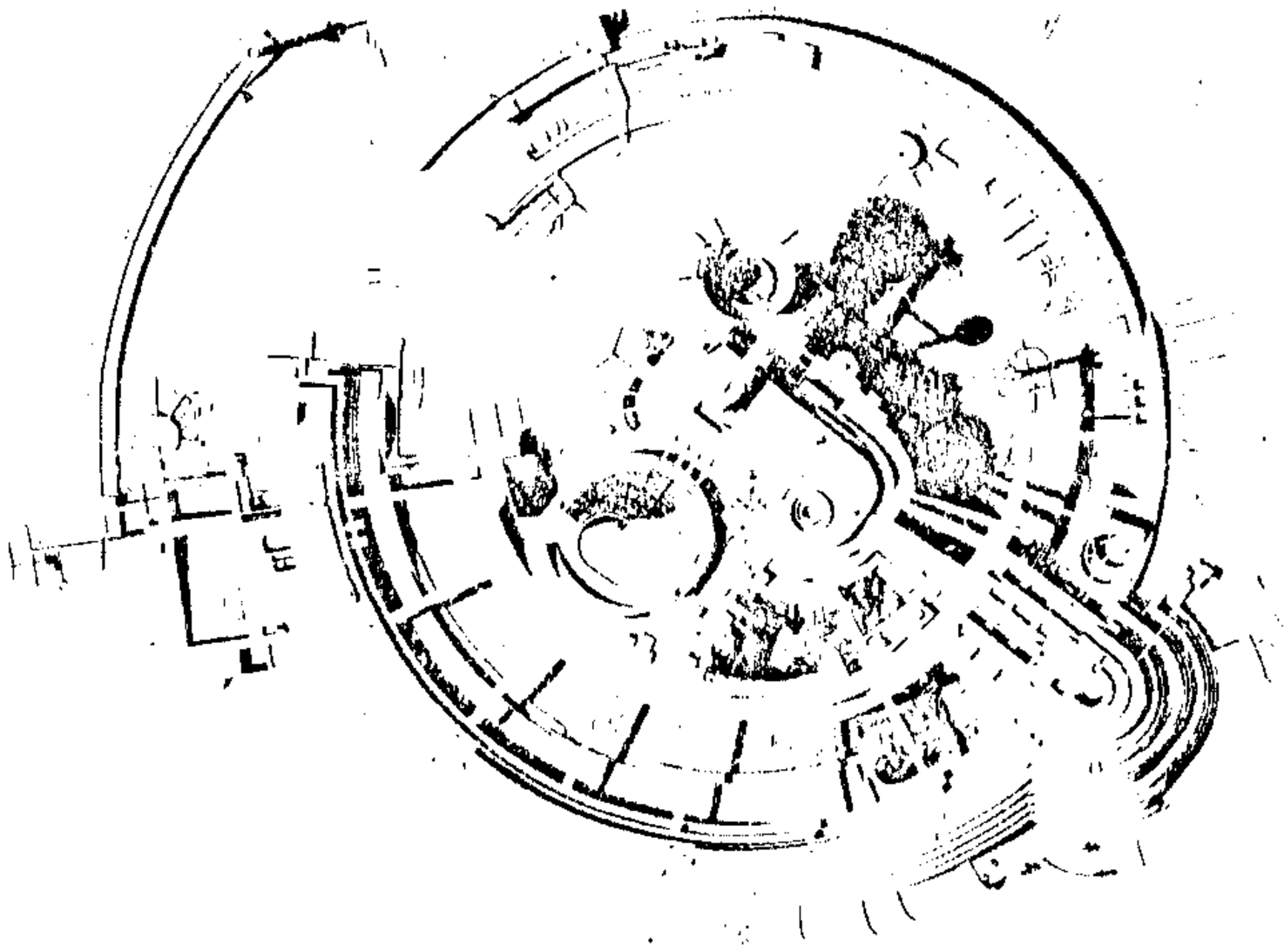
ان عناصر المشروع يمكن ان تحملوحتى ارتفاع يعادل نصف عمر هذه العناصر بالماء

برنامج هذا المشروع :

قُسم البرنامج العام للمشروع الى نوعين من الاعمال :

١ـ اعمال سفليه تحت منسوب الصفر

٢ـ اعمال علويه فوق منسوب الصفر .



المخطط 50 ـ جزيرة اصطناعية ـ مركز فنون ـ استجمام بحر

١ـ الاعمال السفليه: هذه الاعمال مخصصة للمنشآت الغاطسه بالماء حيث تحتاج اشكالها ومواد انشائها الى اجراء ابحاث فنيه وتم التوصل لصيانة هذه المنشآت من خلال وجود ماده من الدهان جديده تعمل على مقاومة الطحالب وزغوبة البحر وتحتاج الى صيانه كل ست سنوات مره

تتضمن المنشآت تحت مستوى الماء العناصر التاليه :

أ ـ اماكن للعناصر الفنيه التي توفر السيطره التامه على الجزيره مثل ((الكهرباء تقطير المياه معالجة الفضلات. . . . .))

ب ـ اماكن للبحث العلمي تحتوي على خمس مستويات مختلفه سوف نعه من

ـ صاله للحفل

ـ مخبـــر

ـ ممر للخروج من القاع مع صاله لتفريغ الضغط.

ج ـ اماكنه للاستجمام

ـ نادى ليلي

ـ مطعـــم

ـ صاله للالعاب.

ونلاحظ هنا ان عناصر الحركة العامـوديه الواصلة لهذه الاماكن موزعه على عدة نقاط وعلى بعد مضاف اليه ثمانية امتار عن الشاطئ وعدد مستعملي هذه الاماكن لا يزيد على اكثر من مجموعه سوفه من مئتي شخص مجتمعين

٢ـ الاعمال العلويـــه : مصمه لتستوعب الفين شخص بما فيهم الاشخاص القائمين في بوخوتهم ويتالف من :

أ ـ استقبال المن ـ خدمات عامه

١ـ اشارات فانوس ضوئي وانارة عند المدخل للمنطقه

المحميه من الماء

٢ ـ ارصفه وجسور محميه

٣ـ مطار لطائرتي هيلوكوبتر

٤ـ مركز لتزويد الوقود

٥ـ ادارة وارصاد جويه

٦ـ بيت ونادى

٧ـ مكان لحلية القوارب

٨ـ مركز سوفونه+ مركز اطفاء ومنقذين+ مركز بوليس+

دائرة بريد وبرق وهاتف + مكتب صرافه+ ورشه ميكانيك

والكهرباء+ ادواش ودورات مياه + مستوصف

ب ـ الماوى والسكن وملحقاتهـا :

١ـ مئة وحده للاقامه المؤقته ٥١متر مربع

٢ـ ثلاثمائة استوديو للمصطافين ٥٤متر مربع

٣ـ مئتا غرفة مبيت في الفندق

٤ـ تراسات خاصه للمعالجه الصحيه بواسطة اشعة الشمس

٥ـ صالات للمعالجه الصحيه بواسطح حمامات مياه البحر

٦ـ غرف للمؤتمرات وقاعات الاجتماعات

ج ـ الترفيهي : مطعمان + ثلاث كافيتريات ومحلات بيع مختلفه + صاله رياضيه + ارقاف استراحه متعدده ـ

وصف المشروع :

يتالف المشروع من كتلتين متصالبتين تحتضن بينهما كره

طول كل كتله من الكتل الشريطيه حوالي ١٨٠ م اما نصف قطر الكره فهو حوالي ٢٠ م

يرتكز هذا المشروع على ثلاث دعامات ضخمه بالاضافه لعمود مركزي من الكره مغمور في الماء ويحوى بداخله على مصاعد

يعتمد هذا المشروع في انشائيته على طريقة التوازن في الكتل ومبدأ الفعل ورد الفعل

لتثبيت هذه المنشأة في قعر البحر صُممت قواعد بداية جزر اصطناعيه مجهزه لتامين عبور من الطبقات السفليه الى المشروع وهناك ايضا نفق يصل بين المدينه والشاطئ ، يحمول بواسطة دعامة ضخمه وبحبال معدنيه طول هذا النفق حوالي ٢٠٠ م وقطره ٥ م يحوى بداخله ثلاث مناسيب المنسوب الاعلى هو نصف قطر الانبوب لعبور سيارات الخدمه والمنسوب الأوسط للمشاة وهو على ارتفاع مترين ومنسوب اسفل يستخدم لامداد انابيب المياه والكهرباء والخدمات الاخرى . يكون طريق السيارات في المستوى الحامل للكره والمتمركز باربع نقاط على كتلة المشروع.

يرتفع هذا المشروع حوالي ٢٥ م عن سطح البحر اما ارتفاع النفق فهو حوالي ٢٠ م عن سطح البحر وتم ذلك بالاختيار بالاستعانه بحسابات سرعة الرياح التي تناسب ارتفاع الموج معها

اثبتت الدراسات انه اذا كان ارتفاع الموج ١٠ امتار تكون سرعة الرياح ٢٥ كم/ساعة واذا كانت سرعة الرياح ٣٠ كم/ساعة يكون ارتفاع الموج ٣٠ م وبما ان الحاله القصوى للقطر العربي السوري لا تتجاوز ١٠ كم/ساعة لسرعة الرياح ومع حساب عامل الامان تم حساب ارتفاع مشروع على هذا النحو.

١ـ دار الشباب: يحتوى دار الشباب على مايلي :

ـ بهو الدخول

ـ استعلامات بمساحة ٥٠ م ٢

ـ امانات وتلكس وهاتف وصرافه وخدمات اخرى بمساحة ٧٠ م ٢

ـ اداره بمساحة ١٥٠ م ٢

ـ قاعة استقبال وفود بمساحة ٣٠٠ م ٢

ـ استراحة بمساحة ٢٣٠٠

ـ قاعة اجتماعات بمساحة ١٠٠ م ٢

ـ سينما بمساحة ٩٠٠ م ٢

٢ـ متحف الاحياء الدائيه: يحتوى متحف الاحياء الدائيه على مايلي :

ـ منسوب الدخول يحتوى على عرض دائم

ومصاعد للعرض الدائي ومناسيب اخرى

ـ غرفة الاوكواريوم

٣ـ المركز الثقافي : يحتوى مركز الثقافي على مايلي :

ـ بهو دخول في داخله درج يؤدى للطابق الثاني

ـ استعلامات واماكن اعاره وامانات

ـ اركان استراحة

ـ صالة عرض فيديو

ـ صالة عرض لوحات فنيه

ـ مستودع الكتب

ـ قاعات مطالعه مع قاعة عرض وندوات ومحاضرات

ـ غرفة استماع موسيقيه

ـ غرفة تعلم لغه

٤ـ الصاله الرياضيه : تحتوى الصالة الرياضيه على مايلي :

ـ بهو دخول عام يوصل الى اقسام مختلفه

ـ تنس وطاوله

ـ تنس ارضي

ـ سكواتش

ـ بليلرد و

ـ صالة شطرنج مع خدمات اخرى

٥ـ صاله استجمام : تحتوى صالة الاستجمام على مايلي :

ـ بهو دخول

ـ ساونا

ـ مندالح

ـ حمامات وخدمات

ـ مراس للاستحمام باشعة الشمس

ـ صاله للمعالجه

٦ـ محلات تجاريه : تحتوى محلات تجاريه على مايلي :

ـ محلات للحلاقه

ـ محلات لبيع التحف الشرقيه

ـ محلات للازياء الشعبيه

ـ محلات لبيع الصحف والمجلات والمرطبات

٧ـ البهو العام للمشروع : يحتوى على مايلي :

ـ امن

ـ اسعاف

ـ ـ بهو برج

ـ مصرف

٨- قسم النوم : يحتوى قسم النوم على مايلي :

- ٣٥ استوديو كل استوديو يتكون من غرفة نوم وصعيده وتراس وحمام وخدمات صحيه

- طابق الاخير يحتوى على غرف نوم عددها ١٨ غرفه مع خدمات صحيه وخدمات مشتركه

٩- قاعة المؤتمرات والندوات: تحتوى على :

- مسقط لهبوط طائرة الهيلوكبتر مع درج شرف

- قاعة استقبال الوفود وكبار المسؤولين

- قاعة نداوات واجتماعات

١٠- البـــــرج : يحتوى البرج على مايلي :

- يحتوي على غرف تجاريه عاليه بحديقه .

- يعلوه خدموهو بارتفاع ١٥ طابق تقريبا

١١- الكافيتريا العائمه :

- طريقة الخدمه :

يمكن الوصول من منسوب الى منسوب اخر بادراج كهربائيه ومصاعد تميل على الافق بمقدار ٦٠د

صيانة المشروع: تقسم صيانة المشروع الى قسمين تحت الماء وفوقه

١ - الصيانه تحت الماء هناك عدة طرق منها

تغطيس المعدن المغمور بالماء بمادة ستانلس ستيل والزجاج المقاوم للضغط

٢ - الصيانه فوق الماء وتتم بعدة طرق منها

تم التوصل الى نوع خاص من الدهان يمكن دهن المشروع به لمدة طويله تتجاوز ست سنوات دون ان تتاثر برطوبة او ملوحة وطحالب الموجوده والناتجه عن البحر

- ويمكن صيانة المشروع اما بواسطة الرافعه الطوافه او بواسطة السفن والبواخر من الارض

تد فئة المد ينه وتكييفها :

يتم تد فئة المد ينه بواسطة لواقط شمسيه موزعة على سطوح مختلفه وبذ لك

تك ون قد حققنا هد فين هما استغلال المســـاحة و السطوح الواسعة

والتد فئه بالوقت ذ اته

تكييف المد ينه يتم بالطريقه الا صطناعية المعروفه نظرا لرطوبلا البحر في مد ينة

اللا ذ قيه .

معالجة المياه والفضلات وطريقة صرفها :

تتم المعالجة في الطابق ماتحت منسوب الد خول بواسطة غرف خاصه تحتوى

على اد اوات واحواض ترسيب ويمكن اعادة المياه الصالحة للمد ينه وصرف الباقي

الى البحر بعد التأكد من عدم تاثيرها على البحر

انشـائية المتحف: ان انشائية الكره تعتمد بالدرجة الاولى على المنسوب الوسطي الذى هو

عباره عن مستو ا فقي وقطر الكره وانشائية نصف هذ ه الكره على مبد أ القبه

الجيود وزيـه وهذ ا المستوى يحمل على العمود المركزى المغموس والمتمركز

بالمياه ويحمل بد اخله مصاعد للانتقال من منسوب الى اخر اما القبه الا خرى

التي هي بمثابة النصف الثاني يتم تحليلها على ثلاثة مناسيب محموله على

العمود المركزى وتعمل على الشد مع المستوى الا فقي الحامل ((القطر))

اما طريقة الخدمه فتتم بالا نتقال من منسوب الى اخر في النصف العلوى

بواسطة راميات محموله على المحيط ومقاطعها العرضي مترين ونصف اما

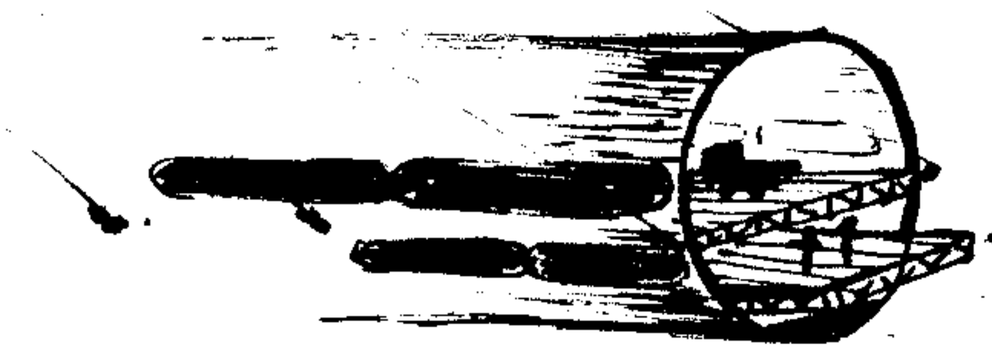
الا نتقال من منسوب الى اخر في نصف الكره السفلي فيتم بواسطة المصاعد و

الدرج الد ائرى المحمول على كتلة المصاعد

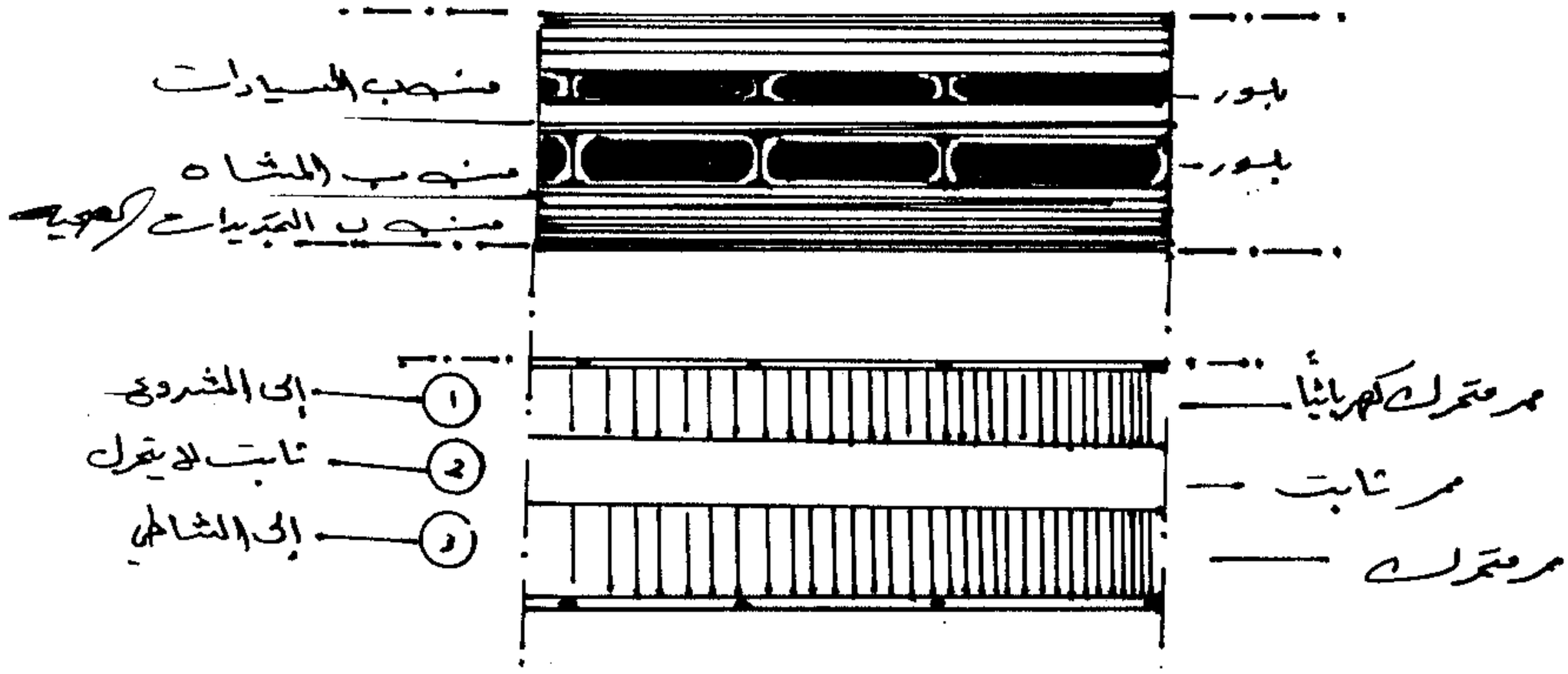
انشائية الكافيتريا المغموسه في الماء: عباره عن نصف كره كبيره في الاعلى ونصف كره في الاسفل

وذ لك لتحمل ضغط البحر محموله على العمود المركزى وسواد ها مصنوعه من المعدن

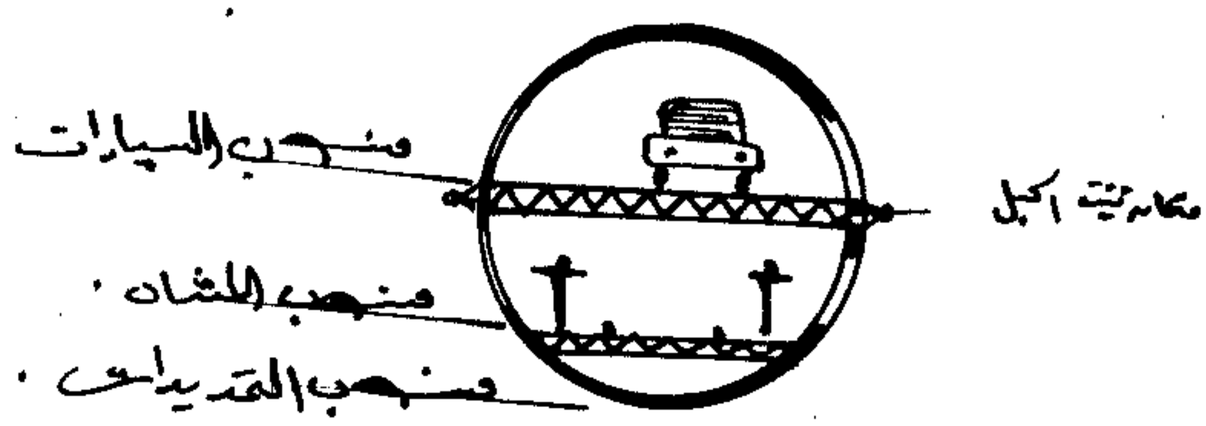
المطلي بستانلس ستيل والزجاج المقاوم للضغط .



مقطع منظوري

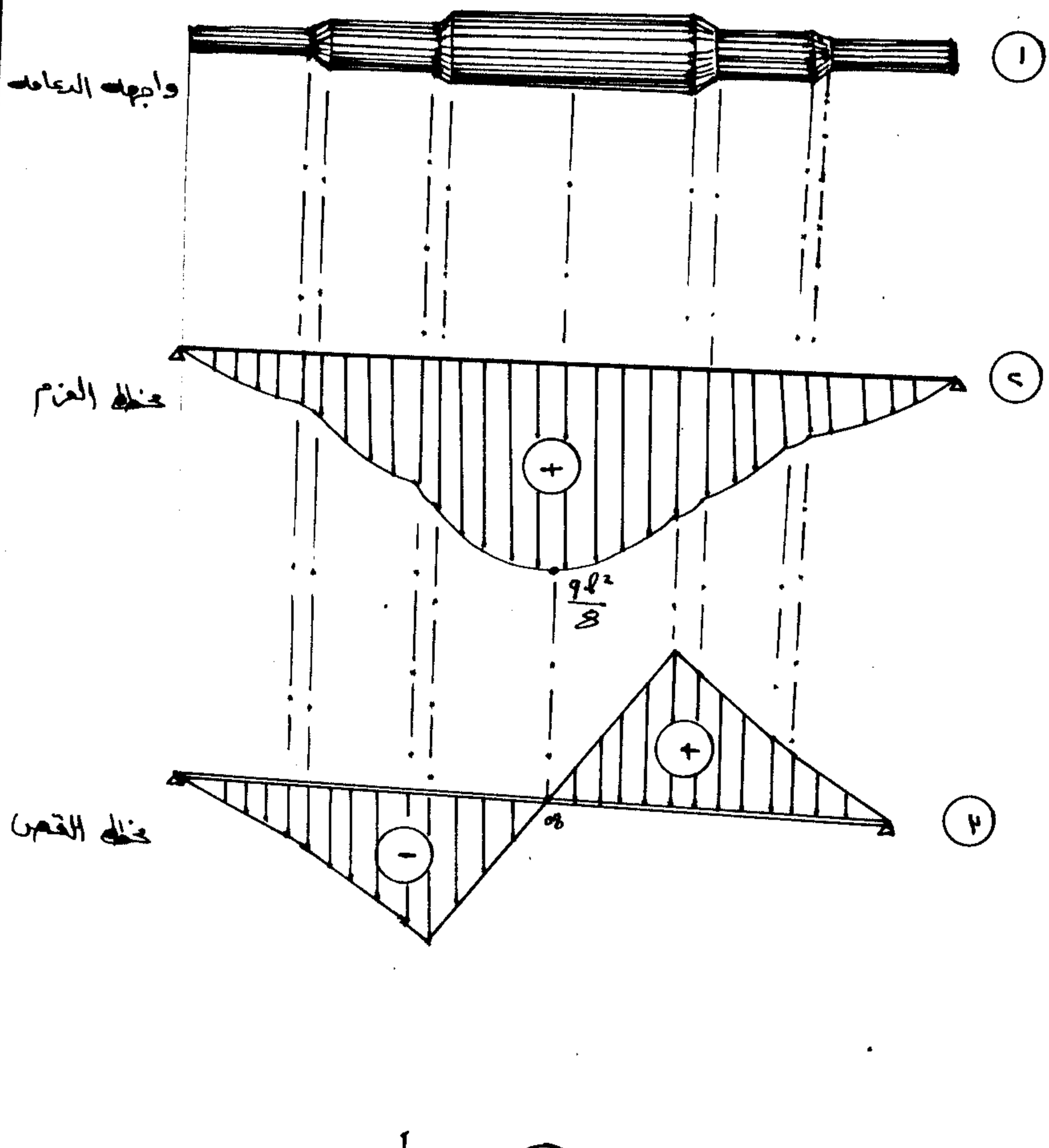


مقطع منصب المشاه في الأنبوب



مقطع في الأنبوب

لوحة تفصيلات النفق



مقطع في الدعامه

... دراسه تحمل الدعامه على الشد و الضغط ....

Die Konzert-Kuppel der Bundesrepublik Deutschland auf der Weltausstellung in Osaka (Japan) „Expo 70"

Architekt: F. Bornemann, Berlin; Konstruktion: M. Mengeringhausen, Würzburg
Mitarbeiter: H. Eberlein, Würzburg; H. Ernde, Darmstadt, R. Schardt, Darmstadt

Bild 1

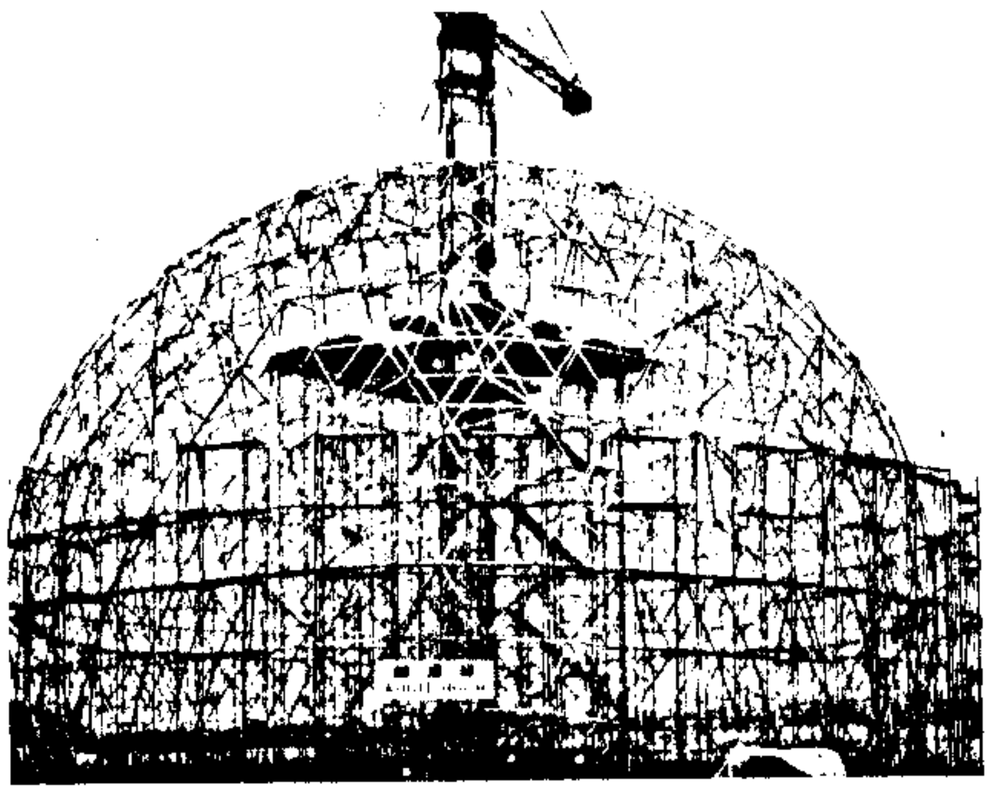


Bild 1
Ansicht der Gerippe-Konstruktion nach beendeter Montage vor dem Aufbringen der raumabschließenden Elemente (Montage-Bild vgl. S. 85)

Bild 2
Senkrechter Schnitt des Auditoriums

Bild 3
Waagerechter Schnitt und Grundriß

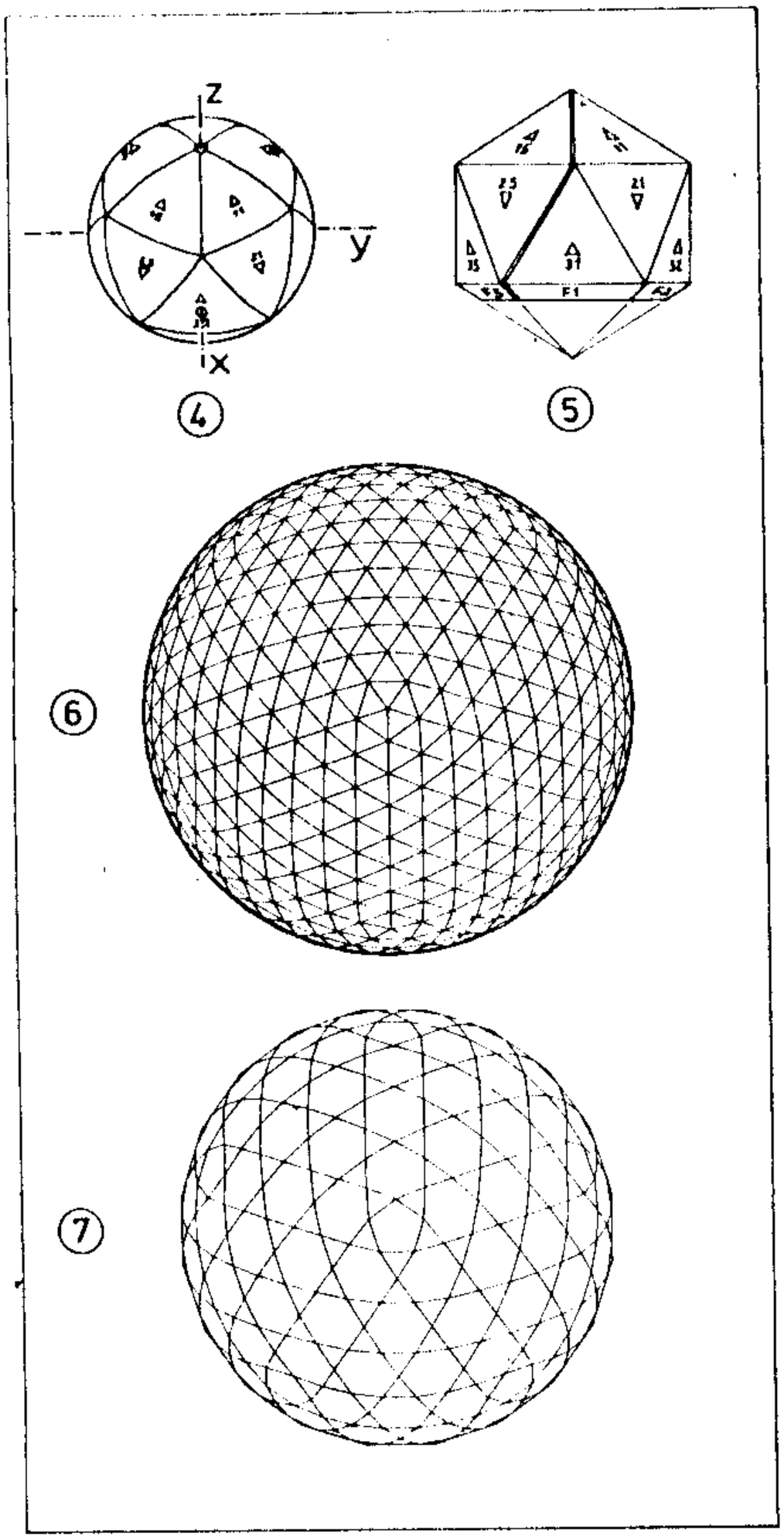
Bild 4
Aufteilung der Kugelfläche in 20 sphärische Dreiecke

Bild 5
Schematische Darstellung der Feldereinteilung auf Ikosaeder-Oberfläche mit Trennlinien der Abwicklung

Bild 6
Grundriß des Außennetzes

Bild 6 u. 7
Computerzeichnungen der Gerippe-Konstruktion für die Konzertkuppel

Bild 7
Grundriß des Innennetzes



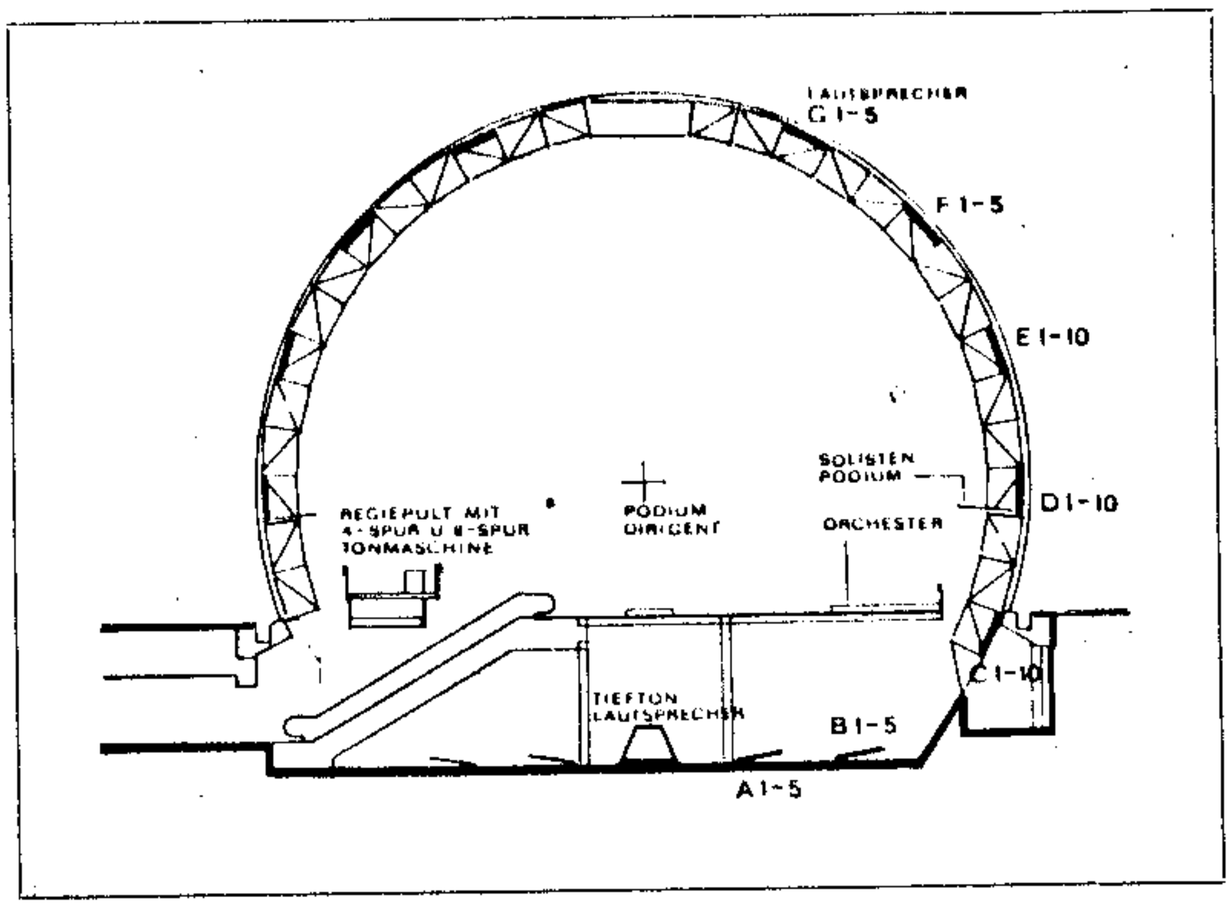
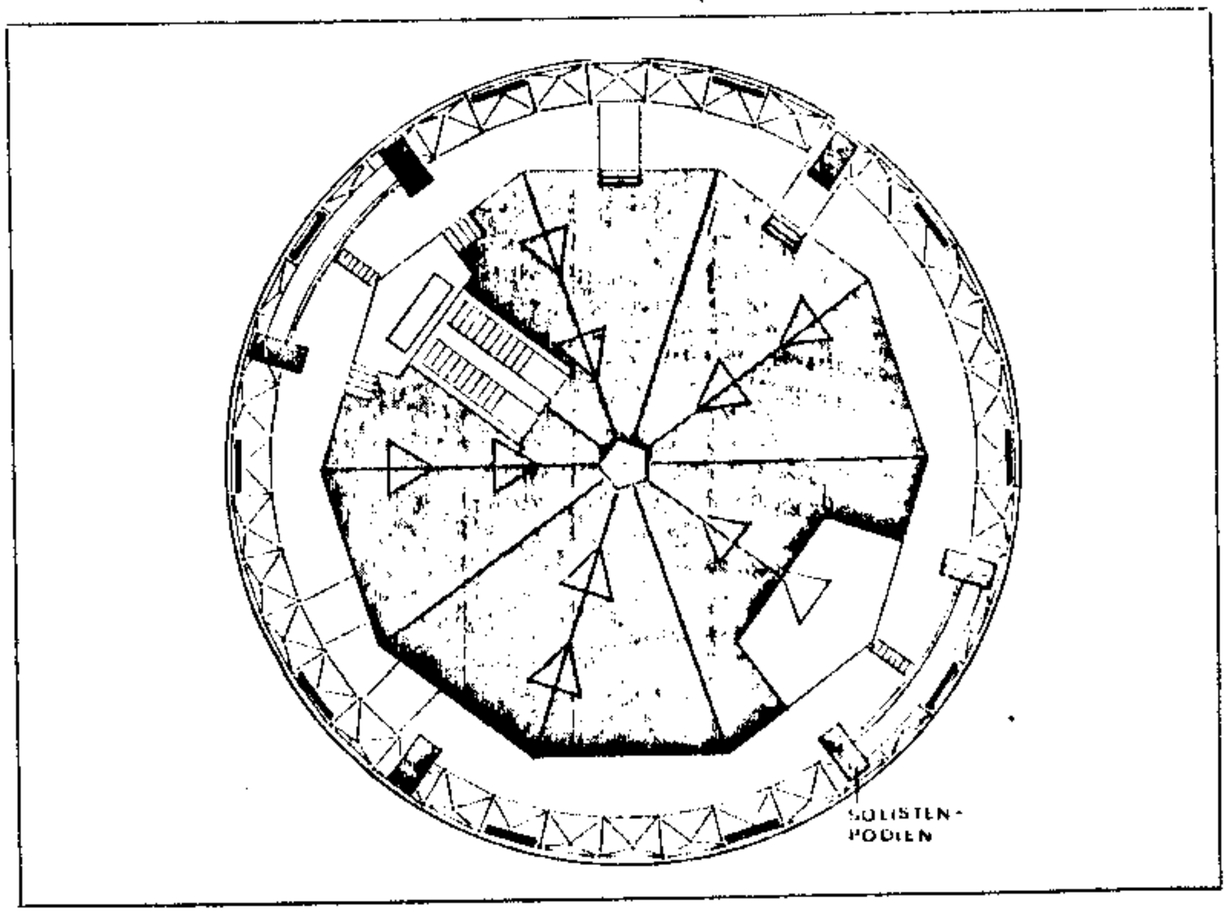


Bild 2

Bild 3



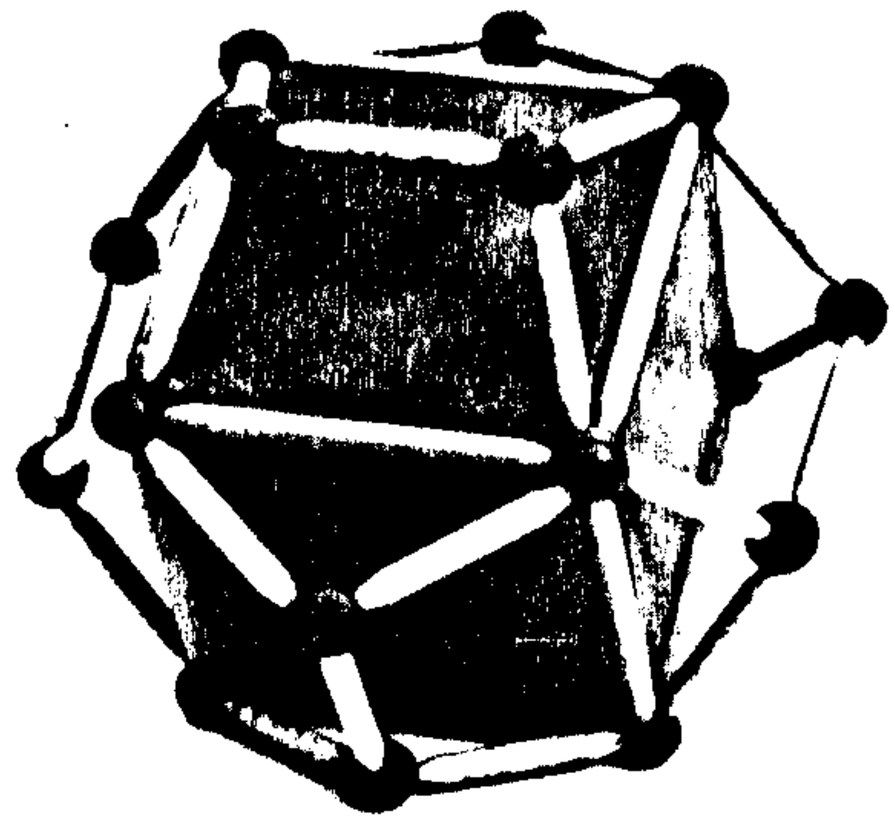


Bild 3 *Das Pentagon-Dodekaeder geht aus dem Cubus dadurch hervor, daß auf jedes der 6 Quadrate des Cubus ein Walmdach, bestehend aus einer Gruppe von 5 Staben, aufgesetzt wird. Dabei besteht zwischen der Länge der Cubus-Kante „a" und der Länge der zusätzlichen Stabe „a" das Verhältnis des „Goldenen Schnittes" a = ½ a · (√5-1) (weitere Einzelheiten vgl. Bild 1)*

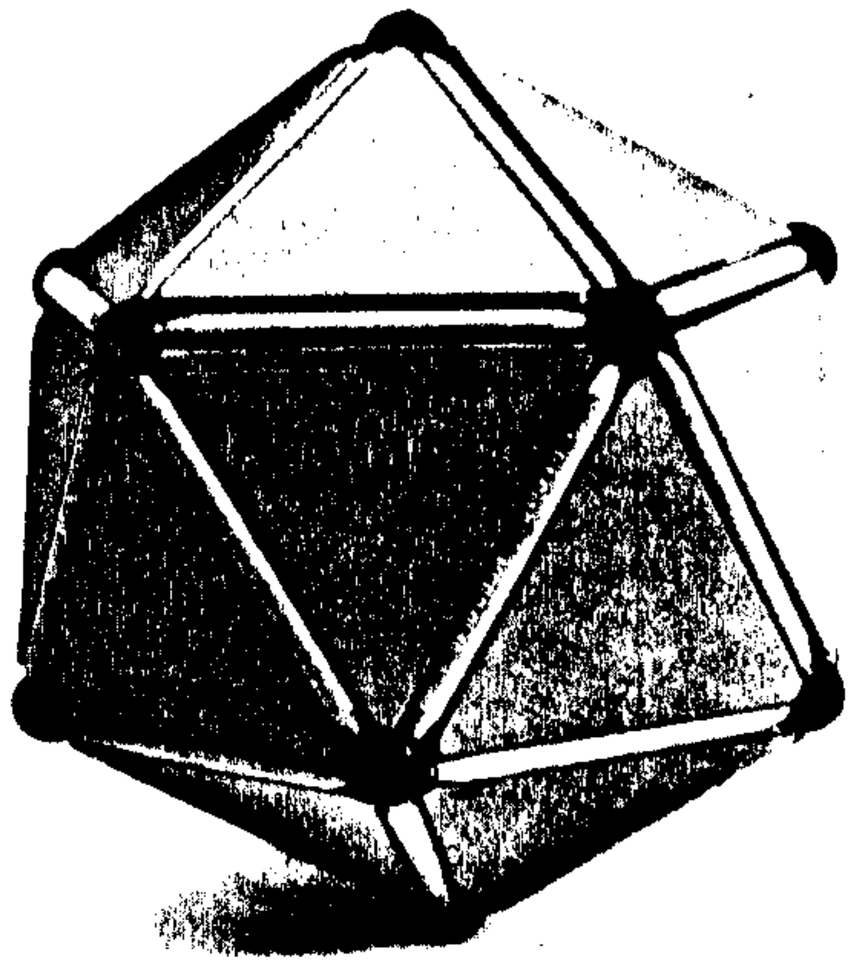


Bild 4 *Das Ikosaeder entsteht aus dem Dodekaeder dadurch, daß man im Dodekaeder die Mitten der 12 Fünfecke verbindet und umgekehrt: das Dodekaeder entsteht aus dem Ikosaeder dadurch, daß man die Mittelpunkte der 20 Dreiecke des Ikosaeder zu Fünfecken verbindet. Die beiden Körper sind daher „reziprok" (weitere Einzelheiten vgl. Bild 2)*

Pentagon-Dodekaeder und Ikosaeder

Für beide Körper gilt:

1. Infolge der Gleichheit der Seiten-Längen können beide Körper zwar aus Norm-Stäben, jedoch nur in Verbindung mit Knoten spezieller Ausführung gebaut werden.
2. Raumfüllende Packungen sind mit Pentagondodekaeder und Ikosaeder nur dann möglich, wenn man „komplementäre" Körper hinzunimmt, die die Lücken füllen (z.B. 14-Flächner oder 16-Flächner).
3. Für die Praxis des Bauens mit RFW ist dies aber allgemein nicht interessant.
4. Dort, wo aus besonderen Gründen ein Fünfeck-Grundriß mit einem Raumfachwerk „gefüllt" werden muß, ist dies möglich; jedoch werden mehrere Stablängen und Knoten mit „individuellen" Winkeln benötigt (vgl. Bild 5 und den Abschnitt „Abgeleitete RFW").
5. Das Ikosaeder hat für räumliche Strukturen praktische Bedeutung vor allem unter folgenden Gesichtspunkten:
   5.1 Das Ikosaeder ist als Körper statisch bestimmt und daher stabil.
   5.2 Seine Ecken liegen – wie die Ecken aller 5 regelmäßigen Körper – auf einer Kugelfläche.

Bild 5 *Zweilagiges RFW über einem fünfeckigen Grundriß mit einem Minimum an verschiedenen Stablängen, gebildet durch Aufteilung des Fünfecks in gleichschenklige Dreiecke in Verbindung mit einem Untergurt aus unregelmäßigen Sechsecken und Diagonalen*

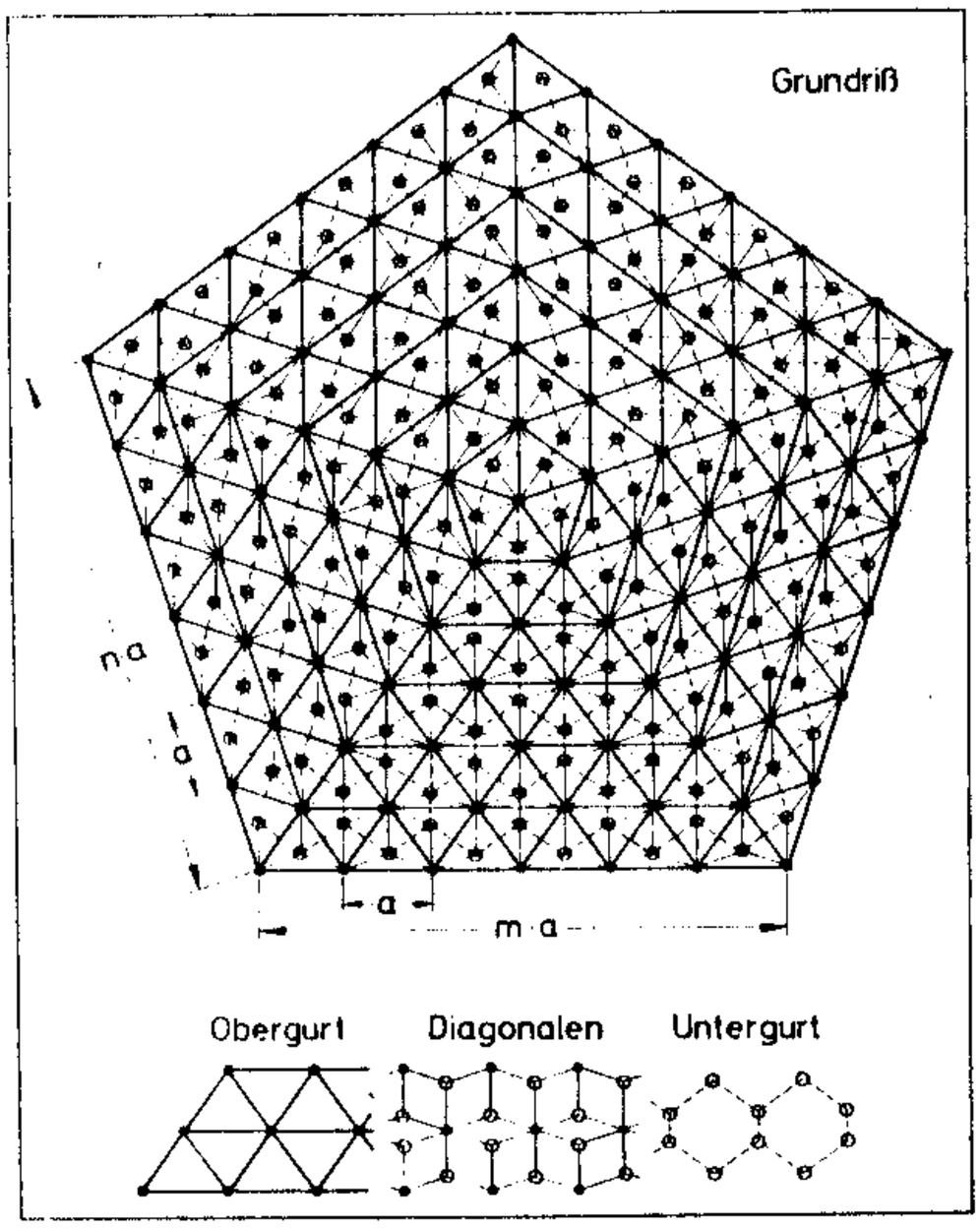
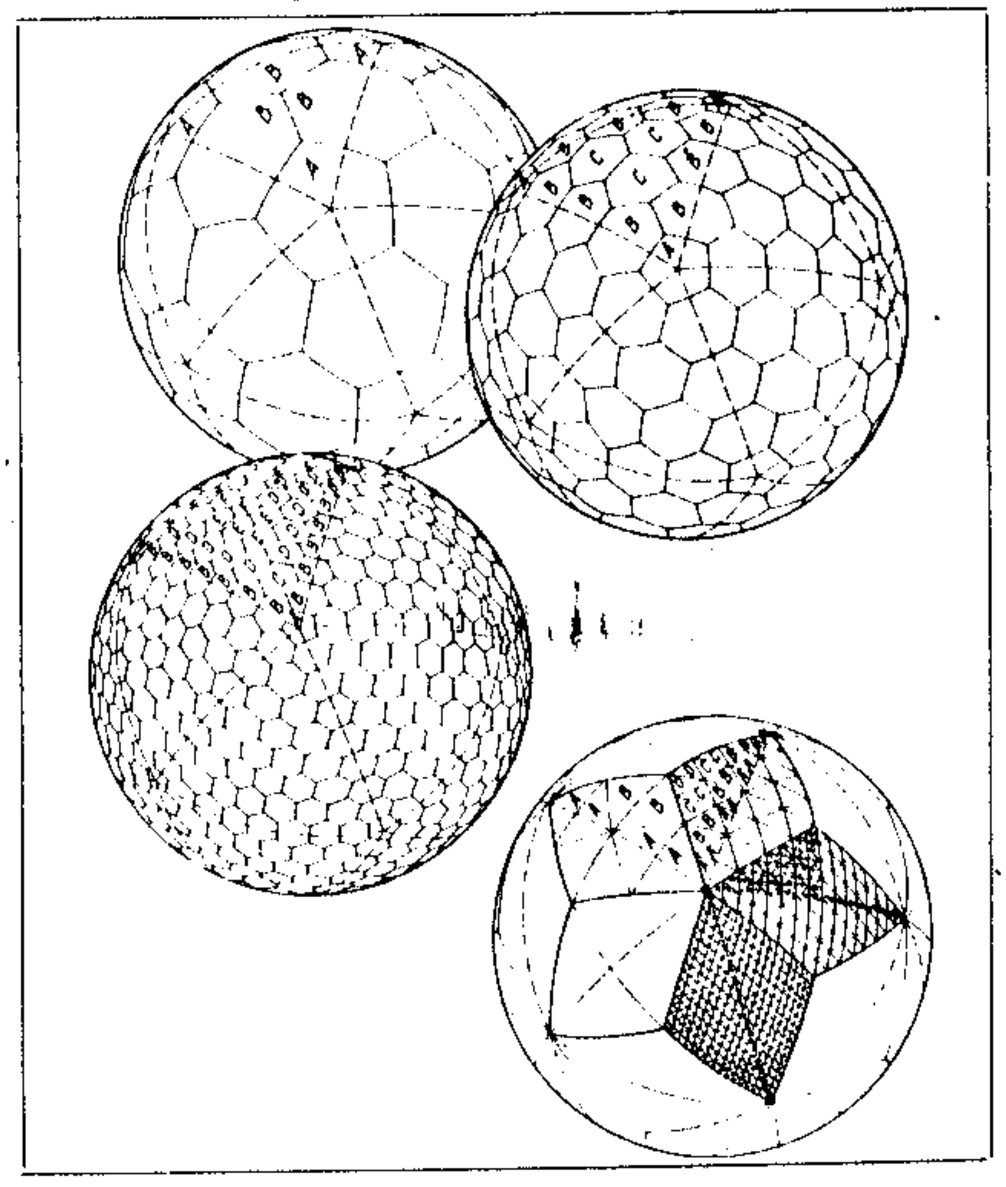
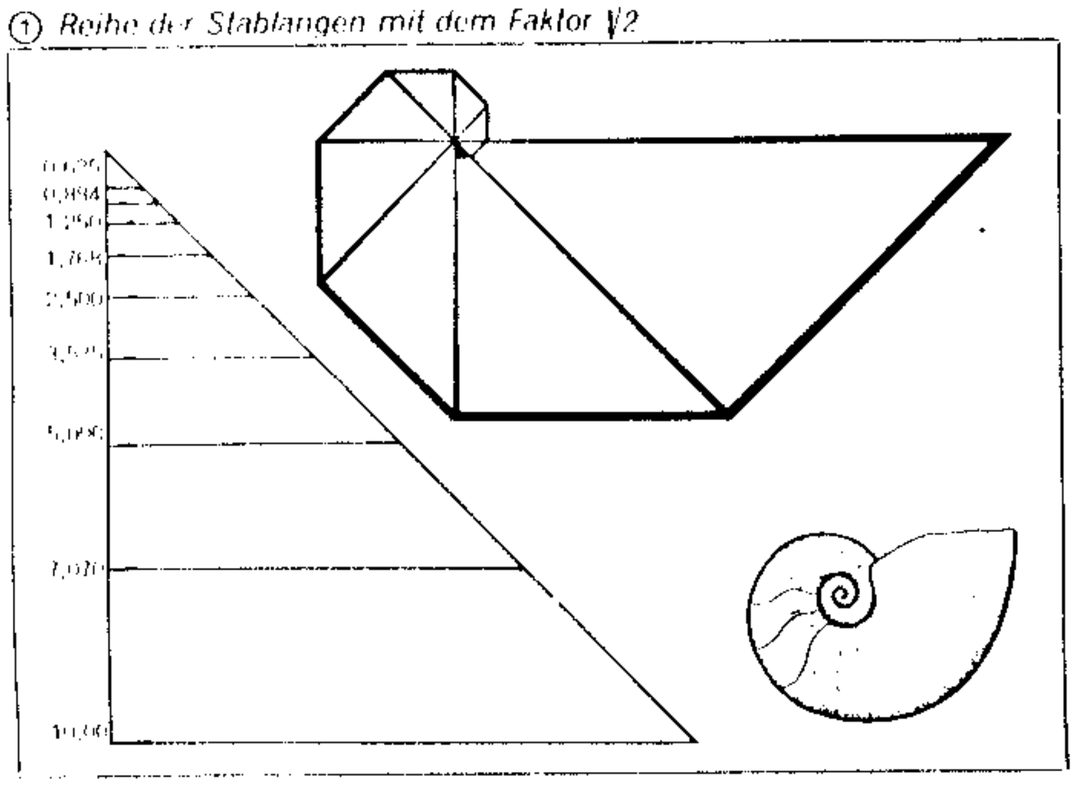


Bild 6 *Entwicklung von Kuppel-Netzen durch Unterteilung eines vom Ikosaeder abgeleiteten, sphärischen Netzes aus Fünfecken und Sechsecken (vgl. Lit. Nr. 49/52)*

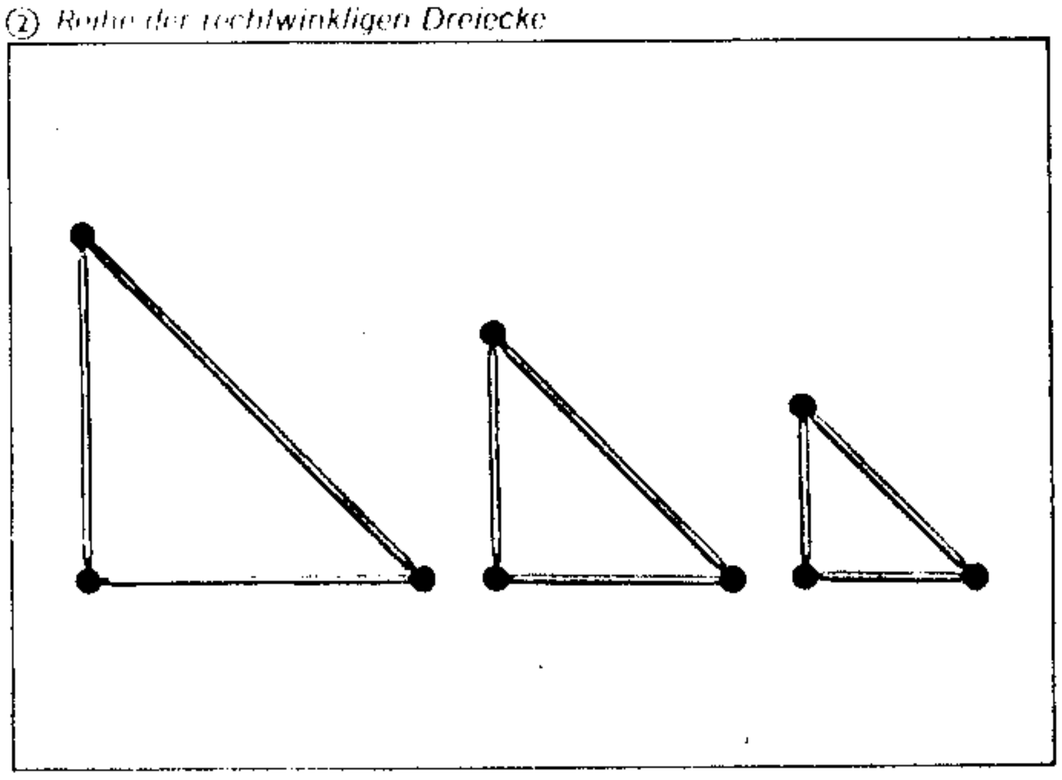


Tafel K Die geometrischen Reihen...

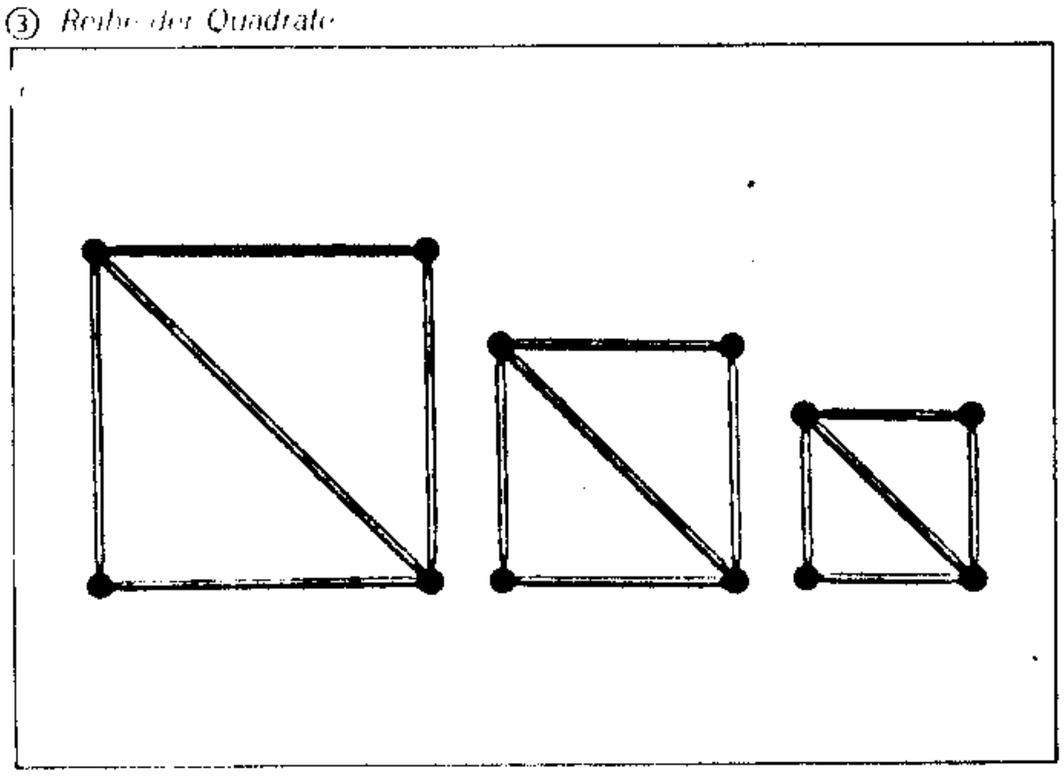
① *Reihe der Stablangen mit dem Faktor √2*



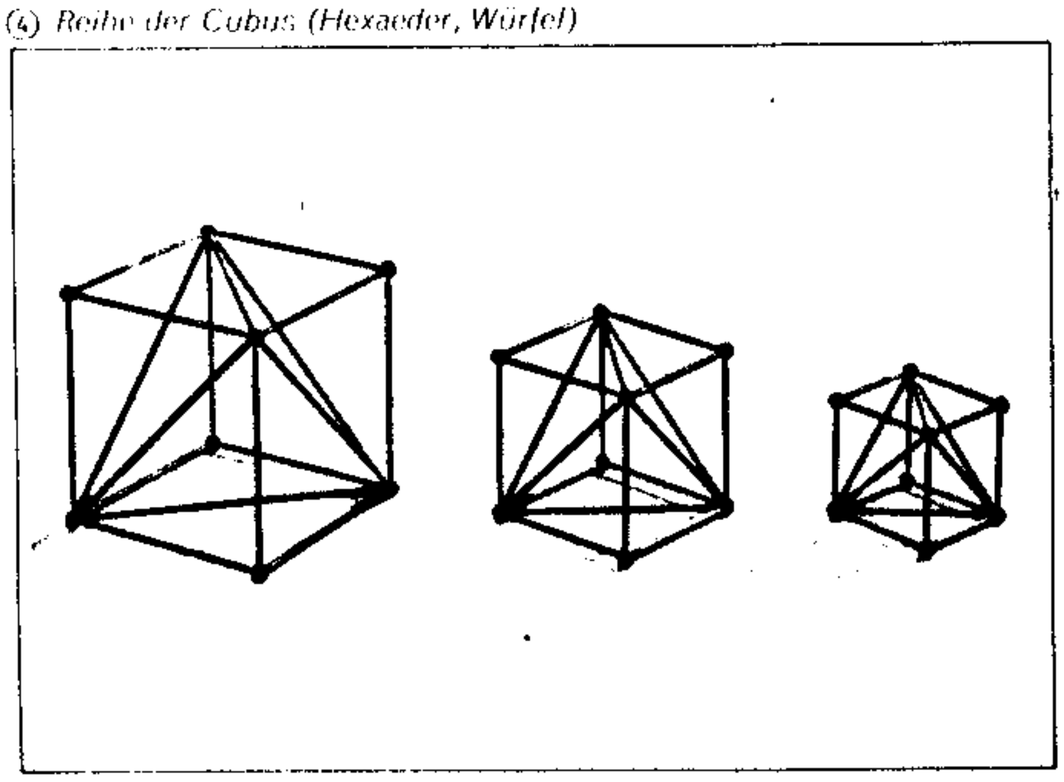
② *Reihe der rechtwinkligen Dreiecke*



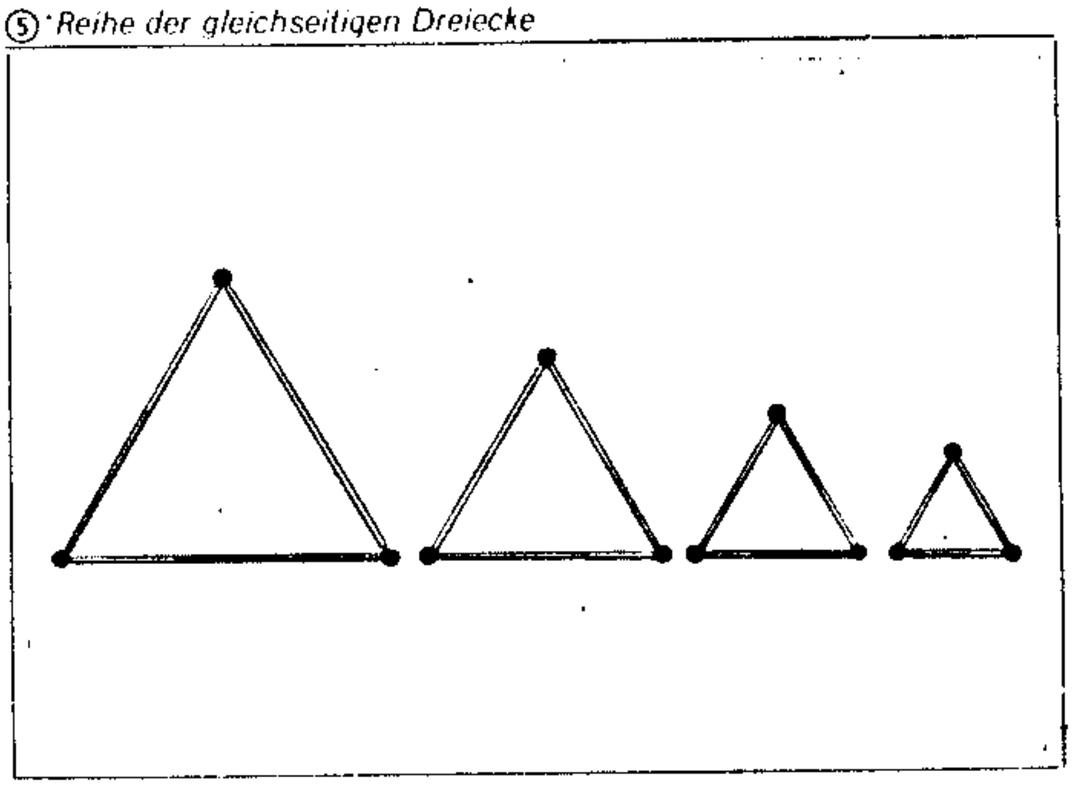
③ *Reihe der Quadrate*



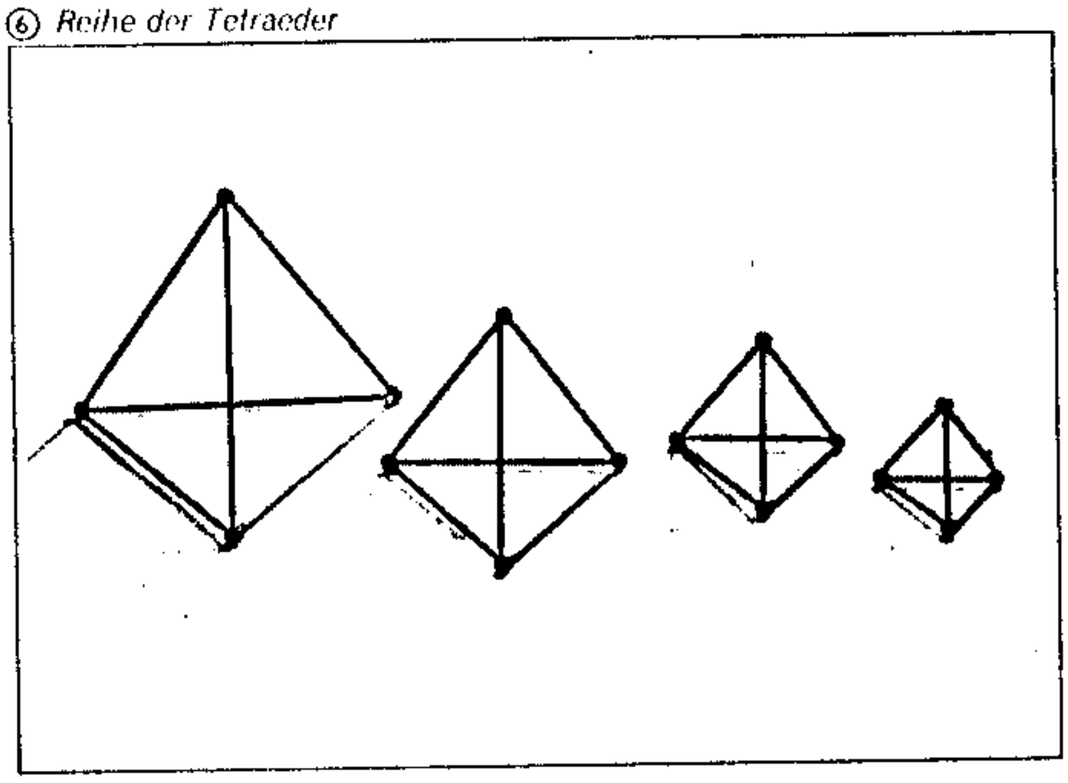
④ *Reihe der Cubus (Hexaeder, Würfel)*



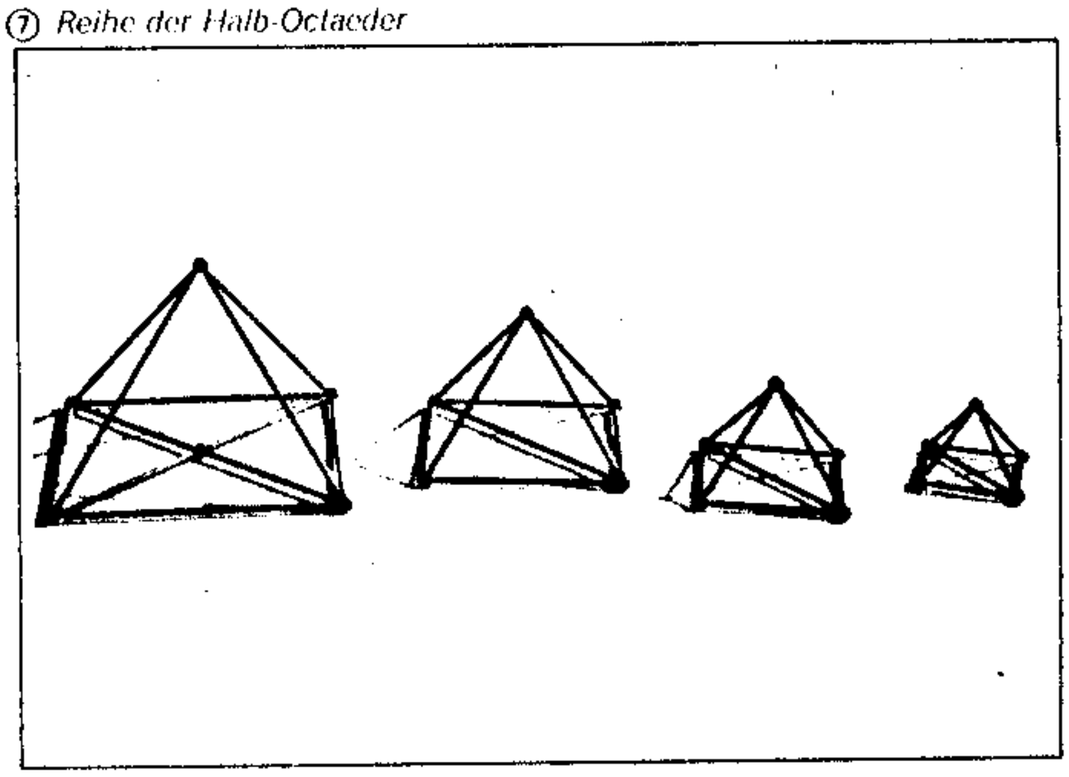
⑤ *Reihe der gleichseitigen Dreiecke*



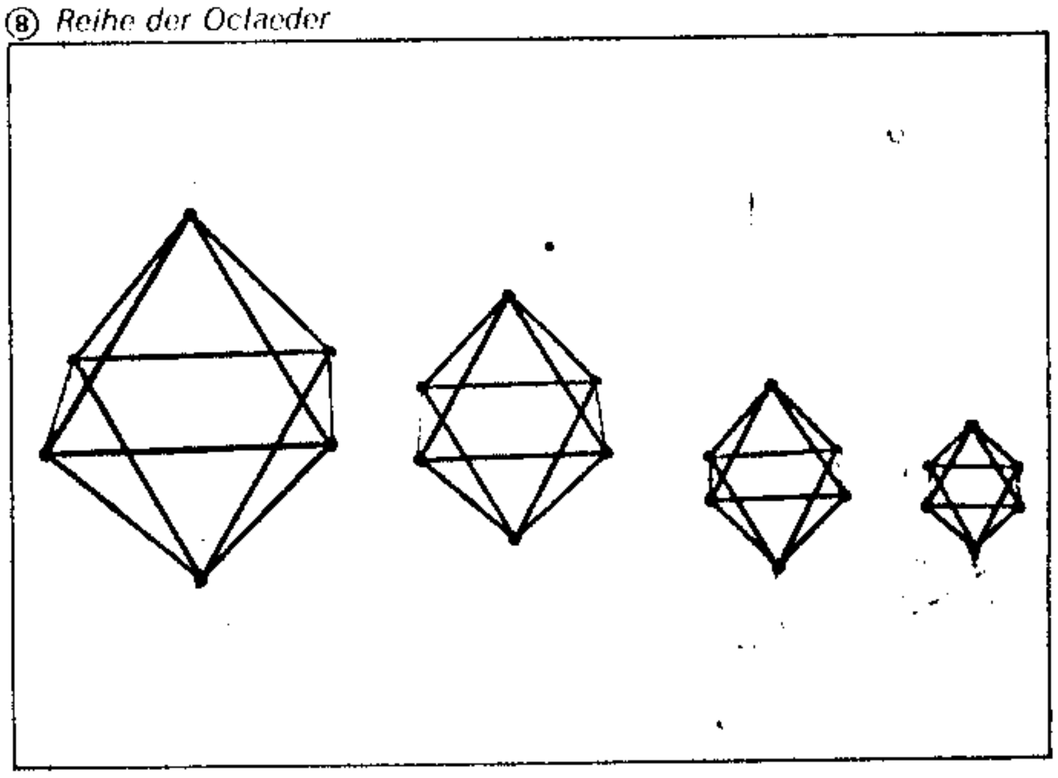
⑥ *Reihe der Tetraeder*



⑦ *Reihe der Halb-Octaeder*



⑧ *Reihe der Octaeder*



Die Ausführung der RFW

Das Wesen der MERO-Bauweise für Raumfachwerke:

1. Knoten-Stücke und Stäbe werden industriell und serienmäßig hergestellt.
2. Alle wichtigen Maße sind genormt.
3. Alle Maße gehen vom „natürlichen Raum-Raster" aus.
4. Daher sind MERO-Stäbe und -Knoten ein Instrument für „Komposition im Raum".

Bild 1
An der unteren Grenze – Normbauteile der „Größe M12" im Maßstab 1:1

Die MERO-Stäbe haben folgende Kennzeichen:

1. **Die Konstruktion** ist dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe die Zug- und Druck-Kräfte ausschließlich mathematisch genau in die Mitte der Knotenstücke einleiten. Die Bemessung aller Einzelteile ist so festgelegt, daß ein Minimum an Werkstoff-Aufwand und damit an Eigengewicht erzielt wird.

2. **Die Verbindung der Stäbe** erfolgt durch Schraub-Anschlüsse. Als Kupplung dienen an beiden Enden die achsial drehbar im Kegelstück gelagerten Gewindebolzen (Bild 1) in Verbindung mit den als Betätigungselement dienenden Schlüssel-Muffen. Die MERO-Stäbe sind dementsprechend nicht nur für eine schnelle Montage, sondern auch für eine nachträgliche Demontage und sinngemäß für nachträgliche Änderungen der Konstruktion im Sinne der Darstellung auf S. 67 geeignet.

3. **Werkstoffe:** In der Regel bestehen die Stäbe aus Stahl-Rohren und -Profilen in den für Bauzwecke üblichen Abmessungen und Güte-Klassen (bevorzugte Stahl-Güten: St 37 und St 52). Bei Konstruktionen, die besonders leicht sein sollen und bei Bauwerken mit besonderen Anforderungen an die Oberflächen-Struktur der Bauelemente werden auch Stäbe aus Leichtmetall-Legierungen mit Oberflächenschutz durch Eloxieren angewandt (z.B. Vorfeld-Konstruktion des Flughafens Frankfurt/Main S. 213).

Rohren eingesetzt werden.

4. **Korrosions-Schutz:**

Zur Sicherung der Korrosions-Beständigkeit werden die Stahl-Stäbe in der Regel feuerverzinkt, zur architektonischen Verbesserung des Aussehens in vielen Fällen farbig lackiert oder mit Kunststoff beschichtet. Bei Konstruktionen unter Dach, bei Ausstellungen und dgl. genügt in vielen Fällen die Kunststoff-Beschichtung ohne Verzinkung.

Um die Stäbe nicht nur außen, sondern auch innen mit einem Korrosionsschutz versehen zu können, muß der Korrosionsschutz vor der Montage des Gewindebolzens und der Schlüsselmuffe aufgebracht werden. Zu diesem Zweck ist bei der Norm-Ausführung der Stäbe an einem Stabende ein Montageloch vorgesehen. Dies ermöglicht auch, bei jedem Stab später den Gewindebolzen auswechseln zu können, was insbesondere bei ortsveränderlichen Konstruktionen oder Konstruktionsänderungen eine entscheidende Rolle spielt.

Zur Vermeidung von Wasseransammlungen im Rohrinneren (wichtig bei Bauten im Freien) werden die Stäbe mit ein oder zwei Entwässerungslöchern ausgerüstet.

Bei RFW-Bauten im Freien werden die Montage-Löcher durch Gummi-Stücke verschlossen.

Leichtmetall-Stäbe benötigen in der Regel keinen Korrosions-Schutz. Bei Verwendung für dekorative Bauwerke empfiehlt sich jedoch eine (meist farblose) Eloxierung. Wie bei den Stahl-Stäben durch farbige Deck-Schichten, so können auch bei Leichtmetall-Stäben durch farbige Eloxierung besondere architektonische Wirkungen er-

Kunststoff-Stäbe bedürfen keines zusätzlichen Korrosions-Schutzes; sie werden grundsätzlich aus farbigem Material hergestellt und sind daher für gestalterische

Bild 1 *Konstruktions-Zeichnung eines MERO-Stabes mit Bezeichnung der Einzelteile und Maßen. – links: Verbindung im Knotenstück eingeschraubt. – rechts: Verbindung vor dem Einschrauben*

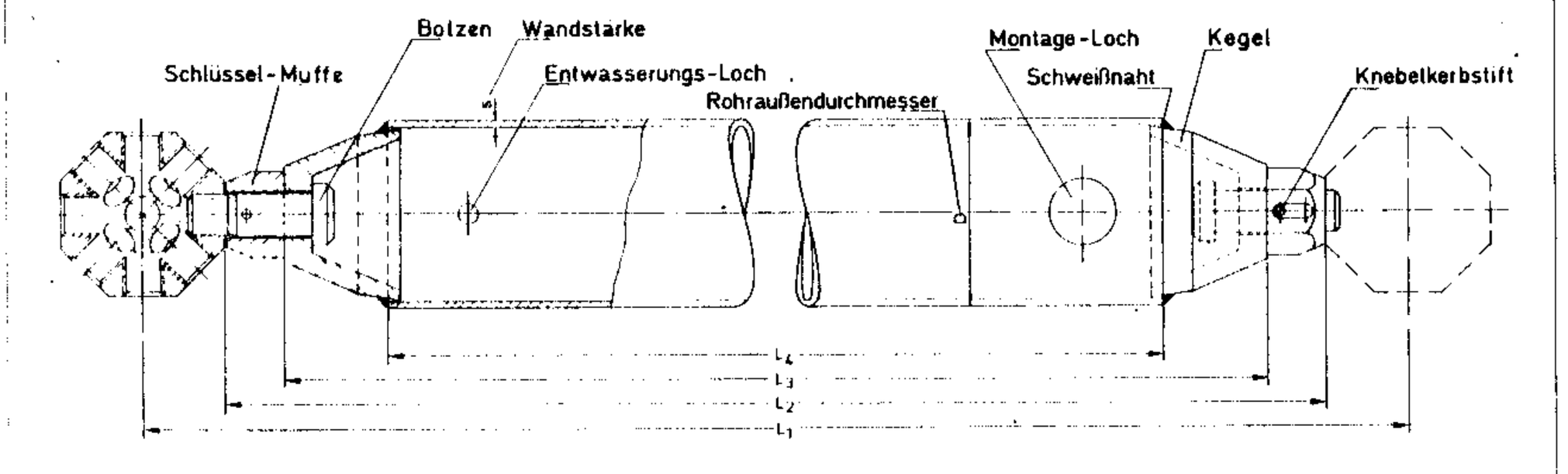
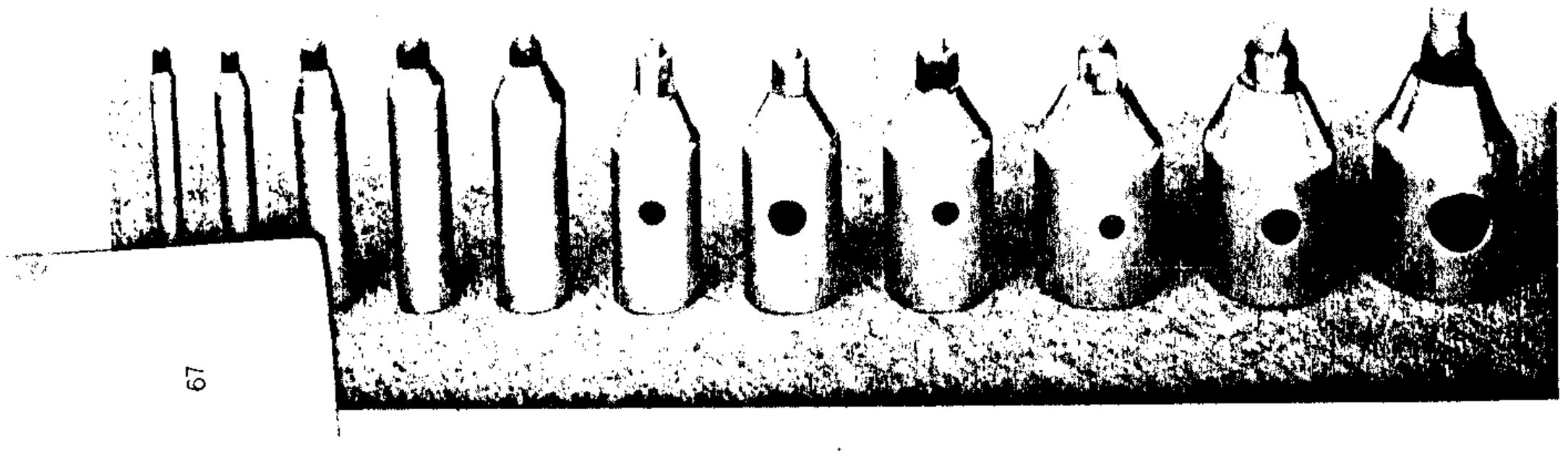


Bild 2 *Zusammenstellung von MERO-Stababschnitten. links: Stab mit 30 mm Rohrdurchmesser. – rechts: Stab mit 156 mm Rohrdurchmesser. Die Montageöffnungen der 5 linken Stabe auf der Rückseite sind nicht sichtbar. Die Montagelöcher der 6 rechten Stäbe lassen den Zusammenhang mit der Größe der Gewindebolzen (gemäß Bild 6) erkennen*



Aufgaben im Messe- und Ausstellungsbau sowie allgemein in der Werbung besonders geeignet.

5. Äußere Kräfte:

5.1 In der Regel und bevorzugt werden äußere Kräfte in die Knoten eingeleitet.

5.2 Dementsprechend werden die Stäbe der RFW in der Regel in erster Linie durch Zug- und Druck-Kräfte in der Längsachse beansprucht.

5.3 Für Zug- und Druck-Stäbe ist der bevorzugte Querschnitt der Stäbe der Kreisring-Querschnitt. (Bilder 1 und 2).

5.4 Gleichwohl können bei Rundrohrstäben in begrenztem Umfang auch zusätzliche Kräfte senkrecht zur Stabachse gemäß Bild 3 (z.B. Personen-Lasten während der Montage) aufgenommen werden

5.5 Für größere Querkräfte werden Profilstäbe aus Walzprofilen (gemäß Bild 3 oben oder Bild 5) oder Stäbe aus Hohlprofilen (z.B. Rechteckrohren gemäß Bild 2 und 5 Seite 77) verwendet.

5.6 Für die Aufnahme besonders großer Biege-Momente werden Profilstäbe mit mehreren MERO-Kupplungen (gemäß Bild 5) verwendet.

5.7 Für typisierte Konstruktionen (z.B. im Messe- und Ausstellungsbau) werden Profilstäbe verwendet, die aus mehreren Teil-Profilen (gemäß Bild 4) zusammengesetzt sind.

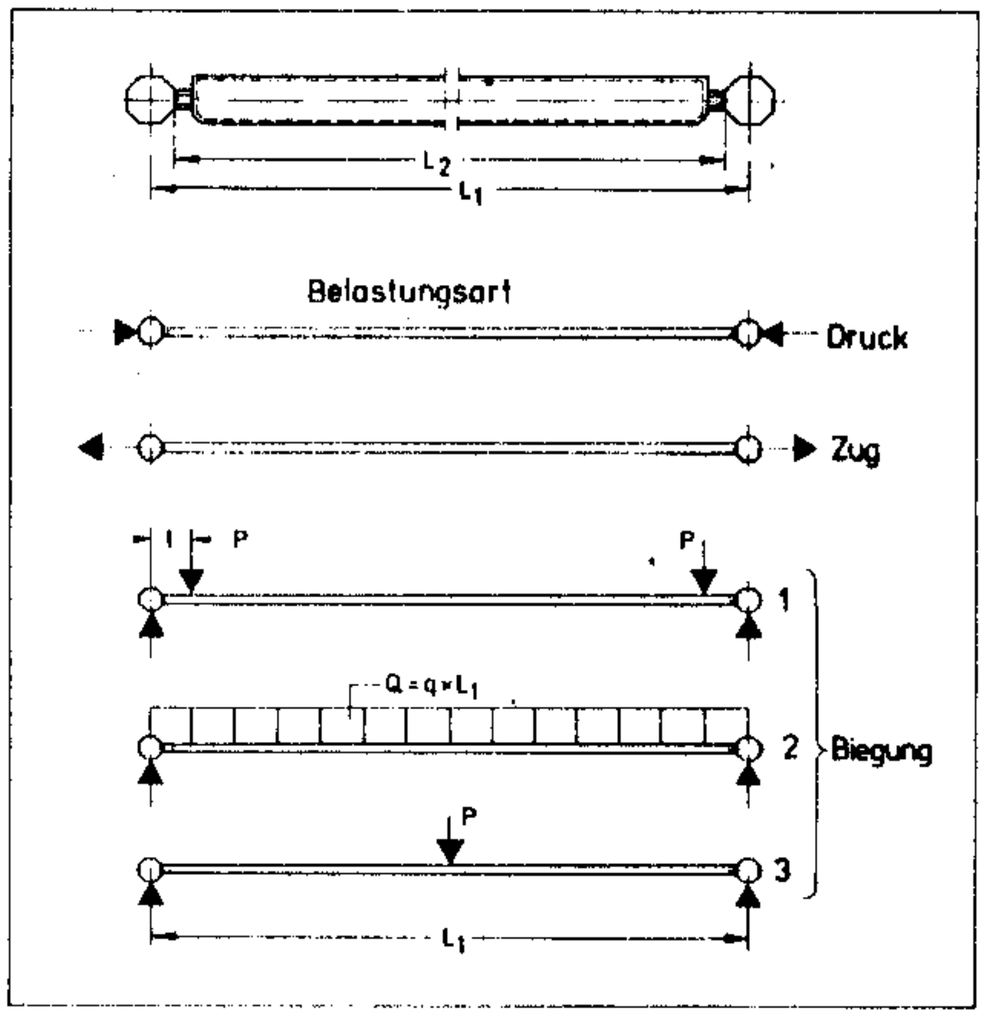


Bild 3
Belastungs-Arten für MERO-Stäbe: Mitte: reine Zug- oder Druck-Beanspruchung. — Unten: Die häufigsten Arten (zusätzlicher) Biegung. -- Oben: Schema eines Profil-Stabes für kombinierte Beanspruchung durch Längs- und Querkräfte

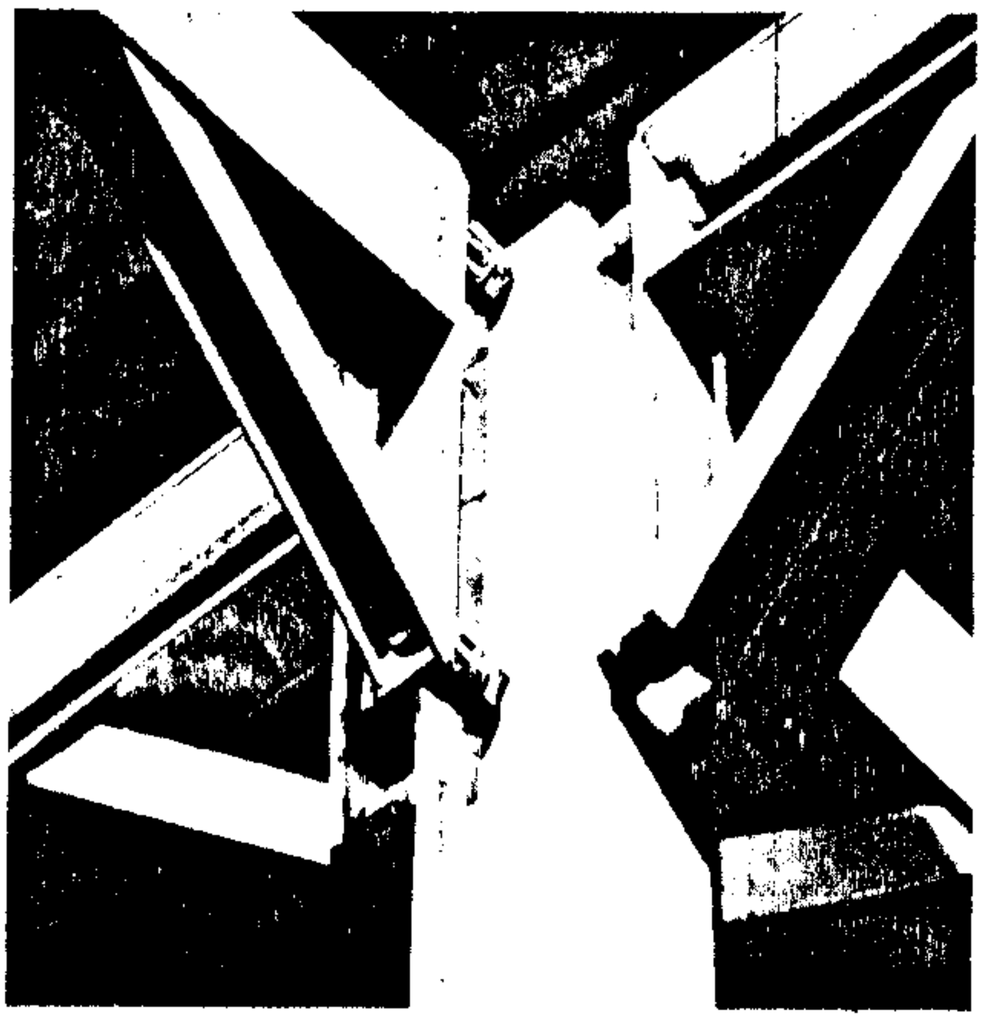


Bild 5 *Schwerer MERO-Profil-Stab mit mehreren parallelgeschalteten MERO-Kupplungen*

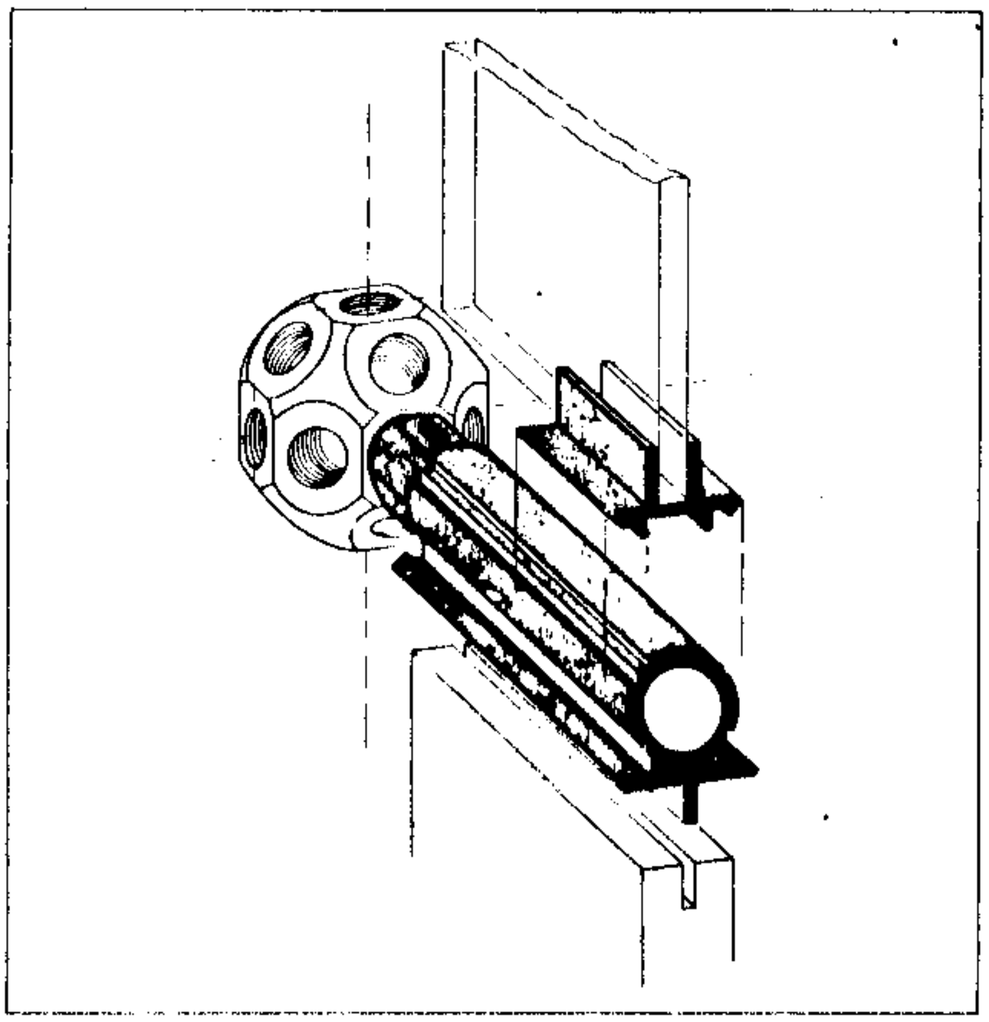
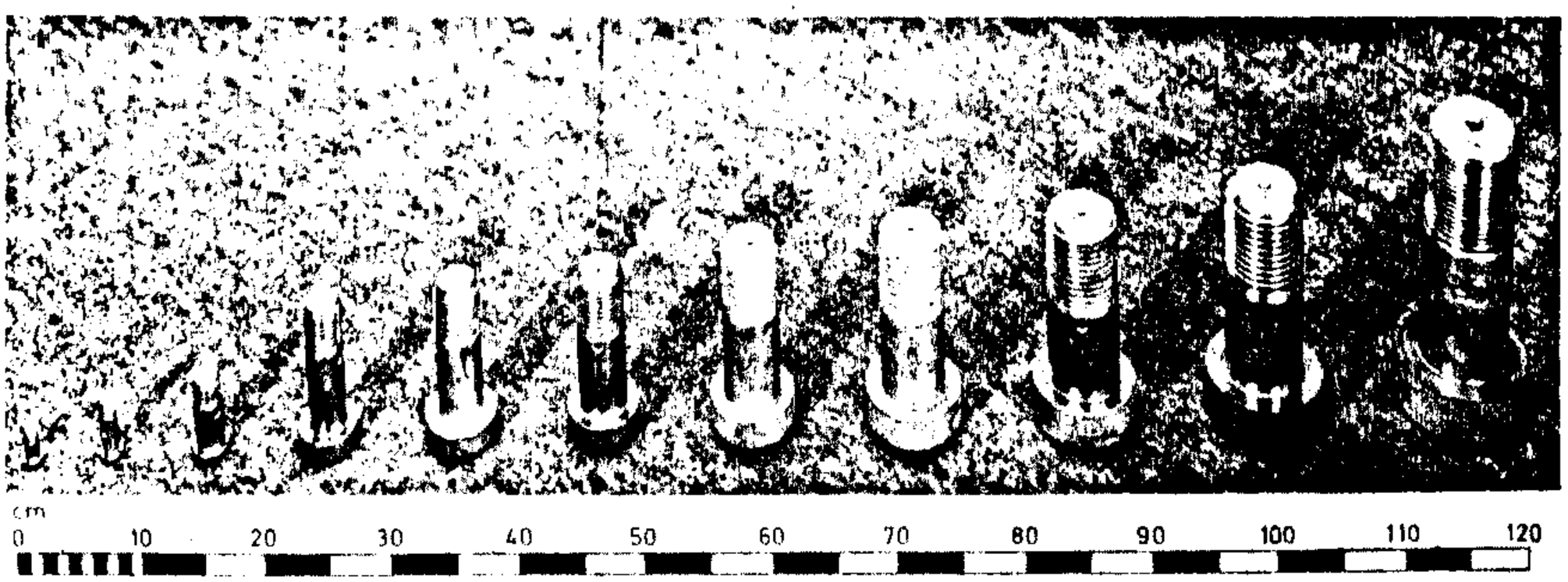


Bild 4 *MERO-Profil-Stab, aus mehreren Einzel-Profilen zusammengesetzt (hier für Wand- und Fenster-Bau)*

Bild 6 *Die Reihe der typisierten MERO-Gewinde-Bolzen-zugehörig zu den Stäben nach Bild 2*



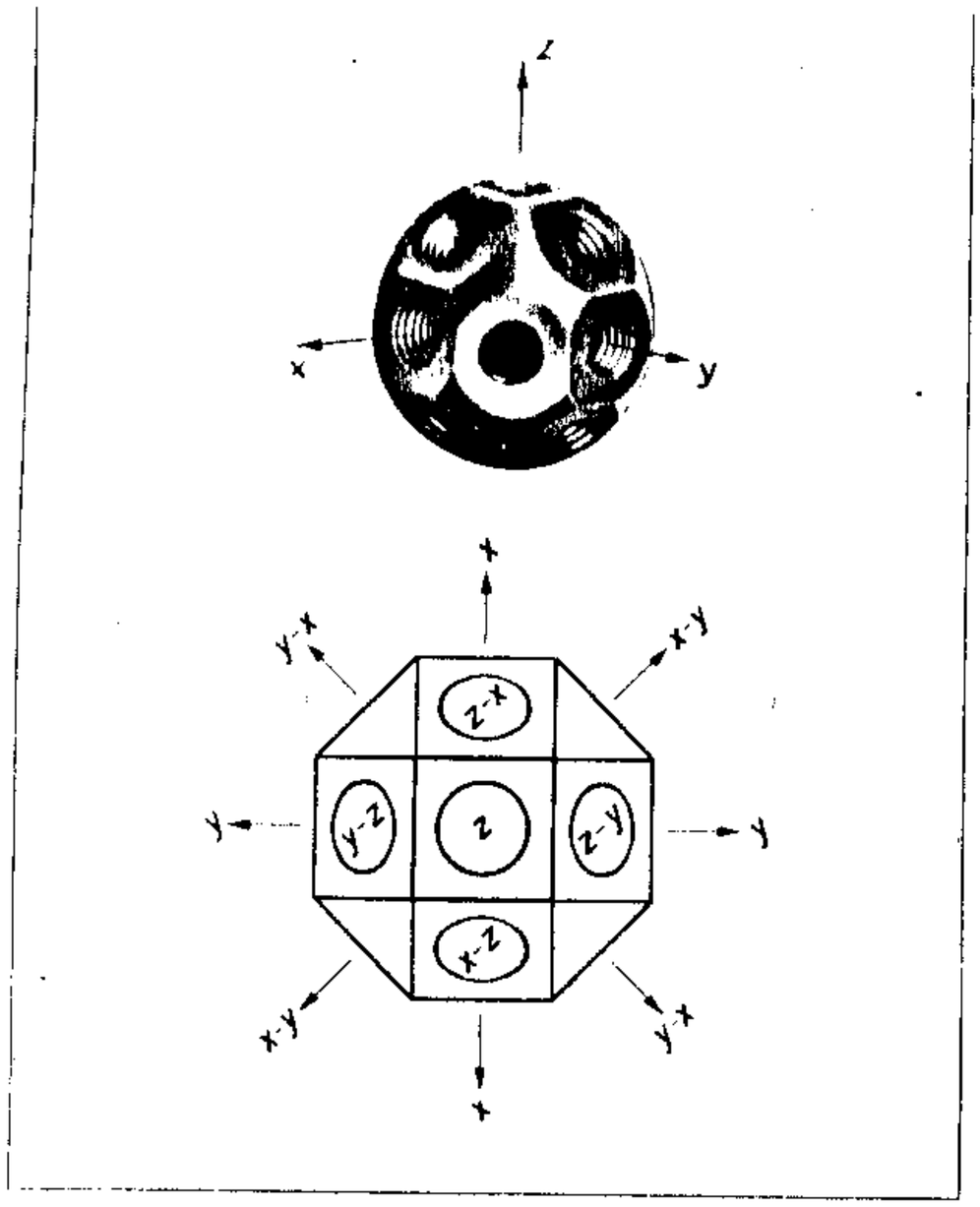


Bild 8
Die praktische Ausführung eines MERO-Norm-Knoten mit Kennzeichnung seiner Achsen in Übereinstimmung mit Bild 7. Das äußere Erscheinungs-Bild ist gekennzeichnet durch das Fehlen scharfkantiger Ecken. Daher hat sich in der Praxis auch der Begriff des „MERO-Kugel-Knoten" eingeführt

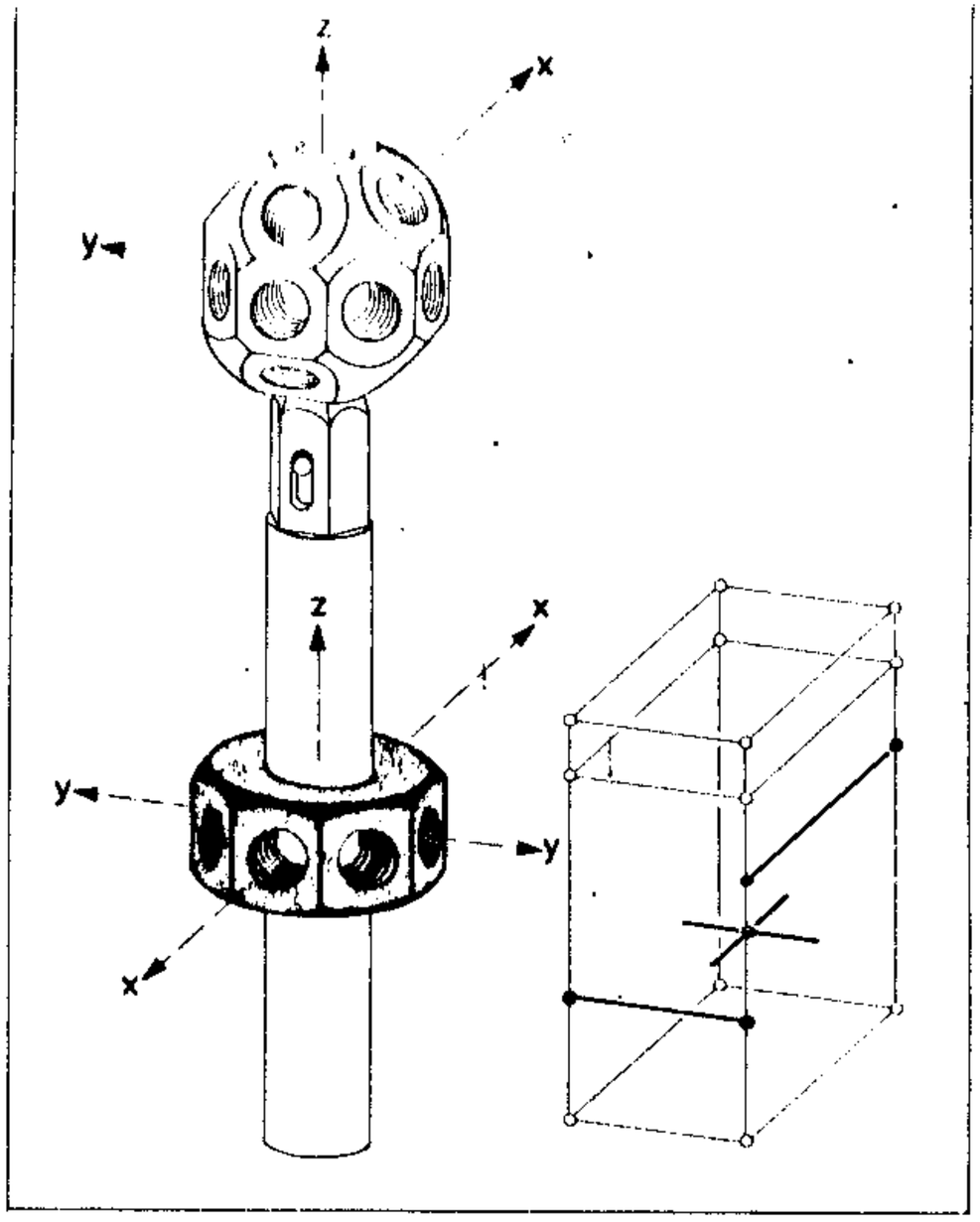


Bild 9
Der „MERO-Scheiben-Knoten" ist das Beispiel eines „Regel-Knoten" im Sinne der Begriffs-Bestimmung auf Seite 14. Er ist ein scheibenförmiger Ausschnitt aus einem Norm-Knoten und dazu bestimmt, auf Normstäbe aufgesetzt zu werden, um im Sinne des Bild-Beispiels weitere Norm-Stäbe oder Anschluß-Teile an beliebiger Stelle einer Konstruktion anschließen zu können

Einzelheiten der Gestaltung und Anwendungsbereiche der MERO-Norm-Knoten

MERO-Norm-Knoten besitzen folgende Kennzeichen:

1. Haupt-Achsen x, y, z aufeinander senkrecht, Neben-Achsen unter 45° (s. Bild 8),
2. gleich große Gewinde-Anschlüsse,
3. gleichen Abstand e der Anlage-Flächen.

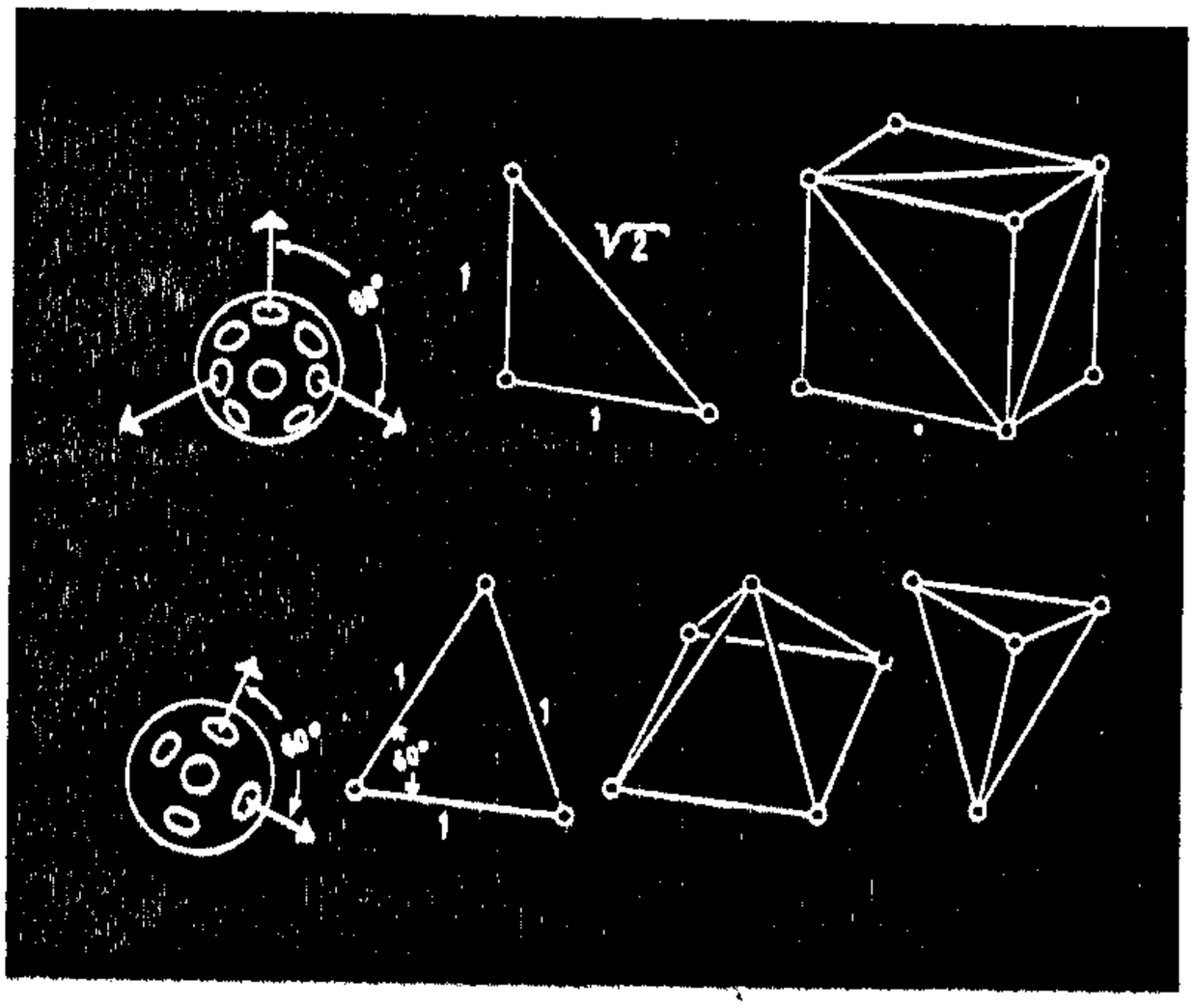
Das Anwendungs-Gebiet liegt daher besonders dort, wo RFW aus „Vorrats-Material" gebaut werden, also vorzugsweise bei Gerüsten, liegenden Bauten aller Art einschließlich des Baues von Tribünen, Messehallen, Ausstellungspavillons, Zelten, Masten und Türmen, Fußgängerstegen, Spielplatzgeräten, Podien, Werbebauten sowie im technischen Katastropheneinsatz, einschließlich des Baues von vorübergehenden Hebezeugen, Behelfsbrücken und dergleichen.

Tafel P

Zahl der Stab-Stellungen	Größe der Winkel	Zahl der Winkel-Lagen im Raum	Lage der Winkel
24	45°	24	In drei Ebenen durch je zwei Haupt-Achsen (xy, xz, yz)
	315°	24	
24	90°	24	
	270°	24	
24	135°	24	
	225°	24	
24	90°	24	In sechs Ebenen durch je eine Haupt- und eine Neben-Achse
	270°	24	
24	60°	24	In vier Ebenen durch je zwei Neben-Achsen
	300°	24	
24	120°	24	
	240°	24	
9	180°	18	Bei jeder der 9 Achsen

Winkel, Stab-Stellungen und Ebenen am MERO-Norm-Knoten

Bild 10
Die Winkel von 90° und 60° am MERO-Norm-Knoten und das rechtwinklige sowie gleichseitige Dreieck



MERO-Knoten

Die Kennzeichen der MERO-Knoten
(gültig für **alle** Ausführungs-Formen)

1. Alle MERO-Knoten sind (im mathematischen Sinne) Polyeder. In der Praxis sind die Polyeder-Ecken meist aus wirtschaftlichen Gründen abgerundet.
2. Für den Anschluß der Stäbe sind in den Mitten der Polyeder-Flächen Innengewinde angeordnet, deren Achsen sich mathematisch genau im Mittelpunkt des Polyeders schneiden. Dadurch wird sichergestellt, daß durch die an den Knoten anschließenden Stäbe ausschließlich konzentrische Zug- und Druck-Kräfte auf das Knotenstück übertragen werden und umgekehrt.
3. Die Polyeder-Flächen stehen somit senkrecht auf den Achsen der Innengewinde und den Achsen der anschließenden Stäbe.
4. Die Genauigkeit der Achsen, der Gewinde und der Polyeder-Flächen ist entscheidend für die Funktion der Gesamt-Konstruktion.
5. Zug-Kräfte werden durch die in die Innengewinde eingeschraubten Gewindebolzen übertragen, wobei die Größe der übertragenen Kraft vom Gewinde-Durchmesser „d" und den Stoff-Eigenschaften des Gewindebolzens abhängt.
6. Druck-Kräfte werden von der am Stabende angeordneten Schlüsselmuffe auf die Polyeder-Fläche übertragen, wobei die Größe der übertragenen Druck-Kraft von der Anlagefläche „f" der Schlüsselmuffe (Größe der Berührungsfläche zwischen Schlüsselmuffe und Polyeder-Fläche des Knotenstücks) abhängt (s. Bild 1).
7. Als System-Maß „L_1" gilt bei Raumfachwerken jeweils der Abstand zwischen zwei Knoten-Mittelpunkten (vgl. S. 68), der auch als „a" bezeichnet wird.
8. Für den praktischen Gebrauch und insbesondere für die Bemessung der Stablängen ist der Abstand „e" der Polyeder-Flächen vom Knoten-Mittelpunkt, gemessen in der Achse der Gewindebohrung des Knoten und der Achse des anschließenden Stabes wichtig. Dies Maß hängt von dem größten Gewinde-Maß „d" (als Folge der größten Stabkraft) ab.

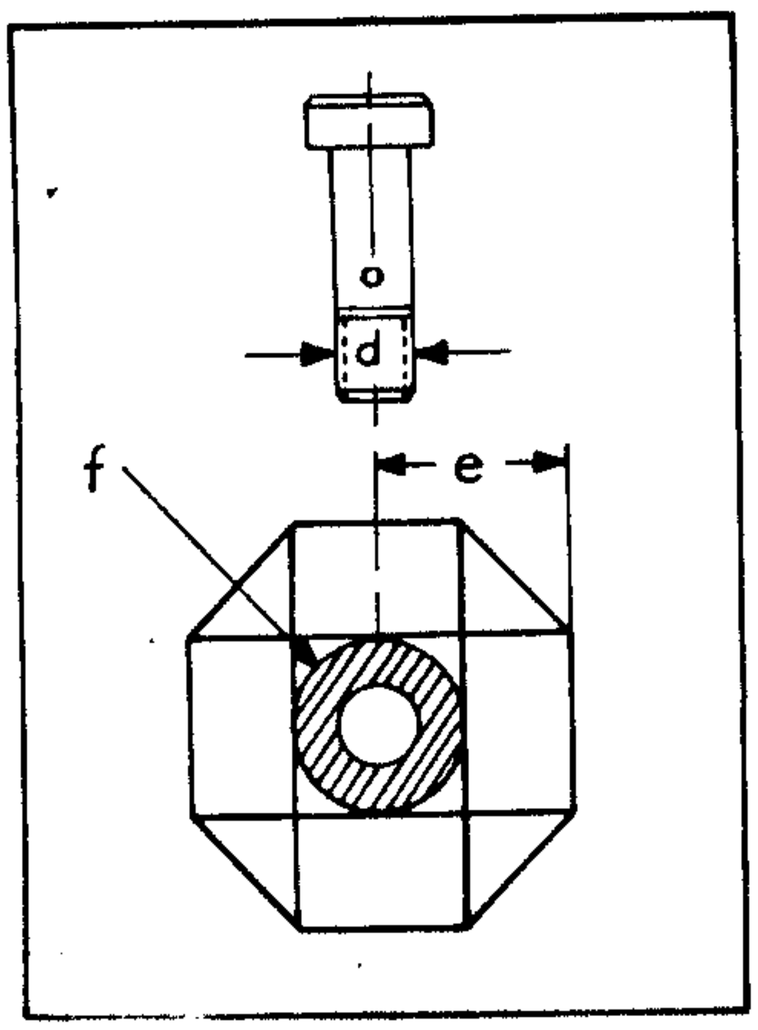


Bild 1
Die wichtigen Konstruktions-Maße für MERO-Knoten und anschließende Gewinde-Bolzen sind: d — Gewinde-Durchmesser; e — Seitenabstand der Anlagefläche (somit 2 e entsprechend der Schlüsselweite des Knotenstückes); f — Kreisringfläche für die Druckübertragung zwischen Schlüsselmuffe und Knotenstück

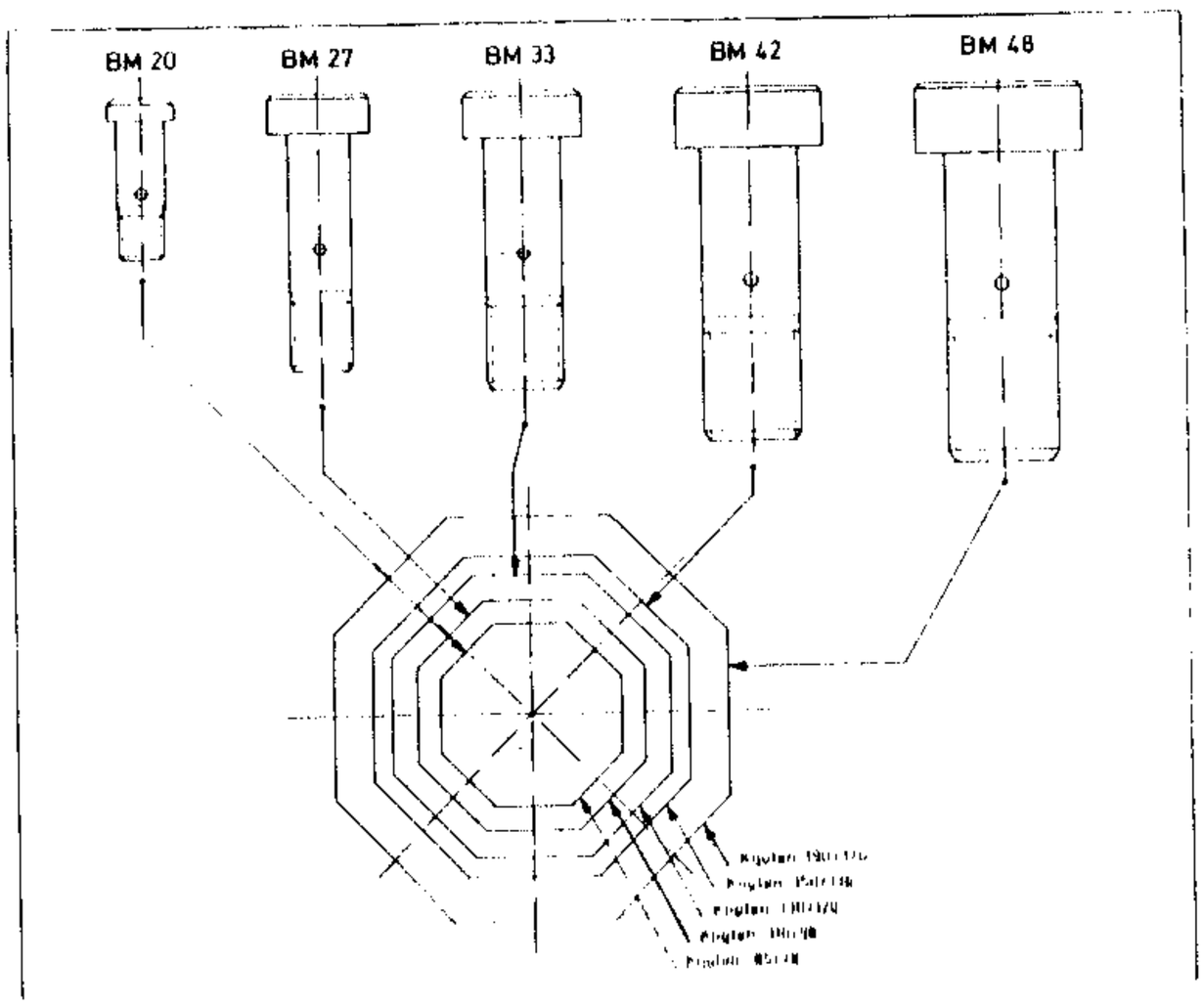
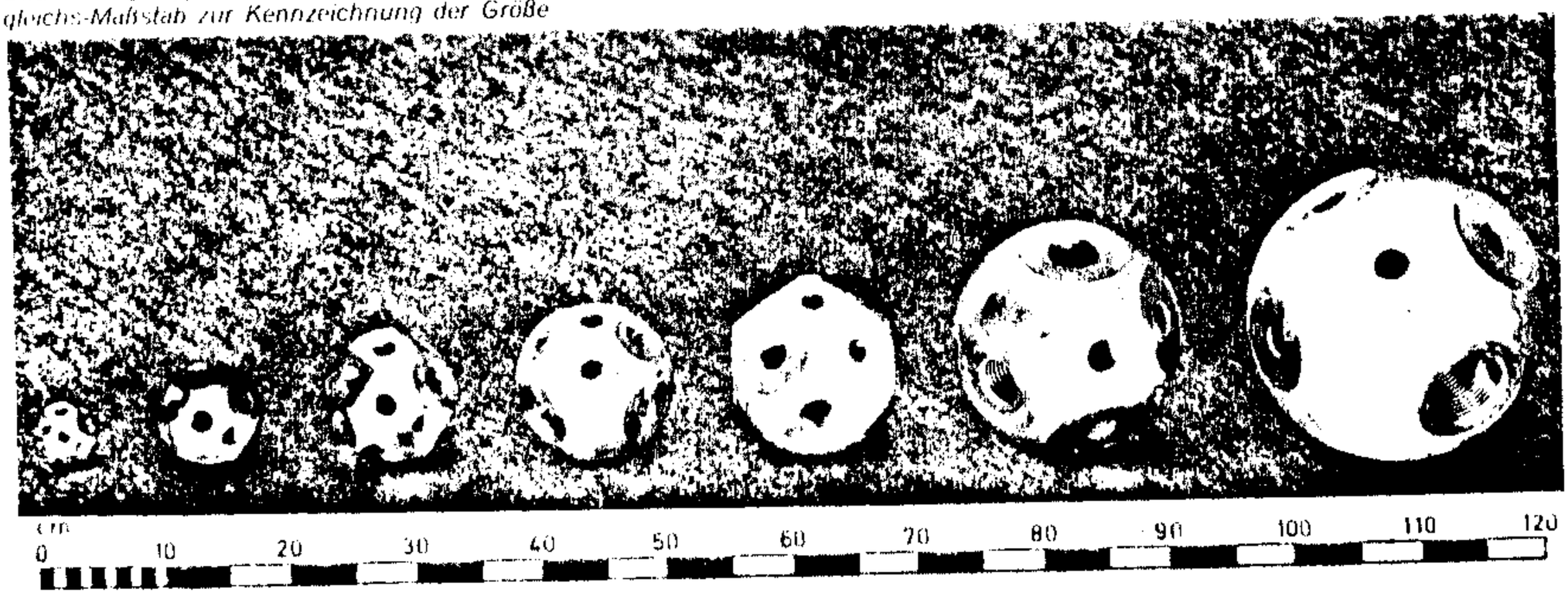


Bild 2
Zuordnung einiger Größen von Gewindebolzen und Knotenstücken (1. Zahl: Durchmesser der Rohkugel; 2. Zahl: Flächenabstand 2 e)

Bild 3 *Einige typische Knotenstücke für den Bau von RFW-Konstruktionen in Form von „Norm-Knoten" und „Sonder-Knoten" mit Vergleichs-Maßstab zur Kennzeichnung der Größe*



... in Verbindung mit der aktiven Klima-Gestaltung

Bild 2

Raumabschließende Elemente aus gelochten Leichtmetallblechen im Schwimmbad Zürich-Altstetten. Die Dreieck-Elemente dienen zur oberen und seitlichen Verkleidung der sichtbaren, hell gestrichenen RFW-Konstruktionen. Sie sind zur Versteifung als flache vier- oder dreiseitige Pyramiden ausgebildet und zwischen den Stäben so angeordnet, daß ein (im Bild dunkel erscheinender) Zwischenraum für den Durchtritt der Luft frei bleibt. Die Wärmedämmung ist in Verbindung mit der Wetterhaut auf der Außenseite des RFW angeordnet

Bild 3

Zuluft-Kanal in dem sichtbaren Raumfachwerk des Schwimmbades Zürich-Altstetten. - Im Bild sichtbar: oben die raumabschließenden Elemente aus gelochten Leichtmetall-Blechen in Form flacher Pyramiden, in der Mitte der Zuluft-Kanal, rechts die senkrecht nach oben strahlenden Leuchten für die indirekte Beleuchtung mit Hilfe der als Rückstrahl-Fläche dienenden Blech-Elemente

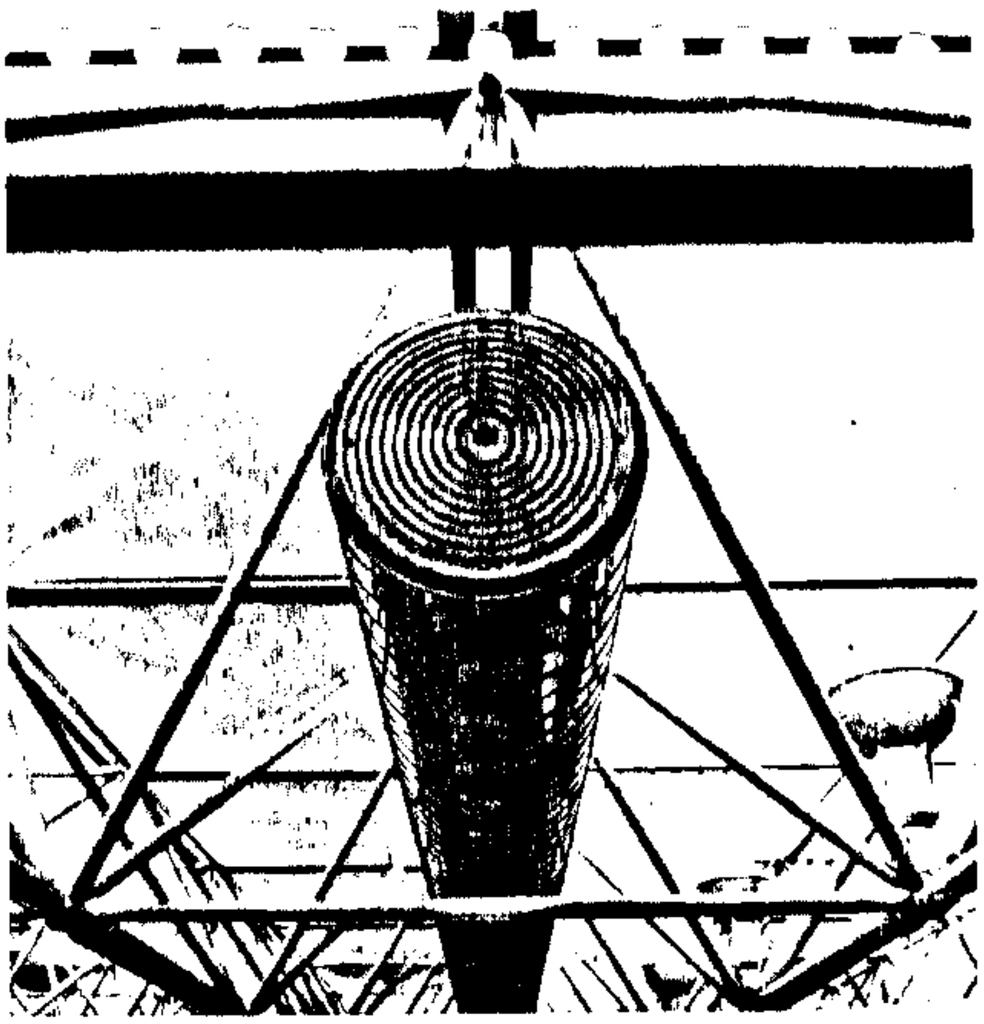


Bild 3

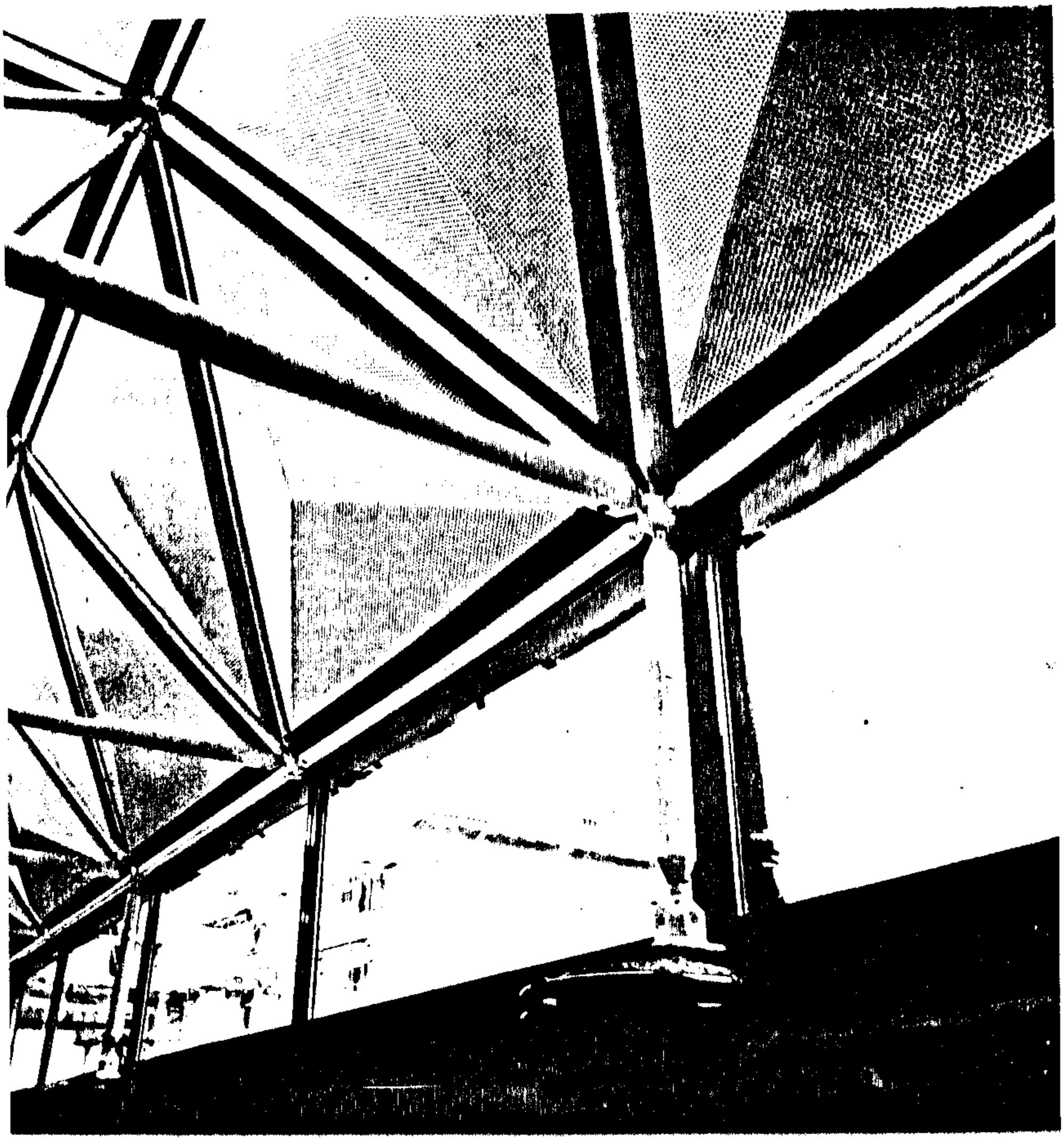
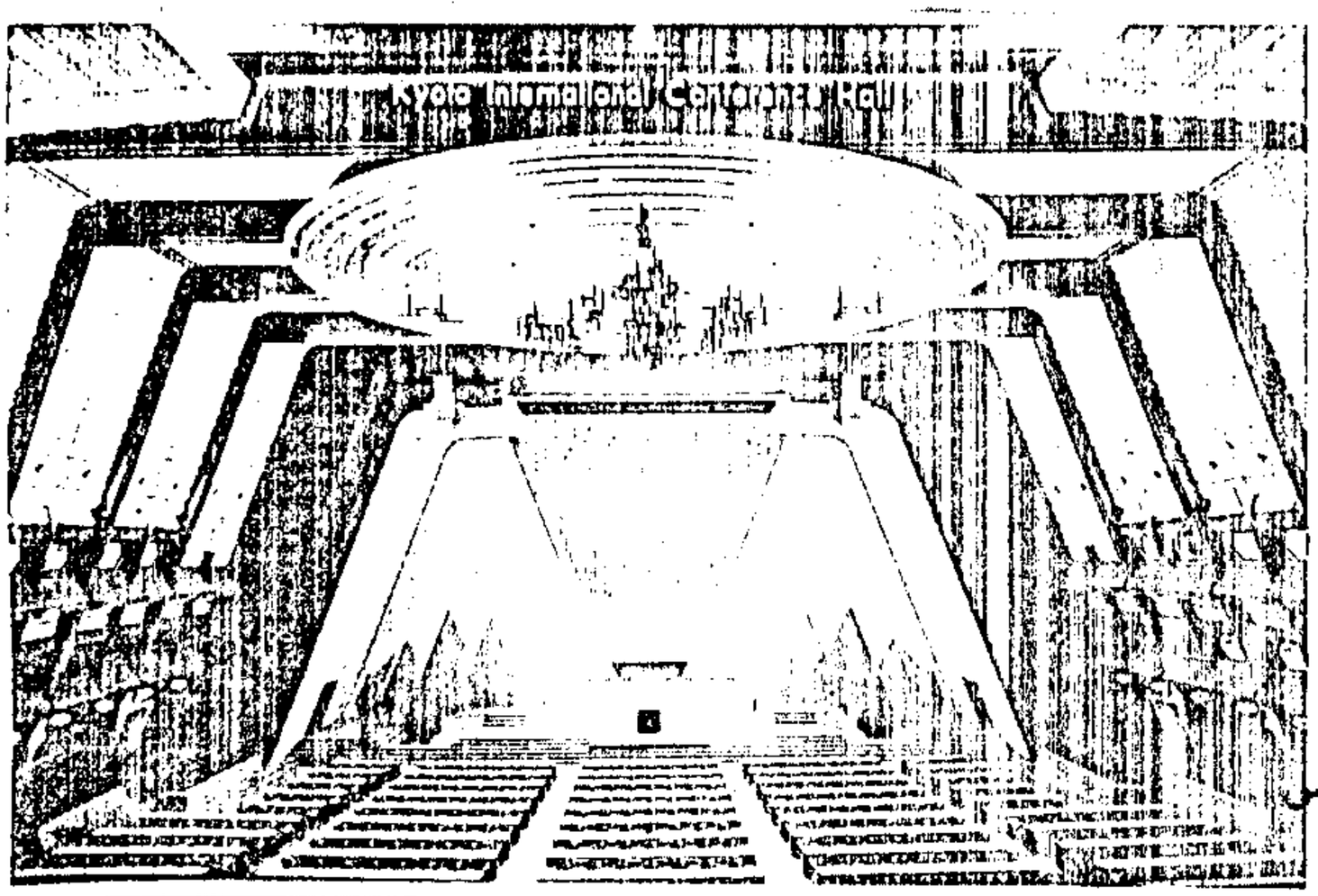
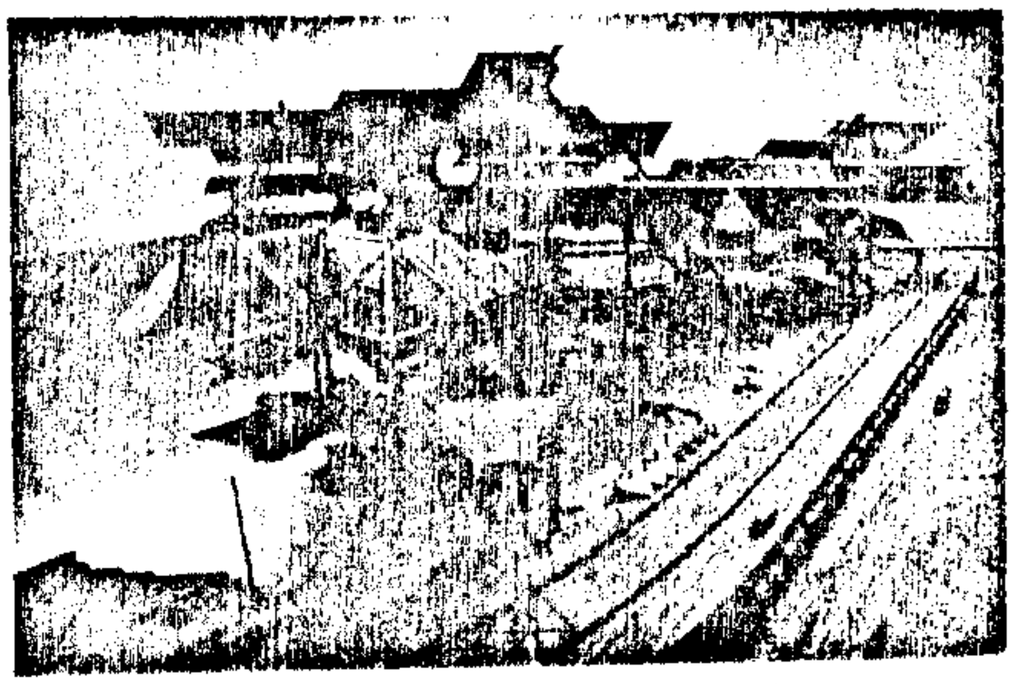


Bild 2



The main conference hall features the trapezoidal shape like all other conference room, and some lounges to accommodate 8 0 0 delegates and 1,20 observers as well as new paper reporters. The large metal disk in the ceiling reflects spotlights installed on the sides of the room to embrace the room in soft, indirect illumination. The rostrum with 1 0 0 flagpole can be converted into a Cinemascope screen.

قاعة الإجتماعات في مشروع هايد ربولس



مُجَسَّم مشروع
«هايدروبوليس» الذي يَضُم
١٧٨٦ منزلاً، وفندقاً
من ٢٤٠ غرفة، ومطعماً
وخدمات اخرى.