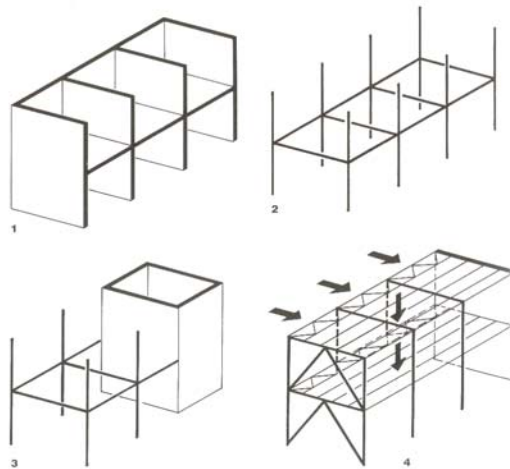


Beton-constructies

Bij staalbetonconstructies worden zijn de volgende toepassingen te onderscheiden:

- Wanddragende systemen, voornamelijk toegepast in de woningbouw en in kantoorgebouwen
- Pijlerdragende systemen – skeletbouw- voornamelijk toegepast voor bij het commerciële ruimtes en hallen.



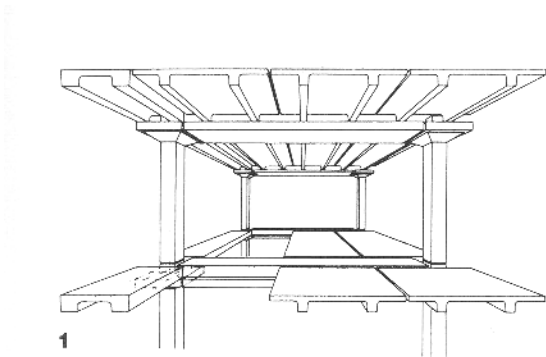
Wanden

Wanden zijn hoofdzakelijk met druk belaste ruitvormige bouwelementen. Wanden kunnen uit ongewapend of gewapend beton bestaan. De volgende typen zijn te onderscheiden:

- Dragende wanden voor het opnemen van horizontale belastingen, bijvoorbeeld vloerconstructies of voor het opnemen van verticale belastingen bijvoorbeeld ramen;
- Versterkende wand ter *buiging* van dragende wanden, hiervoor kunnen ook dragende wanden worden gebruikt.;
- Niet dragende wanden.

Skeletbouw

Het skelet bestaat uit de pijlers en vloerdragende hoofddragere. Zij vormen de draagconstructie. De verbindingen zijn knopen, die zowel flexibel als stijf uitgevoerd kunnen worden. De stijfheid van het skelet vereist een ruimtelijke versterking, door de wanden, dwarsverbanden in wanden en vloeren of door ingesloten pilaren of dragers met "doorlopende werking" voor zover dit niet bereikt kan worden met stijve knooppunten. Bij raamwerken zijn de pijlers en dragers door stijve knooppunten met elkaar verbonden.



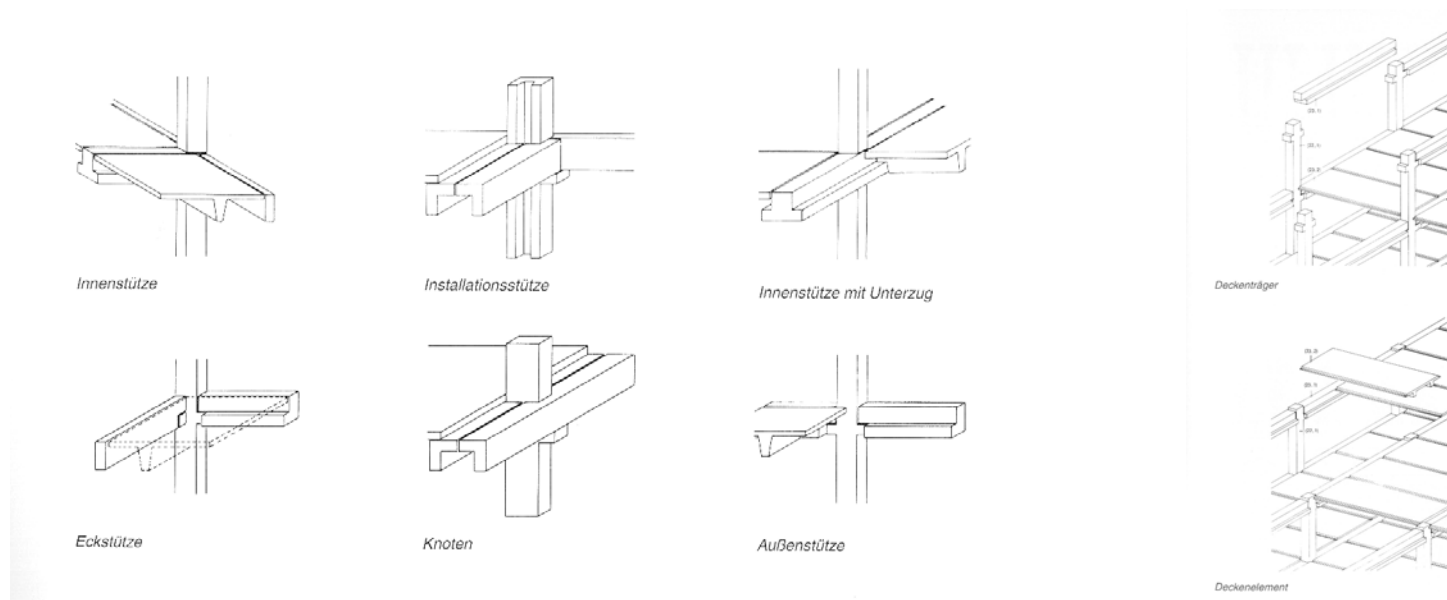
Pijlers

Pijlers hebben tot taak, voornamelijk verticale lasten uit de daarboven gelegen bouwdelen naar het fundament over te brengen. Gedrongen pijlers zijn, net als wanden die aan middelpunt belastingen worden blootgesteld, beschikken ook zonder bewapening over voldoende draagvermogen. Het draagvermogen neemt echter af naarmate de constructie slanker wordt door excentriciteit en de daar aanverbonden buigbelasting. Door het aanbrengen van wapening laat zich het draagvermogen echter wezenlijk verhogen.

De afstand tussen de pijlers wordt bepaald door het doel van het gebouw, waarbij rekening wordt gehouden met economische aspecten. In kantoorgebouwen dient de ruimte tussen de pijlers zodanig te zijn dat de ruimtes beschikken over voldoende breedte en diepte. In grote kantoren en in warenhuizen wordt de voorkeur gegeven aan een zo groot mogelijk afstand tussen de pijlers. Veel voorkomende maatvoeringen zijn 6,00m, 7,20m, 8,40m en 10,60m.

Gelaagde pijlers

Gelaagde pijlers kunnen als samenstelling van staal en gewapendbeton zijn uitgevoerd. De staalprofielen, krijgen door het de beton de benodigde brandwerendheid. Holle profielen uit staal kunnen worden vol gestort met beton, waarbij eerst een wapeningsconstructie wordt aangebracht.

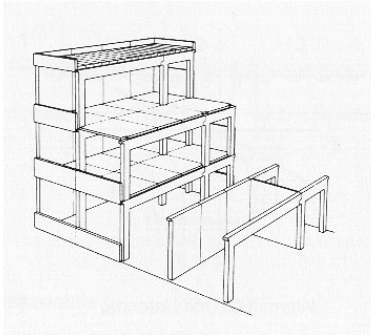


Balken, dragers en onderslagbalken

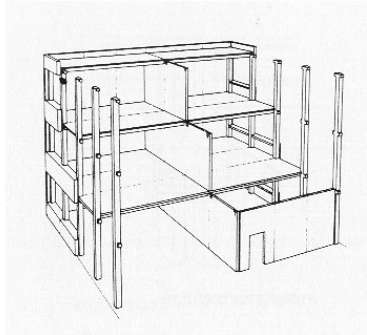
Balken worden in het algemeen op buigbaarheid belast. Staafvormige drager met naar behoefte dwarsdoorsneden. De spanrichting van de balken is afhankelijk van de verdere afwerking en installatievereisten. Zij kunnen in de lengte, in de breedrichting of kruislings verlopende onderslagbalken.

Plaatbalken

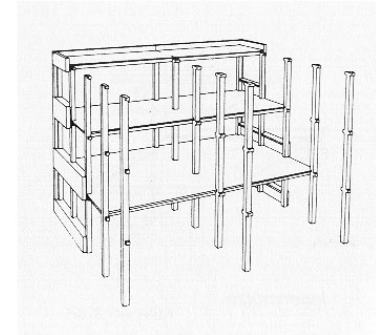
Plaatbalken is een draagconstructie, waarbij platen en balken *kraftschluessig* met elkaar verbonden zijn en bij het opnemen van doorsnede samenwerken. De dikte van de balken dient ten minste 10 cm te bedragen de dikte van de platen of plaatbalken minstens 7cm.



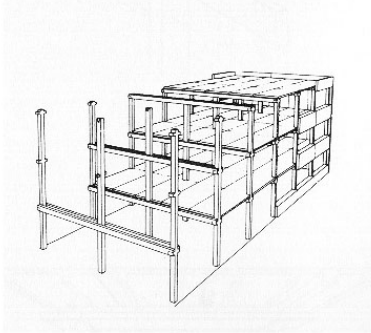
Steunpilaren en dwarsbalken uit verdiepingshoge geprefabriceerde elementen; Afdekplaten worden op de dwarsbalken aangebracht.



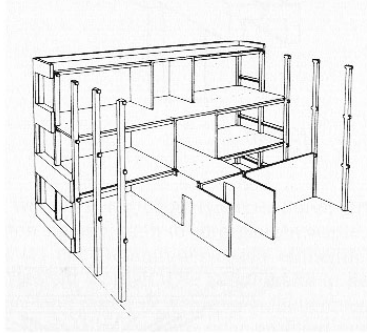
Doorlopende steunpilaren over meerdere verdiepingen; geprefabriceerde verdiepingshoge dragende binnenwanden. Verdiepingvloer uit platenbalken.



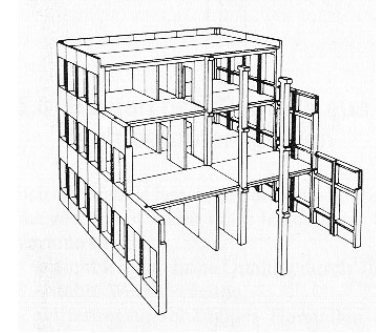
Over meerdere verdiepingen doorlopende steunpilaren. Verdiepingvloer uit platenbalken rustend op de consoles aangebracht in de steunpilaren



Verdiepingshoge dragende binnenwand. Buitenmuren uit verdiepingshoge dragende façade-elementen



Steunpilaren voor de buitenmuren verdiepingshoog. Dubbele wand/vloerelementen als statisch te belasten wanden –platenbalken als verdiepingvloer.



In de richting van het gebouw geplaatste dwarsbalken rustend op consoles aan gebracht op de steunpilaren. Plafondelementen aan gebracht op de dwarsbalken *kraftschlüssig* aangebracht.

Constructies en onderdelen uit geprefabriceerd gewapend beton.

De geprefabriceerde betonelementen zijn in het huidige bouwbedrijf niet meer weg te denken. De voordelen zijn:

- Gelijkblijvende hoge kwaliteit door gecontroleerde productieomgeving;
- Het onafhankelijk van het weer fabriceren van de elementen
- Korte bouwtijd
- Hoge kwaliteit van het oppervlak bij vloeren, wanden, blaken en pijler waardoor in voorkomende gevallen stucwerk niet nodig is.

Geprefabriceerde elementen kunnen zowel als dragende (bijvoorbeeld dragende wanden, pijlers en kasspanen) of niet dragende (bijvoorbeeld gevelelementen, sandwich gevelplaten) constructie worden gefabriceerd. Veelvuldig worden geprefabriceerde elementen gecombineerd met gestort beton of met ander materialen zoals metselwerk.

Voor constructies van geprefabriceerde betonelementen als voor de elementen zelf gelden in principe de zelfde regels als voor constructies en delen van constructies die worden vervaardigd uit ter plekke gestort beton. De minimale dikte van industrieel vervaardigde geprefabriceerde elementen mag echter 2 cm dunner zijn als die van ter plaatse gestort beton. De minimale dikte dient echter 4 cm dan wel 5cm te bedragen voor geprefabriceerde ribbenvloeren. Bij de afmetigen, dient rekening te worden gehouden met de belastingen die tijdens de opslag, het transport en de verwerking kunnen optreden.

Worden geprefabriceerde elementen gecombineerd met ter plaatse gestort beton, dan kan met erbij het bepalen van de dikte als of er sprake is van vervaardiging uit een stuk. De afschuifkrachten in de voegen dienen door de wapening te worden opgenomen. De voegen van uitgaan ruw of geprofileerd worden uitgevoerd.

Gewapende betonvloeren, gestorte vloeren en geprefabriceerde vloersystemen

Gewapende betonvloeren zijn platen, dat betekend vlakke draagconstructies die in een rechte hoek zonder hoogte belast worden. Ze kunnen lijnvormig of puntvormig worden opgeslagen. Ze worden in het algemeen als ter plaatse gestorte platen uit gewoon beton, maar ook als licht beton of met een toevoeging van hout of metaal vervaardigd. Afhankelijk van de statische werking wordt onderscheid gemaakt tussen eenassig en tweeassige gespannen platen.

Eenassig gespannen platen dragen hun belasting in principe in één richting over (spanrichting). Belastingen dwars op de spanrichting, die bijvoorbeeld uit de dwars verdelen van enkele belastingen of trajectlasten of door in de berekening niet meegenomen belastingen die parallel aan de spanrichting ontstaan. Deze belastingen dienen door constructieve maatregelen te worden opgeheven.

Bij **tweeassig gespannen platen** zijn in beide richting voor het verkrijgen van een dragende werking benut. Rechthoekige platen, waarvan de grootste spanbreedte niet groter is als het dubbele van kleinere zijn, moeten als twee assig gespannen worden berekend. Hetzelfde geldt voor driezijdig gespannen "Pechteckplatten".

Steunpunten

De diekte van de platten dient zodanig gekozen te worden, dat de maximaal tegestane druk in het steunpunt niet wordt overschreden en de benodigde verankeringen in de bewapening kunnen worden aangebracht.

Beperking van het doorbuigen

Als door het te veel doorbuigen schade aan bouwdelen kan ontstaan, moet het doorbuigen worden beperkt. Dit kan geschieden door het begrenzen van de "Biegeschlankheit" worden bereikt.

- De slankheid van de, van het doorbuigen betroffen, bouwdelen, met voldoende verhoogde schaal zijn geproduceerd mag niet groter zijn als 35.
- Bij plafonds, scheidingswanden moeten dragen, dient de slakheid $li/h > 150/li$ zijn, of dienen andere maatregelen getroffen te worden, die voorkomen dat scheuren in de scheidingswanden ontstaan.

Een veel voorkomende plaatdikte in de woningbouw, een overspanning tot ongeveer 6 meter is 16cm tot 20 cm.

Vloeren

De laatste tientallen jaren zijn vele typen geheel of gedeeltelijk geprefabriceerde vloerconstructies op de markt gebracht, alle primair met als doel te besparen op bekistingwerk en bouwtijd.

De belangrijkste heden ten dage gangbare typen zijn:

- a. combinatievloeren
- b. breedplaatvloeren
- c. kanaalplaatvloer
- d. TT-plaatvloeren
- e. omgekeerde U-plaatvloeren

Combinatievloeren

Combinatievloeren bestaan uit voorgespannen balkjes in de vorm van een omgekeerde T met daartussen vulelementen. De vulelementen zijn van lichtbeton of kunststof (pilystyreen). Het geheel wordt met grindbeton afgewerkt, dienend als druklaag.

Combinatievloeren zijn over het algemeen slechts geschikt voor kleinere overspanningen tot 6 a 7 m. Voordeel van deze constructiewijze met kleine, hanteerbare elementen is dat geen bouwkraan behoeft te worden ingezet; nadeel is evenwel de relatief zware arbeid op de bouwplaats.

Combinatievloeren komen veelal slechts in aanmerking voor de bagane grondvloeren van woningen en kleinschalige utiliteitsbouw. Bij verdiepingvloeren zal een plafondafwerking moeten worden toegepast.

Breedplaatvloeren.

Breedplaatvloeren zijn eveneens gedeeltelijk geprefabriceerd. Ter vermindering van de bekisting wordt een dunne schil van 50 a 80 mm beton voorzien van wapening of voorspanning in het werk aangebracht waarop vervolgens een constructief meewerkende betonlaag wordt gestort. De prefab breedplaat neemt dus de rol van de bekisting over en wordt daarom ook wel bekistingplaat genoemd. Tegelijkertijd is echter deze bekistingvloer uiteindelijk een integraal onderdeel van de dragende vloer. Bij de voorgespannen breedplaatvloer bovendien met het voordeel dat door de voorspanning het beton in de trekzone ongescheurd blijft en dus constructief meewerkt, met als resultaat een naar verhouding stijvere vloer.

Breedplaatvloeren zijn goed toepasbaar tot overspanningen van 7 a 8 m; zo zal voor een overspanning van bijvoorbeeld 6 m een opstort nodig zijn van ca 150 mm. Bij grotere overspanningen wordt de vloer zo zwaar dat beter kan worden uitgekeken naar een andere oplossing, met name de kanaalplaatvloer.

Breedplaatvloeren vinden vooral veel aftrek in de woningbouw, daar waar de onderkant van de vloeren in het zicht blijft. De onderzijde van de prefabplaten is glad en in principe spuitklaar. Alleen de naden tussen de prefabplaten blijven wel zichtbaar, hoewel de overgangen worden verzacht door vellingkanten.

Leidingen enz. worden in de stortlaag weggewerkt; elektradozen en andere noodzakelijke sparringen worden reeds bij de productie van de prefabplaten in de vloer verwerkt.

Breedplaatvloeren worden meestal geleverd met een breedte van 2,40 a 2,50 m. De voorspanning is zodanig dat de platen in de lengte zelfdragend en transportabel zijn; zij zijn echter niet in staat om het gewicht van de nog verse stortlaag te dragen. Daarom moet een tijdelijke tussenondersteuning worden aangebracht. Hierdoor is de breedplaatvloer minder aantrekkelijk voor de begane grond vloer indien hieronder geen kelder is gesitueerd. Breedplaatvloeren laten goed grotere sparringen toe; ook overstekken zijn met een daarop afgestemde wapening goed uit te voeren. Waar wenselijk kunnen platte balken resp. vloervelden met een geringere dikte worden toegepast door de breedplaattelementen bij het leggen in hoogte ten opzichte van elkaar te variëren (strokenvloer). Qua karakter sluiten de breedplaatvloeren daarom dicht tegen de geheel in het werk gemaakte vloeren aan. De krachtoverdracht is in principe lineair.

Kanaalplaatvloeren.

Kanaalplaten worden tegenwoordig zeer veel toegepast, zowel in de woningbouw als de utiliteitsbouw (kantorensector). In de kantorenbouw wordt de laatste jaren vaak van gevel tot gevel overspannen zonder tussenkolommen over een afstand van meestal 12 a 14 m.

Door de uitgekende voorspanning en de hoge betonkwaliteit kan niettemin een zeer economische constructiehoogte worden bereikt met $h = ca 1/45$ /bij een besparing op de betondoorsnede door de kanalen met ca 50%.

De maximaal leverbare maat ligt momenteel op 17 a 18 m. Daarmee kunnen de kanaalplaten nu ook de overspanningen die gewenst zijn in parkeergarages aan (16,5 m of meer). Tot nu toe waren dergelijke overspanningmaten voorbehouden aan de TT - platen.

Kanaalplaten worden in de woningbouw, scholenbouw enz. toegepast voor kleinere overspanningen tot 6 a 8 m. Door de platen fabrieksmatig te voorzien van een thermische isolatielaag aan de onderzijde zijn zij zeer geschikt voor de begane grondvloeren.

Bij woningscheidende verdiepingvloeren en verwante vloeren waarbij de geluidscheiding zeer belangrijk is (hotels, bejaardentehuizen, scholen enz.) kan door de kanalen de massa van de vloer te gering zijn, waardoor aanvullende maatregelen moeten worden getroffen, bijvoorbeeld door een zwaardere afwerklaag te kiezen, of de vloeren massief te maken.

De kanaalplaat is een standaardproduct met een nominale breedte van 1,20 m.

Pasplaten met een afwijkende breedte kunnen op bestelling worden geleverd; ze zijn naar verhouding zeer duur (per m² meer dan het dubbele van de standaard). Het vermijden van pasplaten in een ontwerp is dan ook aan te bevelen.

De voeg tussen de platen in langsrichting heeft een naar boven toe taps uitlopende uitsparing, zodanig dat na opvulling met mortel verticale krachten goed kunnen worden overgedragen van de ene plaat op de andere (het voorkomen van het zogenaamde wisselen van de platen onderling) en dat ook schuifkrachten goed zijdelings kunnen worden afgegeven.

Aan de onderzijde blijven de naden in langsrichting met een vellingkantje zichtbaar.

Kanaalplaten worden meestal vervaardigd door extrusie of met een horizontale glijkist (slipformer, Gleisfertiger) op de lange bank. Om de kanalen direct na de vervaardiging in stand te kunnen houden, moet het beton bij de vervaardiging droog en homogeen zijn. Hierdoor wordt uiteindelijk een hoge druk- en splijttreksterkte verkregen.

Kanaalplaten zijn alleen voorzien van voorspanwapening; er is geen betonstaal aanwezig. Daarom moet zeer voorzichtig worden omgegaan met het aanbrengen van sparingen om de voorspanning te ontzien.

Het lange banksysteem impliceert een recht verloop van de voorspanstrengen, doorgaand over de volle lengte van de kanaalplaten. De platen verdragen daarom geen overstek van enig belang tenzij het steunpuntmoment met lapmiddelen wordt ondervangen (toevoegen van een opstortlaag met trekwapening aan de bovenzijde).

Door de voorspanning zullen de kanaalplaten na het plaatsen in het werk over het algemeen nog een lichte zeeg vertonen. Deze bolling kan worden uitgevlakt met een minimaal ca 30 mm dikke afwerklaag.

Een kanaalplatenvloer is een echte prefabconstructie. Het toevoegen van een zogenaamde druk- laag doet hieraan afbreuk. Toch wordt hier nog vrij vaak voor gekozen, maar dan veeleer met als doel de wapening te herbergen die moet dienen voor de constructieve samenhang (koppelwapening, ringwapening).

TT plaatvloeren

De dubbele T -plaat kan zeer grote overspanningen bereiken; standaard worden platen geleverd tot boven de 20 m. De laatste jaren moet de TT -plaat echter meer en meer het veld ruimen voor de kanaalplaat. Vooral de grotere constructiehoogte is hieraan debet; bij de TT -plaat moet worden gerekend op een $h = ca 1130 \cdot l$. Ook de niet-vlakke onderzijde is vaak een bezwaar bij het aansluiten van inbouwwanden.

TT-platen worden meestal geleverd met een nominale breedte van 2,40 of 1,80 met de ribben h.o.h. 1,20 of 0,90 m. De flens of spiegel wordt zeer dun uitgevoerd: van 50 mm indien de TT -plaat wordt voorzien van een druklaag tot 80 mm of meer indien deze in het werk gestorte laag achterwege blijft. Dit laatste

verdient de voorkeur, tenzij ook hier weer de aansluiting met andere constructiedelen en de hechtheid van het geheel noopt tot het aanbrengen van een constructieve opstort. Bij goede afwerking (afvlinderen) kan deze laag eventueel een extra afwerklaag overbodig maken.

Ook de TT -plaat heeft de neiging door de voorspanning op te kruipen. De onmiddellijk optredende zeeg kan aan de bovenzijde bij de niet van een druklaag voorziene TT-plaat worden genivelleerd door de flens van 80 mln aan de beide uiteinden uit te laten lopen tot 120 mln. Deze verdikking geeft tevens de mogelijkheid wapening voor de doorkoppeling in de kopeinden op te nemen.

Om het wisselen (= verschillend doorbuigen) tussen de platen te voorkomen en om met de elementen een schijf te kunnen vormen, worden de elementen aan elkaar gekoppeld door middel van drie of meer gelaste verbindingen.

De TT-platen kunnen ten behoeve van de oplegging worden voorzien van verschillende tandhoogten en tandvonnen; zo kan de stapelhoogte balkplaat worden beperkt.

Omgekeerde U plaatvloeren

De trogvonnige U-plaat vindt in Nederland relatief weinig toepassing. Recentelijk zijn echter de beide torens van de Delftse Poort te Rotterdam (resp. 100 en 150 m hoog) uitgevoerd met hiervoor speciaal ontworpen platen.

De omgekeerde U-plaat is enerzijds sterk vergelijkbaar met de TT -plaat (beide hebben ribben en een vergelijkbaar dunne spiegel), anderzijds met de kanaalplaat (zelfde soort langsvogen). De nominale breedte is 1,20 m.

Bronnen:

- Heinz Ronner : Decke und Boden
- Walter Meyer – Bohe : Baukonstruktion im Hochbau
- J.M.Gerrits : Draagconstructies