Decken-Hohlraumausbildungen im Hoch-, Tief- und Brückenbau

Autor(en): **Honegger, Heinz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **95 (1977)**

Heft 4

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73325

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Decken-Hohlraumausbildungen im Hoch-, Tief- und Brückenbau

Von **Heinz Honegger**, Wil ZH

Im Stahl- und Spannbetonbau finden aus statischen, konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen hohlraumausbildende Körper oder Schalelemente immer mehr Verwendung. Durch solche Hohlraumausbildungen werden beträchtliche Betonmassen eingespart, was – durch Gewichtsverminderung – der Tragfähigkeit der Konstruktion zugute kommt. Eine leichtere Tragkonstruktion verringert den Stahlbedarf und wirkt sich zusätzlich kostensparend auf Fundamente, Lager, Schalung und Rüstung aus.

Unter Berücksichtigung statischer und ästhetischer Forderungen unterscheidet man zwischen den nachfolgend genannten, wichtigsten Deckenhohlraumsystemen (Bild 1):

- Geschlossene Hohlraumschalungskörper (auch Verdrängungskörper genannt), welche innerhalb einer Decke im monolytischen Betoniervorgang angeordnet werden
- U- oder plattenförmige Schalungselemente (je nach Grösse mit Aussteifung), welche auf einer unteren, ebenen oder U-förmigen, vorbetonierten Platte aufgelegt werden und nach der zweiten Betonieretappe ebenfalls einen Hohlraum innerhalb der Decke bilden
- U-förmige Schalungselemente (nach unten offen und wenn notwendig ausgesteift) zur Ausbildung einer Rippendecke. Die einzelnen Stranglängen werden stirnseitig mit einem Deckel abgeschlossen und entweder auf eine Voll- oder eine Sparschalung verlegt sowie monolithisch einbetoniert
- Ausführung wie vorhergehend beschrieben, jedoch mit untergehängter, getrennter Decke abgedeckt, so dass die Rippen nicht mehr sichtbar sind
- Kastenförmige, quadratische oder rechteckige Schalkörper (nach unten offen) zur Ausbildung einer Kassettendecke. Diese Körper können ebenfalls entweder auf eine Voll- oder Sparschalung verlegt und monolithisch einbetoniert werden.

Auf Grund wirtschaftlicher Berechnungen (Anzahl der Schalungseinsätze) sowie der gewünschten Sichtflächen kann man zwischen den zwei Hauptarten von Hohlraumschalungen wählen:

- Einmaliger Einsatz durch verlorene und im Bauwerk verbleibende Schalkörper oder -elemente, wobei allfällige Sichtflächen (z.B. bei Rippen- oder Kassettendecken) durch die Schalung selber gegeben sind
- Einmaliger oder mehrmaliger Einsatz durch wiedergewinnbare Schalkörper oder Schalelemente mit resultierenden Betonsichtflächen.

Bei der Ausbildung von Deckenhohlräumen ist es wichtig, dass die Eckausbildungen nicht scharfkantig ausgeführt werden, da sonst Kerbspannungen entstehen können. Solche Kerbspannungen können zudem z.B. bei Brückendecken durch Haarrisse in Verbindung mit der Treibwirkung bei Frostbildung verstärkt werden und somit ernsthafte Gefahren für das Bauwerk selber darstellen. Auf Grund verschiedener Untersuchungen und Feststellungen darf diese Erscheinung besonders bei dynamisch belasteten Decken nicht vernachlässigt werden. Kerbspannungen werden vergleichsweise im Maschinenbau besonders beachtet.

Die Hohlraumschalung muss genügende Festigkeitseigenschaften, eine ausreichende Längssteifigkeit sowie hohe zulässige Scheitellasten bei kleinstmöglichen Verformungen aufweisen. Dabei ist neben dem eigentlichen Schalkörper bzw. Schalelement der Ausführung von Aussteifungen, Distanzier-

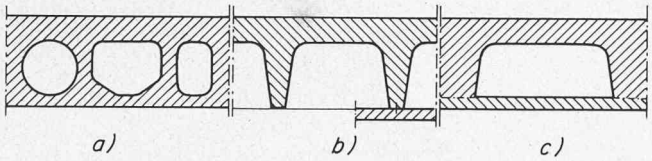


Bild 1. a) Geschlossene Hohlraumausbildung durch monolithischen Betonierungsvorgang; b) Kassetten- oder Rippendeckenausbildung in Sichtbeton oder mit untergehängter Decke; c) geschlossene Hohlraumausbildung mit vorbetonierter Betonplatte (zwei Etappen)

Bild 2. Geschlossene Hohlräume in einer Brückenplatte

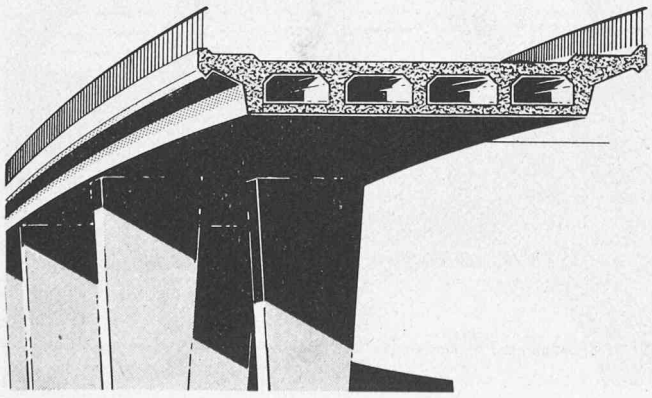
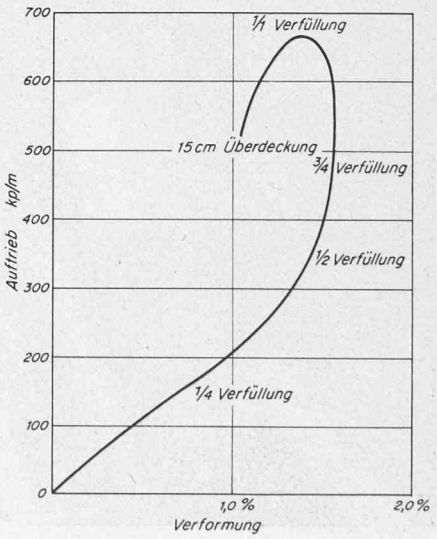


Bild 3. Auftriebskraft und Verformung eines Rohres von 700 mm Durchmesser in Funktion des Verfüllungsgrades



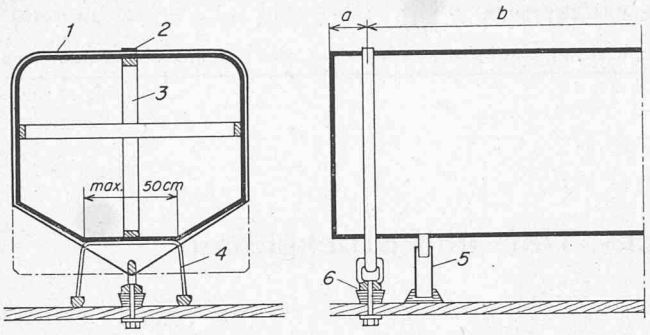


Bild 4. Hohlkörperbefestigung. a Randabstand, b Befestigungsabstand

1 Kistenband
2 Verschlussschnalle
3 Kantholz-Aussteifung
4 Distanzbügel
5 Entlüftungs- und Entwässerungsstutzen
6 Verankerungsschnalle

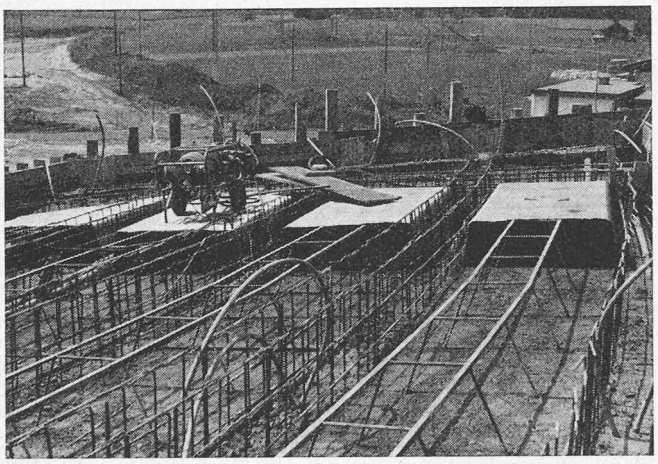
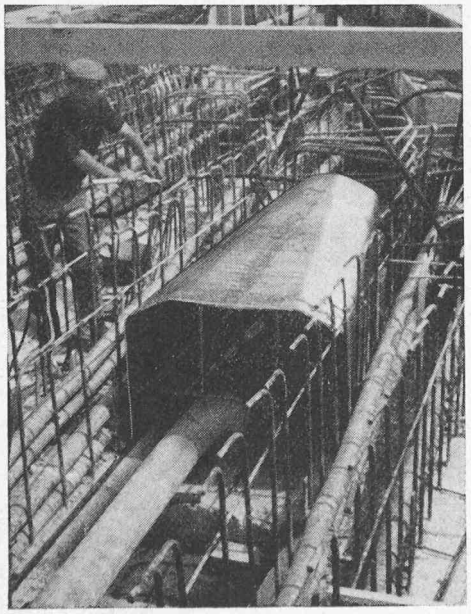


Bild 5. Quer- und Vertikalaussteifungen nehmen den Betondruck auf die Schalungswände und Decken auf

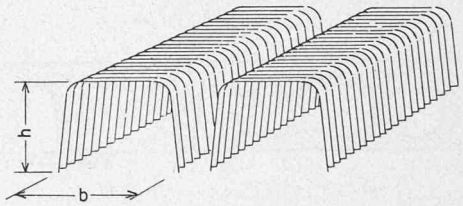
Bild 6. Konische Ausbildung der Schalungsenden



und Auflagerungsvorrichtungen, Drängleisten (Fixierung der Seitenlage) sowie Auftriebssicherungen grosse Beachtung zu schenken. Nur durch eine grosse Formtreue wird der Beton im Bereiche der Schalung nicht durch Quell- und Elastizitätswirkungen während des Abbindevorganges gestört.

Hohlräume innerhalb von Decken

Neben rohrförmigen Hohlraumkörpern können auch rechteckige, vieleckige oder quadratische Profilformen eingesetzt werden, Bild 2. Die Ecken solcher Körper werden entweder mit genügend grossen Radien oder Vouten so ausgebildet, dass der Beton sicher unter diese Körper einvibriert werden kann. Geschlossene Hohlraumschalungskörper werden monolytisch einbetoniert und dadurch den Auftriebskräften sowie dem Druck des Betons ausgesetzt. Der theoretisch reibungslose Auftrieb ist zum Beispiel bei einem Verdrängungsrohr von 1000 mm Durchmesser und 1000 mm Länge 1,9 Mp bei einem spezifischen Gewicht des Betons von 2,4 t/m³. Bei solchen Hohlraumkörpern wurde durch Versuche ermittelt, dass rund 75% des verdrängten Betongewichtes als Auftrieb wirksam sind, siehe Bild 3. Erst bei entsprechender Überdeckung in den Scheitellagen wird der Auftrieb verringert, wobei jedoch die Beanspruchung der Seitenflächen der Verdrängungskörper unverändert gross bleibt. Zur Aufnahme dieser Kräfte müssen die Auftriebssicherungen unter Einhaltung der erforderlichen Rand- und Zwischenabstände sorgfältig verankert werden. Bei Nichtbeachtung dieser Forderung können Schadenfälle dadurch entstehen, dass der Verdrängungskörper nach oben «schwimmt» und die statischen Werte verändert. Besondere Vorsicht ist deshalb bei Befestigung an der unteren Armierung und bei schichtweisem Betoniervorgang gegeben. Die Bauaufsicht muss diesem Vorgang besondere Beachtung schenken. Als sichere Lösung kann das aus der Praxis entwickelte System *Honel* bezeichnet werden, da die Körper durch Kistenbänder über eine Verankerungsschnalle und einen verlorenen, betongrauen Distanzkonus durch die untere Schalung verankert werden. Die Ver-



Bilder 7 und 8 unten. Verlorene Schalung in Stahlblechausführung

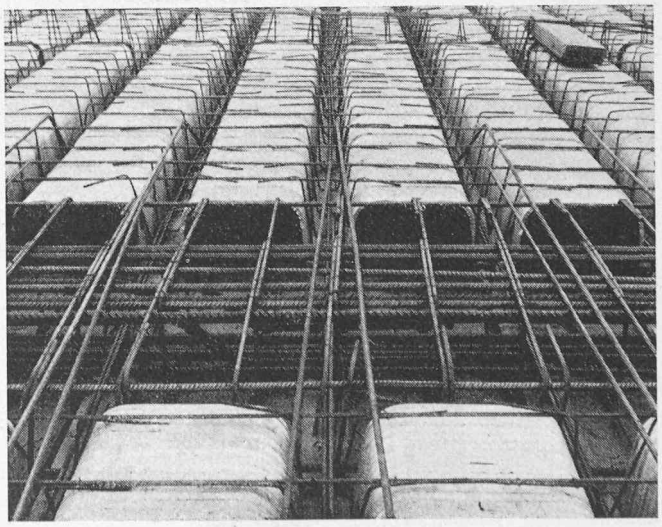
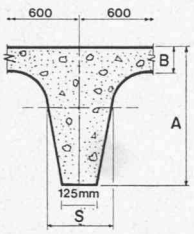


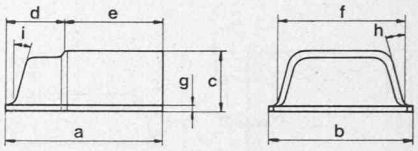
Tabelle 1. Technische Daten und Abmessungen der wiedergewinnbaren Rippendecken-Schalungselemente



Technische Daten der Stahlbeton-Rippendecken

c	A	B	S	Gew. kg/m²	Beton Vol. m³/m²
	225	50	165	236	0,098
	250	75	168	296	0,123
175	275	100	173	356	0,148
	300	125	178	416	0,173
	325	150	182	476	0,198
	300	50	178	296	0,123
	325	75	182	356	0,148
250	350	100	187	416	0,173
	375	125	190	476	0,198
	400	150	195	536	0,223
	375	50	190	366	0,152
	400	75	195	425	0,177
325	425	100	200	484	0,201
	450	125	205	544	0,226
	475	150	208	606	0,252
	450	50	205	440	0,183
	475	75	208	500	0,208
400	500	100	212	560	0,233
	525	125	217	620	0,258
	550	150	222	680	0,283

Technische Daten der Rippendecken-Schalkörper

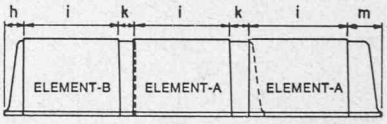


Masstabelle

Honel-Type	a	b	c	d	e	f	g	h	i
453/175			175						
453/250	750	525	250	186	564	475	25	10°	7°
453/325			325						
453/400			400						

Beispiel eines Rippenschalungsstranges mit zwei A-Elementen und einem B-Abschlusselement
(Typenbezeichnung mit Index A oder B)

i = 564 mm
k = 0–100 mm
m = 186 mm
h = 85 mm



spannung erfolgt durch ein Rundeisen mit Gewinde und Schloss oder Gewindemutter. Vor dem Ausschalen wird das Schloss oder die Gewindemutter mit dem Rundeisen entfernt. Nach dem Ausbau der unteren Schalung werden die kleinen Bohrungen in der Sichtfläche des Distanzkonen mit betongrauen Stopfen verschlossen, Bild 4.

Bei der Verwendung von U-förmigen Schalungselementen auf vorbetonierten Platten entsteht kein Auftrieb. Hingegen muss der Betondruck auf die seitlichen Wände sowie auf die Schalungsdecke zusätzlich durch Quer- und Vertikalaussteifungen aufgenommen werden, siehe Bild 5. Um ein Verschieben der Hohlraumschalung während des Betoniervorganges zu verhindern, wird diese örtlich befestigt.

Als besonders wirtschaftliche und robuste Lösung kann die verlorene Schalung (Honel-Wefa) in Form eines gesickten, dünnwandigen Stahlbleches (0,6 mm dick) bezeichnet werden. Dieses Schalblech kann in vielen Profilformen mit Eck-Vouten oder Radien gefertigt werden. Diese Schalungsart kann nicht durch Witterungseinflüsse gefährdet werden (Baustellenlagerung im Freien), ist widerstandsfest gegen den rauhen Baubetrieb (kratzen, aufreissen usw.) und trittfest für Eisenleger usw. Im Gegensatz zu den verlorenen Holzschalungen besteht hierbei keine Gefahr, dass durch sich bildende Humussäure die Eisen- und Spannglieder angegriffen werden können. Je nach Grösse der Bauhöhe und -breite kann entweder eine verlorene oder wiedergewinnbare Aussteifung eingebaut werden.

Eine Korrosion an der Berührungsfläche des Schalbleches mit dem Beton erfolgt nur bis der Beton abgebunden hat. Sie wird ausserdem durch den Luftabschluss und die Basizität des Betons verhindert. Nach dem Abbinden des Betons tritt nach *H. Remy* (Lehrbuch der anorganischen Chemie, Band I) keine weitere Korrosion auf, das Eisen wird im Gegenteil vor weiterem Verrosten bewahrt. Die Korrosion im Inneren der Stahlblech-Hohlraumkörper oder -Elemente wird von allfällig eingedrungenem Wasser oder Kondensat in Verbindung mit Sauerstoff und Kohlendioxid (aus der eingeschlossenen Luft) bewirkt. Bei einem Hohlraumkörper von 1 m³ Rauminhalt, in dem mindestens 10 ml Wasser eingeschlossen sind, können höchstens 66,5 g Eisen durch Korrosion zerstört werden. Bei einem Überschuss von Wasser bzw. Sauerstoff, d. h. wenn am Ende der Reaktion eine dieser Komponenten noch allein vorhanden ist, tritt Passivierung und keine weitere Korrosion auf.

Bei der Ausbildung der Widerlager bei Brückentragwerken sind zur Unterbringung der Spannköpfe grössere

Bild 9. Wiedergewinnbare Rippendeckenschalung

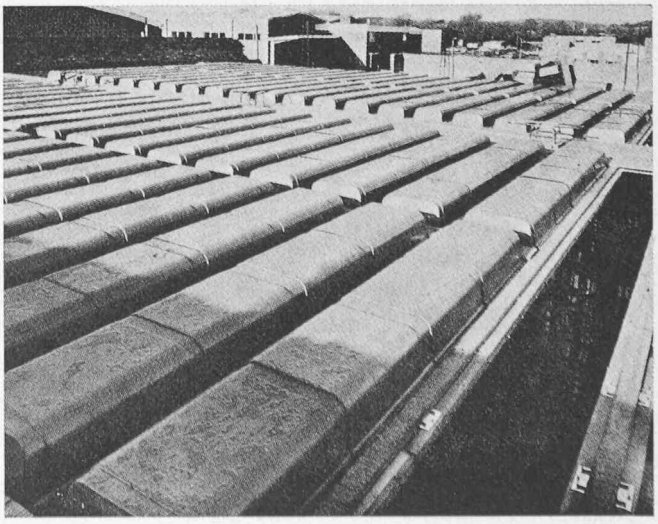
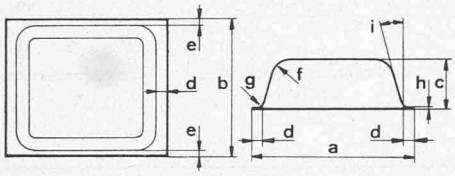


Tabelle 2. Technische Daten und Abmessungen der wiedergewinnbaren Kassettendecken-Schalungselemente

Abmessungen der Kassetten-Schalkörper



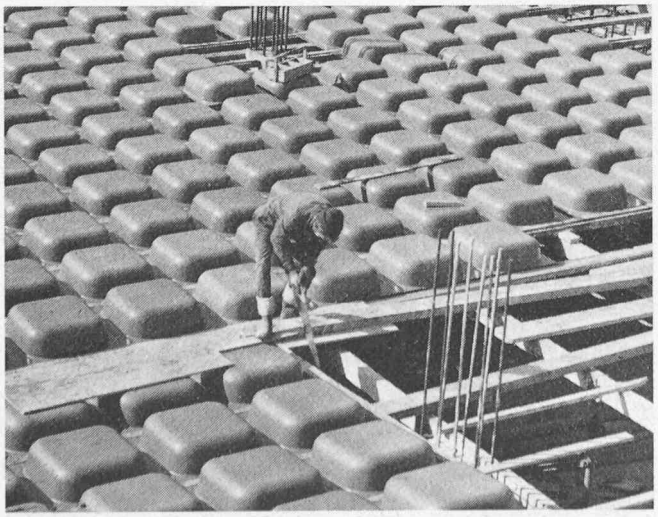
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	800	725	200 300 400	64	25,4	88	19	19	10,5°
	900	825	225 325 425	64	25	100	25	25	11°

Format a × b	mm	800 × 725			900 × 825		
Tiefe	mm	200	300	400	225	325	425
Farbe		hellbraun	schwarz	grün	schwarz	schwarz	schwarz
Gewicht	kg	5	5¾	7¼	9,300	11,400	13,400
Grundfläche	m²	0,58	0,58	0,58	0,7425	0,7425	0,7425
Type	Honel	451/200	451/300	451/400	452/225	452/325	452/425

Betonmengen, Gewichte und Kassetten-Deckenabmessungen

Kassetten-grösse mm c × a × b	Durchschnitt-liche Rippen-breite in mm	Volumen des Leerraumes pro Kassette m³	Volumen des Leerraumes pro Fläche der Decke per m²/m³	Höhe des Druckbetons d in mm	Gesamthöhe d in mm	Eigengewicht kg/m²	Beton-volumen m³/m²
200/800/725	165	0,0765	0,120	50 75 100	250 275 300	313 373 433	0,130 0,155 0,180
300/800/725	190	0,107	0,167	50 75 100	350 375 400	440 500 560	0,183 0,208 0,233
400/800/725	210	0,135	0,211	50 75 100	450 475 500	575 635 695	0,239 0,264 0,289
225/900/825	170	0,116	0,143	50 75 100	275 300 325	317 377 437	0,132 0,157 0,182
325/900/825	190	0,158	0,195	50 75 100	375 400 425	432 492 552	0,180 0,205 0,230
425/900/825	210	0,194	0,240	50 75 100	475 500 525	564 624 684	0,235 0,260 0,285

Bilder 10 und 11. Wiedergewinnbare Kassettendecken-Schalkörper aus Kunststoff bei der Montage



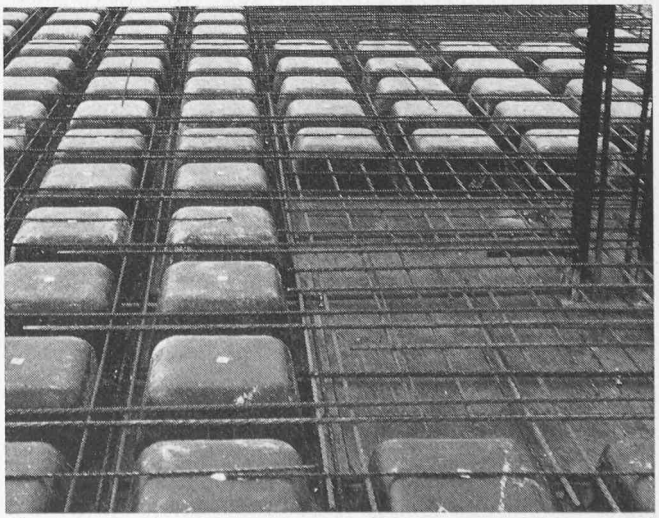


Bild 12. Die Kassettendecke kann zur Aufnahme von Beleuchtungskörpern herangezogen werden

Betonquerschnitte erforderlich, die durch eine konische Ausbildung der Innenschalung erzielt werden. Die konische Ausbildung der Enden kann sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung erfolgen, und zwar unter Beibehaltung der Voutenbildung, siehe Bild 6. Die Enden der Hohlkastenstränge können bei schiefen Brücken durch entsprechend ausgebildete Deckel geformt werden.

In Brücken-Hohlraumausbildungen können Entwässerungsrohre und andere Leitungsarten untergebracht werden. Dies sollte jedoch nur dann angeordnet werden, wenn diese Hohlräume über Einstiegsluken oder Durchschlupföffnungen in den Querträgern begehbar ausgebildet worden sind und dadurch eine Kontroll- und Wartungsmöglichkeit geschaffen wurde. Zugleich muss im Boden solcher Hohlräume ein Entwässerungsrohr mit Tropfnasenring eingebaut werden, um im Falle von Leitungsbrüchen eine Entwässerung aus dem Hohlkasten zu gewährleisten. Dieses Rohr dient zudem für die Ent- und Belüftung solcher Hohlräume. Im übrigen sollte man auch bei nicht zugänglichen Hohlraumausbildungen solche Entwässerungsstutzen einbauen.

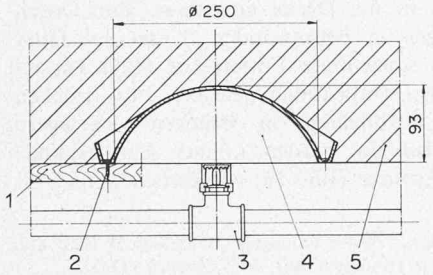


Bild 13. Aussparungskörper mit Sprinkler

1 Schalung
2 Stahlstift
3 Sprinkler
4 Kunststoff-Aussparungstopf
5 Decke

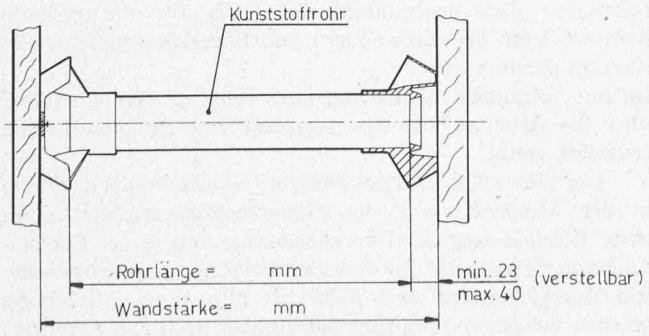


Bild 14. Futterrohr mit Haltekonen

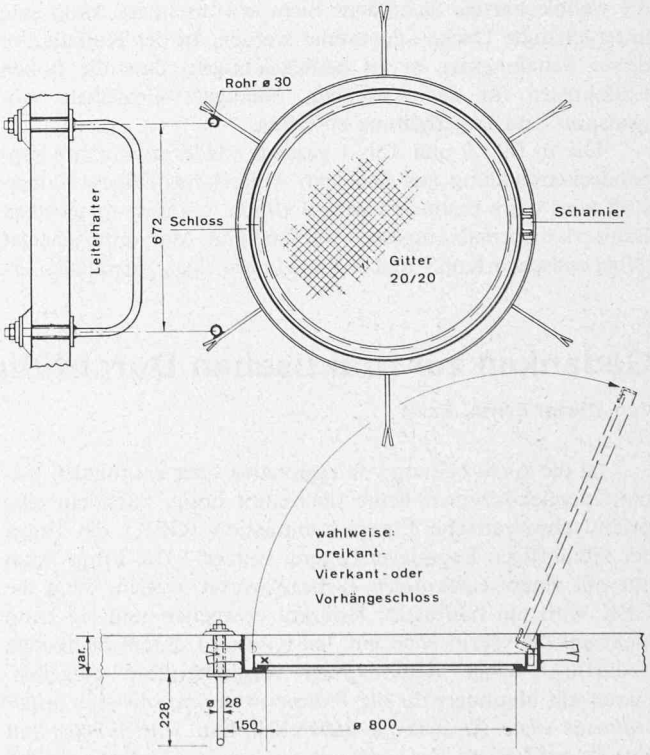


Bild 15. Hohlkasten-Einstiegluke, Hauptabmessungen

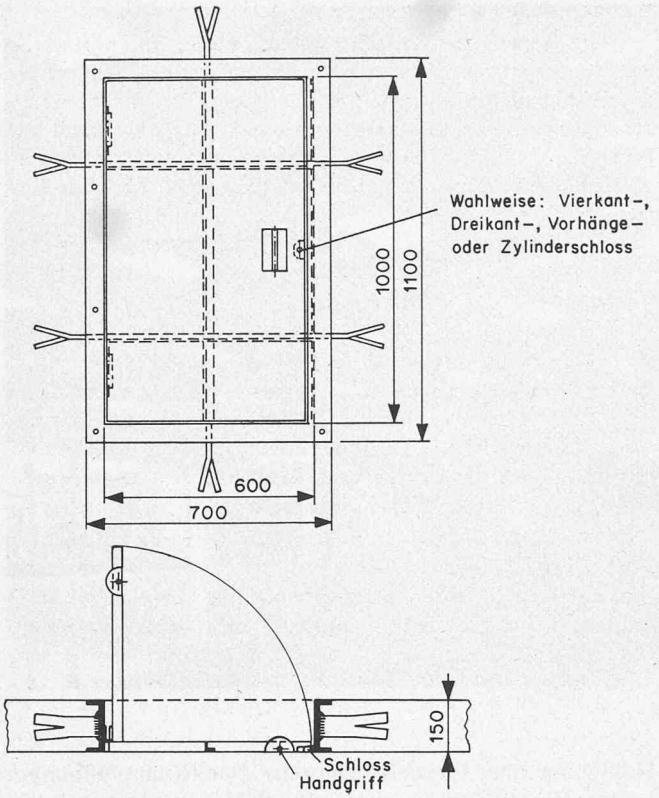


Bild 16. Einstiegtüre, Hauptabmessungen

Rippendecken

Für die Erstellung einer Rippendecke werden die Schalkörper entweder auf eine Voll- oder eine Sparschalung verlegt. Bei Fertigdecken (z. B. Filigran) werden diese in Verbindung mit Fertigträgern einbetoniert. Als verlorene Schalung kann hier wiederum die gesickte Stahlblechausführung (siehe Bilder 7 und 8) angewandt werden. Sofern aus ästhetischen Gründen die wellblechartige Sichtfläche nicht erwünscht ist, kann eine untergehängte Decke angeordnet werden. In der Kalkulation dieser Schalungsart ist zu berücksichtigen, dass die hohen Lohnkosten für das Ausbauen, Reinigen, Umsetzen, Abtransport und Lagerhaltung entfallen.

Die in Bild 9 und Tab. 1 gezeigte wiedergewinnbare Rippendeckenschalung aus flexiblem widerstandsfähigem Kunststoff wird dann besonders wirtschaftlich, wenn sie im gleichen Bauwerk mehrmals eingesetzt werden kann. Man unterscheidet dabei zwischen Kopf- und Mittelstücken. Das Ausschalen erfolgt mit einem einfachen Abdrückeisen. Dabei ist zu beachten, dass aus Gründen der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Beton und Kunststoff PE nach einer Abkühlungsphase (Nacht) am folgenden Morgen die Körper leicht auszubauen sind.

Kassettendecken

Die in den Bildern 10, 11 und in Tab. 2 gezeigten wiedergewinnbaren Kassettendecken-Schalkörper werden aus einem flexiblen und widerstandsfähigen Kunststoff hergestellt und sind in verschiedenen Grössen lieferbar. Neben quadratischen Formaten sind auch rechteckige Kassetten lieferbar, welche auf einer Seite 75 mm kürzer als auf der anderen ausgeführt sind. Dadurch können sie zwischen den Hauptbalken weggenommen werden, ohne die Abstützung zu beeinträchtigen. Jede Kassettentiefe ist durch eine besondere Farbe gekennzeichnet. Diese Körper können mit oder ohne Putzträger verlegt werden. Das besonders für dieses System entwickelte Stützsystem lässt ein einfaches und rationelles Ein- und Ausschalen zu. Durch den Doppelkopfnagel können die Schalkörper schon nach drei Tagen, ohne dass die Hilfsjoche entfernt werden müssen, mit Druckluft ausgeschalt werden. Die Hilfsjoche können bis zum endgültigen Abbinden des Betons stehenbleiben.

Die kreuzweise Spannrichtung von Kassettendecken ergibt eine wesentliche Einsparung von Beton und Stahl gegenüber anderen Deckenkonstruktionen. Gleichzeitig erfüllt die Kassettendecke auch ästhetische Forderungen und kann zur Aufnahme von Beleuchtungskörpern (Bild 12) herangezogen werden. Sie kann auch mit Lichtkuppeln kombiniert werden.

Durch die Möglichkeit, diese Körper ineinander zu stapeln, sind auch geringe Lagerflächen notwendig. Das geringe Eigengewicht der Körper ermöglicht ein leichtes und dadurch schnelles Verlegen. Dank der glatten Kunststoffschalflächen werden saubere, glatte Betonoberflächen erzielt.

Andere Aussparungskörper

Der Aussparungskörper (Bild 13) wird im Zusammenhang mit Feuerlöschanlagen in Garagen, Warenhäusern usw. über den Sprinklern in die Decke eingebaut. Zur Durchführung von Leitungen in Betonwänden, Unterzüge Querträgern usw. werden sogenannte Futterrohre (Bild 14) mit beidseitig angeordneten Haltekonen geliefert. Für Brückenhohlkasten oder Kontrollgänge in Brücken-Widerlagern, welche begehbar ausgebildet werden, können Einstiegsluken (Bild 15) oder Einstiegstüren (Bild 16) vorgesehen werden.

Adresse des Verfassers: *Heinz Honegger*, Wendelbuck 323, 8196 Wil (ZH), in Firma Heinz Honegger AG, 8427 Rorbas (ZH).

Gedanken zur praktischen Durchführung regionaler Energiekonzepte

Von **Dieter Ernst**, Basel

Ist die Ausarbeitung von regionalen oder kantonalen Gesamtenergiekonzepten heute überhaupt nötig, nachdem eine gesamtschweizerische Energiekommission (GEK) die Frage der zukünftigen Energieversorgung studiert? Die Frage kann nur mit einem eindeutigen Ja beantwortet werden, denn die GEK wird ein nationales Konzept erarbeiten und sie kann nicht auf die spezifischen und teilweise sehr unterschiedlichen Bedürfnisse einer Region oder Agglomeration eingehen. Dieses gilt besonders für die *Wärmeversorgung*, die sich *bisher praktisch ohne Zielsetzung* entwickelt hat. *Das Warten auf eine Patent-Lösung, das vielerorts zu einer Untätigkeit verleitet, bringt auch in Zukunft keine Problemlösung*. Nur eine *lokale energiewirtschaftliche Aktivität*, unter Berücksichtigung der bekannten Zwischenresultate der GEK für die gesamte Schweiz, kann den Einwohnern und Energiekonsumenten in Zukunft dienlich sein.

Im nun folgenden möchte ich kurz einen groben Überblick über die Arbeiten, die eine regionale Energiekonzeptstudie erfordert, geben.

Die Ziele eines Energiekonzeptes bestehen unter anderem in der *Minimalisierung* des Gesamtenergieverbrauches, in einer *Verminderung der Umweltbelastung* und in der Erarbeitung von Grundlagen für eine *kantonale Energiegesetzgebung*. Ein Energiekonzept darf nicht als allgemeine Alibiübung gesehen werden, bei welcher die Studien nach zur Kenntnisnahme abgelegt werden, sondern es sind ganz konkrete und