

Im Anlagenbau dazu gehören Chemische, Gas und Petrochemische Anlagen sowie Kraftwerke arbeiten verschiedenen Fachdisziplinen nebeneinander und bauen aufeinander auf. Vertreter aus Bauwesen, Maschinenbau und Elektrotechnik sind gefordert Abhängigkeiten zeitgerecht zu erkennen und sind in Planung und Bauablauf zu integrieren.

Bereits in der Phase der Fundamentierung ist der Bau oder im Fachjargon „the Civil“ gefordert Bauteile aus Maschinenbau und Elektrotechnik zu berücksichtigen. Für den Maschinenbau sind dies meistens schwere Anker, Ankergruppen oder Schubtaschen, für die Elektrotechnik große Kabelleerrohre und Erdungen. Es ist zu Empfehlen bereits im Rahmen der Planung insbesondere der Bewehrung Anker und Leerrohre zu berücksichtigen. Nicht selten müssen Kollisionen zwischen Einbauteilen und Bewehrungsführung umständlich auf der Baustelle gelöst werden. Dieser Mehraufwand, da nie berücksichtigt, will stets kostenintensiv vergütet oder benachtragt werden.

Einbauteile und Bewehrung

Planerisch umfasst ein typisches Fundament oder eine Bodenplatte im Anlagenbau einen Schalplan, einen Bewehrungsplan, einen Erdungsplan und ggf. einen gesonderten Ankerplan wenn nicht bereits im Schalplan berücksichtigt. Gute Bewehrungsplaner geben Vorgaben um Aussparungen, Anker oder Kabelleerrohre in den Bewehrungskorb einzubeziehen. Entweder durch eine sehr detaillierte Bewehrungsführung oder indem Bewehrung einfach ausgespart werden darf, da der Bewehrungsgrad entsprechend höher angesetzt wurde. Andernfalls muss, sofern die Bewehrung vor Ort geschnitten werden muss, „ausgelagert“ werden, d.h. der Verlust an statischem Querschnitt muss wieder ersetzt werden. Dies führt nicht selten zu einem unzulässig dichten Maschennetz an Bewehrungsstäben, da der Mindestabstände zwischen den Stäben nicht mehr eingehalten werden kann. (Abb.1)

ANKER

Besonderheiten beim Einbau der Anker

In Maschinenfundamenten für den Anlagenbau kommen verschiedene Ankersysteme zum Einsatz. Die Anker sind die Schnittstellen zum Maschinenbau. Der Maschinenbau fordert eine Toleranz die oft Millimeterbereich liegt. Die Aufgabe des Civil besteht darin diese Toleranz zu gewährleisten. In der Praxis müssen beispielsweise 1,5m große Ankerstäbe oder Ankerstabgruppen in einem 3m hohen Fundament so fixiert werden dass diese vor und während des Betonierens unverrückbar fest sitzen.

Ungeeignet sind Fixierungen am Bewehrungskorb selbst mittels Schweißblaschen. Zum einen sind Schweißungen und wenn auch nur Punktschweißungen an der Bewehrung als auch an den Ankern unzulässig und zum anderen ist der Bewehrungskorb nicht stabil genug und könnte sich während der Betonage durch den Betoneinbau mittels Pumpe oder durch Arbeiten mit der Betonrüttelflasche verschieben. Gewindeanker höherer Güteklassen sind aus Legierungen mit kohlenstoffhaltigen Anteilen die durch Hitzeintrag ihr Gefüge ändern und rasch Ihre Festigkeiten verlieren.

Ebenso ungeeignet sind Ankerfixierungen an der Schalung, da diese auch nicht als ausreichend stabil angenommen werden können.

Die nachfolgend beschriebene Methode stellte sich, nach einer Reihe von Beobachtungen auf verschiedenen Baustellen, als die beste heraus. Zunächst sollte die einzubauende Sauberkeitsschicht auf dem Gründungsniveau etwa 10cm betragen zur späteren Befestigung von Betondübeln. Vorab sollte der örtliche Vermesser die Lagepunkte auf der Sauberkeitsschicht markieren. Um die Ankergruppe untereinander möglichst passgenau einzubauen werden sie mittels Kopf- und Fußschablone an einem mindestens 10mm starken, vor gebohrtem Stahlblech fixiert. Eine Unterkonstruktion Bild.2.3, 2.4, 1.3 zur Aufnahme der Anker-Schablonengruppe oder Ankerbox wird auf der Sauberkeitsschicht mittels Dübel befestigt. Eine Detailzeichnung erleichtert sowohl dem Vermesser als auch dem Stahlbau vor Ort die Arbeit. Die Stahlplatten der Unterkonstruktion sollten an den Rändern ins Metall

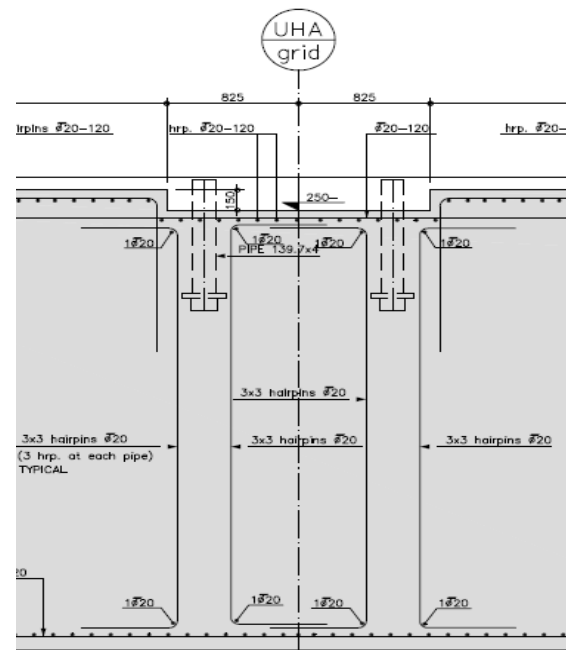


Abb. 1 Planausschnitt Rückhängebewehrung zur Weiterleitung der Lasten and den Fundamentgrund.

eingeschlagene Markierungen ausweisen um dem Vermesser die Findung der Schwerpunkte zu erleichtern. Nun Beginnen die Bewehrungsarbeiten. Man baut die Bewehrungslagen um den Anker herum und fügt die Zulagebewehrung um die Anker zu mit deren Hilfe die Kräfte zum Fundamentfuß weitergeleitet werden *Abb. 1*. Nachdem die letzte Bewehrungslage eingebaut wurde wird der Vermesser die Einbaugenauigkeit noch einmal überprüfen und gegebenenfalls die Anker nachrichten lassen. Es ist ratsam ein Messprotokoll vor und nach dem Betonieren als Übergabedokument für den Maschinenbauer zu führen. Es hat sich in der Praxis als nützlich erwiesen Ankerdurchmesser $\leq 20\text{mm}$ besser nachträglich mittels Klebeanker einzubinden.

Ankertypen

1) **Gewindebolzenanker** Bild 1.1-1.3



Bild 1.1 Gewindebolzenanker mit Schablone und Fußplatte

Bild 1.2 Gewindebolzenanker verzinkt



Bild. 1.3 Unterkonstruktion zur Aufnahme von Gewindeanker.

2) **Hammerkopf Anker** zur Aufnahme sehr großer Ankerlasten. Ein in Beton eingelassener Zylinder mit geschlitzter Fußplatte durch welche später der T-Anker durchgesteckt und anschließend um 90° verschwenkt wird. Die Verbundwirkung erfolgt durch vergießen mit Vergussestrich. Die Ankerbox wird vorab in den Beton eingebaut. Größere haben bis zu 12 Zylinderzellen. (*Abb. 2*)

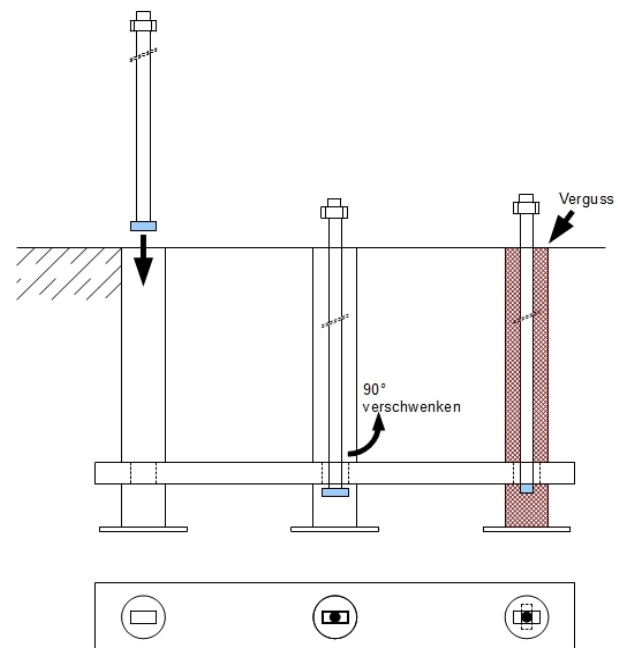


Abb. 2 Einbau Hammerkopf Anker in Ankerbox



Bild 2.1 Ankerboxen auf der Palette



Bild 2.3 Unterkonstruktion zur Aufnahme der Ankerbox



Bild. 2.5 Montage Stahlstütze mit Hammerkopf Anker

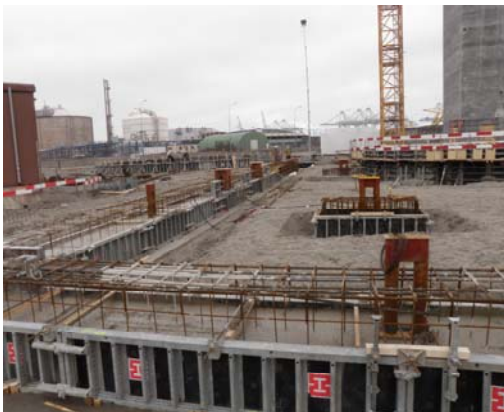


Bild. 2.2 Ankerboxen im Fundament



Bild 2.4 Fixierte Ankerboxen an Unterkonstruktion. Vermesser bei der Kontrollmessung.

3) **Ankerplatten** zur anschließenden Schweißbefestigung mit angeschweißtem Ankerbolzen *Bild 3.1* oder Bewehrungsstab. Die Stahlplatte sollte mit vier vorbohrten Löchern in den Ecken ausgeführt sein, um ein Befestigen an der Schalung zu ermöglichen. Ist ein Befestigen an der Schalung nicht möglich und Schweißen an der Bewehrung nicht zulässig, müssen konstruktive Hilfsstäbe in den Korb und ggf. auch an der Ankerplatte selbst eingeflochten werden, an welchen letztlich nun Schweißungen zugelassen sind. Wird die Ankerplatte horizontal, beispielsweise in einer Bodenplatte oben liegend eingebaut, kann eine gute Befestigung ebenfalls mittels Hilfsstäbe an der Ankerplatte erfolgen *Bild 3.2*. Die Hilfsstäbe dienen gleichzeitig zur Höhenfixierung.



Bild 3.1 Ankerplatte mit neun Kopfbolzen



Bild 3.2 Ankerplatte auf Oberseite einer Bodenplatte

4) **Schraubanschlüsse** finden Verwendung als Anschlussbewehrung oder auch als Ankeranschluss. Die Systeme müssen bauaufsichtlich zugelassen sein.



Bild 4.1 Bewehrungsschraubanschluss gerade und gebogen



Bild 4.2 Variante zweier Schraubanschlüsse mit Schablone

Verzinkte Anker

Anker insbesondere aus rohem nichtverzinktem Stahl sollten zum Schutz vor Witterung einen temporären Schutzanstrich erhalten um ihn vor Flugrost zuzuschützen. Muttern verzinkter oder grundierter Ankerstäbe müssen unbedingt aufeinander abgestimmt sein. Verzinkte Muttern haben vor dem Verzinken tiefere Gewinde damit aufgrund der aufragenden Zinkschicht ein aufschrauben der Muttern möglich ist. Zunehmend kommen mehrfach beschichtete Ankersysteme anstatt verzinkter zum Einsatz. Beschichtungen haben gegenüber Verzinkung den Vorteil, dass Beschädigungen infolge Transports und Montage, auf der Baustelle besser repariert werden können. Beschädigungen galvanisch verzinkter Ankerstähle hingegen lassen sich nur noch durch Flüssigzink nachbearbeiten. Durch Flüssigzink reparierte Schadstellen sind für den dauerhaften Rostschutz nur bedingt geeignet und sind in aggressiver Umgebung nach kurzer Zeit korrodiert.

Besonderheiten für die Kalkulation

Es gibt die verschiedensten Vertragsvarianten wie die Abrechnung von Ankersystemen und deren Einbau erfolgen kann. Im Einheitspreis Vertrag sollte der Aufwand für die Unterkonstruktion berücksichtigt werden. Der Bedarf an Vermessungsarbeiten im Anlagenbau ist überdurchschnittlich und sollte in die Kalkulation einfließen. Man kann durchaus ein Vermesserteam mit zwei Mann täglich über die gesamte Bauzeit berücksichtigen.

Work Method Statement (Bauverfahrensbeschreibung)

Im internationalen Anlagenbau sind Work Method Statements vertraglich vereinbart und sind vor Ausführung der entsprechenden Arbeiten dem Bauherrn zu überreichen. Das WMS beschreibt detailliert die Arbeitsschritte, die eingesetzten Materialien und analysiert die Gefahren die durch diese Arbeiten entstehen. Es dient der Arbeitssicherheit und der Qualitätssicherung, und ist umfassender als eine Montageanleitung. Es wird durch die Bau überwachende Instanz geprüft und kann ggf. ergänzt werden. Im Allgemeinen müssen alle anstehenden Gewerke durch ein WMS belegt werden. Das WMS dient der Bauherrenseite die Qualität und die Arbeitssicherheit im Vorfeld und nicht zuletzt im Bauprozess sicherzustellen.

Für die Ankermontage sind Aspekte der Toleranz hinsichtlich der Lagesicherung und Vermessungsprozeduren deutlich zu beschreiben. Ebenso ratsam sind Festlegungen inwieweit ergänzende Schweißungen und unter welchen Bedingungen diese auf der Baustelle zulässig sind.

release	Date	Item	Name
1st release	15.08.2010		M. Hartmann
2nd release	20.10.2010	Themen getrennt, Bild Hammerkopf Anker ergänzt	M. Hartmann