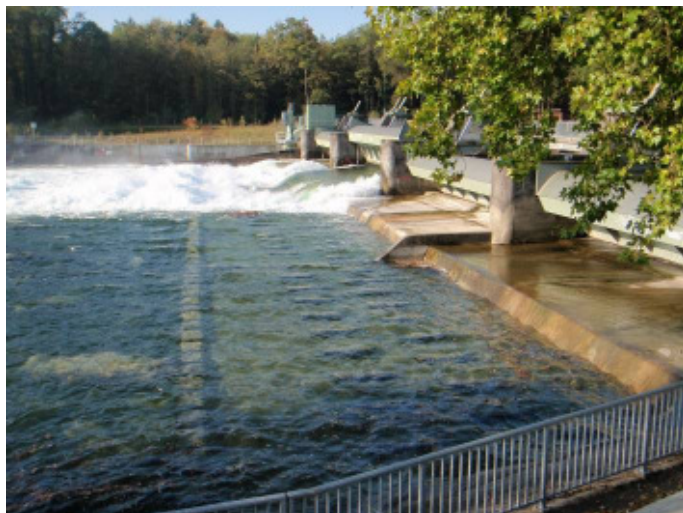


Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau Aarau /AG

Geologisch-geotechnischer Bericht Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm



Baden, 23. Dezember 2009

Bauherrschaft: IBAarau Kraftwerk AG, Obere Vorstadt, 5000 Aarau
Bauingenieur: IUB Ingenieur-Unternehmung AG, Thunstrasse 2, 3005 Bern

INHALT

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Einleitung und Auftrag	4
1.2	Projektunterlagen	4
1.3	Ältere Untersuchungen	4
1.4	Ausgeführte Arbeiten	4
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	7
3	BEREICH WEHR/DOTIERZENTRALE	8
3.1	Angetroffene Untergrundverhältnisse	8
3.2	Wasserverhältnisse	9
3.3	Bautechnische Verhältnisse	12
3.4	Dachwasserversickerung	18
4	BEREICH DAMM	19
4.1	Angetroffene Untergrundverhältnisse	19
4.2	Wasserverhältnisse	19
4.3	Bautechnische Verhältnisse	21

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	6
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Bereich Dotierzentrale	13
Tabelle 3:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Bereich Wehr und Tosbecken	13
Tabelle 4:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	22

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte 1:25'000 (Quelle: UVB Hauptuntersuchung, Regionales Grundwasser-Strömungsmodell)	9
Figur 2:	Ganglinien des Grundwasserspiegels in der Grundwasserfassung der ARA Schönenwerd, Oktober 2006–2009	10
Figur 3:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)	15
Figur 4:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)	16
Figur 5:	Ganglinien von Grundwasserspiegel und Temperatur in der Grundwassermessstelle 09-5	20

BEILAGEN

Bereich Wehr / Dotierzentrale

- Beilage 1: Situation 1:500, Lage der Sondierungen
- Beilage 2: Profil A 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 3: Profil B 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 4: Profil C 1:200/100, geologisch bearbeitet

Bereich Damm

- Beilage 5: Situation 1:500, Lage der Sondierungen
- Beilage 6: Profil D 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 7: Kernbohrungen Nr. 09-1, 09-2 und 09-5, 1:100
- Beilage 8: Rammsondierungen Nr. 09-50 bis 09-52, 1:100
- Beilage 9: Untersuchungsergebnisse Erdbaulabor

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Die IBAarau Kraftwerk AG plant die Erneuerung des bestehenden Kraftwerks Aarau. In diesem Zusammenhang waren u.a. im Bereich des bestehenden Wehres der geplanten Dotierzentrale und der Dämme geologische Baugrunduntersuchungen durchzuführen, was gemäss Vorschlag der Dr. Heinrich Jäckli AG vom 3. Juni 2009 mit Hilfe von Kernbohrungen und Rammsondierungen erfolgte. Den entsprechenden Auftrag erteilte die IBAarau Kraftwerk AG mit schriftlichem Vertrag vom 9. Juli 2009.

1.2 Projektunterlagen

Die IUB Ingenieur-Unternehmung AG stellte vom Bauprojekt folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- [1] Situation 1:2'000, Plan-Nr. 14.50536.31.011a, 7.1.2009.
- [2] Situation 1:200 und Schnitt 1:100, Plan-Nr. 14.5053631.013a, 7.1.2009.
- [3] Situation 1:200 und Schnitt 1:100, Plan-Nr. 14.50536.31.014a, 7.1.2009.

1.3 Ältere Untersuchungen

In der Umgebung des Projektareals sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchungen zur Verfügung:

- [4] Dr. Heinrich Jäckli AG (28. März 1994): Neubau Häsibrücke, Aarau, Geologische Baugrundverhältnisse, Kurzbeurteilung

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchungen wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der geologischen Baugrundverhältnisse wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

Bohrunternehmung Stump ForATec AG, Russikon:

- 3 Rotationskernbohrungen Nr. 09-1, 09-2 und 09-5 mit fortlaufender Kernentnahme, Sondiertiefen 16.0–21.6 m,
- 14 Standard-Penetration-Tests (SPT) zur Ermittlung der Lagerungsdichte,
- Einbau von Piezometerrohren $\varnothing$ 4.5" zur Messung des Grundwasserspiegels und dessen Schwankungen.

Erdbau-/Felslabor F. Steiger, Zürich

- Bestimmung Kornverteilungskurve (6 Proben)

Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden

- Geologische Bauleitung über die Untersuchungen,
- Geologische Aufnahme der Bohrprofile,
- Entnahme der Lockergesteinsproben,
- Grundwasserspiegelmessungen in den Piezometerrohren,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen. Als Ausgangshöhe für das Nivellement dienten diverse Höhenfixpunkte.

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus den Situationsplänen ersichtlich (*Beilage 1 und Beilage 5*).

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
09-1	371.41	KB P **)	21.6	4.60	366.81	19.08.2009
				4.36	367.05	26.08.2009
				4.35	367.06	31.08.2009
				3.86	367.55	07.10.2009
				3.86	367.55	08.10.2009
				4.30	367.11	15.10.2009
				4.40	367.01	09.11.2009
09-2	367.58	KB	20.0	keine Messung		24.08.2009
09-5	371.27	KB P **)	16.0	7.45	363.82	17.08.2009
				6.95	364.32	26.08.2009
				6.97	364.30	31.08.2009
				6.89	364.38	15.10.2009
				6.99	364.28	09.11.2009
09-50	371.39	R P **)	5.0	1.70	369.69	23.09.2009
				1.70	369.69	24.09.2009
				2.92	368.47	07.10.2009
				2.92	368.47	08.10.2009
				1.67	369.72	15.10.2009
				2.16	369.23	09.11.2009
09-51	367.05	R P **)	5.0	3.00	364.05	24.09.2009
				2.79	364.26	25.09.2009
				2.10	364.95	07.10.2009
				2.10	364.95	08.10.2009
				2.72	364.33	15.10.2009
				2.80	364.25	09.11.2009
09-52	367.53	R	4.0	keine Messung		

*) KB = Rotationskernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr
Nr. 09-1 371.25 m ü.M.
Nr. 09-5 371.10 m ü.M.
Nr. 09-50 372.24 m ü.M.
Nr. 09-51 367.88 m ü.M.

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Konzessionsgebiet des Kraftwerks Aarau liegt im solothurnischen und aargauischen Aaretal, welches zwischen Schönenwerd und Aarau generell dem Südfuss des Faltenjuras folgt. Das glazial geprägte Tal ist in die Schichten des Malm (Oberer Jura) eingetieft, wobei ein Grossteil des Felsuntergrundes den kalkig-mergelig ausgebildeten Gesteinen des Effingen-Members (Wildeggen-Formation) zugehört. Die Felsgesteine sind durch die tektonischen Prozesse während der Juraufaltung stellenweise zerbrochen und zerklüftet worden. Die quartäre Talfüllung über der Felsunterlage wurde spät- und postglazial geschüttet und besteht vorwiegend aus Schotter (sog. Niederterrassenschotter). Nacheiszeitlich wurde die ursprünglich auf einheitlicher Höhe liegende Schotterflur durch Erosion in verschiedene Terrassen gegliedert. Über dem Schotter wurden verbreitet meist geringmächtige, feinkörnige Auensedimente abgelagert.

Von den Seitentälern (Eintalung von Erlinsbach, Roggenhuser-Täli) stossen Lokalschotter und Bachschuttfächer gegen das Aaretal vor und verzahnen sich mit dem eigentlichen Aaretal-Schotter. Von den steilen Talhängen stammen Gehängeablagerungen, welche gravitativ ins Tal transportiert wurden und ebenfalls mit dem Schotter verzahnt sein können.

Der quartäre Schotter beherbergt den ergiebigen Aaretal-Grundwasserstrom, welcher in diversen Grundwasserfassungen genutzt wird. Als Grundwasserstauer wirkt der Felsuntergrund, auch wenn dieser selber, dort wo er stark zerklüftet oder kalkig ausgebildet und verkarstet ist, einen beschränkten Aquifer darstellen kann.

3 BEREICH WEHR/DOTIERZENTRALE

3.1 Angetroffene Untergrundverhältnisse

3.1.1 Künstliche Auffüllungen

Im Projektgebiet liegen zuoberst sowohl südlich der Aare (Bohrung 09-1) wie auch unterhalb des Tosbeckens im Wehrbereich (Bohrung 09-2) *künstliche Auffüllungen*, deren Untergrenze in 2.6–3.0 m u.T. angetroffen wurde. Die künstlichen Auffüllungen bestehen vorwiegend aus siltigem Kies mit Sand und Steinen, untergeordnet aus siltigem Sand mit Kalksteinbruchstücken. Die künstlichen Auffüllungen sind mit einzelnen Fremdbestandteilen (Eisen, Gewichtsanteil ca. 1%) durchsetzt.

Das Tosbecken selbst, welches ersetzt wird, besteht aus unarmiertem Beton, welcher gemäss Sondierungen im Wehrrücken ca. 0.7 m, im Tosbecken über 2.4 m mächtig ist.

3.1.2 Schotter

Unter den künstlichen Auffüllungen folgt in allen Sondierungen *Schotter*, dessen Untergrenze hier nur in der Bohrung 09-1 bei 20.4 m unter Terrain erreicht wurde. Der Schotter setzt sich vorwiegend aus sauberem bis leicht siltigem Kies mit Sand und Steinen zusammen. Im Schotter sind untergeordnet Einschaltungen von sauberem Sand und mässig siltigem Kies vorhanden. Obwohl in der Kernbohrung keine Blöcke angetroffen wurden, muss im Schotter gleichwohl mit solchen gerechnet werden. Sie treten in der Regel vereinzelt, selten schichtweise angehäuft auf und können Durchmesser von rund 0.5 m.

Die Lagerungsdichte des Schotters ist im Projektgebiet stark unterschiedlich. Im südwestlichen Projektbereich (Bohrung 09-1, Rammsondierung 09-52) ist die Lagerungsdichte als hoch einzustufen, während sie im nordöstlichen Bereich vor allem in den oberflächennahen Partien bis in eine Tiefe von ca. 9 m als klein bis mittel, ab 9 m als mittel bis hoch einzustufen ist.

3.1.3 Wildegg-Formation, Effingen-Member

Unter dem Schotter lag in Sondierung 09-1 dunkelgrauer, kalkiger Mergel vor, welcher dem Effingen-Member (Wildegg-Formation) zuzuordnen ist. Die Felsobergrenze wurde in der Tiefe von 20.4 m u.T. angetroffen (*Beilage 3*). Der kalkige Mergel ist bis in die erbohrte Tiefe von 1.2 m unter OK Fels stark bis leicht verwittert. In der Bohrung 09-2 wurde die Felsoberfläche bis in eine Tiefe von 20 m u.T. nicht erreicht.

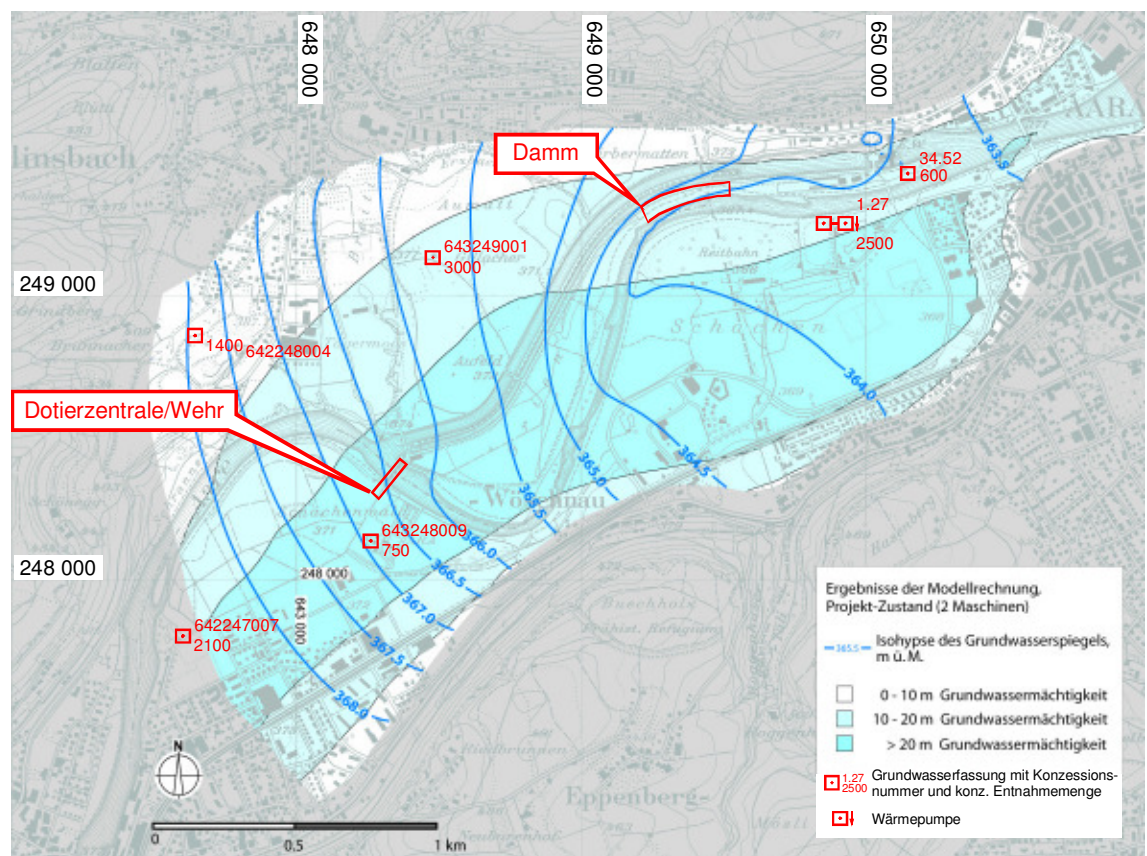
3.2 Wasserverhältnisse

3.2.1 Hydrogeologische Übersicht

Als Haupt-Grundwasserleiter wirkt im Aaretal der Niederterrassen-Schotter, welcher lokal Mächtigkeiten bis 30 m aufweisen kann. Der Grundwasserleiter stellt als Talfüllung generell einen längsgestreckten, trogförmigen Körper dar, dessen grösste Tiefe im Bereich des Aarauer Schachens etwas südlich der Talmitte liegt. Die Breite der Schotterrinne variiert sehr stark, da Felsriegel das Tal queren. Solche Felsriegel sind einerseits bei Schönenwerd, andererseits bei Aarau vorhanden. Die schmalste Stelle befindet sich ca. 500 m östlich des Kraftwerks im Bereich der Aarauer Kettenbrücke. Die Schotterrinne hat hier eine maximale Breite von lediglich ca. 370 m. Dazwischen, d.h. im Gebiet der Konzessionsstrecke des Kraftwerks, weitet sich die Schotterrinne beckenförmig aus und erreicht zwischen Niedererlinsbach und Eppenberg mit ca. 1.5 km seine maximale Breite (Figur 1).

Die Grundwassermächtigkeit erreicht in der Talsohle des Aaretals 20 und mehr Meter und dünnt gegen die Talflanken aus. Auf beiden Talseiten finden sich noch gewisse Schottervorkommen, welche kein nutzbares Grundwasser mehr enthalten, jedoch zum seitlichen Einzugsgebiet des Grundwasservorkommens gehören.

Figur 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte 1:25'000 (Quelle: UVB Hauptuntersuchung, Regionales Grundwasser-Strömungsmodell)



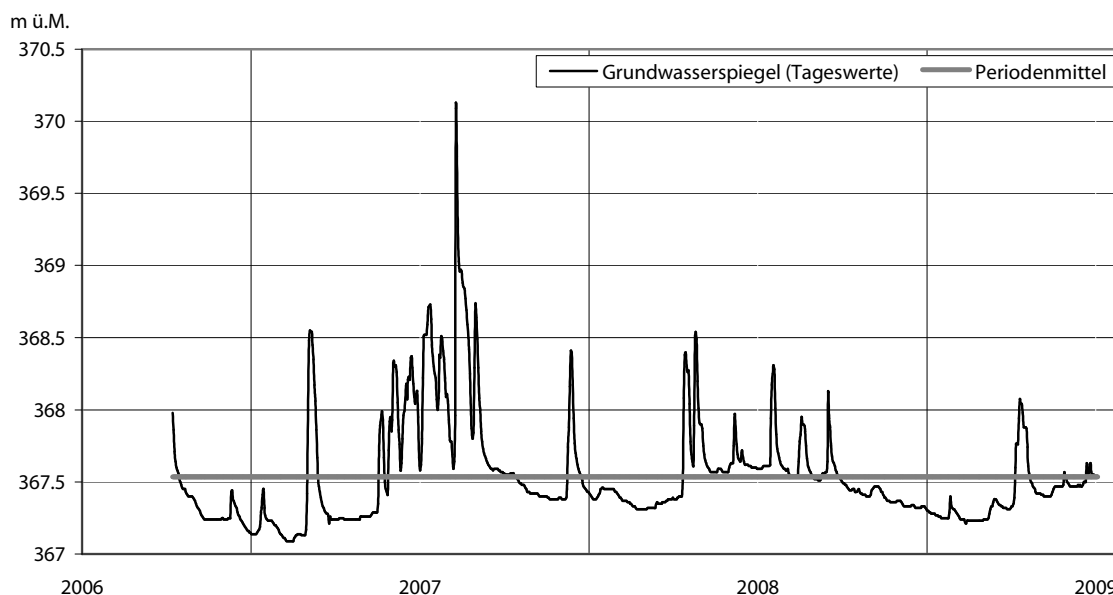
3.2.2 Grundwasserspiegellage

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich der Talsohle meist nur wenige Meter unter der Geländeoberfläche. Im Bereich der geplanten Dotierzentrale wurde er am 9. November 2009 in der Sondierbohrung 09-1 ca. 4.45 m unter dem bestehenden Terrain angetroffen.

Im Bereich des Wehrs lag der Grundwasserspiegel in der Bohrung 09-2 (kein Piezometerrohr eingebaut) während den Bohrarbeiten ca. 1 m unter der Oberfläche des Wehrrückens, in der Rammsondierung 09-52 sogar beinahe auf der Höhe des Wehrrückens. Es muss davon ausgegangen werden, dass im Bereich des Wehrs ein relativ steiler Druckgradient besteht. Die Höhe des Grundwasserspiegels wird im Wesentlichen durch den Pegel des Altlaufs beeinflusst.

In der ca. 220 m südlich des Wehrs gelegenen Brauchwasserfassung der ARA Schönenwerd (Figur 1, Konz.-Nr. 643248009, konzessionierte Entnahmemenge 750 l/min) betrug die Amplitude der Grundwasserschwankungen in der Periode von Oktober 2006–2009 rund 3 m (Figur 2). Aufgrund der langjährigen Grundwasserspiegelmessungen (Periode 1979–2009, Messlücke 1997–2001) in der ca. 800 m weiter nördlich gelegenen Grundwasserfassung Gillacker (Konz.-Nr. 643249001, konzessionierte Entnahmemenge 3000 l/min) muss davon ausgegangen werden, dass der Höchstgrundwasserspiegel bei der ARA noch ca. 0.5 m höher liegt, als in der Periode 2006–2009 gemessen wurde.

Figur 2: Ganglinien des Grundwasserspiegels in der Grundwasserfassung der ARA Schönenwerd, Oktober 2006–2009



In den über einen Zeitraum von ca. drei Monaten durchgeführten Messungen in der neu erstellten Bohrung 09-1 (Tabelle 1) wurden Grundwasserspiegelschwankungen von 0.74 m gemessen. Die grössten Schwankungen (Anstieg des Grundwasserspiegels um ca. 0.5 m) wurden allerdings während der Kanalabstellung gemessen, als das gesamte Wasser der Aare via Wehr durch den Altlauf floss (Tabelle 1, Messungen am 7. und 8. Oktober). Grund für den Anstieg des Grundwasserspiegels war der erhöhte Pegel des Altlaufs. Der Altlauf und das Un-

terwasser der Aare fungieren als Vorflut für das Grundwasser und regulieren im Wesentlichen den Grundwasserspiegel im Bereich von Dotierzentrale und Wehr.

Unter der Annahme, dass die Schwankungen des Grundwasserspiegels im Bereich von Dotierzentrale und Wehr vergleichbar gross sind wie in der Fassung der ARA Schönenwerd, ergeben sich für den Nieder-, Mittel- und Höchsthochwasserstand ungefähr folgende Niveaus:

- Niederwasser ca. 366.7 m ü.M.
- Mittelwasser ca. 367.2 m ü.M.
- Höchsthochwasser ca. 370.2 m ü.M.

3.2.3 Durchlässigkeit

Der als Grundwasserleiter wirkende Schotter wurde extramorän abgelagert. Dementsprechend ist er gut gewaschen, arm an Feinbestandteilen und damit allgemein gut durchlässig. Zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte k wurden in der Sondierbohrung 09-1 ein Pumpversuch mit stufenweisem Rohrrückzug durchgeführt. Die Werte lagen dabei zwischen 1.5×10^{-4} und 5.0×10^{-2} m/s (*Beilage 7*). Die mittlere Durchlässigkeit wurde mit ca. 2×10^{-2} m/s bestimmt.

3.2.4 Grundwasserschutz

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Solothurn dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet.

In qualitativer Hinsicht

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters vorkommen. Da der Schotter während der Bauphase entblösst wird, ist er auf Verschmutzungen besonders anfällig.

In quantitativer Hinsicht

Gemäss der seit dem 1.1.1999 in Kraft getretenen Eidg. Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Die Thematik wird im Rahmen der Hauptuntersuchung des Umweltverträglichkeitsberichts (UVB) abgehandelt, welcher für die Erneuerung des Kraftwerks notwendig ist.

3.3 Bautechnische Verhältnisse

3.3.1 Projekt

Das Projekt umfasst die Erstellung einer neuen Dotierzentrale sowie die Sanierung des bestehenden Wehrs. Die lage- und niveaumässige Anordnung der Bauwerke ist aus dem Situationsplan (*Beilage 1*) und den geologisch bearbeiteten Profilen A–C (*Beilage 2* bis *Beilage 4*) ersichtlich.

3.3.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Erwartungswerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 2: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Bereich Dotierzentrale
(geschätzte Erwartungswerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ	c'	ϕ'	ME	ME'
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
<i>künstliche Auffüllung</i> – siltiger Kies mit Sand und Steinen	21	0	(33) 35 (38)	(25) 40	100
<i>Schotter</i> – sauberer Sand mit Kies	20.5	0	(31) 33	(30) 40	100
– sauberer bis leicht siltiger Kies mit Sand und Steinen	21	0	(37) 39	(50) 70	180
<i>Effingen-Member</i> – Mergel, verwittert	23	(10) 20	(25) 28	(50) 70	200

Tabelle 3: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Bereich Wehr und Tosbecken
(geschätzte Erwartungswerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ	c'	ϕ'	ME	ME'
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
<i>künstliche Aufschüttung</i> – siltiger Sand mit Kies und Steinen	(19) 20	(0) 2 a)	(31) 33	(15) 25	50
– siltiger Kies mit Sand und Steinen	(20) 21	0	(33) 35 (38)	(25) 40	100
<i>Schotter</i> – sauberer Sand mit Kies	(20) 20.5	0	(31) 33	(30) 40	100
– sauberer bis leicht siltiger Kies mit Sand und Steinen	(20) 21 (22)	0	(35) 37 (39)	(25) 50 (70)	(40) 120 (160)
<i>Effingen-Member</i> – Mergel, verwittert	23	(10) 20	(25) 28	(50) 70	200

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

- a) scheinbare Kohäsion infolge natürlicher Bodenfeuchtigkeit (geht bei Durchnässung oder Austrocknung vollständig verloren)

Bestimmung der charakteristischen Werte $X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$
Faktor für Zuverlässigkeit $\alpha = 0.20$

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Projektgebiet aufgrund der Sondierergebnisse der Baugrundklasse E zuzuordnen.

3.3.3 Foundation

Das neue Tosbecken kommt teils in den Schotter, teils in die künstliche Auffüllung aus Kalksteinbruchstücken zu liegen. Über die genaue materialmässige Zusammensetzung und den Verdichtungsgrad der künstlichen Auffüllungen liegen keine Angaben vor. Das Tosbecken stellt für den Untergrund im Vergleich zum heutigen Zustand keine Mehrbelastung dar und kann daher voraussichtlich ohne foundationstechnische Zusatzmassnahme erstellt werden.

Die Sohle der Dotierzentrale verläuft durchgehend im gut tragfähigen Schotter.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche (*Figur 3*) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche (*Figur 4*) im Schotter zusammengestellt. Es wurden für die Baugrundwerte X_k folgende Partialfaktoren festgelegt:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| • Kohäsion c' | $\gamma_c = 1.5$ |
| • Reibungswinkel ϕ' | $\gamma_\phi = 1.2$ |
| • Raumlast γ_e | $\gamma_\gamma = 1.0$ |
| • Zusammendrückungsmodul M_E | $\gamma_E = 1.0$ |

Die Setzungen werden grösstenteils bei Belastung der Foundationselemente eintreten und ihr Endmass infolge des Gebäudeeigengewichts bei Abschluss der Rohbauarbeiten praktisch erreichen.

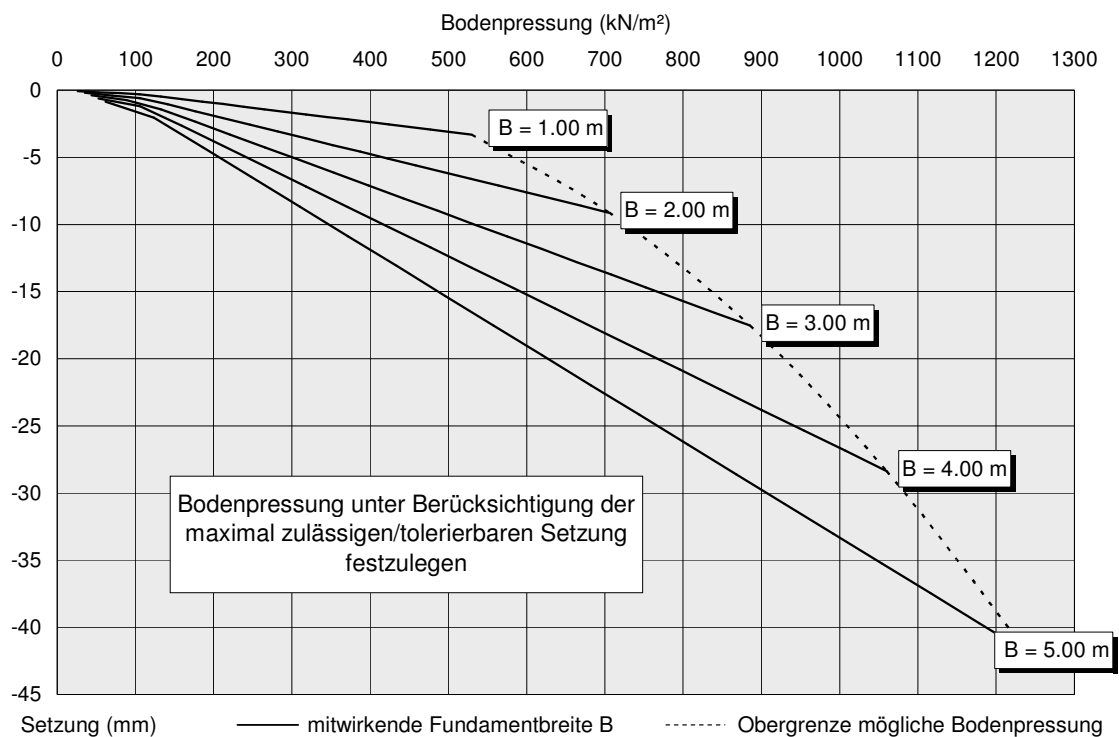
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

Figur 3: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung ϕ_d'	($\gamma_{\tan\phi} = 1.2$)	34	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_r = 1.0$)	11	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		13	kN/m ²	Bodenplatte
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	70	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	($\gamma_E = 1.0$)	180	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		110	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
1.00	530	110	420	0	-3	-3
2.00	705	110	595	-1	-9	-10
3.00	885	110	775	-1	-17	-18
4.00	1060	110	950	-1	-27	-28
5.00	1240	110	1130	-2	-40	-42

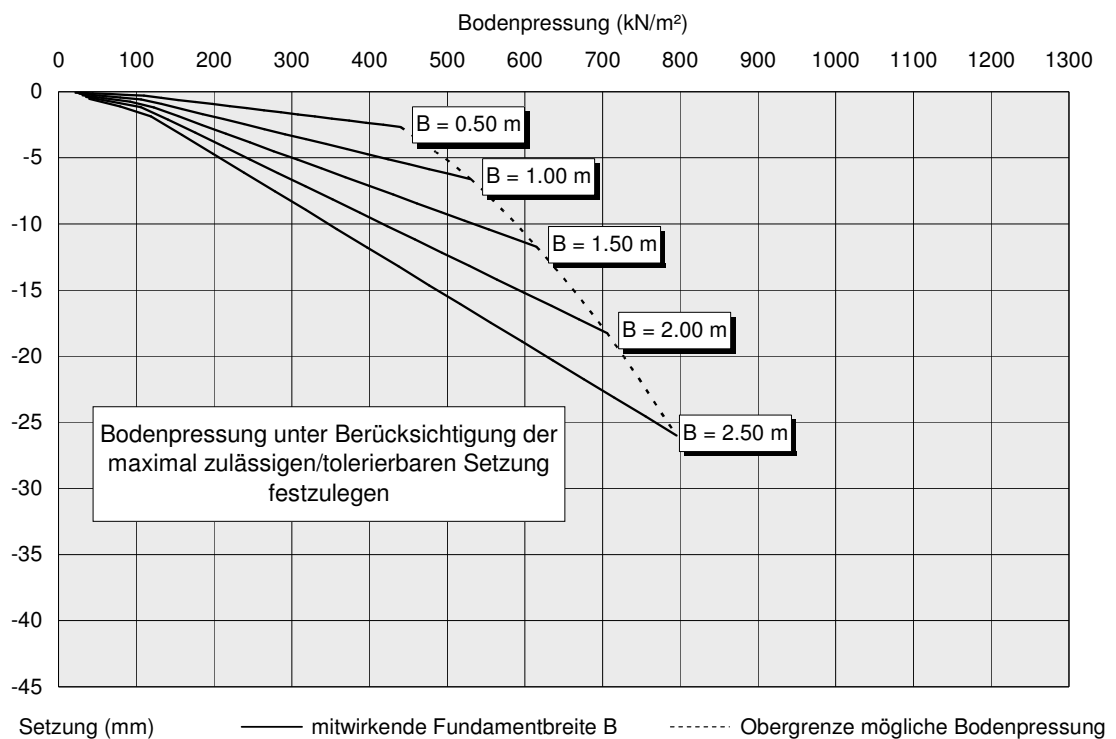


Figur 4: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	34	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	11	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		13	kN/m ²	Bodenplatte
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	70	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	($\gamma_E = 1.0$)	180	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		110	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
0.50	440	110	330	0	-2	-2
1.00	530	110	420	-1	-6	-7
1.50	615	110	505	-1	-11	-12
2.00	705	110	595	-1	-17	-18
2.50	795	110	685	-2	-24	-26



3.3.4 Aushub

Baggerfähigkeit und Abbaubarkeit

Die Lockergesteinsschichten sind als normal baggerfähig einzustufen. Im Schotter können einzelne, selten schichtweise angehäuften Blöcke auftreten.

Verwendung des Aushubmaterials

Vom Aushubmaterial eignet sich der Schotter gut für eine Weiterverwendung. Er weist aufgrund der ermittelten Kornverteilungskurven allerdings eine relativ schlechte Kornabstufung mit einem hohen Feinsandanteil auf. Überdies ist er mit Steinen und einzelnen Blöcken durchsetzt und muss deshalb je nach Verwendungszweck evtl. zuerst aufbereitet werden.

Die übrigen Aushubmaterialien eignen sich zum Vorneherein höchstens für untergeordnete Aufschüttungen oder Auffüllungen ohne hohe Verdichtungsanforderungen.

3.3.5 Baugrubenabschluss

Die unter den Grundwasserspiegel eintauchenden Baugruben müssen mit wasserdichten Abschlüssen versehen werden, wozu sich am besten Spundwände eignen. Das Abteufen der Spundwände im Schotter wird im südlichen Projektbereich wegen der dort vorhandenen hohen Lagerungsdichte mit Erschwernissen verbunden sein. Erschwerend können sich auch vereinzelt auftretende Blöcke auswirken.

Das neue Tosbecken reicht bis an die bestehenden Wehrpfeiler (*Beilage 2*). Die Pfeiler sind für den Bauzustand fundationstechnisch zu sichern (z.B. Mikropfähle).

Für eine allfällige Rückverankerung des Baugrubenabschlusses mittels Lockergesteinsankern sind die Verankerungsstrecken im Schotter mit einem Strumpfüberzug zu versehen, um die Menge und Ausbreitung des Injektionsgutes im Hinblick auf den quantitativen Grundwasserschutz zu begrenzen. Im Schotter sollten Ankerkräfte bis ca. 1200 kN (äusserer Tragwiderstand) bei entsprechender Ausbildung der mehrfach injizierbaren Verankerungsstrecke erfahrungsgemäss möglich sein. Das Ankertragverhalten (äussere Tragfähigkeit und Deformationen) ist im Zuge der Bauausführung durch Versuchsanker und ausführliche Spannproben an Gebrauchsankern genauer zu untersuchen.

3.3.6 Bauwasserhaltung

Für die Bauwasserhaltung innerhalb der wasserdicht ausgebildeten Baugrube sind Filterbrunnen erforderlich. Die Filterbrunnen dürfen nicht unter den Baugrubenabschluss reichen, da sonst die Gefahr besteht, dass über hoch durchlässige Zwischenschichten unnötigerweise viel Grundwasser angezogen wird.

Bei relativ kurzen, d.h. nicht bis auf den Felsuntergrund hinunter reichenden Spundwänden muss mit einer beträchtlichen Pumpwassermenge gerechnet werden. Für eine Abschätzung der Pumpwassermenge muss die Spundwandlänge bekannt sein.

Eine Reduktion der Pumpwassermenge wäre beispielsweise durch folgende Baumassnahmen in der Baugrube möglich:

- Sohlenabdichtung mittels Rütteldruckverdichtung
- Einbringen eines gegen Auftrieb gesicherten Sohlenbetons
- Abteufen der Spundwände bis auf die Felsoberfläche

Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Danach sollte das Baugrubenabwasser unter Vorschaltung eines Absetzbeckens in die Schmutzwasserkanalisation bzw. in die Kläranlage abgeleitet werden. Eine Einleitung in einen Meteor- oder Reinabwasserkanal ist nur mit Bewilligung der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der Einleitbedingungen gestattet.

3.3.7 Trockenhaltung der unterirdischen Gebäudeteile

Die unterirdischen Gebäudeteile sind bis auf das Niveau des höchsten Wasserspiegels (plus Sicherheitszuschlag) wasserdicht auszubilden und unter anderem auch auf den hydrostatischen Wasserdruck zu bemessen.

3.3.8 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Die Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Zu einer einwandfreien Überwachung der Baugrube gehören während der Bauphase periodische Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses, die Überprüfung allfälliger Anker und eine Überwachung der Bauwasserhaltung (Wasserspiegel innerhalb und ausserhalb der Baugrube, Pumpwasserqualität).

3.4 Dachwasserversickerung

Die hydrogeologischen Aspekte der Meteorwasserversickerung werden im Umweltverträglichkeitsbericht (UVB Hauptuntersuchung) abgehandelt, welcher zur Erneuerung des Kraftwerks Aarau notwendig ist.

4 BEREICH DAMM

4.1 Angetroffene Untergrundverhältnisse

4.1.1 Künstliche Aufschüttung (Damm)

Im Dammbereich liegen zuoberst überall *künstliche Aufschüttungen*, deren Untergrenze in Tiefen zwischen 1.6 m u.T. (Ufer Altlauf) und 4.3 m u.T. (Ufer Oberwasserkanal) festgestellt wurde. Die künstlichen Aufschüttungen bestehen vorwiegend aus siltigem Kies mit Sand und Steinen. In einer ca. 0.2 m mächtigen Schicht wurden ausserdem Fremdbestandteile (Ziegelbruchstücke, Gewichtsanteil bis zu 10%) angetroffen. In Bohrung 09-5 wurde an der Basis der künstlichen Aufschüttungen zudem eine ca. 0.2 m mächtige Schicht aus Silt/Feinsand mit reichlich Kies festgestellt.

4.1.2 Schotter

Unter den künstlichen Aufschüttungen folgt überall *Schotter*, deren Untergrenze bis in die maximale Sondiertiefe zwischen 5.0 und 16.0 m nicht erreicht wurde. Der Schotter setzt sich vorwiegend aus leicht siltigem Kies mit Sand und Steinen zusammen. Die Lagerungsdichte des Schotters kann als mittel bis hoch eingestuft werden.

4.2 Wasserverhältnisse

4.2.1 Hydrogeologische Übersicht

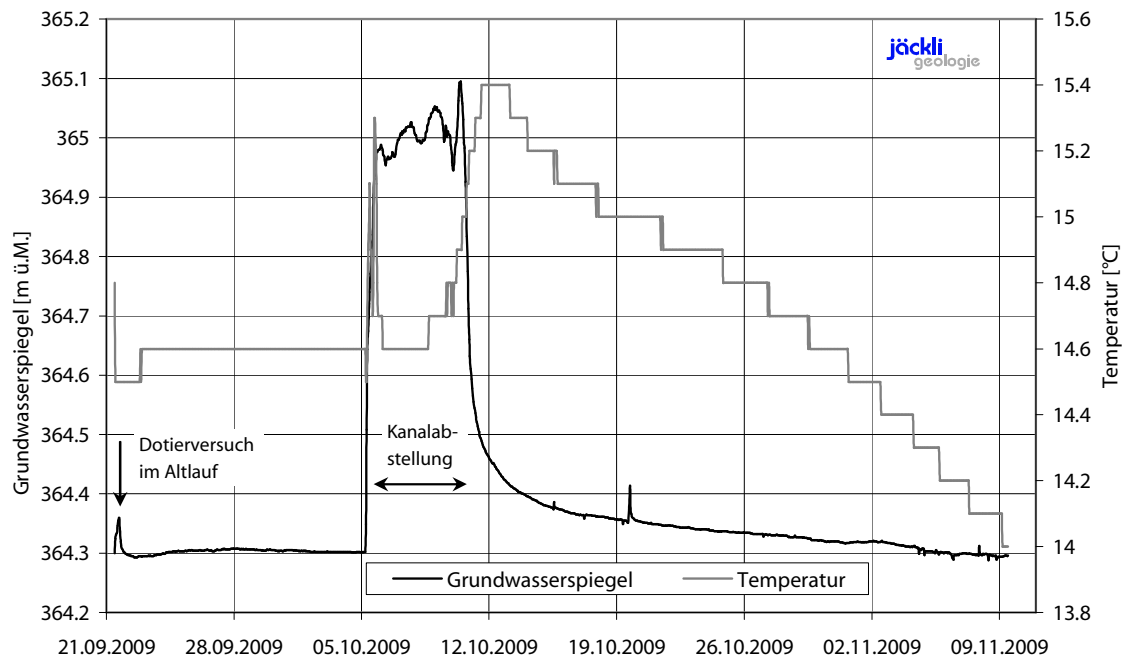
Siehe Kapitel 3.2.1.

4.2.2 Grundwasserspiegellage

Im Bereich des Damms lag der Grundwasserspiegel in der Bohrung 09-5 während den Bohrarbeiten am 17. August 2009 ca. 7.45 m u.T. resp. auf 363.82 m ü.M. Am 21. September 2009 wurde ein Datenlogger zur Messung der Grundwasserspiegelschwankungen in das Piezometerrohr in Bohrung 09-5 eingebaut. Die entsprechende Ganglinie bis am 10. November 2009 ist in *Figur 5* dargestellt. Bis am 5. Oktober 2009 sind praktisch keine Schwankungen des Grundwasserspiegels auszumachen. Zwischen dem 5. und 10. Oktober, als der Oberwasserkanal entleert und alles Wasser durch den Altlauf floss, stieg der Grundwasserspiegel rasch um ca. 0.7 m an. Nach Wiederherstellung des normalen Staubetriebs sank der Grundwasserspiegel innerhalb eines Monats wieder auf den ursprünglichen Wert ab.

In der Rammsondierung 09-51, welche sich am Ufer des Altlaufs befindet, wurden vergleichbare Grundwasserspiegellagen und -schwankungen gemessen wie im Piezometerrohr der Bohrung 09-5. Die Schwankungen während der Kanalabstellung entsprechen ziemlich genau dem Anstieg des Aare-Pegels im Altlauf. Die Höhe des Grundwasserspiegels wird folglich im Wesentlichen durch den Pegel des Altlaufs beeinflusst.

Figur 5: Ganglinien von Grundwasserspiegel und Temperatur in der Grundwassermessstelle 09-5



In der Rammsondierung 09-50, welche sich unmittelbar hinter der Ufermauer des Oberwasserkanals befindet, lag der Wasserspiegel bei vollem Oberwasserkanal ca. 1.7 m u.T., damit etwas unter dem Pegel des Oberwasserkanals und ca. 5.5 m über dem Grundwasserspiegel der zwei anderen Messstellen. Während der Kanalabstellung war kein eindeutiger Wasserspiegel zu messen. Die Sondierung 09-50 liegt wahrscheinlich im Bereich der schlecht durchlässigen Hinterfüllung der Ufermauer.

Aufgrund des Verhaltens des Grundwasserspiegels während der Kanalabstellung kann davon ausgegangen werden, dass der eigentliche Grundwasserspiegel nicht mit dem Wasserspiegel des Oberwasserkanals korrespondiert. Der Grundwasserspiegel liegt tiefer als die Sohle des Oberwasserkanals, was wahrscheinlich weitgehend durch die Kolmation der Kanalsohle und die Abdichtung der Uferbereiche sowie die gute Durchlässigkeit des Schotters zu erklären ist.

Im Bereich des Kanals ist trotzdem mit einem Infiltrationsbereich zu rechnen, in welchem zwar grundsätzlich ungesättigte Wasserverhältnisse herrschen (*Beilage 6*). Im besser durchlässigen Material innerhalb der Dammschüttung muss aber bereichsweise trotzdem mit einer nennenswerten Wasserzirkulation gerechnet werden.

4.2.3 Durchlässigkeit

Der als Grundwasserleiter wirkende Schotter wurde extramörän abgelagert. Dementsprechend ist er gut gewaschen, arm an Feinbestandteilen und damit allgemein gut durchlässig. Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes k wurde in der Sondierbohrung 09-1 ein Pumpversuch durchgeführt. Der ermittelte Wert im Piezometerrohr der Bohrung 09-5 lag bei $1.7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (*Beilage 7*).

4.2.4 Grundwasserschutz

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Solothurn dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet.

Gemäss der seit dem 1.1.1999 in Kraft getretenen Eidg. Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Die Thematik wird im Rahmen der Hauptuntersuchung des Umweltverträglichkeitsberichts (UVB), abgehandelt, welcher für die Erneuerung des Kraftwerks notwendig ist.

4.3 Bautechnische Verhältnisse

4.3.1 Projekt

Im Rahmen der Verbreiterung des Oberwasserkanals I wird der bestehende Erddamm auf der Südseite des Kanals teilweise abgetragen (*Beilage 6*).

4.3.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Erwartungswerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 4: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
(geschätzte Erwartungswerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	φ' [°]	M_E [MN/m ²]	$M_{E'}$ [MN/m ²]
Deckschichten – toniger Silt/Feinsand	19	(2) 5	(25) 27	–	–
Schotter – siltig-sandiger Kies	21	(1) 3 a)	(36) 38	(45) 50	150
– sandiger Kies, dicht gelagert	21	(4) 8 b)	(37) 39	(50) 80	250
– Sand	20	(2) 4 a)	(30) 32	(20) 30	60
Moräne – toniger Silt/Feinsand mit Kies, Steinen, Blöcken, aufgelockert	20	(3) 5	(29) 31	(25) 30	90
– toniger Silt/Feinsand mit Kies, Steinen, Blöcken, dicht gelagert	22	(10) 15	(30) 32	(50) 70	200
Obere Süswassermolasse – Mergel, verwittert	23	c)	d)		
– Sandstein, verwittert	24				
– Mergel, unverwittert	24	c)	d)		
– Sandstein, unverwittert	25				

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

- a) scheinbare Kohäsion infolge natürlicher Bodenfeuchtigkeit (geht bei Durchnässung oder Austrocknung vollständig verloren)
- b) technische Kohäsion infolge hoher Lagerungsdichte (geht bei Auflockerung vollständig verloren)
- c) in den praktisch horizontal verlaufenden Schichtflächen Null
- d) in Extremfällen in den praktisch horizontal verlaufenden Schichtflächen auch kleinere Werte von 10–14° möglich
- e) undrainierte Scherfestigkeit s_u ($\varphi = 0$), $s_u = \frac{1}{2} d_c$
- f) einachsige Druckfestigkeit d_c

Bestimmung der charakteristischen Werte $X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$

Faktor für Zuverlässigkeit $\alpha = 0.20$

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Projektgebiet aufgrund der Sondiererergebnisse der Baugrundklasse E zuzuordnen.

4.3.3 Verschmälerung des Dammes

Der bestehende Erddamm wird auf der Seite des Oberwasserkanals zur Aufweitung des Durchflussprofils teilweise abgetragen. In diesem Zusammenhang muss auch die bestehende Strasse verschoben und auf dem verbleibenden Dammteil neu erstellt werden.

Zur Sicherstellung der Dammstabilität wird die wasserseitige Böschung abgedichtet, so dass keine Durchströmung des Dammes stattfinden kann.

Die Böschungserosion beim Altlauf der Aare ist durch bauliche Massnahmen zu stoppen.

4.3.4 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Die Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Im Zusammenhang mit den Arbeiten am bestehenden Erddamm ist der Einfluss auf den Grundwasserspiegelverlauf mit Hilfe von Piezometermessungen zu kontrollieren.

Baden, 23. Dezember 2009

Dr. Heinrich Jäckli AG

080261 bericht_wehr_damm.doc (PDF-Ausdruck) ZR/PH/ek/md/A

Sachbearbeiter:

R. Arnold, dipl. Bauing. ETH

H. Pfister, MSc UniBAS, Geologe

R. Ziltener, dipl. Bauing. FH

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau
Aarau /AG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Beilagen

Bereich Wehr / Dotierzentrale

- Beilage 1: Situation 1:500, Lage der Sondierungen
- Beilage 2: Profil A 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 3: Profil B 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 4: Profil C 1:200/100, geologisch bearbeitet

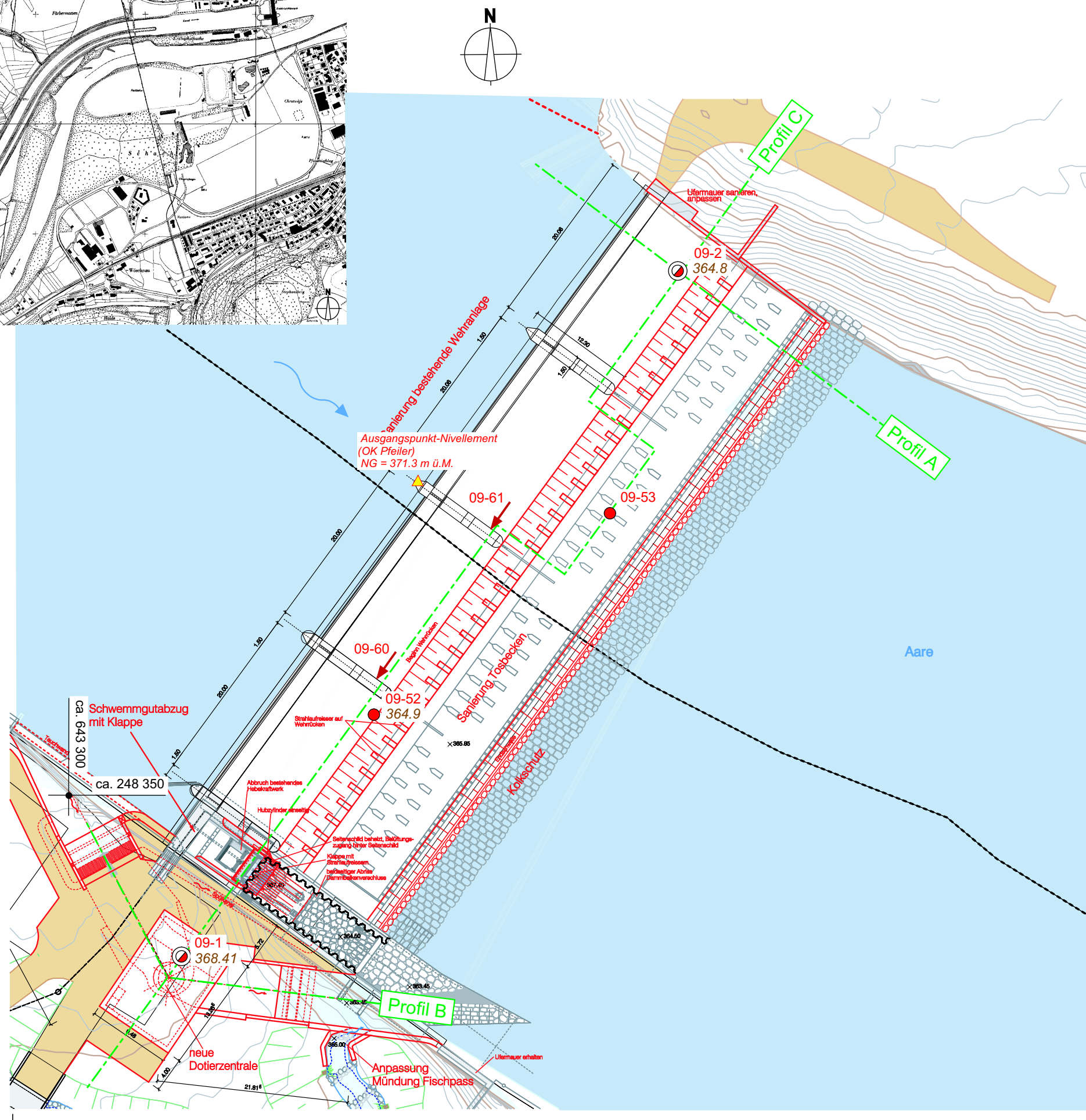
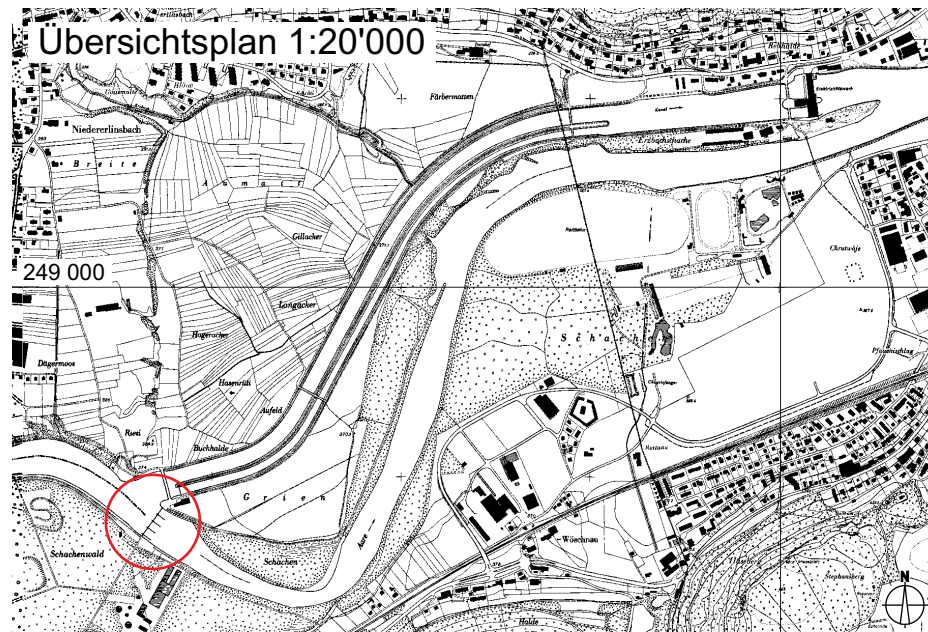
Bereich Damm

- Beilage 5: Situation 1:500, Lage der Sondierungen
- Beilage 6: Profil D 1:100, geologisch bearbeitet
- Beilage 7: Kernbohrungen Nr. 09-1, 09-2 und 09-5, 1:100
- Beilage 8: Rammsondierungen Nr. 09-50 bis 09-52, 1:100
- Beilage 9: Untersuchungsergebnisse Erdbaulabor

Erneuerung und Neukonzessionierung
Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

*Geologische Baugrunduntersuchungen
Bereich Wehr / Dotierzentrale*

**Situation 1:500
Lage der Sondierungen**



- Kernbohrung
- Betonkernbohrung / Rammsondierung
- Betonkernbohrung im Wehrpfeiler
Höhe: 1.5 m über Boden
- 364.8 Kote Schotterobergrenze, m ü.M.

NW

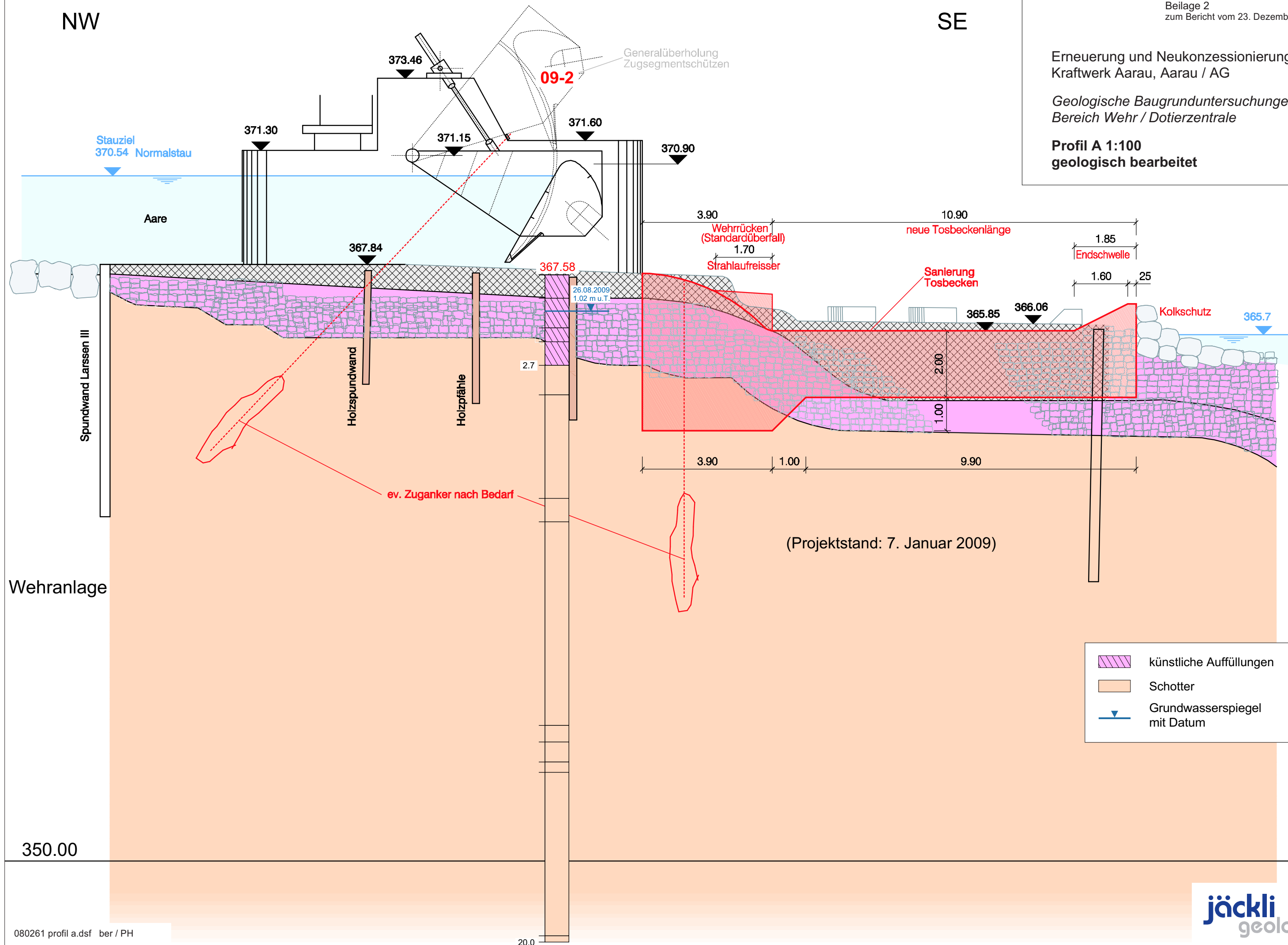
SE

Beilage 2
zum Bericht vom 23. Dezember 2009

Erneuerung und Neukonzessionierung
Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

Geologische Baugrunduntersuchungen
Bereich Wehr / Dotierzentrale

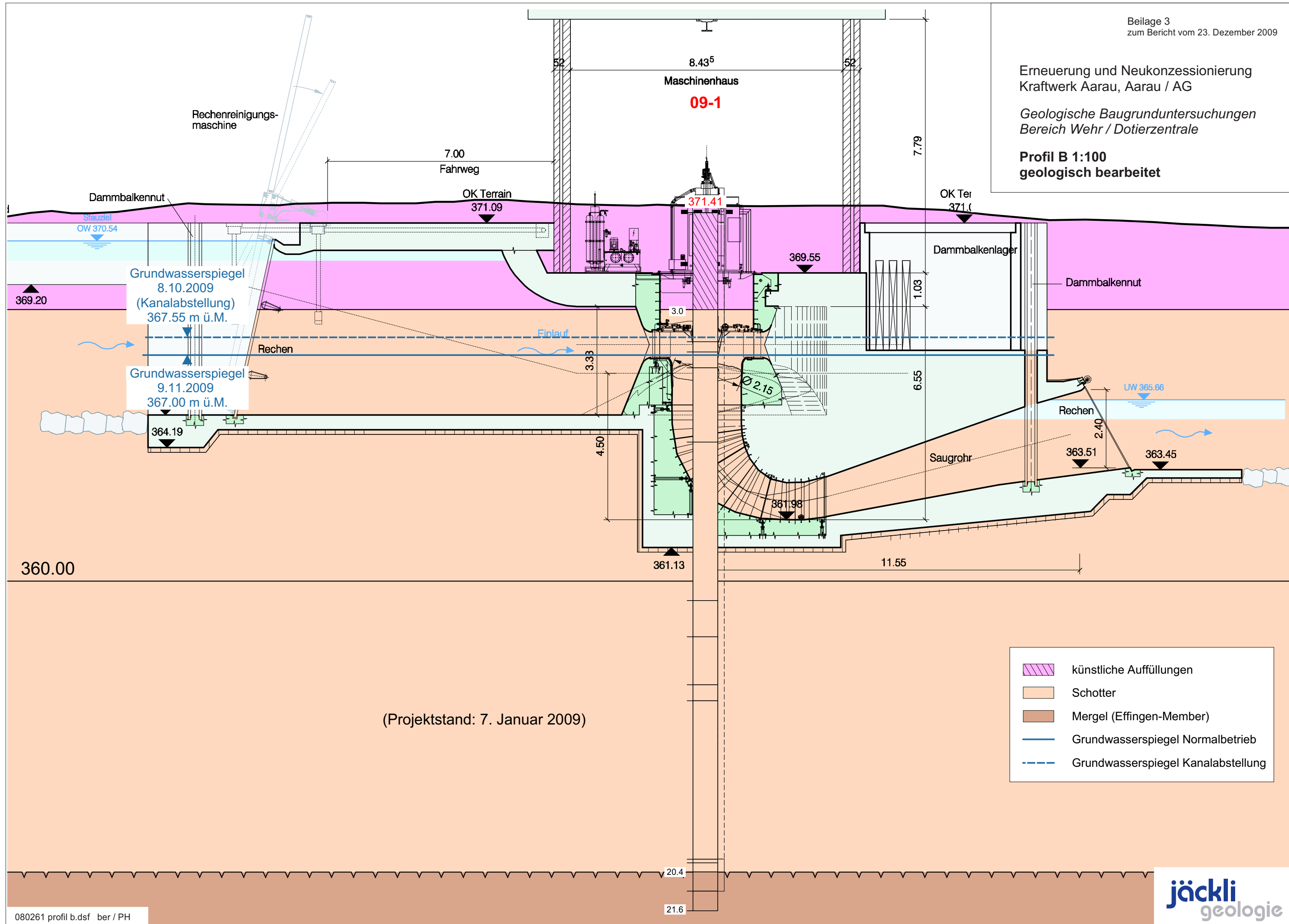
Profil A 1:100
geologisch bearbeitet



Erneuerung und Neukonzessionierung
Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

*Geologische Baugrunduntersuchungen
Bereich Wehr / Dotierzentrale*

Profil B 1:100
geologisch bearbeitet



SW

NE

09-1

09-52 09-60

09-61

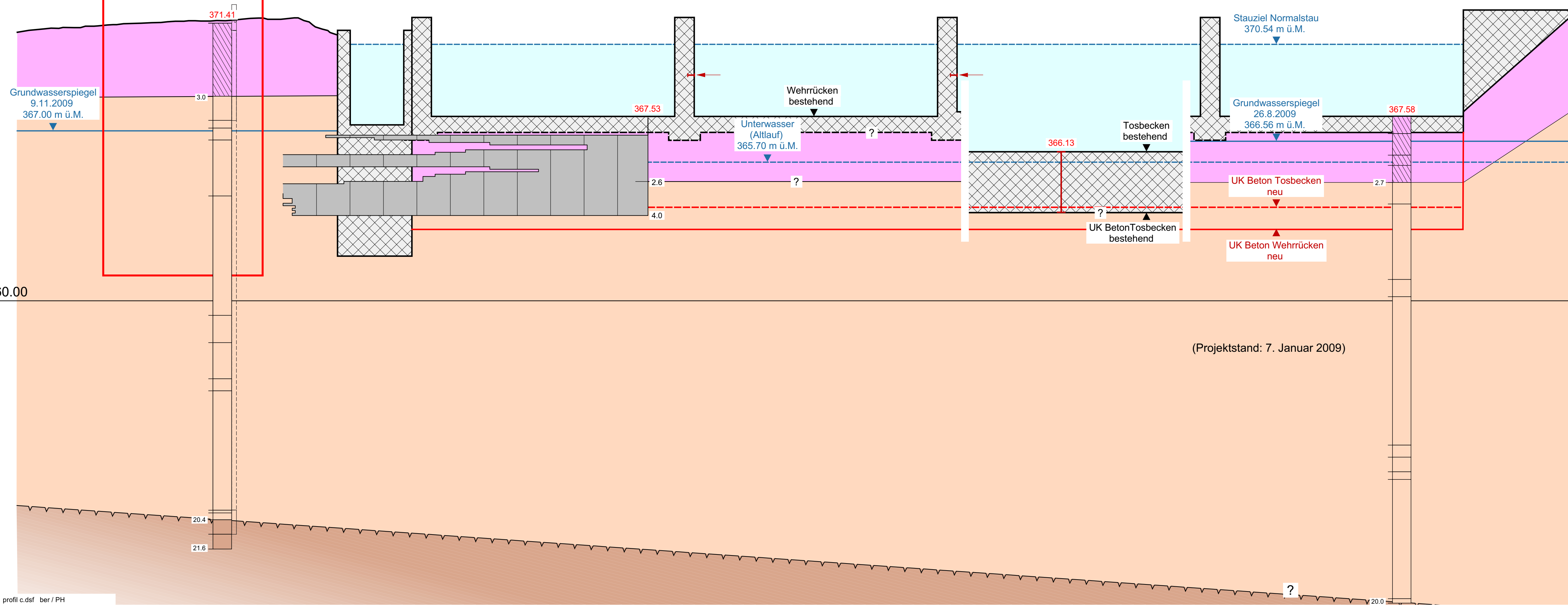
09-53

09-2

Neue Dotierzentrale

Schwemm-
gutabzug

Wehranlage



Beilage 4
zum Bericht vom 23. Dezember 2009

Erneuerung und Neukonzessionierung
Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

Geologische Baugrunduntersuchungen
Bereich Wehr / Dotierzentrale

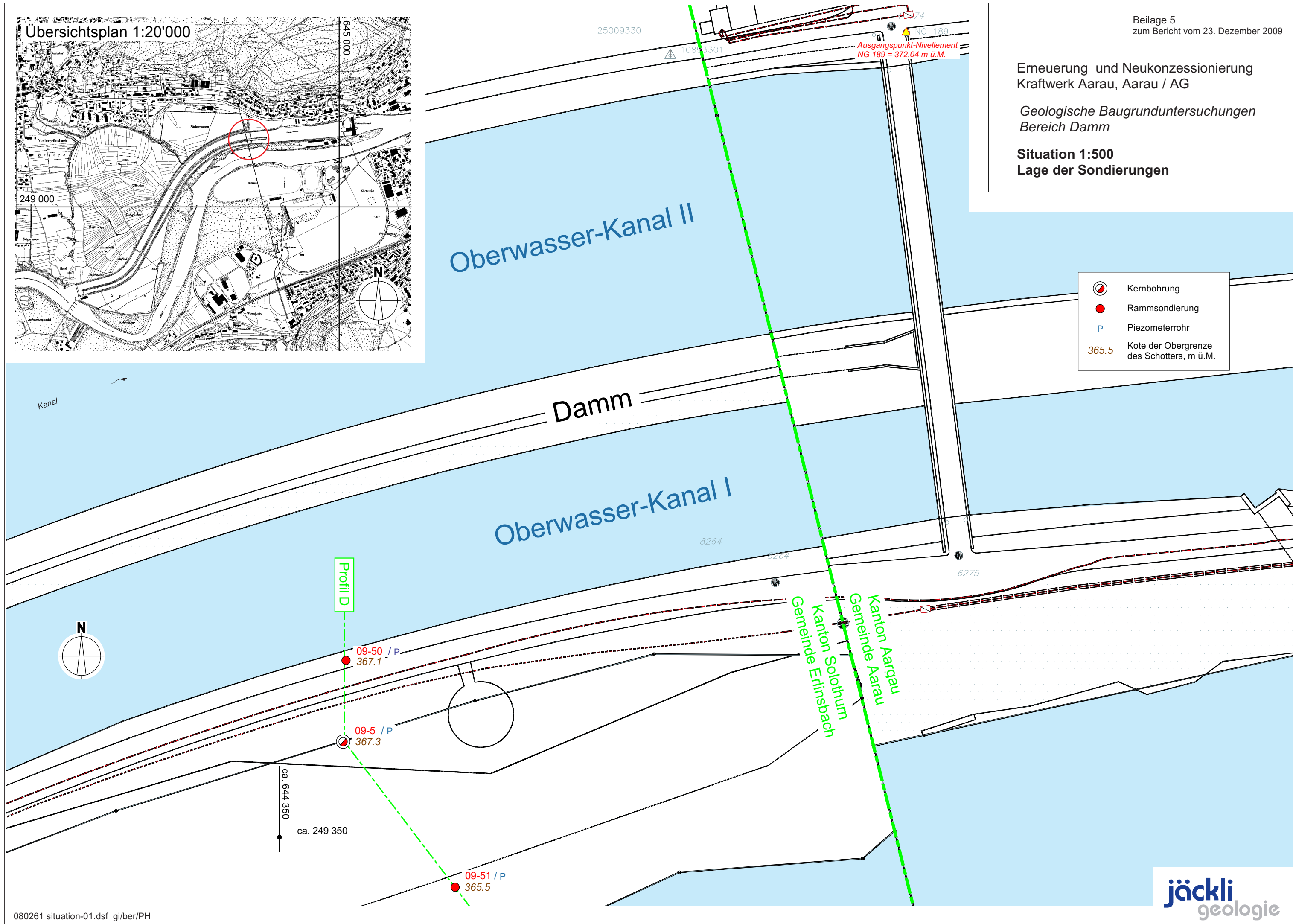
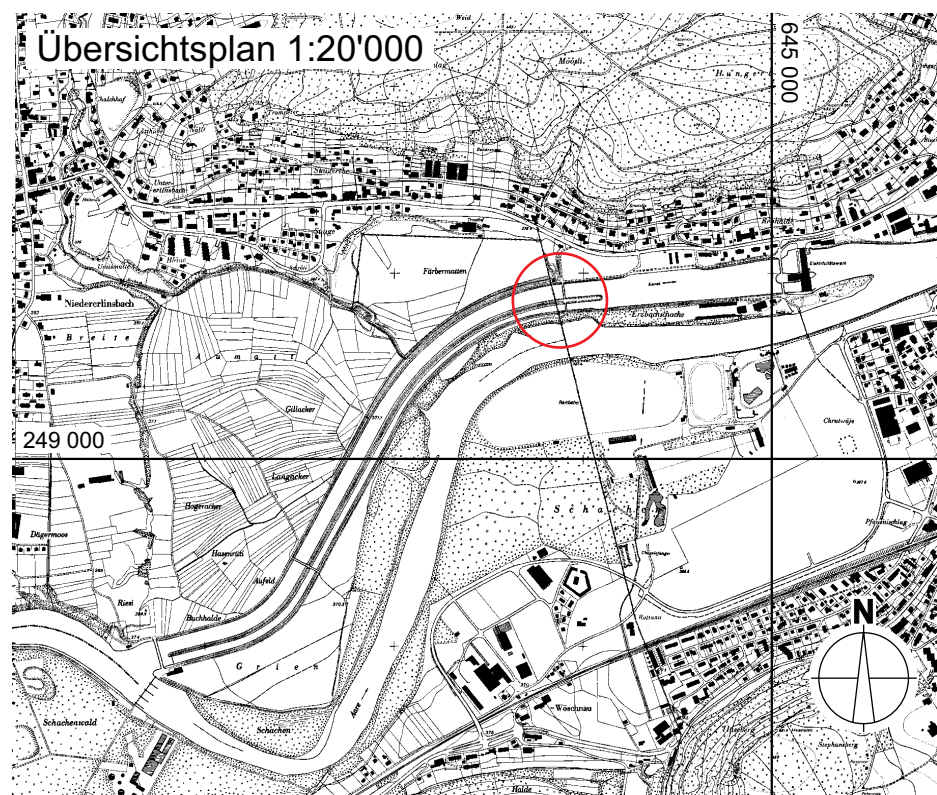
Profil C 1:200/100
Schemaschnitt durch Dotierzentrale und
Wehr, geologisch bearbeitet

- Betonkernbohrung
- künstliche Auffüllungen
- Schotter
- Mergel (Effingen-Member)
- Grundwasserspiegel Normalbetrieb
- Pegel Aare
- Neubauten

Massstab für Rammdiagramm
0 100 200 300 400 500 600 kg/cm²
Spezifischer Rammwiderstand
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm

jäckli
geologie

080261 profil c.dsf ber / PH



N

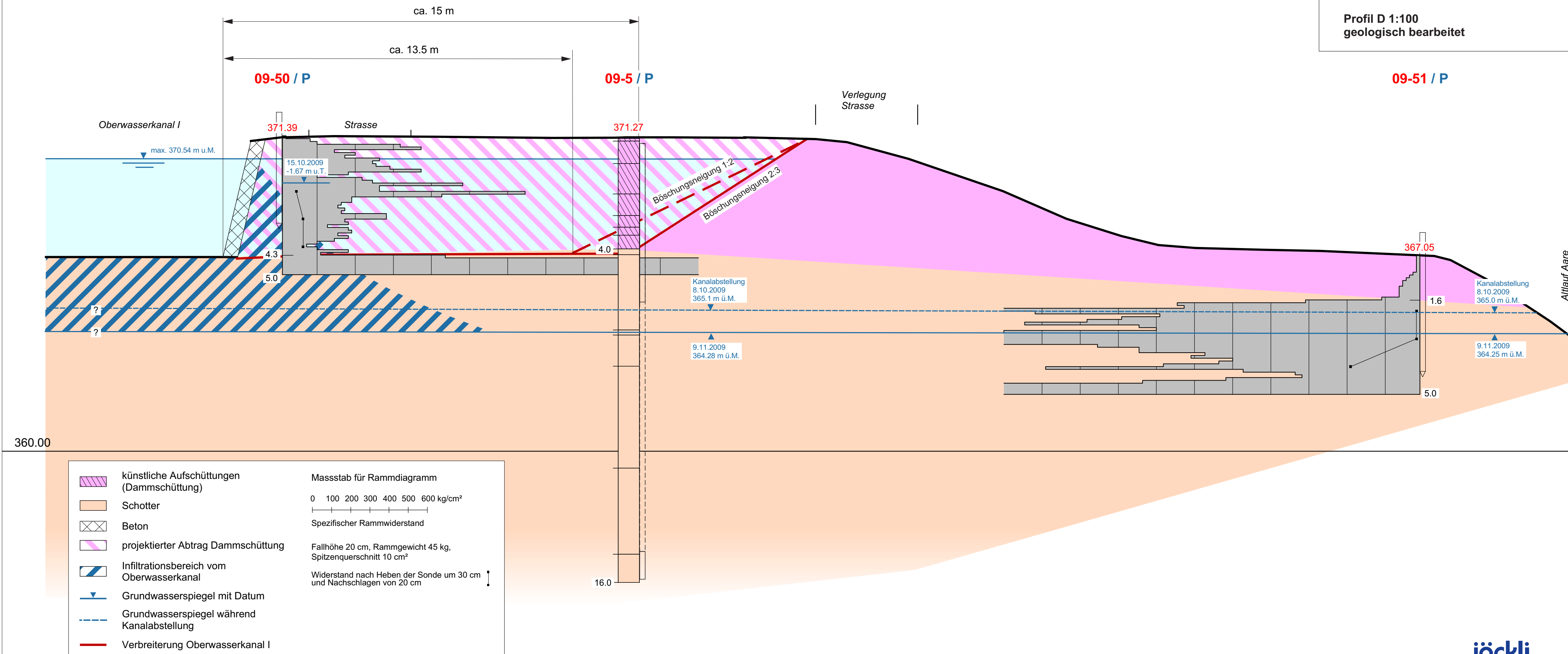
SE

Beilage 6
zum Bericht vom 23. Dezember 2009

Erneuerung und Neukonzessionierung
Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

Geologische Baugrunduntersuchungen
Bereich Damm

Profil D 1:100
geologisch bearbeitet



Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau
Aarau /AG

Geologisch-geotechnischer Bericht
Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm

Kernbohrungen Nr. 09-1, 09-2 und 09-5, 1:100

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau Aarau / AG					Bohrung 09-1 Massstab 1:100																																																				
Bauherrschaft: IBAarau Kraftwerk AG, Obere Vorstadt 37, Aarau Bohrfirma: Stump ForaTec AG, Madetswilerstrasse 33, Russikon Bohrmeister: J. Da Silva / D. Amrein Geologische Aufnahme: R. Ziltener, dipl. Bauingenieur FH Ausführungsdatum: 19. August - 25. August 2009 Koordinaten: ca. 643 316 / 248 322 OK Terrain (OKT): 371.41 m ü.M. OK Rohr (OKR): 371.25 m ü.M.					jäckli geologie Datei: 080261 bohrungen-02.dsf / ber																																																				
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m) ▽	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten																																																				
Einfachkernrohr, Bohr-ø 145 mm	künstliche Auffüllung	368.41		braungrauer, leicht siltiger, zwischen 0.9-1.4 m leicht bis mässig siltiger Kies, viel Feinsand, Steine (gemessener max. ø 15 cm, Gewichtanteil 5%), 0.9-1.4 m Fremdanteile (Gewichtsanteil <1%):Armierungseisen, feucht	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung)																																																				
	Schotter		3.0	grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, erdfeucht bis feucht	5.00–5.30 m u.T. 36 50																																																				
			4.0	grauer, sauberer Kies, viel Sand, trocken	8.00–8.45 m u.T. 6 21 36 N30=57																																																				
			4.3																																																						
			4.8																																																						
				braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, erdfeucht	12.00–12.45 m u.T. 11 25 40 N30=65																																																				
				braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, feucht																																																					
			7.1	grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemessener max. ø 15 cm, Gewichtanteil 5%), ab 8.2 m reichlich bis viel Sand, erdfeucht bis feucht, ab 10.0 m feucht																																																					
					16.00–16.45 m u.T. 14 30 47 N30=77																																																				
					20.00–20.15 m u.T. 50																																																				
		21.00–21.30 m u.T. 46 50																																																							
	Wildegg-Formation, Effingen-Member	351.01	20.0	grauer, leicht toniger, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, feucht bis nass																																																					
		20.1	beigegrauer, leicht bis mässig toniger Kies, Kies (mehrheitlich eckige Kalksteinbruchstücke), nass																																																						
		20.4	beiger, ab 20.6 m blaugrauer Mergel, stark verwittert, leicht ritzbar, leicht zerbrechbar, leicht bis knapp zerdrückbar, ab 20.9 m knapp ritzbar, knapp zerbrechbar, knapp zerdrückbar																																																						
		21.0																																																							
		21.6	dunkelgrauer, leicht verwitterter Mergel, seifig, leicht ritzbar, leicht zerbrechbar, leicht zerdrückbar, weich																																																						
				gestörte Bodenprobe																																																					
<table><tr><th>Bohrung</th><th>Position Futterrohr [m u.T.]</th><th>Position Stauer [m u.T.]</th><th>Pumpmenge [l/min]</th><th>Absenkung [m]</th><th>Ruhewasser- spiegel [m u.T.]</th><th>GW- Mächtigkeit [m]</th><th>k-Wert (Abschätzung) bei teilweise gezogenem Futterrohr [m/s]</th><th>k-Wert bei vollständig gezogenem Futterrohr (mittlere Durchlässigkeit des Grundwasserleiters) [m/s]</th><th>Grundwasser- leitende Schicht</th></tr><tr><td rowspan="5">09-1</td><td>19</td><td>20</td><td>150</td><td>0.56</td><td>4.64</td><td>1</td><td>5.2E-03</td><td rowspan="5"></td><td>Schotter</td></tr><tr><td>13.5</td><td>20</td><td>150</td><td>0.87</td><td>4.57</td><td>6.5</td><td>4.6E-04</td><td>Schotter</td></tr><tr><td>10.5</td><td>20</td><td>150</td><td>0.36</td><td>4.3</td><td>9.5</td><td>6.8E-04</td><td>Schotter</td></tr><tr><td>7</td><td>20</td><td>70</td><td>0.47</td><td>4.53</td><td>13</td><td>1.6E-04</td><td>Schotter</td></tr><tr><td>4</td><td>20</td><td>150</td><td>0.05</td><td>4.38</td><td>15.62</td><td>2.3E-03</td><td>Schotter</td></tr></table>						Bohrung	Position Futterrohr [m u.T.]	Position Stauer [m u.T.]	Pumpmenge [l/min]	Absenkung [m]	Ruhewasser- spiegel [m u.T.]	GW- Mächtigkeit [m]	k-Wert (Abschätzung) bei teilweise gezogenem Futterrohr [m/s]	k-Wert bei vollständig gezogenem Futterrohr (mittlere Durchlässigkeit des Grundwasserleiters) [m/s]	Grundwasser- leitende Schicht	09-1	19	20	150	0.56	4.64	1	5.2E-03		Schotter	13.5	20	150	0.87	4.57	6.5	4.6E-04	Schotter	10.5	20	150	0.36	4.3	9.5	6.8E-04	Schotter	7	20	70	0.47	4.53	13	1.6E-04	Schotter	4	20	150	0.05	4.38	15.62	2.3E-03	Schotter
Bohrung	Position Futterrohr [m u.T.]	Position Stauer [m u.T.]	Pumpmenge [l/min]	Absenkung [m]	Ruhewasser- spiegel [m u.T.]	GW- Mächtigkeit [m]	k-Wert (Abschätzung) bei teilweise gezogenem Futterrohr [m/s]	k-Wert bei vollständig gezogenem Futterrohr (mittlere Durchlässigkeit des Grundwasserleiters) [m/s]	Grundwasser- leitende Schicht																																																
09-1	19	20	150	0.56	4.64	1	5.2E-03		Schotter																																																
	13.5	20	150	0.87	4.57	6.5	4.6E-04		Schotter																																																
	10.5	20	150	0.36	4.3	9.5	6.8E-04		Schotter																																																
	7	20	70	0.47	4.53	13	1.6E-04		Schotter																																																
	4	20	150	0.05	4.38	15.62	2.3E-03		Schotter																																																

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau Aarau / AG					Bohrung 09-2 Massstab 1:100
Bauherrschaft: IBAarau Kraftwerk AG, Obere Vorstadt 37, Aarau Bohrfirma: Stump ForTec AG, Madetswilerstrasse 33, Russikon Bohrmeister: J. Da Silva / D. Amrein Geologische Aufnahme: R. Ziltener, dipl. Bauingenieur FH Ausführungsdatum: 24. August - 26 August 2009 Koordinaten: ca. 634 370 / 248 410 OK Terrain (OKT): 367.58 m ü.M. OK Rohr (OKR): -					jäckli geologie Datei: 080261 bohrungen-02.dsf / ber
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m) ▽	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Einfachkernrohr, Bohr-ø 145 mm	künstliche Auffüllung	364.88	0.7	Beton	Gwsp. 26.08.2009 1.02 m u.T. 366.56 m ü.M. ▼ Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) SPT auf 4 m nicht möglich Material locker gelagert 8.00–8.45 m u.T. 2 6 9 N30=15 12.00–12.45 m u.T. 7 15 22 N30=37 16.00–16.45 m u.T. 13 21 33 N30=54 20.00–20.45 m u.T. 18 29 44 N30=73
	Schotter		1.6 2.0 2.7 3.6 6.7 7.4 13.5 14.0 14.6 14.9 19.8 20.0	dunkelgrauer, leicht bis mässig siltiger Sand, durchsetzt mit vielen eckigen, beigen und schwarzen Kalksteinbruchstücken in Kiesfraktionsgrösse (Gewichtsanteil bis 1.1 m ca. 60%, ab 1.1 m ca. 30%), nass dunkelgrauer, mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemessener max. ø 18 cm, Gewichtsanteil 5%), nass dunkelgrauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Fremdanteile (Gewichtsanteil 1%): Eisen, nass braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, zwischen 2.9 und 3.4 m Sand überwiegend, Steine (gemessener max. ø 12 cm, Gewichtsanteil 5%), Steine teilweise eckig, feucht bis nass braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, ab 6.0 m viel Sand, ab 6.4 m Sand überwiegend, Steine (gemessener max. ø 12 cm, Gewichtsanteil 5%) feucht bis nass braungrauer, leicht siltiger Grobkies, reichlich Sand, feucht bis nass braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemessener max. ø 12 cm, Gewichtsanteil 5%), feucht beigegrauer, mässig siltiger Kies, reichlich Sand, feucht grauer, sauberer Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemessener max. ø 14 cm, Gewichtsanteil 5%), feucht grauer, sauberer Sand, reichlich Kies, feucht grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemessener max. ø 12 cm, Gewichtsanteil 5%), feucht beigegrauer, leicht bis mässig toniger Silt mittlerer Plastizität, reichlich Kies, Kies schwimmt in feinkörniger Matrix, reichlich Feinsand, steif bis hart	
				gestörte Bodenprobe	

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau Aarau / AG					Bohrung 09-5 Massstab 1:100
Bauherrschaft: IBAarau Kraftwerk AG, Obere Vorstadt 37, Aarau Bohrfirma: Stump ForaTec AG, Madetswilerstrasse 33, Russikon Bohrmeister: J. Da Silva / D. Amrein Geologische Aufnahme: R. Ziltener, dipl. Bauingenieur FH Ausführungsdatum: 17. August - 18. August 2009 Koordinaten: ca. 644 360 / 249 365 OK Terrain (OKT): 371.27 m ü.M. OK Rohr (OKR): 371.10 m ü.M.					jäckli geologie Datei: 080261 bohrungen-02.dsf / ber
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Einfachkernrohr, Bohr-ø 145 mm	künstliche Auffüllung	367.27	0.1 0.9 2.0 2.8 3.2 3.5 4.0 4.2	brauner, mässig siltiger Feinsand, wenig Kies, humos, durchwurzelt, organische Beimengungen (Holz, Gewichtsanteil ca. 5%), erdfeucht braungrauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Kies teilweise eckig und teilweise nagelfluhartig verkittet, Steine (gemessener max. ø 10 cm, Gewichtsanteil 10%), erdfeucht braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemessener max. ø 16 cm, Gewichtsanteil 5-10%), erdfeucht braungrauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, ab 2.4 m viel Sand, Steine (gemessener max. ø 10 cm, Gewichtsanteil 5%), erdfeucht bis feucht braungrauer, höchstens leicht toniger, mässig siltiger Feinsand, reichlich bis viel Kies, erdfeucht bis feucht braungrauer, mässig siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, erdfeucht graubrauner, teilweise leicht toniger, stark siltiger Kies, viel Feinsand, Kies schwimmt in feinkörniger Matrix, Steine (gemessener max. ø 10 cm, Gewichtsanteil 5%), ab 3.8 m Fremdbestandteile (Gewichtsanteil 10%): Ziegelbruchstücke, feucht graubrauner Silt/Feinsand, reichlich Kies, feucht	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 4.00–4.45 m u.T. 4 5 18 N30=23 8.00–8.45 m u.T. 8 16 29 N30=45 12.00–12.45 m u.T. 8 14 23 N30=37 16.00–16.45 m u.T. 6 17 27 N30=44 Gwsp. 24.09.2009 6.97 m u.T. 364.30 m ü.M. PVC ø 4,5"
	Schotter		6.9 7.1 8.2 11.9 15.0 16.0	braungrauer, ab 4.5 m grauer, sauberer Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemessener max. ø 15 cm, Gewichtsanteil 10-20%), trocken bis erdfeucht braungrauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, erdfeucht bis feucht grauer, sauberer Kies, reichlich bis viel Sand, feucht dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (gemessener max. ø 14 cm, Gewichtsanteil 5%), feucht bis nass dunkelgrauer, sauberer bis schichtweise leicht siltiger Kies, reichlich bis schichtweise viel Sand, Steine (gemessener max. ø 10 cm, Gewichtsanteil <5%), feucht dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, feucht bis nass	
		355.27	16.0	gestörte Bodenprobe Kleinpumpversuch vom 18.8.2009 GrundwassermächtigkeitH = 9.07 m Bohrradiusr = 0.072 m PumpenmengeQ = 160 l/min GrundwasserspiegelabsenkungΔh = 0.16 m DurchlässigkeitsbeiwertK = ca. 1.7 x 10⁻³ m/s (nach Dupuit / Thiern)	

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau
Aarau /AG

Geologisch-geotechnischer Bericht
Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm

Rammsondierungen Nr. 09-50 bis 09-52, 1:100

Erneuerung Kraftwerk Aarau Aarau / AG

Rammsondierung Nr. 09-50

Massstab 1:100

Ausführungsdatum: 23.09.2009
Koordinaten: 644'360 / 249'377

Kote OK Terrain: 371.39 m ü.M.
Kote OK Rohr: 372.24 m ü.M.

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm

Wsp.
23.09.2009
1.70 m u.T.



4.3
5.0

künstliche Auffüllung /
Dammschüttung

Schotter

Massstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jäckli
geologie

Objekt Nr.
080261

Datei
080261 RS 50.dsf gi/ZR

Erneuerung Kraftwerk Aarau Aarau / AG

Rammsondierung Nr. 09-51

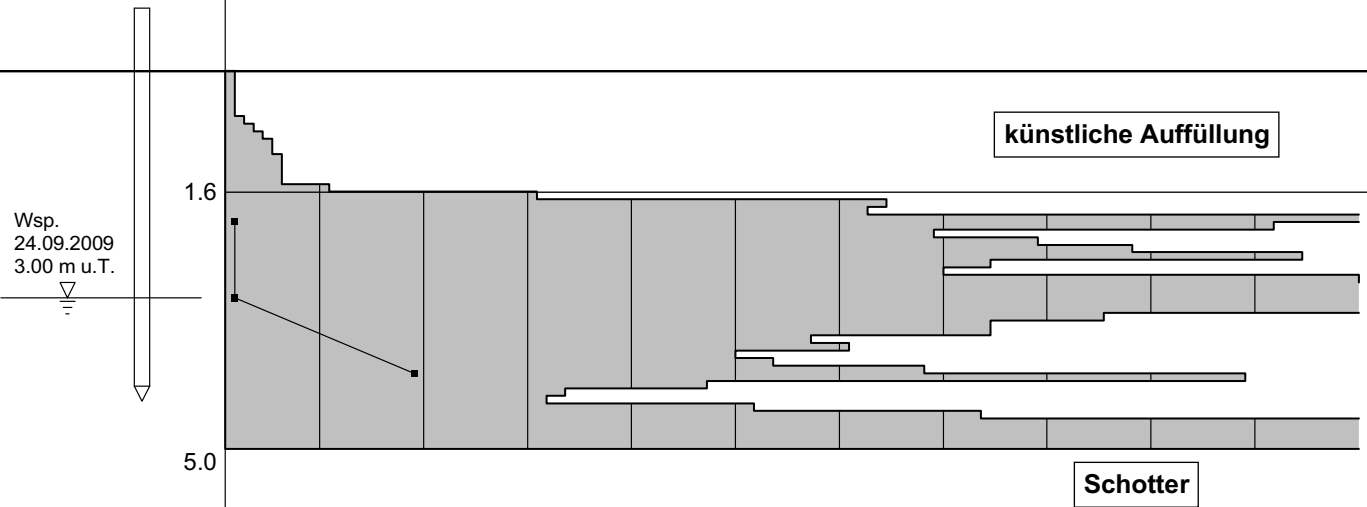
Massstab 1:100

Ausführungsdatum: 23.09.2009
Koordinaten: 644'376 / 249'342

Kote OK Terrain: 367.05 m ü.M.
Kote OK Rohr: 367.88 m ü.M.

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm



Massstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jäckli
geologie

Objekt Nr.
080261

Datei
080261 RS 51.dsf gi/ZR

Erneuerung Kraftwerk Aarau Aarau / AG

Rammsondierung Nr. 09-52

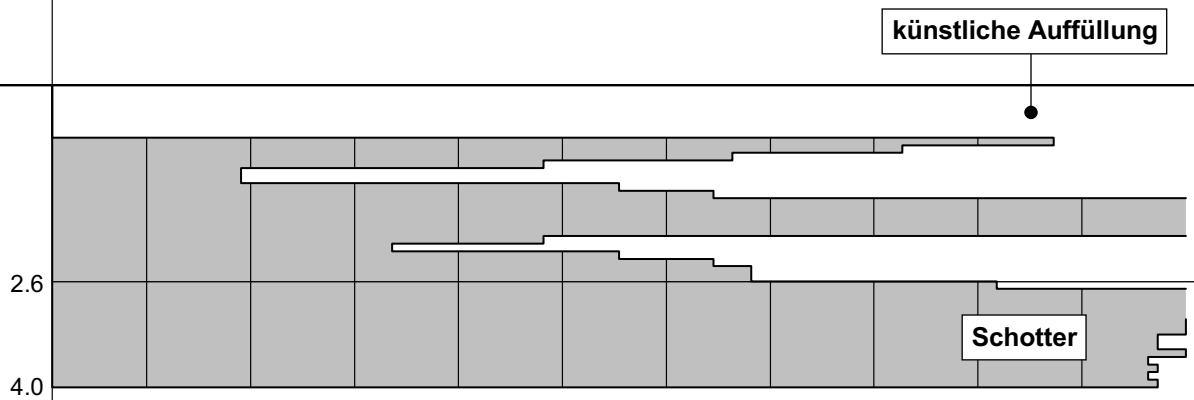
Massstab 1:100

Ausführungsdatum: 24.09.2009
Koordinaten: 643'334 / 248'358

Kote OK Terrain: 367.53 m ü.M.
Kote OK Rohr: -

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm



Massstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jöckli
geologie

Objekt Nr.
080261

Datei
080261 RS 52.dsf gi/ZR

Erneuerung und Neukonzessionierung Kraftwerk Aarau
Aarau /AG

Geologisch-geotechnischer Bericht
Bereich Wehr/Dotierzentrale/Damm

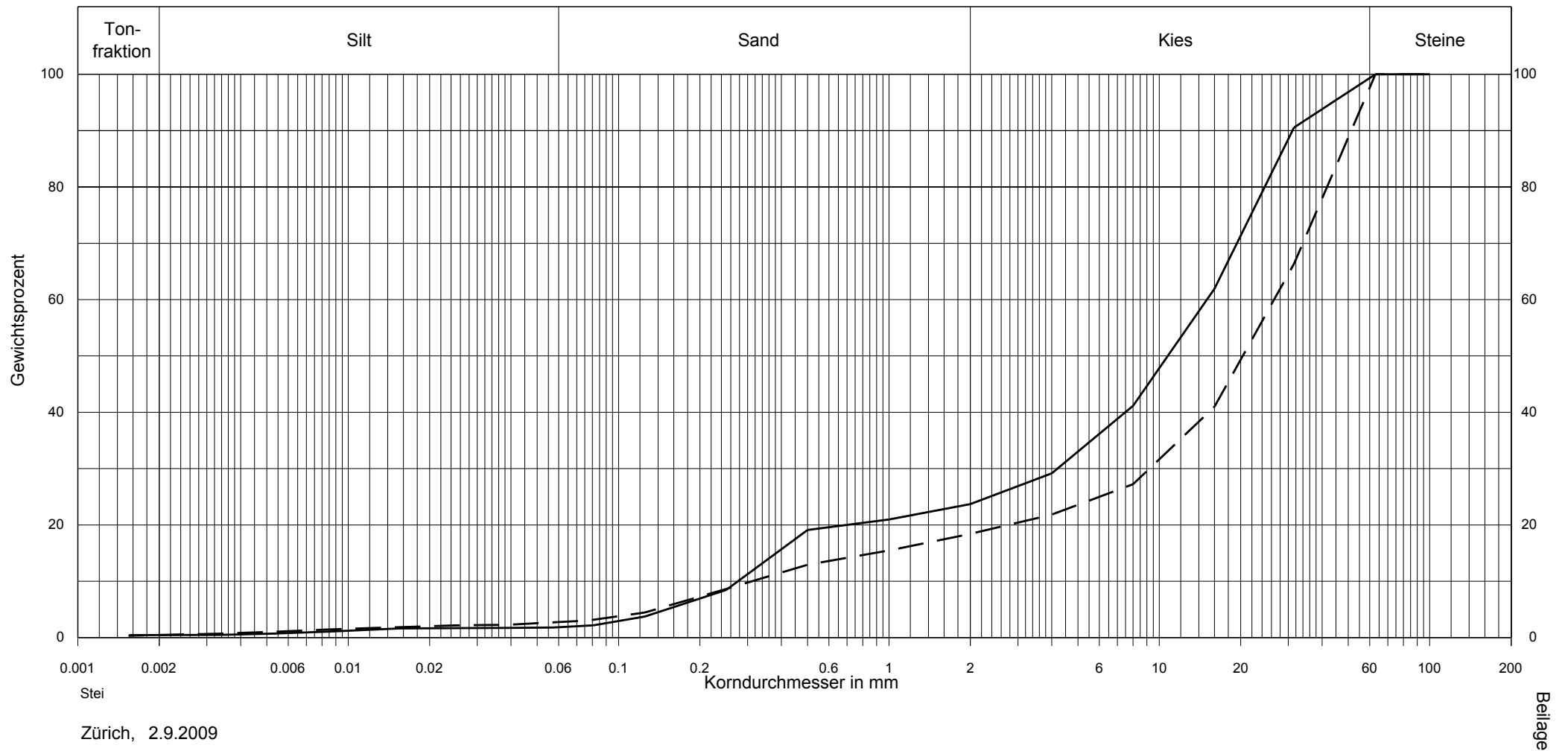
Untersuchungsergebnisse Erdbaulabor

Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11034

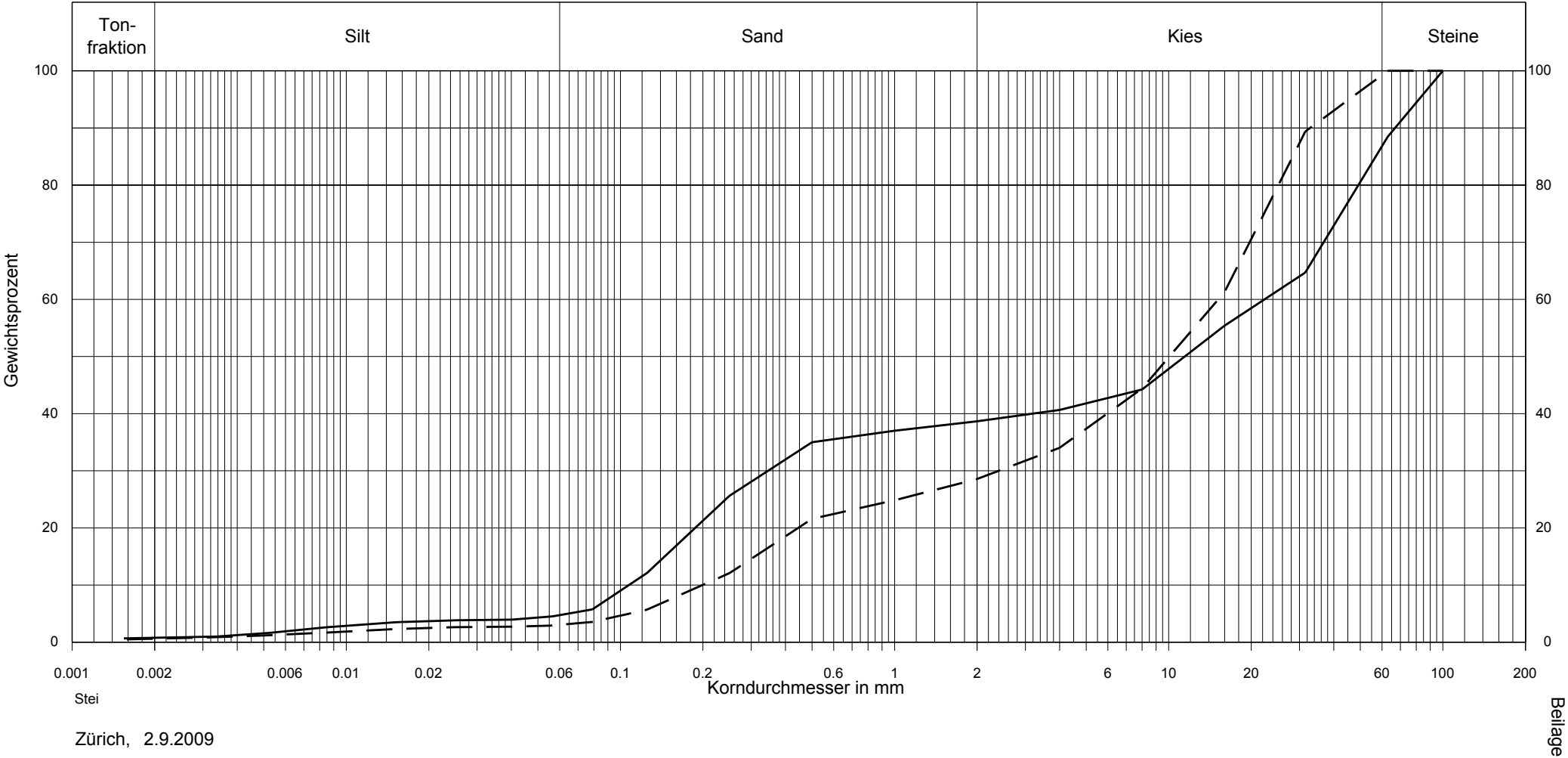
Erneuerung Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung Nr.	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P	
09-1	12875	3.0-4.0	————	2.4			2.66				GP
09-1	12876	11.0-12.0	— — —	1.9			2.67				GP



Kornverteilung in Summationskurven

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung Nr.	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P	
09-2	12877	0.7-1.6	—————	10.4			2.67				GW
09-2	12878	15.0-17.0	- - - - -	3.6			2.68				



Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11034

Erneuerung Kraftwerk Aarau, Aarau / AG

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung Nr.	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P	
09-5	12879	12.0-13.0	————	2.9			2.66				GP
09-5	12880	2.8-3.2	— — —	11.9			2.66				

