



Экспертное заключение

Несущая способность и смещения фундаментных винтов компании KRINNER

Руководитель проекта:
Проф. унив. д-р ин. Х. Шульц

Исполнители проекта:
Дип. ин. Петер Шик
Дип. ин. Юрген Шмид

Институт механики грунтов и фундаментостроения
Университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене
г. Нойбиберг, 05.03.2004г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Обоснование и цель настоящего доклада	4
2.	Описание фундаментного винта	4
2.1	Конструктивные элементы	4
2.2	Установка фундаментных винтов в грунте	5
2.3	Влияние, ожидаемое в состоянии эксплуатации	5
3.	Проведение испытания.....	5
3.1	Типы испытаний	5
3.2	Испытательный стенд и его подготовка	7
3.3	Обзор испытательных площадок и дней испытания.....	8
3.4	Проведение испытания	9
4.	Описание испытательных участков	10
4.1	Участок компании Krinner, г. Штрасскирхен, пойменный суглинок	10
4.1.1	Географическое положение, растительный покров и погодные условия	10
4.1.2	Грунтовое основание	11
4.1.2.1	Имеющаяся информация о грунтовом основании	11
4.1.2.2	Собственное исследование грунтового основания	11
4.1.2.3	Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием	11
4.2	Университет Федеральных Вооруженных Сил, открытая территория (песок, мягкий, плотный).....	12
4.2.1	Географическое положение, растительный покров и погодные условия.....	12
4.2.2	Грунтовое основание.....	13
4.2.2.1	Имеющаяся информация о грунтовом основании.....	13
4.2.2.2	Собственное обследование грунтового основания.....	13
4.2.2.3	Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием	14
4.3	Университет Федеральных Вооруженных Сил, территория тира (гравий, плотный) 14	
4.3.1	Географическое положение, растительный покров и погодные условия.....	14
4.3.2	Грунтовое основание.....	15
4.3.2.1	Имеющаяся информация о грунтовом основании.....	15
4.3.2.2	Собственное обследование грунтового основания.....	15
4.3.2.3	Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием.....	16
5.	Результаты испытания.....	17
5.1	Горизонтальная допустимая нагрузка.....	17

5.1.1	Монотонно нарастающая горизонтальная нагрузка	17
5.1.2	Циклическая переменная нагрузка.....	17
5.2	Осевая допустимая нагрузка на растяжение	18
5.2.1	Монотонно нарастающая нагрузка на растяжение.....	18
5.2.2	Тяговые свойства после первой нагрузки под давлением	18
5.3	Осевая допустимая нагрузка при давлении.....	19
5.3.1	Монотонно нарастающая нагрузка под давлением	19
5.3.2	Тяговые свойства после первой нагрузки под давлением	19
6.	Подведение итогов	20
Приложение 1. наброски конструкции и вид типичных исследуемых типов фундаментных винтов		22
Приложение 2. Характеристики строительного грунта и почвы участка Krinner		24
Приложение 3. Характеристики строительного грунта и почвы участка UniBW Мюнхен, открытая территория.....		27
Приложение 4. Характеристики строительного грунта и почвы участка UniBW Мюнхен, территория тира		31
Приложение 5. Рабочие линии по участку Krinner		39
Приложение 6. Рабочие линии по участку UniBw Мюнхена, открытая территория.....		41
Приложение 7. Рабочие линии по участку UniBw Мюнхен, стрельбище.....		42
Приложение 8. Таблицы выбранных характерных величин грузоподъемности при заданных смещениях		44
Приложение 9. Фото-документация.....		46
Приложение 10. Перечень использованных источников и литературы		50

1. Обоснование и цель настоящего доклада

Настоящий доклад содержит результаты заказа на проведение испытания от компании KRINNER для университета Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене (Договор от 01.10.2003г.):

Заказчик: компания KRINNER, адрес: D-94340 Straßkirchen

Исполнитель: профессор университета, д-р ин. Хартмут Шульц, университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене (UniBwM), адрес: D-85577 Neubiberg (Нойбиберг).

Реализация периода испытаний с 06-го ноября до 25-го ноября 2004 года.

Рабочие линии по работе фундаментных винтов компании KRINNER были рассчитаны на основании квазистатической горизонтальной и вертикальной нагрузки на грунте трех местоположений в разной консистенции и плотности. В данной экспертизе выдаются полученные характерные значения допустимой нагрузки при определенных значениях смещения, также сообщаются данные относительно свойств строительного фундамента соответствующих испытательных центров, а также экспериментальных данных. Фото-документация демонстрирует практическое исполнение испытания. Этот отчет совместно с другими предыдущими и будущими исследованиями предназначен для подготовки содержания допуска фундаментных винтов в Немецком институте строительной техники.

2. Описание фундаментного винта

2.1 Конструктивные элементы

Фундаментный винт (сокращение: «SF», прежнее название: "грунтовые дюбели") от компании KRINNER используется в качестве элементов фундамента для легких зданий (например, сборно-разборных зданий, контейнеров, беседок, гаражей, флагштоков и табличек). После получения заказа основания солярных установок были признаны в качестве дополнительных возможных областей применения.

Базовая структура фундаментных винтов вид включенного в испытания типа SF и длины приведены в Приложении 1. Исследуемая длина варьируется от $L = 75$ см до 150 см. Вал имеет коническую форму, то есть вместе с глубиной уменьшается диаметр. На твердом стальном валу приварены винтовые нарезки из стальной полосы. Над резьбой в зависимости от типа фундаментного винта сохраняется остаточная дистанция разной длины без резьбы до верхней части винтового фундамента. Фундаментные винты оцинкованы изнутри и снаружи.

2.2 Установка фундаментных винтов в грунте

Фундаментные винты вставляются в землю с вращением; более мелкие фундаментные винты ввинчиваются с использованием большой ручной дрели с боковой опорой, более крупные фундаментные винты устанавливаются с использованием гидравлического экскаватора со сверлом или буровой тележкой. Если строительный грунт, н.р. из-за камней, до установки фундаментных винтов требует выдалбливания или просверливания отдельными инструментами на месте, то таких случаев не было (**Приложения 2, 3 и 4**) на исследованных здесь участках. В почве, состоящей в основном из гравия – камней и плотно расположенной (здесь: территория тира университета Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене) может кратковременно вызвать вращение без дальнейшего проникновения, если верхний слой фундаментных винтов встречает большой камень. В таком случае резьба выталкивает грунт вверх, что может привести к тому, что осевая грузоподъемность может несколько снизиться за первые циклы нагрузки.

2.3 Влияние, ожидаемое в состоянии эксплуатации

Характер воздействия на встроенные фундаментные винты варьируется в зависимости от их применения. Как правило, они должны быть устойчивыми к воздействию силы ветра, образующейся из собственного веса строительной конструкции и энергии ветра, действующей на строительную конструкцию. Ветровые нагрузки производят колебательные силы в вертикальном и горизонтальном направлении, в случае недостаточного собственного веса строительной конструкции, устанавливаемой на фундамент, в случае с вертикальными нагрузками можно рассчитывать и на реверсирование признака в растянутой зоне. Установленные в грунте фундаментные винты, таким образом, циклически подвергаются нагрузкам как в осевом (вертикальном) направлении на давление или давление и растяжение (пульсирующая или переменная нагрузка), также как и циклически поперечной (горизонтальной) нагрузке и должны быть испытаны и рассчитаны на такие испытания. Комбинации этих типов нагрузки не были рассмотрены в данной программе испытаний.

3. Проведение испытания

3.1 Типы испытаний

Для реализации упомянутых в разделе 2.3 видов воздействия опытным техническим способом, были проведены горизонтальные нагрузки были (с/без разворота нагрузки) и вертикальная нагрузка на растяжение и давление (с / без разворота нагрузки) (**Таблица 3-1**). Все эксперименты проводили, как испытания 1:1 на местах. Испытания на растяжение проводились до максимальной нагрузки (отказ растяжения), конец испытания на сжатие и горизонтальные испытания с нагрузками были определены на основе происходивших смещений на верхней части фундаментных винтов

Парные значения из нагрузок и смещения были занесены в их временной период, конечно, и каждый тест был выведен в качестве рабочей линии (см. Приложения 5, 6 и 7), из которых можно считать характерные значения силы и соответствующего пути (см. Приложение 8).

Таблица 3-1: Применимые типы испытаний для проверки допустимых нагрузок фундаментных винтов

Нагрузка	Направление нагрузки	Результат/ содержание цитаты
Осевая (вертикальная) нагрузка	Первая тяговая нагрузка после установки	Рабочая линия для преимущественно статической нагрузки; максимальная нагрузка на растяжение.
	Тяговая нагрузка после сжимающей нагрузки	Рабочая линия по сравнению с монотонной нагрузкой и для их контроля, также для лучшего понимания процесса разрушения. Снижение сопротивления натяжению благодаря предыдущим нагрузкам давления (влияние первого разворота нагрузки при циклических нагрузках.)
Осевое (вертикальное) сжатие	Первая тяговая нагрузка после установки	Рабочая линия для преимущественно статической нагрузки, н.р. вследствие доминирующей собственной нагрузки конструкции, максимальная нагрузка на растяжение.
	Тяговая нагрузка после сжимающей нагрузки	Рабочая линия по сравнению с монотонной нагрузкой и для их контроля, также для лучшего понимания процесса разрушения; снижение сжатия - несущей способности сопротивления натяжению благодаря предыдущим нагрузкам на растяжении (влияние первого разворота нагрузки при циклических нагрузках.)
Поперечная (горизонтальная)	Первая горизонтальная нагрузка после установки	Рабочая линия для преимущественно статической нагрузки. Максимально допустимая горизонтальная нагрузка.
	Множественный разворот нагрузки (циклический)	Рабочая линия по сравнению с монотонной нагрузкой и для их контроля, также для лучшего понимания процесса разрушения; снижение благодаря предыдущим горизонтальным нагрузкам на растяжение (влияние циклической нагрузки).

Так как на основе данного исследования нужно было продемонстрировать обзор несущей способности в различных грунтах, было опущено подробное описание циклического поведения несущей способности, и этот случай был раскрыт с одноразовой сменой нагрузки (растяжение после сжатия, сжатие после растяжения). Детальное исследование циклической несущей способности, при которой роль играют такие переменные, как число циклов, амплитуды скользящей нагрузки и переменной нагрузки остается предметом дальнейшего расследования и не является предметом настоящего доклада. Также не может быть получено из проведенных исследований заключение о поведении фундаментных винтов из сочетания основных нагрузок, приведенных выше.

3.2 Испытательный стенд и его подготовка

Стенд был разработан в Университете Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене в сотрудничестве с компанией KRINNER и изготовлен отделом разработок компании KRINNER. Он состоит из усиленной рамы для нагрузок, имеющую прямоугольную форму согласно горизонтальной проекции (**Приложение 9, Рис. А9 - 1**). Четыре угла принудительно связываются с заранее ввинченными в грунт фундаментными винтами. Четыре монтажных фундаментных винта, по крайней мере, обладают несущей способностью испытываемого фундаментного винта, так что обеспечивается достаточная жесткость и прочность опоры.

По центру в середине плана горизонтальной проекции в основание был вставлен фундаментный винт, подвергаемый испытанию в осевом направлении. На жестком, состоящем из труб измерительном мосте к двум точкам были прикреплены датчики перемещения, которые измеряли вертикальную деформацию верхней части фундаментного винта на всем протяжении испытания. Измерительный мост был расположен далеко за пределами уровня подъема и снижения испытываемых фундаментных винтов, проявлявшегося у верхней кромки земляного откоса (**Приложение 9, Рис. А9 – 1**). Горизонтально тестируемые фундаментные винты были установлены за пределами рамы для нагрузок. На этой раме два датчика позволили провести измерения смещения верхней части и дополнительно благодаря этому можно было провести расчет поворота верхней части.

В некоторых отправных точках в плотно размещенном гравии (см. участок UniSd) фундаментные винты не могли быть введены в грунт, что было связано с высокой степенью уплотненности существующего грунта. На каменистых участках фундаментные винты можно было установить только после предварительного проведения буровых работ. Однако в соседних с этим участках фундаментные винты были успешно внедрены, хотя результаты зондирования посредством забивки свай в соответствии со стандартом DIN 4094 там существенно отличались. Во время испытания на участке UniSd – 150 на растяжение и давление фундаментные винты можно было ввинтить только путем удаления приповерхностных пород, причем частично при залегании камней на более значительной глубине грунт поднимался наверх. Последние сантиметры, однако, в основном, ввинчивались без перемещения грунта.

3.3 Обзор испытательных площадок и дней испытания

В общей сложности на 3 участках были проверены 5 различных строительных ситуаций (3 типа грунта, причем два вида грунта с 2 видами степени уплотненности грунта) (Таблица 3-2).

Таблица 3-2: Сроки испытаний с соответствующими участками, грунтами и типами фундаментных винтов

День недели, дата		Место проведения испытаний и объем вскрытия строительного грунта	Обозначение испытания: Участок (рыхлый, плотный грунт) – длина (см)
Чт.	06.11.03	Территория компании KRINNER, пойменный суглинок	Kri-100, Kri-120 (только 1 предварительная попытка)
Пн.	10.11.03	1 шурф	Kri-150
Чт.	13.11.03	4 зондирования DPL	Kri-80, Kri-75
Пт.	14.11.03		Kri-75
Пн.	17.11.03	UniBwM, открытая площадка, песок, плотный, 4 зондирования DPL	UniFd-100
Чт.	20.11.03	UniBwM, на участке тира, гравий, плотный	UniSd-150
Пт.	21.11.03	9 зондирований DPH	UniSd-100
Пн.	24.11.03	UniBwM, отвал, гравий, рыхлый 6 зондирования DPL 1 шурф, открытая площадка, песок, рыхлый	UniHI-80, UniHI-100, UniHI-150
Вт.	25.11.03	UniBwM, открытая площадка, песок, рыхлый 5 зондирования DPL 1 шурф, на участке тира, гравий, плотный	UniHI-100 и UniHI-150

Пояснения к условиям испытания:

Kri	компания KRINNER, пойменный суглинок
Uni Fd	UniBwM, открытая площадка (песчаный карьер), плотный грунт
Uni FI	UniBwM, открытая площадка (песчаный карьер), рыхлый грунт
Uni Sd	UniBwM, на участке тира (гравий), плотный грунт
Uni HI	UniBwM, отвал (гравий), рыхлый грунт

На территории компании KRINNER были подвергнуты проверке все 4 испытываемые длины фундаментных винтов (75, 80, 100 и 150 см) по всем типам нагрузки. На всех участках были последовательно испытаны длина фундаментных винтов 100 см на давящую силу и на горизонтальную силу, и соответственно длина 150 см на давление (Таблица 3-3).

Испытания на обоих участках университета Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене обычно включали одну или две длины, и не все виды нагрузки, однако, два типа грунта, каждый из которых имеет две степени плотности, с тем, чтобы можно было при помощи всей программы испытаний можно было определить влияние длины фундаментных винтов в одном и том же грунте, и влияние различных типов почв, также как и их прочность при одинаковой протяженности фундаментных винтов.

Таблица 3-3: Обзор типов и протяженности испытываемых фундаментных винтов

Испытываемый SF-тип	Длина (см)	Испытываемые виды грунта (с местоположениями)
SF 75	75	Пойменный суглинок , испытательная площадка компании KRINNER
SF 80	80	Пойменный суглинок , испытательная площадка компании KRINNER Гравий , рыхлый (университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, отвал)
SF 100	100	Пойменный суглинок , испытательная площадка компании KRINNER Песок, мягкий и плотный (университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, открытая площадка) Гравий, мягкий и плотный (университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, территория тира и отвал)
SF 120	120	Пойменный суглинок , испытательная площадка компании KRINNER (предварительное испытание)
SF 150	150	Пойменный суглинок , испытательная площадка компании KRINNER Песок, мягкий и плотный (университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, открытая площадка) Гравий, мягкий и плотный (университет Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, территория тира и отвал)

3.4 Проведение испытания

Все измеренные значения (сила + 2 полосы) были зарегистрированы измерительной системы с частотой в 60 Герц. Нагрузка была приложена вручную с помощью гидравлического ручного насоса, так что скорость нагрузки можно контролировать по скорости движения насоса. Целью было приблизительное определение постоянной скорости смещения, которая была реализована как в осевом, так и поперечном направлении (примеры на **Рисунке 3-1**).

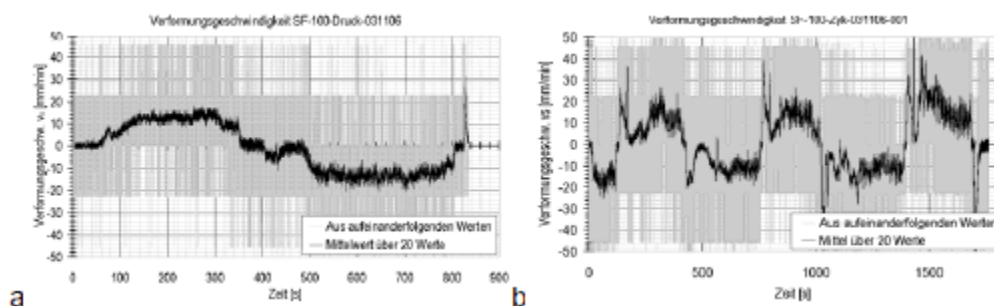


Рисунок 3-1: полученная вручную скорость смещения, осевая (a), поперечная (b)

По центру горизонтальной проекции фундаментный винт, испытываемый в осевом направлении, вводится в грунт и подвергается нагрузке с помощью гидравлического пресса. Посредством жесткого, состоящего из труб измерительного моста и подключенных к нему датчиков была измерена вертикальная деформация верхней части фундаментных винтов на протяжении испытания.

Измерительный мост был расположен далеко за пределами уровня подъема и снижения испытываемых фундаментных винтов, проявившегося у верхней кромки земляного откоса (**Приложение 9, Рис. А9 - 2**).

Посредством горизонтального гидравлического пресса, расположенного вдоль продольной оси, фундаментный винт, введенный вне силовой рамы, был подвергнут горизонтальной нагрузке (**Приложение 9, Рисунок А9-1 и -2**). Здесь проводили измерение смещение при двух различных высотах, так что в дополнение к смещению верхней части может быть указана деформация (см. примеры на **Рисунке 3-2**). Горизонтальная нагрузка всегда рассчитывалась с задержкой, чтобы избежать потери устойчивости крепления стержня с резьбой.

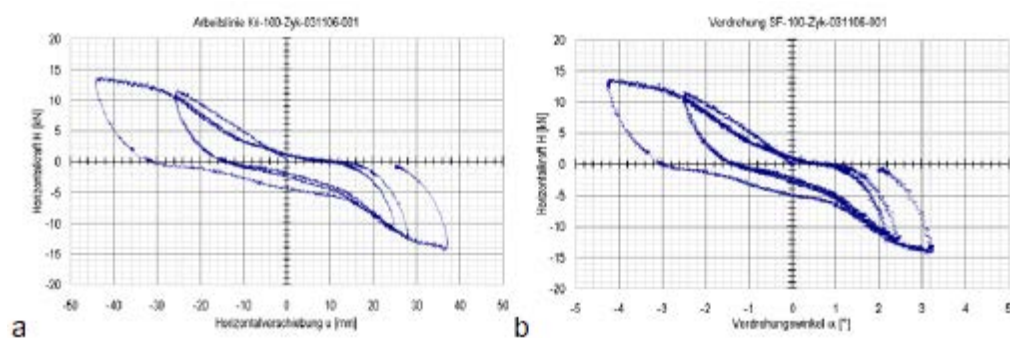


Рисунок 3-2: измеренное горизонтальное смещение (a),
рассчитанная деформация верхней части (b)

4. Описание испытательных участков

4.1 Участок компании Krinner, г. Штрасскирхен, пойменный суглинок

4.1.1 Географическое положение, растительный покров и погодные условия

Помещения компании расположены в Штрасскирхен к юго-западу от Штраубинг (**Рисунок 4-1**). Растительность в области испытаний состоит из травяного покрова с горизонтальной поверхности земли (**Приложение 9, Рисунок А9-3**). В период проведения испытаний преобладали температуры около 0 до 5° С с частичными не значительными осадками и туманами.

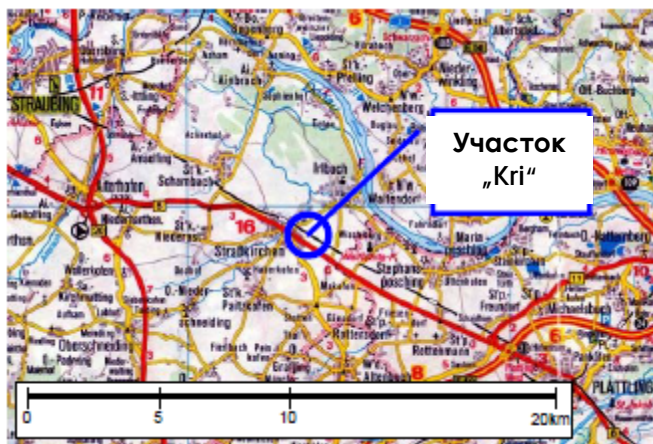


Рисунок 4-1: Участок компании Krinner (обозначение зоны испытания: Kri).

4.1.2 Грунтовое основание

4.1.2.1 Имеющаяся информация о грунтовом основании

Согласно обзорной карте Геологической службы Баварии (**Приложение 10**) по месту нахождения компании, рядом с Дунаем, присутствуют пойменные почвы, характерные для речных ландшафтов. В случае с такими почвами речь идет о голоценных мелкозернистых отложениях, так называемых пойменных суглинках. Ввиду его близости к складам и к инженерным сооружениям из пластика также на участке испытаний можно ожидать различных наполнений над основным слоем почвы. Информация об уровне грунтовых вод не была доступна для обработки отчетов.

4.1.2.2 Собственное исследование грунтового основания

Подрядчиком был заложен шурф, из которого были взяты образцы почвы для дальнейшего обследования в лаборатории (**Приложение 2, Рисунок A2 - 2**). Были обнаружены четыре слоя:

- 1) верхний слой почвы с травяным покровом;
- 2) светло-коричневая глина с верхнего почвенного слоя;
- 3) серая глина;
- 4) коричневая глина.

В лаборатории было рассчитано содержание воды, плотность и зерновые линии (**см. Приложение 2**). Кроме этого проводилось 4 тесты на проникновение конуса DPL- 5 в соответствии со стандартом DIN 4094. Особые точки были выбраны на расстояния 1 метра от испытываемого фундаментного винта. Подземные воды не встречаются до основания шурфа, как и ожидалось.

4.1.2.3 Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием

На участке Kri за толщиной приблизительно 10 см верхнего слоя почвы на глубине до 0,9 м выявлены еще три связанных слоев, и которые классифицируются в соответствии со стандартом DIN 18196 в виде легкой глины или средней пластичности (TL или TM). Почвы находятся в "мягком до полутвердого" состоянии (показатель пластичности IC = 0,72 до 1,13). Подземные воды не были доступны до самого основания фундаментных винтов.

4.2 Университет Федеральных Вооруженных Сил, открытая территория (песок, мягкий, плотный)

4.2.1 Географическое положение, растительный покров и погодные условия

Участок Университета Федеральных Вооруженных Сил находится на юге юго-востоке от города Мюнхен (Рисунок 4-2). На территории UniBwM было выбрано два экспериментальных участка: на открытой площадке Института (Рисунок 4-3) и бывший участок тира, что объясняется ниже.

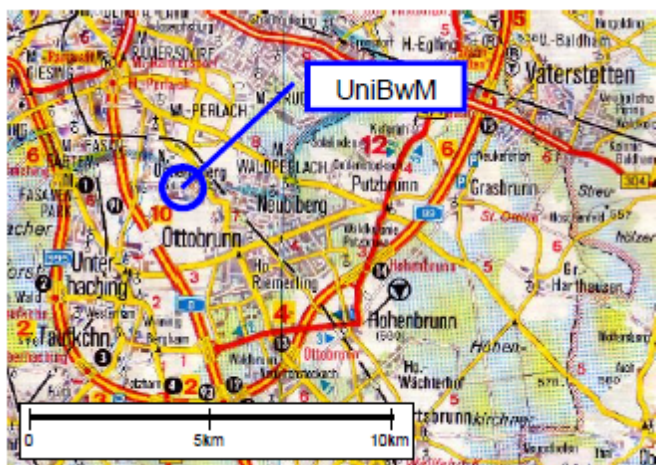


Рисунок 4-2: Участок Университета федеральных Вооруженных Сил, г. Мюнхен(UniBwM)

На открытом участке находилась не заросшая горизонтальная песчаная поверхность. В оба дня испытания, 17-го и 25-го ноября была температура от 5-10° С, осадков не было (Приложение 9, рисунок А9- 4).

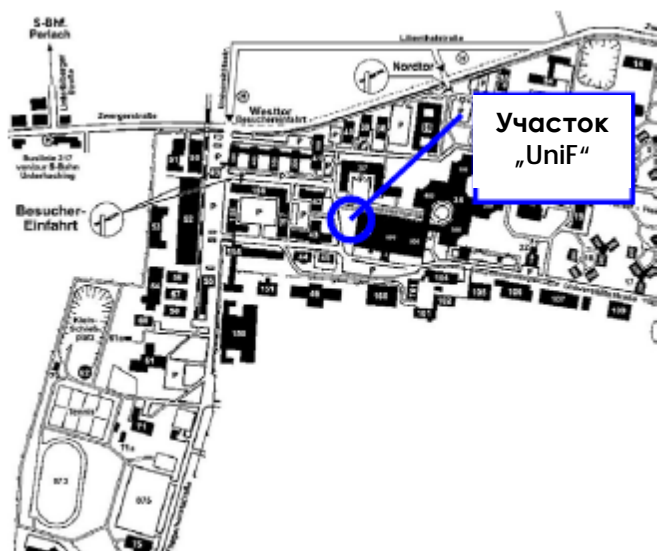


Рисунок 4-3 : Участок UniBwM, открытая площадка (обозначение зоны испытания: UniFI).

4.2.2 Грунтовое основание

4.2.2.1 Имеющаяся информация о грунтовом основании

По эксплуатации на открытой площадке для учебных целей, известно, что здесь приблизительно лежит от 1,5 до 2м песка над естественно возникшим гравием. Относительно производства на песчаном карьере не было никакой информации о размерах. Грунтовые воды в образовавшемся гравии лежат на несколько метров ниже верхней кромки земляного откоса, и в данном случае они не оказывают никакого влияния.

4.2.2.2 Собственное обследование грунтового основания

а) Естественное размещение грунта

В естественном состоянии были проведены 4 зондирования с использованием легкого динамического пенетromетра DPL- 5 (**Приложение 3, рисунок А3-2**). Кроме того, в различных глубинах определяли содержание воды и плотность с использованием баллонного устройства. В лаборатории определяется кривая классификации по гранулированию и пределам насыпной плотности (**см. Приложение 3**). После проведения дноуглубительных работ и мягкой обратной засыпки все грунтовое основание было непосредственно изучено посредством двух тестовых ям (**Приложение 3, Рисунок А3-2**).

b) мягкое размещение грунта

Для достижения более свободного размещения песок был прорыт экскаватором до верхней кромки гравия и свободно засыпан снова. Во время процесса выкапывания была измерена плотность естественного состояния, и были получены пробы из нарушенных образцов для проведения анализа в лаборатории.

В полученном таким образом, рыхлом состоянии были проведены 4 зондирования с небольшим пенетрометом (**Приложение 3, Рисунок А3-4**). После завершения всех тестов снова было проведено измерение содержания воды и плотности с помощью баллонного устройства.

4.2.2.3 Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием

На участке UniF1 и UniFd песок в обоих видах плотности засыпки на глубину около 1,1 м (восточная сторона) или около 1,6 м (западная сторона) по визуальной оценке может быть классифицирован как однородный и подробнее классифицируются в соответствии с нормой DIN 18196 как SE-песок. В возможном рыхлом состоянии песок хранился в состоянии "очень рыхлый" до насыпки "средней плотности" ($D = <0 \dots 0,39$), в своем естественном состоянии песок был размещен "свободно" до "средней плотности" ($D = <0 \dots 0,49$). Подземные воды до основания фундаментного винта не были доступны.

4.3 Университет Федеральных Вооруженных Сил, территория тира (гравий, плотный)

4.3.1 Географическое положение, растительный покров и погодные условия

Участки расположены на территории университета Федеральных Вооруженных Сил в Мюнхене, рядом с испытательной площадкой, используемой институтом для проведения измерений - "бывший тир" [Шульц, Шмид, Шмитц, 2002] (**см. Приложение 10**). Там проводились испытания в двух местах, непосредственно на въезде к стрельбищу (гравий, плотный) и также на плато соседствующего с ним отвала с таким же грунтом, как из вынутого на вышеописанном поле для измерений (гравий, сыпучий) (**Приложение 4; Приложение 9, Рисунок А9-5**). Растительность на участке стрельбища состояла из травяного покрова, на отвале была поросль, но не по всей площади, а только на подходе к ней, частично встречался не заросший травой гравий. Температуры во время проведения испытания составляли от 5 до 10° С, осадков не наблюдалось.



Рисунок 4-4: Участок UniWuM, территория тира (гравий, плотный) и отвал (гравий, сыпучий) (обозначение зон испытания: UniFI и UniFd).

4.3.2 Грунтовое основание

4.3.2.1 Имеющаяся информация о грунтовом основании

Имеется информация о грунтовом основании на момент создания измерительного поля института [Шульц, Шмид, Шмиц, 2002]. Соответственно этим данным грунтовое основание состоит из смеси гравия и песка и гравия с илом от плотной до очень плотной консистенции. Грунтовые воды расположены намного ниже поверхности земли и не оказывают никакого эффекта. Из-за того, что в этом месте ранее имело место проведение строительных работ для возведения стрельбища и что подъезд к нему плоский, то, вероятно, следует рассчитывать на заполнение грунта различных типов и плотности.

4.3.2.2 Собственное обследование грунтового основания

На обеих испытательных площадках "тир" и "отвал" проводились зондирования, определение содержания воды и плотности, и были взяты образцы для дальнейшего их обследования в лаборатории. В первые выбранные точки установки фундаментные винты не были введены, что подтвердило высокую плотность размещения грунта в своем естественном состоянии. Здесь были проведены зондирования посредством тяжелого зонда DPH. Относительно свободно расположенный отвал из гравия можно было изучить с помощью легкого динамического пенетрометра DPL-5. Плотность определяли в обоих случаях с помощью баллонного устройства.

а) «территория стрельбища» с плотным гравием

Здесь были выполнены измерения тяжелым DPH-зондом. Для взятия на месте образцов почвы и для измерения на месте плотности и содержания воды после проведения испытаний на нагрузку фундаментных винтов были заложены две ямы отвала (**см. Приложение 4**). Это показало, что, по крайней мере, самый верхний метр (смещенный образовавшийся гравий) состоит из наполнения. Подземные воды не были обнаружены.

б) «отвал» с сухим гравием

Здесь проводились зондирования с применением легких динамических пенетрометров DPL-5. Здесь также после завершения испытаний на нагрузку винтовых соединений был заложен шурф (**см. Приложение 4**) и образцы почвы были взяты для проведения экспертизы в лаборатории, также определено содержание воды и плотности.

4.3.2.3 Подведение итогов по ситуации с грунтовым основанием

На обоих участках для проведения испытаний на территории бывшего стрельбища, UniSd и UniHl грунтовые воды проходили очень глубоко под землей и не оказывали никакого влияния. Гравий, из которого состоит завал, (UniHl) был вследствие проведения работ по транспортировке и перемещению, как и ожидалось с однородной структурой, чем заполнение гравия из природного гравия на участке UniSd. Смесь гравия и песка в соответствии с нормой DIN 18196 можно классифицировать как GU и GW (**Приложение 4**).

а) «территория стрельбища» с плотным гравием

В яме шурфа видно несколько слоев (**см. Приложение 4**). Хотя денситометр выявил определенную степень плотности ($n=3$), которая широко расходится ($D_{Pr} = 90,3\%$ и $107,2\%$), это всего лишь плотность размещения, свойственная данному участку; это показывают и результаты тестов на проникновение конуса (**Приложение 4**) и требуемое усилие для установки фундаментных винтов в грунт и соотношение силы-смещения при исследовании испытательных фундаментных винтов.

- b) «отвал» с рыхлым гравием
Стратификация визуально не могла быть определена. Степень уплотнения в диапазоне от $D_{Pr} = 89,0\%$ и $93,8\%$ (**Приложение 4**).

5. Результаты испытания

5.1 Горизонтальная допустимая нагрузка

5.1.1 Монотонно нарастающая горизонтальная нагрузка

Из рабочих линий (**Приложения 5, 6 и 7**) значения сопротивления были определены как силы, которые вызывают определенное смещение. В этом случае значения сдвига были определены из 2, 5 и 10 мм, и соответствующие силы взяты из рабочих линий. Как правило, имел место линейный рост первоначально под горизонтальной линией сопротивления N с горизонтальным смещением верхней части и, как правило, после $u > 10$ мм был переведен приблизительно в линейную зависимость (**Рисунок 5 -1a**). При смещении в 2 мм интервал измерения резисторов составил $1,2 \text{ кН} < N < 9 \text{ кН}$ и если допускалось смещение в 10 мм, то были получены результаты $4 \text{ кН} < N < 23 \text{ кН}$ (**Приложение 8, таблица A8-1**). Наименьшие сопротивления происходили в песке (участок UniF), самое значительное сопротивление имело место в плотном пойменном суглинке (участок Kri).

5.1.2 Циклическая переменная нагрузка

Циклическая переменная нагрузка и примерно равные смещения в каждом направлении предстали в форме петель гистерезиса, которые в качестве эпюры демонстрируют рабочую линию по монотонно нарастающей нагрузке. После изменения направления до достижения вертикального исходного состояния выдается переходная зона без усилия, за которой следует умеренное возрастание нагрузки на фоне сильных смещений, пока на противоположной стороне не будет достигнуто приблизительно горизонтальное состояние первичной нагрузки и тем самым будет достигнута вышеописанная эпюра (**Рисунок 5 -1b**).

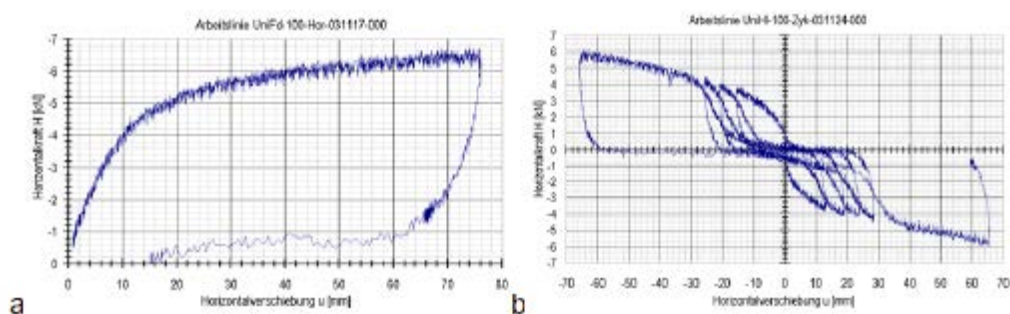


Рисунок 5-1: Типичные рабочие линии при горизонтальной нагрузке, а) монотонно нарастающая нагрузка б) циклически сменяющаяся нагрузка

5.2 Осевая допустимая нагрузка на растяжение

5.2.1 Монотонно нарастающая нагрузка на растяжение

Определение грузоподъемности проводили, как это описано в разделе 5.1.1. Там были определены значения смещения 5 и 10 мм, а соответствующие показатели силы можно с рабочей линии. Типичным было быстрое нарастание силы до пика (**Рисунок 5-2а**) и в завершение явное снижение сопротивления.

При смещении в 2 мм измеренный промежуток сопротивления составил 2,9 кН $<Z < 46$ кН, при допуске смещения в 5 мм измеренный промежуток сопротивления составил 4,4 кН $<Z < 53$ кН (**Приложение 8**). Наименьшее сопротивление проявилось в песке (участок Uni Fd), более крупное имелось в плотно размещенном гравии и в пойменных суглинках (участки UniSd и Kri).

5.2.2 Тяговые свойства после первой нагрузки под давлением

В первом цикле переменной нагрузки (тяговая нагрузка после предшествовавшей нагрузки под давлением после стадии разрушения) проявилось типичное более мягкое поведение. Так, сопротивление при имеющейся деформации было меньше или деформации, необходимые для возникновения сопротивления, были больше. Снижение грузоподъемной способности (**Рисунок 5-2б**) в соответствии с опытом структурного поведения отдельных свай в первом цикле может быть наибольшей, а затем продолжить примерно логарифмически с числом циклов. При допуске смещения в 5 мм, аналогично выдаются лишь значения 1,8 кН $<Z < 33$ кН (**Приложение 8**). В плотно размещенном гравии было заметно большее снижение (с 53 до 5 кН), чем в аллювиальных суглинках (с 53 до 33 кН). Дальнейшее снижение допустимой нагрузки для большего числа циклов не было исследовано здесь из-за того, что это было связано со значительно большими затратами на опыты.

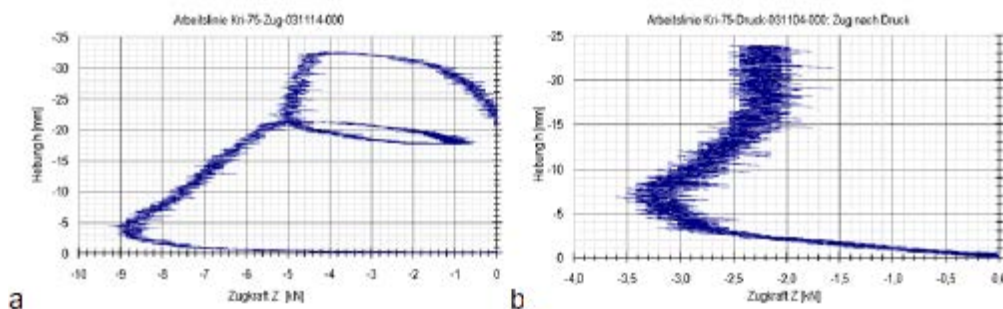


Рисунок 5-2: Типичные рабочие линии при тяговой нагрузке, монотонно нарастающая нагрузка тяговые свойства после первой нагрузки под давлением

5.3 Осевая допустимая нагрузка при давлении

5.3.1 Монотонно нарастающая нагрузка под давлением

Определение грузоподъемностью проводили, как описано в разделе 5.1.1. Были определены значения смещение 5 и 10 мм, а считать соответствующие силы можно было с рабочей линии. Типичным было примерное параболическое прохождение линии давления-оседания до явного надлома и с последующим увеличением силы со смещением (Рисунок 5 - 3а), который затем сохраняется в течение большого отрезка. В случае 5 мм-го смещения измеренный диапазон составил сопротивление $3,3 \text{ kN} < Z < 84 \text{ kN}$, при разрешении смещения в 10 мм получается диапазон $4,1 \text{ kN} < Z < 100 \text{ kN}$ (**Приложение 8**). Наименьшее сопротивление произошло в рыхлом гравии (участок U-nHl), самые большие показатели - в аллювиальных суглинках (участок Kri).

5.3.2 Тяговые свойства после первой нагрузки под давлением

В первом цикле переменной нагрузки (тяговая нагрузка после предшествовавшей нагрузки под давлением после стадии разрушения) проявилось типичное более мягкое поведение. Так, аналогично разделу 5.2.2 сопротивление при имеющейся деформации был меньше или деформации, необходимые для возникновения сопротивления, были больше. (**Рисунок 5-3b**).

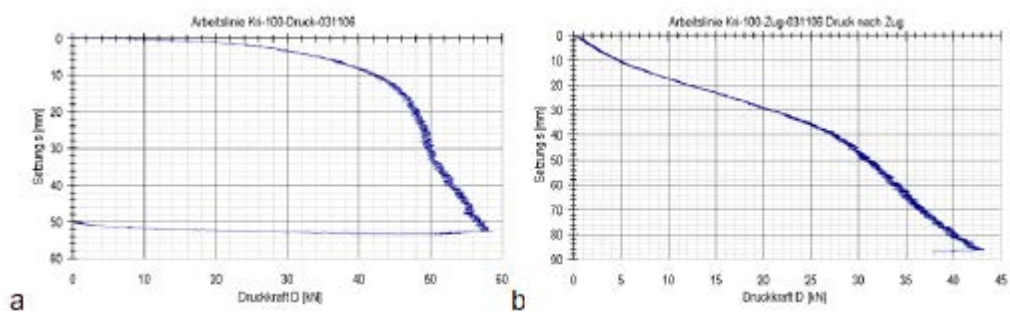


Рисунок 5-3: Типичные рабочие линии при тяговой нагрузке, монотонно нарастающая нагрузка тяговые свойства после первой нагрузки под давлением

Уменьшение допустимой нагрузки в соответствии с опытом структурного поведения одиночных свай в первом цикле является наибольшей, а затем его можно продолжить логарифмически с числом циклов. Если допускается 10 мм смещения, то результат, аналогичный выше приведенным значениям, только $1,7 \text{ kN} < Z < 10 \text{ kN}$ (**Приложение 8**). Дальнейшее снижение допустимой нагрузки для большего числа циклов не было исследовано в этом случае также из-за того, что это было связано со значительно большими затратами на опыты.

6. Подведение итогов

Данное заключение содержит описание испытаний 1:1 на местах фундаментных винтов компании KRINNER - длиной 75, 80, 100 и 150 см. Все испытания проводились на трех участках, на двух из них была исследована плотность укладки грунта.

Нагрузки проводились как по оси, так и поперек, в виде монотонно восходящих исполнений и циклами с одним или более циклов.

Из результатов видно, в каком порядке величин представлено сопротивление на давление, на вынимание и на горизонтальную нагрузку для исследуемых, сильно отличающихся друг от друга грунтов. Сопротивление фундаментного винта зависит от его длины, условий монтажа и типа грунта и от его состояния укладки.

На основании имеющихся значений стало возможным первое общее определение размеров в подобных грунтах. В данный обзор не включены циклические нагрузки с большим количеством циклов и особыми условиями нагрузки.

По этой причине рекомендуется протестировать воздействие на сопротивление при обстоятельствах, упомянутых в качестве последних ввиду их определяющего значения в отдельных исследованиях.

г. Мюнхен, 05.03.2004г.

/подписано/
проф. унив., д-р ин.
Хартмут Шульц
(руководство проектом)

д-р ин. П. Шикк
(подготовка документов)

/подписано/
дип. ин. Й. Шмид
(подготовка документов)

Ниже представлены:

Приложения с 1 по 10.

Приложение 1. Наброски конструкции и вид типичных исследуемых типов фундаментных винтов

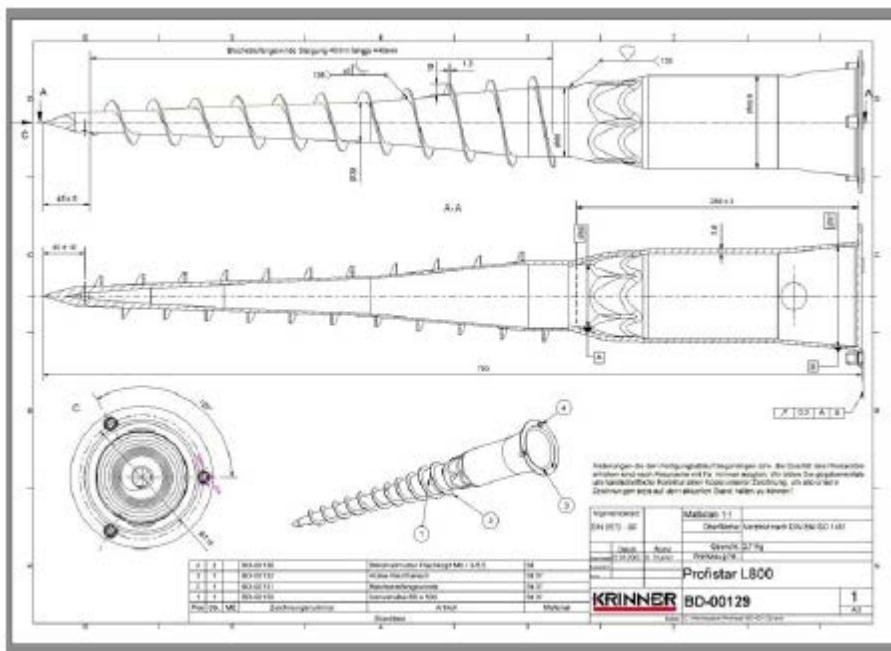


Рисунок А1-1: длина фундаментного винта 75 см

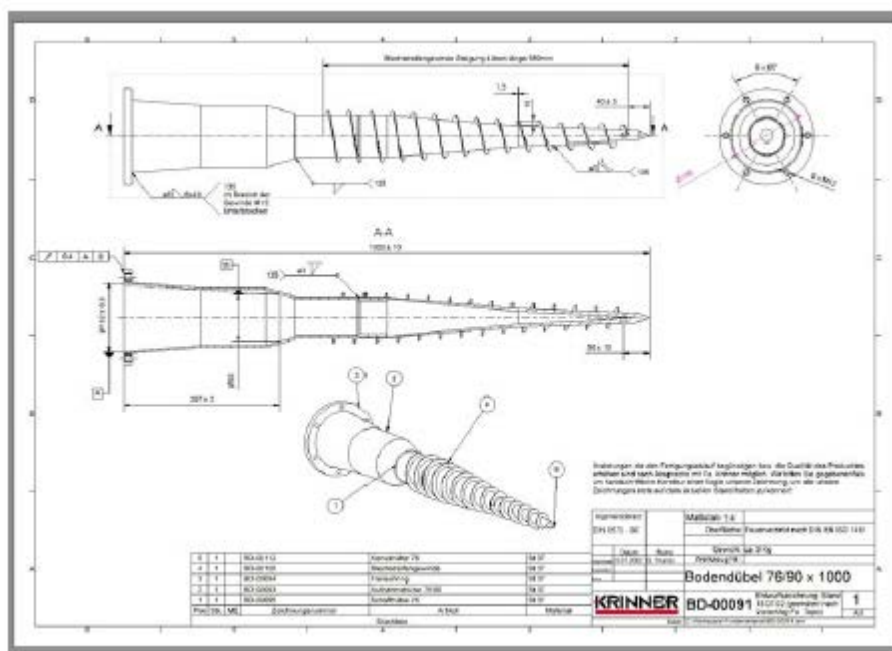


Рисунок А1-2: длина фундаментного винта 100 см.

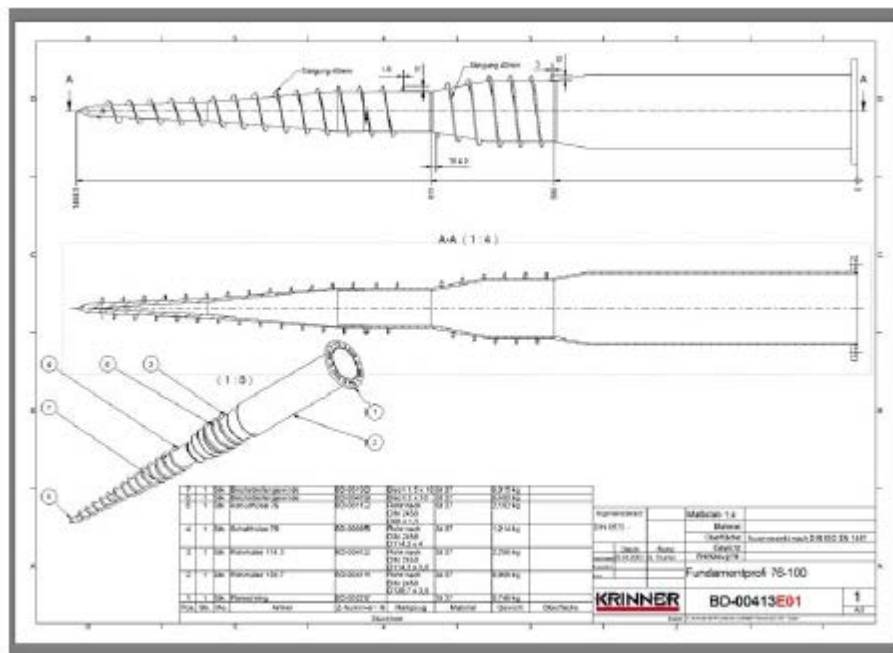


Рисунок А1-3: длина фундаментного винта 150 см.



Рисунок А1-4: Фотография 4 исследуемых фундаментных винтов.

Приложение 2. Характеристики строительного грунта и почвы участка Krinner

Таблица A2-1: обзорная таблица всех проведенных испытаний.

Испытания в полевых условиях	
Шурф до 0,85 м	1 х вкл. забор проб для лабораторных испытаний, идентификации и фото-документации
Легкое динамическое зондирование	4 х DPL-5 согласно стандарту DIN 4094

Испытания в лаборатории	Смена 1	Смена 4
Существующая влагоустойчивость	1 х (из концевой прорезного цилиндра)	1 х (из концевой прорезного цилиндра)
Существующее содержание воды	2 х (частичные пробы из концевой прорезного цилиндра)	2 х (частичные пробы из концевой прорезного цилиндра)
Кривая рассева грунта (ситовой анализ грунта и анализ промывкой)	1 х	1 х
Предел текучести	1 х	1 х
Предел пластичности материала	1 х	1 х
Плотность зерна	Слой из 3 отдельных опытов	Слой из 3 отдельных опытов
Потери при прокаливании	2 х	
Содержание извести	2 х	

Таблица A2-2: классификация и характерные показатели грунта.

Слой	1	2	3	4
Наименование	Верхний слой почвы	Светло-коричневая глина	Серая глина	Коричневая глина
Глубина с – до [относительно верхней кромки]	0,00-0,30	0,30-0,55	0,55-0,75	>0,75
Характерное число ударов N ₁₀ [1] легкого зонда DPL-5	10...15	13...25	13...25	5...>10
Существующая влагоустойчивость [t/m ³]	к.А.	1,950	к.А.	1,990
Существующее содержание воды [%]	к.А.	19,7	к.А.	22,1
Плотность в сухом состоянии [t/m ³]	к.А.	1,629	к.А.	1,630
Кривая рассева грунта	к.А.	Рис. A2-1	к.А.	Рис. A2-1
Предел текучести [%]	к.А.	35,2	к.А.	37,2
Предел пластичности материала [%]		21,8		16,5
Показатель подвижности [%]		13,4		20,7
Плотность зерна	к.А.	2,645	к.А.	2,713
Потери при прокаливании	к.А.	3,75	к.А.	к.А.
Содержание извести	к.А.	0,0	к.А.	к.А.
Коэффициент пластинчатости I_c		1,127		0,715
Классификация согласно DIN 18196		TL/TM		TM

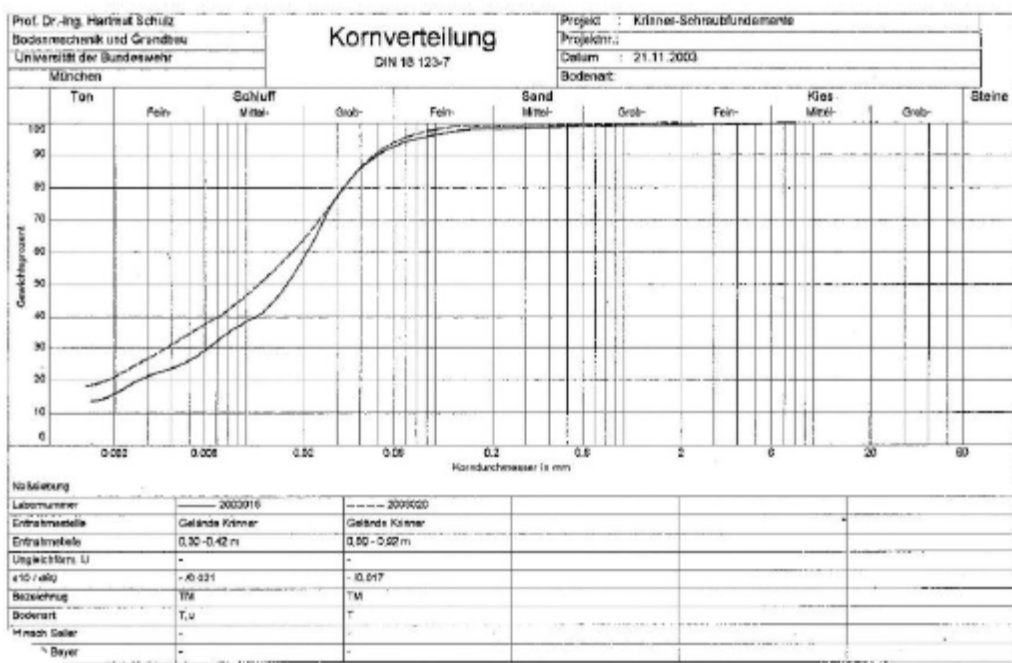


Рисунок А2-1: пример кривой рассева грунта пойменного суглинка на участке Krinner.



Рисунок А2-2: шурф Kri-Sch 1.

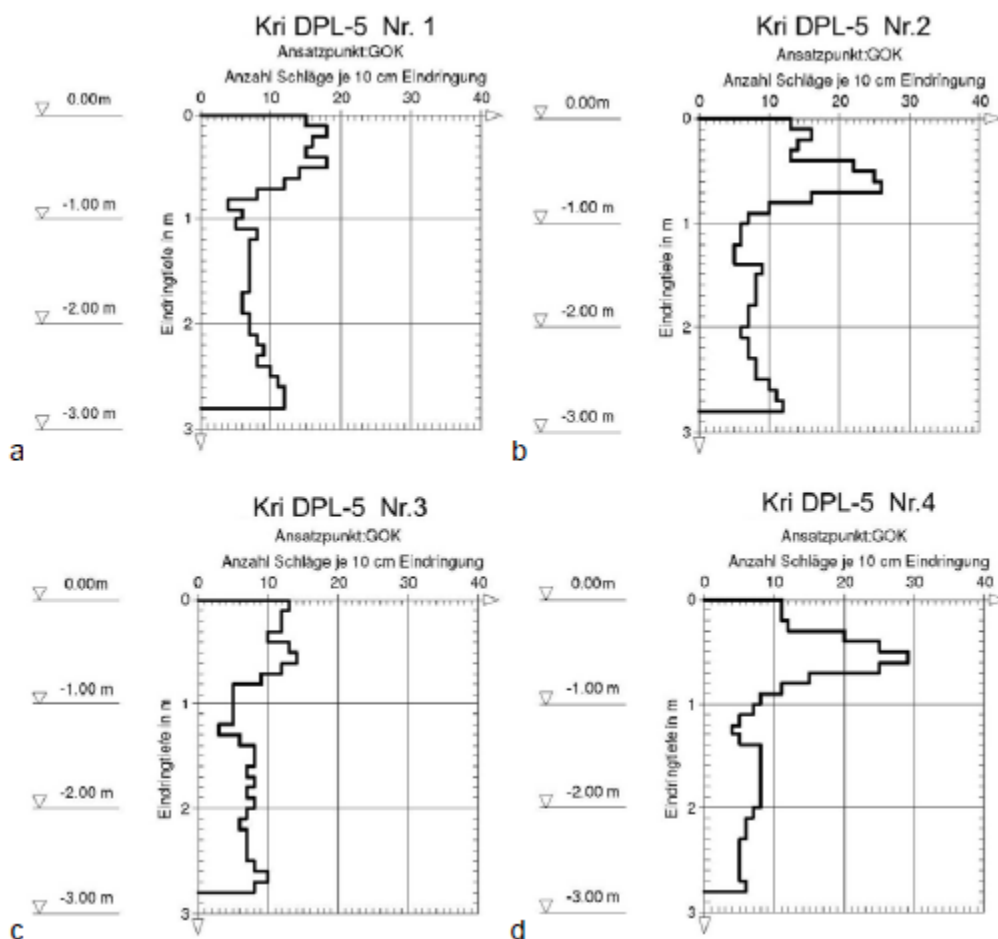


Рисунок А3-3а до d: динамическое зондирование Kri DPL-5 с № 1 до 4.

Приложение 3. Характеристики строительного грунта и почвы участка UniBW Мюнхен, открытая территория

Таблица А3-1: Обзорная таблица всех проведенных испытаний.

Испытания в полевых условиях	
2 шурфа, до 1,2 или 1,6м	1 х вкл. забор проб для лабораторных испытаний, идентификации и фото-документации
Легкое динамическое зондирование	4 х DPL-5 согласно стандарту DIN 4094 при природной плотности 5 х DPL-5 согласно стандарту DIN 4094 при природной плотности

Испытания в лаборатории	Природная плотность	Свободная установка
Существующая влагуустойчивость	3 х	3 х
Существующее содержание воды	3 х	3 х
Кривая рассева грунта (влажное просеивание)	2 х	
Смешанная проба:		
Самое маленькое содержание пор n_{min}	1 х	
Самое большое содержание пор n_{max}	1 х	

Таблица А3-2: Классификация и характерные показатели грунта.

Состояние	Природная плотность	Свободная установка
Кривая рассева грунта	Рис. А3-1	
Характерное число ударов N_{10} [1] легкого зонда DPL-5	Линейный рост до	
	0, 70 м: 10	0...100м: <1 ...4
	>0,70м: >18	1,00 ..1,40м: 1..15
Существующая влагуустойчивость [t/m ³], Определение в полевых условиях с помощью тензиометра	1,551 ... 1,734	1,464 ... 1,685
Существующее содержание воды [%]	3,5...3,7	4,1...4,6
Плотность в сухом состоянии [t/m ³]	1,489...1,658	1,411...1,625
Пределы плотности размещения		
Самое маленькое содержание пор n_{min}		0,32
Самое большое содержание пор n_{max}		0,44
Плотность размещения D [1]	0...0,489	0...0,385
Классификация согласно DIN 18196		SE

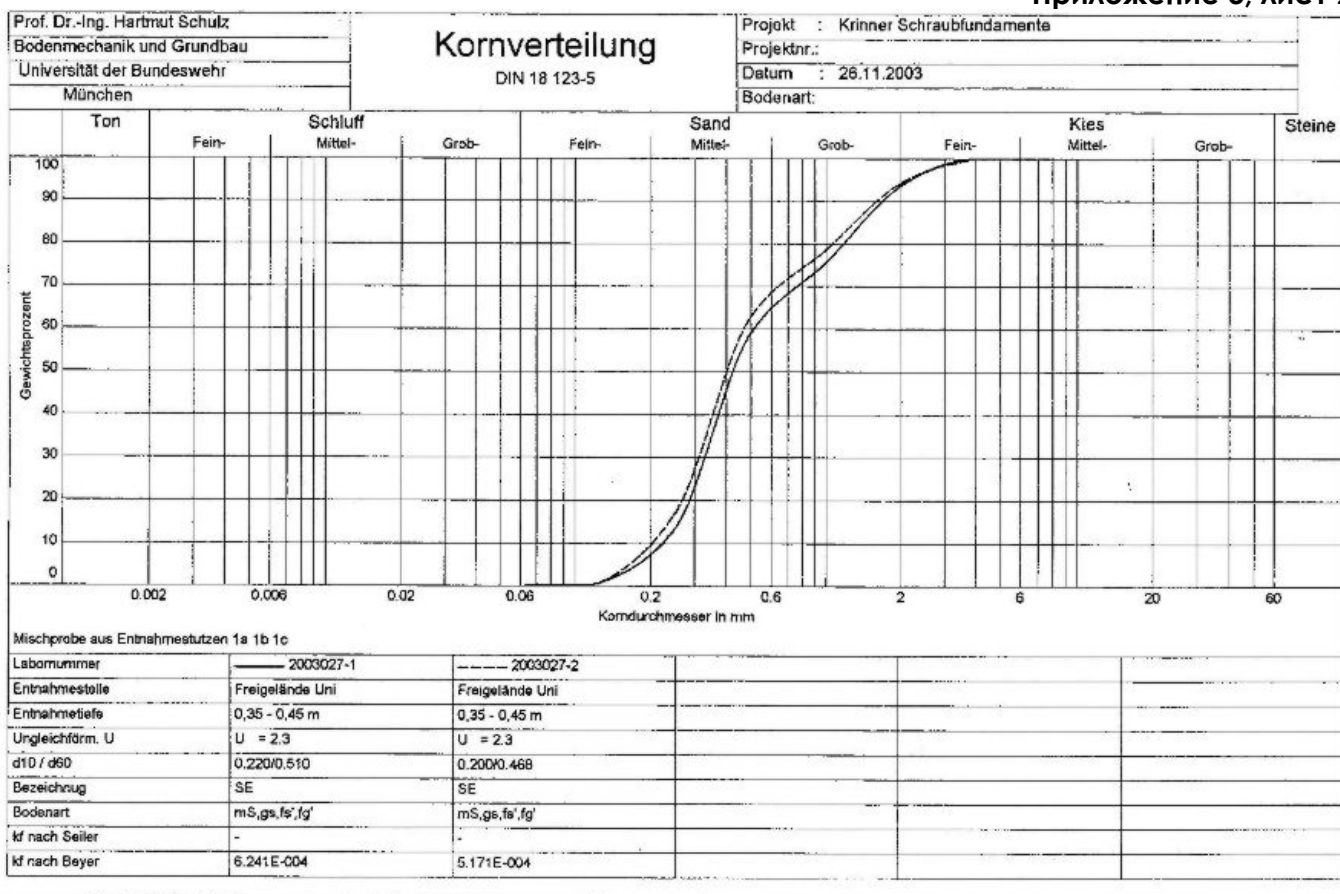


Рисунок А3-1: пример кривой рассева песка на открытом участке UniBwM.



Рисунок А3-2: шурфы UniF-Sch1 и UNIF-Sxch2.

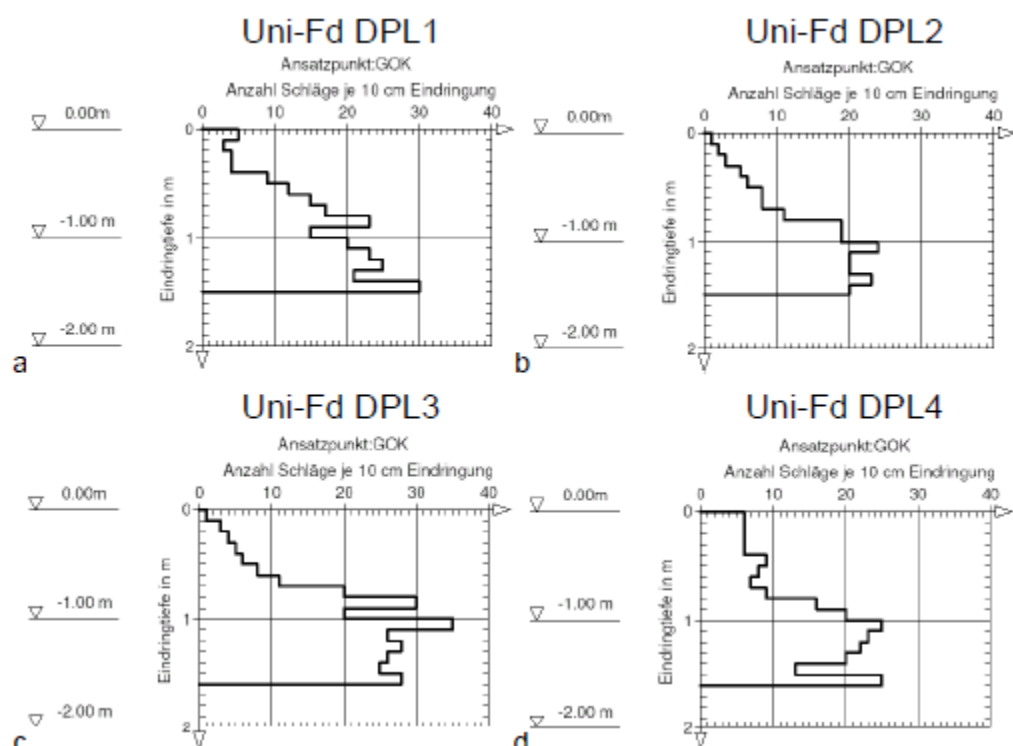


Рисунок А3-3а до d: динамическое зондирование DPL-5в природном плотно расположенном состоянии.



Рисунок А3-33 е до f: легкое динамическое зондирование (DPL) и шурфы 1 и 2.

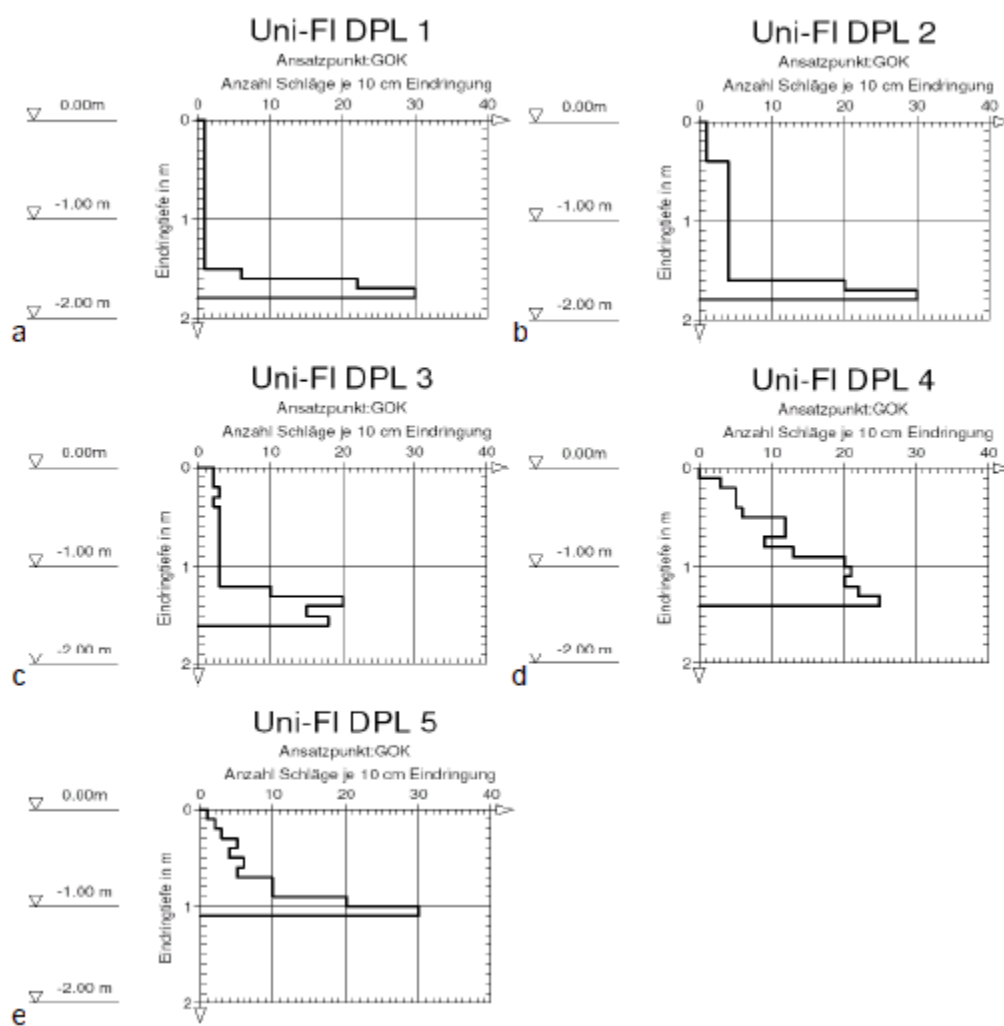


Рисунок А3-4а до е: динамическое зондирование DPL-5в природном свободно расположенном состоянии (UniFL DPL-№5 находилось непосредственно рядом с № 4).

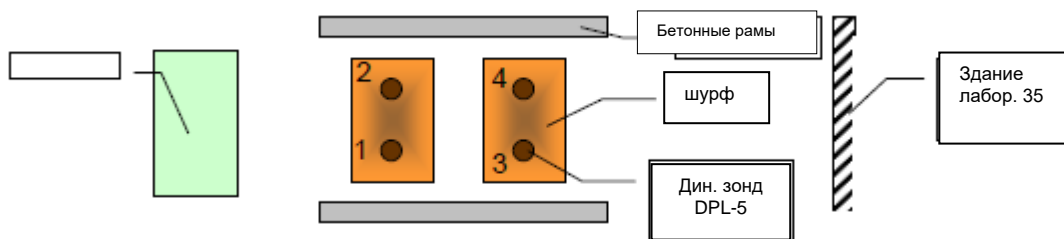


Рисунок А3-5: рисунок положения зондирования и шурфов (зондирование около 0,5 м наряду с проверенными фундаментными винтами; DPL-№1: горизонт., №2: цикл., №3: давление, №4: растяжение).

Приложение 4. Характеристики строительного грунта и почвы участка UniBW Мюнхен, территория тира

а) в горизонтальной проекции

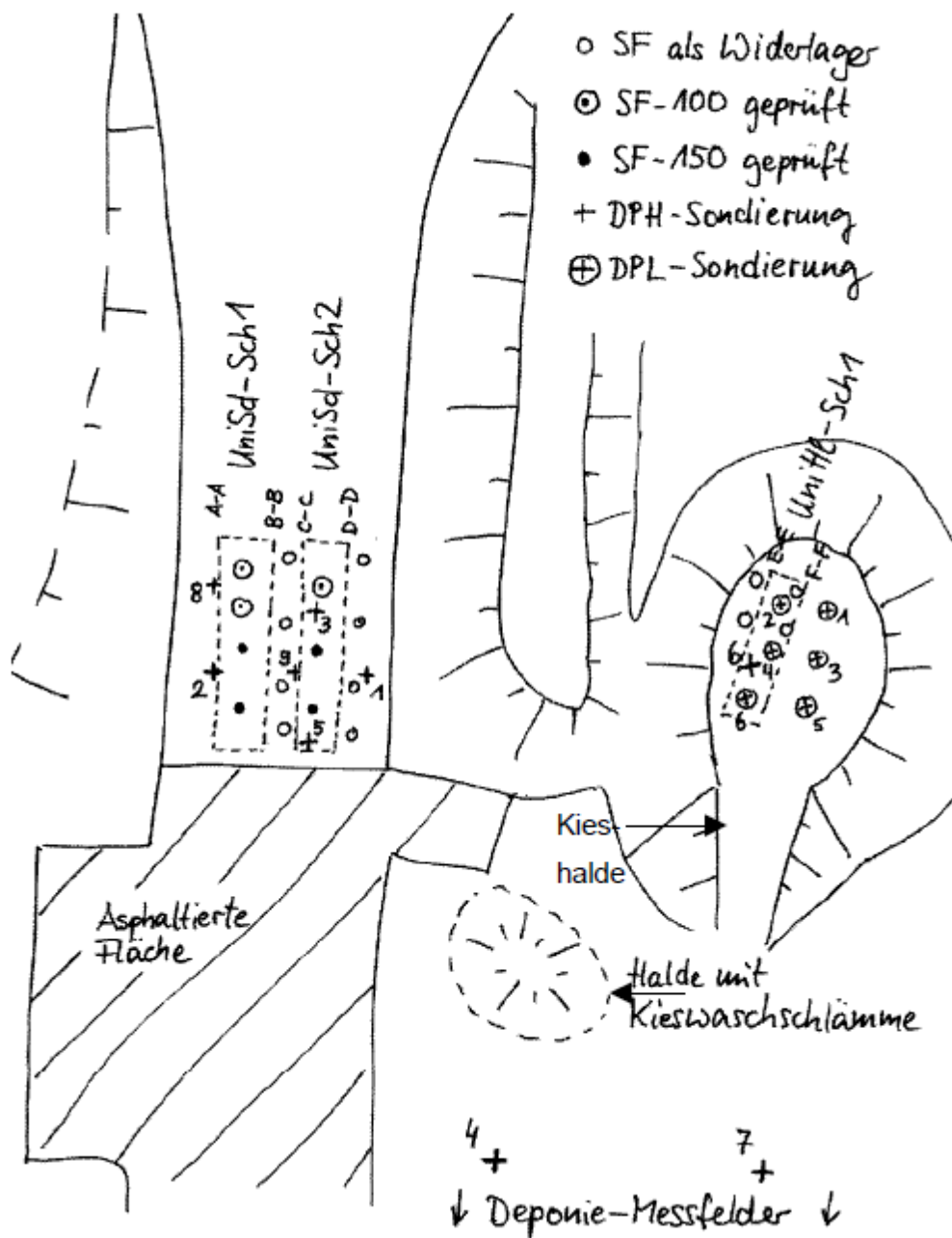


Рисунок А4-1: обзор участков «подъезда к бывшему стрельбищу» (слева) и к «отвалу» (справа).

б) подъезд к «стрельбищу» с плотным гравием



Рисунки А4-2а и б: ямы шурфа на участке «подъезд к бывшему стрельбищу UniBwM» (UNiSd-Sch1 и UniSd-Sch2).

Таблица А4-1: обзорная таблица всех проведенных обследований:

Испытания в полевых условиях	
1 шурф до 1,5 м	2 х вкл. забор проб для лабораторных испытаний, идентификации и фото-документации
Тяжелое динамическое зондирование	9 х DPH согласно стандарту DIN 4094

Испытания в лаборатории	
Кривая рассева грунта (влажное просеивание)	1 х
Сухая масса пробе дензиометра	3 х
Существующее содержание воды	3 х
Кривая Проктора	1 х

Таблица А4-2: Классификация и характерные показатели грунта.

Плотность в сухом состоянии [t/m ³]	2,045 ... 2,427
Содержание воды [%]	2,2 ... 5,2
Кривая рассева грунта	Рис. А4-2
Плотность метода Проктора [t/m ³]	2,265
Оптимальное содержание воды [%]	4,3
Плотность размещения D [1]	0,903 ... 1,072
Классификация согласно DIN 18196	GU

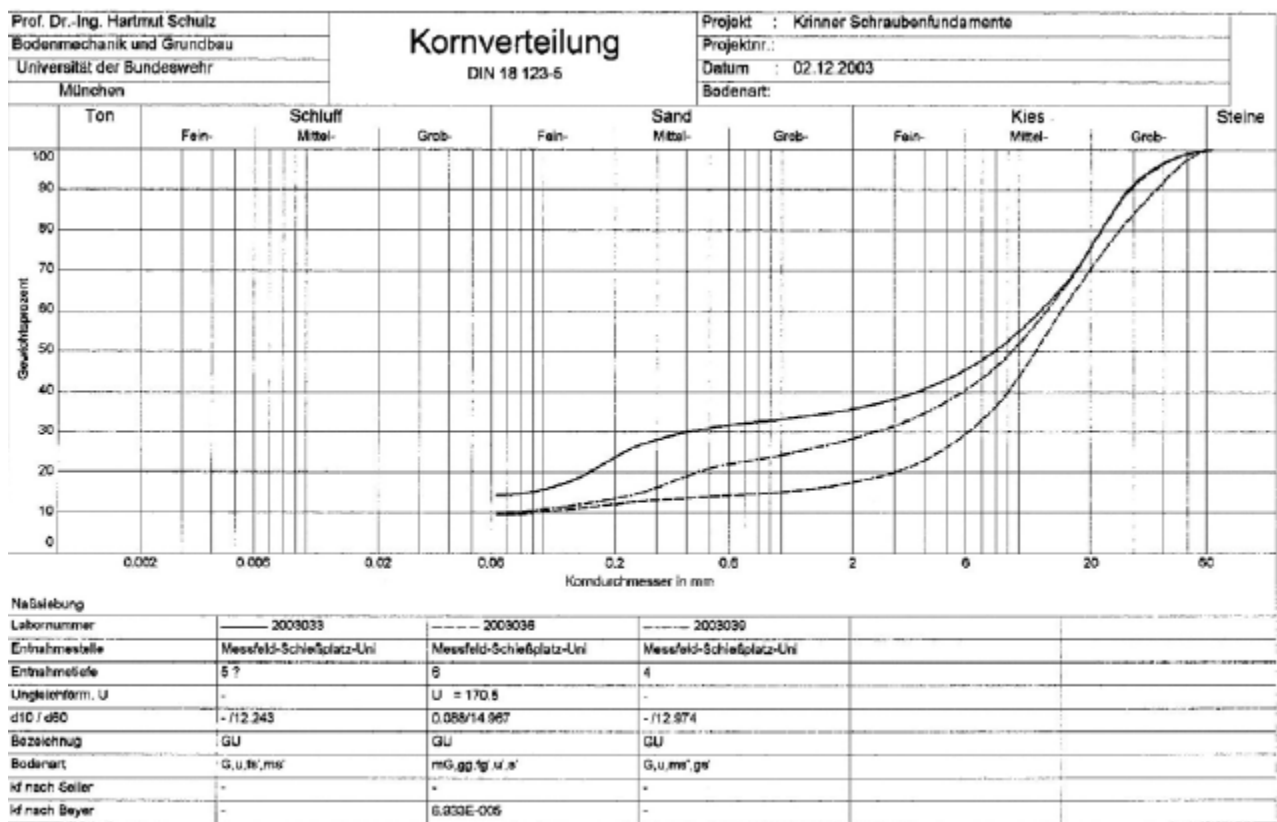


Рисунок А4-3: примерс кривой рассева гравия на участке «Подъезд к стрельбищу UniBwM».



Рисунок А4-4а и б: шурфы UniSdSch1 (слева) и UniSdSch2 (справа) на участке испытания «Подъезд к стрельбищу UniBwM».

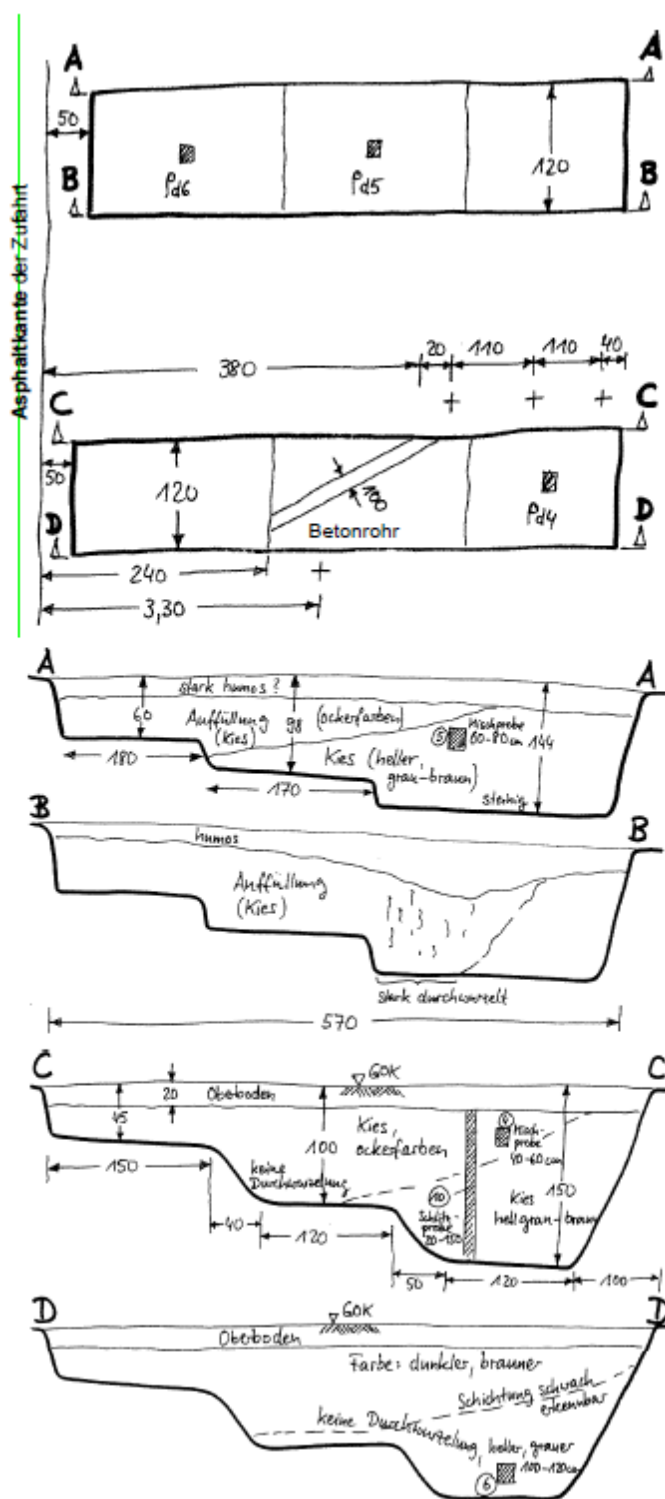


Рисунок А4-5: план размещения испытаний, горизонтальная проекция и поперечные сечения шурфов UniSd-Sch1 UniSd-Sch2 (заштрихованные квадраты означают участки забора проб).

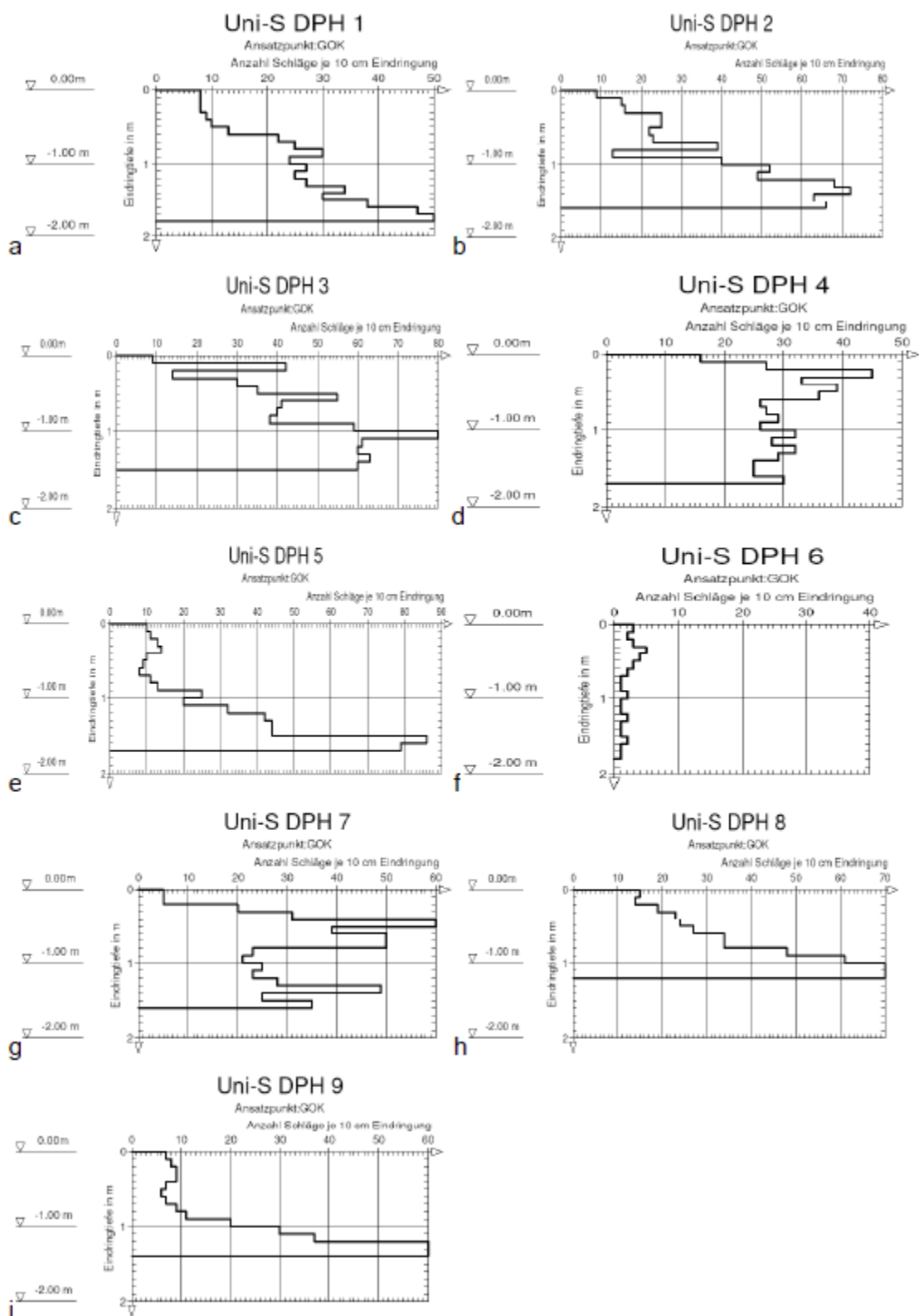


Рисунок А4-6а до i: динамические зондирования UniSd DPH № 1 до 9.

с) «Отвал» со свободно размещенным гравием

Таблица А4-3: обзорная таблица всех проведенных обследований:

Испытания в полевых условиях	
шурф до 1,6 м	12 х вкл. забор проб для лабораторных испытаний, идентификации и фото-документации
легкое динамическое зондирование	6 х DPL-5 согласно стандарту DIN 4094

Испытания в лаборатории	
Кривая рассева грунта (влажное просеивание)	1 х
Сухая масса пробе денсиметра	3 х
Существующее содержание воды	3 х
Кривая Проктора	1 х

Таблица А4-4: Классификация и характерные показатели грунта.

Плотность в сухом состоянии [t/m ³]	1,957 ... 2,065
Содержание воды [%]	6,4...8,7
Кривая рассева грунта	Рис. А4-4
Плотность метода Проктора [t/m ³]	2,200
Оптимальное содержание воды [%]	7,1
Плотность размещения D [1]	0,890 ... 0,938
Классификация согласно DIN 18196	GU/GW

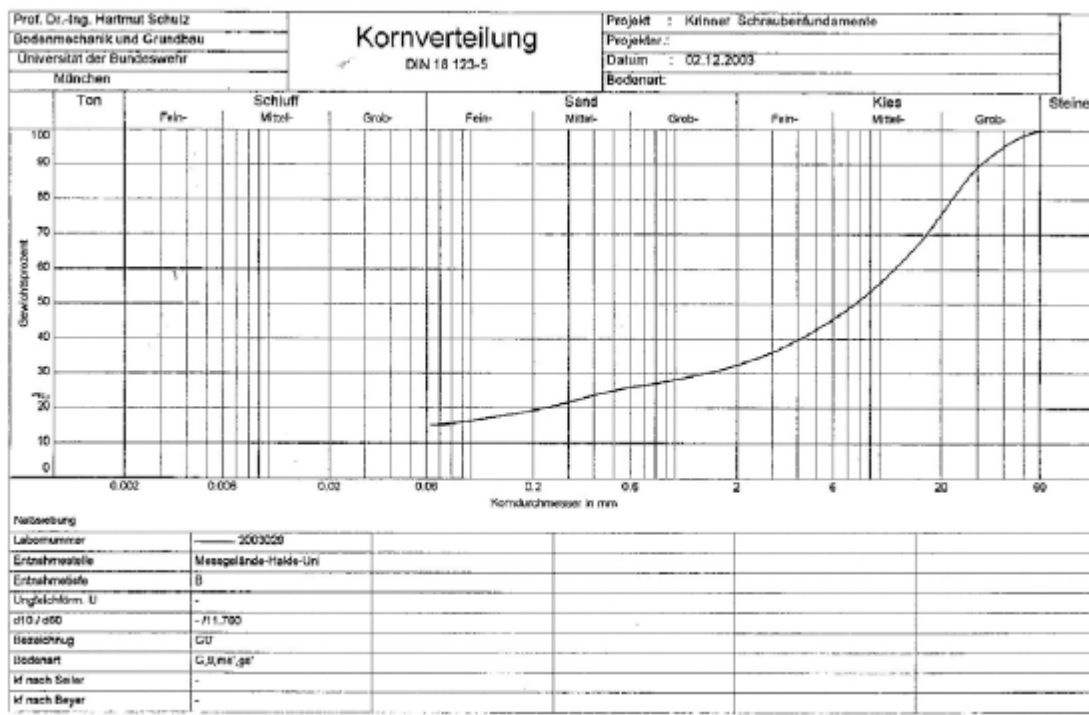


Рисунок А4-7: пример кривой расцева гравия на участке «Отвал стрельбища UniBwM» (сравни Рис. 4-2).

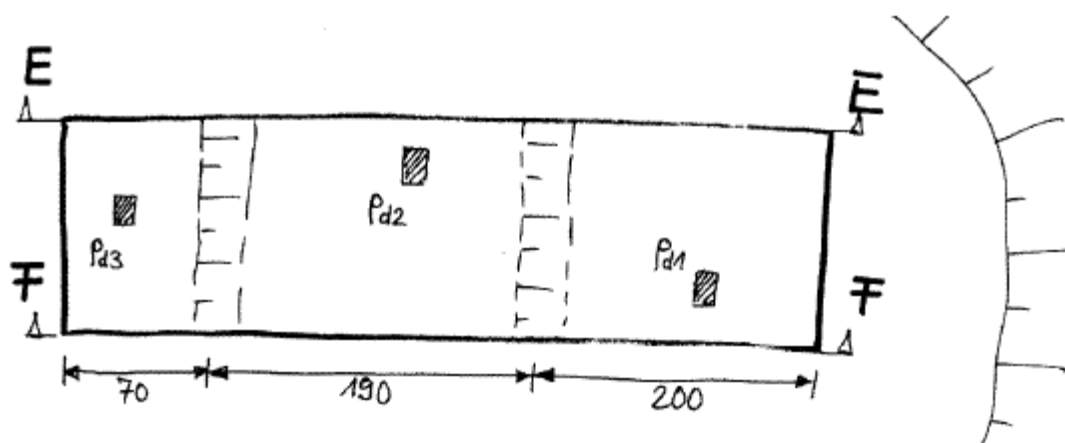


Рисунок А4-8: горизонтальная проекция шурфа Uni-Sch1

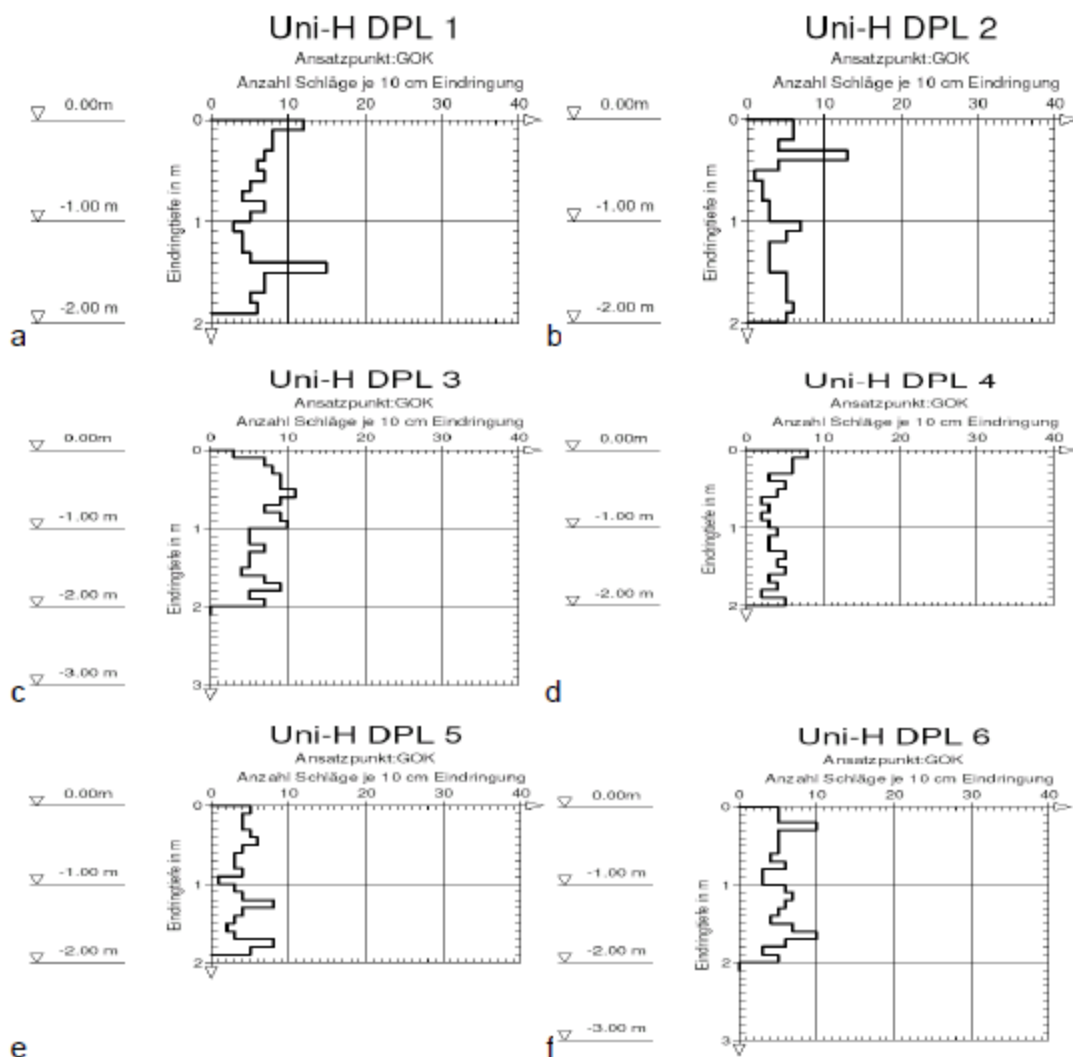


Рисунок А4-9а до f: динамические зондирования UniHI DPH № 1 до 6.

Приложение 5. Рабочие линии по участку Krinner

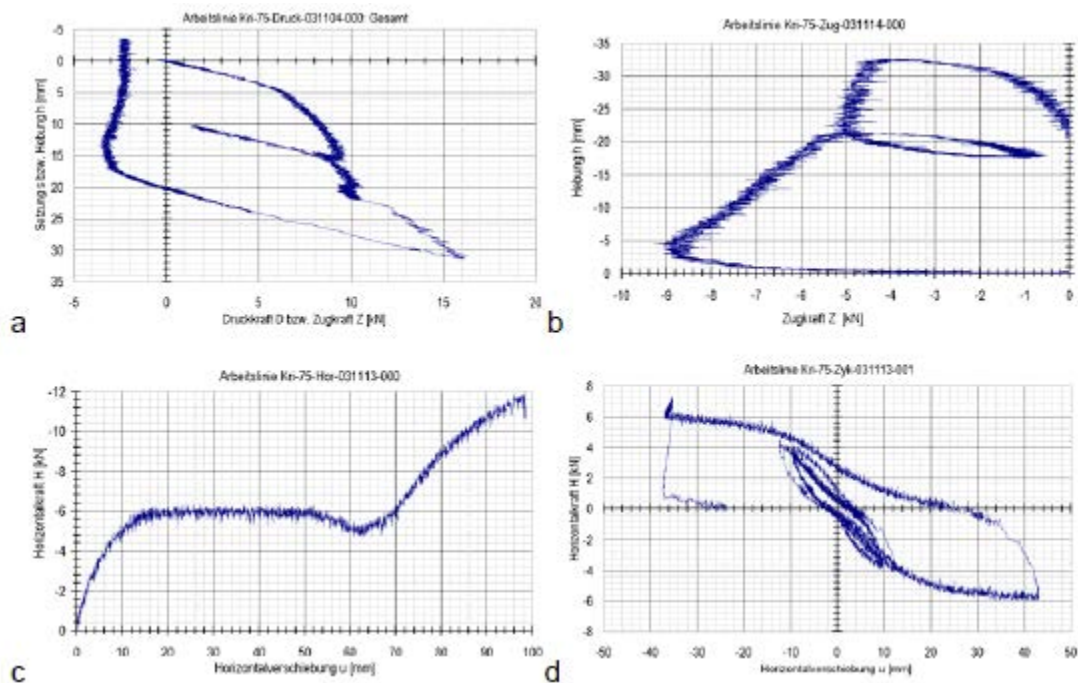


Рисунок А5-1 а до d: рабочие линии Kri-75.

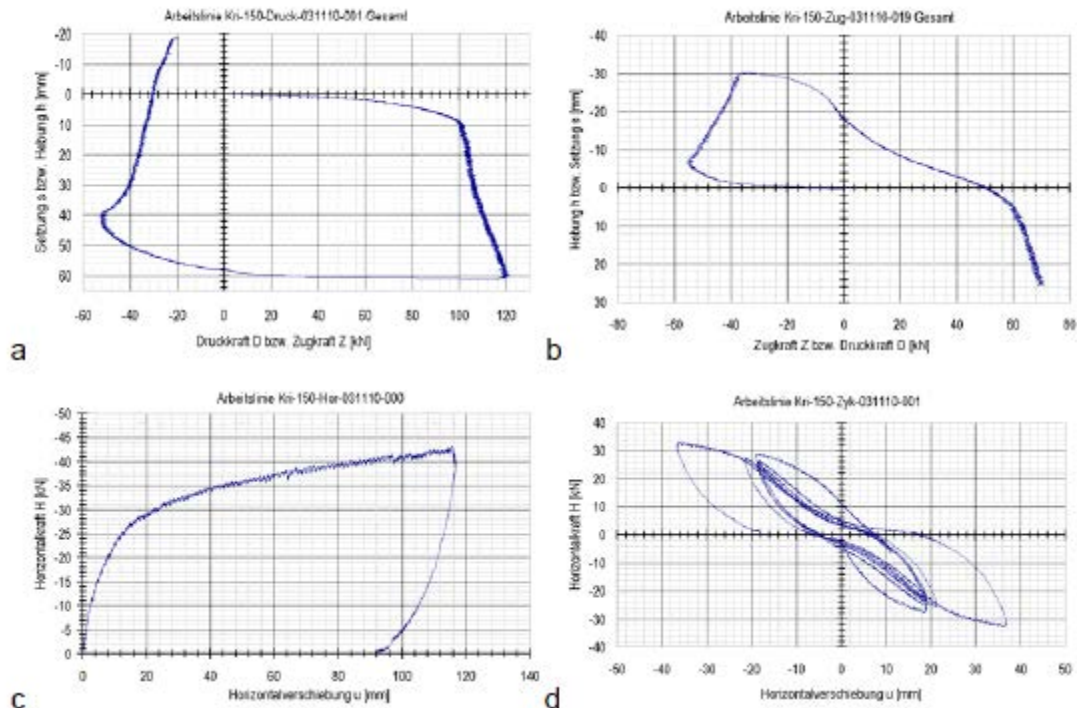


Рисунок А5-1 а до с: рабочие линии Kri-80.

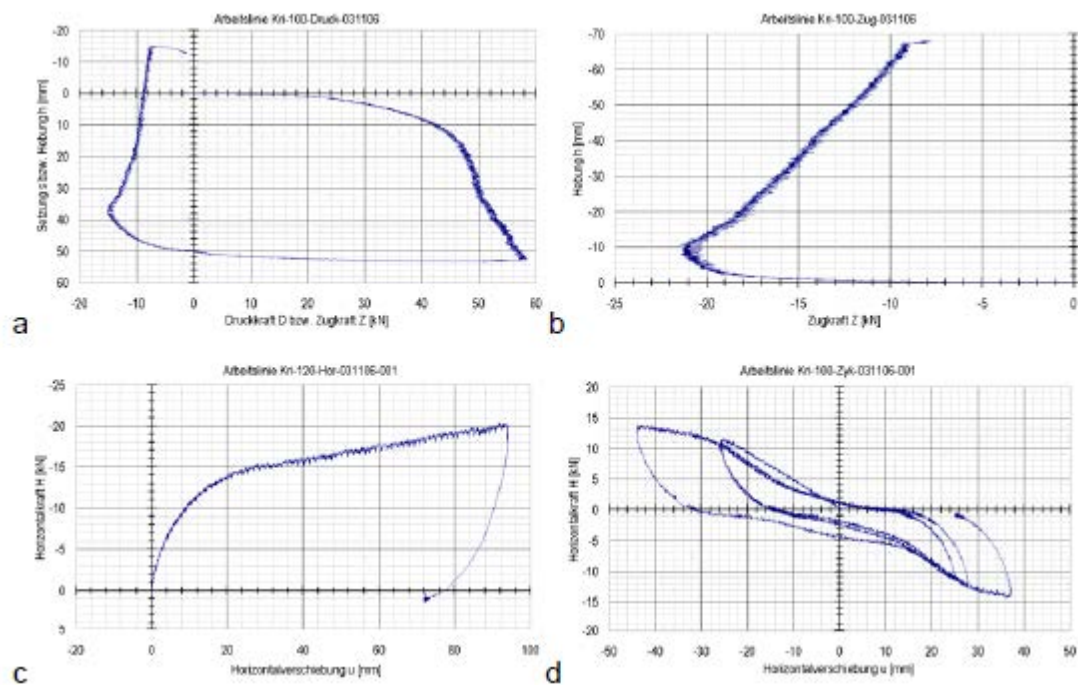


Рисунок А5-3 а до d: рабочие линии Kri-100 (горизонтальная: Kri-120-Ног, предварительное испытание).

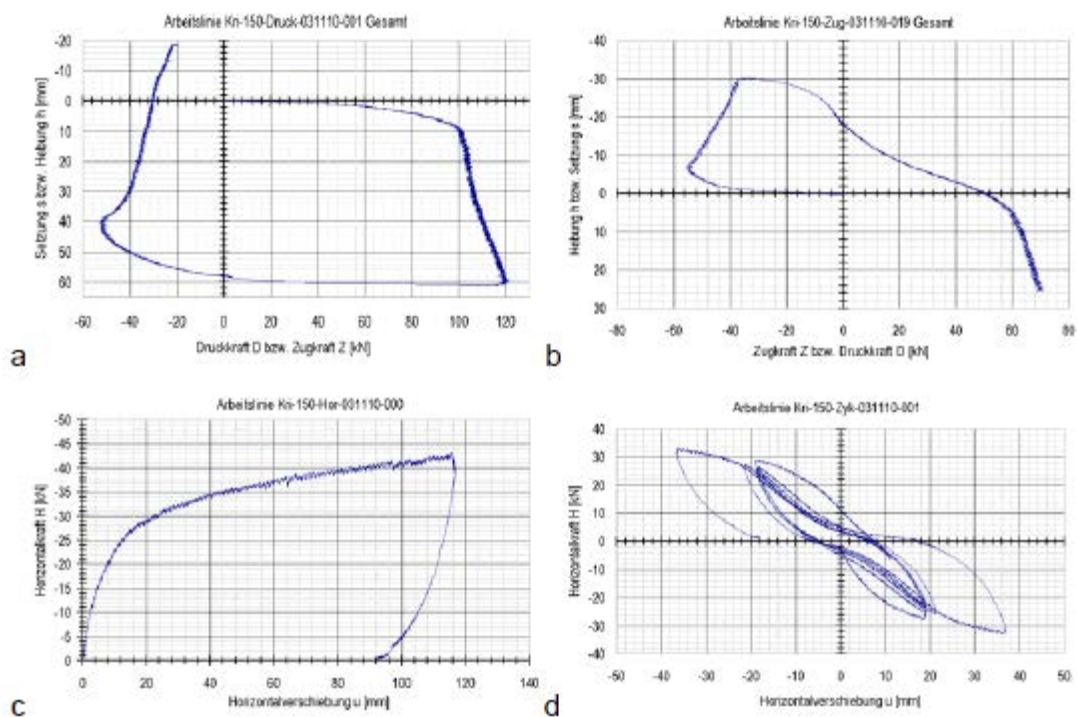


Рисунок А5-4 а до d: рабочие линии Kri-150.

Приложение 6. Рабочие линии по участку UniBw Мюнхена, открытая территория

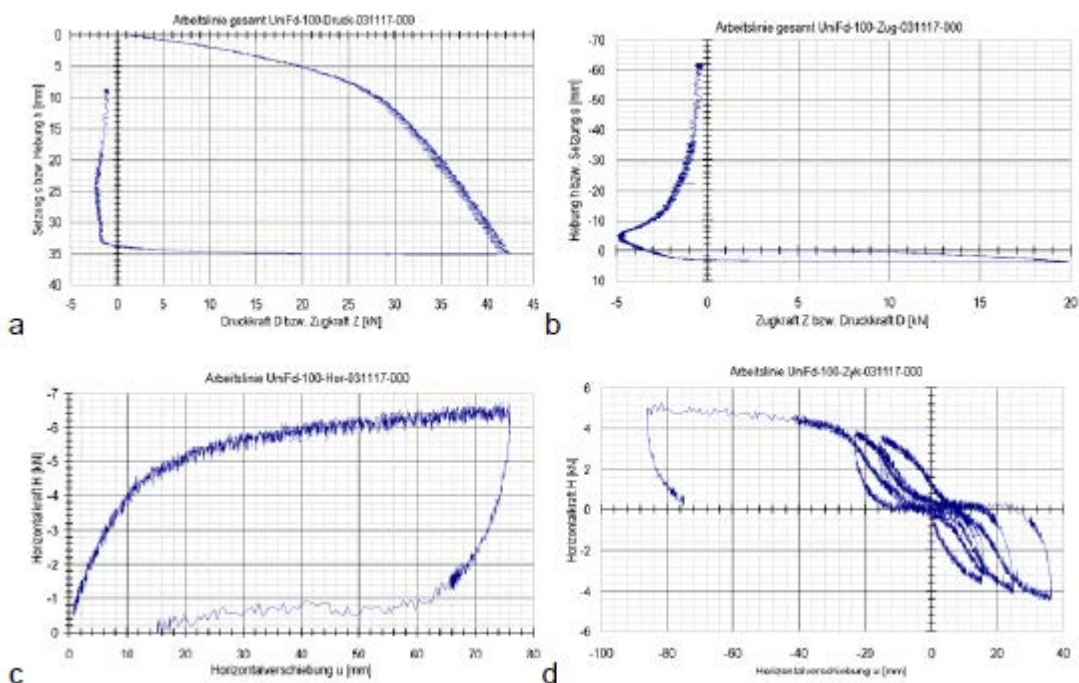


Рисунок А6-1 а до d: рабочие линии UniFd-100.

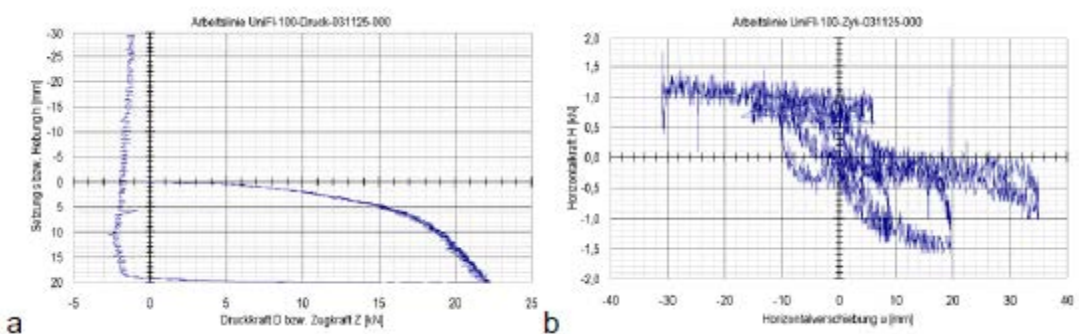


Рисунок А6-2 а, b: рабочие линии UniFI-100.

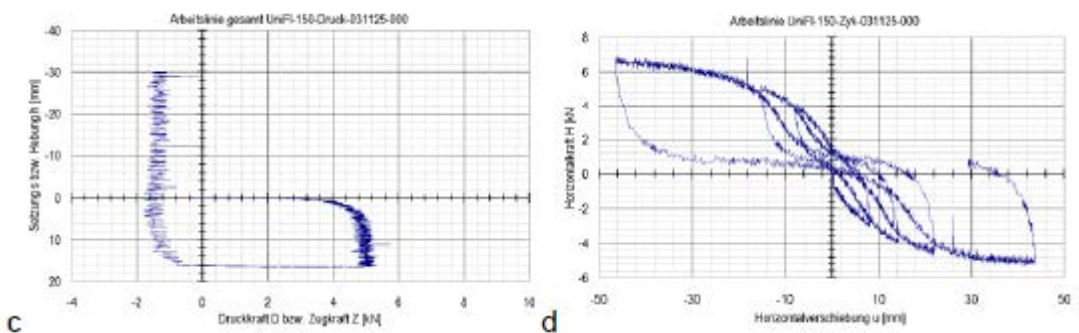


Рисунок А6-3 а, b: рабочие линии UniFI-150.

Приложение 7. Рабочие линии по участку UniBw Мюнхен, стрельбище

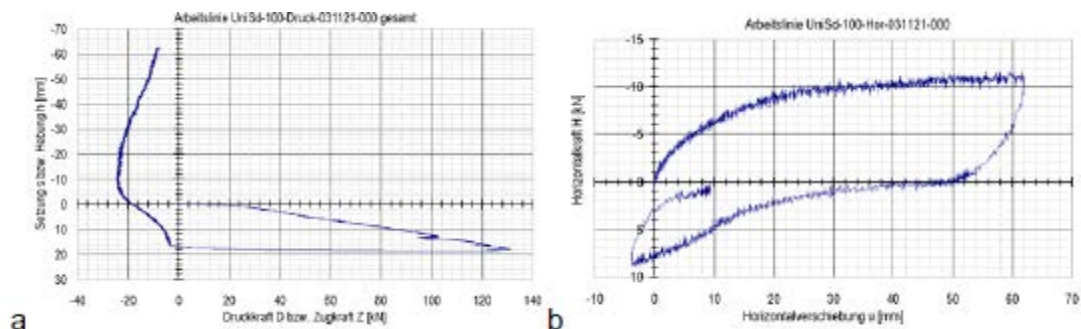


Рисунок А7-1 а,б: рабочие линии UniSd-100.

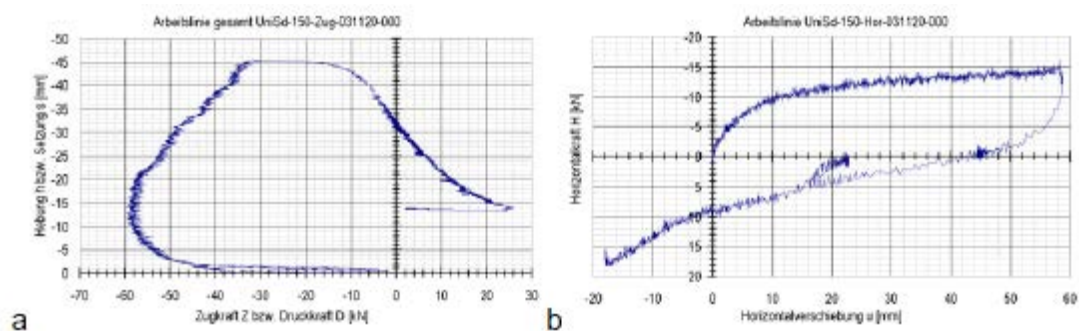


Рисунок А7-2 а до с: рабочие линии UniSd-150.

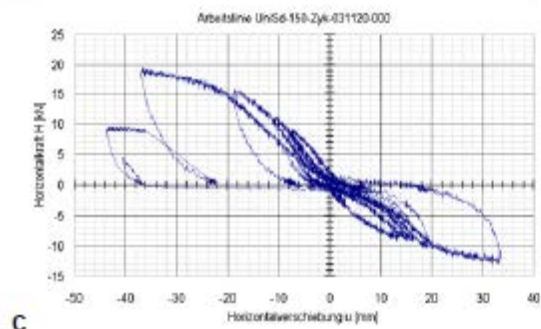


Рисунок А7-2 а до с: рабочие линии UniSd-150.

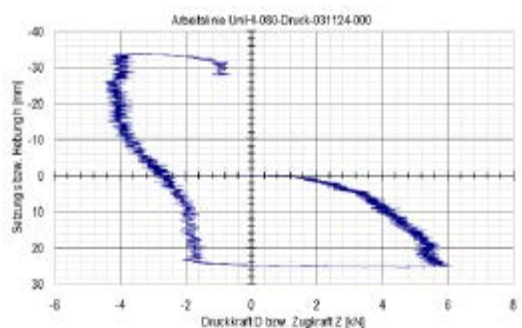


Рисунок А7-3: рабочие линии UniHI-80.

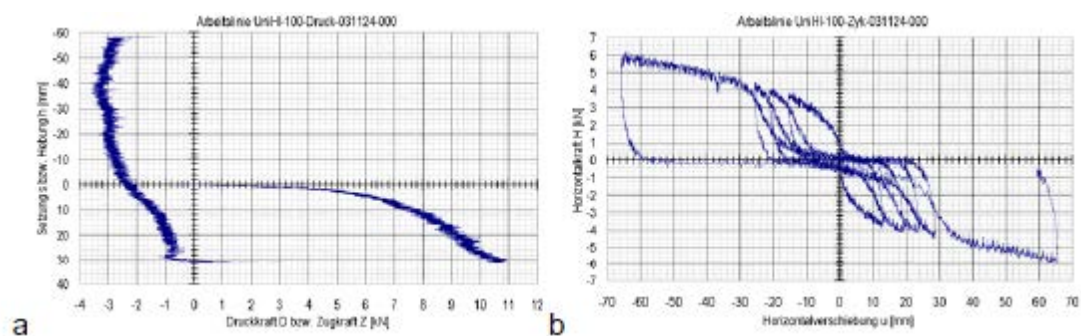


Рисунок А7-4 а,б: рабочие линии UniHI-100.

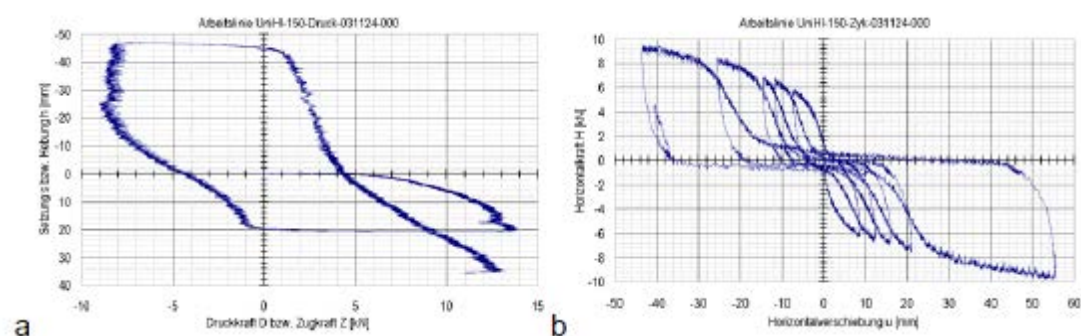


Рисунок А7-5 а,б: рабочие линии UniHI-150.

Приложение 8. Таблицы выбранных характерных величин грузоподъемности при заданных смещениях

Таблица А8-1: Характерная грузоподъемность при горизонтальной нагрузке.

Горизонтальная нагрузка	Участок фирмы Krinner					Открытая территория	Стрельбище университета	
	Kri 75	Kri 80	Kri 100	Kri 120	Kri 150	UniFd 100	UniSd 100	UniSd 150
Горизонтальное смещение	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка
u	H	H	H	H	H	H	H	H
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2,0	2,0	2,7	4,2	4,0	9,0	1,2	2,4	3,7
5,0	3,6	4,6	7,0	7,2	16,0	2,5	4,2	7,0
10,0	5,2	6,5	9,7	11,0	23,0	4,0	6,2	9,0

Таблица А8-2: Характерная грузоподъемность при тяговой нагрузке.

Тяговая нагрузка	Территория фирмы Krinner				Открытая территория	Стрельбище университета
	Kri 75	Kri 80	Kri 100	Kri 150	UniFd 100	UniSd 150
поднимание	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка
h	Z	Z	Z	Z	Z	Z
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2,0	8,5	17,1	18,2	44,0	2,9	46,0
5,0	8,6	19,5	20,1	53,0	4,4	53,0

Таблица А8-3: Характерная грузоподъемность при тяговой нагрузке после испытания давлением

Тяговая нагрузка после теста	Территория фирмы Krinner			Открытая территория университета			Отвал университета			Тип университета
	Kri 75	Kri 100	Kri 150	UniFd 100	UniFI 100	UniFI 150	UniHI 80 100	UniHI 100	UniHI 150	UniSd 100
поднимание	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка
h	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
2,0	2,0	7,6	19,0	2,0	1,8	1,2	1,7	0,5	1,3	4,0
5,0	3,1	10,8	33,0	2,2	2,0	1,4	1,8	0,7	1,6	5,0

Таблица А8-4: Характерная грузоподъемность при тяговой нагрузке.

Тяговая нагрузка	Территория фирмы Krinner			Открытая территория университета				Отвал университета		Тип универс.
	Kri 75	Kri 100	Kri 150	UniFd 100	UniFI 100	UniFI 150	UniHI 80	UniHI 100	UniHI 150	UniSd 100
Установка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка	нагрузка
s	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
5,0	6,1	34,0	84,0	19,5	15,0	4,4	3,3	6,2	9,6	51,0
10,0	8,1	42,0	100,0	28,0	18,8	5,0	4,1	7,9	11,6	87,0

Величины, записанные курсивом: = при максимуме (предел рабочей линии достигнут или превышен)

Таблица А8-5: Характерная грузоподъемность при тяговой нагрузке после испытания давлением

Тяговая нагрузка после теста давлением	Территория фирмы Krinner	Отвал университета	Тип университета
	Kri 100	UniHI 150	UniSd 150
Установка	Last	Last	Last
s	D	D	D
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]
5,0	2,2	1,4	4,0
10,0	4,5	1,7	10,0

Приложение 9. Фото-документация

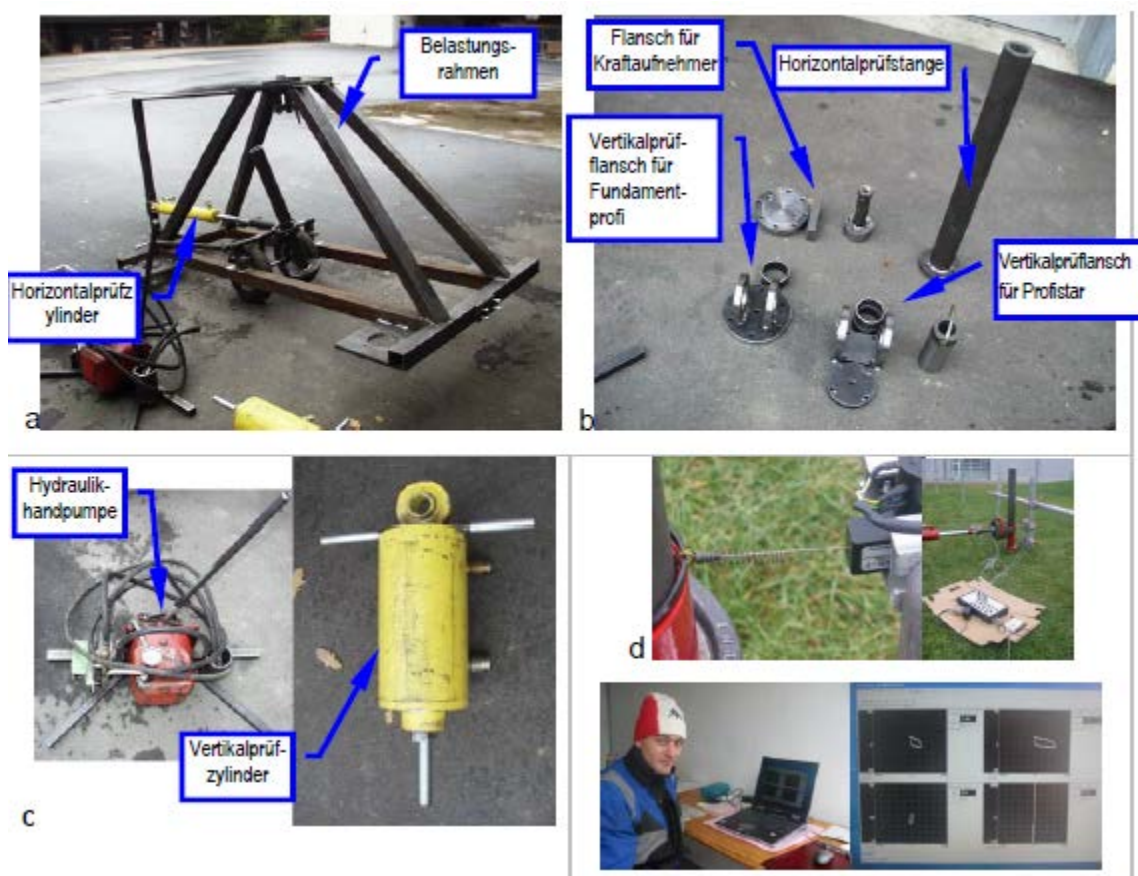


Рисунок А9-1: а) нагрузочные рамы; б) принадлежности; в) ручной насос и гидравлический пресс; д) измерительный ящик, ноутбук и программное обеспечение для регистрации данных измерения.

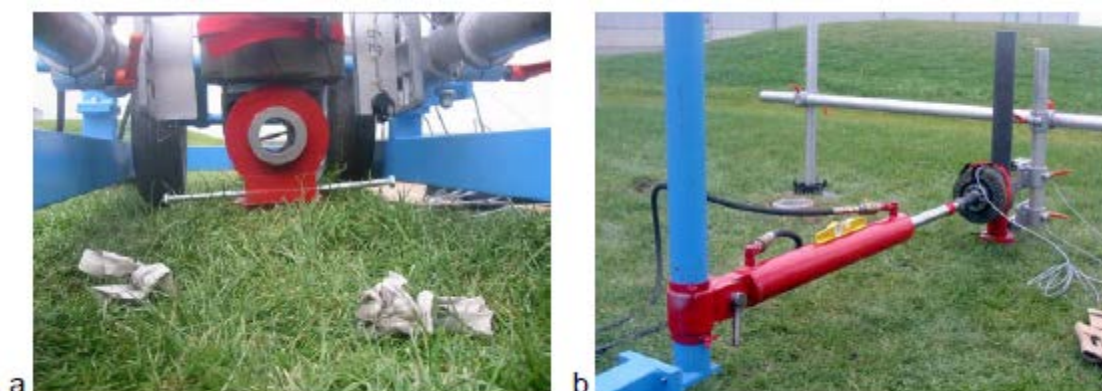


Рисунок А9-2: а) подъем окружающего грунта при тяговом испытании; б) измерение пути и прокручивание при горизонтальном испытании.

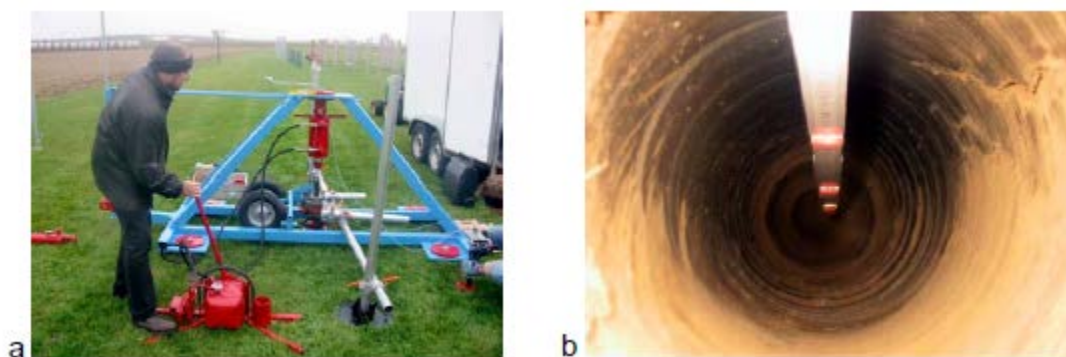


Рисунок А9-3: а) испытания на территории фирмы Krinner в г. Штрасскирхен (участок „Kri“); б) вид на устойчивое полое пространство после демонтажа фундаментных винтов.



Рисунок А9-1: а) до д) испытания на открытой территории UniMwM в городе Нойбиберг между расположенными там бетонными балками (участок «UNiF»): вид с юга (а), с запада (b), во время испытания фундаментных винтов в центрическом направлении (с), определение плотности в сухом виде с вставным цилиндром и тензиметром (d).



Рисунок А9-5: испытания на территории «бывшего тира» UniMwM в Нойбиберге, подъезд к тиру, (участок «UNiSd»): вид с северо-востока (a), с юга (b с тяжелым динамическим зондированием), вращение фундаментного винта (c,d), при испытании давлением нарезной штифт испытательного прибора (e,f), и вид в отверстие вывинчиваемого фундаментного винта (g).



Рисунок А9-6: испытания на территории «бывшего тира» UniMwM в Нойбиберге, отвал из местного гравия бывшего строительного объекта (участок «UNIHI») с прибором для ввинчивания, испытательный прибор (а), тензиметр, легкий динамичный зонд, фундаментный винт (b) и фундамент винт, недавно введенный в грунт.

Приложение 10. Перечень использованных источников и литературы

Источник	Наименование
Компания Krinner	Технические чертежи испытываемых фундаментных винтов
Земельное Геологическое Ведомство	Геологическая карта Баварии, М = 1: 500.000
Шульц Х., Шмид Й., Шмитц С., 31.102.2002	Сравнение рентабельности поверхностных уплотнителей; четвертый промежуточный отчет к исследовательскому проекту Bay-FORREST F1 66, (описание участков „тир университета UniBw Мюнхена» и «отвал университета UniBw Мюнхена»).