

## Vorbemerkung

Erklärtes Ziel der Freien und Hansestadt Hamburg ist es, den schienengebundenen ÖPNV in Hamburg durch umfangreiche Erweiterungen der bestehenden Schnellbahnnetze auszubauen. Für die innenstadtnahen Gebiete soll dies im Wesentlichen durch einen Ausbau des U-Bahn-Netzes erreicht werden.

Im Dezember 2014 hat die HOCHBAHN den Ergebnisbericht einer Konzeptstudie zur U-Bahn Netzerweiterung vorgelegt, in der die grundsätzlichen Möglichkeiten einer langfristigen Weiterentwicklung des Netzes evaluiert wurden. Die als Ergebnis der Konzeptstudie zu planenden U-Bahn Strecken wurden im Rahmen verschiedener Machbarkeitsuntersuchungen vertieft betrachtet. Eine dieser Strecken ist die Ausfädelung der Trasse der U4 aus der Haltestelle Horner Rennbahn und deren Weiterführung entlang der Manshardtstraße bis zur Horner Geest.

Die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung U4 Horner Geest dient dem Aufzeigen der grundsätzlichen verkehrlichen, betrieblichen, technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit des neuen Streckenabschnitts sowie der Beurteilung der jeweiligen Auswirkungen auf Umwelt und Anlieger. Im Ergebnis zeigt diese Untersuchung eine machbare Lösung auf, die als Grundlage für die weiteren Planungsphasen dient, in deren Zuge aber erneut verifiziert und angepasst wird. Bei dieser Lösung handelt es sich im Grundsatz um eine Ausfädelung an der Haltestelle Horner Rennbahn in südlicher Lage im Bereich Meurerweg sowie ein in offener Bauweise herzustellendes Tunnelbauwerk unter der Manshardtstraße inklusive zwei Haltestellen und einer Abstellanlage am Streckenende.

Die Herleitung der dargestellten Lösung erfolgte über die Betrachtung und vergleichende Bewertung von verschiedenen Varianten, insbesondere hinsichtlich der Ausfädelung an der Haltestelle Horner Rennbahn und des Bauverfahrens. Für einen qualifizierten Variantenvergleich waren auch die letztlich verworfenen Planungsvarianten zeichnerisch darzustellen und hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu bewerten.

Der vorliegende Bericht zur Machbarkeitsuntersuchung basiert auf einem Planungsstand, der zum Ende des Jahres 2015 erreicht wurde. Er enthält somit Darstellungen von zahlreichen Planungsvarianten, die nicht mehr Gegenstand der aktuell laufenden Vorentwurfs- und Entwurfsplanungen sind. Darüber hinaus wurden im Rahmen der laufenden Vorentwurfs- und Entwurfsplanungen zahlreiche Festlegungen z.B. bezüglich der genauen Trassen-, Haltestellen- und Ausgangslagen überarbeitet und konkretisiert. Hierüber informiert die HOCHBAHN regelmäßig in den projektbegleitenden Gremien, in den zuständigen politischen Ausschüssen und im Rahmen von Veranstaltungen zur Bürgerbeteiligung.

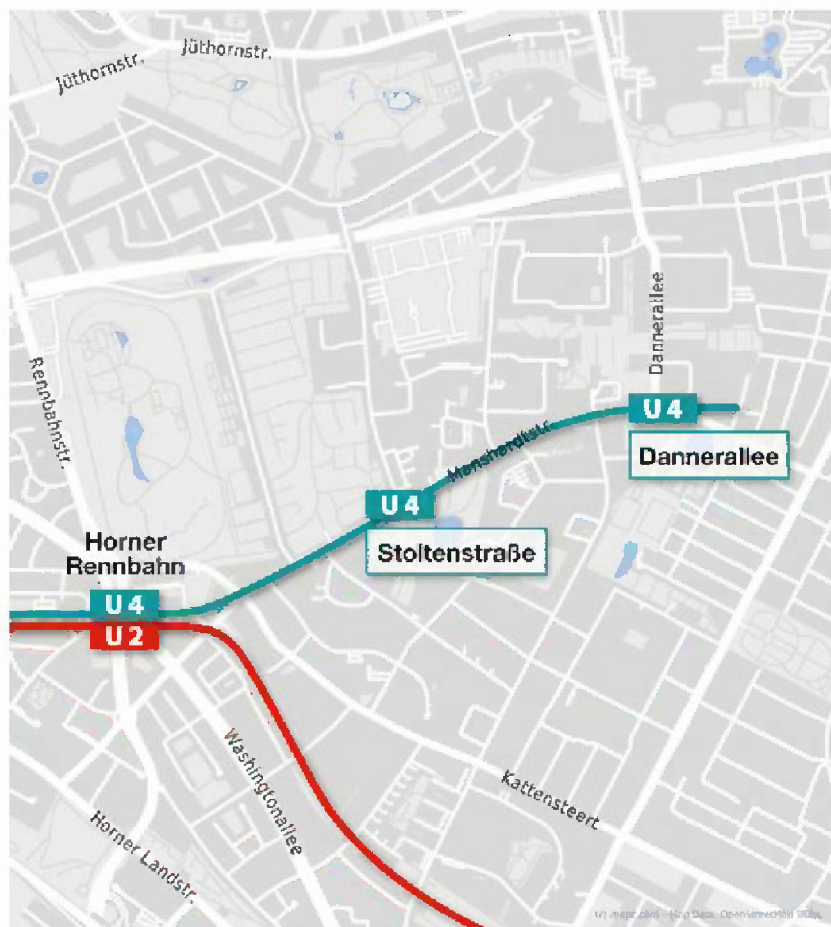
Für Fragen stehen Ihnen die HOCHBAHN und die Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation zur Verfügung.



# HOCHBAHN

## Netzerweiterung U4 Horner Geest

### Machbarkeitsuntersuchung



Unter Mitwirkung von



und

BFUB Gesellschaft für Umweltberatung und Projektmanagement mbH  
Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH  
Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>7</b>
1.1 Vorhabenbeschreibung und Aufgabenstellung .....	7
1.2 Vorgehensweise.....	8
<b>2 Planungsgrundlagen</b> .....	<b>11</b>
2.1 Verkehrliche Randbedingungen .....	11
2.2 Betriebliche Randbedingungen .....	11
2.3 Richtlinien für U-Bahn-Anlagen.....	12
2.4 Bauliche Anlagen .....	12
2.4.1 Vorhandene Straßen .....	12
2.4.2 Vorhandene Bahnanlagen.....	13
2.4.3 Vorhandene Gebäude .....	13
2.4.4 Vorhandene Leitungstrassen.....	14
2.5 Geologie und Hydrologie .....	14
2.6 Behördliche Genehmigungen / Denkmalschutz .....	15
2.7 Vermessungsgrundlagen .....	16
<b>3 Ausfädelung und Anschluss an den Bestand</b> .....	<b>17</b>
3.1 Allgemeines.....	17
3.2 Südausfädelung in offener Bauweise .....	17
3.2.1 Bautechnische Beschreibung .....	18
3.2.2 Vorhandene Bauwerke / Gebäude .....	18
3.2.3 Leitungstrassen .....	19
3.2.4 Trassierung .....	19
3.2.5 Streckenbauwerke.....	20
3.2.6 Haltestellenbauwerk .....	21
3.2.7 Anschluss an den Bestand .....	23
3.2.8 Kreuzungsbauwerk.....	24
3.2.9 Bauliche Besonderheiten Südausfädelung .....	24
3.2.10 Notausstiege .....	24
3.2.11 Betriebliche Anlagen .....	24
3.3 Nordausfädelung.....	25
3.3.1 Bautechnische Beschreibung .....	26
3.3.2 Vorhandene Bauwerke/ Gebäude .....	26
3.3.3 Leitungstrassen .....	27
3.3.4 Trassierung .....	27
3.3.5 Streckenbauwerke.....	28
3.3.6 Haltestellenbauwerk .....	29

3.3.7	Anschluss an den Bestand .....	29
3.3.8	Kreuzungsbauwerk und Kehr- und Abstellanlage .....	31
3.3.9	Bauliche Besonderheiten Nordausfädelung .....	31
<b>3.4</b>	<b>Untersuchungen von Alternativausfädelungen .....</b>	<b>32</b>
3.4.1	Alternativausfädelung 1 .....	32
3.4.2	Alternativausfädelung 2 .....	33
3.4.3	Alternativausfädelung 3 (Einfädelung auf freier Strecke) .....	37
3.4.4	Alternativausfädelung 4 (direkte Einfädelung der stadtauswärts führenden U2-Strecke) .....	39
<b>3.5</b>	<b>Betriebliche Beeinflussungen während der Bauzeit bei Süd- und Nordausfädelung.....</b>	<b>40</b>
<b>3.6</b>	<b>Fazit zu den Vorzugsvarianten Süd- und Nordausfädelung.....</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>Streckenabschnitt Hermannstal bis Kehr- und Abstellanlage</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Variantenuntersuchung Strecke.....</b>	<b>43</b>
4.2.1	Offene Bauweise .....	43
4.2.2	Offene Bauweise - Doppelstockvariante .....	44
4.2.3	Deckelbauweise .....	45
4.2.4	Schildvortrieb (1-gleisig, 2 Röhren) .....	46
4.2.5	Schildvortrieb (2-gleisig, 1 Röhre) .....	47
4.2.6	Schildvortrieb (Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren).....	48
4.2.7	Bergmännischer Vortrieb.....	49
<b>4.3</b>	<b>Variantenuntersuchung Haltestellen.....</b>	<b>49</b>
4.3.1	Offene Bauweise .....	49
4.3.2	Deckelbauweise .....	50
4.3.3	Bahnhofsschild .....	50
4.3.4	Bergmännische Bauweise .....	50
<b>4.4</b>	<b>Gegenüberstellung der Hauptvarianten.....</b>	<b>51</b>
4.4.1	Bewertungskriterien.....	51
4.4.2	Hauptvarianten.....	53
<b>4.5</b>	<b>Bautechnische Beschreibung Vorzugsvarianten.....</b>	<b>54</b>
4.5.1	Vorhandene Bauwerke / Gebäude .....	54
4.5.2	Trassierung .....	54
4.5.3	Streckenbauwerke.....	54
4.5.4	Haltestellenbauwerke .....	55
4.5.5	Kehr- und Abstellanlage .....	58
4.5.6	Notausstiege .....	58
4.5.7	Betriebliche Anlagen .....	58
<b>4.6</b>	<b>Bauzeiten Vorzugsvarianten .....</b>	<b>58</b>
<b>4.7</b>	<b>Verkehrliche Auswirkungen während der Bauzeit.....</b>	<b>58</b>
<b>4.8</b>	<b>Umweltauswirkungen .....</b>	<b>60</b>
<b>4.9</b>	<b>Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen).....</b>	<b>60</b>

---

4.10	Machbarkeitsuntersuchung der HSE .....	61
4.11	Bewertung der Vorzugsvarianten für das Bauverfahren .....	62
5	Zusammenfassung .....	64

## Vorbemerkung

Erklärtes Ziel der Freien und Hansestadt Hamburg ist es, den schienengebundenen ÖPNV in Hamburg durch umfangreiche Erweiterungen der bestehenden Schnellbahnnetze auszubauen.

Für die innenstadtnahen Gebiete, die zurzeit kontinuierlich nachverdichtet werden, soll dies im Wesentlichen mit einer Netzerweiterung der U-Bahn erreicht werden. Denn mehrere Großwohnsiedlungen, dicht besiedelte Altbauquartiere sowie weitere verkehrliche Aufkommensschwerpunkte sind hinsichtlich Kapazität, Reisegeschwindigkeit und Komfort bisher nicht mit der Qualität durch den ÖPNV erschlossen, der ihrer Bedeutung angemessen wäre. Die durch eine Schienenanbindung entstehende Netzwerkung erhöht die Attraktivität des gesamten Schnellbahnnetzes und verbessert so die Mobilität aller Hamburgerinnen und Hamburger erheblich. Nicht zuletzt können mit einer U-Bahn auch bei langfristig weiter wachsender Fahrgastnachfrage ausreichende Kapazitäten geschaffen werden, ohne dass es in den ohnehin schon begrenzten Straßenräumen zu der Notwendigkeit einer zusätzlichen dauerhaften Flächeninanspruchnahme käme.

Im Dezember 2014 hat die HOCHBAHN den Ergebnisbericht einer Konzeptstudie zur U-Bahn Netzerweiterung vorgelegt, in der die grundsätzlichen Möglichkeiten einer langfristigen Weiterentwicklung des Netzes evaluiert wurden. Nach einer umfassenden Zieldefinition wurden zunächst die Potenzialgebiete für eine U-Bahnerschließung ermittelt. Schließlich wurde in einer Variantendiskussion bewertet, wie diese Potenzialgebiete sinnvoll erschlossen werden können. Die als Ergebnis der Konzeptstudie dargestellten, neuen U-Bahn Strecken sind im Rahmen verschiedener Machbarkeitsuntersuchungen vertieft zu betrachten.

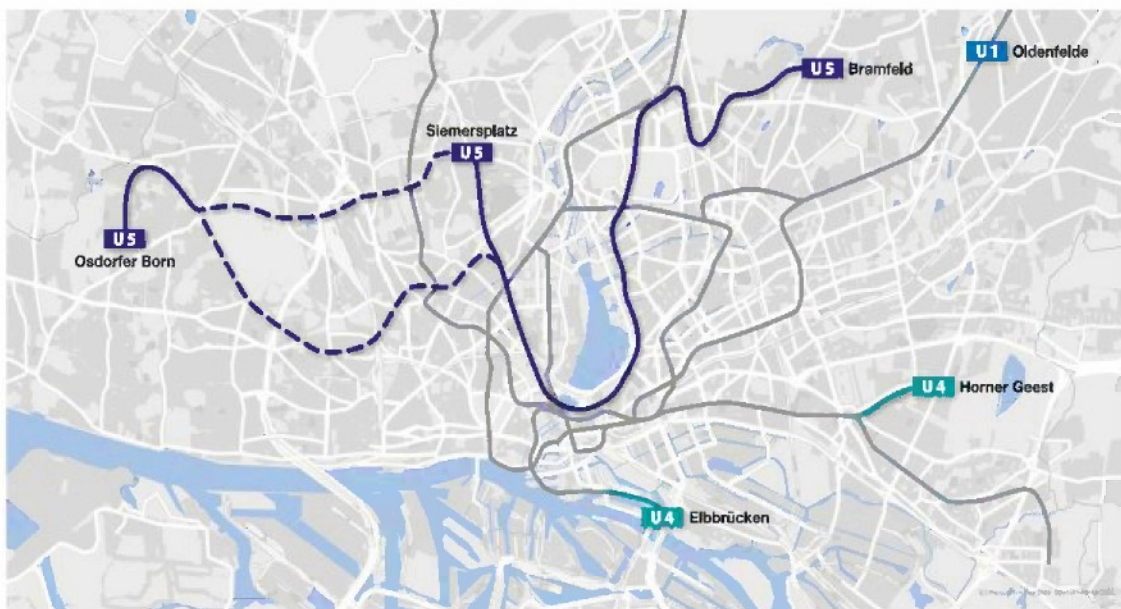


Abbildung 1: Geplante U-Bahn Netzerweiterung als Ergebnis der Konzeptstudie

Diese sind:

- U1 Oldenfelde: Errichtung eines Zusatzhalts zwischen den Bestandshaltstellen Farmsen und Berne
- U4 Elbrücken – Kleiner Grasbrook : Verlängerung der U4 von der Hafencity Universität bis zu den Elbrücken (*im Bau*) und weiter auf den Kleinen Grasbrook (*nach Referendum gegen Olympische Spiele 2024 nicht weiter verfolgt*)
- U4 Horner Geest: Ausfädelung aus der Trasse der U2/U4 in Richtung Horner Geest
- U5 Bramfeld – City Nord – Innenstadt – Siemersplatz (– Osdorfer Born): Neue Durchmesserlinie für Hamburg, in mehreren Bauabschnitten zu errichten

Ziel dieser anschließenden Machbarkeitsuntersuchung U4 Horner Geest ist das Aufzeigen der grundsätzlichen verkehrlichen, betrieblichen, technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit des neuen Streckenabschnitts sowie die Beurteilung der jeweiligen Auswirkungen auf Umwelt und Anlieger.

Im Ergebnis zeigen diese Untersuchungen eine technisch machbare Lösung auf, die als Vorgabe für die weiteren Planungsphasen dient. Begleitend sollen mögliche Untervarianten und Modifikationen auch im Rahmen einer Beteiligung der ortsansässigen Bürgerinnen und Bürger erarbeitet werden. Die folgende Abbildung stellt den Ablauf der verschiedenen Planungs- bzw. Bauphasen unter Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger dar.

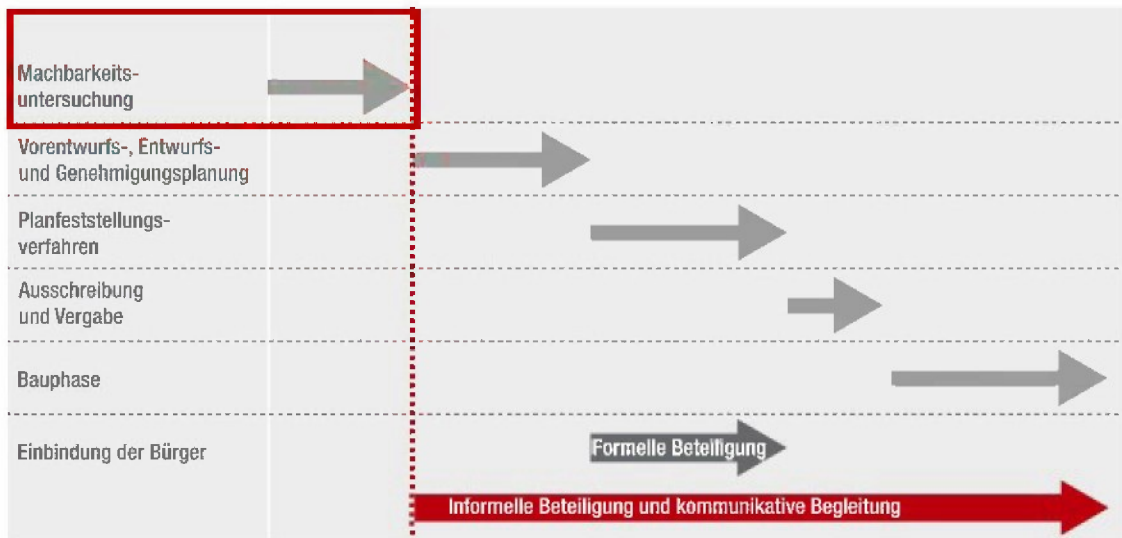


Abbildung 2. Einbindung der Bürger in die weiteren Planungs- und Bauphasen

# 1 Allgemeines

## 1.1 Vorhabenbeschreibung und Aufgabenstellung

Im Zuge des Programms des Senats zur Erweiterung des U-Bahn-Netzes soll die U4 im Hamburger Osten in Richtung Horner Geest verlängert werden. Im Bereich der bestehenden Haltestelle Horner Rennbahn soll hierzu eine Ausfädelung stattfinden. Die Trassierung folgt anschließend dem Straßenverlauf der Manshardtstraße bis in den Bereich der Kreuzung mit der Dannerallee. Die so hergestellte Strecke ist knapp zwei Kilometer lang; einschließlich eines im Bereich der Ausfädelung herzustellenden Bypasses werden etwa 2,6 km neu hergestellt.

Die Haltestelle Horner Rennbahn muss für die Ausfädelung der U4 aus Leistungs- und Brandschutzgründen um mindestens ein neues Streckengleis erweitert und somit zu einer dreigleisigen bzw. viergleisigen Haltestelle mit insgesamt zwei Bahnsteigen ausgebaut werden.

Entlang der Strecke sind eine Haltestelle etwa an der Kreuzung mit der Stoltenstraße sowie die Endhaltestelle an der Kreuzung mit der Dannerallee vorgesehen. Im Anschluss an die Endhaltestelle soll eine zweigleisige Abstellanlage mit einer Kapazität von zwei 120m-Zügen eingerichtet werden.

Durch die beiden neuen Haltestellen werden etwa 13.000 Einwohner im Stadtteil Horn erstmals einen direkten, fußläufigen Zugang zur Schnellbahn erhalten. Für sie würde die Notwendigkeit, mit den auf der Manshardtstraße verkehrenden Buslinien zu fahren und der anschließende zeitaufwendige Übergang zur bestehenden U2 weitgehend entfallen. Dadurch ergibt sich eine deutlich geringere Fahrzeit von der Horner Geest ins Stadtzentrum.

Betrieblich stellt die Ausfädelung zur Horner Geest eine optimale Möglichkeit dar, um die zukünftig durch dichte Takte sehr hohe Kapazität im gemeinsamen Abschnitt der U2 und U4 wirtschaftlicher auszunutzen, indem die östlich der Horner Rennbahn vorhandenen Kapazitätsreserven diesem Abschnitt zugeführt werden.

Die folgende Abbildung zeigt den groben Trassenverlauf der U4 zur Horner Geest, wie er nach Abschluss der Konzeptstudie angedacht worden ist. Im Rahmen dieser Machbarkeitsuntersuchung werden zudem alternative Ausfädelungsvarianten sowie verschiedene Bauverfahren untersucht und hinsichtlich ihrer baulichen und betrieblichen Realisierbarkeit miteinander verglichen. Ziel der Machbarkeitsuntersuchung ist es zudem, unter Berücksichtigung der verkehrlichen, betrieblichen, bautechnischen und wirtschaftlichen Aspekte sowie der Eingriffe in die Umwelt und der Betroffenheiten insbesondere von Anliegern eine „vorzugswürdige“ Variante aufzuzeigen.



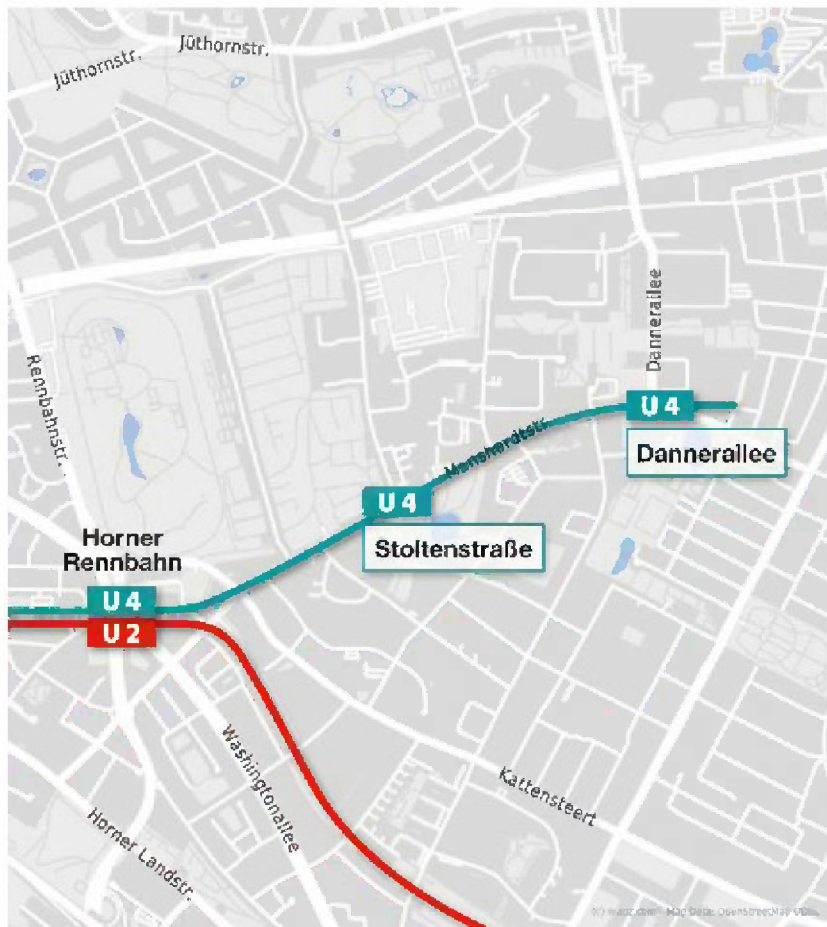


Abbildung 3: Übersicht Trassenverlauf U4 zur Horner Geest

Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wurde der Streckenabschnitt von der Ausfädelung im Bereich der Haltestelle Horner Rennbahn bis zum Ende der Abstellanlage hinter der Haltestelle Dannerallee betrachtet. Der Trassenabschnitt ist unterirdisch zu führen.

## 1.2 Vorgehensweise

Nach dem Beschluss zur Durchführung einer Machbarkeitsuntersuchung hat die HOCHBAHN mit vertiefenden Voruntersuchungen zu möglichen Ausfädelungsvarianten und Trassenführungen für die Strecke zur Horner Geest begonnen. Am 15.10.2014 wurde das Planungsbüro ZPP beauftragt, eine bautechnische Machbarkeitsuntersuchung durchzuführen.

Die Bearbeitung dieser Untersuchung erfolgte stufenweise und in enger Abstimmung mit der HOCHBAHN. Unter Einbeziehung weiterer Planungs- und Ingenieurbüros<sup>1</sup> wurden von ZPP die Planungsgrundlagen erarbeitet (Kapitel 2) sowie bautechnische Lösungsvarianten jeweils für den Ausfädelungsbereich und den Streckenabschnitt (Kapitel 3 und 4) inklusive deren Auswirkungen auf Umwelt und Anlieger dargestellt und diskutiert.

<sup>1</sup> Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR, Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH und BFUB Gesellschaft für Umweltberatung und Projektmanagement mbH.

Es wurden alle grundsätzlichen bautechnischen Möglichkeiten für die Realisierung einer innerstädtischen U-Bahn analysiert, typisiert und bewertet. Durch die Ausfädelung des neuen Streckenabschnitts an der Haltestelle Horner Rennbahn teilt sich der gesamte Streckenabschnitt der U4 zur Horner Geest in zwei Abschnitte auf:

- Ausfädelung Horner Rennbahn und Anschluss an den Bestand:  
Ausfädelungs- und Kreuzungsbauwerke und anschließende Trassenführung bis zur Straße Hermannstal, Ausbildung der neuen Haltestelle Horner Rennbahn
- Streckenabschnitt Hermannstal bis Kehr- und Abstellanlage:  
Unterirdischer Streckenabschnitt unter der Manshardtstraße inklusive der Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee und der dahinter liegenden Kehr- und Abstellanlage

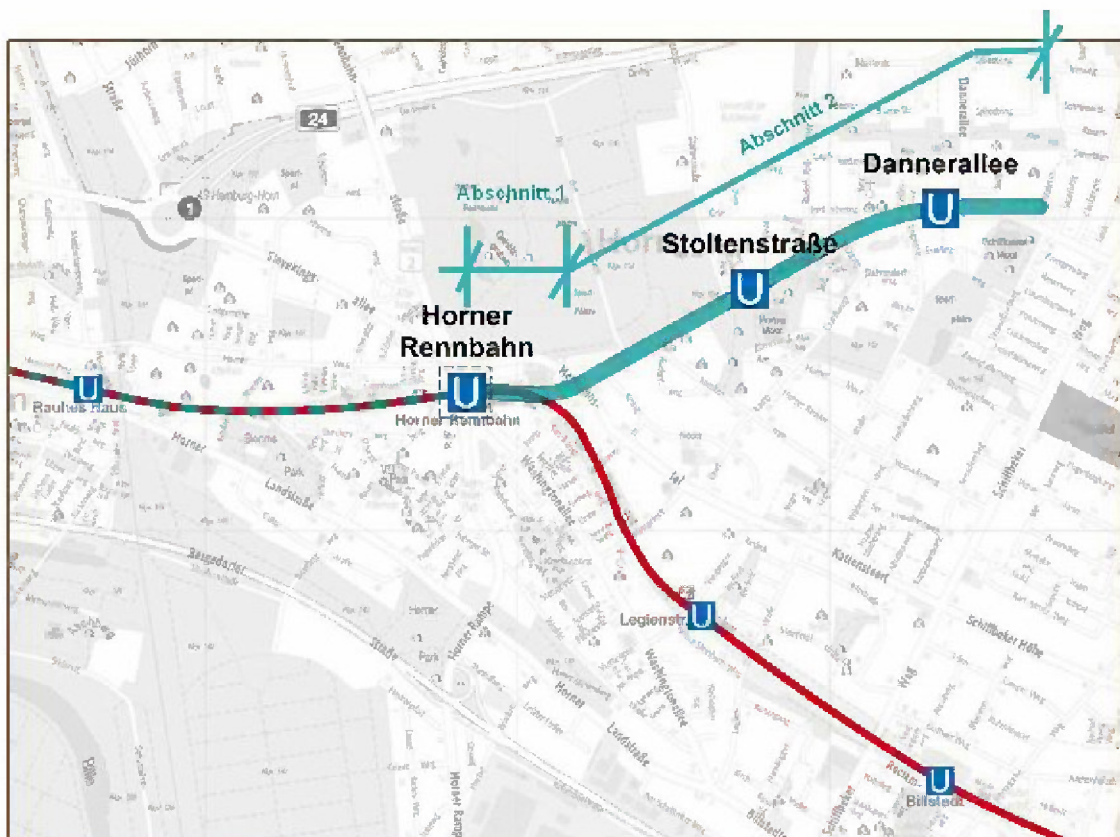


Abbildung 4: Aufteilung der Abschnitte der U4 zur Horner Geest

Aufbauend auf der Konzeptstudie wurden für den Ausfädelungsbereich Haltestelle Horner Rennbahn, der sich bis zur Kreuzung Hermannstal/ Sandkamp erstreckt, verschiedene Ausfädelungsvarianten insbesondere im Hinblick auf bautechnische, betriebliche und wirtschaftliche Aspekte unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen und Zwangspunkte untersucht und einander gegenübergestellt. Als Bauverfahren in diesem Abschnitt kommt aufgrund der oberflächennahen Lage und der Einwirkungen in den bestehenden U-Bahn-Anlagen nur die offene Bauweise in Frage. Diese Untersuchungen werden ausführlich in Kapitel 3 vorgestellt.

Für den sich an den Ausfädelungsbereich östlich anschließenden Streckenabschnitt ab der Kreuzung Hermannstal/ Sandkamp werden ebenfalls aufbauend auf der Konzeptstudie verschiedene Varianten für die Herstellung der Tunnelstrecke und der Haltestellen im Hinblick auf die Bauverfahren untersucht und einander gegenübergestellt. Eine

hier mögliche Trassenführung wurde für diesen Streckenabschnitt bereits im Rahmen der Konzeptstudie untersucht. Für den Streckenabschnitt wurden zwei grundsätzliche Ausführungsmöglichkeiten aufgezeigt, die sowohl bezüglich ihres technischen Aufwands als auch bezüglich ihrer unterschiedlichen Auswirkungen auf Umfeld und Anlieger bewertet wurden:

- Offene Bauweise
  - Offene Baugrube, ggf. mit provisorischer Abdeckung
  - Deckelbauweise
- Geschlossene Bauweise
  - Schildvortrieb mit Tunnelbohrmaschine
  - Bergmännische Bauweise mit Schutzmaßnahmen (z.B. Vereisung)

## 2 Planungsgrundlagen

### 2.1 Verkehrliche Randbedingungen

Die U4 wird heute aus der Hafencity kommend ab Jungfernstieg auf den bestehenden Gleisanlagen der U2 nach Billstedt geführt. Auf dem stark nachgefragten Abschnitt zwischen Innenstadt und Horner Rennbahn entlastet sie hierdurch die U2 und stellt ausreichende Kapazitäten sicher.

Ab Horner Rennbahn besteht verkehrlich und betrieblich die Möglichkeit einer Ausfädelung und Weiterführung der U4 auf eigenen Gleisanlagen. Die ausgefädelte Strecke soll bestehende sowie weiter zu entwickelnde Wohngebiete im Bereich der Horner Geest an das U-Bahn-Netz anbinden und den Menschen künftig direkte und umsteigerfreie Verbindungen in die Innenstadt ermöglichen.

Derzeit rund 13.000 Einwohner erhalten hierdurch erstmalig einen fußläufig erreichbaren Schnellbahnanschluss. Diese Zahl wird sich durch städtebauliche Nachverdichtung voraussichtlich erhöhen. Zusätzlich lassen sich insbesondere in den Hauptverkehrszeiten umfangreiche Busverkehrsleistungen einsparen und es bietet sich die Möglichkeit, die sozialen Strukturen im Stadtteil zu stärken sowie diesen städtebaulich weiter zu entwickeln.

Die Verlängerung der U4 zur Horner Geest wurde daher auch in das Senatskonzept „Stromaufwärts an Elbe und Bille – Wohnen und urbane Produktion in Hamburg Ost“ aufgenommen. Die Streckenführung soll unterirdisch im Wesentlichen in der Achse der Manshardtstraße erfolgen mit Haltestellen im Bereich der Einmündungen der Stoltenstraße und der Dannerallee. Eine spätere Weiterführung der Strecke östlich der Haltestelle Dannerallee soll unabhängig vom Bauverfahren möglich sein.

### 2.2 Betriebliche Randbedingungen

Die Lage der Haltestellen und die sich daraus ergebende Streckenführung wurden von der HOCHBAHN anhand der Erschließungswirkung und der prognostizierten Nachfrage sowie der betrieblichen Anforderungen definiert.

Die Ausfädelung der Trasse zur Horner Geest muss höhenfrei erfolgen. Daher ist eine Unterfahrung des Bestandstunnels durch die Trasse zur Horner Geest unabhängig von den untersuchten Ausfädelungsvarianten zwingend erforderlich. Außerdem muss die ausgebaute Haltestelle Horner Rennbahn aus Brandschutz- und Leistungsfähigkeitsgründen insgesamt über mindestens 3 Streckengleise verfügen. Für sämtliche zu untersuchenden Ausfädelungsvarianten wurden von der HOCHBAHN Gleispläne erstellt, die den betrieblichen Anforderungen sowohl für den Normal- als auch für den Störungsbetrieb erfüllen.

Die Ausführung der Bahnsteige der Haltestelle Stoltenstraße ist als Mittelbahnsteig oder als Seitenbahnsteig möglich. Die Haltestelle Dannerallee soll als Endhaltestelle nach der Richtlinie RUHst (siehe Kapitel 2.3) einen Mittelbahnsteig erhalten. Die Bahnsteige sind nach Möglichkeit in einer Geraden bzw. entsprechend der zulässigen Mindeststrahlen gemäß Richtlinie und ohne Längsneigung auszuführen. Die Bahnsteignutzlänge beträgt 125 m plus Notbahnsteig. Barrierefreiheit ist selbstverständlich zu gewährleisten. Nach den in der nachfolgenden Ziff. 2.3 genannten Richtlinien müssen in Tunnelhaltestellen von jedem Bahnsteig mindestens zwei Treppenverbindungen in Zwischengeschosse oder ins Freie führen. Eine weitere Verbindung ist durch einen Aufzug herzustellen.

Eine zweigleisige Kehr- und Abstellanlage ist mit einer Abstelllänge von mindestens 125 m am Streckenende vorzusehen. Für die schnelle Abwicklung des Regelbetriebs in dichtem Takt sowie für die Sicherstellung schneller Reaktionszeiten im Störbetrieb sind zwei Gleisverbindungen westlich der Endhaltestelle Dannerallee und eine Gleisverbindung östlich der Haltestelle Horner Rennbahn notwendig.

Nach den Richtlinien sind Notausstiege so anzuordnen, dass der Weg ins Freie, bis zum nächsten Notausstieg oder bis zum nächsten Bahnsteig nicht länger als 300 m ist. Daher ist ein maximaler Abstand von 600 m zwischen zwei Notausstiegen zulässig und ausreichend.

Der Betrieb im neuen Linienabschnitt soll konventionell, d. h. nicht automatisiert erfolgen, da der neue Abschnitt lediglich eine Verlängerung der bestehenden U-Bahn-Linie 4 ist und daher keine vom Bestandsnetz unabhängige Linie darstellt. Ebenso werden die gleichen Fahrzeuge wie im Bestandsnetz eingesetzt. Aus diesen Gründen stellen die Richtlinien für U-Bahn-Anlagen in Hamburg die Planungsgrundlagen dar.

Für den U-Bahn-Neubau betragen die Entwurfsgeschwindigkeit für die Streckengleise 80 km/h und die maximale Steigung 40 ‰. Ein Kurvenradius von minimal 300 m ist für Neubauten anzusetzen.

Eine Sonderlösung stellt der Anschluss an den Bestand dar. Aufgrund der örtlichen Zwangspunkte und der vorhandenen Bebauung können nicht alle Trassierungsparameter für U-Bahn-Neubau durchgängig eingehalten werden, so dass hier auch Trassierungsvorgaben für den Bestand herangezogen werden müssen.

## 2.3 Richtlinien für U-Bahn-Anlagen

Grundlage der U-Bahn-Planung sind die „Richtlinien für Planung, Entwurf und Bau von U-Bahnanlagen in Hamburg (RU)“, sofern nicht durch besondere Vereinbarungen von den darin enthaltenden Vorgaben abgewichen werden darf. Allgemein gelten:

- Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn- Bau- und Betriebsordnung – BOStrab, 12.1987 und BOStrab-Tunnelbaurichtlinie 1991)
- Teil 1: Vorbemerkungen (RUV) Stand 04.2005
- Teil 2: Trassierung (RUT) Stand 05.2010
- Teil 3: Oberbau (RUO) Stand 10.2004
- Teil 4: Regelquerschnitte (RUR) Stand 04.2005
- Teil 5: Haltestellen (RUHst) Stand 12.2005
- TR Strab Tunnelbau Entwurf August 2013
- TR Strab Brandschutz Juni 2014

Bei Widersprüchen wird die voraussichtlich Ende 2016 einzuführende TR Strab Tunnelbau den Hamburger Richtlinien vorgezogen.

## 2.4 Bauliche Anlagen

### 2.4.1 Vorhandene Straßen

Der neue Tunnel der ausgefädelten Strecke sowie die neue Haltestelle für die stadtauswärts fahrenden Züge der U2 und U4 an der Horner Rennbahn kreuzen die bedeutsame Hauptverkehrsachse Rennbahnstraße (Ring 2).



Abbildung 5: Hauptverkehrsachse Rennbahnstraße (Ring 2)

Durch die Baumaßnahme ist auch die Manshardtstraße in gesamter Länge von der Straße Hermannstal an bis zur Dannerallee betroffen.

Die übrigen betroffenen Straßen, die in den Sandkamp oder die Manshardtstraße einmünden, sind von untergeordneter Bedeutung für den Durchgangsverkehr. Sie stellen die Erschließung des Stadtquartiers sicher.

#### **2.4.2 Vorhandene Bahnanlagen**

Das neue Bauwerk hat umfangreiche Berührungspunkte mit den vorhandenen Bahnanlagen der U2 und U4. Der bestehende U-Bahn-Tunnel muss an verschiedenen Stellen zum Anschluss der neuen Streckenbereiche geöffnet und für die Trassenführung zur Horner Geest unterfahren bzw. als Kreuzungsbauwerk abgebrochen und neugebaut werden.

#### **2.4.3 Vorhandene Gebäude**

Die in der Umgebung der bestehenden U-Bahn-Haltestelle Horner Rennbahn liegenden Gebäude stellen aufgrund der betriebs- und bautechnisch bedingten engen räumlichen Verhältnisse bei der Herstellung der Ausfädelung wesentliche zu beachtende Punkte dar. Das Einkaufszentrum an der Horner Rennbahn, das neu errichtete Stadtteilhaus „Horner Freiheit“, ein Restaurantpavillon an der Rennbahnstraße 27, die Park+Ride-Anlage (Parkpalette) östlich des Einkaufszentrums sowie das von der Telekom genutzte Gebäude am Sandkamp 35 sind die wesentlichen für die bautechnische Machbarkeit relevanten Gebäude.

Entlang der Trasse befinden sich eine Vielzahl von Wohn- und Geschäftshäusern sowie ein weiteres Einkaufszentrum an der Dannerallee und öffentliche Einrichtungen.

#### 2.4.4 Vorhandene Leitungstrassen

Im Bereich der U4-Verlängerung zur Horner Geest sind unterschiedliche Arten von Leitungen unterhalb der betroffenen Straßenzüge verlegt. Im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung haben Leitungsanfragen zur Identifizierung vorhandener Leitungen stattgefunden. In diesem Rahmen sind insbesondere folgende Leitungen zu berücksichtigen:

- Fernwärmeleitungen,
- 110 KV Leitungen sowie weitere Stromleitungen,
- Telekommunikationsleitungen sowie
- Frischwasserleitungen und Abwassersiele verschiedener Größe und Form.

Eine 110 KV Freileitung quert die Manshardtstraße im Bereich des Querkamps. Des Weiteren befindet sich der im Jahre 2009 fertiggestellte Hauptsammler Ost mit einem Durchmesser von 1,8 m, der in einer Tieflage von bis zu ca. 18 m unter Gelände liegt und über aufwendige Schachtbauwerke verfügt, unter der Manshardtstraße. Da dieses Siele der Stadtentwässerung umfangreiche bauliche Wechselwirkungen mit dem U-Bahn-Bau haben wird, wurden zur Identifizierung der Konfliktpunkte und zur Erarbeitung von technischen Lösungen von der Hamburger Stadtentwässerung (HSE) Untersuchungen durchgeführt. Grundsätzliche Zweifel an der Machbarkeit einer Querung bestehen danach nicht.

### 2.5 Geologie und Hydrologie

Die Baugrundbeschreibung erfolgt auf der Grundlage bereits vorhandener Baugrundaufschlussergebnisse nach Aktenlage sowie erst im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung durchgeführter und ausgewerteter Baugrundaufschlüsse. Die wesentlichen Folgerungen für den Bau der U-Bahnstrecke sind die folgenden:

- Der generelle Baugrundaufbau zeigt von oben nach unten flächendeckende Auffüllungen überwiegend sandiger Zusammensetzung, vermutlich flächendeckende weichselzeitliche Schwemmsande, örtliche eemzeitliche organische Weichsichten und Sande, flächendeckende saalezeitliche Grundmoräne aus bindigem Geschiebepoden mit eingelagerten feingeschuppten Lagen aus Sand, Schluff und Ton sowie bereichsweise saalezeitliche Sande.
- Der Baugrund im Bereich des umzubauenden Haltestellenbauwerks besteht unter einer relativ geringmächtigen Deckschicht aus Auffüllungen und gewachsenen Sanden überwiegend aus einer saalezeitlichen Grundmoräne aus Geschiebelehm und Geschiebemergel mit unregelmäßig eingelagerten Schluffen, Tonen, Steinen und gering wasserführenden dünnen Sandstreifen sowie in Teilflächen unterlagernden wasserführenden Sanden mit teilweise großen Schichtmächtigkeiten.
- Die Grund- und Stauwasserstände liegen etwa in einem mittleren Niveau um ca. +11,0 m bis +11,5 m über Normal Null und damit nur wenige Meter unter der Geländeoberkante. Da die für die Umbauarbeiten erforderlichen Baugruben bis zu maximal ca. 17 m in das Gelände einbinden, müssen die Baugruben technisch wasserdicht ausgebildet werden. Hieraus folgt, dass bei einer offenen Bauweise die Baugruben mit einer Sohldichtung versehen werden müssen. Zum druckwasserdichten Anschluss der Seitenbaugrube an den Bestandstunnel sind weiterhin Vereisungsmaßnahmen unter dem Bestandstunnel erforder-

lich, damit in einem gesicherten Zustand die Seitenwand des Tunnels rückgebaut werden kann.

- Besonders östlich der Haltestelle Horner Rennbahn, im Nahbereich der vorgesehenen Unterfahrung des Bestandstunnels durch das stadtauswärts führende Gleis der U4 zur Horner Geest wurde durch die Aufschlussbohrungen bis in ausreichend große Tiefen ein kompakter, gering wasserdurchlässiger Geschiebemergelkörper angetroffen. Danach kann die hier herzustellende offene Baugrube durch Einbindung der Schlitzwände oder Bohrpfahlwände in den Geschiebemergel mit großer Wahrscheinlichkeit ohne eine künstliche Sohldichtung technisch wasserdicht ausgeführt werden. Örtliche Undichtigkeiten im Geschiebemergel können ggf. nachgedichtet werden bzw. begrenzte Grundwasserzutritte durch eine Restwasserhaltung beherrscht werden.
- In den östlich und südöstlich an die Unterfahrung anschließenden Bereichen stehen im Einflussbereich der hier geplanten Teilbaugruben unter dem hier nur noch lückenhaft vorhandenen Geschiebemergel grundwasserführende Sande bis in größere Tiefen an, so dass hier wiederum eine künstliche Sohldichtung z. B. mit einer auftriebsgesicherten Unterwasserbetonsohle einzuplanen sind. Im Zuge der weiteren Planung müssen u. a. diese Bereiche durch ergänzende Aufschlussbohrungen in einem ausreichend engen Raster eingegrenzt werden.
- Für den Bereich der südöstlichen Wiedereinfädung des stadtauswärtigen U2-Gleises in den Bestandstunnel kann nach dem Ergebnis der Aufschlussbohrung vorbehaltlich weiterer Erkundungsbohrungen zunächst davon ausgegangen werden, dass hier bis in ausreichende Tiefen kompakter, gering wasserdurchlässiger Geschiebemergel ansteht, so dass eine durchgehende künstliche Sohldichtung voraussichtlich nicht erforderlich sein wird. Auch hier ist die Verbreitung des Geschiebemergels durch ein ausreichend enges Raster von Aufschlussbohrungen zu überprüfen.

Diese Ersteinschätzungen müssen im Verlauf der weiteren Planungen noch konkretisiert werden, u.a. durch weitere Baugrundaufschlussbohrungen, die in der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung durchzuführen sind.

## 2.6 Behördliche Genehmigungen / Denkmalschutz

### Grundwasserabsenkung

Aus genehmigungsrechtlichen Gründen wird eine großflächige und lang anhaltende Grundwasserabsenkung ausgeschlossen.

### Wasserschutzgebiet

Im Bereich der geplanten Haltestelle Dannerallee und der östlich angrenzenden Kehr- und Abstellanlage befindet sich das ca. 4 km<sup>2</sup> große Wasserschutzgebiet (WSG) Billstedt der Schutzzone III. Die Grundwasserleiter des WSG versorgen die Brunnen der Trinkwassergewinnung Billstedt. Eine behördliche Genehmigung ist für das Bauen im Wasserschutzgebiet daher erforderlich. Erste Abstimmungen mit der Genehmigungsbehörde wurden bereits geführt.

### Bodenbelastung

Im Untersuchungsgebiet liegen nach Auskunft der Behörde für Umwelt und Energie zwei Altstandorte, zum einem im Ausfädelungsbereich „Am Gojenboom“ und zum anderem in der Manshardtstraße 74. Beide liegen jedoch außerhalb der Trasse.

### Denkmalschutz



---

An der Speckenreye befindet sich ein Denkmalensemble „Wohnanlage Horner Geest“. Nach Auskunft des Archäologischen Museums Hamburg befindet sich eine archäologische Fundstelle im Everlingweg, Flurstück Nr. 1957. Das Denkmalensemble und die archäologische Fundstelle liegen jedoch außerhalb der Trasse.

## **2.7 Vermessungsgrundlagen**

Für die Vermessung lagen folgende Karten und Pläne vor:

- Digitale Karte 1:5000 (DK5) der Stadt Hamburg,
- ALKIS Liegenschaftskarte Hamburg und
- Auszüge Bauwerkszeichnungen.

Das in Hamburg und vor allem von der HOCHBAHN genutzte Koordinatensystem ist das Lagesystem 320 und das Höhensystem 160 (ETRS89 mit Gauß-Krüger-Abbildung).

## 3 Ausfädelung und Anschluss an den Bestand

### 3.1 Allgemeines

Für die Ausfädelung aus der Haltestelle Horner Rennbahn wurden im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung, aufbauend auf den Ergebnissen der Konzeptstudie, weitere Varianten mit unterschiedlichen Trassenführungen und Bauverfahren erarbeitet und im ersten Schritt hinsichtlich bautechnischer und betrieblicher Belange auf ihre Machbarkeit hin überprüft. Der Ausfädelungsbereich erstreckt sich von westlich der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn bis zum Kreuzungspunkt Hermannstal/ Manshardtstraße.

Für die U4 zur Horner Geest werden die Gleise der U4 im Bereich der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn ausgefädelt. Aus betrieblichen und brandschutztechnischen Gründen muss die Bestandshaltestelle für die Zusammenführung / Verzweigung von U2 und U4 zu einer mindestens dreigleisigen Haltestelle ausgebaut werden.

Bei den Ausfädelungsvarianten standen neben den betrieblichen Randbedingungen insbesondere auch die vorhandenen baulichen Anlagen (Telekomgebäude, Wohnhäuser, Einkaufszentrum, Stadtteilhaus, Hauptsammler Ost) bei der Ausarbeitung der Varianten als Planungsrandbedingung im Fokus.

In der Machbarkeitsuntersuchung wurden die folgenden Ausfädelungsmöglichkeiten untersucht und anschließend hinsichtlich bautechnischer, betrieblicher und kostenrelevanter Aspekte bewertet:

- Südausfädelung in offener Bauweise mit Abriss des Telekomgebäudes,
- Nordausfädelung in offener Bauweise mit Abriss des Einkaufszentrums,
- Alternativausfädelung 1: Südausfädelung mit Umfahrung der Manshardtstraße und anschließender Schildvortriebsstrecke,
- Alternativausfädelung 2: Südausfädelung mit Umfahrung des Telekomgebäudes und anschließender Schildvortriebsstrecke,
- Alternativausfädelung 3: Aus- und Einfädelung auf freier Strecke östlich der Haltestelle Horner Rennbahn und
- Alternativausfädelung 4: Südausfädelung in offener Bauweise mit Abriss des Telekomgebäudes und direkter Einfädelung der stadtauswärts führenden U2-Strecke.

Im ersten Schritt wurde aufbauend auf dem Ergebnis der Konzeptstudie die Südausfädelung in offener Bauweise detailliert untersucht.

### 3.2 Südausfädelung in offener Bauweise

Bei der Südausfädelung werden die stadtauswärts führenden Gleise der U2 / U4 im Bereich der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn auf der Südseite der Bestandsstrecke, westlich der Haltestelle ausgefädelt und in eine neue eingleisige Haltestelle südlich zur Bestandshaltestelle geführt. Die neue Haltestelle wird somit zukünftig von den stadtauswärts fahrenden Zügen U2 und U4 angefahren. Die zweigleisige Bestandshaltestelle wird jeweils von den stadteinwärts fahrenden Zügen der U2 und U4 genutzt.

Im Anschluss an die neue Haltestelle wird das stadtauswärts führende Gleis der U2 wieder in den Bestand eingefädelt. Das Gleis der U4 unterquert den Bestandstunnel und wird in Richtung der Manshardtstraße weitergeführt. Östlich des Einkaufszentrums Horner Rennbahn wird auf der Nordseite des Bestandstunnels das stadteinwärts führende Gleis der U4 eingefädelt.

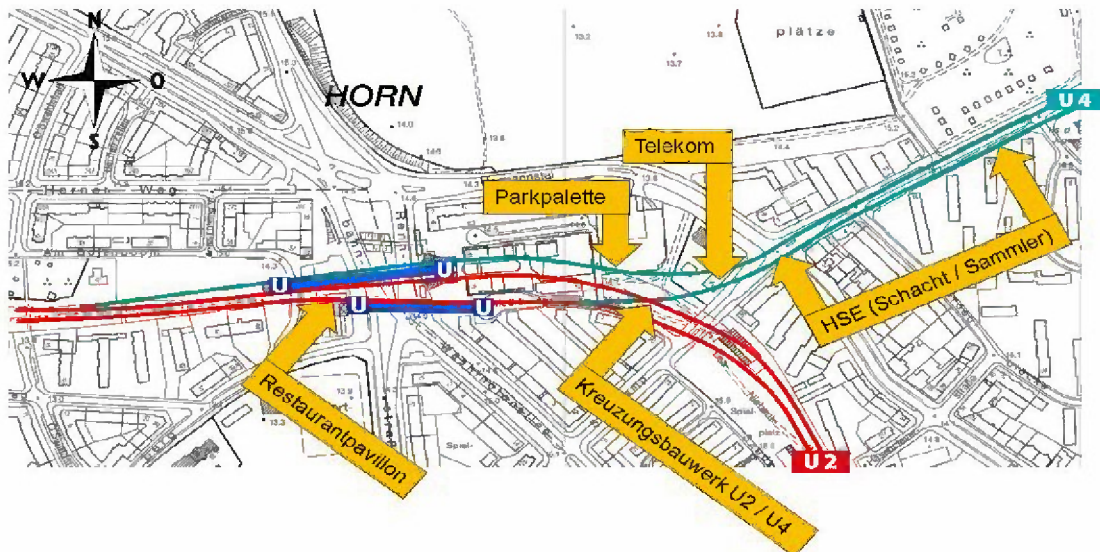


Abbildung 6: Trassenverlauf und Betroffenheiten bei der Südausfädelung

### 3.2.1 Bautechnische Beschreibung

Die Anschlüsse an den Bestand, die Streckenbereiche und die neu geplante, eingleisige Haltestelle werden in offener Bauweise hergestellt. Die Gradienten der vorhandenen Gleise befinden sich oberflächennah, so dass aufgrund der geringen Überdeckung und der Nähe zu einigen Bestandsgebäuden aus bautechnischer Sicht ein Schildvortrieb oder ein bergmännischer Vortrieb in diesem Bereich nicht sinnvoll durchführbar ist.

### 3.2.2 Vorhandene Bauwerke / Gebäude

Im Anschlussbereich der neuen U4-Verlängerung befinden sich einige Bauwerke und Gebäude, die durch die Herstellung der Südausfädelung direkt betroffen sind. Der Bestandstunnel der U2 und U4 muss für eine Ausfädelung in den genannten Anschlussbereichen (siehe Kap. 3.2.7) sowie für das Kreuzungsbauwerk (siehe Kap. 3.2.8) entweder seitlich geöffnet oder abgebrochen und danach neu gebaut werden.

Einen weiteren Zwangspunkt stellt auf der nördlichen Seite der Rennbahnstraße 27 ein Restaurant dar, das im Bereich der offenen Baugrube liegt und somit abgebrochen werden muss. Auf der östlichen Seite der Rennbahnstraße befindet sich ein Vordach eines Taxistandes, das bauzeitlich zu entfernen ist. Östlich der Haltestelle ist laut aktuellem Planungsstand ein Teil der P+R-Parkpalette rückzubauen. Das Gebäude im Sandkamp 35, in dem Technik der Telekom untergebracht ist, sowie das Wohnhaus auf dem gleichen Grundstück liegen direkt im Korridor der stadtauswärts führenden Trasse der U4. Aufgrund der aktuellen Höhenlage der Gleise ist eine Unterfahrung der beiden Gebäude geometrisch nicht möglich. Deshalb wird im Zuge dieser Machbarkeitsuntersuchung davon ausgegangen, dass diese Gebäude für den Bau der U-Bahn abgerissen werden müssen.



Abbildung 7: Restaurant, P+R-Parkpalette sowie Gebäude Sandkamp 35

### 3.2.3 Leitungstrassen

Im Ausfädelungsbereich Haltestelle Horner Rennbahn liegen verschiedene Leitungen; u.a. Strom, Wasser, Glasfaser, Telekommunikation, Fernwärme. Wie bei Großprojekten üblich, müssen viele dieser Leitungen verlegt und räumlich neu organisiert werden. Bei den Untersuchungen hinsichtlich der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Varianten sind insbesondere die vorhandenen und betroffenen Hauptziele zu berücksichtigen.

Bei der Südausfädelung sind vor allem folgende Hauptziele maßgeblich betroffen:

- Regensiel DN 2400 (Bereich Hst. Horner Rennbahn),
- Schmutzwassersiel DN 1500 (Bereich Hst. Horner Rennbahn),
- Mischwassersiel DN 700/1200 (Bereich Hst. Horner Rennbahn),
- Hauptsammler Ost DN 1800 (Sandkamp, Manshardtstraße, ca. 18 m unter Geländeoberkante) und
- Schachtbauwerk Hauptsammler Ost (Kreuzung Hermannstal – Sandkamp).

Die Hamburger Stadtentwässerung (HSE) hat in einem gesonderten Bericht eine für die Südausfädelung umsetzbare technische Lösung in Bezug auf die Schnittstellen und Kollisionen Siele / Schächte und U-Bahn-Neubau aufgezeigt und kostenmäßig bewertet. Die Ergebnisse sind in die Machbarkeitsuntersuchung eingeflossen.

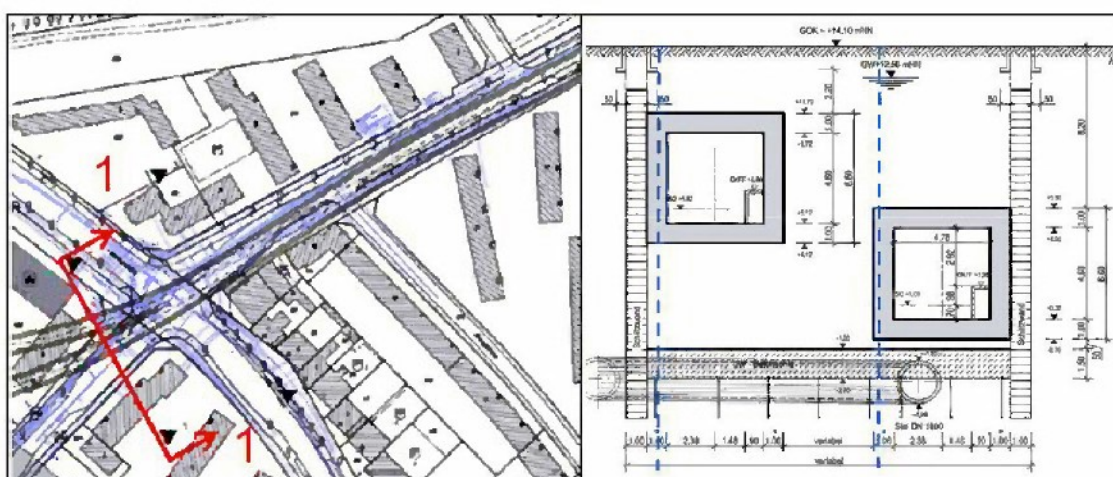


Abbildung 8: Hauptziele im Ausfädelungsbereich

### 3.2.4 Trassierung

Westlich der Haltestelle Horner Rennbahn wird das südliche Bestandsgleis in den neuen Tunnel ausgefädelt und die Gradienten abgesenkt. Die eingleisige Haltestelle

liegt somit etwas tiefer als die Bestandshaltestelle. Ab der Inbetriebnahme der Gesamtmaßnahme werden die stadtauswärts fahrenden Züge der U2 und U4 den neuen Bahnsteig anfahren. Östlich der Haltestelle werden die Trassen der stadtauswärts führenden Gleise getrennt. Die Gradienten der U2 wird angehoben und schließt nach einem Rechtsbogen wieder in den Bestand ein. Das stadtauswärts führende U4 Gleis wird weiterhin abgesenkt und unterquert den Bestandstunnel westlich des Sandkamps.

Das stadteinwärts führende Gleis der U2 muss im Bestandstunnel im Bereich des Sandkamps auf die Südseite (bisher stadtauswärts führende U2- / U4-Gleis) verschwenkt werden. Die stadteinwärts fahrenden Züge der U2 halten an der südlichen Bahnsteigkante des bestehenden Mittelbahnsteigs der Haltestelle Horner Rennbahn. Westlich der Haltestelle wird das U2 Gleis wieder auf die Nordseite verschwenkt. Das stadteinwärts führende Gleis der U4 schließt im Bereich der P+R-Parkpalette an den Bestand an. Die Züge der U4 bleiben auf der Nordseite und fahren die nördliche Bahnsteigkante der Bestandshaltestelle an. Westlich der Haltestelle werden die Gleise der U2 und U4 stadteinwärts zusammengeführt.

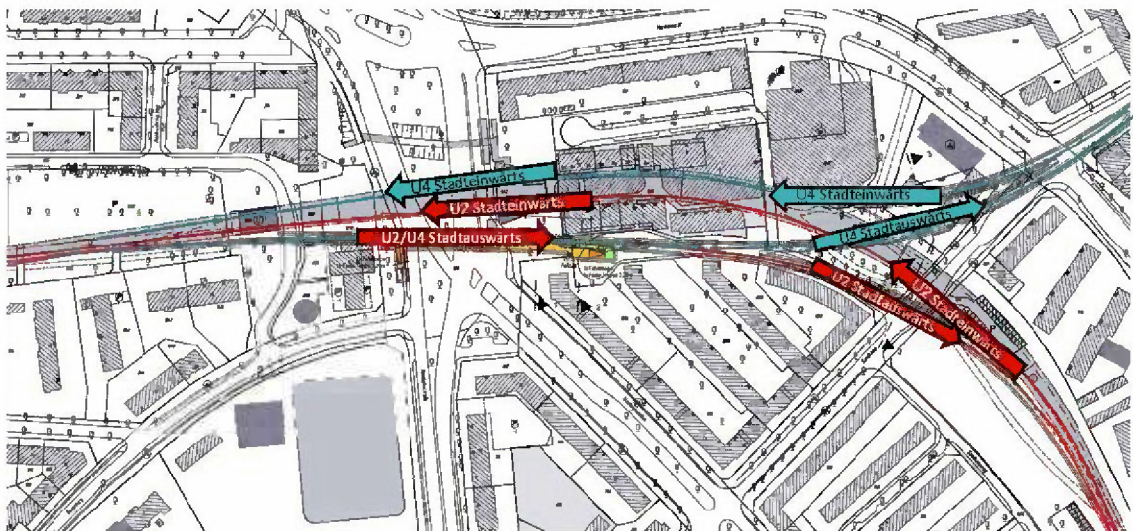


Abbildung 9: Zukünftige Nutzung der Gleise durch die U2 / U4

Im Kreuzungsbereich Hermannstal und Manshardtstraße werden die beiden Gleise der U4 auf ein Niveau überführt, so dass der gemeinsame Streckenabschnitt errichtet werden kann.

In den weiteren Planungsphasen ist die Trassierung im Bereich der neuen Haltestelle Horner Rennbahn, Meurerweg und Kreuzungsbereich Hermannstal/Manshardtstraße im Hinblick auf die erforderliche Überdeckung der neuen Haltestelle und Konflikte mit bestehenden Gebäuden zu optimieren.

### 3.2.5 Streckenbauwerke

Die eingleisigen Streckenbauwerke werden in offener Bauweise und in Form eines Rechteckquerschnitts hergestellt. Die Maße des Rechteckquerschnittes richten sich nach dem Lichtraumprofil der U-Bahn und dem erforderlichen Sicherheitsraum / Rettungsweg.

### 3.2.6 Haltestellenbauwerk

Die neue Haltestelle Horner Rennbahn befindet sich südöstlich von der Bestandshaltestelle im Kreuzungsbereich Rennbahnstraße und Washingtonallee. Die eingleisige Haltestelle wird von den U2 und U4 stadtauswärts fahrenden Zügen angefahren.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsuntersuchung wurden zwei Bahnsteigvarianten erarbeitet und bewertet.

#### Variante 1 – Bahnsteig nördlich des Gleises

Bei dieser Variante liegt der Bahnsteig auf der nördlichen Seite des neuen Gleises. Der westliche Ausgang befindet sich zwischen der Rennbahnstraße und Am Gojenboom. Der östliche Ausgang liegt zwischen der Rennbahnstraße und dem Meurerweg.

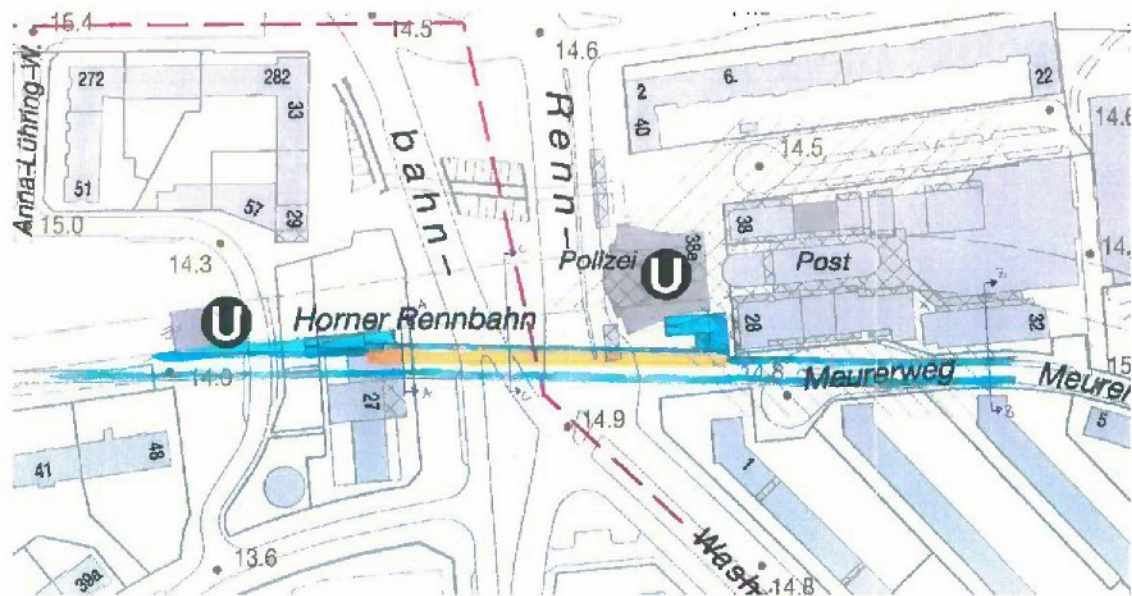


Abbildung 10: Variante 1: Bahnsteig nördlich des Gleises

#### Vorteile:

- Der Bahnsteig liegt höher als bei der Variante 2 (ca. 7,8 m unter Geländeoberkante)
- Die neuen Ausgänge liegen näher an den Ausgängen der bestehenden Haltestelle

#### Nachteile:

- Das Bauwerk kann nur unter beengten Platzverhältnissen und mit Zusatzmaßnahmen errichtet werden, da der Abstand zum Bestandsbauwerk kleiner als 1,5 m ist und das Hochhaus an der Rennbahnstraße 27 betroffen wird.
- Der westliche Ausgang ist nur mit minimaler Treppenbreite möglich (2,4 m)
- Die Herstellung einer Verteilerebene ist nicht möglich

#### Variante 2 – Bahnsteig südlich des Gleises

Bei der zweiten Variante liegt der Bahnsteig auf der südlichen Seite des neuen Gleises. Der westliche Ausgang befindet sich direkt an der Rennbahnstraße und der östliche Ausgang im Bereich des Wendehammers Meurerweg. Aufgrund der größeren Ent-

fernung zum Ausfädelungspunkt liegt die neue Haltestelle etwa 1,0 m tiefer als die Variante 1.

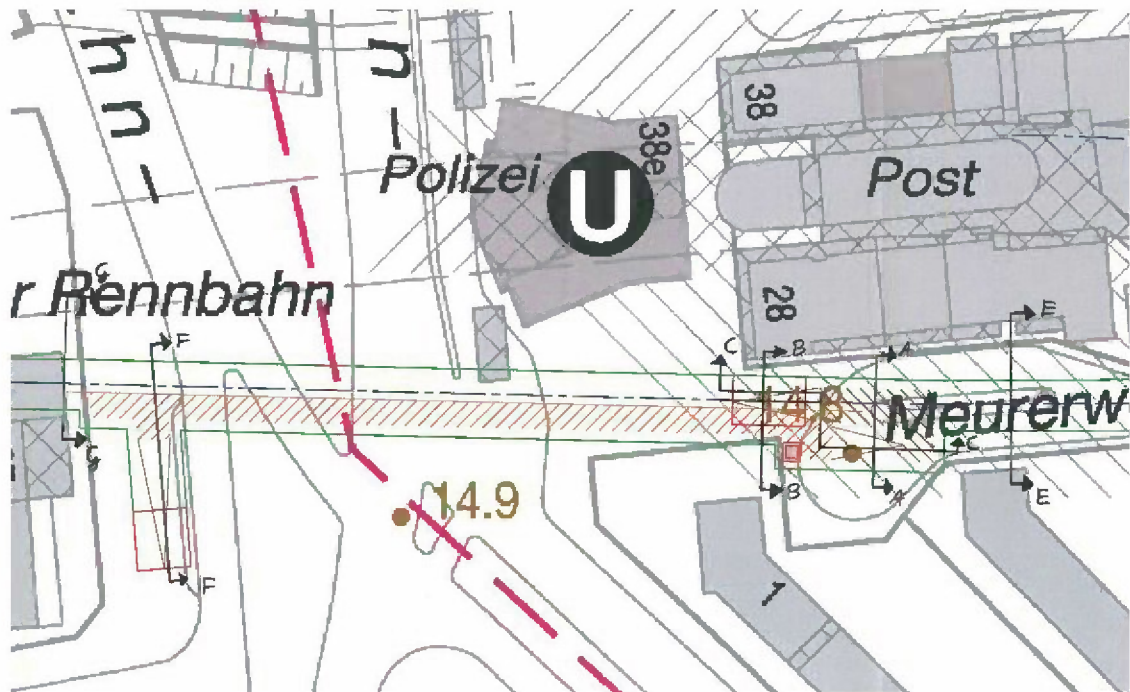


Abbildung 11: Variante 2: Bahnsteig südlich des Gleises

Vorteile:

- Größere Treppenbreiten sind möglich
- Die Herstellung einer Verteilerebene am Ostausgang ist möglich
- Größere Abstände zu Bestandsbauwerken (Bestandshaltestelle, Gebäude) ist möglich

Nachteile:

- Der Bahnsteig liegt tiefer (ca. 8,7 m unter Geländeoberkante)

Die Variante 1 mit einem Bahnsteig auf der Nordseite des neuen Gleises bringt zu vielen Nachteilen mit sich und wird daher nicht weiter verfolgt.

Der Bahnsteig hat nach der RUHst eine Länge von 125 m.

Die neue Haltestelle wird in einem ca. 10 m breiten Rechteckquerschnitt in Deckelbauweise hergestellt.

Der westliche Ausgang wird ohne eine Verteilerebene ausgeführt und befindet sich vor dem Gebäude Rennbahnstraße 27. Der östliche Ausgang der Haltestelle liegt im Bereich des Wendehammers Meurerweg und wird mit einer Verteilerebene ausgeführt. Der Ausgang an der Oberfläche befindet sich unmittelbar an der südwestlichen Ecke des Einkaufszentrums „Horner Rennbahn“. Dieser Ausgang führt über die Oberfläche direkt zum Eingang des EKZ und zur Bestandshaltestelle Horner Rennbahn U2 / U4 stadteinwärts.

### 3.2.7 Anschluss an den Bestand

Westlich der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn wird im Bereich des Parkplatzes „Am Gojenboom“ auf der südlichen Seite das stadtauswärts führende Gleis in die neue eingleisige Haltestelle ausgefädelt. Östlich der neuen Haltestelle wird die U4 den Bestandstunnel in Richtung Manshardtstraße unterqueren. Die U2 wird auf der südlichen Seite des vorhandenen Tunnels wieder in den Bestand eingefädelt. Das zu errichtende Anschlussbauwerk befindet sich südöstlich der Straße Sandkamp. Ein weiterer Anschluss für das stadteinwärts führende Gleis der U4 ist auf der nördlichen Seite des Bestandstunnels erforderlich, dieser befindet sich in unmittelbarer Nähe der östlichen Seite des EKZ Horner Rennbahn.

Für die Herstellung der Südausfädung sind im Bereich der Haltestelle Horner Rennbahn somit drei seitliche Anschlüsse an den Bestand mit Herstellung eines Ergänzungsbauwerkes und Öffnung der Bestandsaußenwände für die neuen Gleise über eine Länge von jeweils ca. 80 m notwendig. Das statische Tragsystem des Bestandstunnels wird damit auch im Endzustand stark verändert.

Die südlichen Anschlüsse an den Bestand (Ausfädung U2 / U4 stadtauswärts und Einfädung U2 stadtauswärts in den Bestandstunnel) sind in Bezug auf das statische Tragsystem und der Baukonstruktion relativ baugleich und werden separat zur restlichen Baumaßnahme mittels Teilabbruch der Bestandsblöcke des bestehenden Tunnels hergestellt. Der nördliche Anschluss (Einfädung U4 stadteinwärts in den Bestandstunnel) liegt im Bereich des neu zu errichtenden Kreuzungsbauwerks und wird im Zuge dieser Baumaßnahme mit hergestellt (s. Kap. 3.2.8).

Der Baugrund im Bereich der südlichen Anschlüsse ist nicht standfest und bis knapp unter Geländeoberkante wassergesättigt. Eine dichte Baugrundsicht, die als horizontale Baugrubenabdichtung genutzt werden kann, liegt in diesem Bereich nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vor.

Die Durchsicht der Bestandsunterlagen hat ergeben, dass der Tunnel westlich der Haltestelle Horner Rennbahn mit einer Schwarzabdichtung hergestellt wurde. Diese müsste bei einem seitlichen Anschluss freigelegt und an das neue Bauwerk angeschlossen werden.

Der Bestandstunnel südöstlich der Haltestelle Horner Rennbahn ist laut Bestandsunterlagen aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) ohne eine Schwarzabdichtung gebaut worden.

Eine erste statische Untersuchung hat ergeben, dass bei einem Abbruch der Außenwand die vorhandenen Bewehrungsmengen in der Sohle und der Decke für den späteren Endzustand nicht ausreichen. Da die Sohle ausschließlich auf der Innenseite bewehrungstechnisch ertüchtigt werden kann, sind bestehende Mittelstützen ebenfalls zu entfernen. Dadurch kann eine erhöhte Stützbewehrung auf der Außenseite vermieden und lediglich auf der Bauwerksinnenseite ergänzt werden. Zur Erhöhung der Sohlbewehrung auf der Innenseite können beispielsweise eingeschlitze CFK-Lamellen eingesetzt werden.

Die Deckenkonstruktion kann aufgrund der oberflächennahen Lage des Tunnels neu hergestellt und gemäß statischen Erfordernissen bewehrt werden. Die neue Decke überspannt den kompletten Bestandstunnel und ist zugleich die Decke des Ergänzungsbauwerkes. Die Decke gründet auf der neuen Außenwand und neu herzustellenden Gründungspfählen neben dem Bestandsbauwerk. Die alte Bestandsdecke wird an die neue Decke angehängt und hat im Endzustand keine tragende Funktion mehr. Ggf. kann diese zurückgebaut werden. Diese Konstruktion ermöglicht eine unabhängige



Herstellung der Decke ohne Bestandeingriff und kann somit während des laufenden U-Bahnbetriebes erstellt werden.

### 3.2.8 Kreuzungsbauwerk

In dem Kreuzungspunkt zwischen dem bestehenden Tunnel und dem neu zu bauenden stadtauswärts führenden Gleis der U4 ist ein sogenanntes Kreuzungsbauwerk herzustellen. Für die Herstellung des Kreuzungsbauwerkes und des nördlichen Anschlusses werden einige Bestandsblöcke des U2 Tunnels abgebrochen und anschließend in einer Gesamtbaumaßnahme (Kreuzungstunnel U4, Tunnel U2 und Anschluss Nord) wieder hergestellt. Dies ist aufgrund der Grundwasser- und Baugrundverhältnisse sowie der erforderlichen Sperrzeiten eine wirtschaftliche und im Hinblick auf die Ausführungsrisiken beherrschbare bauliche Lösung.

Das Grundwasser steht in diesem Trassenabschnitt ebenfalls nur wenige Dezimeter unter der Geländeoberkante, so dass der Bestandstunnel sowie die Baugrube und das neue Tunnelbauwerk gegen Grundwassereinbruch geschützt werden müssen.

Vorliegende Baugrundaufschlüsse im Bereich des Kreuzungsbauwerkes zeigen auf, dass in diesem Bereich der Geschiebemergel eine nahezu dichte Bodenschicht darstellt und als natürliche horizontale Baugrubenabdichtung genutzt werden kann. Somit scheint es möglich, die erforderlichen Schlitzwände als Baugrubenumschließung in die dichte Schicht einzubinden und so eine dichte Baugrube zu erhalten.

Der vorhandene U-Bahntunnel wurde in diesem Abschnitt gemäß Bestandsunterlagen als wasserundurchlässige Betonkonstruktion ohne Schwarzabdichtung hergestellt.

Zur Herstellung des Kreuzungsbauwerkes wurden 5 grundlegende Bauphasen detailliert aufbereitet. Dadurch wurde die grundsätzliche Machbarkeit des Verfahrens bewiesen und die Bauzeit sowie Länge der Betriebsunterbrechungen der U2 / U4 abgeschätzt. In den nächsten Planungsphasen ist das Gesamtkonzept zur Herstellung des Kreuzungsbauwerkes weiter zu optimieren.

### 3.2.9 Bauliche Besonderheiten Südausfädelung

Die baulichen Besonderheiten bei der Herstellung der Südausfädelung liegen insbesondere im Bereich der Anschlüsse an den Bestand. Des Weiteren stellt die Herstellung der dichten Baugrube, d.h. die Schlitzwandherstellung durch das Bestandsbauwerk, eine bautechnische Herausforderung dar.

Für den baulichen Konflikt Hauptsammler Ost inkl. Schachtbauwerk und neues U-Bahntunnelbauwerk hat die HSE in einem separaten Bericht eine Lösung zur Verlegung des Schachtes und des Hauptsammlers aufgezeigt.

### 3.2.10 Notausstiege

Im Bereich des Anschlusses an den Bestand und der Haltestelle Horner Rennbahn ist kein zusätzlicher Notausstieg notwendig. Die Entfluchtung erfolgt in diesem Bereich über die Haltestelle Horner Rennbahn.

### 3.2.11 Betriebliche Anlagen

Neue Betriebsräume können in Verbindung der neuen Haltestelle untergebracht werden. Zudem besteht die Möglichkeit, einen Leitungstunnel zu der Bestandshaltestelle zu errichten. Hierüber können diverse Leitungen (u.a. Strom, Signaltechnik, Kommunikationstechnik) geführt werden.

### 3.3 Nordausfädelung

Bei der Nordausfädelung wird auf der Nordseite der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn parallel eine neue, zweigleisige Haltestelle mit Mittelbahnsteig mit ähnlicher Höhe der Schienenoberkanten wie im Bestand hergestellt. Die stadtauswärts führenden Gleise der U2 / U4 werden dabei über die Bestandshaltestelle Horner Rennbahn als zweigleisige Richtungshaltestelle stadtauswärts geführt. Die neue Haltestelle wird zukünftig von den stadteinwärts fahrenden Zügen der U2 und U4 angefahren. Um das stadteinwärts führende U4 und U2 Gleis von der neuen Haltestelle in den Bestand einzufädeln, ist westlich der Bestandshaltestelle Horner Rennbahn ein Anschluss an das Bestandsbauwerk erforderlich.

Das stadteinwärts führende U2 Gleis wird im östlichen Bereich aus dem Bestandsbauwerk ausgefädelt und in einem Bogen in einem neuen eingleisigen Tunnel in die Haltestelle geführt. Dabei entsteht ein neues, zweistöckiges Kreuzungsbauwerk U2 / U4, bei dem die U2 auf der unteren Ebene geführt wird.

Östlich der neuen Haltestelle und des neuen Kreuzungsbauwerkes wird im neuen Tunnelbauwerk ein Kehr- und Abstellgleis vorgesehen. Für den Anschluss der bestehenden Kehr- und Abstellanlage an die neue Haltestelle wird östlich der Bestandshaltestelle eine Verbindung zum neuen Tunnelbauwerk hergestellt.

Im weiteren Verlauf östlich des neuen Kehr- und Abstellgleises werden die Gleise der U4 im 2-gleisigen Rechtecktunnel in Richtung Kleingartenanlage geführt, kreuzen die Straße Hermannstal und schwenken westlich vor der Stoltenstraße in die Manshardtstraße ein.

Bei der Nordausfädelung wurde ergänzend eine Untervariante „Nordausfädelung light“ untersucht. Hierbei wird im östlich der Bestandshaltestelle liegenden Anschluss an den Bestand auf eine Weichenverbindung verzichtet, so dass der Anschluss bautechnisch aus dem Zugangsbereich Ost der Bestandshaltestelle in den Streckenbereich verlegt und somit die Länge der Betriebsunterbrechung deutlich reduziert werden kann.

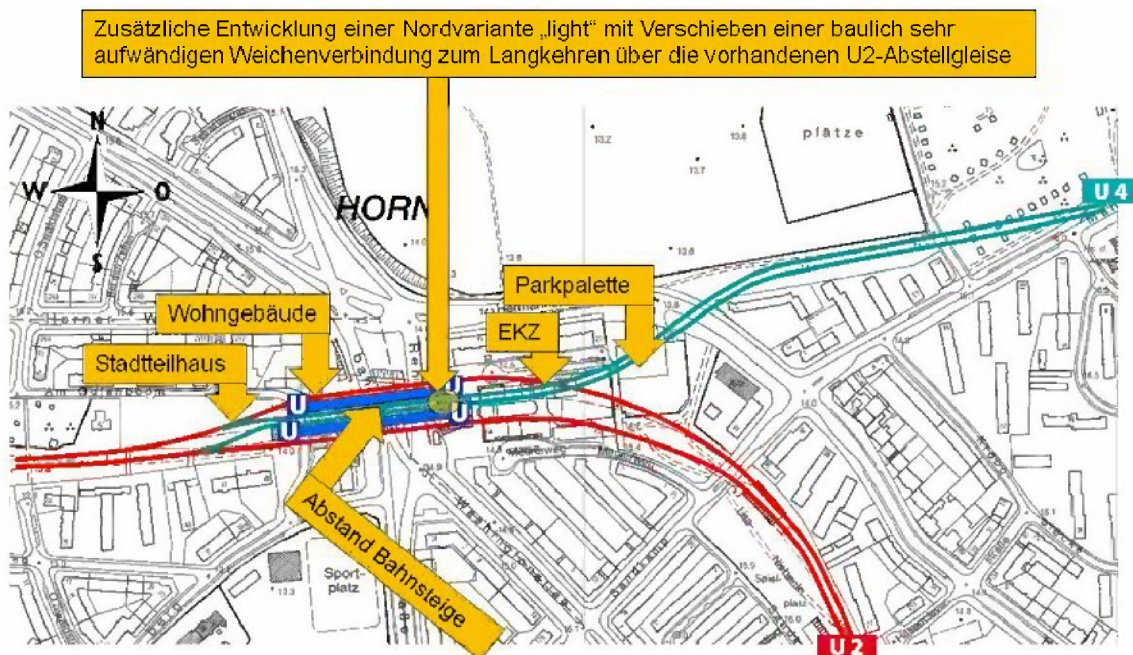


Abbildung 12: Trassenverlauf und Betroffenheiten bei der Nordausfädelung

### 3.3.1 Bautechnische Beschreibung

Die Anschlüsse an den Bestand, das neue Kreuzungsbauwerk, die neue Kehr- und Abstellanlage, die Streckenbereiche und die neugeplante, zweigleisige Haltestelle werden in offener Bauweise hergestellt. Die Gradienten der vorhandenen Gleise befinden sich oberflächennah, so dass aufgrund der geringen Überdeckung und der Nähe zu einigen Bestandsgebäuden aus bautechnischer Sicht ein Schildvortrieb oder ein bergmännischer Vortrieb in diesem Bereich nicht sinnvoll durchführbar ist.

### 3.3.2 Vorhandene Bauwerke/ Gebäude

Im Anschlussbereich der neuen U4 Verlängerung befinden sich einige Bauwerke und Gebäude, die für die Nordausfädelung teilweise oder komplett abgerissen werden müssten. Der Bestandstunnel der U2 und U4 muss für eine Ausfädelung in den genannten Anschlussbereichen (siehe Kap. 3.2.7) teilweise abgebrochen und ergänzt werden.

Einen weiteren Zwangspunkt stellt auf der nördlichen Seite der neuen Haltestelle das Gebäude Rennbahnstraße 29 dar. Aufgrund der erforderlichen Bahnsteigbreite und dem Abstand zur Bestandshaltestelle kollidiert die erforderliche Baugrubenwand der neuen Haltestelle mit dem Fundament und dem Kellergeschoss dieses Gebäudes. Aus diesem Grund wird in dem ca. 15 m langen Teilabschnitt eine Sonderkonstruktion für die Baugrubenverbauwand (Düsenstrahlkörper mit Vereisung) erforderlich. Die vorliegenden Bestandsunterlagen des Gebäudes Rennbahnstraße 29 weichen in Teilen von dem Istzustand ab. Bei einer Weiterverfolgung der Nordvariante ist dies in der nächsten Planungsphase zu beachten.

Im westlichen Ausgangsbereich der neu zu erstellenden Haltestelle befindet sich das neue Stadtteilhaus. Da die neue Haltestelle aufgrund ihrer oberflächennahen Lage nur in offener Bauweise erstellt werden kann, müsste das Stadtteilhaus für die Herstellung und Nutzung der Haltestelle im Endzustand abgebrochen und an anderer Stelle neu errichtet werden.



Abbildung 13: Stadtteilhaus, Gebäude Rennbahnstraße 29, P+R-Parkpalette

Östlich der neu zu erstellenden Haltestelle liegt die U4 Trasse mit dem Streckentunnel, Anschluss an den Bestand, Kreuzungsbauwerk, Kehr- und Abstellanlage direkt unterhalb des bestehenden Einkaufszentrums und der P+R-Parkpalette. Aufgrund der aktuellen Höhenlage der Gleise ist eine Unterfahrung der Gebäude geometrisch nicht möglich. Im Zuge dieser Machbarkeitsuntersuchung wird davon ausgegangen, dass diese Gebäude für den Bau der U-Bahn abgerissen werden müssten.

Oberhalb des Bestandstunnels sind östlich der Straße Sandkamp Garagen vorhanden. Diese Garagen liegen im östlichen Anschlussbereich an den Bestand, so dass diese Garagen bauzeitlich entfernt und nach Ende der Bauzeit wiederhergestellt werden müssten.

### 3.3.3 Leitungstrassen

Im Ausfädungsbereich der Haltestelle Horner Rennbahn liegen verschiedene Leitungen, u.a. Strom, Wasser, Glasfaser, Telekommunikation, Fernwärme. Wie bei Großprojekten üblich, müssen viele dieser Leitungen verlegt und räumlich neu organisiert werden. Bei den Untersuchungen hinsichtlich Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Varianten sind insbesondere die vorhandenen und betroffenen Hauptziele zu berücksichtigen.

Bei der Nordausfädung sind vor allem folgende Hauptziele maßgeblich betroffen:

- Regensiel DN 2400 (Bereich Hst. Horner Rennbahn),
- Schmutzwassersiel DN 1500 (Bereich Hst. Horner Rennbahn),
- Mischwassersiel 700/1200 (Bereich Hst. Horner Rennbahn) und
- Mischwassersiel DN 2000 (Hermannstal)

Die Hamburger Stadtentwässerung (HSE) hat in einem gesonderten Bericht für die Nordausfädung umsetzbare technische Lösungen in Bezug auf die Schnittstellen und Kollisionen Siele / Schächte und U-Bahn-Neubau aufgezeigt und kostenmäßig bewertet. Die Ergebnisse sind in diese Machbarkeitsuntersuchung eingeflossen.

### 3.3.4 Trassierung

Westlich der Haltestelle Horner Rennbahn wird das nördliche Bestandsgleis in den neuen Tunnel bzw. die neue Haltestelle ausgefädelt und die Gradienten auf Bestandshöhe gehalten. Die zweigleisige Haltestelle liegt nördlich der Bestandshaltestelle auf gleichem Höhengniveau. Ab der Inbetriebnahme der zweigleisigen Haltestelle werden die Züge der stadteinwärts fahrenden U2 und U4 den neuen Bahnsteig anfahren. Östlich der Haltestelle werden die Gleise der stadteinwärts fahrenden Linien getrennt. Die Gradienten der U2 wird abgesenkt, so dass das Gleis im Bereich des Kreuzungsbauwerks unterhalb der U4 liegt. Danach schließt das U2 Gleis mit einem Rechtsbogen wieder an den Bestand an. Das stadteinwärts führende U4 Gleis wird auf ähnlichem Höhengniveau weitergeführt.

Das stadtauswärts führende Gleis der U4 wird östlich der Haltestelle Horner Rennbahn aus dem Bestandstunnel ausgefädelt und im weiteren Verlauf ebenfalls auf ähnlichem Niveau wie im Bestandstunnel gehalten. Östlich des Kreuzungsbereichs U4 (oben) und U2 (unten) schließt sich ein neues Kehr- und Abstellgleis an. Östlich des Kehr- und Abstellgleises werden die beiden Streckengleise der U4 in einem zweizelligen Rechteckquerschnitt zusammengeführt und mit leichten Rechtsbögen westlich der Straße Stoltenstraße in die Manshardtstraße eingeschwenkt. Die Gradienten der U4 Gleise wird in diesem Trassenabschnitt kontinuierlich auf das Schienenoberkantenniveau der Haltestelle Stoltenstraße abgesenkt.

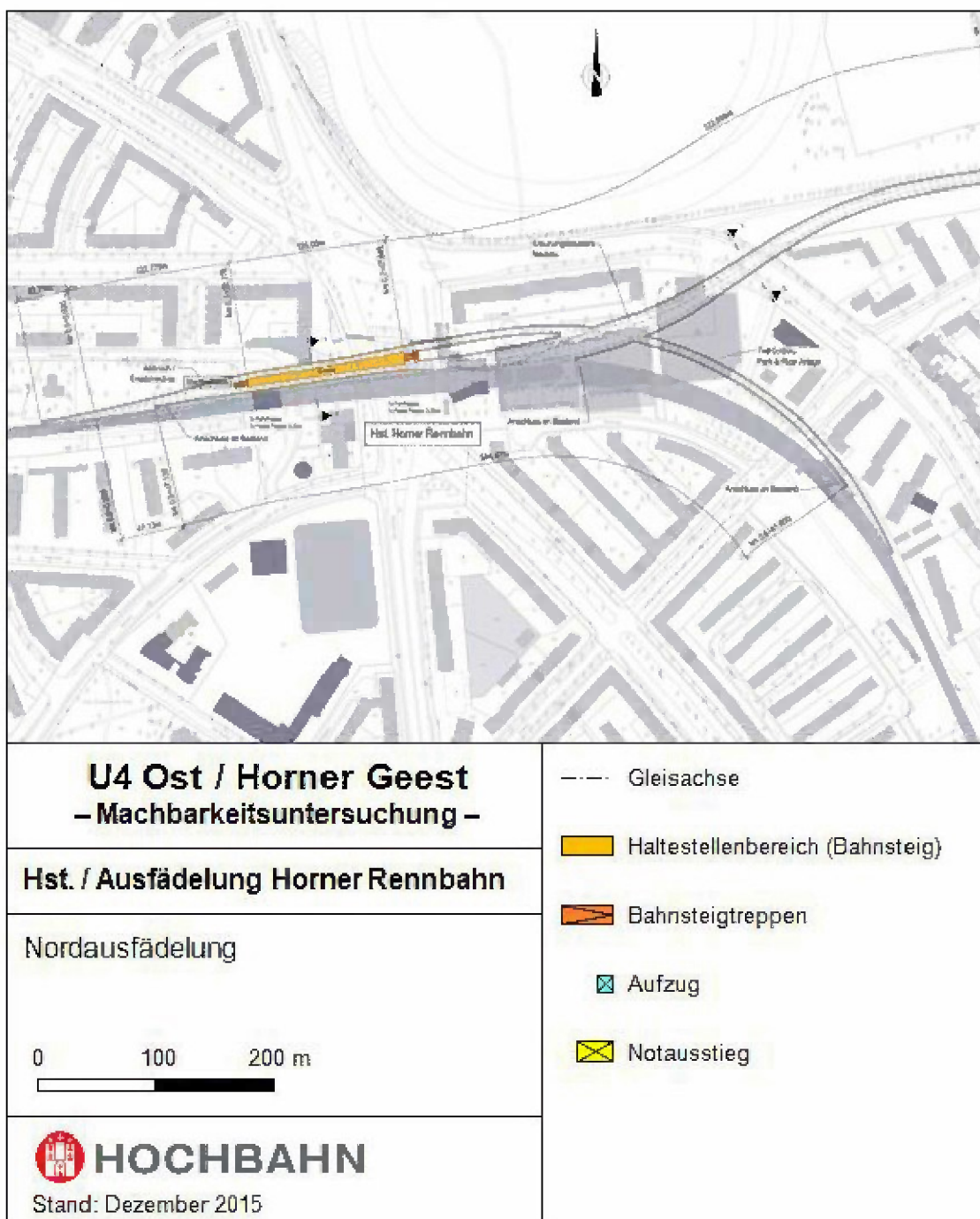


Abbildung 14: Trassierung Nordausfädelung

### 3.3.5 Streckenbauwerke

Die eingleisigen Streckenbauwerke werden in offener Bauweise und in Form eines Rechteckquerschnitts hergestellt. Die Maße des Rechteckquerschnittes richten sich nach dem Lichtraumprofil der U-Bahn und dem erforderlichen Sicherheitsraum / Rettungsweg.

### 3.3.6 Haltestellenbauwerk

Die neue Haltestelle Horner Rennbahn befindet sich nördlich der Bestandshaltestelle, sie kreuzt ferner die Rennbahnstraße. Die zweigleisige Haltestelle mit Mittelbahnsteig wird von den U2 und U4 stadteinwärts fahrenden Zügen angefahren. Die Haltestelle liegt auf ähnlichem Höhenniveau wie die Bestandshaltestelle, somit ist die Haltestelle so oberflächennah, dass kein unterirdisches Verteilerbauwerk errichtet werden kann. Die Treppenanlagen der neuen Haltestelle führen direkt vom Bahnsteig an die Oberfläche.

### 3.3.7 Anschluss an den Bestand

Bei der Nordausfädelung sind für die Aus- und Einfädelungen vom neu zu erstellenden Bauwerk ins Bestandsbauwerk, wie oben beschrieben, drei Anschlüsse an den Bestand erforderlich.

Der westlich liegende Anschluss im Streckenbereich erfordert eine Öffnungslänge des Bestandsbauwerkes von ca. 120 m. Dieser Bestandstunnelabschnitt wurde mit einer Schwarzabdichtung hergestellt. Der östlich liegende Bestandsanschluss erfordert eine Öffnungslänge des Bestandsbauwerkes von ca. 80 m. Dieser Anschluss befindet sich ebenfalls im Streckenbereich des bestehenden U-Bahntunnels, der als wasserundurchlässige Beton-Konstruktion ausgeführt wurde. Die bauliche Umsetzung der Anschlüsse an den Bestand und die Herstellung der Ergänzungsbauwerke erfolgen analog zur Variante Südausfädelung (s. Kap. 3.2.7).

Der mittlere Bauwerksanschluss erfordert eine Öffnungslänge des Bestandsbauwerkes von ca. 110 m und liegt im Bereich des Bahnsteigs, des Ausgangsbauwerkes und der Kehr- und Abstellanlage.

Aufgrund der verschiedenen und wechselnden Bauwerksquerschnitte bzw. Tragsysteme und des vorhandenen komplexen Querschnitts / Tragsystems im Bereich des Treppenaufgangs der Haltestelle Horner Rennbahn ist bei diesem Bestandsanschluss kein einheitlicher Bauablauf analog zur Variante Südausfädelung möglich.

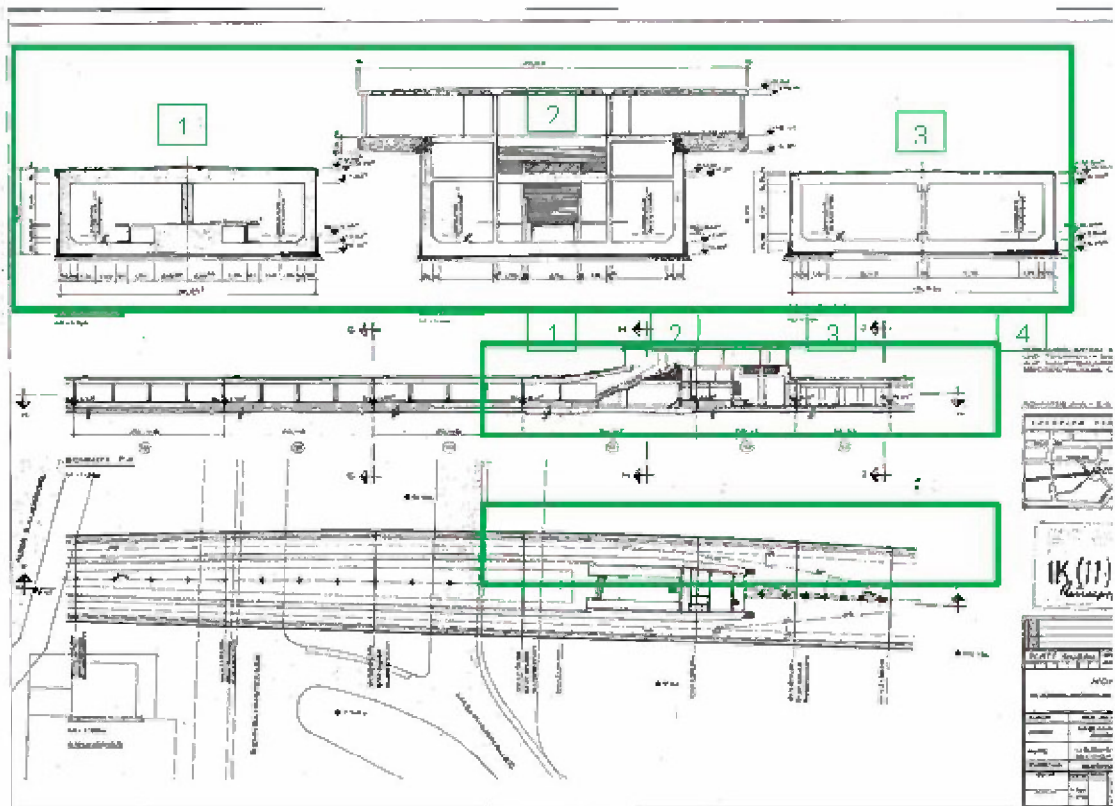


Abbildung 15: Bestehender U-Bahntunnel

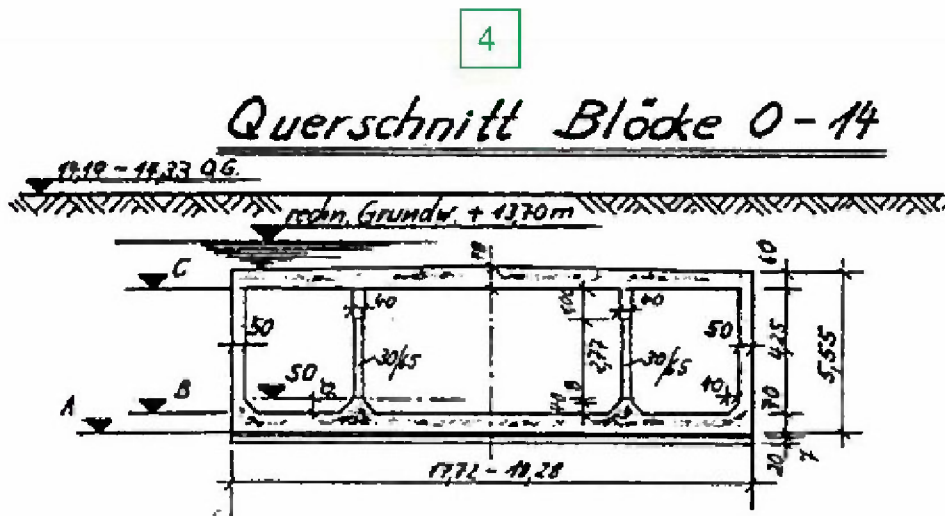


Abbildung 16: Querschnitt der Blöcke 0-14 des bestehenden U-Bahntunnels

Es konnte keine bautechnisch sinnvolle und wirtschaftliche Lösung unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange sowie überschaubarer Sperrzeiten für diesen mittleren Bauwerksanschluss im Bereich des vorhandenen Treppenaufgangs entwickelt werden.

Aus diesem Grund wurde die Untervariante „Nordausfädelung light“ aufgegriffen. Bei dieser Variante verkürzt sich dieser mittlere Bestandsanschluss durch den Entfall bzw. die Verschiebung von Gleisverbindungen deutlich auf ca. 80 m und verschiebt sich vollständig in den Streckentunnel (Bestand), so dass hier die Herstellung des An-

schlusses und Ergänzungsbauwerkes analog zur Variante Südausfädelung (s. Kap. 3.2.7) erfolgen kann.

### 3.3.8 Kreuzungsbauwerk und Kehr- und Abstellanlage

Das Kreuzungsbauwerk U2 / U4 sowie das östlich liegende Kehr- und Abstellgleis werden bei der Variante Nordausfädelung in offener Bauweise als wasserundurchlässiges Beton-Rahmenbauwerk außerhalb des Bestandsbauwerkes neu hergestellt.

### 3.3.9 Bauliche Besonderheiten Nordausfädelung

Die baulichen Besonderheiten bzw. Risiken bei der Herstellung der Nordausfädelung liegen insbesondere im Bereich der neuen Haltestelle und des mittleren Anschlusses an den Bestand. Bei der Untervariante „Nordausfädelung light“ entfällt die Besonderheit des mittleren Anschlusses. Bei beiden Varianten der Nordausfädelungen sind dennoch ausführungstechnisch komplexe Anschlüsse an den Bestand durchzuführen.

Die komplette neue Haltestelle (Länge ca. 125 m) wird in einem sehr dichten Abstand von weniger als 1,50 m neben der bestehenden Haltestelle hergestellt. Die Verträglichkeit der Bestandshaltestelle im Hinblick auf Verformungen und Bettungsentzug bei der Herstellung des erforderlichen neuen Verbaus sowie der Baugrube an sich wurde nicht im Detail ermittelt. Dies ist bei einer Weiterverfolgung der Variante in den nächsten Planungsphasen auszuarbeiten.

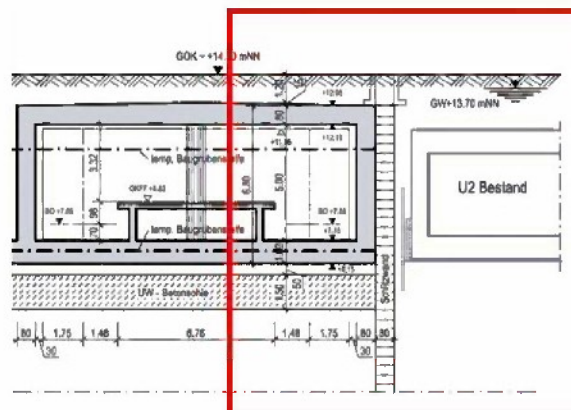


Abbildung 17: Lage der neuen Haltestelle neben dem bestehenden U-Bahntunnel

Bei der aktuellen Trassierung ergibt sich ein baulicher Konfliktpunkt zwischen dem Sporn in der Sohle des westlichen Ausgangs der Bestandshaltestelle und dem Baugru-benverbau der neuen Haltestelle.



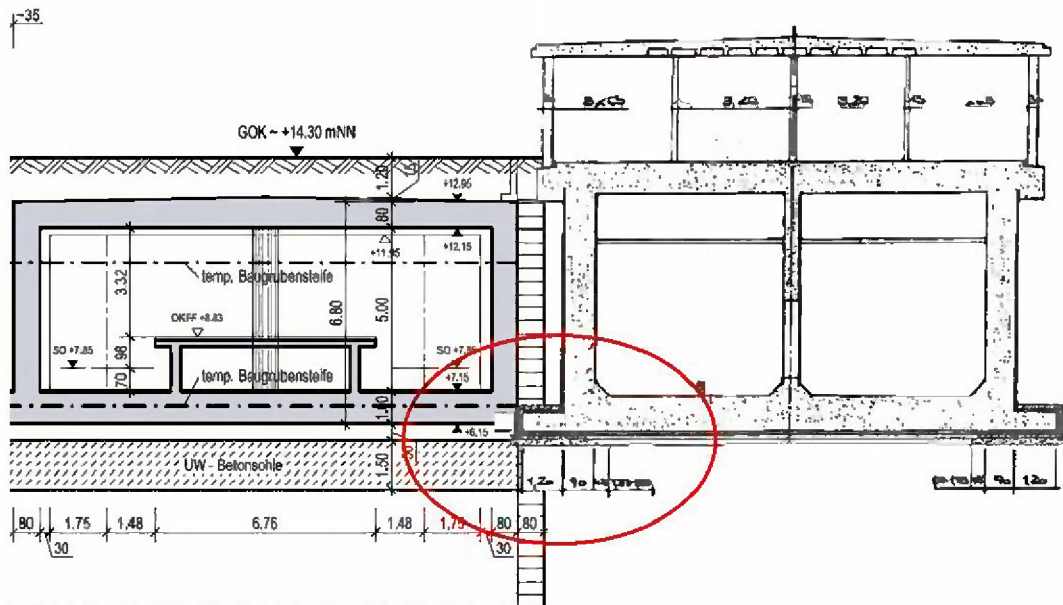


Abbildung 18: Baulicher Konfliktpunkt zwischen Bestandshaltestelle und Baugrubenverbau

Sollte diese Variante in den nächsten Planungsphasen weiterverfolgt werden, ist zu klären, ob die Trassierung ausreichend verändert werden kann, der Bauwerkssporn durchörtert werden kann oder der Anschlussbereich verlängert werden muss.

### 3.4 Untersuchungen von Alternativausfädelungen

Es wurden vier weitere Alternativen zur Süd- und Nordausfädelungsvariante bautechnisch untersucht und bewertet.

#### 3.4.1 Alternativausfädelung 1

Die Alternativausfädelung 1 sieht eine südliche Umfahrung der Manshardtstraße vor. Die beiden Gleise der U4 Verlängerung werden zuerst in offener Bauweise parallel zum Bestand hergestellt. Sobald die Gradienten der Gleise die erforderliche Tiefe erreicht hat, kann die Bauweise zum Schildvortrieb wechseln. Im Schildvortrieb wird anschließend das bestehende, stadteinwärts führende Gleis der U2 unterfahren. Bei dieser Ausfädelungsvariante kann nur der 1-gleisige Streckenschild zum Einsatz kommen, da die zwei U4-Gleise jeweils westlich bzw. östlich der bestehenden Gleise liegen. Aufgrund trassierungstechnischer Zwänge wird der Tunnel mit einem großen Bogen weitgehend unter privatem Grund geführt, sodass sich die Strecke um ca. 300 m verlängert und die Haltestelle Stoltenstraße um ca. 200 m in Richtung Nordosten verschoben werden muss. Darüber hinaus ist ein Notausstieg zwischen den Haltestellen Horner Rennbahn und Stoltenstraße im Wohngebiet zu errichten. Aufgrund der längeren Strecke, der umfänglichen Unterfahrung privaten Grunds, der notwendigen Verschiebung der Haltestelle Stoltenstraße nach Osten sowie des deutlich aufwändigeren und risikoreicheren Bauverfahrens wurde diese Alternative verworfen.

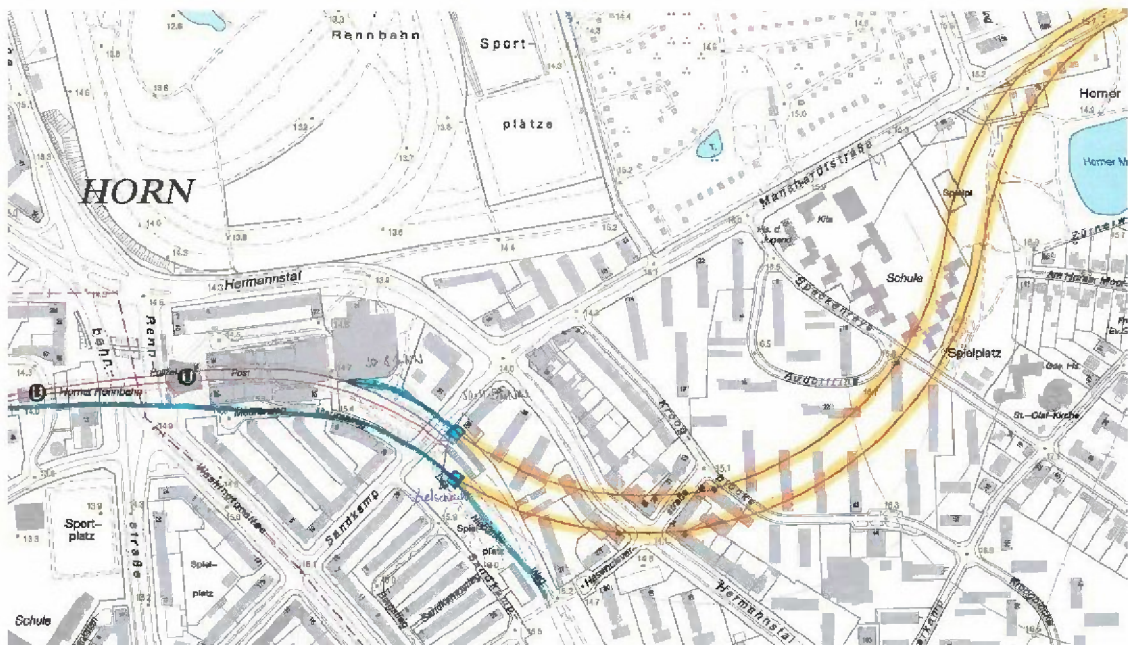


Abbildung 19: Alternativausfädelung 1

### 3.4.2 Alternativausfädelung 2

Die zweite Alternativausfädelung sieht eine Umfahrung der Gebäude am Sandkamp 35 („Telekomgebäude“) und somit eine Vermeidung des Gebäudeabbruches vor. Des Weiteren erfolgt bei dieser Variante eine Umfahrung des HSE Schachtes und eine geringere Beeinträchtigung des Hauptsammlers Ost. Aus diesem Grund wurde die Alternativausfädelung 2 von der HSE detaillierter untersucht.

Die in offener Bauweise hergestellten Bauwerke für die Gleise der U4 Verlängerung werden dabei unter dem Wohngebäude Sandkamp 36 – 42 geführt. Das Wohngebäude muss dafür im nördlichen Abschnitt baulich abgefangen werden. Die Ausfädelungsvariante funktioniert nur in Kombination mit einem Schildvortrieb östlich der Straße Hermannstal, da die für die Umfahrung des Telekomgebäudes und des Hauptsammlers erarbeitete Trasse zahlreiche Gebäude unterfährt. Ein Zielschacht für den Schildvortrieb kann vor dem Wohnhaus Hermannstal 37 hergestellt werden. Dort kann auch der notwendige Notausstieg angeordnet werden. Die Streckenführung liegt bis zur Straße Speckenreye südlich der Manshardtstraße und verläuft erst auf der Höhe des „Haus der Jugend“ wieder in den Straßenverlauf der Manshardtstraße.

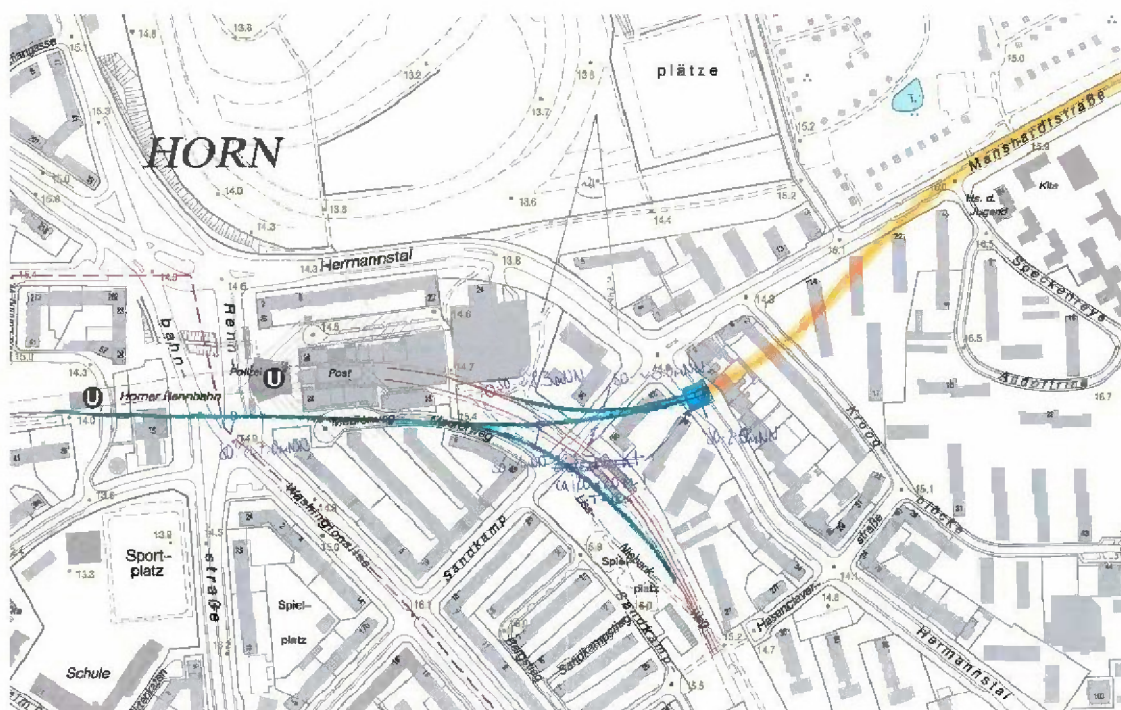


Abbildung 20: Alternativausfädung 2

Die Hamburger Stadtentwässerung (HSE) hat in einem gesonderten Bericht für die Alternativausfädung 2 umsetzbare technische Lösungen in Bezug auf die Schnittstellen und Kollisionen Siele / Schächte und U-Bahn-Neubau aufgezeigt und hinsichtlich des Aufwands bewertet. Die Ergebnisse wurden berücksichtigt.

#### Bauliche Besonderheiten Unterfahrung Wohngebäude Sandkamp 36 – 42

Aufgrund der durch die Anschlüsse an den Bestand bestimmten Gradientenlage des neuen Streckentunnels im Bereich der Wohngebäude Sandkamp 36 – 42 ergibt sich ein geringer Abstand zwischen der Außenkante der Tunneldecke und der Unterkante des Gebäudes von ca. 3,60 m. Der sandig-kiesige Baugrund ist in diesem Bereich wassergesättigt. Von einer durchgängigen dichten Baugrundsicht, die als natürliche horizontale Baugrubenabdichtung genutzt werden kann, ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht auszugehen.

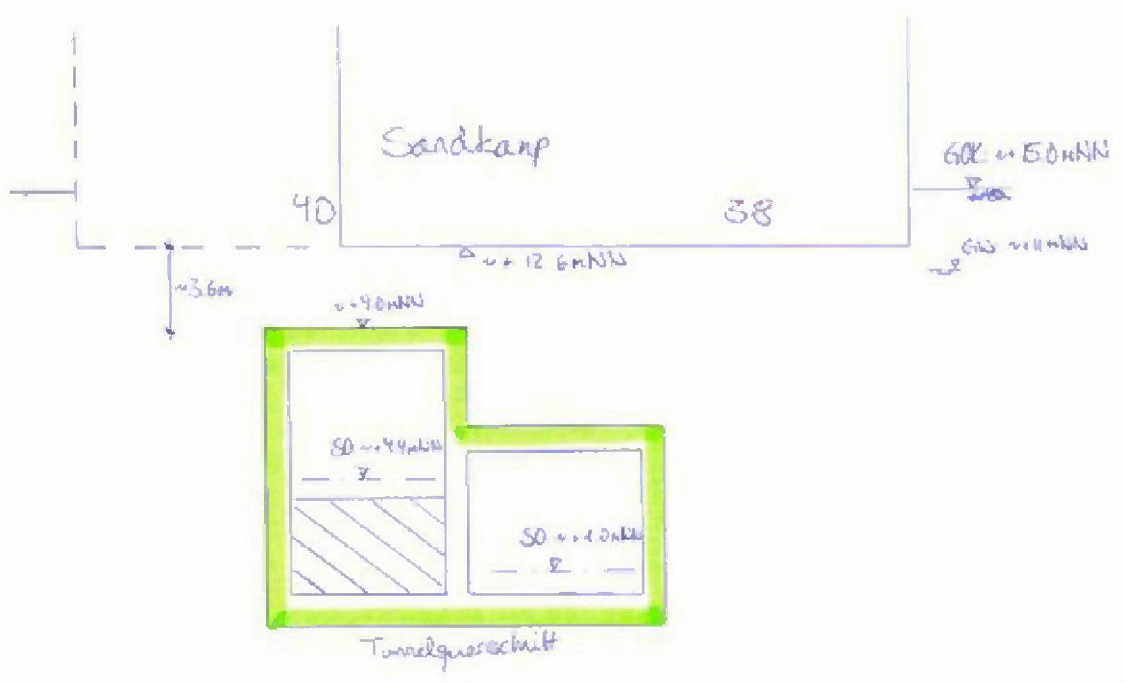


Abbildung 21: Querschnitt Sandkamp 38/40 bei der offenen Bauweise

Eine Unterfahrung des Gebäudekomplexes ist theoretisch baulich machbar, jedoch sind für die Herstellung der Unterfahrung des Gebäudekomplexes aufwendige Zusatzmaßnahmen erforderlich, wie die Herstellung von Dichtwandkästen, eine Vereisung als horizontale und/oder vertikale Baugrubenabdichtung, die Herstellung von Rohrschirmdecke und Abfangebalken, die Durchführung von Kompensationsinjektionen und ggf. ein Druckluftvortrieb zur Stützung des Bodens. Außerdem sind Erschwernisse vorhanden, wie die Durchführung der Arbeiten unter sehr engen Platzverhältnissen.

Durch den geringen Abstand zwischen Tunnel und Gebäudekomplex und die sich daraus ergebenden erforderlichen Abfangmaßnahmen (z.B. Rohrschirm, Kompensationsinjektion) sind Schall- und Erschütterungsübertragung ins Gebäude durch Schallbrücken nicht auszuschließen.

Diese Maßnahmen und Erschwernisse im Bauzustand sowie möglichen schall- und erschütterungstechnischen Auswirkungen im Endzustand führen zu einem sehr hohen Ausführungsrisiko, zusätzlichen Kosten und Risiken bei der Genehmigungsfähigkeit.

Ein Abbruch des Gebäudes wäre demzufolge eine wirtschaftlichere und bautechnisch sicherere Variante.

#### Bauliche Besonderheiten Schildvortrieb

Aufgrund der durch die Anschlüsse an den Bestand bestimmten Gradientenlage des neuen Streckentunnels und des erforderlichen Schildquerschnittes ergibt sich ein geringer Abstand zwischen der Außenkante des Schildtunnels und der Unterkante der Gebäude Hermannstal 39 bis 45. In diesem Bereich wurde eine Grenzbetrachtung mit einer Sonder-Gradientenneigung von 5 % durchgeführt. Bei einem händischen Überslag ergibt sich bei einer Neigung von 5 % ein Abstand von ca. 2,6 m zwischen Außenkante Schildtunnel und Unterkante Gebäude.

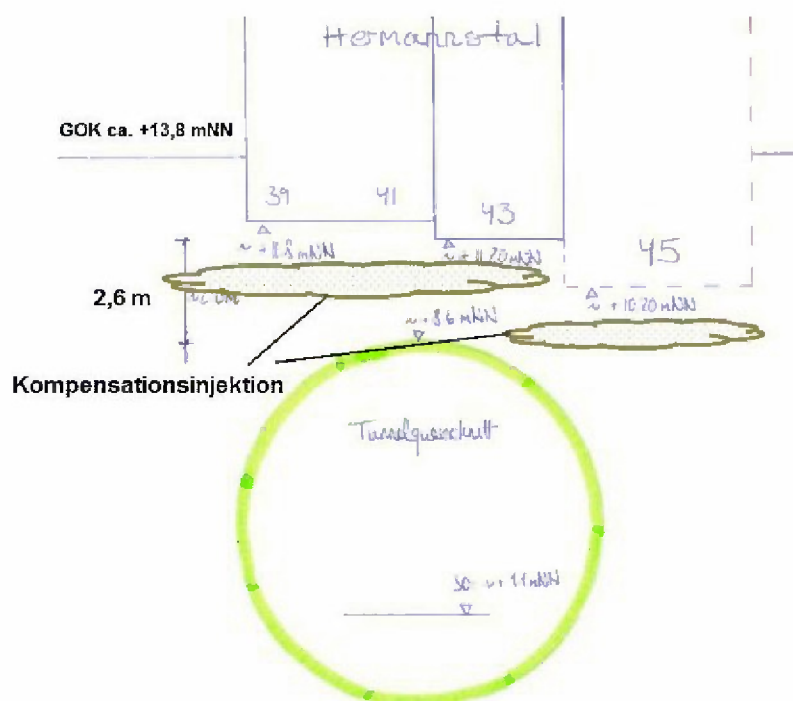


Abbildung 22: Querschnitt Hermannstal 39-45 beim Schildvortrieb

Die Auftriebssicherheit des Schildtunnels (Nachweis, dass das von unten drückende Grundwasser den Tunnel nicht „hochdrückt“) wurde mit dem Ansatz der bestehenden Gebäude nachgewiesen; ohne dessen Ansatz ist die Auftriebssicherheit des Tunnels nicht sichergestellt. Das heißt, sobald Teile der Bestandsbebauung zurückgebaut werden, reduziert sich die Auflast auf den Tunnel. Das Auftreiben des Tunnels könnte dann nicht mehr ausgeschlossen werden.

Die Ausbläuersicherheit wurde überschlägig betrachtet und konnte unter dem Lastansatz der Bestandsgebäude nachgewiesen werden.

Zur Minimierung möglicher Setzungen an den Gebäuden sind Zusatzmaßnahmen wie z. B. Kompensationsinjektionen erforderlich. Durch diese Zusatzmaßnahmen können jedoch Schallbrücken zwischen Tunnel und Gebäuden entstehen, die zu Schall- und Erschütterungsübertragung in die Gebäude führen können.

Bei den händisch angesetzten 5% Neigung handelt es sich um eine Sonderregelung, deren Folgen in den Planungsschritten ggf. ausführlicher geprüft werden müssen. Es ist außerdem nicht auszuschließen, dass sich der Abstand zwischen Gebäuden und Tunneloberkante durch eine Feintrassierung noch verringert.

Des Weiteren besteht bei aktuellem Planungsstand ein Konflikt zwischen dem Ziel-schacht für den Schildvortrieb und dem Mischwassersiel DN 2000 am Hermannstal.

Eine Unterfahrung des Gebäudekomplexes im Schildvortrieb ist theoretisch baulich machbar, jedoch mit sehr hohen Ausführungsrisiken und zusätzlichen Kosten sowie Risiken im Hinblick auf Schall- und Erschütterungsübertragungen verbunden.

#### Fazit

Die detaillierte Untersuchung dieser Alternativausfädelung ergab erhebliche Auswirkungen und bautechnische Schwierigkeiten. Unter Anderem resultieren der Abriss eines Wohngebäudekomplexes, bauzeitliche Konflikte mit einem anderen wichtigen Mischwassersiel sowie ein hohes Ausführungsrisiko für die Unterfahrung eines weite-

ren Gebäudekomplexes. Deshalb wurde diese Alternativausfädelung verworfen, da sie keinen wesentlichen Vorteil gegenüber der Vorzugslösung darstellt, sondern schwerwiegende negative Auswirkungen mit sich bringt.

### 3.4.3 Alternativausfädelung 3 (Einfädelung auf freier Strecke)

Bei der Alternativausfädelung 3 soll das separate stadtauswärts führende Gleis der U2 / U4 inklusive des neuen Bahnsteiges entfallen. Der Bestandsbahnsteig Horner Rennbahn wird für die Züge der U2 und U4 für beide Fahrtrichtungen verwendet.



Abbildung 23: Alternativausfädelung 3 (Einfädelung auf freier Strecke)

Östlich der Haltestelle werden die U2 Gleise mittig im Bestandsbauwerk geführt und verlaufen im Bereich der Abstellgleise weiter zur Haltestelle Legienstraße. Das südliche Gleis der U4 muss abgesenkt werden, so dass es bei einer erforderlichen Tiefenlage die Gleise der U2 unterqueren kann. Das nördliche Gleis der U4 wird im Bereich des Parkhauses ausgefädelt und wie bei der Südausfädelung in Richtung der Manshardtstraße laufen.

Für eine Einfädelung auf freier Strecke werden nachfolgend der Schildvortrieb, die bergmännische Bauweise im Schutze von Vereisung und die offene Bauweise untersucht.

Ein Schildvortrieb ist im Bereich der Einfädelung nicht möglich, da ein Zielschacht in offener Bauweise notwendig ist und hierfür aufgrund des Bestandstunnels und des Einkaufszentrums nicht ausreichend Platz vorhanden ist.

Das Bestandsbauwerk muss für die U4 Gleise von unten abgebrochen werden, damit das südliche, stadtauswärts führende Gleis abgesenkt werden kann. Eine bergmännische Bauweise im Schutze einer Vereisung wird somit unterhalb des Bestandstunnels betrachtet.

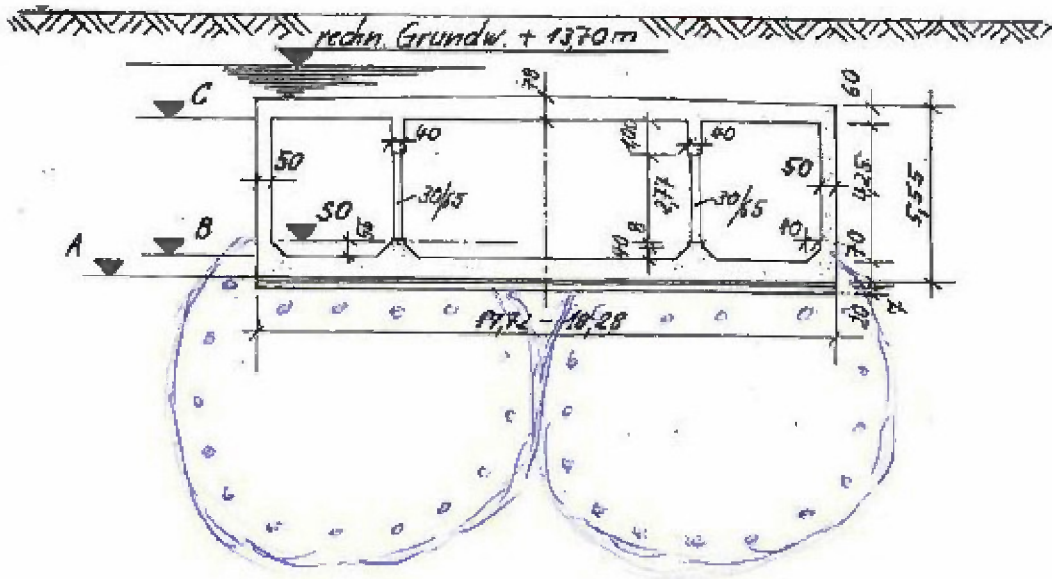


Abbildung 24: Querschnitt Kreuzungspunkt Bestandstunnel/ Neubau

Da kein geschlossener Druckring vorhanden ist, können die Lasten aus dem Bestandstunnel und dem EKZ durch den Frostkörper nicht aufgenommen werden. Ohne Zusatzmaßnahmen ist dies somit nicht möglich. Eine bergmännische Bauweise ist hier folglich nicht durchführbar.

Für eine offene Bauweise müssen das Einkaufszentrum und der Bestandstunnel größtenteils abgebrochen werden, wobei zunächst auch ein halbseitiger Abbruch des Bestandstunnels möglich ist, so dass zumindest der Betrieb teilweise aufrechterhalten wird.

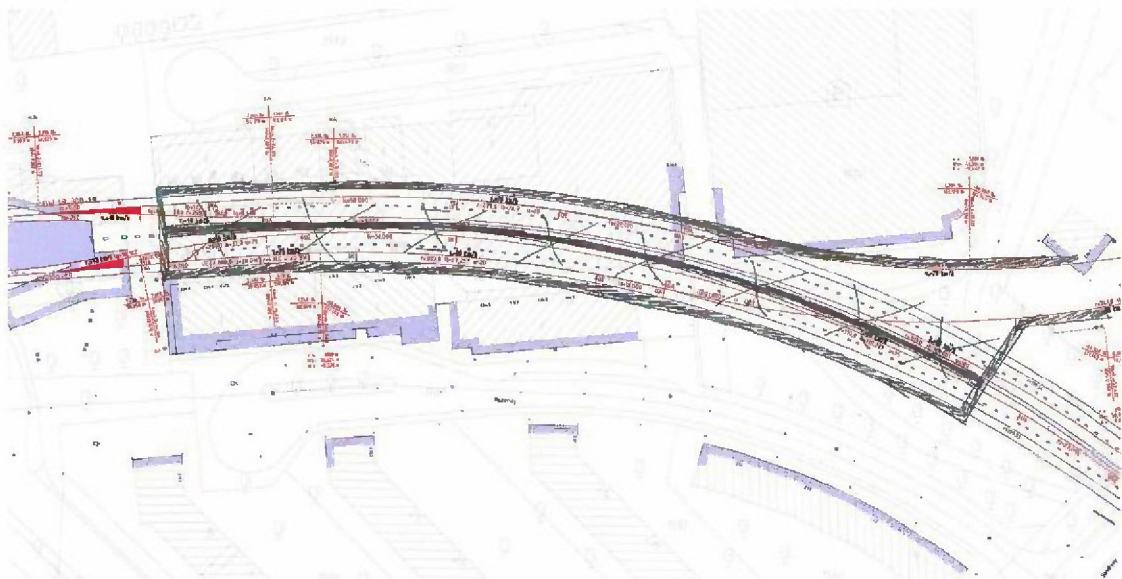


Abbildung 25: Lageplan offene Bauweise

Eine Einfädung auf freier Strecke ist in baulicher Hinsicht sehr nachteilig, da sie den Abriss des Einkaufszentrums, der Gebäude am Sandkamp 35 sowie des U-Bahn-

Bestandstunnels selbst erfordert. Zusätzlich ist die Einfädelung auf freier Strecke mit erheblichen betrieblichen und brandschutztechnischen Restriktionen verbunden, so dass diese Variante als deutlich nachteilig verworfen wurde.

### 3.4.4 Alternativausfädelung 4 (direkte Einfädelung der stadtauswärts führenden U2-Strecke)

Die Alternativausfädelung 4 ähnelt der Variante Südausfädelung im großen Maße, nur dass das U2 stadtauswärts führende Gleis wesentlich kürzer ausgeführt wird. Hier wird das Gleis der U2 direkt hinter der neuen Haltestelle verzweigt und wieder in den Bestand eingefädelt. Das U4 Gleis in Richtung Horner Geest wird weiterhin den Bestandstunnel westlich des Sandkamps unterqueren. Für eine frühere Einfädelung der U2 in den Bestandstunnel werden drei Varianten untersucht.

Alle Varianten wurden per Hand skizziert und daher wurden keine Übergangsbögen oder Neigungsaustrundungen berücksichtigt. Die zulässigen Geschwindigkeiten können sich durch eine genauere Trassierung erheblich verringern.

#### Variante 1 – nördlicher Bahnsteig Radius 180m

Länge der Baugrube:	ca. 100 m
Abriss EKZ Horn:	Teilabriss
Zulässige Geschwindigkeit:	ca. 60 km/h
Steigung (ohne Ausrundung):	ca. 2,5%

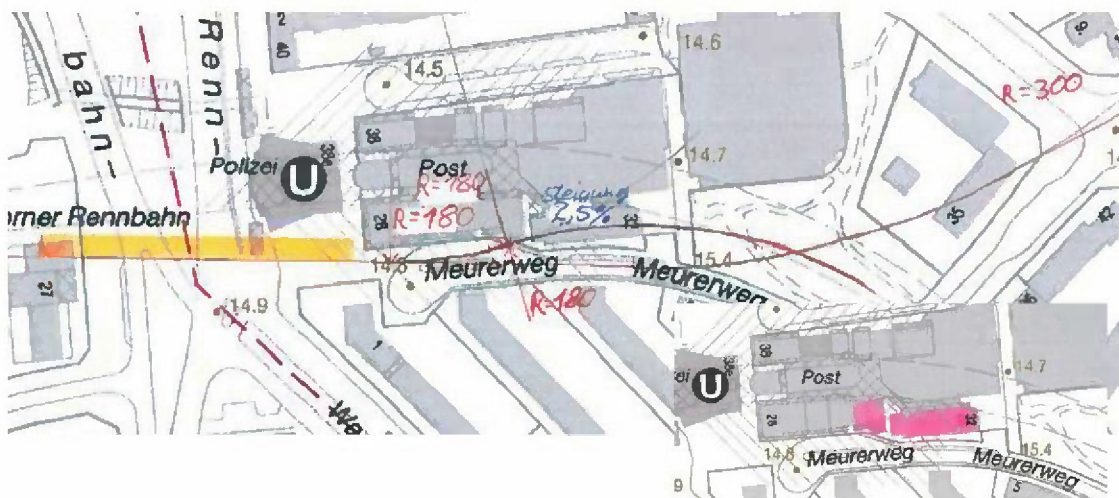


Abbildung 26: Alternativausfädelung 4, Variante 1 "Nördlicher Bahnsteig, R = 180 m"

#### Variante 2 –Südlicher Bahnsteig Radius 100m

Länge der Baugrube:	ca. 70 m
Abriss EKZ Horn:	Teilabriss
Zulässige Geschwindigkeit:	ca. 40 km/h
Steigung (ohne Ausrundung):	ca. 6,5%



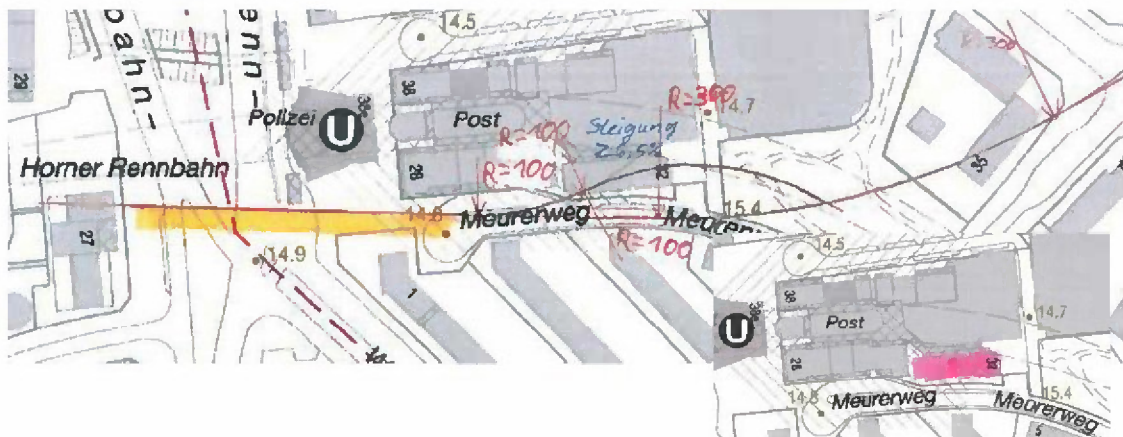


Abbildung 27: Alternativausfädelung 4, Variante 2 "südlicher Bahnsteig, R = 100 m"

Variante 3 – Südlicher Bahnsteig Radius 180m

Länge der Baugrube:	ca. 100 m
Abriss EKZ Horn:	Teilabriss
Zulässige Geschwindigkeit:	ca. 60 km/h
Steigung (ohne Ausrundung):	ca. 4,2%

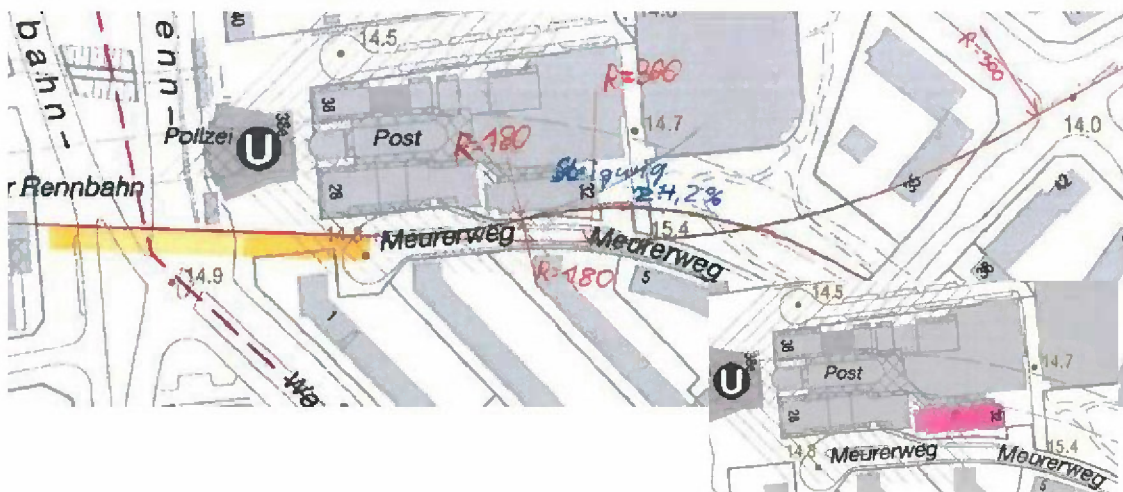


Abbildung 28: Alternativausfädelung 4, Variante 3 "südlicher Bahnsteig, R = 180 m"

Die händische Ermittlung der Trassierungsparameter ergibt unzulässige Radien und Neigungen (s. Werte in den Skizzen, Abb. 26-28). Darüber hinaus müsste bei allen Varianten das EKZ Horn teilweise abgerissen werden. Aus diesem Grund wird die Alternativausfädelung 4 nicht weiterverfolgt.

### 3.5 Betriebliche Beeinflussungen während der Bauzeit bei Süd- und Nordausfädelung

Die Auswirkungen der beiden Varianten Süd- und Nordausfädelung auf den laufenden Betrieb wurden untersucht und erste Erkenntnisse hinsichtlich notwendiger Betriebsunterbrechungen und entsprechenden Schienenersatzverkehren, Pendel- und Teilbetrieben sowie der Erreichbarkeit der neuen Betriebswerkstatt Billstedt gewonnen. Die Varianten unterscheiden sich in Bezug auf die o.g. Faktoren aufgrund der verschiedenen

Umfänge der baulichen Anschlüsse an den Bestand, der Anordnung der neuen Gleise und Haltestellen sowie der Möglichkeit, das Kreuzungsbauwerk zwischen U2 und U4 außerhalb des Bestandstunnels zu bauen.

Bei der Südausfädelung entstehen 3 Anschlusspunkte an den Bestand mit größtenteils ähnlichen Längen und Randbedingungen sowie ein Kreuzungspunkt zwischen dem stadtauswärts führenden Gleis der U4 und dem Bestandstunnel der U2. Für die Herstellung der Anschlüsse an den Bestand sind jeweils für ca. 4 Monate Betriebsunterbrechungen nötig, während die Bauzeit für das Kreuzungsbauwerk mit ca. 18 Monaten abgeschätzt wird. Die Anschlüsse sowie das Kreuzungsbauwerk können wahlweise gleichzeitig oder nacheinander gebaut werden. Die Bau- und Betriebsphasen für die Südvariante wurden ausführlich untersucht mit der Zielsetzung, die Betriebsunterbrechungen sowie die Schienenersatzverkehre möglichst kurz zu halten und die Erreichbarkeit der neuen Betriebswerkstatt in Billstedt möglichst nur kurzzeitig zu beeinträchtigen. Die erarbeitete Vorzugslösung sieht vor, die baulichen Anschlüsse an den Bestand östlich und westlich der Haltestelle gleichzeitig herzustellen und hierfür für ca. 4 Monate einen aufwendigen Schienenersatzverkehr zwischen den Haltestellen Hammer Kirche und Billstedt einzurichten. Anschließend kann der neue, dritte Bahnsteig an der Haltestelle in Betrieb genommen werden, so dass während des Baus des Kreuzungsbauwerks der U4 mit dem Bestandstunnel der U2 Kehrbetriebe westlich und östlich der Haltestelle Horner Rennbahn mit Umstieg über die Oberfläche für mindestens 12 Monate eingerichtet werden können. Diese Lösung wurde gewählt, um den Zeitraum, in dem die Betriebswerkstatt Billstedt nicht erreichbar ist, möglichst kurz und die Auswirkungen auf die Fahrgäste so gering wie möglich zu halten.

Bei der Nordausfädelung „light“ sind ebenso 3 Anschlüsse an den Bestand sowie ein Kreuzungsbauwerk herzustellen. Allerdings unterscheidet sich die Nordausfädelung „light“ dadurch, dass einerseits der westliche Anschluss baulich umfangreicher ist und somit eine entsprechend längere baubedingte Sperrzeit zu erwarten ist. Andererseits wird das Kreuzungsbauwerk des stadtauswärts führenden Gleises der U4 mit dem stadteinwärts führenden Gleis der U2 außerhalb des Bestands hergestellt, so dass der laufende Betrieb auf der U2 für die Herstellung nicht beeinträchtigt wird. Gemäß diesen Randbedingungen wurden die Bau- und Betriebsphasen untersucht und eine Vorzugslösung entwickelt. Diese sieht eine parallele Herstellung aller Anschlüsse an den Bestand vor, die insgesamt ca. 6 Monate dauert und einen entsprechenden, sehr aufwendigen, Schienenersatzverkehr im Abschnitt Hammer Kirche – Billstedt erfordert. Gegenüber der Südausfädelung verlängert sich die Zeit der Komplettsperrung um ca. 2 Monate mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Erreichbarkeit der Werkstatt Billstedt und die Fahrgäste. Dafür entfällt gegenüber der Südausfädelung die Betriebsphase mit Kehrbetrieben und Umstieg über die Oberfläche.

Da die Herstellung der Ausfädelung an der Haltestelle Horner Rennbahn schwerwiegende Folgen auf den Betrieb der U2 mit sich bringt – 6 Monate Komplettsperrung bei der Nordausfädelung „light“ bzw. 4 Monate Komplettsperrung und anschließend etwa 1 Jahr Teilbetriebe mit Umstieg über die Oberfläche bei der Südausfädelung, sowie entsprechende Beeinträchtigung der Erreichbarkeit der Betriebswerkstatt Billstedt während der Komplettsperrungen bei beiden Varianten – sollten die baulichen Einflüsse auf den Bestand und den Betrieb in den weiteren Planungsphasen ausführlicher untersucht und möglichst optimiert werden.

### 3.6 Fazit zu den Vorzugsvarianten Süd- und Nordausfädelung

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass sowohl die Südausfädelung als auch die Nordausfädelung „light“ unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen realisierbar sind. Die ursprüngliche Nordvariante kann im Rahmen der hiesigen Planungstiefe aufgrund

des erforderlichen komplexen mittleren Anschlusses an den Bestand nicht vollumfänglich als machbar eingestuft werden.

Aus bautechnischer Sicht wird die Südausfädelung im Vergleich zur Nordvariante „light“ positiver bewertet, da mit der Nordausfädelung „light“ bautechnische Besonderheiten, insbesondere erhöhte Ausführungsrisiken verbunden sind. Unter anderem liegt die neue Haltestelle in ganzer Länge sehr dicht an der Bestandshaltestelle, so dass die Verträglichkeit der Bestandshaltestelle im Hinblick auf Verformungen und Standsicherheit mit Sondermaßnahmen gewährleistet werden muss und ein Konfliktpunkt des Bestandbauwerks mit dem neuen Baugrubenverbau besteht. Außerdem besteht eine Engstelle am Gebäude Rennbahnstraße 29, die weitere Sondermaßnahmen erfordert.

Im Hinblick auf die bauzeitlichen Auswirkungen führt die Nordvariante ebenfalls zu größeren Nachteilen gegenüber der Südvariante. Der westliche Anschluss an den Bestand erstreckt sich auf größerer Länge als bei der Südvariante und somit verlängert sich die Zeit der Streckensperrung für dessen Herstellung. Dadurch muss der Fahrgastverkehr über einen längeren Zeitraum mit Bussen des Schienenersatzverkehrs abwickelt werden und die neu geplante Betriebswerkstatt in Billstedt bleibt für einen längeren Zeitraum vom Netz abgetrennt. Auch im Bereich der Ausfädelung ist der bauzeitliche Eingriff deutlich intensiver. Für die Herstellung der neuen Haltestelle und der anschließenden Streckenbereiche muss das neu errichtete Stadtteilhaus Horn, das Einkaufszentrum und die Parkpalette abgerissen werden.

Nach Prüfung und Gegenüberstellung aller oben genannten Faktoren wurde entschieden, die Nordvariante zu verwerfen und für die nächsten Planungsschritte die Südvariante als Grundlage festzulegen.

## 4 Streckenabschnitt Hermannstal bis Kehr- und Abstellanlage

### 4.1 Allgemeines

Der Streckenabschnitt der U4 Verlängerung verläuft vom Kreuzungsbereich Hermannstal / Sandkamp bis zur Freifläche südlich der Schule Sterntaler Straße. Der Verlauf der Strecke folgt der Manshardtstraße auf einer Länge von ca. 1,3 km. Im Kreuzungsbereich der Manshardtstraße/ Dannerallee wird die Trasse nördlich der Manshardtstraße weitergeführt und endet mit der Kehr- und Abstellanlage (ca. 0,3 km) auf der Grünfläche südlich der Schule Sterntaler Straße.

Im Zuge der U4 Verlängerung werden in diesem Abschnitt zwei Haltestellen angeordnet:

- Haltestelle Stoltenstraße und
- Haltestelle Dannerallee.

Die Manshardtstraße ist eine zweispurige Straße mit einer hohen Anzahl von Bäumen auf der Nord- und Südseite. Auf dem betrachteten Streckenabschnitt befinden sich ca. 230 Bäume im Bereich der Trasse.

### 4.2 Variantenuntersuchung Strecke

Im Zuge der Machbarkeitsuntersuchung wurden verschiedene Varianten zur Herstellung der Strecke sowie Kehr- und Abstellanlage (Länge ca. 1,6 km) untersucht und bewertet:

- Offene Bauweise,
- Offene Bauweise - Doppelstockvariante,
- Deckelbauweise mit tiefliegender Düsenstrahlsohle,
- Schildvortrieb (1-gleisig, 2 Röhren),
- Schildvortrieb (2-gleisig, 1 Röhre),
- Schildvortrieb (Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren) und
- Bergmännischer Vortrieb mit Zusatzmaßnahmen.

#### 4.2.1 Offene Bauweise

Für die Herstellung des Streckentunnels wird eine offene Bauweise mit Schlitzwandverbau und rückverankerter Unterwasserbetonsohle untersucht. Der Streckentunnel verläuft dabei im Straßenraum der Manshardtstraße. Die beiden Streckengleise liegen nebeneinander in einem Tunnel mit Rechteckquerschnitt. Bei der Herstellung der Baugrube sind die am Fahrbahnrand liegenden Baumreihen in der Manshardtstraße betroffen und können nicht erhalten bleiben.

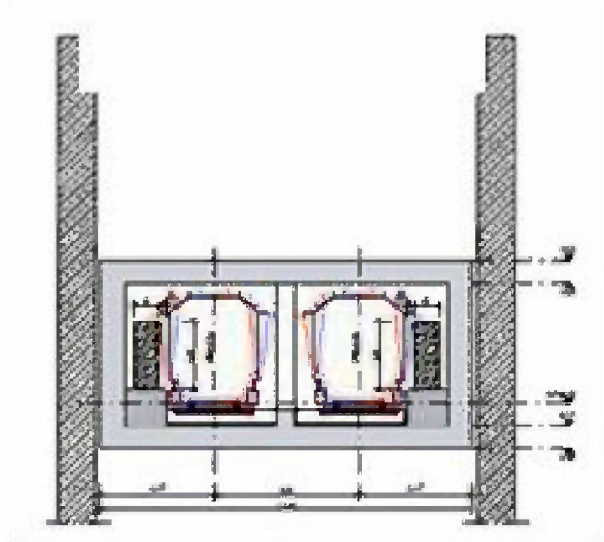


Abbildung 29: Offene Bauweise, Lage der Streckengleise nebeneinander

#### 4.2.2 Offene Bauweise - Doppelstockvariante

Da in den meisten Fällen kürzerer, unterirdischer Infrastrukturprojekte eine offene Bauweise die wirtschaftlichste Variante darstellt, in diesem Fall aber ein große Anzahl an Bäumen im Bereich der Manshardtstraße betroffen ist, wird eine weitere Variante der offenen Bauweise untersucht. Aufgrund des schmalen Bauwerks der Doppelstockvariante soll überprüft werden, ob so ggf. eine Baumreihe in der Manshardtstraße erhalten bleiben kann.

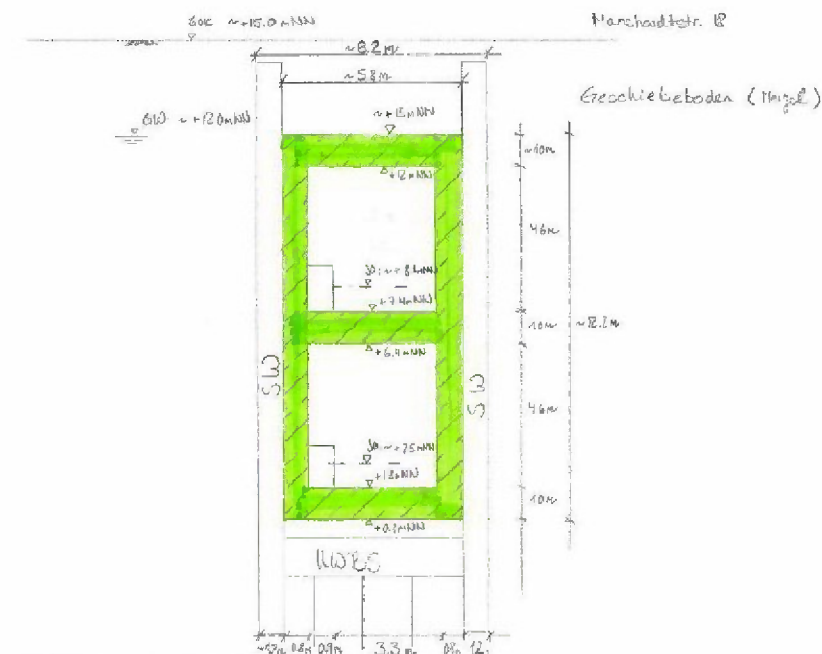


Abbildung 30: Offene Bauweise, Lage der Streckengleise übereinander

Ab dem Kreuzungsbereich Hermannstal / Manshardtstraße kann die Doppelstockvariante ausgeführt werden. Der benötigte Gleiswechsel in diesem Bereich muss vorher zwischen den beiden Gleisen in einem zusätzlichen Bauwerk erstellt werden. Bis zur Haltestelle Stoltenstraße ist es möglich, das Bauwerk auf eine Straßenseite zu legen, sodass voraussichtlich eine Baumreihe erhalten bleiben kann.

Die Haltestelle Stoltenstraße wird in einer doppelstöckigen Variante ausgeführt. Aufgrund der Bahnsteigbreite benötigt das Haltestellenbauwerk die gesamte Straßenraumbreite, eine Baumreihe kann folglich im Haltestellenbereich nicht erhalten bleiben. Anschließend kann die Trasse der U4 bis zum Querkamp weiterhin in der Doppelstockvariante ausgeführt werden. Da die Haltestelle Dannerallee mit einem Mittelbahnsteig ausgebildet werden soll, sind eine Aufweitung und ein Überführen der Gleise auf eine Ebene westlich der Haltestelle Dannerallee notwendig.

Die Haltestelle Dannerallee und die Kehr- und Abstellanlage werden in offener Bauweise mit nebeneinander liegenden Gleisen hergestellt.

#### Vorteile der Doppelstockvariante:

- Möglicherweise Erhalt einer Baumreihe auf ca. 850 m zwischen Hermannstal und Querkamp (außer Haltestelle Stoltenstraße),
- Kostenstabiles Bauverfahren.

#### Nachteile der Doppelstockvariante:

- Gleiswechsel östlich der Haltestelle Horner Rennbahn muss in einem Zusatzbauwerk hergestellt werden,
- Herstellung des schmalen Bauwerks erfolgt unter beengten Platzverhältnissen, das führt zu aufwendigerer Baulogistik und höhere Kosten,
- Lange Wege in der Haltestelle Stoltenstraße für den Fahrgast zum unteren Gleis.

### 4.2.3 Deckelbauweise

Bei der Deckelbauweise wird nach Herstellung der Baugrubenumschließung ein hochliegender „Betondeckel bzw. Betondecke“ hergestellt. Im Schutze der Baugrubenumschließung und des Deckels werden dann unterhalb des Deckels der Aushub und das Bauwerk erstellt. Nach Herstellung des Deckels kann dann die Oberfläche wieder hergestellt und der Straßenraum genutzt werden. Zur Andienung der Baustelle unterhalb des Deckels sind Andienungs- und Rettungsöffnungen im Deckel erforderlich.

Die Ausführung der Deckelbauweise bietet sich insbesondere an, wenn eine dichtende, horizontale Bodenschicht vorliegt. So kann nach der Herstellung der Verbauwand der Deckel errichtet und anschließend darunter die Baugrube ausgehoben werden.

Wenn keine dichtende Bodenschicht vorhanden ist, kann eine horizontale Baugrubenumschließung mittels einer hoch-/ mittel-/ oder tiefliegenden Düsenstrahlsole hergestellt werden.

Streckentunnel / Deckelbauweise 2 - gleisig

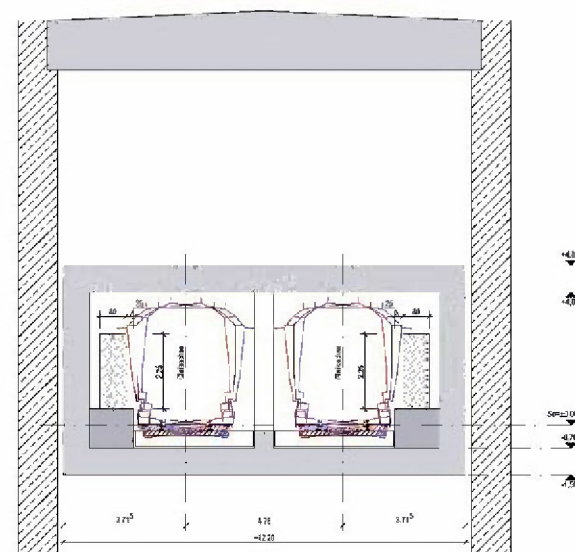


Abbildung 31: Deckelbauweise

#### 4.2.4 Schildvortrieb (1-gleisig, 2 Röhren)

Bei der 1-gleisigen Schildvortriebsvariante wird die Strecke in 2 Tunnelquerschnitten mit einem Außendurchmesser von jeweils ca.  $d = 7,50$  m hergestellt.

Die Auswirkungen auf den Baumbestand, die Verkehrsflächen, den oberflächennahen Leitungsbestand und die Anlieger/ Betriebe sind in den Teilstrecken von zusammen 1,1 km außerhalb der Haltestellen sowie der Start- und Zielschächte als gering einzustufen. Jedoch sind Schildvortriebe mit dieser kurzen Länge im Hinblick auf die Anschaffungskosten einer Tunnelbohrmaschine, als unwirtschaftlich einzustufen. Der Schildvortrieb wäre im Bereich der Haltestellen zu unterbrechen, sodass sich die Vortriebsstrecke auf insgesamt knapp 1.000 m reduzieren würde.

Die Gleiswechsel können ausschließlich in einer offenen Baugrube oder mit einem aufwendigen und risikoreichen bergmännischen Vortrieb mit Zusatzmaßnahmen (z. B. Vereisung) hergestellt werden. Aufgrund der zwei nebeneinander liegenden Röhren besteht eine hohe Grundstücksinanspruchnahme und ein breiter Zielschacht ist im Kreuzungsbereich Hermannstal notwendig. Zudem gibt es im westlichen Bereich der Manshardtstraße eine Kollision mit dem Hauptsammler Ost.

Bei der 1-gleisigen Schildvortriebsvariante mit zwei Tunnelröhren entsteht zudem durch einen zweifachen Vortrieb vor allem eine längere Bauzeit mit zum einen längeren Beeinträchtigungen der Anlieger und zum anderen höheren Kosten.

Streckenschild 1- gleisig

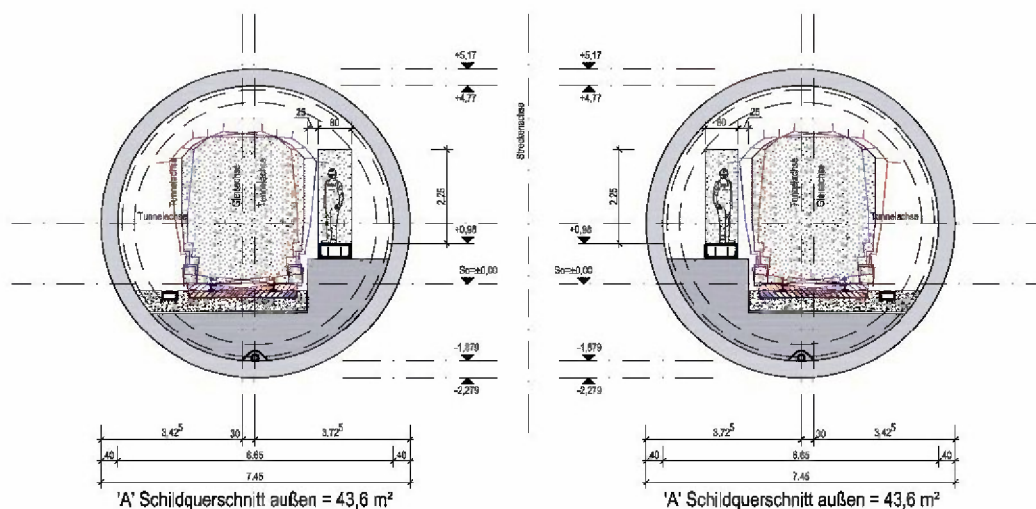


Abbildung 32: Schildvortrieb mit Streckenschild, 1-gleisig, 2 Röhren

#### 4.2.5 Schildvortrieb (2-gleisig, 1 Röhre)

Bei der Variante Schildvortrieb 2-gleisig, 1 Röhre wird die Strecke in einem Tunnelquerschnitt mit einem Außendurchmesser von ca.  $d = 11,0$  m hergestellt. Die beiden Gleise liegen somit in einer Tunnelröhre. Die Auswirkungen auf den Baumbestand, die Verkehrsflächen, den oberflächennahen Leitungsbestand und die Anlieger / Betriebe sind für die Teilstrecken von insgesamt knapp 1.000 m außerhalb der Haltestellen sowie der Start- und Zielschächte als gering einzustufen. Die Gleiswechsel können innerhalb der Tunnelröhre umgesetzt werden.

Die Tunnelröhre soll nach Möglichkeit im Straßenraum der Manshardtstraße liegen, um eine Grundstücksinanspruchnahme zu minimieren. Zur Vermeidung bzw. Minimierung der Kollisionen mit dem Hauptsammler Ost wird die Tunnelröhre südwestlich der Haltestelle Stoltenstraße soweit wie möglich Richtung Südosten gelegt. Hierdurch werden jedoch Privatgrundstücke in Anspruch genommen.



Streckenschild 2-gleisig

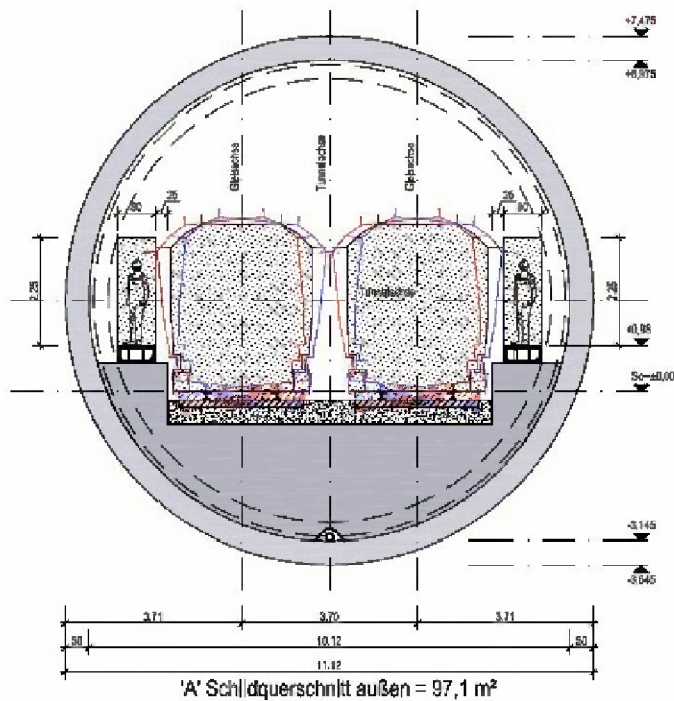


Abbildung 33: Schildvortrieb mit Streckenschild, 2-gleisig, 1 Röhre

#### 4.2.6 Schildvortrieb (Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren)

Bei der Bahnhofsschildvariante wird die Strecke in zwei Tunnelquerschnitten mit einem Außendurchmesser von jeweils ca.  $d = 11,0$  m hergestellt. Die Bahnsteige der Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee können hier im Tunnelquerschnitt integriert werden. Lediglich für die Herstellung der Ausgangsbauwerke sind offene Baugruben von geringeren Längen zwischen den Tunnelröhren erforderlich.

Diese Variante hat die geringsten Auswirkungen auf den Baumbestand, die Verkehrsflächen und Anlieger / Betriebe. Im westlichen Bereich der Manshardtstraße besteht jedoch ein Konflikt mit dem tiefliegenden Hauptsammler Ost.

Resultierend aus den zwei nebeneinanderliegenden großen Schilden befindet sich der Zielschacht im Kreuzungsbereich Hermannstal / Sandkamp. Der hochliegende Anschluss an den Bestand auf der Nordseite befindet sich ca. 100 m vom Zielschacht entfernt. Eine sinnvolle Trassierung ist durch die verschiedenen Höhenlagen der Schienenoberkanten zwischen dem Zielschacht und dem Anschluss an den Bestand nicht mehr möglich. Unabhängig davon würden die Vortriebe von 2 Tunnelröhren zu längeren Beeinträchtigungen für die Anlieger führen.

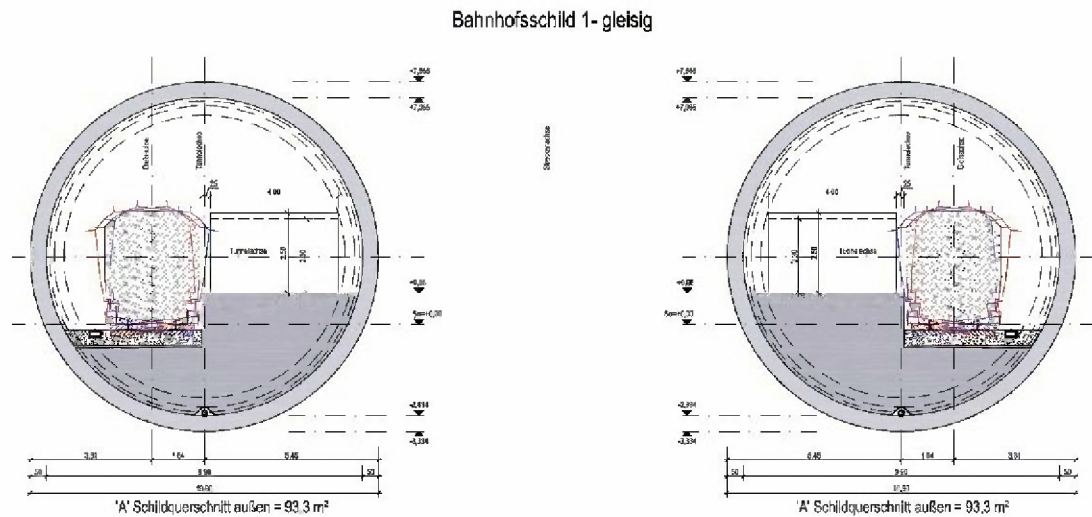


Abbildung 34: Schildvortrieb mit Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren

#### 4.2.7 Bergmännischer Vortrieb

Aufgrund der vorhandenen hydrologischen und geologischen Rahmenbedingungen ist ein bergmännischer Vortrieb hier nur mit zusätzlichen Maßnahmen zur temporären Abdichtung des Hohlräume sowie zur Stabilisierung des umliegenden bzw. überlagernden Bodens möglich. Ein bergmännischer Vortrieb mit Schutzmaßnahmen, wie z.B. Frostkörper oder Luftdruck auf einer Gesamtstrecke von ca. 1,6 km ist sehr riskant und nicht wirtschaftlich.

Der bergmännische Vortrieb für die Gesamtstrecke der U4 Verlängerung zur Horner Geest wurde daher nicht weiter untersucht.

### 4.3 Variantenuntersuchung Haltestellen

Neben den verschiedenen Varianten zur Herstellung der Strecke wurden ebenfalls Varianten zur Herstellung der Haltestellen untersucht und bewertet:

- offene Bauweise,
- Deckelbauweise mit tief liegender Düsenstrahlsohle,
- Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren und
- bergmännischer Vortrieb mit Zusatzmaßnahmen.

#### 4.3.1 Offene Bauweise

Bei der offenen Bauweise ist vorgesehen, die beiden Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee inklusive Ausgangsbauwerke im Straßenraum als Rechteckrahmenbauwerk in Schlitzwandbauweise mit rückverankerter Unterwasserbetonsohle herzustellen. Die Bahnsteige können bei dieser Variante in Abhängigkeit der Streckenvarianten wahlweise als Mittel- oder Seitenbahnsteig ausgeführt werden.

Das Bauverfahren ist sinnvoll kombinierbar mit den folgenden Streckenvarianten:

- offene Bauweise,
- doppelstöckiger Tunnel, offene Bauweise,
- Deckelbauweise,

- Schildvortrieb, 2-gleisig, 1 Röhre und
- Schildvortrieb, 1-gleisig, 2 Röhren.

#### 4.3.2 Deckelbauweise

Die Deckelbauweise sieht ebenfalls eine Herstellung der Haltestellen im Straßenraum vor. Allerdings als Schlitzwand-Deckelbauweise, so dass die Straßenoberfläche nach Herstellung des hochliegenden Deckels und dessen Überschüttung wieder zeitnah hergestellt werden kann. Da nach derzeitigem Kenntnisstand keine dichte Baugrundsicht als horizontale Baugrubenabdichtung vorhanden ist, wird als horizontale Baugrubenabdichtung eine tiefliegende Düsenstrahlsohle vorgesehen, die nach dem Voraushub für den hochliegenden Deckel vor der Deckelerstellung eingebracht werden kann. Die Haltestellenbauwerke werden als Rechteckrahmenkonstruktionen ausgeführt. Die Bahnsteige können bei dieser Variante in Abhängigkeit der Streckenvarianten wahlweise als Mittel- oder Seitenbahnsteig ausgeführt werden.

Das Bauverfahren ist sinnvoll kombinierbar mit den folgenden Streckenvarianten:

- offene Bauweise,
- doppelstöckiger Tunnel, offene Bauweise,
- Deckelbauweise,
- Schildvortrieb, 2-gleisig, 1 Röhre und
- Schildvortrieb, 1-gleisig, 2 Röhren.

#### 4.3.3 Bahnhofsschild

Bei dem Bahnhofsschild sind die Bahnsteige der Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee im Schildquerschnitt integriert. Lediglich für die Herstellung der Ausgangsbauwerke werden Schlitzwandbaugruben zwischen den beiden Schildröhren erforderlich. Die Lage der Bahnsteige ist somit weniger abhängig von dem Bestand an der Oberfläche, d.h. die Bahnsteige können teilweise auch unter bebauten Flächen liegen. Die Bereiche der Ausgänge müssen jedoch frei zugänglich für die Herstellung der Baugruben sein. Eine Verbindung der beiden Bahnhofsschildröhren und somit der Bahnsteige kann mittels bergmännisch hergestellten Querschlägen erfolgen. Aufgrund der vorhandenen Baugrundverhältnisse sind die Querschläge zur Gewährleistung der Baugrundstandsicherheit und Wasserdichtigkeit nur mit Zusatzmaßnahmen (z.B. im Schutze von Frostkörpern) herzustellen. Die Bahnsteige können bei dieser Variante durch die Verbindung der Röhren über die Querschläge als „verkappter“ Mittelbahnsteig ausgeführt werden.

Das Bauverfahren ist nur mit der Streckenvariante Bahnhofsschild kombinierbar.

#### 4.3.4 Bergmännische Bauweise

Die Herstellung der Haltestellen in bergmännischer Bauweise kann aufgrund des vorhandenen Baugrundes nur mit Zusatzmaßnahmen zur Stabilisierung des Baugrundes und zur Abschirmung gegen Grundwasser erfolgen. Hierfür bietet sich ein um den Querschnitt herzustellender Frostkörper an. Bei der bergmännischen Herstellung der Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee ist grundsätzlich vorgesehen, den ca. 125 m langen Bahnsteigbereich in bergmännischer Bauweise zu erstellen und die Ausgangsbauwerke in offener Bauweise (Kopfbaugruben). Aus den Kopfbaugruben heraus kann am Anfang und am Ende des Bahnsteiges der Frostkörper hergestellt werden. Der Bahnsteigbereich muss somit nicht zwingend unter freiem Gelände lie-

gen, lediglich die Bereiche der Ausgangsbauwerke müssen von der Oberfläche aus zugänglich sein, um diese in offener Bauweise herstellen zu können. Die Bahnsteige können bei dieser Variante in Abhängigkeit der Streckenvarianten wahlweise als Mittel- oder Seitenbahnsteig ausgeführt werden.

Das Bauverfahren ist sinnvoll kombinierbar mit den folgenden Streckenvarianten:

- offene Bauweise,
- doppelstöckiger Tunnel, offene Bauweise,
- Deckelbauweise,
- Schildvortrieb, 2-gleisig, 1 Röhre und
- Schildvortrieb, 1-gleisig, 2 Röhren.

#### 4.4 Gegenüberstellung der Hauptvarianten

Für die Erstellung dieser Machbarkeitsuntersuchung wurden die unterschiedlichen Bauverfahren für die U4 Verlängerung zur Horner Geest weiter vertiefend gegenübergestellt. Die Strecke und die Haltestellen werden in den folgenden Betrachtungen getrennt voneinander bewertet. Der bergmännische Vortrieb wurde für die Streckenbereiche aus den schon erwähnten Gründen bereits ausgeschlossen und ist dadurch in der Gegenüberstellung nicht mehr berücksichtigt. Die Bewertungskriterien sind im nächsten Abschnitt detailliert beschrieben.

Hauptvarianten Strecke:

- offene Bauweise,
- doppelstöckiger Tunnel, offene Bauweise,
- Deckelbauweise mit tiefliegender Düsenstrahlsohle,
- Schildvortrieb, 2-gleisig, 1 Röhre,
- Schildvortrieb, 1-gleisig, 2 Röhren und
- Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren.

Hauptvarianten Haltestellen:

- offene Bauweise,
- Deckelbauweise mit tiefliegender Düsenstrahlsohle,
- Bahnhofsschild, 1-gleisig, 2 Röhren und
- bergmännischer Vortrieb mit Zusatzmaßnahmen.

##### 4.4.1 Bewertungskriterien

Für die Bewertung der verschiedenen Bauverfahren und Konstruktionen werden bauliche, betriebliche, verkehrliche und umweltrelevante Kriterien sowie die Belange der Anlieger herangezogen. Der nachfolgende Kriterienkatalog beinhaltet die maßgebenden Faktoren, die für eine Planung, Genehmigung und Ausführung der Baumaßnahme relevant sind. Der Kriterienkatalog kann gegebenenfalls entsprechend dem Planungsfortschritt angepasst bzw. präzisiert werden. Diese Faktoren werden als Einzelkriterien bewertet und wie folgt zusammengefasst:

###### Kriteriengruppe 1: Konstruktion / Ausführungssicherheit

- Minimierung der Auswirkungen auf benachbarte Gebäude

- Minimierung der bauverfahrensbedingten Konstruktionsrisiken
- Ausschluss bzw. Minimierung von Risiken Dritter

#### Kriteriengruppe 2: Betroffenheiten

- Minimierung der bauzeitlichen und dauerhaften Auswirkungen auf die Verkehrsanlagen und die Verkehrsführung
- Minimierung der bauzeitlichen und dauerhaften Auswirkungen auf die Versorgungsleitungen
- Minimierung der bauzeitlichen und dauerhaften Auswirkungen auf die Anlieger

#### Kriteriengruppe 3: Betriebliche und verkehrliche Anforderungen / Fahrgastbelange

- Leichtigkeit und Flüssigkeit der Trassierung und der Gradienten zur Ermöglichung eines hohen Fahrkomforts
- Geeignete Haltestellengeometrie
- Günstige Anzahl, Geometrie und Oberflächenlage der erforderlichen Notausstiege
- Günstige Lage und Ermöglichung der erforderlichen Anzahl der Kehrgleis- und Abstellanlagen
- Günstige Lage und Ermöglichung der erforderlichen Anzahl der Gleiswechsel
- Günstige Lage und Ermöglichung der erforderlichen Anzahl der Betriebsräume / Unterwerke
- Bestmögliche Netzwerke durch die Erreichung günstiger Umsteigebeziehungen zu anderen Schnellbahnen und zum Busverkehr
- Ermöglichung von Haltestellen mit einem Höchstmaß an Übersicht, sozialer Kontrolle und Ausstattung
- Ermöglichung von Zugangsanlagen hoher Leistungsfähigkeit bezüglich Verteiler-/Zwischengeschossen, Zugängen, Treppen / Aufzügen und einer guten Oberflächenlage

#### Kriteriengruppe 4: Planungsrisiko

- Erhöhung der Genehmigungsfähigkeit durch die Wahl von möglichst gering beeinträchtigenden Bauverfahren und Konstruktionen
- Vorhandensein geeigneter Freiflächen für Lager- und Baustelleneinrichtung

#### Kriteriengruppe 5: Kosten und Budgetsicherheit

- Minimierung der Gesamtkosten für die Realisierung des Bauvorhabens
- Minimierung des Risikos einer Kostenüberschreitung durch die Anwendung erprobter Bauverfahren, die auch von mittelständischen Bauunternehmen sicher umgesetzt werden können
- Minimierung des Risikos einer Kostenüberschreitung durch die eindeutige Beschreibung der Anforderungen an die Konstruktion, eine verlässliche Baugrundbeschreibung und eine zutreffende Massenermittlung

#### Kriteriengruppe 6: Bauzeit

- Minimierung der Bauzeit zur frühzeitigen Erreichung des Verkehrswertes der Anlage, zur Minimierung der Dauer der Beeinträchtigungen für den Straßenverkehr und die jeweils betroffenen Anlieger sowie zur Reduzierung der Finanzierungskosten

#### Kriteriengruppe 7: Baulogistik

- Ermöglichung einer günstigen verkehrlichen Erreichbarkeit der Baustelleneinrichtungsflächen

#### Kriteriengruppe 8: Umweltbelange

- Minimierung von Baumfällungen
- Minimierung der negativen Einflüsse auf die Grundwasserverhältnisse
- Minimierung schädlicher Umwelteinwirkungen

### 4.4.2 Hauptvarianten

Die durchgeführte Bewertung für den Streckenbereich zeigt, dass die Bauverfahren „offene Bauweise“ und „Schildvortrieb, 2-gleisig, 1-Röhre“ grundsätzlich machbare und geeignete Lösungen für die Herstellung der Strecke darstellen.

Die doppelstöckige Tunnelvariante in offener Bauweise ist bautechnisch grundsätzlich möglich, allerdings mit einem deutlich höheren Aufwand in der Herstellung im Vergleich zur offenen Bauweise mit nebeneinander liegenden Gleisen verbunden. Dies spiegelt sich auch in der Bauzeit und den Konstruktionsrisiken wider. Im Bereich der Manshardtstraße müssen für die doppelstöckige Tunnelvariante ca. 170 Bäume entfernt werden. Dies sind ungefähr 70% der Bäume, die bei der offenen Bauweise mit nebeneinander liegenden Gleisen gefällt werden und es ergibt sich somit nur ein geringfügiges Verbesserungspotential.

Die Deckelbauweise für die gesamte Strecke wurde ausgeschlossen, da insbesondere im Bereich der Manshardtstraße keine durchgängige, dichte Bodenschicht vorhanden ist. Die Herstellung einer in diesem Fall bautechnisch erforderlichen hoch-, mittel- oder tiefliegenden Düsenstrahlsohle auf der gesamten Strecke trägt ein zu hohes Bauausführungsrisiko mit sich.

Der eingleisige Schildvortrieb mit 2 separaten Röhren für jede Richtung wurde insbesondere aufgrund des räumlichen Konflikts mit dem Hauptsammler Ost entlang der Manshardtstraße zwischen Hermannstal und Stoltenstraße verworfen, da die Verlegung des im Jahr 2009 errichteten Sammlers in der genannten Abschnittslänge eine weitgehend unwirtschaftliche Lösung darstellt. Außerdem führt diese Lösung zu längerer Bauzeit und höheren Baukosten aufgrund des zweifachen Schildvortriebs sowie zu einem breiteren Zielschacht an der Kreuzung Hermannstal / Sandkamp und zu einer höheren Grundstücksinanspruchnahme. Nicht zuletzt können die betrieblich erforderlichen Gleiswechsel nur in einer offenen Baugrube oder mit einem aufwendigen und risikoreichen bergmännischen Vortrieb mit Zusatzmaßnahmen (z. B. Vereisung) hergestellt werden.

Die Bahnhofsschildvariante ist aufgrund des großen Tunneldurchmessers und der entsprechend erforderlichen Überdeckung nicht realisierbar, da eine sinnvolle Trassierung zum Anschluss an den Bestand gemäß Richtlinien nicht möglich ist. Außerdem bringt

diese Variante alle Nachteile des eingleisigen Schildvortriebs mit, so dass dieses Bauverfahren ausgeschlossen wurde.

Der Vergleich der Haltestellenvarianten zeigt, dass die offene Bauweise und die offene Bauweise mit einem Deckel die Vorzugslösungen darstellen. Die offene Bauweise ohne Deckel stellt grundsätzlich aufgrund der möglichen Unterwasserbetonsohle im Hinblick auf die Ausführungssicherheit und somit Sicherstellung einer dichten Baugrube aus bautechnischer Sicht die Vorzugsvariante dar. Aus diesem Grund wird für die Herstellung der Haltestellen Stoltenstraße und Dannerallee die offene Bauweise als Grundlösung festgelegt. Allerdings ist es weiterhin möglich, abschnittsweise die Deckelbauweise anzuwenden, besonders an Verkehrsknoten zur Aufrechterhaltung des fließenden Verkehrs oder in der Nähe von Gebäuden zur Sicherstellung der Zugänglichkeit und Reduzierung der Beeinträchtigungen.

## 4.5 Bautechnische Beschreibung Vorzugsvarianten

Die bisherige Ausarbeitung der verschiedenen Varianten hat ergeben, dass für die Strecke die offene Bauweise (Gleise nebeneinander) sowie der Schildvortrieb (2 Gleise in einem Schildquerschnitt) und die Herstellung der Haltestellen in offener Bauweise infrage kommen und somit diese Varianten nachstehend detaillierter untersucht werden.

### 4.5.1 Vorhandene Bauwerke / Gebäude

Im Bereich des Streckenabschnitts befinden sich eine Vielzahl von Wohn- und Geschäftshäusern sowie ein Einkaufszentrum. Diese Bauwerke befinden sich nicht direkt über der Trasse.

Des Weiteren befindet sich neben verschiedenen Sielen der Hauptsammler Ost inklusive Schachtbauwerke im Trassenbereich.

### 4.5.2 Trassierung

Die Trassierung der beiden Streckenvarianten „offene Bauweise“ und „Schildvortrieb“ wurde als identisch angenommen, außer dass bei der Schildvariante ein Seitenbahnsteig und bei der offenen Bauweise ein Mittelbahnsteig für die Haltestelle Dannerallee geplant ist.

Zum Längsschnitt ist anzumerken, dass die Schienenoberkante der offenen Bauweise größtenteils höher liegt als bei der Schildvortriebsvariante, da beim Tunnelvortrieb eine ausreichende Überdeckung notwendig ist.

Am östlichen Ende der U4 Verlängerung wird nach aktuellem Planungsstand eine zweigleisige Kehr- und Abstellanlage mit einer Gesamtlänge von 220 m errichtet. Die anschließende Haltestelle Dannerallee (Baugrubenlänge ca. 200 m) wird, wie bereits beschrieben, abhängig von der Bauart mit einem Seitenbahnsteig bzw. mit einem Mittelbahnsteig ausgeführt. Der folgende ca. 500 m lange Tunnel im Bereich der nördlichen Manshardtstraße bindet die Haltestelle Stoltenstraße (Baugrubenlänge ca. 200 m) an. Die Haltestelle wird mit einem Seitenbahnsteig ausgeführt, so dass die Gleise nicht nach außen verzogen werden müssen. Der letzte Tunnelabschnitt bis zum Kreuzungspunkt Hermannstal / Manshardtstraße ist ca. 550 m lang.

### 4.5.3 Streckenbauwerke

Der Streckentunnel einschließlich der Kehr- und Abstellanlage ist in diesem Abschnitt ca. 1,6 km lang und verläuft größtenteils entlang der Manshardtstraße.

Bei einer offenen Bauweise wird die zweigleisige Trasse in einem Rechteckquerschnitt möglichst oberflächennah geführt. Die Bäume in der Manshardtstraße müssen bei dieser Bauweise weitgehend entfernt werden. Eine Verlegung der Trasse auf die Nord- oder Südseite der Straße bringt in dieser Hinsicht keinen Vorteil, da die Bäume (Kronen und vsl. Wurzelbereiche) größtenteils bis in die Straßenmitte ragen. Eine dichte Baugrube wird mit Hilfe von Schlitzwänden und einer Unterwasserbetonsohle hergestellt. Aufgrund der relativ schmalen Straße und anliegenden Privatgrundstücken werden Steifen gegen eine hohe Baugrubenverformung und zum Schutz der angrenzenden Grundstücke vor Setzungen eingesetzt. Die gesamte Strecke wird mit Querschotts in mehrere Bauabschnitte unterteilt.

Für den Schildvortrieb wird im Bereich der Freifläche der Schule Sterntaler Straße ein Startschacht mit einer Baustelleneinrichtungsfläche hergerichtet, bei dem ein 24 Stunden am Tag / 7 Tage in der Woche Betrieb vorgesehen ist. Der Schilddurchmesser beträgt ca. 11 m und der Tunnel wird aus Tübbingfertigteilen errichtet. Der Zielschacht liegt im Kreuzungsbereich Kroogblöcke / Manshardtstraße und ist somit ca. 1.500 m vom Startschacht entfernt. Im Streckenbereich (knapp 1.000 m) kann bei diesem Bauverfahren der größte Teil der Bäume erhalten bleiben. Das betrifft jedoch nicht die ohnehin offen herzustellenden Bereiche der Haltestellen sowie der Kehr- und Abstellanlage, die insgesamt etwa 600 m lang sind. Außerdem sind zwischen den Haltestellen Schächte für den Werkzeugwechsel der Tunnelbohrmaschine zu errichten, die die Zahl der zu erhaltenden Bäume weiter reduzieren.

Aufgrund des vorhandenen, sehr tief liegenden Hauptsammlers Ost wird die Trasse westlich der Haltestelle Stoltenstraße für beide Varianten soweit wie möglich nach Süden gelegt, um so bauliche Konflikte mit dem Hauptsammler und dessen Schachtbauwerken zu minimieren.

#### **4.5.4 Haltestellenbauwerke**

Im Zuge der U4 Verlängerung zur Horner Geest werden zwei Haltestellen errichtet. Die Haltestelle Stoltenstraße liegt ca. 600 m nordöstlich der Kreuzung Hermannstal / Sandkamp in der Manshardtstraße. Die Haltestelle Dannerallee befindet sich in einer Entfernung von ca. 660 m zur Haltestelle Stoltenstraße ebenfalls in der Manshardtstraße. Beide Haltestellen werden in offener Bauweise mit einer dichten Baugrube mit Schlitzwänden und einer rückverankerten Unterwasserbetonsohle hergestellt.

##### *4.5.4.1 Haltestelle Stoltenstraße*

Die Haltestelle Stoltenstraße wird bei beiden Bauverfahren der Strecke (offene Bauweise und Schildvortrieb) mit zwei Seitenbahnsteigen (Breite je ca. 4 m) ausgeführt. An den Enden der Bahnsteige sind die Ausgangsbauwerke mit einer Verteilerebene angeordnet. Die Machbarkeit, je Bahnsteig zwei feste Treppen, zwei Fahrtreppen und einen Aufzug einzubauen, ist gegeben. Die Aufzüge befinden sich auf der Westseite der Haltestelle und liegen jeweils im seitlichen Straßenraum.

Die Ausgänge zur Oberfläche liegen beidseitig auf der Nord- und Südseite der Manshardtstraße. Zudem ist ein Ausgang auf der Westseite der Stoltenstraße vorgesehen.

Die Haltestelle muss unabhängig von der gewählten Bauweise für die Strecke in offener Bauweise mit rückverankerter Unterwasserbetonsohle hergestellt werden.



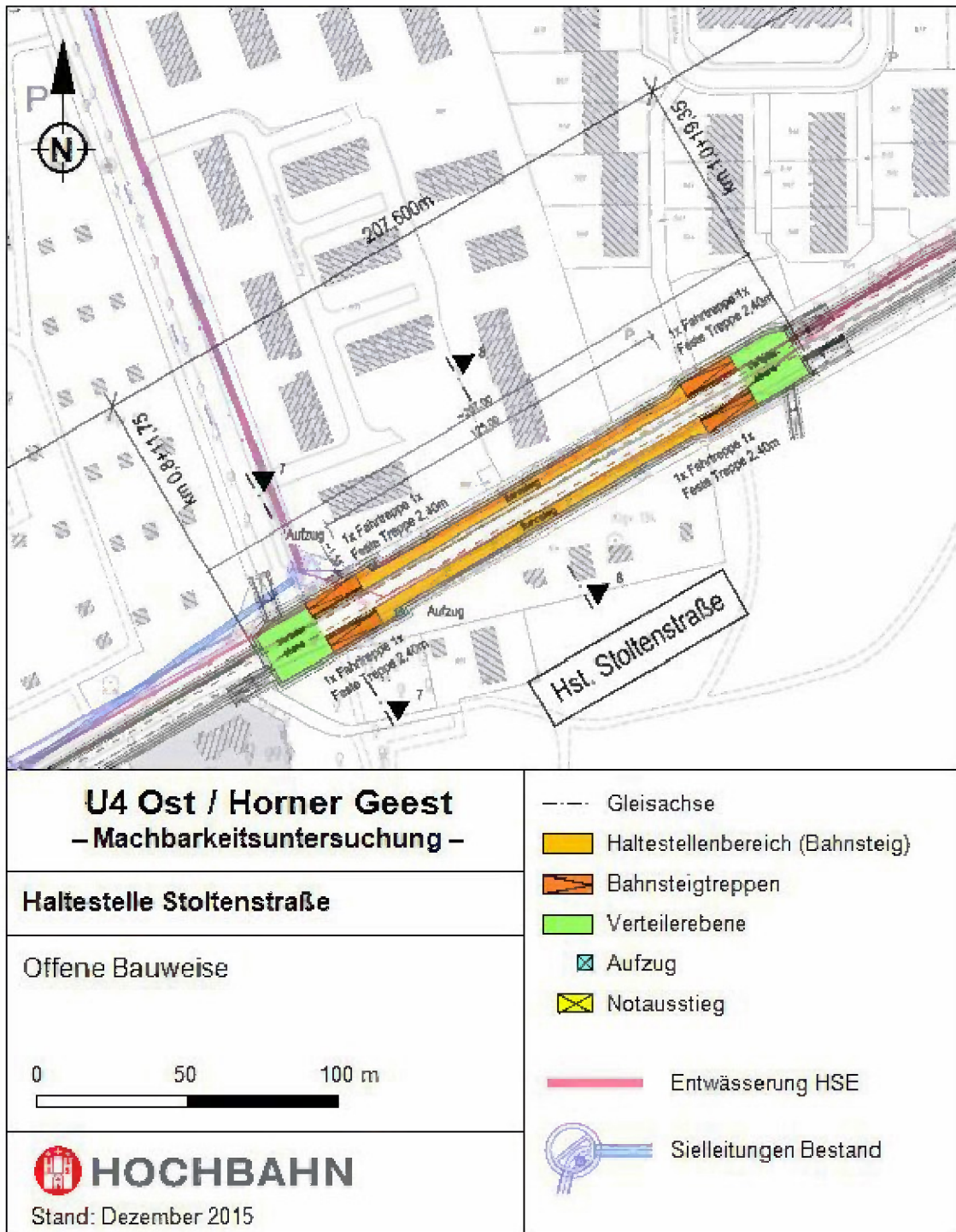


Abbildung 35: Lage der Haltestelle Stoltenstraße bei offener Bauweise

#### 4.5.4.2 Haltestelle Dannerallee

Die Haltestelle Dannerallee wird bei offener Bauweise der Strecke mit einem Mittelbahnsteig und bei einem Schildvortrieb mit Seitenbahnsteigen ausgeführt. An den Bahnsteigenden befinden sich die Ausgänge mit einer Verteilerebene. Auf der Westseite liegt die Verteilerebene im Kreuzungsbereich Manshardtstraße/ Legienstraße und auf der Ostseite liegt die Verteilerebene im Kreuzungsbereich Manshardtstraße/ Dannerallee. Am Bahnsteigende sind jeweils eine feste Treppe und zwei Fahrtreppen

geplant. Der Aufzug befindet sich auf der Ostseite der Haltestelle und liegt an der Oberfläche am Gehwegrand.

Die Ausgänge an die Oberfläche befinden sich auf der Nord- und Südseite der Manshardtstraße. Jeweils ein Ausgang wird zur Legienstraße und zur Dannerallee vorgesehen.

Auf der Westseite der Haltestelle wird ein Unterwerk inkl. der Betriebsräume untergebracht.

Die Haltestelle muss unabhängig von der gewählten Bauweise für die Strecke in offener Bauweise mit rückverankerter Unterwasserbetonsohle hergestellt werden.

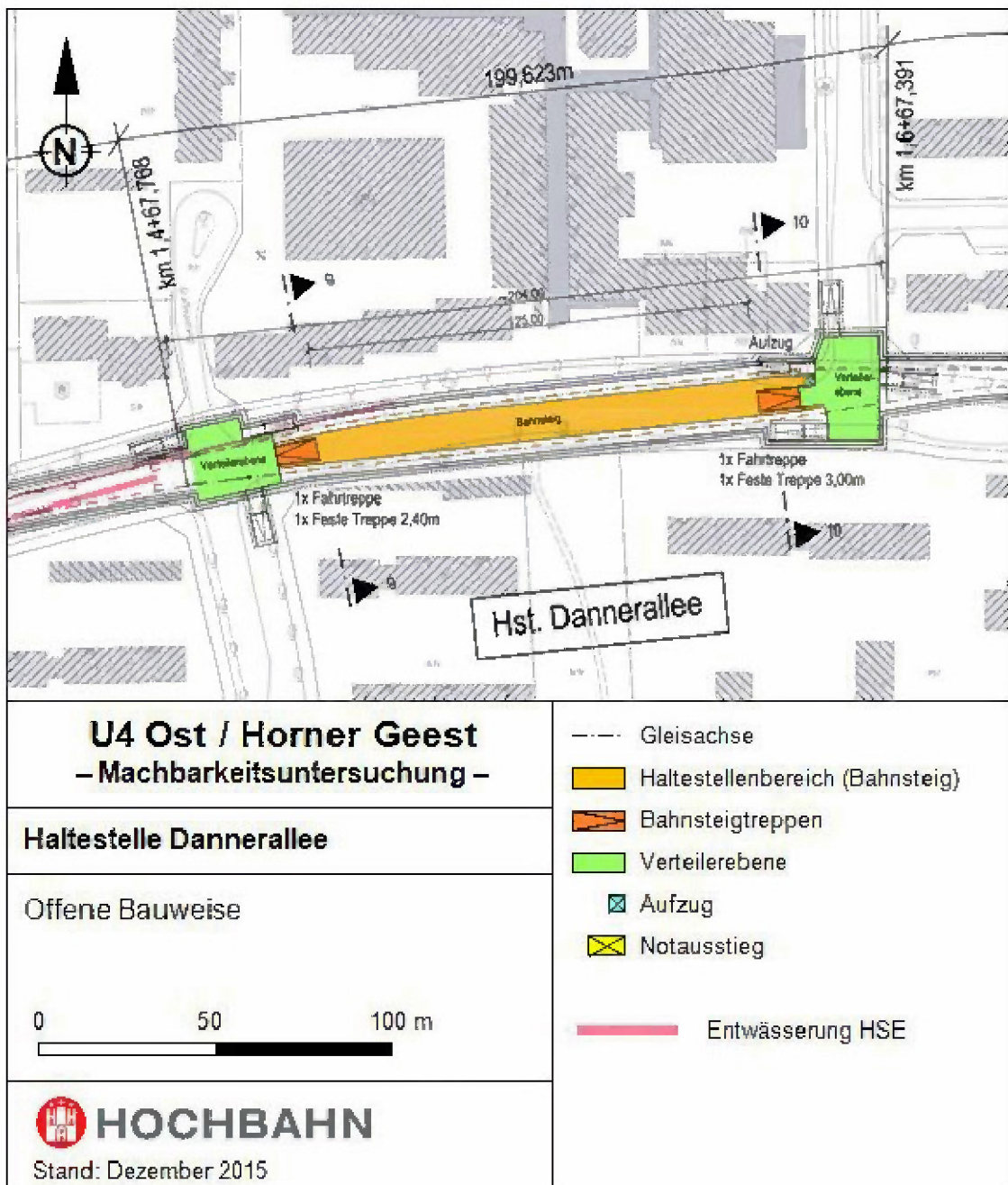


Abbildung 36: Lage der Haltestelle Dannerallee bei offener Bauweise

#### 4.5.5 Kehr- und Abstellanlage

Östlich der Haltestelle Dannerallee wird eine zweigleisige Kehr- und Abstellanlage (KAA) mit einer Gesamtlänge von ca. 220 m angeordnet. Bei der offenen Bauweise der Strecke wird auch die KAA in offener Bauweise hergestellt. Bei der Variante Schildvortrieb liegt der Startschacht im Bereich der KAA, so dass ein Teil der KAA in offener Bauweise (Startstacht ca. 60 m lang) und ein Teil im Schildtunnel errichtet werden kann.

#### 4.5.6 Notausstiege

Im Streckenbereich sind zwei Notausstiege erforderlich.

Ein Notausstieg liegt im Kreuzungsbereich Hermannstal / Manshardtstraße. Bei der Variante Schildvortrieb wird dieser Notausstieg im Zuge der Errichtung des Zielschachtes hergestellt.

Der zweite Notausstieg wird am Ende der KAA hergestellt und stößt auf dem westlichen Gelände der Schule Sterntaler Straße an die Oberfläche. Bei der Variante Schildvortrieb wird der Ausstieg im Zuge der Errichtung des Startschachtes mit errichtet.

#### 4.5.7 Betriebliche Anlagen

Die Betriebsräume in den Haltestellen werden in oder unterhalb der Verteilerebenen sowie neben den Gleisen angeordnet. In der Haltestelle Dannerallee werden auf der Westseite ca. 180 m<sup>2</sup> Fläche für das Unterwerk inkl. der zugehörigen Betriebsräume benötigt.

### 4.6 Bauzeiten Vorzugsvarianten

Eine grobe Ermittlung der Bauzeiten wurde für die Varianten „Schildvortrieb, 2-gleisig“ und „offene Bauweise“ erstellt. Diese Bauzeitenpläne spiegeln den Bearbeitungsstand Sommer 2015 wieder; im weiteren Bearbeitungsverlauf wurden insbesondere die Bautätigkeiten „Anschluss an den Bestand“ und daraus resultierende Sperrzeiten ermittelt. Des Weiteren wurde das Thema Leitungsverlegung durch die HSE vertiefter betrachtet. Die Bauzeiten im Hinblick auf die Leitungsverlegung, insbesondere der Hauptsiele, sind in den Bauzeitenplänen für beide Varianten nicht explizit betrachtet.

Bei den Überlegungen zur Bauzeitenermittlung des Anschlusses an den Bestand wurden hier bereits die betrieblichen Unterbrechungen im Bestand berücksichtigt.

Für beide Varianten „Schildvortrieb, 2-gleisig“ und „offene Bauweise“ ergibt sich eine Gesamtbauzeit von ca. 5 bis 5,5 Jahren.

### 4.7 Verkehrliche Auswirkungen während der Bauzeit

Für die bauzeitliche Verkehrsführung wurde eine Untersuchung erstellt. Während der Bauphasen kommt es zu Straßensperrungen und Einengungen aufgrund von Baustellenflächen im Bereich der Haltestelle Horner Rennbahn und der Manshardtstraße. Hierbei wird die offene Bauweise als Variante mit der größten Beeinträchtigung auf die Anlieger und die Verkehrsführung untersucht. Die Variante Schildvortrieb ist oberflächenschonender und hat tendenziell geringere verkehrliche Auswirkungen während der Bauzeit.

Die Rennbahnstraße weist zwei Richtungsfahrbahnen mit jeweils drei Fahrstreifen auf. Im Zuge der Herstellung der neuen Haltestelle ist ein halbseitiges Bauen möglich, so dass beide Fahrrichtungen auf einer Fahrbahn abgewickelt werden können.

Während der Baumaßnahme können im weitläufigen Umkreis eine Vielzahl von Straßen genutzt werden, die bei einer Sperrung der Manshardtstraße noch weiterhin befahrbar sind, da sie an große Hauptverkehrswege anschließen. Gegebenenfalls müssen zwei Einbahnstraßen (Kroogblöcke und Grüningweg) bauzeitlich für den Zweirichtungsverkehr geöffnet werden. Die Straßenbreiten ermöglichen dies.

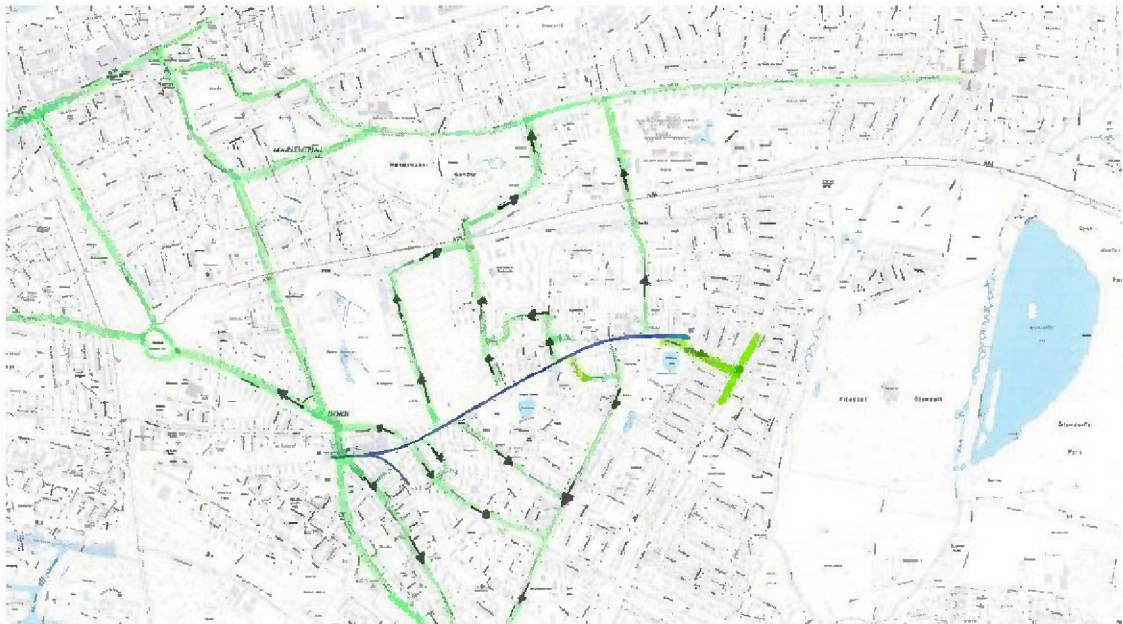


Abbildung 37: Darstellung der möglichen Umleitungswege während der Bauzeit

Im Meurerweg und der Manshardtstraße sind einige Gebäude direkt über das künftige Baufeld erschlossen. Fußläufig sind alle Eingänge der Gebäude während der Bauphase zu erreichen, da eine Vielzahl von Fußwegen zwischen den Wohnkomplexen vorhanden ist. Ausschließlich das Wohnhaus Meurerweg Nr. 5 ist nicht mehr über den Fußweg zugänglich, ein Verkehrsprovisorium muss für die Bauphase dort errichtet werden.

Ein Großteil der Parkflächen der Anwohner ist nur über den Meurerweg und die Manshardtstraße zu erreichen. Davon sind während der Bauphase insgesamt ca. 250 Parkplätze zeitweise betroffen. Ein Großteil davon kann jedoch über Verkehrsprovisorien von der Rückseite erreicht werden.

Nördlich der Legienstraße befindet sich die Sackgasse Graßmannweg. Diese Straße muss während der Bauphase immer zugänglich sein, da sich dort aufgrund einiger Wohnblöcke zwei Feuerwehrezufahrten befinden. Mithilfe von Baugrubenabdeckungen ist es bautechnisch möglich, eine Zufahrt sicherzustellen.

Da die Baumaßnahme abschnittsweise erfolgt und dadurch mehrere Bauphasen sich ergeben, fällt die Dauer der Beeinträchtigung einzelner Straßen und Zugänge viel kürzer als die Gesamtbauzeit des Vorhabens auf.

Im Endzustand der U4 Verlängerung wird die Straßenführung wie zuvor wiederhergestellt bzw. aus Haltestellenausgängen, Notausstiegen und ggf. an die erforderlichen Entrauchungsöffnungen bzw. Druckschwallschächte angepasst. Alle Zuwege und Parkplätze werden zugänglich sein. Durch die aufwändige Baumaßnahme ergibt sich

außerdem für den Träger der Wegebauast die Möglichkeit, den Straßenraum der Manshardtstraße neu und gemäß aktuellen Standards und Richtlinien zu gestalten.

## 4.8 Umweltauswirkungen

Von den sechs verschiedenen Tunnelbauverfahren, die in der Gegenüberstellung der Bauverfahren verglichen und bewertet wurden, wurden drei im Rahmen der weiteren Bearbeitung im Hinblick auf die Umweltauswirkungen näher betrachtet. Die verbleibenden Varianten wurden einer vertiefenden Bearbeitung zur Ermittlung der Umwelt-erheblichkeit unterzogen und bewertet.

Für den erforderlichen Anschluss an den Bestand ist bei der Südausfädelung aufgrund der Höhenlage der bestehenden U2 nur eine offene Bauweise möglich. Ab der Kreuzung Manshardtstraße / Hermannstal bis zum Abstellgleis am Ende der geplanten Strecke wurden hinsichtlich der Umwelteinwirkungen folgende drei unterschiedliche Bauverfahren untersucht:

- Variante 1: unterirdischer Schildvortrieb (2-gleisig, eine Tunnelröhre), im Bereich der Haltestellen offene Bauweise,
- Variante 2: unterirdischer Schildvortrieb (Bahnhofsschild, 1-gleisig, zwei Tunnelröhren), im Bereich der Haltestellen kleinere offene Baugruben,
- Variante 3: komplett offene Bauweise.

Alle Varianten erscheinen aus Sicht der Umweltverträglichkeit grundsätzlich machbar, wobei Variante 2 hinsichtlich der bauzeitlichen Beeinträchtigungen am vorteilhaftesten erscheint.

Zum derzeitigen Zeitpunkt konnte keine Umweltauswirkung identifiziert werden, die einer Realisierung des Vorhabens zwingend entgegensteht. Kritische Punkte sind die Beeinträchtigung des Schutzgutes Mensch durch Baulärm, die Betroffenheit des Wasserschutzgebietes sowie die Beeinträchtigung des Schutzgutes Tiere und Pflanzen durch den Eingriff in den Baumbestand. In den nächsten Planungsschritten sollen Maßnahmen zur Minimierung der bauzeitlichen Beeinträchtigungen sowie zum Ausgleich des Baumbestands erarbeitet werden.

## 4.9 Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen)

Der Platzbedarf für die benötigten Baustelleneinrichtungsflächen wurde für die Variante Schildvortrieb ermittelt, da bei dieser Bauweise ein höherer, konzentrierter Platzbedarf benötigt wird als bei der offenen Bauweise.

Im Bereich des Startschachtes werden ca. 7.000 m<sup>2</sup> BE-Fläche für den Schildvortrieb benötigt. Im Bereich der Ausfädelung Horner Rennbahn wird eine BE-Fläche von ca. 3.000 m<sup>2</sup> notwendig sein. Die Haltestelle Stoltenstraße benötigt etwa 1.500 m<sup>2</sup> BE-Fläche und die Haltestelle Dannerallee kann die BE-Fläche des Startschachtes mit verwenden.

Auf der Fläche südlich der Schule Sterntaler Straße befindet sich der Startschacht. Sie ist ca. 5.500 m<sup>2</sup> groß. Auf dieser Fläche wird der größte Anteil der Baustelleneinrichtung untergebracht.

Als zweite BE-Fläche für den Schildvortrieb kann die südliche Fläche der Sportplätze in der Straße „Bei den Tennisplätzen“ genutzt werden. Die freie Fläche befindet sich in direkter Nähe der Manshardtstraße, weist eine Größe von ca. 6.000 m<sup>2</sup> auf und ist ca. 1,6 km vom Startschacht entfernt. Der südliche Sportplatz ist ca. 1,7 km vom Hor-

ner Kreisel (Autobahnzufahrt) entfernt und eignet sich besonders als Lagerfläche für Materialien, die häufiger an- oder abtransportiert werden müssen (Bodenaushub bzw. Tübbings).

Die BE-Flächen im Bereich der Ausfädelung befinden sich zum einen östlich der Haltestelle Horner Rennbahn auf einem Parkplatz und zum anderen auf der freien Fläche am Sandkamp. Zusammen ergeben diese Flächen ca. 4.000 m<sup>2</sup>.

Eine ca. 2.700 m<sup>2</sup> große Fläche befindet sich direkt südwestlich der geplanten Haltestelle Stoltenstraße. Dort befindet sich aktuell auf der Westseite ein kleiner Basketball- und Fußballplatz.

Die oben genannten Flächenbedarfe stellen lediglich eine erste Abschätzung dar, da sie vom Bauverfahren abhängig sind und in den nächsten Planungsschritten, auch hinsichtlich der möglichen Beeinträchtigung von Anliegern, optimiert werden. Die Betrachtung im aktuellen Planungsstand soll die grundsätzliche Machbarkeit der Einrichtung solcher Flächen darstellen, wobei das endgültige Baustelleneinrichtungsflächenkonzept erst im Rahmen der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung vorgelegt werden kann.

#### **4.10 Machbarkeitsuntersuchung der HSE**

Aufgrund der Kollisionspunkte des U-Bahn-Neubaus mit zahlreichen Hauptseilen und insbesondere mit dem 2009 errichteten Sammler Ost im Bereich der Ausfädelung an der Horner Rennbahn hat die Hamburger Stadtentwässerung (HSE) eine gesonderte Machbarkeitsuntersuchung im Auftrag der HOCHBAHN erstellt.

Die Hamburger Stadtentwässerung hat insgesamt drei von der HOCHBAHN aufbereitete Streckenvarianten im Bezug auf die bauliche Machbarkeit bei den Schnittstellen zwischen U-Bahn-Neubau und Sielanlagen untersucht. Die untersuchten Varianten sind die Südausfädelung mit anschließender offener Bauweise (Kapitel 3.2), die Alternavausfädelung 2 mit Umfahrung des „Telekomgebäudes“ und anschließender Schildvortriebsstrecke (Kapitel 3.4.2) sowie die Nordausfädelung mit Weiterbau in offener Bauweise (Kapitel 3.3). Für alle Varianten wurden machbare und wirtschaftlich vertretbare technische Lösungen für die Hauptziele (z.B. Dükerung, Integration in die U-Bahn-Baugrube oder Verlegung) entwickelt.

Insbesondere bei der Südausfädelung mit anschließender Strecke in offener Bauweise wurde eine technisch machbare Lösung für den Kollisionspunkt zwischen dem Haupt-sammler Ost samt Kontrollschacht und dem U-Bahn-Tunnel in der Kreuzung Hermannstal / Sandkamp erarbeitet. Diese sieht entweder eine Einbindung des Sammlers in die Unterwasserbetonsohle des Tunnelbauwerks oder die Ausbildung des Sammlers als Düker sowie die Verlegung des Kontrollschachtes um etwa 50 m in die Fließrichtung vor.

Bei der Nordausfädelung ist zwar der Sammler Ost nicht betroffen, es wird allerdings ein anderes wichtiges Mischwassersiel im Hermannstal beeinträchtigt, dessen neue Herstellung als Düker vergleichbare Kosten produziert.

Die Südausfädelung mit Umfahrung des „Telekomgebäudes“ und anschließender Tunnelvortriebsstrecke ist zwar aus Sicht der betroffenen Siele sehr vorteilhaft, deren bauliche Machbarkeit konnte allerdings nicht nachgewiesen werden. Deshalb wird diese Variante nicht weiter verfolgt.

Wirtschaftlich bewegen sich die erarbeiteten technischen Lösungen in einem vertretbaren Rahmen.

## 4.11 Bewertung der Vorzugsvarianten für das Bauverfahren

Hinsichtlich des 1. Kriteriums der Konstruktion/Ausführungssicherheit ist darauf hinzuweisen, dass die offene Bauweise ein bewährtes Bauverfahren ist, bei dem weitgehend keine Setzungen zu erwarten sind. Die offene Bauweise ohne Deckel stellt grundsätzlich aufgrund der möglichen Unterwasserbetonsohle im Hinblick auf die Ausführungssicherheit und somit Sicherstellung einer dichten Baugrube aus bautechnischer Sicht die Vorzugsvariante dar.

Allerdings ist es weiterhin möglich, abschnittsweise gegebenenfalls die Deckelbauweise anzuwenden, besonders am Verkehrsknoten zur Aufrechterhaltung des fließenden Verkehrs oder in der Nähe von Gebäuden zur Sicherstellung der Zugänglichkeit und Reduzierung der Beeinträchtigungen. Die Deckelbauweise für die gesamte Strecke wurde ausgeschlossen, da im Bereich der Manshardtstraße keine durchgängige dichte Bodenschicht vorhanden ist (siehe Kapitel 4.4.2).

Hinsichtlich des 2. Kriteriums der Betroffenheiten bestehen zwar Vorteile für die Vortriebsvariante, die sich aber ausschließlich in den Teilen des Streckenbereichs außerhalb der Haltestellen und der Kehr- und Abstellanlage beschränken. Andererseits ist zu beachten, dass der in Frage kommende Startschacht im Umfeld von Wohngebäuden liegen müsste. Negativ auswirken würde sich hier der 24-Stunden Betrieb an 7 Tagen je Woche. Beeinträchtigungen der Anlieger insbesondere auch durch die dauerhaften Arbeiten der Separieranlage sowie den Zu- und Abfahrten von LKW sind als deutlich negativ einzustufen.

Hinsichtlich des Kriteriums 3 ist aus verkehrlicher Sicht die offene Bauweise vorteilhaft, da sie mit der Möglichkeit für einen Mittelbahnsteig an der Endhaltestelle Dannerallee die Fahrgastlenkung erleichtert und durch höher liegende Haltestellen geringere Zugangszeiten zu den Bahnsteigen ermöglicht. Der bei der offenen Bauweise herzustellende Mittelbahnsteig der Endhaltestelle Dannerallee ist ebenfalls aus betrieblicher Sicht vorteilhaft, da damit die Züge durch die Weichenverbindung vor der Haltestelle statt durch die Kehranlage hinter der Haltestelle gekehrt werden können und somit Zeit- und Kostenersparnisse möglich sind.

Zu Kriterium 4, Planungsrisiko, ist zu berücksichtigen, dass im Falle einer Vortriebslösung im Bereich des Startschachtes ein Baubetrieb am Tage und in der Nacht an 7 Tagen in der Woche ununterbrochen erforderlich ist. Die damit einhergehenden Beeinträchtigungen für die Anlieger sind im Hinblick auf die Planungssicherheit negativ zu bewerten. Außerdem ist die offene Bauweise hinsichtlich Planungsrisiken leicht besser zu bewerten als der Schildvortrieb, bei dem die Trasse aufgrund der räumlichen Konflikte mit dem Hauptsammler teilweise zum Straßenraum versetzt unter privatem Grund liegt.

Hinsichtlich des Kriteriums 5, Kosten und Budgetsicherheit, ist zu beachten, dass nur eine beschränkte Anzahl von Tiefbauunternehmen das Tunnelvortriebsverfahren anbieten. Vor dem Hintergrund, dass sich ein Auftrag nur auf eine kurze Vortriebsstrecke beziehen würde, ist zu erwarten, dass im Rahmen einer Ausschreibung kein ausreichendes Wettbewerbspotenzial erreicht werden kann. Dadurch würden sich die ohnehin erheblichen Kosten für die Beschaffung der Vortriebsmaschine zusätzlich erhöhen.

Die offene Bauweise ist demgegenüber ein bewährtes Bauverfahren, das von einer Vielzahl auch mittelständischer Firmen beherrscht wird. Es handelt sich um das kostengünstigere Bauverfahren, bei dem zudem positive Wettbewerbseffekte zu erwarten sind.

Zu Kriterium 6, Bauzeiten, sind keine bewertungsrelevanten Unterschiede der Verfahren zu beachten.

In Bezug auf das Kriterium 7, Bauleistungen, ist darauf hinzuweisen, dass bei einem Schildvortrieb die relativ großen Baustelleneinrahmungen im Bereich des Startschachtes unvermeidbar sind.

Zum Kriterium 8, Umweltbelange, ist darauf hinzuweisen, dass bei einer Schildvortriebsvariante weniger Bäume gefällt werden müssen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Vortriebsstrecken relativ kurz sind und in jedem Fall für die dennoch offen zu bauenden Bereiche entlang der Strecke ca. 160 Bäume entfernt werden müssen. Für den Fall, dass bei einem Vortrieb ein unplanmäßiger Werkzeugwechsel erforderlich werden sollte, müsste unverzüglich eine Baugrube hergestellt werden, wodurch weiterer Baumbestand kurzfristig entfernt werden müsste.

Die Errichtung eines langgestreckten Bauwerkes quer zur Fließrichtung des Grundwassers könnte die Grundwasserverhältnisse entscheidend verändern. In dieser Hinsicht würde die Schildvortriebsvariante Vorteile gegenüber der offenen Bauweise bringen, da der Tunnel auch über seine Oberkante umflossen werden kann. Allerdings können auch bei der offenen Bauweise Ausgleichsmaßnahmen vorgenommen werden, die eine ähnliche Wirkung haben, wie etwa die Beseitigung von Schlitzwänden in Teilbereichen.

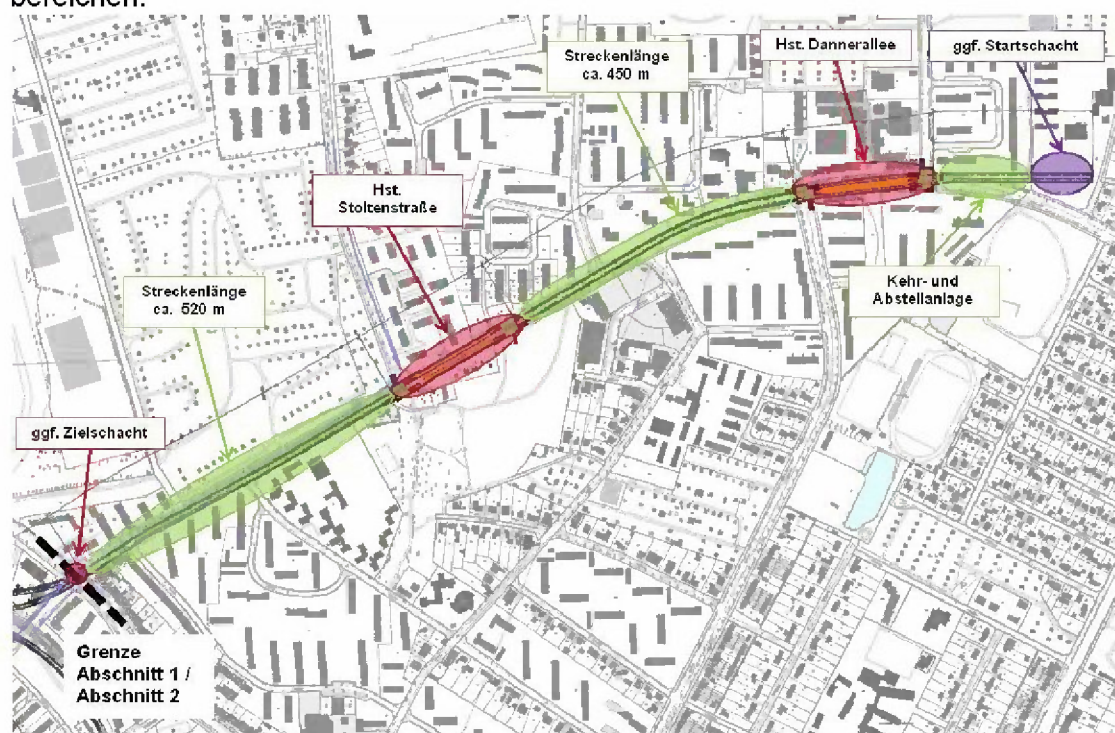


Abbildung 38: Darstellung der Bereiche, die im Schildvortrieb offen (rot) bzw. geschlossen (grün) hergestellt werden müssen

Auf Basis der oben zusammengefassten Bewertung der beiden Vorzugsvarianten für das Bauverfahren spricht Überwiegendes dafür, die offene Bauweise als Grundlage für die weiteren Planungsschritte weiterzuverfolgen. Durch geeignete Maßnahmen, wie abschnittsweises Bauen und Überdeckung wichtiger Kreuzungen, sind die vergleichsweise höheren Beeinträchtigungen des Verkehrs und der Anwohner entlang der Strecke zu minimieren. Die unvermeidlichen Eingriffe in Natur und Landschaft sind nach Maßgabe der gesetzlichen Vorgaben auszugleichen oder zu ersetzen.



## 5 Zusammenfassung

Es wurde der Streckenabschnitt von der Ausfädelung im Bereich der Haltestelle Horner Rennbahn bis zum Ende der Abstellanlage hinter der Haltestelle Dannerallee untersucht. Der Trassenabschnitt ist unterirdisch zu führen. Ziel dieser Untersuchung war eine Überprüfung der technischen und baulichen Machbarkeit verschiedener Bauverfahren sowie das Herausarbeiten von Vorzugsvarianten auf Basis von bautechnischen, betrieblichen, verkehrlichen, umweltfachlichen und wirtschaftlichen Kriterien.

Der vorliegende Bericht wurde von der HOCHBAHN auf Basis der Untersuchungen des Büros ZPP erstellt, welches mit den Untersuchungen zur baulich-technischen Machbarkeit beauftragt wurde. Die baulichen Aspekte der Strecken- und Haltestellenbauwerke sowie die Anschlüsse an den Bestand werden erläutert. Der Bericht beinhaltet neben der Darstellung von Planungsgrundlagen die bautechnische Beschreibung der Bauwerke und eine abschließende Bewertung der baulichen Kriterien.

Im Ergebnis zeigt der vorliegende Bericht, dass die U4-Strecke vom Hermannstal bis östlich der Dannerallee sowohl in offener Bauweise (Gleise nebeneinander) als auch im Schildvortrieb (2 Gleise in einem Querschnitt) und die Herstellung der Haltestellen in offener Bauweise unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen realisierbar und im Vergleich zu den aufgezeigten weiteren Bauverfahren vorteilhaft sind. Die weitere vertiefte Gegenüberstellung der beiden Vorzugsvarianten hat ergeben, dass die offene Bauweise aus bautechnischer, verkehrlicher, betrieblicher und wirtschaftlicher Sicht insgesamt die geeignetste Lösung darstellt. Die Vorzüge der Vortriebsvariante in Bezug auf Umwelt und Anlieger wiegen ihre Nachteile in Bezug auf Bautechnik, Verkehr, Betrieb und Wirtschaftlichkeit nicht auf. Deshalb soll die offene Bauweise als das gewählte Verfahren für die weiteren Untersuchungen herangezogen werden.

Die Ausfädelung aus dem Bestandstunnel im Bereich der Haltestelle Horner Rennbahn ist sowohl als Südausfädelung als auch als Nordausfädelung „light“ umsetzbar, wobei sowohl aus bautechnischer als auch aus betrieblicher, öffentlichkeitsbezogener und wirtschaftlicher Sicht die Südausfädelung als deutlich vorteilhafter eingestuft wurde. Aus diesem Grund wurde die Südausfädelung als Grundlage für die weiteren Planungsschritte festgelegt.