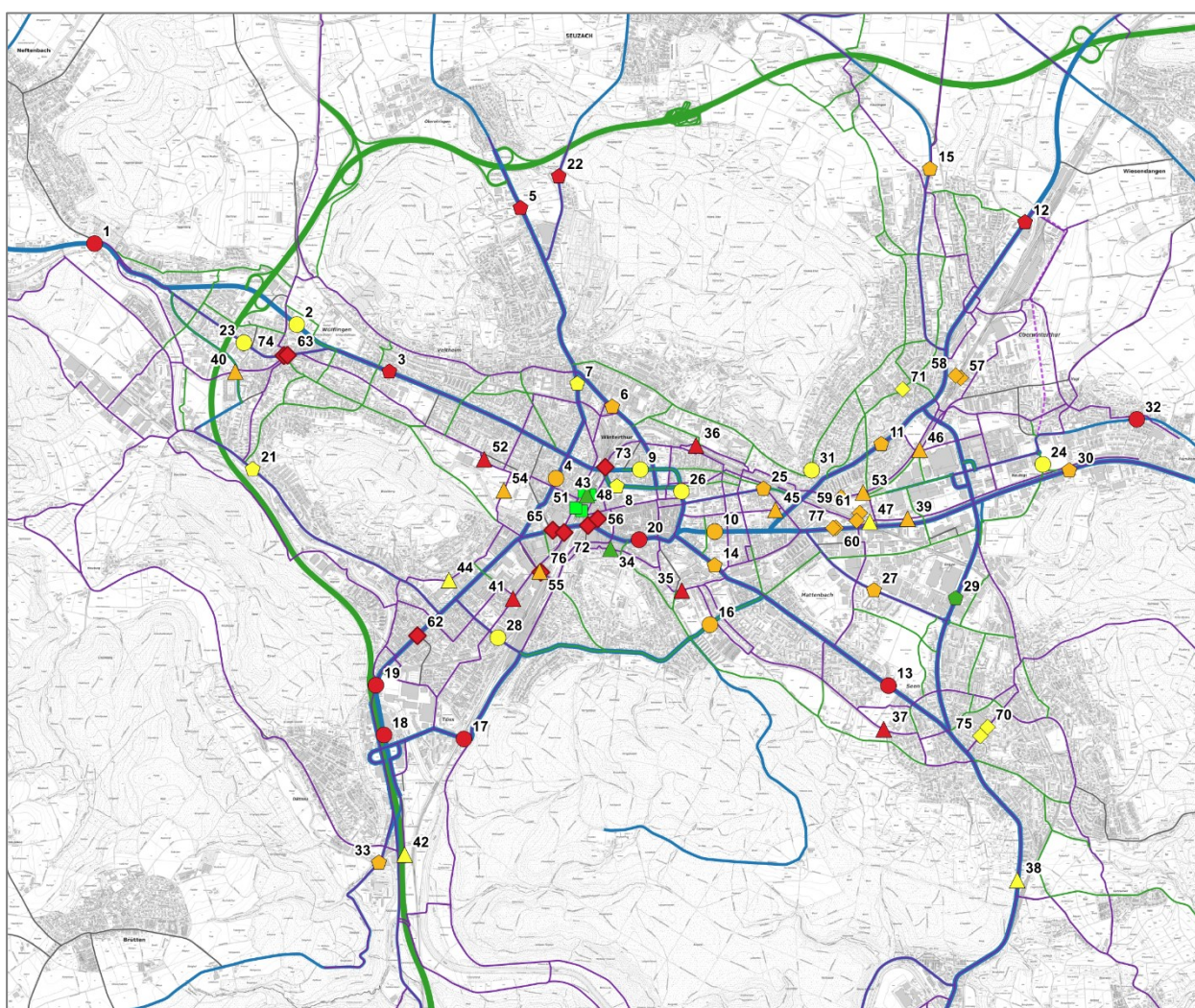


Konzept Verkehrsdatenerfassung



Schlussbericht

Version 1.1, 21.12.2023

Bauherr:

Stadt Winterthur 

Stadt Winterthur
Tiefbauamt
Abteilung Mobilität

Sandra Probst, Projektleiterin
Chantal Schmid-Mohni, Projektleiterin (ab Mai 2023)

Externe Beratung

ingenieur- und
planungsbüro
unseld

Ingenieur- und Planungsbüro Unseld
Kreuzeggweg 6
8400 Winterthur

Alexander Unseld

Telefon +41 52 511 05 80
E-Mail: info@unseld-ing.ch



EM Beratung GmbH
Bruechstrasse 181
8706 Meilen

Thomas Schneider

Inhaltsverzeichnis

Beilagenverzeichnis	4
1 Ausgangslage.....	6
1.1 Bestehende Messstellen	6
1.2 Datenverarbeitung und -auswertung	8
1.3 Vorhandene Konzepte und Studien	9
1.4 Liste der Grundlagendokumente	10
2 Ziele und Anforderungen	11
2.1 Ziele Verkehrsdatenerfassung.....	11
2.2 Begriffsdefinition Verkehrsdaten.....	11
2.3 Anwenderkreise	13
2.3.1 Stadt Winterthur.....	13
2.3.2 Externe Stellen	16
2.3.3 Öffentlichkeit.....	18
3 Zielbild VDE Winterthur	19
3.1 Erfassung MIV	19
3.1.1 Messgrößen	20
3.1.2 Erfassungsintervall und Zeitbezug	20
3.1.3 Fahrzeugklassen	20
3.1.4 Zählstellendichte.....	21
3.2 Erfassung Veloverkehr	21
3.2.1 Messgrößen	21
3.2.2 Erfassungsintervall	22
3.2.3 Fahrzeugklassen	22
3.3 Erfassung Fussverkehr.....	22
3.3.1 Technische Aspekte	23
3.3.2 Erfassungsintervall und Zeitbezug	24
3.3.3 Fahrzeugklassen	24
3.3.4 Messgeräte	24
3.4 Datenqualität.....	24
3.5 Auswertung Verkehrsstatistik	25
3.6 Anbindung an Verkehr-Online	26
3.7 Bereitstellung der Resultate	26
4 Erfassungstechnologien	27
4.1 Einleitung	27
4.2 MIV-Zählstellen.....	27
4.3 Velo-Zählstellen	28

4.4	Fussverkehr-Zählstellen	28
5	Standorte Verkehrsdatenerfassung	29
5.1	Vorgehen	29
5.2	Prioritäten	30
5.3	MIV-Zählstellen.....	30
5.4	Velo-Zählstellen.....	31
5.5	Zählstellen für den Fussverkehr	32
6	Umsetzungskonzept und Kosten	34
6.1	Anzahl Standorte und Umsetzungsprioritäten.....	34
6.1.1	Umsetzung Priorität 1	34
6.1.2	Umsetzung Priorität 2	34
6.1.3	Umsetzung Priorität 3	34
6.2	Grobkostenschätzung CHF +/- 30%.....	35
6.2.1	Gliederung und Annahmen.....	35
6.2.2	Kosten nach Zählstellentyp	36
6.2.3	Kosten Aussenanlagen.....	37
6.2.4	Kosten Stromanschluss.....	37
6.2.5	Kosten Zentrale und SmartTraffic.....	37
6.2.6	Kostenteiler überkommunale Strassen.....	37
6.2.7	Gesamtkosten.....	38

Beilagenverzeichnis

Beilage 1	Übersichtskarte Zählstellen Bestand
Beilage 2	Übersichtskarte temporäre GVM-Zählstellen
Beilage 3a	Übersichtskarte aller Standorte (Priorität 1 – Priorität 3)
Beilage 3b	Übersichtskarte der Standorte für die erste Etappe (nur Priorität 1)
Beilage 3c	Übersichtskarte MIV-Zählstellen
Beilage 3d	Übersichtskarte Velo-Zählstellen
Beilage 3e	Übersichtskarte Zählstellen für den Fussverkehr
Beilage 4	Liste der Standorte für Verkehrsdatenerfassung
Beilage 5	Zählstellenblätter mit Detailinformationen
Beilage 6	Grobkostenschätzung, Ansätze je Zählstellentyp
Beilage 7	Grobkostenschätzung, Kosten je Zählstelle
Beilage 8	Aktennotizen zum Erfahrungsaustausch mit der Stadt Zürich und dem Kanton Aargau
Beilage 9	Dokumentation Erfassungstechnologien

Glossar

ASP	Abendspitzenstunde
ASTRA	Bundesamt für Strassen
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
FTP	File Transfer Protocol (Protokoll für die Übertragung von Dateien über IP-Netzwerke)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
LSA	Lichtsignalanlage
LW	Lastwagen
MODIM	Mobilitäts-Daten-Infrastruktur
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitzenstunde
NADIM	Nationale Datenvernetzungsinfrastruktur Mobilität
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
Swiss10	Fahrzeugklassifizierung gemäss ASTRA-Standard mit 10 Fahrzeugklassen
TBA	Tiefbauamt
VDE	Verkehrsdatenerfassung
VDP-CH	Verkehrsdatenplattform Strasse des Bundesamts für Strassen
VDP-ZH	Verkehrsdatenplattform des Kanton Zürich
VSS	Schweizerische Vereinigung der Strassen- und Verkehrsfachleute

1 Ausgangslage

Mit dem Stadtratsbeschluss SR.21.522-1 wurde das Tiefbauamt der Stadt Winterthur beauftragt eine Strategie für die Verkehrsdatenerfassung für alle Verkehrsträger zu entwickeln und darauf basierend dem Stadtrat Bericht zu erstatten und einen Antrag zu stellen, damit entsprechende Geräte darauf abgestützt beschafft werden können.

Aus diesem Anlass wurde im Auftrag des Tiefbauamts das vorliegende Konzept zur Verkehrsdatenerfassung entwickelt. Es bildet die Grundlage für den Bericht an den Stadtrat, die Projektierung der einzelnen Zählerstandorte und die anschliessende Beschaffung der neuen Zählgeräte.

1.1 Bestehende Messstellen

Die Stadt Winterthur verfügt bisher nur über ein minimales Zählstellennetz. An insgesamt 11 Messquerschnitten gibt es MIV-Zählschleifen in der Fahrbahn und Kabinen am Fahrbahnrand, in denen Zählgeräte vom Typ Marksmann M660 / M680 temporär installiert werden können. Die Zähldauer betrug bisher je Messstelle nur 2 Wochen pro Jahr, eine permanente Erfassung gab es an diesen 11 Standorten bisher nicht. Die Daten wurden bis anhin mit dem Notebook vor Ort von Hand ausgelesen.

Die vorhandenen MIV-Zählgeräte für die temporäre Erfassung wurden seit 2018 nicht mehr verwendet.

Der technische Zustand der bestehenden temporären Zählstellen wurde im Sommer 2021 erhoben. Die vorliegende Bestandserhebung [2] dokumentiert den Zustand der Zählerstandorte und macht Angaben zu den erforderlichen Reparatur- und Wartungsarbeiten, die für eine Wieder-Inbetriebnahme erforderlich wären.

Für den MIV gibt es heute nur eine Dauermessstelle, welche Daten permanent erfasst. Diese befindet sich an der LSA 501 Seener-/Rudolf-Diesel-Strasse (Typ Marksmann M720).

Für den Veloverkehr gibt es heute drei Messstellen. Eine auf der Frohbergstrasse, eine am Knoten Seener-/Rudolf-Diesel-Strasse (LSA 501) und eine an der neuen Velounterführung Bahnhof Nord.

Für den Fussverkehr hat das Tiefbauamt bisher keine permanenten Zählstellen.

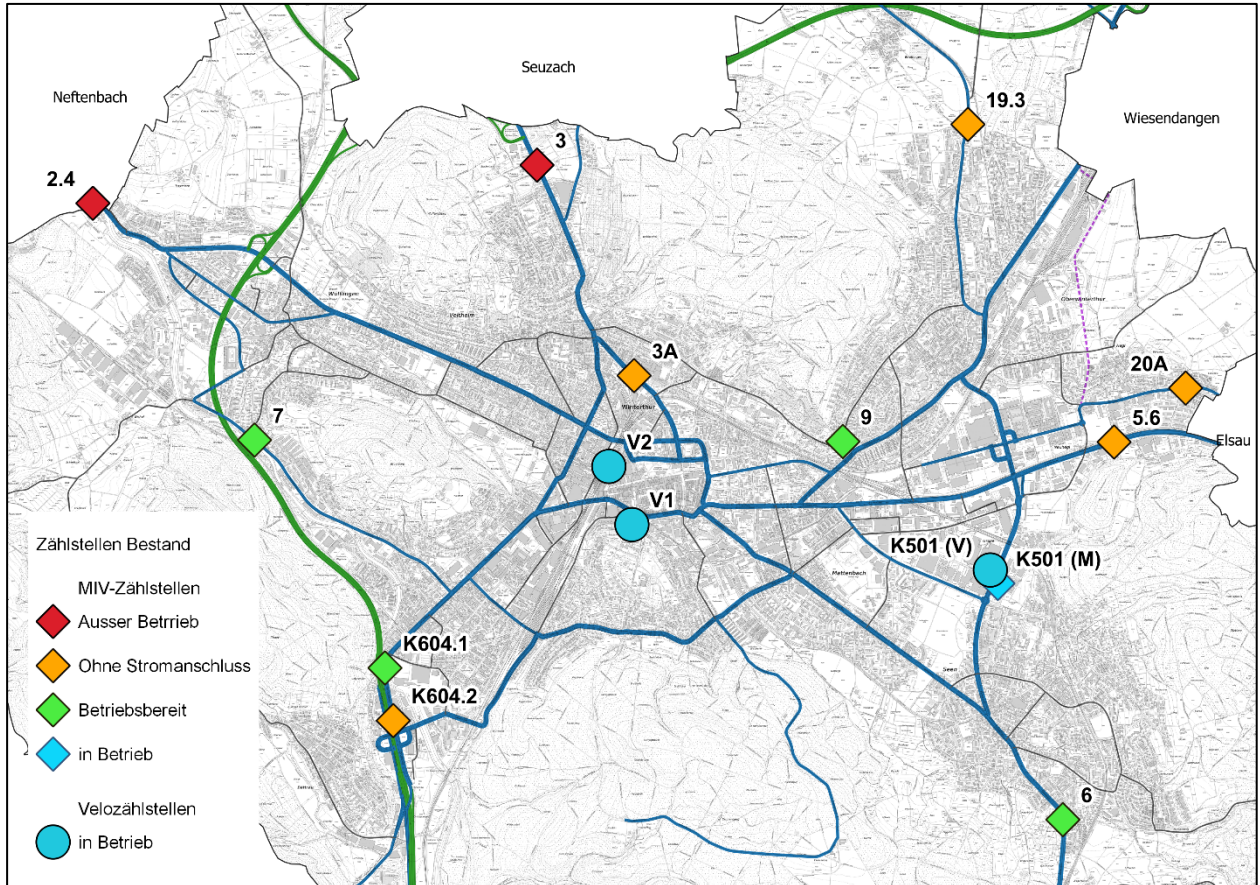


Abbildung 1: Bestehende Messstellen für MIV und Velo

Zusammenfassung Bestandesaufnahme VDE

Messstellen-Nr.	Standort	Schleifenmass	Schleifenzustand	Schleifenwerte	Klassifizierung	Einspeisung	Fazit Dauermessstelle	Ampel
2.4	Hauptstrasse	R1 2.00m / 2.30m R2 2.00m / 2.50m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	Schleife C, nicht in Ordnung Ohmischer Grenzwert	Keine saubere Klassifizierung nach Swiss 10	keine	Aufgrund der Schleifenwerte und das diese nicht sauber klassifiziert nicht zu empfehlen (ohne grössere Anpassungen).	Red
3	Rosenberg	Schleifen 1.50 m / 2.50 m	defekt	alle Schleifen defekt	keine	Einspeisung vorhanden resp. Kabel abder kein Strom. Vielleicht Nachtstrom	Schleifen sind defekt und müssen neu erstellt werden.	Red
3A	Lindstrasse	1.50 m / 2.50 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	keine	Mit Anpassung der Einspeisung kann diese genutzt werden.	Yellow
5.6	St.Gallerstrasse	Schleifen 2.00 m / 3.00 m	in Ordnung	in Ordnung	R2 klassifiziert als 5 statt 3	keine	Mit Anpassung der Einspeisung kann diese genutzt werden. Klassifizierung R2 kann mit speziellen Einstellungen angepasst werden.	Yellow
6	Tösstalstrasse	1.50 m / 2.50 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	Dauerstrom	Kann genutzt werden trotz nicht der Schleifenmasse nach Swiss 10.	Green
7	Schlosstalstrasse	2.00 m / 3.00 m	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	Dauerstrom	Kann genutzt werden.	Green
9	Rychenbergstrasse	Schleifen 2.00 m / 2.50 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	Dauerstrom	Kann genutzt werden.	Green
19.3	Stadlerstrasse	1.50 m / 2.50 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	keine	Kann genutzt werden trotz nicht der Schleifenmasse nach Swiss 10.	Yellow
20A	Rümikerstrasse	2.00 m / 3.00 m	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	keine	Mit Anpassung der Einspeisung kann diese genutzt werden.	Yellow
K604	Stadtauswärts	1.5 m / 2.00 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	schlecht bei Klassen 5-8	Dauerstrom, Achtung FI-Ist nicht aus	Kann genutzt werden. Klassifizierung kann mit speziellen Einstellungen verbessert werden.	Green
K604	Stadteinwärts	1.5 m / 3.00 m nicht Swiss 10	Risse in der Vergussmass	in Ordnung	in Ordnung	keine	Mit Anpassung der Einspeisung kann diese genutzt werden.	Yellow

Abbildung 2: Zusammenfassung Bestandesaufnahme der MIV-Messstellen (Quelle: VR AG, Juli 2021 [2])

1.2 Datenverarbeitung und -auswertung

Bis 2018 wurden die Verkehrsmesswerte und die Daten der LSA-Detektoren bei der Stadtpolizei manuell mit Excel ausgewertet. Seit 2019 ist das Tiefbauamt für die Verkehrsdatenerfassung und Lichtsignalsteuerung verantwortlich. Ende 2021 hat das Tiefbauamt die Software SmartTraffic beschafft, um Verkehrsdaten der Dauerzählstellen und der Lichtsignalanlagen damit auszuwerten.

In Abbildung 3 ist die heutige Einbindung von SmartTraffic in das Netzwerk der Stadt Winterthur dargestellt.

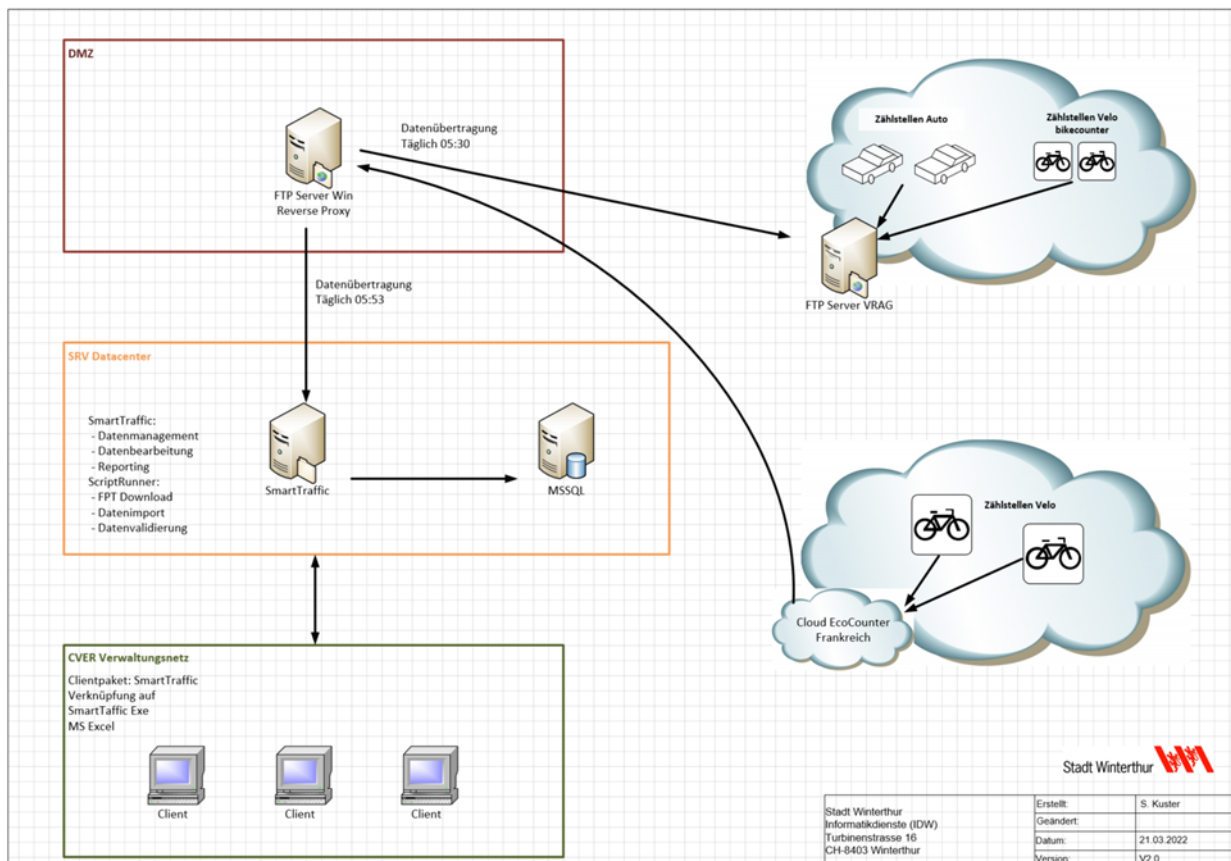


Abbildung 3: Heutige Einbindung von SmartTraffic in das Netzwerk der Stadt Winterthur

Die Zählstelle an der Rudolf-Diesel-Strasse ist eine Messstelle der Marke Bike-Counter. Die Daten werden an einen FTP-Server der VR AG gesendet und stehen dort für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Die Messstellen Frobergstrasse und Turnerstrasse (Bahnhofunterführung Nord) sind von der Firma Eco-Counter. Die Daten werden von der Zählstelle an die Cloud von Eco-Counter übermittelt und werden von dort auf den FTP-Server der Stadt übertragen (siehe Abbildung 3). Die Daten dieser Messstellen sind parallel dazu auch in der Cloud des Herstellers Eco-Counter verfügbar.

Der Transfer zu SmartTraffic im städtischen Netz läuft heute folgendermassen ab:

- Die Messwerte (heute Eco-Counter, Bike-Counter und MIV-Zähler der VR AG) werden morgens um 05:30 auf ein FTP-Verzeichnis in der DMZ übertragen.
- Anschliessend werden die neuen Messwerte aus der DMZ in das städtische Netzwerk transferiert. Der Transfer wird durch das SmartTraffic-Modul «ScriptRunner» ausgelöst und gesteuert.
- SmartTraffic importiert die Messwerte in eine SQL-Datenbank, wo sie für die weitere Verwendung durch SmartTraffic zur Verfügung stehen.

- SmartTraffic kann mit dem SmartTraffic-Client an mehreren PC-Arbeitsplätzen in der Stadtverwaltung genutzt werden (derzeit 5 Client-Lizenzen).

Die in Abbildung 3 dargestellte Vernetzung der Infrastrukturen soll vom Grundsatz her auch in Zukunft so beibehalten werden. Die Messdaten aus unterschiedlichen Quellen (heute VR AG und eco-counter) sollen auf einen städtischen Server übertragen werden, damit sie von SmartTraffic von dort abgeholt und weiterverarbeitet werden können.

1.3 Vorhandene Konzepte und Studien

Es wurden in den letzten Jahren bereits Grundlagen erarbeitet, die in einem zukünftigen VDE-Konzept zu berücksichtigen sind:

- Es liegt ein stadinterner Entwurf für ein Verkehrserfassungskonzept vor (Stand Juni 2020), in dem die Ausgangslage und die grundsätzlichen Anforderungen an ein Messstellenetz skizziert sind. Auf dieser Grundlage wurde die Software SmartTraffic beschafft, welche seit Ende 2021 beim Tiefbauamt für die Auswertung von historischen Verkehrsdaten und die Erzeugung der Jahresstatistik zum Einsatz kommt.
- Es gibt eine Bestandsaufnahme der heutigen Verkehrsmessstellen. Der Bericht der VR AG (Stand Juli 2021) beschreibt die Ausrüstung und den aktuellen Zustand der Messstellen. Zudem zeigt er was erforderlich wäre, damit die vorhandenen Messstellen wieder in Betrieb genommen werden könnten. Es ist das Ziel, die bestehenden Standorte möglichst weiter zu nutzen, sofern sie gemäss VDE-Konzept geeignet sind.
- Im Zusammenhang mit den geplanten Veloschnellrouten wurden bereits mögliche Standorte für Velomesstellen grob bezeichnet. Darauf ist aufzubauen, wobei die bisherigen Überlegungen kritisch zu prüfen und zu erweitern sind.
- Im Auftrag des Kanton Zürich, Amt für Mobilität (ehemals Amt für Verkehr), wurde ein kantonsweites Zählstellenkonzept für das Gesamtverkehrsmodell (GVM) entwickelt (Transoptima, Juli 2016). Das Konzept benennt die optimalen Messstandorte für das Stadtgebiet Winterthur aus Sicht des GVM. Neben 6 permanenten Zählstellen sieht das Konzept für Winterthur ein Ergänzungsnetz mit 42 Standorten für temporäre Zählungen vor, an denen alle 2 oder 5 Jahre Erhebungen (z.B. mit Seitenradar) durchgeführt werden sollen.
- Im Rahmen des Forschungsprojektes SVI 2017/009 wurde auf dem Bahnhofplatz in Winterthur eine Piloterhebung des Fussverkehrs durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind bei den Messstellen für den Fussverkehr zu berücksichtigen.
- An den meisten Zufahrten der Lichtsignalanlagen werden heute die Rotlichtschleifen für die Verkehrszählung verwendet. Diese Einzelschleifen liefern die Anzahl Fahrzeuge je Messintervall, ohne Geschwindigkeit und ohne Fahrzeugklassen. Bezüglich der Messgenauigkeit gibt es Vorbehalte, wobei bisher keine systematische Untersuchung diesbezüglich stattgefunden hat. Mit den LSA-Schleifen ist zwar keine Unterscheidung von Fahrzeugklassen möglich. Es wäre aber denkbar, dass die LSA-Schleifen zukünftig als ergänzende Datenquelle genutzt werden, bspw. um die Anteile von Abbiegeströme zu bestimmen. Hinweise zur Nutzung von Schleifen an LSA enthält der VSS-Forschungsbericht Nr. 1701 vom Juli 2021 «Verkehrsdatenerfassung über Sensoren von LSA». Im Zusammenhang mit dieser Forschungsarbeit wurde auch eine Software entwickelt, mit der die Qualität der LSA-Zählungen analysiert werden kann ([14] TrafMetric, CountQuality, Adaptive Traffic Control AG, Winterthur). Dieses Analysetool könnte zukünftig für die Qualitätsbeurteilung der LSA-Zählungen der Stadt Winterthur verwendet werden; mit dem heutigen Verkehrsrechner ist das aber noch nicht möglich.

1.4 Liste der Grundlagendokumente

-
- [1] Verkehrsdatenstrategie Stadt Winterthur, 15.06.2020, internes Dokument des Tiefbauamts
-
- [2] Bestandesaufnahme VDE Stadt Winterthur, VR AG, 13.07.2021
-
- [3] Zählstellenkonzept Strassenverkehr im Kanton Zürich, Juli 2016, transoptima GmbH (im Auftrag des Kanton Zürich, AFV/GVM)
-
- [4] Verkehr 2014, Statistische Werte, Verkehrsbericht der Stadt Winterthur
-
- [5] Übersichtskarte Lichtsignalanlagen und Zählstellen, M 1:20'000, Tiefbauamt Stadt Winterthur, 06.05.2021,
-
- [6] Handbuch Verkehrsdatenerfassungs-Anlagen (VDE), Version 3 vom 14. Juli 2021, Kanton Zürich Tiefbauamt
-
- [7] VDP-ZH Anwenderhandbuch, intersys AG, 16.11.2021
-
- [8] ASTRA Richtlinie Verkehrszähler. Ausgabe 2009, V1.06, ASTRA 13012
-
- [9] Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement, VSS- Forschungsbericht Nr. 1332, Mai 2011 (VSS 2006/905)
-
- [10] sonRoad18, Berechnungsmodell für Strassenlärm, Modellbeschreibung, EMPA, 09.07.2018
-
- [11] SVI Forschungsbericht FB 1720 »Empfehlungen zur Erhebung des Fussverkehrs« aus dem Forschungsprojekt SVI 2017/009, 2021,
-
- [12] Fussgängerströme Bahnhofplatz Winterthur, Piloterhebung im Rahmen des Forschungsprojektes SVI 2017/009, Pestalozzi & Stäheli GmbH, 26.02.2021
-
- [13] Verkehrsdatenerfassung über Sensoren von LSA, VSS-Forschungsbericht Nr. 1701 vom Juli 2021 (VSS 2019/126)
-
- [14] traf Δ metric | count quality Zählqualität von Detektoren, Leitfaden und Benutzeranleitung, Version 00-01-01, Adaptive Traffic AG, März 2022
-
- [15] Webseite des Bundesamts für Verkehr mit Information zu MODI und NADIM: <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/allgemeine-themen/mmm.html>, Webseite zuletzt aufgerufen am 28.11.2023
-

2 Ziele und Anforderungen

2.1 Ziele Verkehrsdatenerfassung

Mit dem Konzept für die Verkehrsdatenerfassung verfolgt die Stadt Winterthur folgende Ziele:

- Festlegung geeigneter Standorte für die automatische Erfassung von MIV, Velo- und Fussverkehr
- Konzept für einen stufenweisen Aufbau der Verkehrsdatenerfassung inkl. Grobkostenschätzung.
- Konzept für die Erfassung von Verkehrsmesswerten und die Bereitstellung von verkehrsbezogenen Kenngrössen für Planungsaufgaben in den Bereichen Mobilität, Strassenbau und Umwelt und für die Kommunikation gegenüber politischen Gremien und der Öffentlichkeit.

2.2 Begriffsdefinition Verkehrsdaten

Der Begriff «Verkehrsdaten» umfasst verschiedene Arten von Daten mit teilweise unterschiedlichen Eigenschaften. Eine mögliche Auslegeordnung ist im VSS-Forschungsbericht Nr. 1332 [9] enthalten. Verkehrsdaten und verkehrsbezogene Daten können demnach durch folgende Eigenschaften beschrieben werden (nicht abschliessend):

- **Dateninhalt (Thema)**
 - Verkehrsgrössen: Gemessene oder berechnete Grössen zum öffentlichen Verkehr sowie zum fließenden und ruhenden Individualverkehr (MIV, Velo- und Fussverkehr).
 - Umfelddaten: Wetter und Strassenzustand
 - Technische Meldungen: Betriebs- und Störungsmeldungen
 - Meldungen zu Ereignissen und Gefahren: Ereignismeldungen oder polizeiliche Anordnungen
 - Verkehrsinformationen: über verschiedene Kanäle, kollektiv (Radio, WTA) oder individuell (Navigationsgeräte)
- **Datenherkunft**
 - Messwert (Rohdaten, so wie sie von einem Messsystem geliefert werden)
 - Berechneter Wert (z.B. das Resultat einer Aggregation)
 - Manuelle Eingabe (z.B. redaktionell aufbereitete Verkehrsinformationen oder Referenzwerte)
- **Zeitbezug**
 - Zeitbezugsart:
 - Eindeutig (Einzelfahrzeugmessung),
 - nicht eindeutig (z.B. Summe oder Mittelwert eines Intervalls)
 - unbestimmt (z.B. Tagesganglinie)
 - Zeitliche Auflösung:
 - Einzelfahrzeuge (vehicle-by-vehicle)
 - Intervalle (Minuten, Stunden, Tage, Wochen, Monate, Jahre)
- **Raumbezug**
 - Raumbezugsart
 - planar (mit Koordinaten)
 - linear (z.B. km-Position entlang einer definierten Strassenachse)
 - topologisch (z.B. ein Abschnitt zwischen planar definierten Knoten A und B)
 - Räumliche Auflösung
 - Querschnitt, Streckenabschnitt, fahstreifenfein, usw.
- **Datenqualität**
 - Thematische Genauigkeit
 - Aktualität

- Zeitliche Genauigkeit
- Lagegenauigkeit
- Vollständigkeit
- Räumliche Abdeckung

- **Verwendungszweck**
 - Verkehrsplanung (offline)
 - Verkehrsstatistik (offline)
 - Verkehrsprognose (online + offline)
 - Verkehrszustandsberechnung (online)
 - Verkehrsbeeinflussung (online)
 - Verkehrsinformation (online)

Für das VDE-Konzept Winterthur soll der der Begriff «Verkehrsdaten» wie folgt eingegrenzt werden:

- Bei den Dateninhalten geht es in erster Linie um die Erfassung makroskopischer Verkehrsgrössen wie Anzahl Fahrzeuge, Anzahl Personen, Geschwindigkeit und Dichte sowie um die Betriebs- und Störungsmeldungen der Messsysteme, sofern sie für die spätere Auswertung relevant sind.
- Bei den Verkehrsgrössen wird unterschieden in gemessene und berechnete Grössen. Daneben gibt es auch vordefinierte Grössen. Das sind beispielweise Referenzwerte wie die Kapazität eines Knotens oder einer Strasse, die Kapazität einer Parkieranlage sowie die fahrplanmässigen Zeiten im ÖV (Ankunft, Abfahrt, Umsteigezeit).
- Die wichtigsten Verwendungszwecke sind: Verkehrsplanung, Verkehrstechnik sowie Luft- und Lärmberechnungen und die Verkehrsstatistik (Jahresstatistik DTV/DWV, Stundenganglinien, Verkehrsstärke Morgen- und Abendspitze usw.).
- Für die statistische Auswertung sind auch Umfelddaten relevant, wie z.B. Tage mit Regen oder Schnee, damit diese Tage separat ausgewertet werden können. Beispielsweise geht es darum den Einfluss von Regen, Kälte, Schnee auf die Verkehrsmittelwahl nachzuvollziehen.
- Bei der Verkehrsprognose ist bis auf Weiteres nur die offline-Prognose relevant, mit dem kantonalen Verkehrsmodell oder mit anderen Modellen im Rahmen von Studienaufträgen. Bei der Festlegung der neuen Zählerstandorte sollen daher auch das Zählstellenkonzept für das GVM [3] berücksichtigt werden.
- Eine Online-Verkehrslageberechnung oder Online-Prognose ist derzeit nicht beabsichtigt, soll aber für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden. Das VDE Konzept behandelt aber nicht die Input-Daten, die für eine Online-Verkehrsbeeinflussung (z.B. verkehrsabhängige Steuerung der LSA mit Echtzeitdaten) erforderlich sind.

2.3 Anwenderkreise

Die Anforderungen an die Dateneigenschaften sind abhängig vom Nutzerkreis und dem Verwendungszweck. Die grosse Mehrzahl der Nutzerinnen und Nutzer benötigen nicht die rohen Messwerte, sondern validierte, plausibilisierte und aggregierte Verkehrsgrössen. Also Daten, die je nach Bedürfnis in mehreren Arbeitsschritten aufbereitet und in einer adressatengerechten Form bereitgestellt werden. Das mögliche Spektrum reicht von maschinenlesbaren Echtzeitdaten, bis hin zu redaktionell bearbeiteten Publikationen im Rahmen eines jährlichen Verkehrsberichts.

Tabelle 1: Nutzer von Verkehrsdaten

Nutzer		Verwendungszweck
Stadtverwaltung (intern)	Tiefbauamt Mobilität	Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
	Tiefbauamt Projektierung & Realisierung	Projektierung Strasse (Verkehrslastklassen)
	Tiefbauamt Betrieb & Unterhalt	Unterhalt, Strassenbaustellen
	Tiefbauamt Entwässerung	Projektierung Strassenentwässerung
	Amt für Baubewilligungen, Energie und Technik	Lärmberechnungen
	Umwelt + Gesundheitsschutz	Emissionskataster Luftschadstoffe
	Amt für Städtebau	Richt- und Nutzungsplanung
	Fachstelle Statistik	Jahresstatistik Stadt Winterthur
	Stadtpolizei	DTV-Werte auf Hauptachsen
Externe Stellen	Kanton Zürich AFM	Daten für Gesamtverkehrsmodell
	Hochschulen	Daten für Forschung und Lehre
	Ingenieurbüros	Daten für Projektbearbeitung
	Informations-Dienstleister	Input für Verkehrsinformationen
	VDP ZH (Verkehr Online)	Bereitstellung von MIV-Verkehrsdaten
	NADIM (Nationale Daten- vernetzungsinfrastruktur Mobilität)	Verkehrsträgerübergreifender Austausch von Mobilitätsdaten (national)
Öffentlichkeit		Information für die Bevölkerung, Statistiken, Verkehrsberichte, OGD-Publikationen

Für die einzelnen Anwendergruppen sind die Anforderungen nachfolgend beschrieben.

2.3.1 Stadt Winterthur

2.3.1.1 Tiefbauamt

Im Tiefbauamt benötigen die Abteilungen Mobilität, Projektierung & Realisierung, Betrieb & Unterhalt und Entwässerung verschiedene Verkehrsdaten für ihre Aufgaben.

Die Abteilung Mobilität ist seit 2019 für die Erhebung, Verarbeitung und Bereitstellung der Verkehrsdaten innerhalb der Stadtverwaltung verantwortlich. Das Aufgabengebiet umfasst alle Aspekte der

Verkehrsplanung für MIV, Velo und Fussverkehr. Auch die Projektierung und der Betrieb der Lichtsignalsteuerung, der Verkehrszählstellen und des Parkleitsystems gehören seit 2019 bzw. 2022 ebenfalls zum Aufgabenbereich.

Das Datenbedürfnis der unterschiedlichen Abteilungen des Tiefbauamtes lässt sich aus Nutzersicht wie folgt beschreiben:

Basis-Anforderung

- Durchschnittlicher Tagesverkehr DTV und durchschnittlicher werktäglicher Verkehr DWV für MIV, Velo und Fussverkehr.
- Schwerverkehrsanteil DTV und DWV (nur bei MIV-Zählstellen)
- Verkehrsstärke und lokale Geschwindigkeit im Stundenintervall (evtl. auch 15-Minuten-Intervall).
- Beim Fussverkehr sind, projektspezifisch und je nach Aufgabenstellung, teilweise auch kürzere Intervalle erforderlich.
- Bei den MIV-Zählstellen mindestens mit Unterscheidung von Zweirädern, Personenwagen und Lastwagen.
- Berücksichtigung von Feiertagen bei der Auswertung. (ggf. auch Ausschluss von weiteren Zeiträumen z.B. bei Einfluss aufgrund von Baustellen)
- Umrechnung von Fahrzeugklassen in PW-Einheiten.
- Angaben zur Datenqualität (Datenlücken, Ausreisser)
- Ausgabe der Resultate in tabellarischer Form und als Diagramme

Erweiterte Anforderungen

Die erweiterten Anforderungen beziehen sich nicht auf die Erfassung, sondern auf die Auswertung der Daten mit SmartTraffic:

- Dauerlinie der stündlichen Verkehrsstärken eines Jahres (bspw. mit 30., 50., 100. Stunde)
- Summe, arithmetisches Mittel sowie Perzentile (15, 25, 50, 75, 85) von Verkehrsstärke und Geschwindigkeit, je nach Bedarf aggregiert nach Stunden, Wochentagen, Monaten, Jahren.
- Berechnung der Verkehrsdichte k anhand der stündlichen Verkehrsstärke q und der mittleren Geschwindigkeit v (sofern die Messstelle von der Lage her dafür geeignet ist).
- Entwicklung DTV und Spitzenstunde über mehrere Jahre.
- Direkter Zugriff auf die Rohdaten des laufenden Jahres und der vergangenen Jahre für eigene Auswertungen.

Für die Verkehrsplanung (ausser Lärmberechnungen), für die Abschätzung der Knotenleistungsfähigkeit, oder für die Dimensionierung des Oberbaus ist eine Unterscheidung der Fahrzeugkategorien Motorrad, Personenwagen und Lastwagen in der Regel ausreichend.

Eine Unterscheidung zwischen Velos, E-Bikes und den leichten motorisierten Zweirädern ist bei Swiss10 nicht vorgesehen. Daher sollte grundsätzlich eine separate Erfassung des Veloverkehrs angestrebt werden.

Innerhalb des Tiefbauamtes hat die Abteilung Mobilität die höchsten Anforderungen an die Verkehrsdaten. Die Bedürfnisse der Abteilungen Projektierung & Realisierung, Betrieb & Unterhalt und Entwässerung können bereits mit den Basisanforderungen abgedeckt werden.

2.3.1.2 Amt für Baubewilligungen, Abteilung Energie und Technik

Die Abteilung Energie und Technik ist zuständig für den Vollzug der eidgenössischen Lärmschutzverordnung und benötigt Verkehrsdaten für die Lärmberechnungen mit dem Berechnungsmodell sonRoad18 [10]. Die Input-Verkehrsdaten für das Modell sollen nach Auskunft der Fachstelle folgende Anforderungen erfüllen:

Basis-Anforderungen der Abteilung Energie und Technik

- Durchschnittlicher Tagesverkehr DTV für den MIV
- Anzahl Fahrzeuge pro Stunde am Tag (06:00 - 22:00) Nt
- Anzahl Fahrzeuge pro Stunde in der Nacht (22:00 - 06:00) Nn
- Anteil lärmintensiver Fahrzeuge am Tag in % P_Nt
- Anteil lärmintensiver Fahrzeuge in der Nacht in % P_Nn
- Alle Werte mit Fahrzeugklassen nach Swiss10

Optionale Anforderungen der Fachstelle Energie

- Mittlere Geschwindigkeit am Tag
- Mittlere Geschwindigkeit in der Nacht
- 60% Perzentil der Geschwindigkeit am Tag
- 60% Perzentil der Geschwindigkeit in der Nacht
- Fahrzeugklassifizierung Swiss10 PLUS MIV, mit 5 zusätzlichen Unterklassen zur Unterscheidung von elektrisch oder hybrid angetriebenen Fahrzeugen.
- Signalisierte Geschwindigkeit, jeweils am Tag und in der Nacht

Der massgebende Unterschied zu den unter 2.3.1.1 genannten Anforderungen des TBA, sind die Fahrzeugklassen nach Swiss10 und die daraus abgeleitete Unterscheidung der lärmintensiven Fahrzeuge (Schwerverkehr + Motorräder). Das Modell sonROAD18 prognostiziert die akustische Emission separat für jede Swiss10-Fahrzeugkategorie. Die volle Modellgenauigkeit kann nur bei Vorliegen entsprechender Detailkenntnis erwartet werden.

Gemäss der Abteilung Energie und Technik werden auch Angaben zu Elektro- oder Hybrid-Fahrzeugen benötigt, diese Einteilung wird als Swiss10 Plus MIV bezeichnet. Die Unterklassen für hybride oder elektrisch betriebene Fahrzeuge können mit den heute üblichen Detektionstechnologien (Schleifen, Infrarot, Radar, Ultraschall, Video oder Laser) nicht erfasst werden. Der Anteil dieser Fahrzeuge am Gesamtverkehr müsste mit anderen Methoden erhoben oder abgeschätzt werden (z.B. mit Videoerkennung oder anhand der Fahrzeugzulassungen). Weitere Hinweise dazu enthält der sonRoad18 Modellbeschreibung [10].

Die Abteilung Energie und Technik benötigt keine Daten zum Velo- und Fussverkehr.

2.3.1.3 Fachstelle Umwelt (Departement Sicherheit und Umwelt)

Die Fachstelle Umwelt ist zuständig für das Emissionskataster, welches alle 2 Jahre (bisher alle 4 Jahre) aktualisiert wird.

Für die Berechnungen wird der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV im Jahresmittel) mit Fahrzeugklassifizierung benötigt. Wie bei den Lärmberechnungen, sind auch Angaben zu emissionsarmen Fahrzeugen von Interesse.

2.3.1.4 Stadtentwicklung, Fachstelle Statistik

Die Fachstelle Statistik benötigt monatliche DTV-Werte auf verschiedenen Achsen, damit der Jahresverlauf abgebildet werden kann. Weitergehende Anforderungen des Fachstelle Statistik gibt es nicht, es sind auch keine spezifischen Erhebungen erforderlich.

2.3.1.5 Stadtpolizei

Die Stadtpolizei ist an DTV-Werten auf den Hauptachsen interessiert.

2.3.2 Externe Stellen

2.3.2.1 Amt für Mobilität

Das kantonale Amt für Mobilität (AFM) ist zuständig für das kantonale Gesamtverkehrsmodell. In regelmässigen Abständen wird das Modell mit aktuellen Messwerten kalibriert. Im Auftrag des AFM wurde das «Zählstellenkonzept Strassenverkehr im Kanton Zürich» [3] entwickelt, welches auch Zählerstandorte in Winterthur definiert. Das Konzept geht in Winterthur von einem Mix an permanenten Swiss10-Zählstellen und temporären Zählungen mittels Seitenradar aus. Die Swiss10-Standorte werden im vorliegenden Konzept berücksichtigt. Die temporären Radarzählungen werden für das GVM alle 2-5 Jahre im Auftrag des AFM durchgeführt, sie sind aber nicht Bestandteil des vorliegenden VDE-Konzepts.

Für das GVM werden je Richtung benötigt: DTV, DWV, MSP, ASP, jeweils aufgeteilt in die fünf Fahrzeugsegmente Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Last- und Sattelzüge.

Bei der Wahl der neuen Zählerstandorte werden die Standortempfehlungen von [3] mitberücksichtigt.

2.3.2.2 Weitere Ämter und Fachstellen

Im Rahmen des «Zählstellenkonzepts Strassenverkehr im Kanton Zürich» [3] wurden die Bedürfnisse des Amtes für Mobilität, des kantonalen Tiefbauamts, der kantonalen Fachstelle Lärmschutz, der Kantonspolizei sowie der Dienstabteilung Verkehr und des Tiefbauamts der Stadt Zürich erhoben.

Ein weitergehendes Datenbedürfnis, welches über die oben genannten Anforderungen des Amtes für Mobilität hinausgeht, ist nicht bekannt.

2.3.2.3 Ingenieurbüros

Für Planungs- und Projektierungsaufträge benötigen die beauftragten Büros regelmässig Verkehrszahlen. Neben aggregierten Grössen wie DTV, DWV, MSP, ASP sollten für die Ingenieurbüros auch die Rohdaten verfügbar gemacht werden, sodass beliebige projektspezifische Auswertungen möglich sind.

2.3.2.4 Hochschulen

Das Datenbedürfnis der Hochschulen lässt sich nicht im Voraus eingrenzen. So wie für Ingenieurbüros soll auch eine Zugriffsmöglichkeit auf historische Rohdaten geschaffen werden. Die Bereitstellung von Echtzeitdaten (für Forschungszwecke) wäre allenfalls eine Option für die Zukunft.

2.3.2.5 VDP Verkehr Online

Das Tiefbauamt des Kantons Zürich hat 2021 die Verkehrsdatenplattform (VDP) «Verkehr Online» in Betrieb genommen [7]. Die VDP ist als Maschine zu Maschine Schnittstelle (M2M) für eine zeitnahe Bereitstellung von MIV-Zählerdaten und der LSA-Daten konzipiert.

Neben Einzelfahrzeugdaten (vehicle-by-vehicle) können auf der kantonalen Plattform auch Intervalldaten verarbeitet werden. Es werden 1 -Minuten-Intervalle unterstützt (ASTRA-Daten im europäischen DATEX II Format OTP) sowie 5- Minuten-Intervalle (Kt. ZH, VDP-Format).

Neben der maschinenlesbaren Schnittstelle für Einzelfahrzeugdaten, bietet die VDP auch gewisse Möglichkeiten für den Datendownload und Datenauswertung durch Fachanwender. Die Datenauswertung und Verkehrsstatistik steht bei der VDP aber nicht im Vordergrund, da diese Aufgabe beim Kanton mit SmartTraffic bearbeitet wird. Alle Daten der Plattform können mittels Filterfunktionen ausgewählt und als CSV-Datei runtergeladen werden.

Die VDP ist so konzipiert, dass sie auch für Verkehrsdaten der Städte Zürich und Winterthur genutzt werden könnte. Allenfalls müssten Inputschnittstellen angepasst werden. Mit der VDP gibt es die Möglichkeit alle MIV-Verkehrsmesswerte und auch die LSA-Daten für externe Stellen verfügbar zu machen. Zusammen mit den LSA- und Zählerdaten der Städte Zürich und Winterthur könnte auf diese Weise eine umfassende und einheitliche Datensammlung für den Kanton Zürich und die Städte geschaffen werden.

2.3.2.6 Mobilitätsdateninfrastruktur (MODI)

Um die Infrastrukturen und Angebote des öffentlichen und privaten Verkehrs optimal nutzen zu können, braucht es einen besseren Informationsfluss zwischen Infrastrukturbetreibern, Verkehrsunternehmen, privaten Anbietern und Verkehrsteilnehmenden. Der Bundesrat möchte daher eine staatliche **Mobilitätsdateninfrastruktur (MODI)** aufbauen. Die MODI soll die Nutzung von Mobilitätsdaten (Lieferung, Bereitstellung, Austausch, Verknüpfung, Bezug) verkehrsträgerübergreifend verbessern.

Die MODI besteht in einer ersten Phase aus zwei Hauptelementen: NADIM und Verkehrsnetz CH. Die NADIM (Nationale Datenvernetzungsinfrastruktur Mobilität) ermöglicht den standardisierten Austausch von Mobilitätsdaten und damit die Vernetzung von öffentlicher Hand, Mobilitätsanbietern, Entwicklern und Betreibern von digitalen Kundenlösungen (z.B. Apps) sowie weiteren Akteuren wie Wissenschaft und Forschung. Das Verkehrsnetz CH ist eine einheitliche, digitale Abbildung des gesamten Verkehrssystems der Schweiz. Hier sollen alle Daten zu den Verkehrsnetzen und der zugehörigen Infrastrukturen der öffentlichen Hand zentral durch den Bund synchronisiert, erweitert und optimiert werden. Damit bildet Verkehrsnetz CH das zentrale räumliche Referenzsystem für die Verknüpfung von Mobilitätsdaten über die NADIM. Die MODI soll bei Bedarf flexibel mit weiteren Bestandteilen ergänzt werden können.

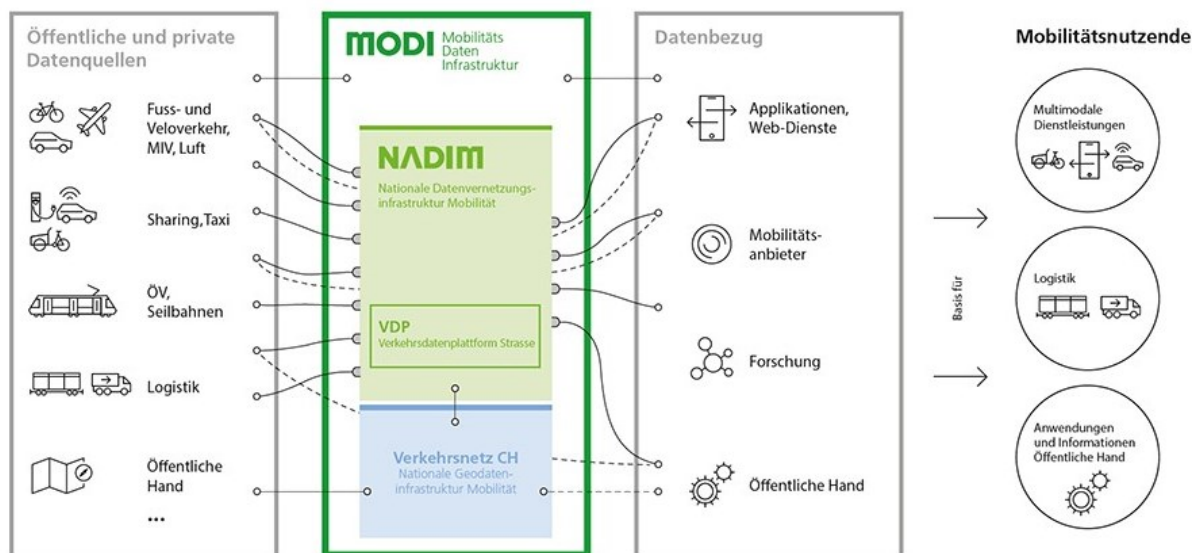


Abbildung 4: Die Mobilitätsdateninfrastruktur im Mobilitätssystem (Quelle: www.bav.admin.ch [15])

Neben den Daten zum ÖV und zur Vernetzung von ÖV und Sharing-Angeboten, beinhaltet NADIM auch eine nationale Verkehrsdatenplattform Strasse (VDP-CH),

Als erste kantonale Datenplattform wurde die VDP-ZH im Rahmen eines Pilots mit der VDP-CH vernetzt. Beide Plattformen liefern sich gegenseitig Daten. Auf der VDP-ZH sind die ASTRA-Zählerdaten verfügbar (separate Lizenz erforderlich) und umgekehrt werden die kantonalen Daten von Dauerzählstellen und LSA an die VDP-CH übermittelt.

Mit einer allfälligen Abgabe der Winterthurer MIV-Messwerte (Dauerzählstellen und LSA) an die kantonale VDP-ZH und dem Datenaustausch zwischen der VDP-ZH und der VDP-CH, könnten damit auch die Verkehrsdaten der Stadt Winterthur im Rahmen von NADIM zur Verfügung gestellt werden. Um die Kosten für die Stadt tief zu halten, sollte die bestehende kantonale Plattform dafür genutzt werden und keine Eigenentwicklung gestartet werden.

Die Stadt Winterthur wird die Entwicklung von MODI und NADIM weiter beobachten und beim Aufbau der VDE-Infrastruktur mitberücksichtigen.

2.3.2.7 Verkehrsinformationsdienstleister

Eine weitere Gruppe, mit potentiell Interesse an städtischen Verkehrsdaten sind Verkehrsinformationsdienstleister (information provider), welche Verkehrsdaten und -informationen sammeln, aufbereiten und über verschiedene Kanäle wie Radio oder diverse Apps bereitstellen.

Die Informationsdienstleister sind an aktuellen, zeitnahen Informationen interessiert, mit denen bestehende Angebote verbessert werden können. Dazu gehören Angaben zu Zeitverlusten und Staulängen im MIV sowie die Belegung von Parkieranlagen bzw. die freien Stellplätze. Letzteres wäre nicht nur für den MIV, sondern auch für die Veloparkierung interessant.

Der wichtigste Player in der Schweiz ist die viasuisse AG in Biel. Aber auch international tätige Unternehmen wie Google, TomTom, HERE gehören zu dieser Nutzergruppe. Zukünftig könnten sie dann die Daten über den nationalen Zugangspunkt NADIM beziehen und nicht bei jedem einzelnen Kanton oder den Städten. Auch aus diesem Grund wäre die Datenabgabe an die kantonale Plattform VDP (und später NADIM) ein wichtiger Schritt in Richtung Zukunftstauglichkeit.

2.3.3 Öffentlichkeit

Verkehrsdaten und verkehrsbezogene Kenngrößen sollen auch für die breite Öffentlichkeit verfügbar gemacht werden. In erster Linie geht es dabei um redaktionell aufbereitete Informationen wie die Jahresstatistik Verkehr, welche die Stadt Winterthur letztmalig 2014 publizierte.

Im Sinne von Open Government Data (OGD) wäre auch die Publikation einzelner Datensätze anzustreben, so wie es auf den Plattformen <https://opendata.swiss> oder <https://opentransportdata.swiss> bereits für die Städte Zürich, Bern und Luzern praktiziert wird.

3 Zielbild VDE Winterthur

Das Zielbild Verkehrsdatenerfassung berücksichtigt die konsolidierten Anforderungen und definiert den Zielzustand im Sinne einer Arbeitshypothese. Es dient als Vorgabe für die Auslegeordnung der Erfassungsgeräte, die Festlegung der Messstandorte und das Umsetzungsprogramm. Die wichtigsten Elemente des VDE-Zielbildes sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt.

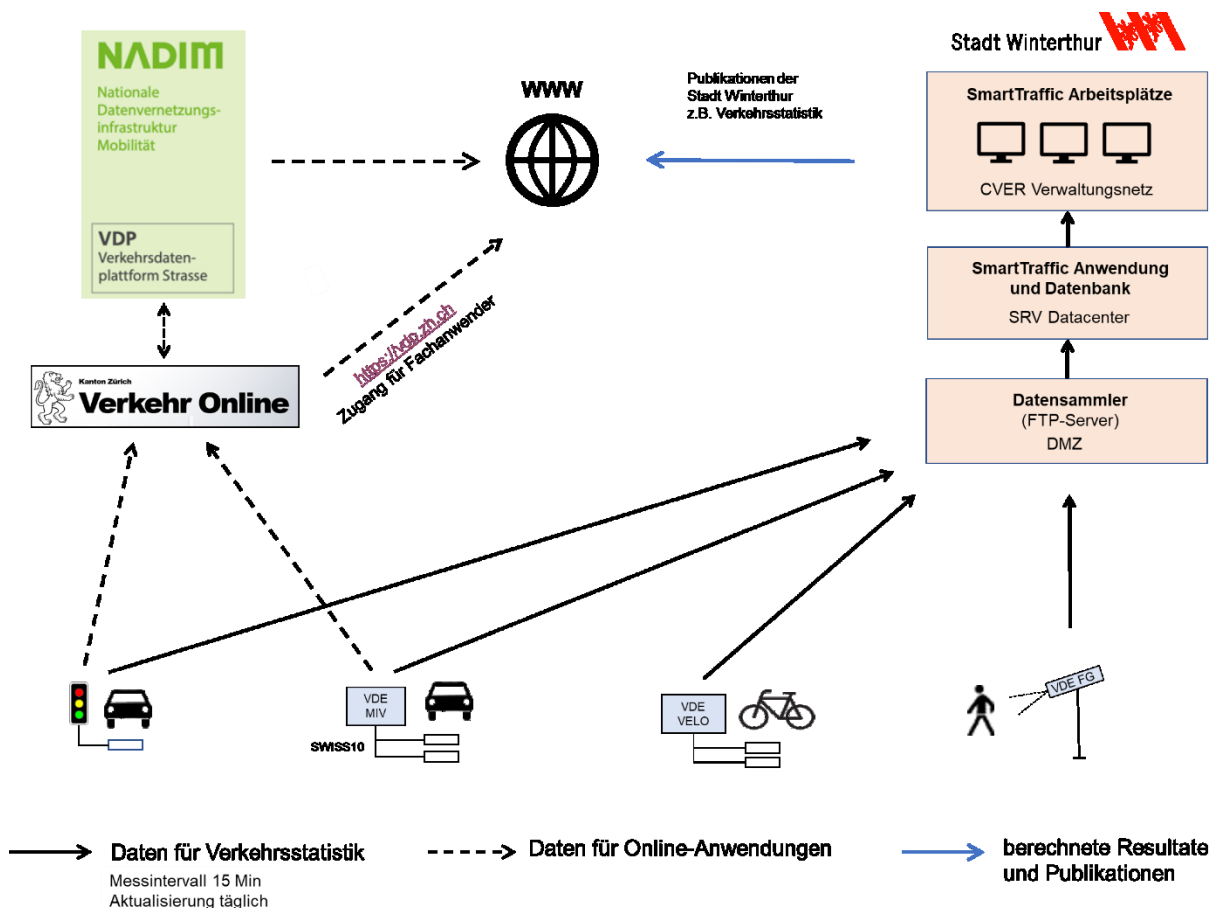


Abbildung 5: Zielbild VDE-Winterthur

3.1 Erfassung MIV

Für die Erfassung des MIV werden permanente Zählstellen mit Fahrzeugklassifizierung sowie die vorhandenen LSA-Schleifen verwendet.

- Die Daten der permanenten Zählstellen werden im Zählgerät zu 15-Minuten-Werten aggregiert und einmal täglich an SmartTraffic übermittelt. Die 15-Minuten Intervalle können im SmartTraffic zu Stundenwerten, Tageswerten oder Ganglinien aggregiert werden. Die Daten vom Vortag werden nachts von den Zählgeräten abgeholt und in die SmartTraffic Datenbank importiert. Ein häufigeres Aktualisierungsintervall wäre möglich, aber aufgrund der Anforderungen nicht nötig.
- Einige der am Markt verfügbaren Swiss10-Zählgeräte (z.B. die Marksmann-Zähler) können auch kürzere Intervalle (z.B. 5 Minuten) und Einzelfahrzeugdaten liefern. Diese Kurzzeitdaten, könnten über einen zweiten Ausgang direkt an die kantonale Verkehrsdatenplattform Verkehr-Online

weitergeleitet werden, wo sie auch für externe Stellen oder Online-Applikationen zur Verfügung stehen.

- Die Daten der LSA-Detektoren sollen zukünftig über den neuen Verkehrsrechner bezogen werden. Eine tägliche Aktualisierung und Übertragung an Smart-Traffic (nachts) ist ausreichend. Für die zeitliche Auflösung wird ebenfalls ein 15-Minuten-Intervall empfohlen. Für die Übertragung an die kantonale Plattform Verkehr-Online wären auch kürzere Intervalle denkbar (z.B. Daten im 5-Minuten Intervall im kantonalen Format VDP).

Die Umsetzung der permanenten Zählstellen mit Swiss10 hat Priorität und kann unabhängig vom neuen Verkehrsrechner umgesetzt werden. Die Anbindung der LSA-Detektoren müsste im Zusammenhang mit dem neuen Verkehrsrechner definiert werden. Die LSA-Detektoren sind eine ergänzende Datenquelle.

3.1.1 Messgrössen

An den permanenten Zählstellen soll die Summe der Fahrzeuge je Messintervall und Fahrzeugklasse sowie die mittlere Geschwindigkeit je Fahrzeugklasse erfasst werden.

Die Geschwindigkeit hat im städtischen Raum nur eine untergeordnete Bedeutung, da es nur eine sehr lokale Beobachtung ist. Die Geschwindigkeit wird in erster Linie für die Lärmberechnung benötigt. Bei der Geschwindigkeit wird aus den erfassten Einzelgeschwindigkeiten, der Mittelwert (oder ein bestimmtes Perzentil z.B. v85) je Messintervall und Fahrzeugklasse gebildet.

3.1.2 Erfassungsintervall und Zeitbezug

Die meisten Berechnungsmethoden erfordern einen durchschnittlichen Tagesverkehr im Jahresmittel oder Stundenwerte, mindestens für die Spitzenstunde. Auch die Lärmberechnung benötigt den durchschnittlichen Tagesverkehr und das Stundenmittel für den Tag- und Nachtverkehr (beides jeweils mit Fahrzeugklassen gemäss Swiss10).

Für die Leistungsfähigkeitsberechnung von LSA-Knoten wird in der VSS-Norm 40 023a die Verwendung von 15-Minuten-Intervallen empfohlen, weil damit kurzfristige Schwankungen in der Nachfrage v.a. in der Hauptverkehrszeit besser erfasst werden.

Für kürzere Intervalle (< 15 Minuten) oder für Einzelfahrzeugdaten ist derzeit kein konkreter Bedarf ausgewiesen (zumindest nicht auf Seiten der Stadt Winterthur). 5-Minuten Intervalle oder Einzelfahrzeugdaten sind derzeit nur für Daten erforderlich, welche über die kantonale VDP bereitgestellt werden.

3.1.3 Fahrzeugklassen

Bei den meisten verkehrsplanerischen oder verkehrstechnischen Fragestellungen ist eine Einteilung in PW und LW und allenfalls auch noch Motorräder ausreichend. Dies ermöglicht auch eine Abgrenzung der «lauten» Fahrzeuge, also Motorräder und Schwerverkehr.

Zählgeräte mit einer Fahrzeugklassifizierung nach Swiss10 sind nicht zwingend für alle Aufgabenbereiche erforderlich. Die Swiss10-Einteilung wird jedoch von der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt EMPA für Lärmberechnungen mit sonRoad18 empfohlen (siehe hierzu [10]). Die Qualität der Inputdaten bestimmt die Qualität des Berechnungsergebnisses mit sonRoad18 massgeblich. Da die Lärmsanierung von städtischen Strassen zunehmend an Bedeutung gewinnt und die Resultate der Lärmberechnung auch rechtliche Konsequenzen haben können (z.B. die Nicht-Genehmigung eines Bauvorhabens), scheint der höhere Aufwand für eine hochqualitative Swiss10-Messung durchaus gerechtfertigt.

Ein weiterer Vorteil von Swiss10 ist die Vergleichbarkeit der Winterthurer Daten mit den MIV-Daten von ASTRA und Kanton ZH, was auch in Hinblick auf die zunehmende Datenvernetzung (Stichwort NADIM) eine wichtige Anforderung ist.

Im Rahmen des vorliegenden Konzepts wird bezüglich Fahrzeugklassen folgendes Vorgehen empfohlen:

An den permanenten Zählstellen (Basismessstellennetz) sollen die Daten mit den Swiss10-Fahrzeugklassen erfasst werden. Dafür ist es notwendig, dass die Zählstellen nicht an Orten mit permanentem Rückstau liegen, da sonst die Klassifizierung nicht zuverlässig funktioniert. Dies wird bei der Wahl der Standorte für die Dauerzähler bereits berücksichtigt

Die ergänzenden LSA-Detektoren haben keine Fahrzeugklassifizierung. Sie können aber verwendet werden um die Abbiegeanteile je Fahrstreifen zu bestimmen, während für den ungestörten Zufluss detaillierte Daten (mit Fahrzeugklassen und Geschwindigkeiten) vorliegen.

3.1.4 Zählstellendichte

Für das Zielbild wird angenommen, dass es im Minimum ein Basis-Messstellennetz mit ca. 10-15 Swiss10-Messstellen gibt, welche die Vorgaben der ASTRA-Richtlinie Verkehrszähler erfüllen.

Das Basisnetz mit permanenten Zählstellen soll mit den Daten der LSA-Detektoren ergänzt werden.

Darüber hinaus wären auch weitere Messstellen mit anderen Erfassungstechnologien wie Infrarot, Laser, videobasierten Verfahren denkbar (nicht Bestandteil des vorliegenden Konzepts). Diese Messstellen haben dann entweder keine Fahrzeugklassifizierung (wie z.B. die LSA-Schleifen) oder sie verwenden standardmässig andere Fahrzeugklassifizierungen als Swiss10 z.B. TLS 5+1 oder TLS 8+1 gemäss den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) der deutschen Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST).

Das Basis-Messstellennetz mit Swiss10, das prioritär aufgebaut wird, kann als Referenzsystem für die Evaluation zusätzlicher Erfassungssysteme (mit neuen Technologien) genutzt werden, da diese Zähler nachweislich eine hohe Messgenauigkeit haben und die Genauigkeitsanforderungen gemäss ASTRA-Richtlinie erfüllen.

3.2 Erfassung Veloverkehr

Für die Erfassung des Veloverkehrs gibt es bisher keine Schweizer Richtlinien. Es wird daher vor allem auf die Erfahrungen anderer Strassenbetreiber zurückgegriffen.

Das Tiefbauamt der Stadt Zürich betreibt mehr als 20 permanente Velozählstellen vom Typ Eco-Counter, Das System ist seit über 10 Jahren in Betrieb.

Der Kanton Zürich hat rund 30 Velomesstellen vom Type Bike-Counter auf kantonalen Strassen und Velorouten in Betrieb. Diese sind teilweise mit MIV-Messstellen am selben Standort kombiniert, die Daten dieser Messstellen werden alle mit SmartTraffic ausgewertet. Der Aufbau der kantonalen Veloerfassung ist im Handbuch Verkehrsdatenerfassungs-Anlagen des Tiefbauamts Kanton Zürich [6] dokumentiert.

Die Stadt Winterthur hat bisher zwei Velo-Messstellen der Marke Eco-Counter und eine Messstelle von Bike-Counter.

3.2.1 Messgrössen

Bei der Auswertung des Veloverkehrs sind grundsätzlich folgende Kenngrössen von Interesse:

- Durchschnittlicher Werktags- und Tagesveloverkehr
- Mittlere Tages- und Wochenganglinien, ggf. mit Unterscheidung nach Jahreszeit

- Morgen- und Abendspitzen
- Verkehrsentwicklung über das Jahr (Jahresganglinie mit Messwerten pro Monat)

Zusätzlich kann bei Kenntnis von Temperatur und Niederschlag ein Bezug zwischen den Witterungsbedingungen und der Velonutzung hergestellt werden. Die dafür erforderlichen Meteo-Daten können über einen automatischen Service von MeteoSchweiz bezogen werden.

3.2.2 Erfassungsintervall

Der Veloverkehr soll in 15-Minuten-Intervallen erfasst werden. Diese können dann bei der Auswertung zu Stundenintervallen und zu Tageswerten aggregiert werden.

3.2.3 Fahrzeugklassen

Eine Unterscheidung von Fahrzeugklassen (z.B. Velo, Velo mit Anhänger, E-Bike, E-Bike mit Anhänger usw.) und die Abgrenzung zu den «fahrzeugähnlichen Geräten» (fäG) wäre sinnvoll. Allerdings ist das mit den heute am Markt verfügbaren Geräten nicht oder nur teilweise möglich und es ist auch eine Frage der Konfiguration und wieviel Aufwand in diese gesteckt werden kann.

Die Fahrzeugklassifizierung ist bei den Velozählstellen nicht zwingend. Im Rahmen der Beschaffung soll geklärt werden was technisch möglich ist.

Die Velozählstellen sollen prioritär auf den Veloschnellrouten und wichtigen Hauptverbindungen installiert werden, also auf Routen welche ausgebaut werden und für die eine Erfolgskontrolle gewünscht ist.

Wo es vom Standort her möglich ist, wird eine Kombination von MIV- und Velozählstellen angestrebt. Zum einen um die Erschliessungskosten für die Installation und die Stromversorgung zu reduzieren, zum anderen um, je nach Lage und Erschliessung, Angaben über die Entwicklung von MIV und Veloverkehr entlang einer Achse zu erhalten.

3.3 Erfassung Fussverkehr

Für die Erfassung des Fussverkehrs gibt es bisher nur wenige Vorgaben in Bezug auf Messmethodik und die möglichen Auswertungen. Der Markt ist noch vergleichsweise jung und durch den anhaltenden technologischen Fortschritt geprägt, weshalb entsprechende Vorgaben auch schnell veraltet sind.

Die wichtigste aktuelle Grundlage ist der 2021 publizierte SVI Forschungsbericht Nr. 1720 «Empfehlungen zur Erhebung des Fussverkehrs» aus dem Forschungsprojekt SVI 2017/009 [11]. Im Rahmen dieses Projekts wurde auch in Winterthur eine Piloterhebung mit Videokameras und mit nachträglicher Bildauswertung durchgeführt [12].

Das Ziel der Piloterhebung am Bahnhof Winterthur war, das Erlangen von Kenntnissen der Fussgängerströme und deren zeitabhängigen Dichten sowie allfälliger Konfliktstellen mit dem Bus, um zukünftige Massnahmen ableiten zu können. Im Weiteren wurde mit diesem Pilotprojekt versucht, geeignete Technologien für die Erhebung von komplexen Fussgängerströmen sowie Kosten, Personalaufwand, Datenmanagement usw. zu eruieren

Bei der Erhebung über den Zeitraum von einer Woche zeigte sich, dass die eingesetzte Technologie einen hohen Installationsaufwand erforderte und sich bei der Erfassung und Auswertung einige grundsätzliche Herausforderungen stellten. Die Erfassung von Querschnittswerten entlang von Zähllinien zeigte zwar gute Resultate, aber die Erfassung in Konfliktbereichen oder eine zeitabhängige Darstellung der Ströme war nicht möglich. Eine Kalibration anhand von Kontrollzählungen war nicht erfolgreich, da die Fehler bei der Erfassung unregelmässig infolge Dunkelheit, Regen, Spiegelung auftraten.

Die Stadt Zürich verfügt über rund 15 Zählstellen für den Fussverkehr (Pyrobox von Eco-Counter). Von den mehrjährigen praktischen Erfahrungen der Stadt Zürich mit diesem System kann das VDE-Konzept Winterthur auch profitieren.

Bei der Erfassung des Fussverkehrs geht es primär um das Monitoring und das Sichtbarmachen des Fussverkehrs. Wie bei allen Erhebungen muss der Verwendungszweck der Daten und die grundsätzliche Fragestellung bekannt sein. Der Forschungsbericht nennt 7 typische Anwendungsfelder aus der Praxis:

Betrachtungsebene Netz:

1. Repräsentative Zählstellenauswahl (Zählkonzept) für ein Monitoring
2. Grossräumige Wegbeziehungen

Betrachtungsebene Fläche:

3. Lineare Fussverkehrsströme: Fussgängerzonen, Trottoirs, Wege
4. Mischfläche für den Fuss- und Veloverkehr

Betrachtungsebene Querungen:

5. Querungen: Mit oder ohne Mittelinsel
6. Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche
7. Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr: Haltestellen und Bahnhöfe

Erhebungen kurzer und mittlere Dauer werden meistens für ganz konkrete lokale Problemsituationen durchgeführt, die in Bezug auf Sicherheit und Verkehrsablauf verbessert werden sollen. Beispiele dafür sind:

- Abschätzungen des Fussverkehrsaufkommens, um den Bedarf Fussgängerstreifen zu klären
- Laufwege des Fussverkehrs nachvollziehen um den Verkehrsablauf an einem bestimmten Ort verstehen (z.B. die 2-wöchige Piloterhebung am Bahnhofplatz Winterthur).

Massgebend für die richtige Technologieauswahl ist letztendlich auch die Erhebungsdauer. Erhebungen von kurzer und mittlerer Dauer sollten möglichst gezielt und projektspezifisch angegangen werden.

3.3.1 Technische Aspekte

In Abhängigkeit von Erhebungsort und Erhebungsdauer werden gemäss [11] folgende Technologien empfohlen:

Tab. 29 Empfehlungen für lineare Fussverkehrsströme in Abhängigkeit der Erhebungsdauer und des Erhebungsorts

Erhebungsdauer	Erhebungsort: Trottoir, Wege Feste Fläche auf der Gegenseite vorhanden oder keine weiteren Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Trottoir, Wege Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Fussgängerzone
mittel	Passiv-Infrarot-Gerät	Laserscanner oder Infrarotkamera mit Solarstrommodul	Passiv-Infrarot-Gerät
lang	Passiv-Infrarot-Gerät Laserscanner Infrarotkamera 3-D-Kamera	Laserscanner Infrarotkamera 3-D-Kamera	Passiv-Infrarot-Gerät Laserscanner 3-D-Kamera

Quelle: SVI-Forschungsbericht Nr. 1720, Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs

Für die Dauerzählstellen wird grundsätzlich der Anschluss an eine permanente Stromversorgung empfohlen. Die Vorteile sind: keine Ersatzbatterie, keine Reinigung des Solarpanels, weitgehend wartungsfrei, hohe Versorgungssicherheit, unabhängig von den Standortbedingungen (Kälte, Hitze, Schneefall, Eis, usw.).

Sofern am Messort kein Anschluss an ein kabelgebundenes Kommunikationsnetzwerk möglich ist, empfiehlt sich eine Datenübertragung über Mobilfunk (4G oder 5G analog zu den MIV und Velozählstellen). Das erforderliche Datenvolumen hängt davon ab, ob nur Messwerte übertragen werden, Bildsequenzen oder ein Videostream.

3.3.2 Erfassungsintervall und Zeitbezug

Der Fussverkehr soll standardmässig in 15-Minuten-Intervallen erfasst werden. Die 15-Minuten-Intervalle können dann bei der Auswertung zu Stundenintervallen und zu Tageswerten aggregiert werden.

3.3.3 Fahrzeugklassen

Die Fähigkeit Fuss- und Veloverkehr zu unterscheiden ist je nach Gerätetyp unterschiedlich gut ausgeprägt. Die Notwendigkeit für diese Unterscheidung ist abhängig vom konkreten Standort, nämlich ob der Veloverkehr an diesem Ort überhaupt eine Rolle spielt und ob er bereits separat erhoben wird oder nicht. Die Notwendigkeit und die Möglichkeiten einer Fahrzeugklassifizierung bzw. eine allfällige Unterscheidung von Fuss- und Veloverkehr soll Rahmen der Beschaffung geklärt werden, da dies sehr stark von der Erfassungstechnologie und den Bedingungen am jeweiligen Standort abhängig ist.

Erfassung von einzelnen Personen in –gruppen od. mit bspw. Kinderwagen möglich? Evtl. dazu noch etwas sagen.

3.3.4 Messgeräte

Zum Zeitpunkt des VDE-Konzepts sind Dauerzählstellen für den Fussverkehr nicht mit verlässlichen Daten realisierbar. Um trotzdem ersten Datengrundlagen zu erhalten, werden in einem ersten Schritt temporäre Fussverkehrszählungen für die 1. Priorität veranlasst. Die temporären Messungen sollen für 3 Jahre jeweils in der gleichen Jahreszeit während einer Dauer von 7 Tagen erhoben und ausgewertet werden.

Ziel ist es in dieser Zeit verlässliche Zählgeräte zu eruieren, so dass die temporären Zählstellen in Dauerzählstellen umgewandelt werden können und Zählstellen der 2. und 3. Priorität ebenfalls mit Dauerzählstellen ausgerüstet werden können.

3.4 Datenqualität

Die Datenqualität setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen. Die Wichtigsten sind die thematische Genauigkeit (=Messgenauigkeit), die Vollständigkeit und die Aktualität der Daten.

Die **thematische Genauigkeit** beschreibt den Grad der Übereinstimmung zwischen gemessenen Daten aus einem Testsystem und einer vergleichbaren Referenzmessung, deren Ergebnis als „richtig“ angesehen wird. Die Genauigkeit wird durch die Abweichung der Testmesswerte in Bezug auf das Referenzsystem angegeben.

Für die Dauerzählstellen mit Swiss10 soll eine hohe Messgenauigkeit gemäss der ASTRA-Richtlinie Verkehrszähler [8] angestrebt werden.

Bei den LSA-Daten sollte die Datenqualität je Spur mit einem geeigneten Analysetool untersucht werden. Diese Qualitätsanalyse ist jedoch erst mit dem neuen Verkehrsrechner möglich, der derzeit beschafft wird.

Für die Zählung des Fuss- und Veloverkehrs gibt es keine vergleichbaren Vorgaben wie für die MIV-Zähler.

Die **Aktualität der Daten** wird bestimmt durch die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt der Erhebung und dem Zeitpunkt ab dem die Resultate den Nutzern zur Verfügung stehen. Die Aktualität wird also nicht nur vom Messgerät, sondern auch von den nachgelagerten Verarbeitungsschritten bestimmt. Für Online-Anwendungen, wie Verkehrslageberechnung oder Verkehrsinformation ist ein möglichst kleiner Zeitversatz im Sekundenbereich anzustreben.

Bei Aggregationen über längere Zeiträume ist dafür die **Vollständigkeit der Daten** umso wichtiger, da keine aktuellen Messwerte, sondern nur Messwerte vom Vortag, vom Vormonat oder des vergangenen Jahres benötigt werden. Eine maximale Vollständigkeit ist erreicht, wenn für jedes Intervall ein plausibler Messwert vorliegt, ohne Datenlücken (Daten sind nicht vorhanden) und ohne Messfehler (Daten sind nicht valide).

Die heutige Situation gemäss Abbildung 3, bei der einmal pro Tag die Daten abgeholt und in die SmartTraffic Datenbank importiert werden, ist für die Zwecke der Verkehrsstatistik sinnvoll und zweckmässig. Damit kann eine hohe Vollständigkeit gewährleistet werden und die Gefahr eines Datenverlustes durch kurzfristige Verbindungsstörungen ist gering.

3.5 Auswertung Verkehrsstatistik

Für die Auswertung der Verkehrsdaten soll die Software SmartTraffic eingesetzt werden, welche beim Tiefbauamt bereits seit Ende 2021 verwendet wird.

Die Rohdaten und die aggregierten Daten werden in einer zentralen SmartTraffic Datenbank im SRV Datacenter der Stadtverwaltung gehalten. Mit der SmartTraffic Client-Software kann von den Arbeitsplätzen im Verwaltungsnetz CVER auf die abgelegten Daten und Auswertungen zugegriffen werden (siehe hierzu Abbildung 3).

Der Datenimport in die SmartTraffic-Datenbank soll auch zukünftig vom Prinzip her so ablaufen, wie es heute bereits der Fall ist. Die Daten werden in der Nacht von den Zählstellen auf einen FTP-Server der Stadt Winterthur übertragen. Von dort werden die Daten von SmartTraffic mit dem Modul «Script-Runner» abgeholt und in die SmartTraffic-Datenbank importiert.

Bei der Übertragung von der Zählstelle auf den FTP-Server der Stadtverwaltung bzw. an SmartTraffic sind grundsätzlich (und je nach Hersteller) zwei Ansätze denkbar:

- 1.) Die Daten werden von den Zählstellen direkt auf den FTP-Server der Stadt übertragen.
- 2.) Die Daten werden von den Zählstellen erst an eine Cloud des Lieferanten oder Herstellers übertragen. Von dort können die Daten an die Systeme der Stadtverwaltung übertragen werden.

Eine Auswertung der Daten in einer Cloud des Herstellers wird nicht angestrebt, da die Stadt bei allen Verarbeitungsschritten die Hoheit über diese Daten wahrnehmen möchte.

Alle Verkehrsdaten, auch die Roh-Messwerte von Velo und Fussverkehr, sollen schlussendlich in SmartTraffic verfügbar sein und dort ausgewertet werden können. Damit ist sichergestellt, dass die Validierung, die Aggregation, die Ersatzwertbildung und die Beurteilung der Datenqualität für alle Datenquellen nach derselben Systematik durchgeführt wird. Mit den in SmartTraffic vordefinierten Auswertungen und Reports ist ausserdem ein einheitliches Layout für alle Publikation gewährleistet. Die Software ist modular aufgebaut, sodass verschiedene Datenarten verarbeitet werden können und kundenspezifische Auswertungen und Reports möglich sind.

3.6 Anbindung an Verkehr-Online

Die Anbindung an die kantonale Verkehrsdatenplattform Verkehr-Online (VDP-ZH) ist eine erweiterte Anforderung, die zukünftig eine Rolle spielen könnte, derzeit aber für die Stadt Winterthur (mangels sinnvoller Anwendung) noch keine Priorität hat. Diese Plattform ist für Daten des MIV ausgelegt, die Daten von Fuss- und Veloverkehr sind bisher nicht berücksichtigt.

Online-Daten, im Sinne dieses Konzepts, sind entweder Einzelfahrzeugdaten (vehicle-by-vehicle) oder sehr kurze Intervalle wie Minutenintervalle (ASTRA OTP-Format, bzw. DATEX II) oder 5-Minuten Intervalle (KTZH VDP-Format). Der Zweck der Online-Daten ist das Erkennen von kurzfristigen Veränderungen und die zeitnahe Verfügbarkeit z.B. für die Verwendung in mobilen Anwendungen.

Für die Online-Daten ist keine Datenhaltung oder Auswertung mit SmartTraffic notwendig, da sie nicht für statistische Auswertungen verwendet werden. Der Fokus liegt auf der zeitnahen Übermittlung der Daten an externe Abnehmer. Datenlücken aufgrund von Übertragungsunterbrüchen können bei den Online-Daten eher akzeptiert werden, als bei den Daten welche für die Statistik bestimmt sind. Das Ziel ist die Bereitstellung von Daten, welche in Online-Anwendungen verarbeitet und dargestellt werden können (z.B. für Verkehrsinformationen oder für Navigation). Darüber hinaus bietet die Plattform «Verkehr Online» auch die Möglichkeit die Daten einzelner Zählstellen zu aggregieren und runterzuladen. Da die Plattform passwortgeschützt über das Internet erreichbar ist (im Gegensatz zu SmartTraffic), könnte sie auch von externen Fachanwendern wie Ingenieurbüros oder Hochschulen für die Recherche oder den Datenbezug im Rahmen von Projekten genutzt werden.

Die vorhandene Software und die IT-Infrastruktur, welche das kantonale Tiefbauamt mit Verkehr-Online aufgebaut hat, könnte auch für die Verkehrsdaten der Stadt Winterthur genutzt werden. Die Funktionsweise und die Möglichkeiten sind im Anwenderhandbuch [7] beschrieben. Die dafür notwendigen Schritte müssten in einem separaten gemeinsamen Projekt von Stadt und Kanton definiert, getestet und umgesetzt werden.

Die Einbindung der MIV-Zählerdaten in die Plattform «Verkehr Online» kann zeitlich und technisch unabhängig vom Aufbau der Verkehrsstatistik umgesetzt werden.

3.7 Bereitstellung der Resultate

Die Ergebnisse der Auswertung können über verschiedene Kanäle für die jeweilige Zielgruppe bereitgestellt werden.

3.7.1.1 Stadtinterne Nutzung

- Rohdaten und Auswertungen sind an den Smart-Traffic Arbeitsplätzen in der Stadtverwaltung (Abteilung Mobilität) verfügbar
- Vordefinierte Reports für die Verwendung in Projekten
- Publikation im Intranet und auf dem stadinternen GIS (WinWebGIS Layer)

3.7.1.2 Externe Partner und Fachanwender

- Bereitstellung der MIV-Zähl- und LSA-Daten über die kantonale Plattform Verkehr Online <https://vdp.zh.ch>
- Bezug projektspezifischer Daten über die zuständige Stelle in der Stadtverwaltung.

3.7.1.3 Öffentlichkeit

Für die Öffentlichkeit sollten aggregierte und redaktionell bearbeitete Informationen über die bestehenden Verbreitungswege bereitgestellt werden.

- Eine Mobilitätsstatistik könnte zukünftig auf der Webseite der Stadt Winterthur zur Verfügung gestellt werden.
- Standorte der Zählstellen für MIV, Velo und Fussverkehr auf <https://stadtplan.winterthur.ch/> allenfalls ergänzt mit den wichtigsten Kenngrössen wie DTV, DWV, ASP, MSP
- Publikation ausgewählter Datensätze von MIV, Velo und Fussverkehr als Open Government Data auf <https://opentransportdata.swiss/de/> oder auf einer eigenen OGD-Plattform der Stadt Winterthur (siehe Beispiel Stadt Zürich <https://data.stadt-zuerich.ch/group/mobilitat>).

4 Erfassungstechnologien

4.1 Einleitung

Das Verkehrsdatenerfassungskonzept soll auch eine Auslegeordnung von am Markt verfügbaren Zählgeräte bzw. Erfassungstechnologien enthalten. Zu diesem Zweck wurde einerseits Kontakt mit den Herstellern aufgenommen, zum anderen wurden Interviews und Begehungen mit den für Verkehrsdatenerfassung verantwortlichen Stellen beim Kanton Zürich, dem Kanton Aargau und der Stadt Zürich durchgeführt, damit auch die Erfahrungen der Betreiber berücksichtigt werden können. Der Erfahrungsaustausch mit dem Kanton Aargau und der Stadt Zürich ist in der Beilage 8 dokumentiert. Die Herstellerangaben und die Erfahrungen der Betreiber wurde einer Dokumentation der Erfassungssysteme in Beilage 9 zusammengefasst.

4.2 MIV-Zählstellen

Gemäss Herstellerangaben sind drei Produkte (Marksmann M680, Connex Traffic, Swarco SW3224) auf dem Markt, welche die Anforderungen gemäss ASTRA-Richtlinie Verkehrszähler in Bezug auf Fahrzeugklassifizierung (Swiss10) und Messgenauigkeit erfüllen. Alle drei Zählgeräte erfassen die Fahrzeuge mittels Doppel-Induktionsschleifen nach ASTRA-Standard, die im Belag eingelegt und vergossen werden.

Während der Connex Traffic und seine Vorgängermodelle M680 und M720 autonome Zählgeräte sind, benötigt der Swarco-Auswerter SW 3224 an jedem Standort zusätzlich ein Steuergerät bzw. einen entsprechend vorkonfigurierten Industrie-PC.

Die Marksmann-Zählgeräte M680/M720 sind seit vielen Jahren auf den Nationalstrassen und auf den Strassen im Kanton Zürich im Einsatz und haben sich als robuste und zuverlässige Lösung bewährt. Sowohl das ASTRA, als auch der Kanton Zürich haben seinerzeit vor der Beschaffung Vergleichsmessungen mit verschiedenen Zählgeräten durchgeführt, wobei die Marksmann-Zählgeräte von der Messgenauigkeit und der Fahrzeugklassifizierung her am besten abgeschnitten haben.

Die VR AG, welche die Geräte in der Schweiz vertreibt, weist aber darauf hin, dass der M720 (mit Ethernet-Schnittstelle) bereits nicht mehr im Lieferprogramm ist und auch der M680 (mit serieller Schnittstelle) in den nächsten Jahren ausläuft und somit auch eine Ersatzbeschaffung oder die Verfügbarkeit von Ersatzteilen zunehmend schwierig wird.

Das Nachfolgemodell für den M680/M720 ist das Produkt Connex Traffic. Für dieses Gerät liegen aber noch keine langjährigen Erfahrungen vor.

Auch für den Swarco-Zähler liegen noch keine längeren Erfahrungen vor.

Welches Zählgerät letztendlich beschafft wird, muss im Rahmen der Ausschreibung geklärt werden. Für die Kostenschätzung wird das teurere Zählgerät Connex-Traffic (Nachfolger der Marksmann-Zähler) angenommen.

4.3 Velo-Zählstellen

Die beiden Velozählgeräte «Bike-Counter» und «EcoCounter» unterscheiden sich grundsätzlich von der Erfassungstechnologie.

Der «Eco-Counter erfasst die Fahrzeuge mittels Induktionsschleifen, die in den Belag eingelassen sind.

Der «Bike-Counter» nutzt eine optoelektronische Erfassung über Lichtwellenleiter, die ebenfalls im Belag eingelassen sind. Die Sensoren müssen so eingebaut werden, dass sie genau 1.5 mm über den Belag herausragen, um den «Abdruck» der Veloreifen optimal abtasten zu können. Durch den Winterdienst mit dem Schneepflug werden die Sensoren in der Regel nicht beschädigt. Die Sensoren können jedoch nur in Beläge ohne Unebenheiten eingebaut werden. Der Belag muss möglichst eben sein und sollte keine Belagsschäden aufweisen. Der Belag sollte ausserdem eine Mindestdicke von 80 mm aufweisen, damit er beim Sensor-Einbau nicht bricht.

Für den Einsatz des «Bike-Counters» gibt es also höhere Anforderungen an die Qualität und Ebenheit des Belags als beim Eco-Counter. Aufgrund des durchgeführten Augenscheins an verschiedenen Standorten in Winterthur ist davon auszugehen, dass die für den Bike-Counter erforderliche Qualität des Belags an einigen Standorten in Winterthur nicht gegeben ist. An Standorten, welche die Anforderungen für den Bike-Counter nicht erfüllen, müsste eine vorgängige Belagssanierung durchgeführt werden.

Der Bike-Counter eignet sich daher sehr gut auf neu erstellen Velowegen ohne Mischverkehr und liefert unter optimalen Bedingungen eine höhere Messgenauigkeit als der Eco-Counter. Auf Abschnitten, wo mehrere Velos neben einander fahren können (z.B. Veloschnellrouten) bzw. beim Erkennen von Pulkfahrten, ist der Bike Counter besser geeignet. Das Messgerät ist jedoch teurer als der Eco-Counter und die Verlegung der Sensoren aufwändiger.

Der Eco-Counter ist günstiger in der Anschaffung und weniger anspruchsvoll was die Beschaffenheit des Belags anbelangt. Auch der Ersatz defekter Schleifen (neu fräsen und verlegen) ist günstiger als bei den Bike-Counter Sensoren. Dafür ist die Messgenauigkeit weniger gut als beim Bike-Counter, vor allem was die Pulk Erkennung anbelangt. Für die Erfassung auf Velostreifen oder auf den schmalen strassenbegleitenden Rad-/Gehwegen spielt die Pulk-Erkennung jedoch keine Rolle. Hingegen auf den Veloschnellrouten, wo Velos nebeneinander fahren können, wäre die Pulk-Erkennung wichtig.

Es wäre grundsätzlich auch denkbar verschiedene Typen von Zählgeräten einzusetzen, je nachdem ob eine Pulk-Erkennung benötigt wird oder nicht. Dadurch lassen sich die Investitionskosten zwar reduzieren, aber es birgt auch das Risiko von Mehraufwand im Betrieb, weil die Wartung für zwei verschiedene Gerätetypen durchgeführt werden muss und im SmartTraffic zwei verschiedene Datenquellen verarbeitet werden müssten.

Welches Zählgerät beschafft wird, muss letztendlich im Rahmen einer Ausschreibung geklärt werden, aufgrund des Umfangs ist von einem offenen Verfahren auszugehen. Für die Grobkostenschätzung wird der Preis des teureren Bike-Counters eingesetzt.

4.4 Fussverkehr-Zählstellen

Bei den Zählstellen für den Fussverkehr sind die meisten heute auf dem Markt vorhandenen Geräte nicht für den Einsatz als Dauerzählstelle geeignet.

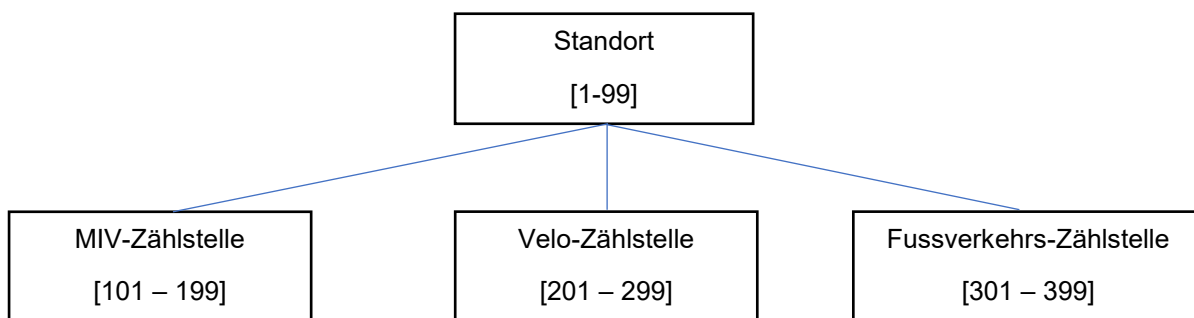
Die mehrjährige Erfahrung der Stadt Zürich zeigt aber, dass zumindest die Pyrobox für diesen Einsatzzweck bedingt geeignet ist. Um die Qualität der Zählung zu verbessern müssen Korrekturfaktoren je Zählerstandort ermittelt werden. Und da das Gerät mit einem Akku ausgerüstet ist, der regelmässig ausgetauscht werden muss, entsteht zusätzlicher betrieblichen Aufwand.

5 Standorte Verkehrsdatenerfassung

5.1 Vorgehen

Die Festlegung der Zählerstandorte erfolgte in einem mehrstufigen Prozess. Aufgrund verschiedener Kriterien wurde auf einer digitalen GIS-Karte festgelegt, für welchen Strassenabschnitt eine Erfassung benötigt wird und wo sie sinnvollerweise platziert werden kann.

An jeden Standort (Geräteschrank mit Messgeräten und Stromanschluss) sind ein oder mehrere Zählstellen für MIV, Velo und Fussverkehr möglich. Die Zählerstandorte und Zählstellen sind für das vorliegende Konzept gemäss folgender Systematik aufgebaut.



Die Standorte und Zählstellen sind gemäss folgendem Schema nummeriert:

Nr. des Standorts	Nr. der MIV-Zählstelle	Nr. der Velo-Zählstelle	Nr. der Fussverkehrs-Zählstelle
1	101	201	301
2	102	202	302
3	103	203	303
...
99	199	299	399

Die Lichtsignalanlagen werden mit den bereits vergebenen Nummern und dem Prefix «K» (Knoten) bezeichnet z.B. K101 oder K604 usw.

Die einzelnen Standorte wurden mit verschiedenen Attributen auf einer GIS-Karte erfasst.

Die je Messstelle erhobenen Angaben sind in den Messstellenblättern dokumentiert (siehe Beilage 5). Für jeden Standort gibt es ausserdem einen Kartenausschnitt im Massstab 1:500. Als Hintergrund wurden Luftbilder von 2021 verwendet, die das kantonale GIS-Zentrum als OGD zur Verfügung stellt.

Für die Standorte mit Priorität 1 wurden von Stadtwerk Winterthur im Rahmen der Kostenschätzung bereits die möglichen Anschlusspunkte festgelegt. Für die Standorte der Prioritäten 2 und 3 wurde dieser Schritt noch nicht gemacht.

Im Weiteren ist zu prüfen ob der Geräteschrank auf öffentlichem Grund platziert werden kann oder ob Dienstbarkeiten erforderlich sind.

Die Anzahl der Standorte je Verkehrsart und Priorität, ist in Tabelle 3 ersichtlich. Eine Übersichtskarte aller Zählerstandorte befindet sich in der Beilage 3a bzw. in den Beilagen 3b für die erste Priorität und in den Beilagen 3c, 3d und 3e separat für jede Verkehrsart.

5.2 Prioritäten

Die Hauptkriterien für Verkehrserhebungen sind die Netzhierarchie (Strassenklassierung) und die Verkehrsstärke, weil diese Strassen (ausser der Autobahn) den grössten Beitrag zum Gesamtsystem liefern. Damit ergibt sich folgende Priorität für die Zählerstandorte nach verkehrlichen Kriterien:

Priorität	MIV	Veloverkehr	Fussverkehr
1	Hauptverkehrsstrasse mit DTV \geq 15'000 Fz/Tag	Veloschnellroute (regionaler Richtplan)	Fussverkehr in Zentren
2	Hauptverkehrsstrasse oder regionale Verbindungsstrasse mit DTV 10'000 – 15'000 Fz/Tag	Velo Hauptroute (regionaler Richtplan)	Fussverkehr im Bereich Oberwinterthur und Grüze
3	DTV < 10'000 Fz/Tag, unabhängig von der Strassenkategorie	Velo Nebenroute Alltagsverkehr (kommunaler Richtplan) oder wichtige Velorouten für den Freizeitverkehr	Fussverkehr in den Quartierzentren

Tabelle 2: Priorität der Zählerstandorte nach verkehrlichen Kriterien

5.3 MIV-Zählstellen

Bei der Auswahl der Standorte für die MIV-Zählstellen wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Es soll auf allen überkommunalen Strassen und auf den wichtigsten städtischen Achsen gezählt werden (Umsetzung nach Prioritäten).
- Es sollen die bisherigen Standorte der temporären GVM-Zählstellen gemäss [3] mitberücksichtigt werden, sodass zukünftig auch die Daten der Dauerzählstellen für das GVM verwendet werden können und weniger temporäre Zählungen notwendig sind.
- Es sollen möglichst alle bisherigen Zählerstandorte verwendet werden, sofern sie geeignet sind.
- Die Zählstellen sollen ausserhalb von regelmässigem Stau liegen. Als Anhaltspunkt wird eine grafische Verlustzeitanalyse verwendet, welche das kantonale Amt für Mobilität erstellt hat. Die Verlustzeitanalyse ist im Zusammenhang mit der VM-Karte der RL-VRZ im kantonalen GIS-

Browser verfügbar. Für die Festlegung der Standorte wurden nur Streckenabschnitte mit einem Verlustzeitindex ≥ 0.6 verwendet ¹.

- Nach Möglichkeit sollen Zählstellen mit Induktionsschleifen nicht auf Brücken installiert werden, da die Armierung zu Störeinflüssen führen kann.
- Am Standort sollte eine permanente Stromversorgung möglich sein (z.B. in der Nähe eines Beleuchtungskandelabers oder an einem bestehenden Zählerstandort mit Stromversorgung).
- Synergieeffekte bei der Kombination von MIV- und Velomesstelle sind zu berücksichtigen.
- An wichtigen Knotenpunkten sollen die Abbiegeströme mithilfe der LSA-Detektoren erfasst werden. Es handelt sich dabei ausschliesslich Knoten an denen sich mindestens zwei überkommunale Strassen kreuzen. Damit soll gewährleistet sein, dass die Verkehrsströme auf dem überkommunalen Netz möglichst gut abgebildet werden können.

Aufgrund der oben beschriebenen Kriterien werden die neuen Standorte für MIV-Dauerzählstellen vorgeschlagen. Davon sollen die wichtigsten Standorte mit Priorität 1 möglichst bald in einem Paket umgesetzt werden. Die Standorte mit Priorität 2 und mit Priorität 3 sollen anschliessend in den kommenden Jahren und abgestimmt auf die geplanten Strassenprojekte realisiert werden.

An einigen Standorten gibt es heute bereits Zählstellen (siehe Abbildung 1), die jedoch saniert werden müssen. Sie werden im VDE-Konzept als «neue» Standorte behandelt, da sie mit einem neuen Zählgerät sowie einer permanenten Stromversorgung und der erforderlichen Datenübertragung auszurüsten sind. Sofern es möglich ist, wird die bestehende Kabine und eine allfällig vorhandene Stromversorgung weiterhin genutzt. Eine MIV-Zählstelle ist bereits als Dauerzählstelle in Betrieb (an der LSA 501), sie wird weiterhin verwendet. An mehreren neuen Standorten (sowie an der bestehenden LSA 501) ist eine Kombination von MIV-Zählung und Velo-Zählung möglich.

An rund 20 LSA-Knoten sollen die Zählwerte der Rotlichtschleifen zur Bestimmung der Abbiegeströme verwendet werden. Dies wäre eine zu den Dauerzählstellen ergänzende Erfassung um die Knotenströme abbilden zu können. Eine automatisierte Datenübertragung an SmartTraffic ist nach Auskunft des Tiefbauamts jedoch erst mit Inbetriebnahme des neuen Verkehrsrechners möglich. Daher hat die Anbindung der bestehenden LSA-Detektoren nur die Priorität 2.

5.4 Velo-Zählstellen

Die Standorte für die Velo-Zählstellen wurden nach den folgenden Kriterien festgelegt:

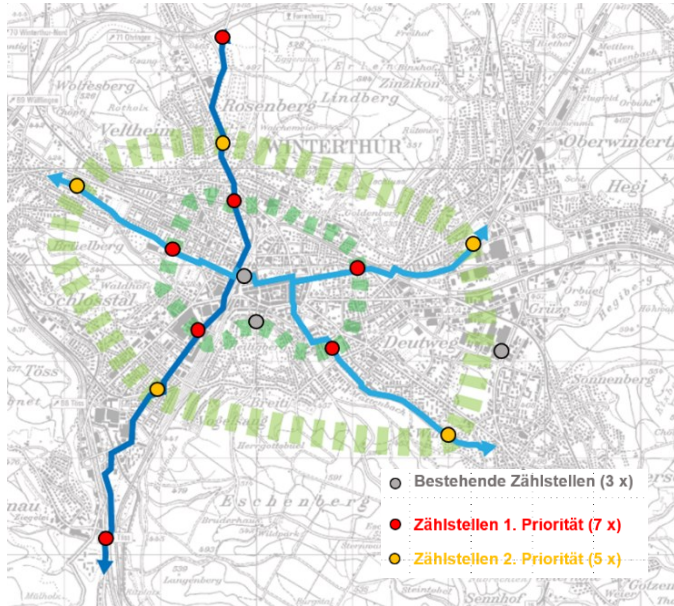
- Lage gemäss dem Velomesstellen-Konzept des Tiefbauamts (Abbildung 6)
- Erkennbarer Synergieeffekt bei der Kombination mit einer MIV-Messstelle

Der Veloverkehr soll vor allem dort gezählt werden, wo er kanalisiert ist und nicht auf parallele Routen ausweichen kann. Dies ist der Fall, wenn es eine separate Veloinfrastruktur mit Benutzungspflicht gibt.

¹ Der Verlustzeitindex berechnet sich aus der Geschwindigkeit in der Spitzenstunde (ASP oder MSP) dividiert durch die Geschwindigkeit bei freiem Verkehr (free flow speed). Je kleiner der Verlustzeitindex umso grösser ist der Zeitverlust.

Für die erste Umsetzungspriorität liegt der Fokus auf den Veloschnellrouten. Es geht darum die notwendigen Voraussetzungen für einen Vorher-/Nachher (Wirkungsanalyse) für diesen neuen Typ Veloinfrastruktur zu schaffen.

Die Verdichtung des Zählstellenetzes für die Haupt- und Nebenverbindungen soll anschliessend umgesetzt werden.



Radialverbindungen (1. Priorität)

Achse nach Seuzach (VSR 6) und Achse nach Effretikon/Zürich (VSR 4) > Aussagen zu Belastung und %-Anteil Veloverkehr

Radialverbindungen (2. Priorität)

Achsen VSR 2, 3 und 5
Zu- und Wegfluss neue Veloquerung

Innerer Ring (1. Priorität)

Belastung auf Ring
Belastung auf Zuflüssen und Vergleich zwischen Veloschnellrouten

Äusserer Ring (2. Priorität)

Belastung auf Zuflüssen und Vergleich zwischen Veloschnellrouten

Weitere

unsystematisch, nicht dargestellt

Abbildung 6: Konzept Velomessstellen (Quelle: Stadt Winterthur Tiefbauamt)

5.5 Zählstellen für den Fussverkehr

Um ein repräsentatives Bild über das Fussverkehrsaufkommen zu erhalten, empfiehlt der Forschungsbericht [11] eine repräsentative Auswahl von Zählstellen an verschiedenen Orten wie Fussgängerzonen, Pendlerachsen, Freizeitachsen, Einkauf usw.

In Abstimmung mit dem Tiefbauamt Stadt Winterthur wurden mehrere Standorte für die Fussverkehrserhebung definiert. An unterschiedlichen Orten im Stadtgebiet sind die Fussverkehrsmengen zu erheben. Ziel ist es an allen Standorten Dauerzählstellen zu installieren. Da aber aktuell kein Gerät, das die gewünschte Genauigkeit und den geringen Wartungsaufwand aufweisen vorhanden ist – werden die Messstellen der ersten Priorität mittels temporäre Messungen durchgeführt. Die Messungen werden innerhalb der nächsten drei Jahr jährliche an 7 aufeinander folgenden Tagen während der gleichen Jahreszeit durchgeführt.

An den folgenden sieben Orten sind in 1. Priorität die folgenden temporären Zählungen des Fussverkehrs umzusetzen:

- Fussgängerzone Altstadt: Untertor/Marktgasse
- Wichtige Fussverkehrsquerungen an zentraler Lage beim Hauptbahnhof:
 - Querung Technikumstrasse
 - Querung Zürcherstrasse
- Wichtige Fussverkehrsverbindung im Zentrum
 - Wylandbrücke
- Fussverkehrsteppich im Zentrum:
 - Kesselhausplatz (inkl. Erhebung Veloverkehr) Bahnmeisterweg

- Bahnfussweg (inkl. Erhebung Veloverkehr)
- Wichtige Fussverkehrsquerungen entlang Stadtradien:
 - Querung Zürcherstrasse - Zentrum Töss
- Wichtige Fussverkehrsquerungen im Quartierzentrum:
 - Lindenplatz (Wülflingen) (zwei Fussgängerquerungen)

In 2. und 3. Priorität sind Erhebungen an den folgenden Standorten vorgesehen:

- Bahnhof Oberwinterthur (2. Priorität)
 - Personenunterführung Bahnhof Oberwinterthur – Zugang Nord (in Absprache mit SBB)
 - Personenunterführung Bahnhof Oberwinterthur – Zugang Süd (in Absprache mit SBB)
- Bahnhof Grüze (2. Priorität)
 - Personenunterführung Bahnhof Grüze – Zugänge auf beiden Seiten (in Absprache mit SBB)
 - Personenunterführung Bahnhof Grüze – Zugänge auf beiden Seiten (in Absprache mit SBB)
 - Aufgang Leonie-Moser-Brücke, Seite Birchemüesliquartier
 - Aufgänge Leonie-Moser-Brücke, Seite St. Gallerstrasse (auf beiden Trottoirs der Brücke)
- Wichtige Fussverkehrsquerungen im Quartierzentrum (3. Priorität):
 - Zentrum Seen, Kanzleistrasse (zwei Fussgängerquerungen)
 - Zentrum Oberwinterthur, Römerstrasse

Weiter wären Zählstellen bei Freizeitnutzungen, in der Naherholung wünschenswert, z.B. Bruderhausstrasse Höhe Minigolfanlage, Rosentalstrasse (Zugang zu Walcheweiher) oder bei Brücken (Brunnibrugg oder Chinesensteg über die Töss). Diese Standorte sind im Konzept jedoch nicht enthalten.

An den Standorten für die Erhebung des Fussverkehrs sollen die Fussverkehrsströme möglichst kanalisiert und gerichtet auftreten und ohne Störeinflüsse bzw. Verschattung durch andere Fahrzeuge. An zentralen Orten, wo der Mischverkehr als Ganzes von Interesse ist, sollte der Fuss- und Veloverkehr im Sinne der Datenqualität möglichst durch separate Messstellen erfasst werden.

Heute verfügt die SBB bereits über detaillierte Pendlerströme in den Personenunterführungen am Hauptbahnhof. Die Zu- und Aufgänge in die Stadt sind für das VDE-Konzept relevant. Die Nutzung dieser Daten wurde bereits mit der SBB abgeklärt, Projektbezogen können diese Daten angefragt werden, jedoch stehen die Daten nicht zur Veröffentlichung zu Verfügung. Sie können jedoch zur Hochrechnung der temporären Fussverkehrszählungen im Zentrumsbereich dienen.

Die vier Zählstellen der SBB am Hauptbahnhof werden zu den Zählstellen des Konzepts mit aufgeführt.

Die Standorte für die Erhebung des Fussverkehrs sind auf der Zählstellenkarte (Beilage 3e) und in der Zählstellenliste (Beilage 4) ersichtlich.

6 Umsetzungskonzept und Kosten

6.1 Anzahl Standorte und Umsetzungsprioritäten

Das VDE-Konzept umfasst 67 neue Standorte mit insgesamt 82 neuen Dauerzählstellen und 21 Lichtsignalanlagen. Drei bestehende Messtandorte des Tiefbauamts verfügen bereits über Dauerzählungen. Und im Hauptbahnhof gibt es vier Messstellen der SBB (Personenzählungen), die projektspezifisch verwendet werden können und daher im Konzept mitberücksichtigt werden.

Die Umsetzung des Konzepts soll über mehrere Jahre in drei Etappen entsprechend der Prioritäten erfolgen.

6.1.1 Umsetzung Priorität 1

In erster Priorität werden an 16 Standorten Dauerzähler für MIV und Velo gebaut, wobei an 4 Standorten beide Verkehrsarten erfasst werden. Damit gibt es in der Priorität 1 insgesamt 11 neue Messquerschnitte für den MIV und neue 9 neue Messquerschnitte für den Veloverkehr. Die MIV-Zählstellen befinden sich überwiegend auf den Hauptachsen und am Stadtrand. Die Velozählstellen decken die parallel dazu verlaufenden Velohaupttrouten ab.

Für den Fussverkehr sind an 9 Standorten temporäre Zählungen (7 Tage pro Jahr für 3 Jahre) vorgesehen. An diesen Standorten sollen in der 2. Ausbaustufe Dauerzähler für den Fussverkehr installiert werden.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme und den entsprechenden Erfahrungen mit den Zählstellen der Priorität 1, kann die Verdichtung des Zählstellennetzes (Umsetzung Prio 2 und Prio 3), in Abstimmung mit den anstehenden Strassensanierungen angegangen werden.

6.1.2 Umsetzung Priorität 2

Die Priorität 2 beinhaltet 11 Dauerzähler für den MIV und 15 Dauerzähler für Velo, an insgesamt 18 neuen Standorten (8 Standorte sind mit MIV und Velo-Erfassung). Mit den MIV-Zählstellen werden weitere Hauptverkehrsstrassen, sowie Regionale Verbindungsstrassen erfasst. Es gibt zusätzliche Velozählstellen auf den Velohaupttrouten und auf wichtigen Verbindungen und um das Zentrum. Für den Fussverkehr sind 16 neue Dauerzähler vorgesehen, 9 davon an den temporären Zählstandorten der Priorität 1.

Im Rahmen der 2. Ausbaustufen sollen auch die Detektormesswerte von 21 Lichtsignalanlagen in SmartTraffic verfügbar gemacht werden. Dies ist aber erst nach der Inbetriebnahme des neuen Verkehrsrechners (ab 2025) möglich. In diesem Zusammenhang sind entsprechende Zusatzmodule für SmartTraffic erforderlich und optional ist ein Ersatz des heutigen FTP-Servers durch einen «Datensammler» zu prüfen, welcher die Daten aus den unterschiedlichen Quellen einsammelt und für die Nutzung innerhalb der Stadtverwaltung bereitstellt (Kosten siehe 6.2.5).

6.1.3 Umsetzung Priorität 3

Die 3. Priorität umfasst weitere 17 Standorte mit insgesamt 10 Dauerzählstellen für den MIV, 7 Dauerzählern für den Veloverkehr und 3 Zählstellen für den Fussverkehr. Die Erfassung des MIV deckt weitere regionale Verbindungsstrassen ab (z.B. Schlossbergstrasse, Untere Briggerstrasse, Wülflingerstrasse), die Erfassung auf dem Altstadttring wird vervollständigt und es gibt auch MIV-Zähler auf kommunalen Achsen (Rychenbergstrasse und Ohrbühlstrasse). Velozählstellen gibt es auf den Achsen Richtung Kempttal und Tösstal sowie in der Grüze und in Töss.

Zählstellentyp	Bestand	Geplant			Summe
		Prio 1	Prio 2	Prio 3	
Dauerzähler MIV	1	11	11	10	33
Dauerzähler Velo	3	9	15	7	34
Dauerzähler Fussverkehr			16	3	19
Verkehrszählung an Lichtsignalanlagen			21		21
Temporäre Zählung Fussverkehr (für 3 Jahre)		9			9
Fussverkehrszählung SBB	4				4
Summe	8	29	63	20	

Tabelle 3: Übersicht Zählstellen für Dauerzählungen und temporäre Zählungen

Ein Abgleich der Prioritäten mit den anstehenden Strassenprojekten ist noch ausstehend und könnte im Einzelfall zu einer Veränderung der Priorisierung führen, bspw. wenn eine Zählstelle aufgrund eines anstehenden Projekts vorgezogen werden soll, oder erst später zusammen mit dem Projekt realisiert wird. Durch die Umsetzung im Rahmen einer Strassensanierung, reduzieren sich die Kosten für den Bau der Zählstelle, da ein Teil der kostenintensiven Arbeiten (z.B. Grabarbeiten, Belagsarbeiten) ohnehin durchgeführt werden müssen.

Allfällige Erschwernisse welche erst im Rahmen der weiteren Projektierung erkannt werden, könnten im Einzelfall ebenso eine Neubeurteilung der Priorität und der Kosten zur Folge haben.

6.2 Grobkostenschätzung CHF +/- 30%

6.2.1 Gliederung und Annahmen

Die Kostenschätzung für die Investitionskosten gliedert sich je Standort in folgende Positionen:

Messeinrichtung	Zählgerät Datenübertragungsgerät Wetterschutzgehäuse (bei neuen Standorten)
Installation	Induktionsschleifen (oder LWL bei Bike-Counter) Elektroverdrahtung in Gehäuse Verkabelung/Sicherheitsnachweis Dokumentation/Abnahme
Stahlbau	Mast Wetterschutzgehäuse Sicherheitspfosten Sipf (Netztrennstelle Energieversorgung)
Bauarbeiten	Schächte Fundamente Grabarbeiten Belagsarbeiten
Signalisation	Verkehrsdienst Signalisation, Absperrung, Umleitung
Technische Bearbeitung (=Ingenieurleistungen)	Bauprojekt (SIA Phase 32) Submission und Realisierung (SIA Phase 41-53)

Eine Kostenaufstellung je Zählstellentyp ist in der Beilage 5 enthalten.

Die eingesetzten Preise basieren auf Projekten, welche in den vergangenen 5 Jahren im Kanton Zürich umgesetzt wurden.

Die Beträge der einzelnen Positionen fallen unterschiedlich aus, je nachdem ob es ein bestehender Zählerstandort ist oder ein neuer und ob eine Kombination von Velo- und MIV-Zählerstelle an einem Standort möglich ist.

Da bei den MIV-Zählgeräten noch keine abschliessende Entscheidung für eine bestimmten Gerätetyp gefällt wurde, wird jeweils die teurere Variante (Connex Traffic) angenommen. Für die Velozählstellen wird ebenso das teurere Gerät (Bike-Counter) angenommen.

Für die mobile Datenübertragung (Mobilfunkmodem) wird an jedem Standort derselbe Preis eingesetzt.

Die Kosten für das Schleifenfräsen der MIV-Messstellen beinhalten eine Pauschale für Baustelleneinrichtung und einen variablen Kostenanteil, welcher von der Anzahl Induktionsschleifen abhängig ist. Auch die weiteren Installationskosten und der Aufwand für die Verdrahtung im Gehäuse ist abhängig von der Anzahl Fahrstreifen und ob es eine einfache oder kombinierte Messstelle ist.

Bei den Stahlbauarbeiten wird unterschieden zwischen neuen und bestehenden Standorten. Bei den bestehenden Standorte ist kein Mast für das Gehäuse erforderlich, jedoch ist für alle Standorte ein Sicherheitspfosten (Sipf) als Netztrennstelle zwischen dem EW- Netz und der VDE Installation vorgesehen. Durch den Sipf wird sichergestellt, dass auch elektrisch nicht geschultes oder nicht fachkundiges Personal an der VDE-Kabine arbeiten darf.

Bei kombinierten MIV- und Velozählstellen, wird der Anteil Stahlbau der MIV-Zählstelle zugeordnet.

Bei den Tiefbauarbeiten wird für bestehende Standorte ein geringerer Betrag (5'000 Fr.) eingesetzt als für neue Standorte (15'000 Fr.). Um die Baukosten möglichst tief zu halten, wurde die Rohranlage auf ein Minimum reduziert (keine Detektoranschlusschächte, keine Anschlussdetektorrohre unter dem Randstein).

An jeden Standort werden die Kosten für einen allfälligen Verkehrsdienst und die Baustellen-Signalisation mitberücksichtigt.

Für die technische Ausarbeitung des Bauprojekts, für die Submission sowie die örtliche Bauleitung wurde je Standort für die SIA-Phasen 32-53 ein Betrag in der Höhe von rund 25% der Baukosten angenommen. Dieser Prozentsatz erscheint vergleichsweise hoch, er beruht aber auf den in der Vergangenheit realisierten Projekten des Kantons Zürich.

6.2.2 Kosten nach Zählstellentyp

Nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Kosten in Franken je Standort für die verschiedenen Zählstellentypen und Kombinationen, jedoch ohne die Kosten für die Herstellung des Stromanschlusses.

Zählstellentyp	Kosten CHF	
	Neuer Standort	Bestehender Standort
MIV Swiss10 Zählstelle	62'500	38'000
Velo Induktion	51'500	--
Velo optoelektronisch	63'300	--
Velo Induktion, in Kombination mit MIV-Zählstelle	16'000	--
Velo optoelektronisch, in Kombination mit MIV-Zählstelle	27'800	--
Fussverkehr	10'000	--
Temporäre Zählung Fussverkehr (7 Tage pro Jahr)	3'700	--

Die Kostensätze gelten jeweils für eine Standard-Zählstelle (MIV oder Velo) mit zwei detektierten Fahrstreifen, bzw. Fahrtrichtungen. Bei Messquerschnitten mit mehr als 2 Fahrstreifen wurden

entsprechende Zuschläge für die Detektion der zusätzlichen Fahrstreifen berücksichtigt. Die Kosten je Zählstellentyp und die zugrundeliegenden Annahmen sind in der Beilage 5 dokumentiert.

6.2.3 Kosten Aussenanlagen

Die Kosten für die einzelnen Zählstandorte werden massgeblich durch die Tiefbauarbeiten, den Anschluss an die Stromversorgung und den Installationsaufwand vor Ort beeinflusst. Die Messgeräte selber machen nur einen kleinen Teil der Gesamtkosten aus.

Die Preise der MIV-Zählgeräte mit Swiss10 variieren zwischen 4000 – 8500 Fr. pro Zählgerät.

Bei den Velozählstellen ist die Differenz grösser. Die Zählgeräte mit den optoelektronischen Sensoren (Bike-Counter) sind ungefähr doppelt so teuer wie die Zählgeräte mit Induktionsschleifen (Eco-Counter). Hinzu kommen höhere Materialkosten für die LWL-Sensoren und der höhere Aufwand beim Einbau im Vergleich zu den Induktionsschleifen. Eine Velozählstelle mit optoelektronischer Detektion ist bis zu 12'000 Fr. teuer als eine Velozählstelle mit Induktionsschleifen.

Für die Grobkostenschätzung wird für die MIV-Zähler und für die Velozähler die jeweils teurere Variante angenommen, da bisher keine Entscheidung für eine bestimmte Erfassungstechnologie gefällt wurde. Daher wird bei der vorliegenden Grobkostenschätzung das teurere MIV-Zählgerät «Connex-Traffic» und der Velozähler «Bike-Counter» berücksichtigt. Die Kosten der einzelnen Standorte sind in der Beilage 6 ersichtlich.

Für die Zählung des Fussverkehrs wird das Gerät «Pyro-Box» angenommen.

6.2.4 Kosten Stromanschluss

Die Kosten für die Stromerschliessung und die erforderlichen Tiefbauarbeiten vom EW-Verteiler bis zur Netztrennstelle (Sipf) am jeweiligen Standort, werden in der Kostenschätzung separat berücksichtigt. Der Aufwand ist stark abhängig von der erforderlichen Leitungslänge und den notwendigen Tiefbau- und Belagsarbeiten. Stadtwerk Winterthur hat für die Standorte mit Priorität 1 bereits eine detaillierte Kostenschätzung erstellt. Für die Standorte mit Priorität 2 und 3 wird, gemäss den Angaben von Stadtwerk Winterthur, ein pauschaler Betrag in Höhe von 30'000 Franken eingesetzt.

Bei den Dauerzählstellen für den Fussverkehr wird eine Stromversorgung mittels Akku angenommen (Austausch alle 18-24 Monate), daher ist bei diesen Zählstellen kein Stromanschluss berücksichtigt.

6.2.5 Kosten Zentrale und SmartTraffic

Auf Seiten der Zentrale sind in der 2. Priorität folgende Investitionskosten (einmalig) berücksichtigt:

- Anpassung der Import-Schnittstellen von SmartTraffic.
- Anbindung der LSA-Detektoren an SmartTraffic
- Neuer Datensammler (Ersatz für den heutigen FTP-Server, optional)

Es liegen dafür noch keine Offerten vor, der eingesetzte Betrag orientiert sich an vergleichbaren Vorhaben.

6.2.6 Kostenteiler überkommunale Strassen

Auf den überkommunalen Strassen (HVS und RVS) sowie auf den regional klassierten Velorouten und Fussverkehrsverbindungen können die Baukosten der Unterhaltspauschale gemäss dem geltenden Kostenteiler angerechnet werden. Die Stadt Winterthur muss die Zählstellen zwar vorfinanzieren, aber nach der Fertigstellung werden die Kosten vom Kanton zurückerstattet.

6.2.7 Gesamtkosten

Die Gesamtkosten setzen sich zusammen aus den Baukosten für die geplanten Zählstellen (alle Prioritäten), den Kosten für die temporären Zählungen des Fussverkehrs in der Ausbaustufe 1 (Prio 1), den Beschaffungskosten für zentralenseitige Komponenten in der Ausbaustufe 2 (Prio 2), sowie einer Reserve für Unvorhergesehenes.

Nicht berücksichtigte Kosten

Die Kosten für einen allfälligen Landerwerb und für Dienstbarkeiten sind nicht in der Kostenschätzung berücksichtigt. Dieser Punkt kann erst im Rahmen der Projektierung geklärt werden z.B. für den ungünstigen Fall, dass eine Zählerkabine nicht auf öffentlichem Grund platziert werden kann.

Die Kosten für Pikettdienst, Wartung und Reparatur durch Lieferanten sowie die laufenden Kosten für Energieversorgung und Datenübertragung sind nicht enthalten.

Eine Datenschnittstelle zur kantonalen Verkehrsdatenplattform «Verkehr Online» ist in der Grobkostenschätzung ebenfalls nicht enthalten. Diese Anbindung wäre für die Übermittlung von MIV-Onlinedaten erforderlich.

Tabelle 4: Grobkostenschätzung +/- 30%

a.) Geplante Zählerstandorte (Neubau oder Sanierung)

	Kosten CHF		
	Messeinrichtung	Stromanschluss	Gesamt
Standorte Priorität 1	1'089'000	549'000	1'638'000
Standorte Priorität 2	1'374'000	540'000	1'914'000
Standorte Priorität 3	943'000	390'000	1'333'000
Kosten CHF, exkl. MwSt	3'406'000	1'479'000	4'885'000

b.) Temporäre Zählungen Fussverkehr (Prio 1)

	Kosten CHF		
Temporäre Zählung, 7 Standorte pro Jahr	9	3'700	33'300
Temporäre Zählungen für 3 Jahre	3	33'300	99'900
Kosten CHF, exkl. MwSt			99'900

c.) Kosten Zentrale (Prio 2)

	Kosten CHF
Anpassung SmartTraffic	10'000
Anbindung LSA-Detektoren an SmartTraffic	50'000
Datensammler	40'000
Kosten CHF, exkl. MwSt	100'000

Damit ergibt sich folgender Finanzierungsbedarf für die einzelnen Ausbaustufen:

Ausbaustufe 1

	Kosten CHF
Standorte Priorität 1	1'638'000
Temporäre Zählungen Fussverkehr	99'900
Reserve für Unvorhergesehenes 10%	174'000
Zwischentotal exkl. MwSt.	1'911'900
MwSt. 8.1 %	155'000
Total Ausbaustufe 1 inkl. MwSt.	2'066'900

Ausbaustufe 2

	Kosten CHF
Aussenanlagen, Standorte Priorität 2	1'914'000
Zentrale, Zusatzmodule SmartTraffic	10'000
Zentrale, Integration LSA-Detektoren	50'000
Zentrale, neuer Datensammler	40'000
Reserve für Unvorhergesehenes 10%	201'000
Zwischentotal exkl. MwSt.	2'215'000
MwSt. 8.1 %	179'000
Total Ausbaustufe 2 inkl. MwSt.	2'394'000

Ausbaustufe 3

	Kosten CHF
Aussenanlagen, Standorte Priorität 3	1'333'000
Reserve für Unvorhergesehenes 10%	133'000
Zwischentotal exkl. MwSt.	1'466'000
MwSt. 8.1 %	119'000
Total Ausbaustufe 3 inkl. MwSt.	1'585'000

Zusammenfassung

	Kosten CHF
Verkehrsdatenerfassung Ausbaustufe 1	2'066'900
Verkehrsdatenerfassung Ausbaustufe 2	2'394'000
Verkehrsdatenerfassung Ausbaustufe 3	1'585'000
Total Ausbaustufen 1-3 inkl. MwSt.	6'045'900