



## Übertragbarkeit

Zielgruppe	
Für wen ist das Projekt zur Nachnutzung interessant?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Städte / Kommunen</li> <li>• Straßenbaulastträger</li> <li>• Organisationen mit dem Schwerpunkt Verkehr / Mobilität</li> <li>• Forschung und Entwicklung</li> </ul>
Wer profitiert aus Sicht des Projektbüros am meisten von diesem Projekt? ( <i>Bürger:innen, Behörde, Institutionen wie Schulen etc., Wirtschaft, weitere Akteure</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadt / Kommune</li> <li>• Verkehrsteilnehmer:innen</li> <li>• Anwohner:innen</li> <li>• Projektpartner (u.a. durch Know-how und die Umsetzung)</li> </ul>
Praktische Übertragbarkeit	
Welche Konzepte sind nachnutzbar?	<p>Konkret stehen im Rahmen des Projektes die nachfolgenden Konzepte/Leistungen, die für Kommunen zur Nachnutzung interessant sind zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept zum Aufbau der Kommunikationsarchitektur zwischen Lichtsignalanlagen, Echtzeitdatenerfassung, Steuerungsalgorithmus und Verkehrssystemrechner</li> <li>• Konzept zum Aufbau eines Verkehrssimulationsmodells zusammen mit der Einbindung, Auswertung und Aufbereitung von Echtzeitverkehrsdaten</li> <li>• Konzept zum Aufbau der Sensoren zur Echtzeitdatenerfassung von verschiedenen Verkehrsarten</li> <li>• Konzept des Steuerungsalgorithmus zur optimierten Verkehrssteuerung auf Basis der Echtzeitverkehrsdaten</li> </ul>



Lösungsumfang (Welche frei verfügbaren Lösungen werden im Zuge des Projektes bereitgestellt?)

S. o.

Durch die Nutzung standardisierter Schnittstellen ist es möglich, die Lösungsansätze auch auf Verkehrsräume anderer Komplexität zu übertragen. Dazu werden die Erfahrungen und Spezifikationen zur Implementierung der Schnittstelle zwischen den Lichtsignalanlagen und dem Verkehrssystemrechner mittels des offenen Kommunikationsstandards OCIT zur Verfügung gestellt. Erfahrungen und Ergebnisse der Gesamtarchitektur zur Kommunikation werden ebenso zur Verfügung gestellt.

Ausstattung der Infrastruktur mit Sensoren zur Echtzeitdatenerfassung:

- Festlegung von Standorten
- Aufbau der Infrastruktur für die Sensortechnik
- Stärken und Schwächen der eingesetzten Systeme

Aufbau der Gesamtarchitektur:

- Sicherstellung von niedriger Latenz bei der Übermittlung von Daten
- Bereitstellung der Daten

Implementierung der OCIT-Kommunikationsschnittstelle:

- Im Verkehrssystemrechner für die zentralenseitige Kommunikation und für die Kommunikation mit den Lichtsignalanlagen

Aufbau des Steuerungsalgorithmus:

- Integration und Verarbeitung verschiedenartiger Sensordaten
- Auswertung der Verkehrsdaten
- Sicherstellung der Laufzeiten des Steuerungsalgorithmus für die Anzahl an angeschlossenen LSA
- Konzept zum Umgang mit Latenzen



<p>Wann werden welche Elemente zur Verfügung gestellt?</p>	<p>Die Erfahrungen können fortlaufend in Austauschgesprächen an andere Kommunen weitergegeben werden.</p> <p>Alle Konzepte bzw. übertragbaren Elemente werden zum Projektabschluss zur Nachnutzung zur Verfügung gestellt.</p>
<p>Wie geschieht die Zur-Verfügung-Stellung? (<i>Links z.B. der Stadthomepage, oder weiteren Onlineportalen github</i>)</p>	<p>Die Zur-Verfügung-Stellung von den Projektergebnissen geschieht u. a. durch persönliche oder digitale Austauschgespräche.</p> <p>Darüber hinaus wird die Abschlussdokumentation sowie allgemeine Informationen des Projektes auf der Webseite der Digitalen Modellregion Paderborn <a href="https://digitale-heimat-pb.de/projekte/pilotprojekt-schlosskreuzung/">https://digitale-heimat-pb.de/projekte/pilotprojekt-schlosskreuzung/</a> zur Verfügung gestellt.</p> <p>Der Projektfortschritt wird u. a. durch die nachfolgenden Internetseiten kommuniziert:</p> <p><a href="https://www.hni.uni-paderborn.de/rtm/forschung/">https://www.hni.uni-paderborn.de/rtm/forschung/</a> <a href="https://www.rtb-bl.de/RTB/pilotprojekt-schlosskreuzung/">https://www.rtb-bl.de/RTB/pilotprojekt-schlosskreuzung/</a> <a href="https://www.stuehrenberg.de/de/hauptnavigation/unternehmen/projekte-forschung-entwicklung.html">https://www.stuehrenberg.de/de/hauptnavigation/unternehmen/projekte-forschung-entwicklung.html</a></p>

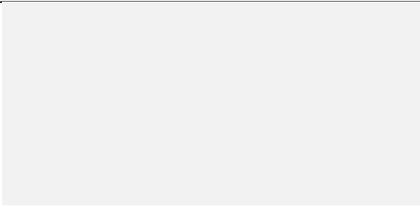


## Voraussetzungen bei Übertragung – Worauf baut das Projekt auf?



Welche Beteiligungsrechte sind zu bedenken? (z.B. Welche Infrastruktur muss bereits vorhanden sein?)

---



Die Voraussetzung die innerhalb einer Stadt / Kommune für die Umsetzung / Übertragbarkeit des Projektes vorliegen muss ist eine entsprechende Verkehrsinfrastruktur (Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten).

Für die Umsetzung / Übertragung des Projektes ist eine digitale Infrastruktur zur Echtzeit-Datenerhebung aller Verkehrsteilnehmer:innen und eine hochgradig flexible LSA-Steuerung notwendig, die auf Basis von innovativer Sensorik und Optimierungsalgorithmen stets dem aktuellen Verkehrsgeschehen angepasst wird.

Die Kommunikation wurde in diesem Projekt über eine zentrale Steuerung abgebildet, d. h. es werden die Verkehrsdaten der Lichtsignalanlagen über einen zentralen Verkehrssystemrechner abgerufen und mittels einer zentralen Recheneinheit verarbeitet. Von dort werden die Schaltbefehle separat an die Lichtsignalanlagen verteilt.

Damit der Verkehr flexibel, dynamisch und bedarfsgerecht gesteuert werden kann, muss die Kommunikationsinfrastruktur so ausgelegt sein, dass sämtliche Datenströme mit einer geringen Latenz bereitgestellt werden. Zudem sind analoge Anforderungen bei der Datenverarbeitung zu berücksichtigen.

Es wurden zur Erfassung der Verkehre folgende Erfassungstechniken eingesetzt:

- Radar-Sensor – dient zur Erkennung von Rückstau des Straßenverkehrs
- Radar-Anforderungstaster – berührungsloser Taster zur Grünanforderung des Fußverkehrs
- Nosco-Hybridkamera – dient zur Erkennung des Fußverkehrs per 3D-Abstandsbild in Kombination mit RADAR
- Radar-Technik – zur klassifizierten Detektion des Straßenverkehrs (zudem werden Geschwindigkeitsdaten erhoben)

Alle eingesetzten Detektoren erfassen keine personenbezogenen Daten.

Die Steuerungen der Lichtsignalanlagen sollten folgende Ausstattungsmerkmale aufweisen:

- Offene Kommunikationsschnittstelle (OCIT) zu einem Verkehrssystemrechner
- Unterstützung von AP-Werten zur Phasensteuerung der Lichtsignalanlage
- Techniken zur Protokollierung des Verkehrsablaufs und der

## Sensordaten

Voraussetzungen des Verkehrssystemrechners:

- Offene Kommunikationsschnittstellen (OCIT)
- Möglichkeiten zur Anbindung des Steuerungsalgorithmus
- Standortunabhängiger Zugriff

Organisatorische Voraussetzungen (z.B. Welche Gremien müssen dem Projekt zustimmen?)	Der oder die zuständige(n) Baulastträger müssen die Bereitschaft haben, nötige infrastrukturelle Anpassungen und Ergänzungen vorzunehmen. Eine Finanzierung muss über die entsprechenden Gremien (Gemeinderat) eingeholt werden.
--	---

### Kosten bei Übertragung (ggf. Spannbreite)

Kosten der Einführung	<p>Infrastrukturelle Anpassungen an den Lichtsignalanlagen (5 Kreuzungsanlagen und 1 Fußverkehrsanlage): Ca. 300.000 €</p> <p>Aufbau der Echtzeitdatenerfassung (ca. 31 Sensoren) Ca. 140.000 €</p> <p>Anpassungen und Ergänzungen am Verkehrssystemrechner (OCIT-Server) Ca. 140.000 €</p> <p>Sonstige Kosten IT-Infrastruktur (Server, Kommunikation) Ca. 30.000 €</p> <p>Anpassungen des Regelungsalgorithmus auf das gegebene Verkehrssystem (abhängig von der Anzahl zu regelnder LSA) Ca. 10.000 - 30.000 €</p> <p>Weitere Kosten können erst mit dem Abschluss der Validierung der Projektergebnisse bekannt gegeben werden. Diese werden im Projektabschlussbericht aufgeführt.</p> <p>Die angegebenen Werte können je nach bereits vorhandener Infrastruktur abweichen.</p>
-----------------------	--



<p>Kosten des Betriebs (<i>Angabe jährlicher Kosten</i>)</p>	<p>Infrastruktur Lichtsignalanlagen: keine Extrakosten durch den Optimierungsalgorithmus (laufende Kosten Wartungsvertrag, etc.)</p> <p>Echtzeitdatenerfassung: Datenbereitstellung, Kosten für SIM-Karten, Wartung (Austausch Akkumulatoren) ca. alle 5 Jahre ca. 500 €</p> <p>Verkehrssystemrechner (OCIT-Server): ca. 1.000 – 4.000 € im Jahr</p> <p>Sonstige Kosten IT-Infrastruktur: &lt; 1.000 €</p> <p>Kosten zur Pflege des Optimierungsalgorithmus sind derzeit nicht bewertet.</p> <p>Weitere Kosten können erst mit dem Abschluss der Validierung der Projektergebnisse bekannt gegeben werden. Diese werden im Projektabschlussbericht aufgeführt.</p> <p>Die angegebenen Werte können je nach bereits vorhandener Infrastruktur abweichen.</p>
<p>Personalaufwand bei Einführung (<i>Personentage und Zeitraum</i>)</p>	<p>Die Werte beziehen sich auf die Angaben im Projektantrag. Eine Abschätzung der Personalaufwendungen bei Übertragung ist aufgrund des hohen Anteils an Forschung und Entwicklung derzeit nicht möglich.</p> <p>Stadt PB: 72 Personenmonate HNI: 90 Personenmonate RTB: 36 Personenmonate Stührenberg: 36 Personenmonate</p> <p>Weiterführende Angaben können erst mit dem Abschluss der Validierung der Projektergebnisse bekannt gegeben werden. Diese werden im Projektabschlussbericht aufgeführt.</p>



<p>Personalaufwand bei Betrieb (<i>Angabe jährlicher Kosten</i>)</p>	<p>Keine Angaben möglich, da keine zusätzlichen Stellen geschaffen wurden oder werden. Die Aufgaben werden von bereits vorhandenen Mitarbeitern bei der Stadt mit übernommen. Bei notwendiger externer Expertise, wird dies durch Auftragsvergaben sichergestellt.</p>
<p>Welche spezifischen Kenntnisse sind hierzu erforderlich?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatik</li> <li>• Verkehrswesen</li> <li>• Verkehrstechnik</li> <li>• Kommunikationstechnik</li> <li>• Simulationstechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> <li>• Messtechnik</li> <li>• Monteure</li> </ul>
<p>Mögliche Finanzierungsquellen</p>	<p>Haushaltsmittel, Fördermittel</p>



## Nutzen bei Übertragung

### Direkter Nutzen / Einsparungen

Es werden moderne Technologien zur Verkehrsdatenerfassung und zur echtzeitfähigen Kommunikation von dezentralen Messstationen und LSA-Steuergeräten mit zentralen Rechereinheiten eingesetzt. Hierdurch lässt sich die Verkehrsflusssteuerung zu jeder Zeit optimal an die aktuellen Gegebenheiten anpassen (Optimierungsalgorithmus). Demnach entsteht eine flexible und bedarfsgerechte LSA-Schaltung, ermöglicht durch die Übertragung der Echtzeitverkehrsdaten.

Die Lösungsmethodik, die in diesem Vorhaben entwickelt und erprobt wird, ist weitgehend unabhängig von lokalen Gegebenheiten einsetzbar. Die Signalübertragung zwischen LSA-Steuergeräten und dem zentralen Verkehrsrechner wird mit dem OCIT-Kommunikationsstandard umgesetzt. Die hier entstehende Lösung kann ohne nennenswerte Anpassungen der grundlegenden Entwicklung in jedem beliebigen städtischen Verkehrsraum eingesetzt werden. Lediglich der betrachtete Verkehrsraum muss nachmodelliert werden. Daher werden die Resultate von überregionaler Bedeutung sein.

Durch die entwickelte Regelung können gezielt verschiedene Verkehrsteilnehmerarten unterschiedlich priorisiert werden, sodass auf bestimmte verkehrstechnische Ziele direkt Einfluss genommen werden kann (z.B. Fußgängerwartezeiten).

### Indirekte Einsparungen

Durch die Nutzung moderner Technologien bzw. einer digitalen Infrastruktur entstehen Potentiale zur Energieeinsparung und zur Reduzierung der Wartungsintervalle von Lichtsignalanlagen und Sensortechnik. Dies führt zu einem flüssigeren Verkehr und weniger Emissionen, was u. a. dazu beiträgt die Lebensqualität der Anwohner:innen zu steigern.



Langfristiger Nutzen (z.B. Welche Folgeprojekte werden ermöglicht?)

Ein Großteil der Schadstoffemissionen des innerstädtischen Straßenverkehrs ist darauf zurückzuführen, dass in Kreuzungsbereichen Staus und stockender Verkehr auftreten. „Verbrenner“ stoßen insbesondere bei Beschleunigungsvorgängen deutlich mehr Schadstoffe aus als bei gleichmäßiger Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass sich die Emissionsbelastung in Städten deutlich verringern ließe, wenn die Fahrzeuge in einem möglichst konstanten Fluss hindurch fahren könnten. Gleichzeitig sind weitere VTN (Fußverkehr, Radverkehr, Einsatzfahrzeuge) zu berücksichtigen. Eine effektive Verkehrslenkung trägt hier also dazu bei, die Umwelt zu entlasten und steigert die Lebensqualität der Anwohner:innen.

Wird das Pilotprojekt erfolgreich beendet, indem sich bei der Validierung signifikante Verbesserungen beim Verkehrsfluss und eine Minderung der Emissionsbelastung zeigen, so soll die hier entwickelte Verkehrssteuerung weiteren Kommunen angeboten werden. Die beteiligten Unternehmen RTB und Stührenberg können ihre im Rahmen des Projektes entwickelten Produktinnovationen einem erheblich erweiterten Markt zuführen.

Durch die Erfahrungen der realgetreuen Simulation können weitere Studien an bereits validierten Modellen mit entsprechender Infrastruktur durchgeführt werden. Die Aspekte des (teil-)autonomen Verkehrs oder der Echtzeitverkehrsprognose mit VTN-Interaktionen (bspw. über RSU) stellen teilweise gestartete Folgeüberlegungen dar.



Nutzen für Stakeholder (z.B.  
Nutzen, der nur für Bürger:innen /  
Unternehmen / ... anfällt)

Bürger:innen:

- Steigerung der Lebensqualität der Region durch weniger Emissionsbelastungen

Unternehmen/Forschung:

- Produktinnovationen werden ermöglicht
- Eröffnung neuer Geschäftsfelder
- Zuwachs an Erfahrungen und Expertise
- Weitere Kooperationsmöglichkeiten

Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zum Konzept „Digitales Paderborn“ im Lebensbereich Verkehr.



## Hinweise

### Rechtliche Rahmenbedingungen

Welche rechtlichen Rahmenbedingungen wurden analysiert (z.B. hinsichtlich Lizenzierungsüberlegungen, Genehmigungsverfahren, etc.)

Sowohl für den entwickelten Optimierungsalgorithmus als auch den zugehörigen mikroskopischen Verkehrszustandsschätzer wurden von dem Heinz Nixdorf Institut Patentanträge gestellt. Beide befinden sich derzeit in der Offenlegungsphase.

In dem Projekt wurden keine personenbezogenen Daten erfasst. Auch bei den gewählten Kameras ist keine Zuordnung zu bestimmten Personen möglich. Einzig eine Bevorzugung einzelner Gruppen von Verkehrsteilnehmern ist möglich (zum Beispiel ÖPNV).

Welche rechtlichen Hürden sind aufgetreten? Wie konnten diese gelöst werden?

Keine besonderen rechtlichen Fragestellungen. Es gelten die üblichen rechtlichen Rahmenbedingungen im Straßen- und Verkehrswesen (insbesondere zu beachten bei der Installation der Zusatzsensorik).

### Sonstige Erfahrungswerte

Best Practices (*Was kann anderen Anwendern empfohlen werden?*)

- Enge Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft und Stadt hat sich ausgezahlt, da alle Akteure profitieren
  - o Besonders bei der technischen Umsetzung zeichnete sich die lösungsorientierte Arbeitsweise aus
  - o Zusammenschluss von verschiedensten Expertisen
- Regelmäßige Austauschrunde eines Kernteams aller beteiligter Partner
- Alle notwendigen Akteure für die Umsetzung des Projekts sind Projektpartner
  - o Damit ist sichergestellt, dass alle Ziele gemeinschaftlich erreicht werden können

Lessons Learned (*Was kann nicht empfohlen werden? Was sollte vermieden werden?*)

- Zustand und Verfügbarkeit der verkehrstechnischen Infrastruktur für Anpassungen und Erweiterungen sollten im Voraus mitbedacht werden (sowohl Kosten als auch organisatorischer Aufwand)
  - o Möglichkeiten zum Anschluss neuer Sensorik muss vorhanden sein
  - o Einrichten der nötigen Kommunikationsschnittstellen muss möglich sein



## Umsetzung

### Projektbestandteile

Welche Teilprojekte gibt es und hat sich diese Einteilung bewährt?

AP 1: Erstellung eines Pflichten- und Lastenheftes

AP 2: Aufbau eines Simulationsmodells des betrachteten Versuchsfeldes

AP 3: Entwicklung der Verkehrsflussreglung

AP 4: Ausbau der Kommunikationsinfrastruktur

AP 5: Ausbau der Infrastruktur für die Datenerhebung

AP 6: Ausbau der Infrastruktur der Verkehrssteuersysteme

AP 7: Öffentlichkeitsarbeit und Bereitstellung anonymisierter Daten

AP 8: Validierung

Hierbei handelt es sich um eine verkürzte Darstellung der Teilprojekte / Arbeitspakete. Diese haben jeweils mehrere Unterarbeitspakete (Arbeitsschritte).

Die Einteilung hat sich größtenteils bewährt, da jedes Teilprojekt zumeist klar abgegrenzte Aufgaben innehatte. Für die Projektkoordination ist dies ein erheblicher Vorteil. Jedes Arbeitspaket war einem Projektpartner zugeordnet, so dass organisatorische Abstimmungsprozesse effizient gestaltet werden konnten.

Zudem konnten Meilensteine besser überwacht und bei Verzögerungen entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Für gemeinsame Aufgaben und Abstimmungsprozesse bewährte sich ein wöchentlicher Austausch, mit dem Ziel effizient Aufgaben zu identifizieren und entsprechend der Voraussetzungen und Anforderungen des Projekts schnell umzusetzen.



Zeitschiene	
Gesamtzeitübersicht des Projektes (ggf. Zeitplan im Anhang)	<p>S.u. Anhang (A1)</p> <p>Das Projekt wurde verlängert, daher hat sich der Zeitraum der Durchführung und die Gesamtzeitübersicht verändert. Mit dem Projektabschlussbericht wird dieser noch mal angepasst.</p>
Projektphasen und Meilensteine	<p>M1: Simulationsbasierte Analyse des IST-Zustands – Oktober 2019</p> <p>M2: Entwicklung der Algorithmen für eine optimale dynamische Verkehrsflusssteuerung – April 2021</p> <p>M3: Beginn der Testphase im Versuchsfeld – April 2021 (Verschoben in Oktober 2021)</p> <p>M4: Validierung und Gegenüberstellung der Verkehrsdaten – Dezember 2021 (Verschoben in vor. Mai 2022)</p>
Dauer von erster Überlegung zu Beschluss über Projektbeginn bis hin zu Projektabschluss / Betriebsaufnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Überlegungen: Anfang 2018</li> <li>• Antragsstellung: September 2018</li> <li>• Zuwendungsbescheid: Januar 2019</li> <li>• Projektende: März (Mai) 2022</li> </ul>
Stakeholder (ggf. Stakeholderübersicht im Anhang)	
Wie ist das Projektteam aufgebaut? (ggf. Projektorganigramm im Anhang)	<p>Stadt Paderborn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektleitung</li> <li>• Arbeitspaketleitung 1, 4 und 7</li> </ul> <p>Heinz Nixdorf Institut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitspaketleitung 2, 3 und 8</li> </ul> <p>Stührenberg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitspaketleitung 6</li> </ul> <p>RTB:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitspaketleitung 5</li> </ul>



Welche Rollen gibt es im Projekt?

Stadt Paderborn:

- Projektleitung:

- o Umfassende und eigenständige Projektleitung- Feststellung und regelmäßige Überprüfung der Projektziele, Steuerung, Sicherung des Informationsflusses und Kontrolle des Projektes. Regelmäßige Dokumentation der Teilerreichung.

- o Beratung und Unterstützung der Projektgruppe bei der Durchführung des Projektes sowie bei der Auswertung und Dokumentation von Projektergebnissen

- o Organisation und Durchführung des Projektmanagements

- o Netzarbeit: regelmäßige Teilnahme an Besprechungen mit Netzwerken und Organisationen

- o Vertretung des Projektes in regionalen Veranstaltungen

- o Betreuung der Öffentlichkeitsarbeit sowie die Abwicklung der Bereitstellung der anonymisierten Daten

- Kommunikationselektroniker:

- o Betreuung des Steuerkabelnetzes im Projektraum

- o Rangieren von Strecken, inkl. Optimierung der Datenübertragung

- o Einarbeitung in die neue OCIT-Schnittstelle

- o Einmessen von Fehlerstellen

- o Verbesserung der Dokumentationen

- o Überwachung, Wartung und Montage der Dauerzählstellen

- o Überwachung, Wartung und Montage der projektbezogenen Steuergeräte

- Elektroingenieur:

- o Betreuung der Öffnung des Aufbaus der Kommunikationsinfrastruktur

- o Ausbau der Infrastruktur für die Verkehrsflussregelung

- o Ausbau der Infrastruktur zur Datenerhebung

- Techniker:

- o Ausschreibung und Beauftragung

- o Technische Betreuung der Öffnung des Verkehrsrechners

- o Betreuung der Bauabwicklung bei dem Aufbau der Infrastruktur der Verkehrssteuerungssysteme

- Verkehrsingenieur

- o Unterstützung bei dem Aufbau eines Simulationsmodells des Versuchsfeldes

- o Anpassung der vorhandenen Planungen zu Gunsten des Pilotprojektes

- o Unterstützung der Projektleitung bei der Öffentlichkeitsarbeit und der Bereitstellung anonymisierter Daten

- o Unterstützung der Projektleitung bei der Validierung

Heinz Nixdorf Institut:

- Interner Projektkoordinator

- 
- o Interne Organisation der Arbeitspakete und Formalitäten
  - o Allg. Projektbetreuung (z.B. als Ansprechpartner)
  - o Zuweisung und Kommunikation der spez. Aufgaben und deren Umsetzung
  - Forscher/Entwickler
    - o Aufbau und Anpassung des Simulationsmodells
    - o Konzeptionierung der LSA-Regelung (vergleich bestehender und möglicher neuer Ansätze)
    - o Entwicklung und Implementierung der LSA-Regelung
    - o Portierung der entwickelten Lösung auf die Realumgebung
    - o Implementierung und Integration notwendiger Schnittstellen (u.a. Stellsignale / Wunschphasen und Sensordaten)
    - o Test der Entwicklungen (rein simulativ und im Realbetrieb)

#### RTB

- Interner Projektkoordinator
  - o Interne Organisation der Arbeitspakete und Formalitäten
  - o Allgemeine Projektbetreuung
- Techniker:
  - o Technische Betreuung der Messeinrichtungen
  - o Anpassungen und Weiterentwicklung an den Messeinrichtungen (Sensorik, Kommunikation)
  - o Ausarbeitung von technischen Spezifikationen für Messeinrichtungen, Anforderungen an Sensorik und technische Umsetzung
- Entwickler
  - o Weiterentwicklung neuer Sensorik für die Anforderungen des Projekts
  - o Anpassungen an der Datenbereitstellung (Schnittstellen)
  - o Ausarbeitung von technischen Spezifikationen für Sensorik
  - o Technische Entwicklung von Software- und Hardwarelösungen für den Einsatz von Sensorik und zur Bereitstellung der Daten
- Monteure
  - o Aufbau und Installation der Messeinrichtungen an den Einsatzorten
  - o Fertigung spezieller Halterungen und Diebstahlsicherungen für die Messeinrichtungen

#### Stührenberg:

- Projektleitung:
  - o Steuerung und Überprüfung der Zeile von Teilprojekten, Sicherung des Informationsflusses
  - o Beratung und Unterstützung bei der Durchführung des Projektes
  - o regelmäßige Teilnahme an Besprechungen
- Entwicklungsingenieure:
  - o Ausbau der vorhandenen Infrastruktur für die Verkehrssteuerung
  - o Unterstützung bei der vorhandenen verkehrstechnischen Planung als Rückfallebene
  - o Integration der optimierten Steuerungsalgorithmen
  - o Herstellen der Verbindung zwischen LSA und zentralen Verkehrsrechner über offene Schnittstellen
  - o Herstellen der Verbindung zwischen zentralen

---

#### Verkehrsrechner und Steuerungsalgorithmus

- o Entwicklung einer Client-Software für den Datenaustausch
- o Bereitstellung von Prozessdaten für die Qualitätsanalyse
- o Entwicklung von Hilfsmitteln zur Qualitätsanalyse

- Softwareentwickler:

- o Entwicklung und Bereitstellung einer Programmierschnittstelle für die Steuersignale
- o Integration der optimierten Steuerungsalgorithmen auf der LSA
- o Unterstützung bei der Modellierung der Lichtsignalanlagen

- Verkehrsingenieur:

- o Umsetzung der vorhandenen verkehrstechnischen Planung als Rückfallebene



Welche spezifischen Kenntnisse sind erforderlich?

Stadt Paderborn:

Der Projektbeitrag der Stadt Paderborn besteht darin, die Verkehrsinfrastruktur in dem ausgewählten Straßenzug für die Durchführung des Projektes anzupassen. Die Stadt stellt das nötige Fachwissen bezüglich signaltechnischer Sachverhalte und verkehrsrechtlicher Sicherheit des Vorhabens. Darüber hinaus übernimmt die Stadt die Projektkoordination und verantwortet die Öffentlichkeitsarbeit und Bereitstellung anonymisierter Daten.

Heinz Nixdorf Institut:

Aufbau einer Verkehrssimulation für den ausgewählten Straßenzug, die simulationsbasierte Analyse zur Identifikation geeigneter Messstellen sowie die Entwicklung der Optimierungsalgorithmen zur größtmöglichen Verstärkung der Verkehrsflüsse und somit zur Maximierung der Effizienz der Infrastrukturnutzung.

RTB GmbH & Co. KG:

Expertise sowie die Bereitstellung und Installation der Messeinrichtungen zur Verkehrsdatenerhebung und zur Verkehrsflusssteuerung. Messsysteme und deren Kommunikationsschnittstellen werden gemäß den Anforderungen der optimalen Verkehrsflusssteuerung weiterentwickelt. Entwicklung innovativer Auswertelgorithmen, die nicht nur eine Zählung, sondern auch eine Klassifizierung sowie Verhaltensinterpretation der Verkehrsteilnehmer und das Erkennen von Pulk-Bildungen ermöglichen.

Stührenberg GmbH:

Expertise im Bereich der Verkehrssteuerungstechnik und der Ausbau der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur für die Integration der Optimierungsalgorithmen. Basierend auf den Anforderungen der optimalen Verkehrssteuerungen werden Weiterentwicklungen an den LSA-Steuergeräten vorgenommen. Stührenberg gehört außerdem zur Arbeitsgemeinschaft zur Standardisierung von Schnittstellen in der Straßenverkehrstechnik, die den OCIT®-Standard (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) entwickelt und verbreitet.



Wie hoch ist der Personalaufwand? (VZÄ für wie viele Monate aufgeschlüsselt nach Akteuren)	Stadt PB: 72 Personenmonate HNI: 90 Personenmonate RTB: 36 Personenmonate Stührenberg: 36 Personenmonate
Wie verändern sich die Personalanforderungen beim Übergang von Projekt zu Regelbetrieb?	Es werden keine zusätzlichen Stellen seitens der Stadt PB geschaffen. Die Aufgaben werden von bereits vorhandenen Mitarbeitern übernommen.  Bei notwendiger externer Expertise, wird dies ggfs. durch Auftragsvergaben sichergestellt.
Welche Verwaltungsebenen/Stellen müssen einbezogen werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßen- und Brückenbauamt</li> <li>• Verwaltungsvorstand</li> <li>• Rat der Stadt Paderborn</li> <li>• Amt für Finanzen</li> <li>• Amt für Vermessung und Geoinformation</li> <li>• Amt für öffentliche Ordnung</li> <li>• Stabsstelle Digitalisierung</li> <li>• Interne Verwaltungsstellen der beteiligten nicht-öffentlichen Projektpartner</li> </ul>
Wie sieht das Modell zur Beauftragung bzw. zur Zusammenarbeit zwischen privatwirtschaftlichen Akteuren und Mandanten (z.B. Kommune aus)	Beschaffung entsprechend der Nebenbestimmungen des Zuwendungsbescheids
Im Falle von konventioneller Beschaffung	Nach den Vorgaben des Zuwendungsbescheids (GWB, VGV, VOB, VOL, VOF)
<b>Herausforderungen bei der Umsetzung</b>	
Ex Ante (Welche Hürden müssen vor Projektbeginn überwunden werden? Welche Lösungsansätze wurden gewählt?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorab muss geprüft werden, ob offene Kommunikationsschnittstellen zwischen der Steuerung der Lichtsignalanlagen und dem Verkehrssystemrechner vorhanden sind, bzw. eingeführt werden können.</li> <li>o Lösungsansatz: separater (virtueller) Verkehrsrechner für das Projekt</li> </ul>



Laufend (Welche Herausforderungen gab es während des Projektverlaufs? Welche Lösungsansätze wurden gewählt?)

- Ursprüngliche Projektplanung sah eine Beteiligung der Öffentlichkeit zur Ermittlung von Immissionswerten vor. Aufgrund der Komplexität zur Ermittlung der Kennwerte nach der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes, wurde ein anderer Lösungsansatz verfolgt. Zudem ist aufgrund der Ermittlung der Kennwerte über Messungen keine direkte Schlussfolgerung bezüglich der Wirkungen des Verkehrsflusses gegeben. Für eine Gegenüberstellung von Messwerten, müssen die Rahmenbedingungen vergleichbar bleiben. Daher wird der Simulationsansatz über das Verkehrsmodell verfolgt. Das Umweltbundesamt hat mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Emissionsfaktoren für gängige Fahrzeugtypen zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten Werte zu unterschiedlichen Verkehrssituationen, zu Fahrzeugtypen und Emissionskonzepten. In dem Simulationsprogramm SUMO sind die Daten und Informationen des HBEFA hinterlegt worden. Somit ist eine Auswertung der Umweltdaten über das Simulationsmodell möglich. Vorteil dieser Variante ist, dass die Rahmenbedingungen zwischen dem Ausgangszustand und dem Endzustand identisch sind und somit die Daten vollständig gegenübergestellt werden können.
- Standortwahl der Verkehrserfassungsgeräte. Zunächst wurden erste Standorte zur grundlegenden Abdeckung des Bilanzraums gewählt. Mit der Kalibrierung des Verkehrsmodells wurden die Standorte angepasst. Dies ist erforderlich, damit die in Echtzeit erfassten Fahrzeuge im Verkehrsmodell an den passenden Eintrittspunkten im Modell integriert werden können. Für jeden Standort der Erfassung muss eine Stromversorgung sichergestellt sein. Bei einigen Standorten ließ sich das über Nachladungen von Beleuchtungsmasten realisieren. Bei anderen Standorten wurden Photovoltaik-Module eingesetzt. Hierfür müssen für die geplanten Standorte auch die infrastrukturellen Voraussetzungen vorhanden sein. Z. B. entsprechender Platz für Sensorik. Zeitgleich muss bei Montage der Erfassungssensoren an Beleuchtungsmasten der Zugang zum Mastverteiler für Wartungen gegeben sein. Hierfür wurden extra Bügel entwickelt und eingesetzt. Gleiches gilt auch für die Schaltschränke zur Unterbringung der Sensorikomponenten (Industrie-PC, Netzwerkkomponenten).
- Bei Projektverzögerungen bestehen nur begrenzte Möglichkeiten die Fördermittel Umzuwidmen / in das nächste Kalenderjahr zu übertragen



<p>Ex Post (Welche Herausforderungen mit Hinblick auf den Betrieb sind aufgetreten, z.B. Akzeptanz der Lösung, Betriebsverantwortlichkeit, Finanzierung des Betriebs? Welche Lösungsansätze wurden gewählt?)</p>	<p>Noch keine Aussage möglich, da der Feldversuch (Betrieb) noch läuft. Mit Abschluss der Validierung der Projektergebnisse können hierzu konkrete Aussagen getroffen werden. Diese werden im Projektabschlussbericht aufgeführt.</p>
<p><b>Alternativen</b></p>	
<p>Gab es zu den gewählten Lösungswegen betrachtete Alternativen?</p>	<p>Im Projekt werden nicht nur die Grünphasendauer oder das kreislaufgebundene Schalten von Phasen berücksichtigt, sondern eine nahezu freie Wählbarkeit. Dies kann entsprechend reduziert werden auf reine Grünzeitverlängerung oder Vergleichbares.</p>
<p>Welche Alternativen sind für Mandanten (z.B. Kommunen) empfehlenswert?</p>	<p>Verkehrserfassungssensoren: Jede Sensortechnik hat Vor- und Nachteile, die vorher betrachtet werden müssen. Z. B. bei mehrspurigen Straßen empfehlen sich Überkopfsensoren. Hierfür muss auch die entsprechende Infrastruktur vorhanden sein, wie z.B. Brücken.</p>

## Sonstiges

<p><b>Anmerkungen</b></p>	
<p>Haben Sie weitere Kommentare oder Anregungen?</p>	<p>Bislang keine weiteren Anmerkungen.</p>