Zustandsbericht Lichtsignalanlagen 2021

Sachverhaltsdarstellung

Im Folgenden wird über den aktuellen Zustand (Stand: November 2021) der Infrastruktur im Bereich der Lichtsignalanlagen (LSA) im Stadtgebiet Nürnberg berichtet. Des Weiteren wird prognostiziert wie sich dieser Zustand voraussichtlich in den nächsten 10 Jahren bis 2031 entwickeln wird.

Es ist vorgesehen, den Bericht regelmäßig fortzuschreiben und dem SÖR-Werkausschuss zur Information und zum Monitoring vorzulegen.

Inhalt

1. Ausgangslage 2
1.1. Altersstruktur der LSA 2
1.2. Baulicher/technischer Zustand der LSA 4
1.3. Wartung und Ersatzteilbeschaffung 4
1.4. Abkündigungen 5
1.5. Ausgangssituation LED-Sanierung 5
2. Geplante Maßnahmen (Erhalt und Weiterentwicklung) 6
2.1. LED Umrüst-Strategie 2019 6
2.1.1. aktueller Stand 6
2.1.2. Weiteres Vorgehen 6
2.2. Szenarium zum LSA-Substanzerhalt bis 2031 7
2.2.1. Altersstruktur 2031 7
2.2.2. Vorschlag zum Vorgehen bei der LSA-Sanierung in den Jahren 2022 bis 2031 8
3. Finanzielle Investitionen 9
3.1. Jährlicher Unterhaltsaufwand LSA 9
3.2. Geschätzter Finanzbedarf 2021 bis 2031 9
3.3. Kostenentwicklung bei den LSA-Sanierungen 9
4. Personelle Investitionen 11
5. Fazit 12

1. Ausgangslage

1.1. Altersstruktur der LSA

Im nachfolgenden Diagramm wird die aktuelle Altersstruktur der insgesamt 535 LSA im Nürnberger Stadtgebiet dargestellt:

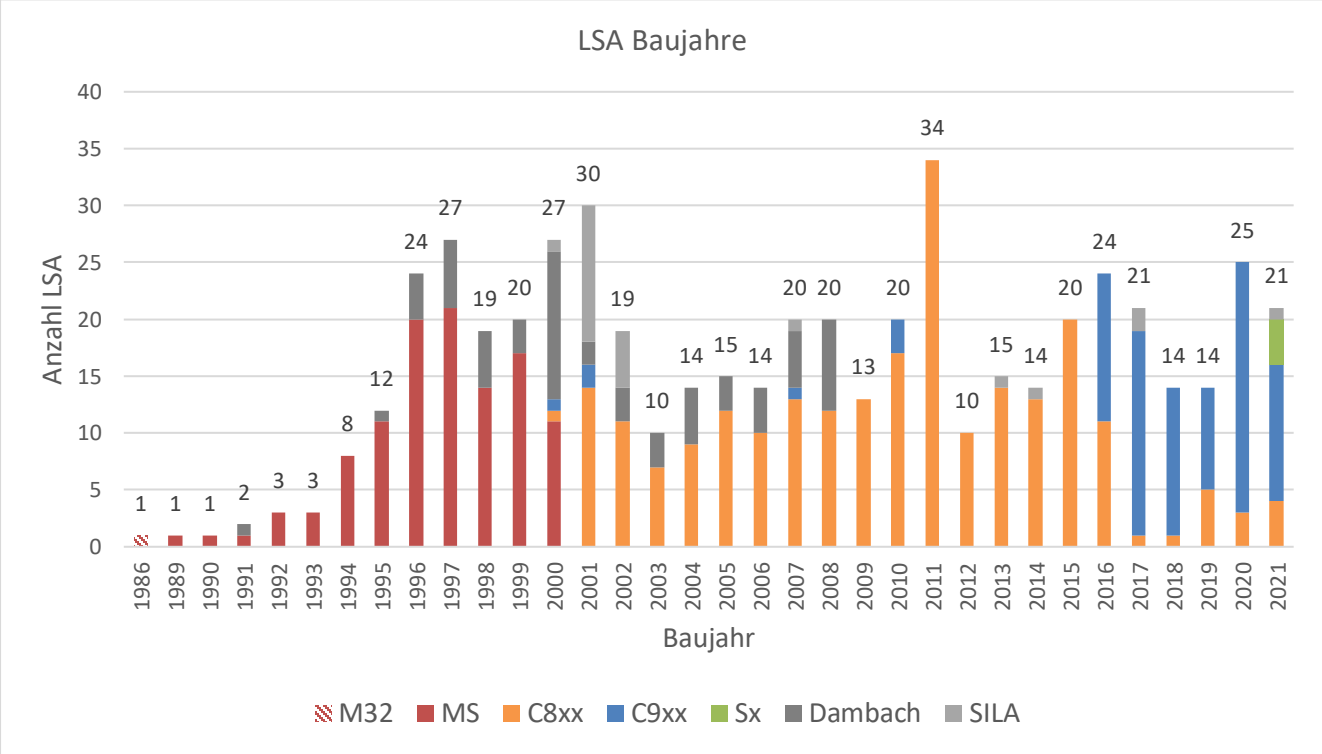


Abbildung 1: Anzahl der LSA nach Baujahr (farbliche Unterscheidung nach Steuergerätetyp)

Die Balken in Abbildung 1 zeigen die aktuelle Altersverteilung aller LSA nach den jeweiligen Baujahren (Stand: November 2021), die farbliche Zuordnung zeigt die verschiedenen eingesetzten Steuergerätetypen bzw. Hersteller. Die ältesten Steuergeräte (Baujahr 1986 ff.) sind seit über 30 Jahren im Einsatz. Diese Steuergerätetypen sind teils seit 1994 abgekündigt. D.h. seit 2004 stehen hierfür keine neuwertigen Ersatzteile mehr für die Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit bei einem technischen Ausfall zur Verfügung (siehe hierzu Abschnitt 1.3).

Im November 2021 waren von den insgesamt 535 LSA 171 Anlagen mit dem System Bake-Funk und weitere 27 LSA mit Straßenbahnoberleitungskontakten oder Busanforderungsschleifen für die ÖPNV-Beschleunigung ausgestattet.
Ende der 90er/Anfang der 2000er bildeten hoch bezuschusste Anlagen mit ÖPNV-Bevorrechtigung den Schwerpunkt der LSA-Baumaßnahmen. Die kosten- und personalintensive Erneuerung dieser Anlagen steht nun an, wobei anders als bei ihrer letzten Erneuerung nun keine Zuschüsse in nennenswertem Umfang zu erwarten sind. Es ist daher davon auszugehen, dass dadurch die Stückzahlen der ohne zusätzliche Ressourcen sanierbaren Anlagen für mehrere Jahre merkbar niedriger sein werden, als in den letzten Jahren.

Von den insgesamt 535 LSA sind zum jetzigen Zeitpunkt 33 % (178) der Anlagen älter als 20 Jahre. Eine Darstellung der aktuellen Altersstruktur kann der Abbildung 2 entnommen werden. Anlagen in diesem Alter haben die zu erwartende Lebensdauer erreicht und haben daher eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit.

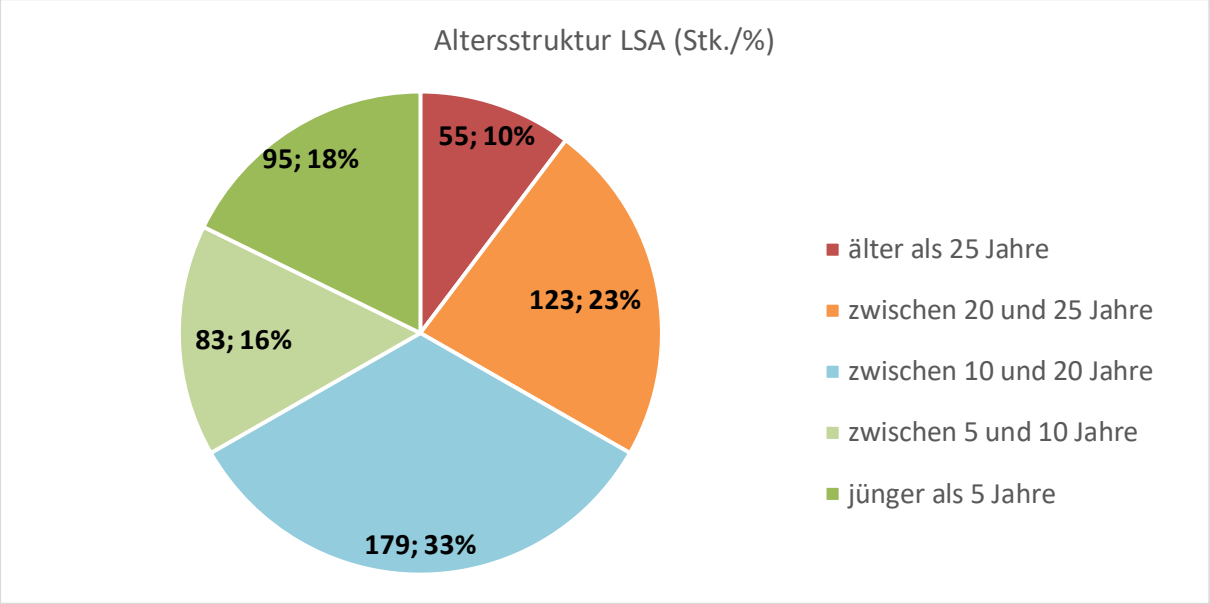


Abbildung 2: Altersstruktur LSA (Stand 2021)

Seit dem Jahr 2007 werden einige LSA-Sanierungen aus dem pauschalen MIP-Ansatz P5414700000U finanziert. Eine Übersicht über die Anzahl der dadurch erneuerten Anlagen ist der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen. Aus diesem Ansatz werden insbesondere die Komplettsanierungen und die Erneuerungen auf Grund von irreparablen Ausfällen (2020: 3 Anlagen, 2021: 5 Anlagen) finanziert. Nicht daraus finanzierte Sanierungen sind Investorenprojekte, Brück- und Straßenbauprojekten oder anderen MIP-Maßnahmen, zudem werden Schäden durch Dritte oder durch Unterhaltsmittel finanziert.
Ab dem Jahr 2019 wurden zudem LED-Umrüstungen aus dem MIP-Ansatz finanziert (2019: 14 Anlagen, 2020: 35 Anlagen, 2021: 26 Anlagen). Dafür wurde der Ansatz entsprechend erhöht. Da bei den LED-Umrüstungen zudem nicht das Steuergerät saniert wurde, tauchen diese hier nicht auf.

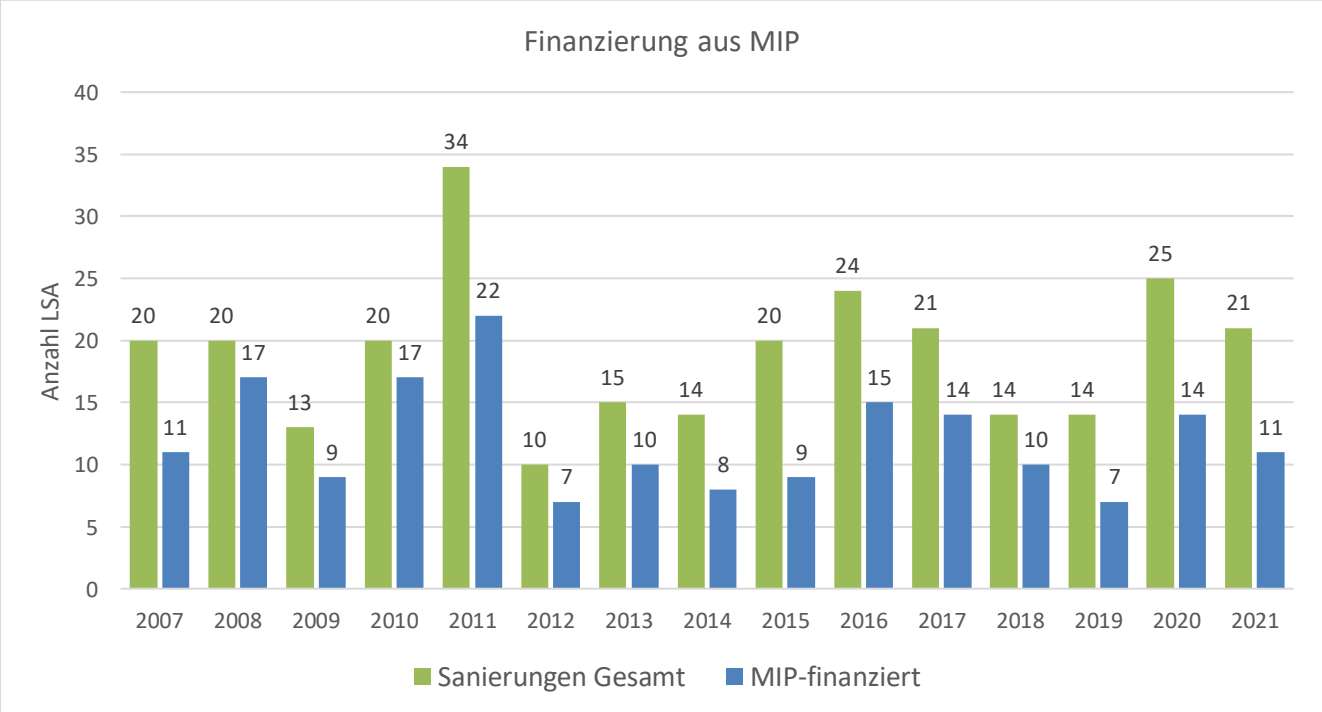


Abbildung 3: Übersicht LSA-Sanierungen aus MIP-Ansatz

1.2. Baulicher/technischer Zustand der LSA

Die LSA im Stadtgebiet sind in einem verkehrssicheren Zustand. Sie entsprechen den zum Zeitpunkt ihrer Errichtung jeweils gültigen Normen. Sobald im Zuge der Wartung oder Einzelkontrollen verkehrsgefährdende Mängel an den Masten oder den elektrotechnischen Bestandteilen der LSA festgestellt werden, erfolgt deren Beseitigung.
Besondere Schwierigkeit besteht jedoch darin, die alten LSA in einem betriebssicheren Zustand zu halten, weil in Anbetracht des Alters vieler LSA keine neuen Ersatzteile mehr verfügbar sind.

1.3. Wartung und Ersatzteilbeschaffung

Die Wartung der LSA**,** die vom jeweiligen Lieferanten des Steuergerätes durchgeführt wird, ist nach DIN-Norm festgelegt. Diese umfasst zum einen den turnusmäßigen Glühlampenwechsel an z. Zt. noch 2 Hochvoltanlagen und 176 Anlagen in 10-Volt-Technik und zum anderen die vorgegebenen turnusmäßigen technischen Überprüfungen der LSA und deren elektro- und sicherheitstechnischer Komponenten. Die regelmäßige Überprüfung und Wartung dient damit auch dem Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebs der LSA.

Für die LSA wurde ein Vollwartungsvertrag abgeschlossen, der neben den o.g. turnusmäßigen Wartungen auch die Instandhaltung der LSA gegen pauschale Vergütung beinhaltet. In der Instandhaltung ist die Beseitigung aller nicht durch Fremdeinwirkung oder höhere Gewalt entstandenen Schäden durch die Wartungsfirma eingeschlossen. Die dabei anfallenden Kosten sind mit der Wartungspauschale abgegolten, auch die Kosten für die Beistellung der auszutauschenden elektrotechnischen Bauteile und Komponenten (Ersatzteile).

Die mit dem Wartungsvertrag verbundene Verpflichtung zur Lieferung der Ersatzteile ist allerdings zeitlich befristet: Wird ein Steuergerätetyp durch die Herstellerfirma abgekündigt, so besteht vom Zeitpunkt der Abkündigung noch für weitere 10 Jahre eine Verpflichtung zur Ersatzteillieferung. Nach Ablauf dieser Frist ist die Verpflichtung erloschen, jedoch bemühen sich die Firmen auch weiterhin, Ersatzteile auf „freiwilliger Basis“ beizustellen.

Sollten für ein abgekündigtes Steuergerätes keine Ersatzteile mehr zur Verfügung stehen, so ist das Gerät irreparabel und muss ersetzt werden (so z. B. in 2021 als Notstandsmaßnahme die Steuergeräte der LSA 164, 614, 352, 243).

Möglich wäre auch eine Kündigung der Wartungsverträge für die bereits abgekündigten LSA durch die mit der Wartung beauftragte Firma. In diesem Fall könnten zwar noch die in der DIN/VDE vorgeschriebenen Prüfungen durchgeführt werden, im Falle eines Defektes einer der Gerätekomponenten wäre eine Reparatur allerdings nicht mehr möglich, so dass die Anlage außer Betrieb gesetzt werden müsste.

Ein irreparabler Ausfall dieser Anlagen kann massive negative Folgen mit sich bringen, denn:

- es handelt sich bei diesen Anlagen teilweise um große und verkehrlich bedeutende Kreuzungen (z. B. Von-der-Tann-Straße / Rothenburger Straße)
- die durchzuführenden Ersatzmaßnahmen (Spuren einziehen, zulässige Geschwindigkeit reduzieren) führen zu erheblichen verkehrlichen Behinderungen, auch des ÖPNV
- bei länger andauerndem Ausfall, z. B. wegen Lieferzeiten des neuen Steuergerätes, müsste kurzfristig eine mobile LSA errichtet werden, was zu erheblichen zusätzlichen personellen und finanziellen Aufwendungen führt
- Ausfälle binden kurzfristig Personal, sowohl innerstädtisch als auch bei Externen und führt daher zu Verzögerungen von geplanten Baumaßnahmen

1.4. Abkündigungen

Wie unter Abschnitt 1.3 erläutert besteht ab dem Zeitpunkt der Abkündigung des Steuergerätes durch den Hersteller eine 10-jährige Verpflichtung zur Lieferung von Ersatzteilen (vgl. Tabelle 1). Nach Ablauf dieser Frist ist die Verpflichtung erloschen und die Wahrscheinlichkeit eines irreparablen Ausfalls der Anlage steigt erheblich.

Die folgende Tabelle 1 zeigt für die Steuergerätetypen der Firma Siemens/Yunex[1] die Zeitpunkte der Abkündigung.

Tabelle 1: Abkündigung Termine Yunex Steuergerät und Anzahl LSA Stand November 2021

Steuergerätetyp	Abgekündigt am/zum	Wartung möglich bis:	Anzahl LSA (%)
C9xx	01.10.2020	01.10.2030	94 (17,6 %)
C8xx	01.01.2018	01.01.2028	235 (44 %)
MS	01.01.2005	01.01.2015	111 (20,75 %)
M32	31.10.2000	31.10.2010	1 (0,2 %)
		Nicht abgekündigt:	93 (17,5 %)

Von der Ersatzteil-Problematik sind vor allem die Steuergerätetypen MS und M32 betroffen. Bei diesem Gerätetypen kann seit dem 31.10.2010 bzw. 01.01.2015 eine defekte Baugruppe nicht mehr repariert werden. Dies betrifft derzeit insgesamt 112 LSA und damit 1/5 (20,75 %) aller Anlagen im Stadtgebiet.
Anhand der Tabelle 1 zeigt sich, dass ab 2030 eine sehr hohe Anzahl der LSA (82,4 %) von der Ersatzteilproblematik betroffen sein werden, da dann auch die Gerätetypen C8xx und C9xx aus der Vereinbarung der Ersatzteillieferung herausfallen werden.
Es ist daher davon auszugehen, dass es trotz der laufenden Sanierungsbemühungen zu einer starken Erhöhung von Schadensfällen mit irreparablen Ausfällen – und den damit einhergehenden Folgen (siehe Abschnitt 1.3) - kommen wird.

1.5. Ausgangssituation LED-Sanierung

Bei Lichtsignalanlagen, die mit Glühlampen ausgestattet sind, ist laut EN 50556 alle 6 Monate ein Gruppentausch der Leuchtmittel erforderlich. Die Firma Yunex hatte 2019 mitgeteilt, dass die Belieferung mit den dafür nötigen Leuchtmitteln nur noch für 3 Jahre durch Verträge abgesichert werden könnte und riet daher zu einem Umbau der LSA auf LED als Leuchtmittel. Von einer Bevorratung von Glühlampen wurde abgeraten, da die Dauer der Lagerfähigkeit der Glühlampen unklar sei. Auch der Ablauf der Gewährleistung auf die Lampen war zu berücksichtigen.

Bei bauseitig beigestellten Glühlampen würde Yunex den Aufwand für die Beseitigung von Einzelausfällen in Rechnung stellen. Bislang wurden die Glühlampen von Yunex beschafft, deshalb ist die Beseitigung von Einzelausfällen noch in der Wartungspauschale der LSA inbegriffen.

[1] Siemens Mobility IST wurde im Februar 2021 zu einem eigenständigen Unternehmen mit dem Namen Yunex Traffic umfirmiert. Im Folgenden wird deshalb Yunex als Auftragnehmer oder Hersteller genannt.

2. Geplante Maßnahmen (Erhalt und Weiterentwicklung)

2.1. LED Umrüst-Strategie 2019

2.1.1. aktueller Stand

Von den im Jahr 2019 mit Glühlampen ausgestatteten LSA der Stadt Nürnberg könnten nur ca. 78 LSA ohne aufwändigerem Steuergerätetausch auf LED-Leuchtmittel umgerüstet werden.
Bis Ende 2021 konnten 75 Anlagen ohne Steuergerätetausch auf LED umgerüstet werden.
Die Umrüststrategie für die Jahre 2019, 2020 und 2021 konnte planmäßig durchgeführt werden.
Stand November 2021 sind noch insgesamt 189 LSA nicht in LED-Technik ausgeführt, davon sind 124 Anlagen mit Steuergeräten der Firma Yunex.
Der LED-Anteil beträgt derzeit ca. 2/3 (65 %) aller Lichtsignalanlagen.
In den letzten 5 Jahren konnte insbesondere durch die Umrüstung auf stromsparende LED-Leuchtmittel der jährliche Strombedarf um ca. 20 % reduziert werden (siehe Abbildung 4).

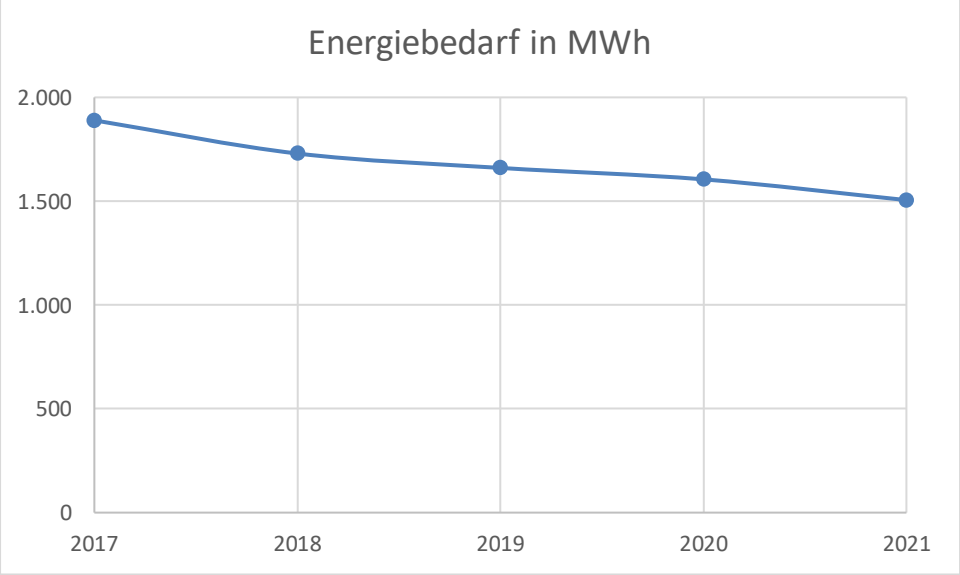


Abbildung 4: Abnahme Energiebedarf in den letzten 5 Jahren

2.1.2. Weiteres Vorgehen

Bei den verbleibenden LSA mit Glühlampentechnik ist zusätzlich ein Steuergerätetausch nötig. Gemeinsam mit Vpl/VT wurde eine Liste mit 50 LSA erstellt, die ohne Kreuzungsumbau bzw. straßenbauliche Anpassungen notsaniert werden können. In den drei kommenden Jahren (2022, 2023 und 2024) sollen so je ca. 15 Anlagen auf ein neues Steuergerät und LED-Signalgeber umgerüstet werden. Auf Grund der durch den Steuergerätetausch verursachten höheren Kosten werden bei diesen Sanierungen Zuschussanträge für die LED-Umrüstung gestellt. Die im Vergleich zu den letzten Jahren geringere Anzahl jährlicher LED-Ümrüstungen ist durch den größeren Aufwand in der Verwaltung, Planung und Umsetzung der Maßnahmen bedingt.
Ab dem Jahr 2025 sind dann noch ca. 10 bis 12 Anlagen pro Jahr umfassend zu sanieren, damit bis zum Jahr 2030 alle Steuergeräte mit 10 V Glühlampentechnik (MS Steuergerätetyp) getauscht wurden. Bei den umfassenden Sanierungen wird neben dem Steuergeräte- und Signalgebertausch auch die behindertengerechte Ausstattung berücksichtigt. Die Kosten pro Anlage steigen damit erheblich an (siehe hierzu Abschnitt 3.3).

2.2. Szenarium zum LSA-Substanzerhalt bis 2031

In den letzten Jahren wurden durchschnittlich jährlich etwa 20 LSA saniert. Es gab keine nennenswerte Anzahl an Neuanlagen. Im Folgenden wird gezeigt, wie sich die Altersstruktur der Anlagen in den kommenden Jahren bis zum Jahre 2031 im Vergleich zum Status Quo ändern wird, wenn weiterhin insgesamt jeweils 20 LSA pro Jahr saniert werden würden. Kosten, Sanierungsumfang und vorhandene Personalkapazitäten sind hier nicht berücksichtigt. Es wird ferner davon ausgegangen, dass sich der Gesamtbestand nicht nennenswert durch Abschaltungen bzw. Abbau von LSA verringert und jedes Jahr immer die ältesten Anlagen erneuert werden. Gerade die letztgenannte Voraussetzung ist in der Praxis allerdings auf Grund von verkehrlich geforderten Projekten und daraus resultierenden LSA-Anpassungen selten bis nie zu erfüllen.

2.2.1. Altersstruktur 2031

In nachfolgender Abbildung 5 ist die für das Jahr 2031 (10 Jahreszeitraum) prognostizierte Altersstruktur dargestellt, wenn in den Jahren von 2022 bis 2031 jeweils 20 LSA pro Jahr erneuert werden. Etwa 157 Anlagen (ca. 29 %) sind im Jahr 2031 dann älter als 20 Jahre (siehe Altersverteilung in Abbildung 6). Zum Teil werden diese Anlagen seit mehr als 10 Jahren abgekündigt sein, d.h. es stehen keine neuwertigen Ersatzteile für diesen Gerätetyp mehr zur Verfügung. Bei diesen LSA ist vermehrt mit auftretenden irreparablen Ausfällen (mit den unter Abschnitt 1.3 genannten Begleiterscheinungen) zu rechnen. Die Annahme einer jährlichen Ausfallrate zwischen 5% und 10% (8 bis 16 LSA) dieser Altanlagen dürfte realistisch sein. Mit den zur Verfügung stehenden Personalressourcen sind allerdings nur maximal 5% der adhoc ausgefallenen Anlagen pro Jahr gerade zu bewältigen.

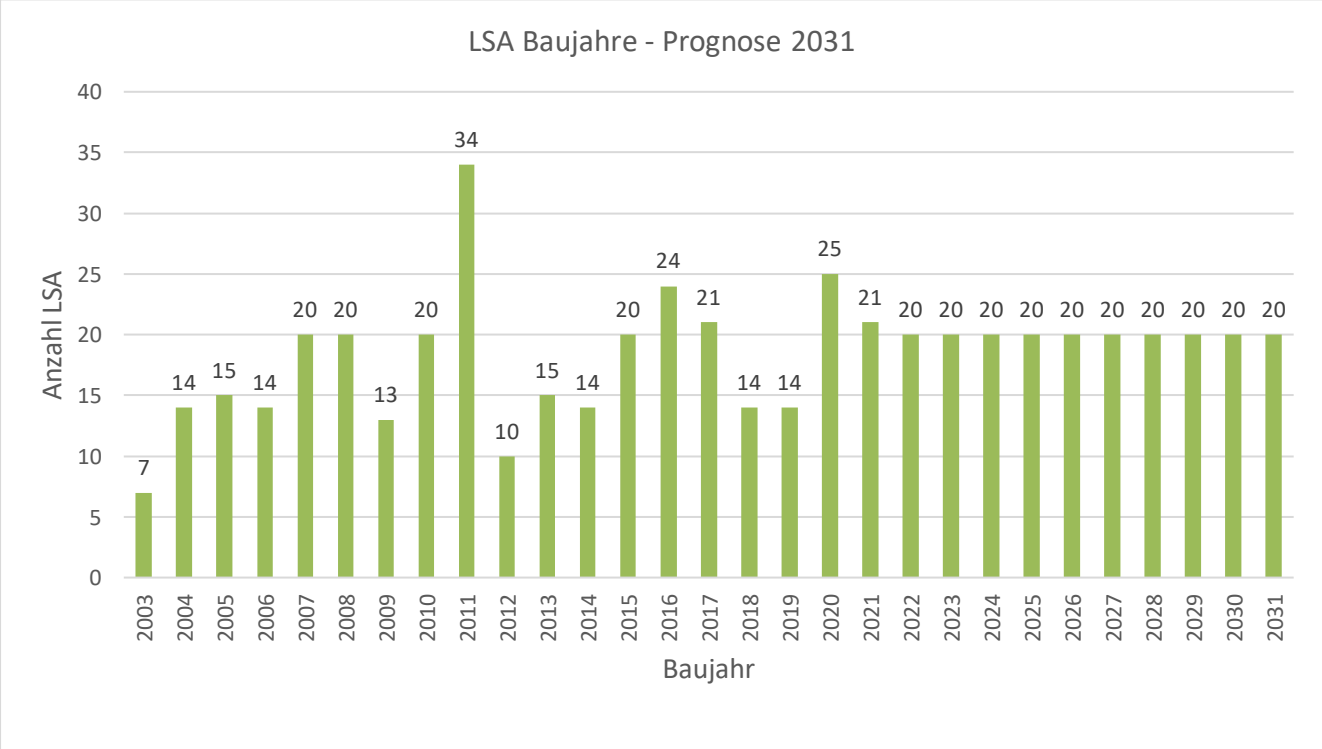


Abbildung 5: LSA-Baujahre Prognose 2031

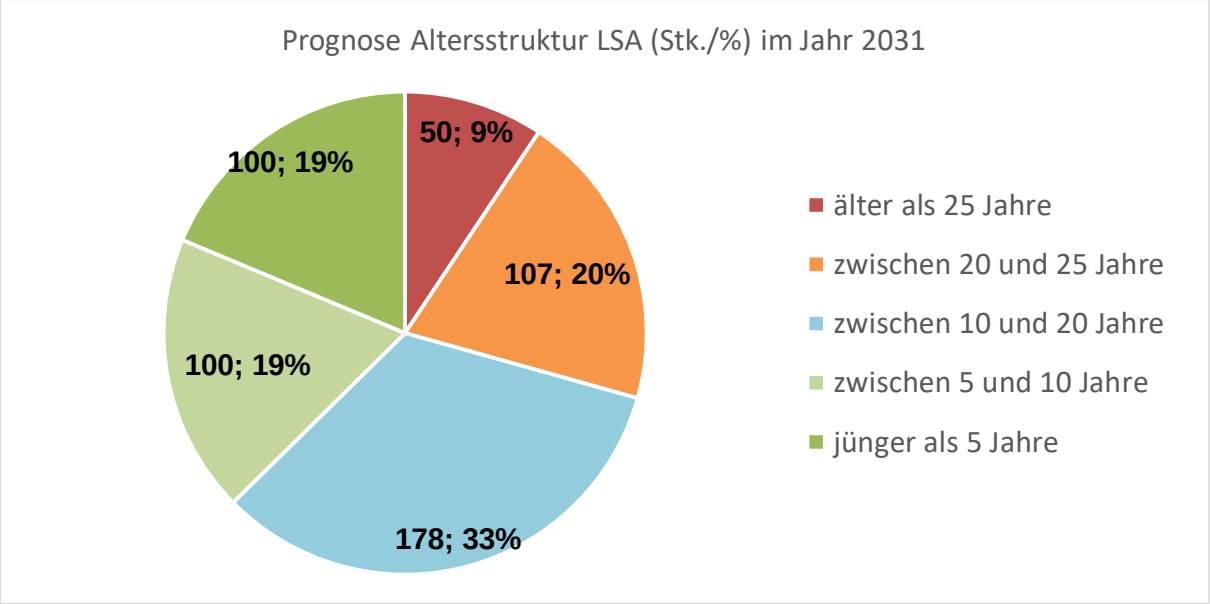


Abbildung 6: Altersstruktur aller LSA (Prognose 2031)

Die Anzahl der Anlagen älter als 20 Jahre wird sich bei dieser Prognose gegenüber dem aktuellen Stand (33 %) nicht signifikant verändern. Die Hälfte aller Anlagen (ca. 55 %) im Jahr 2031 werden jedoch mit einem Steuergerät des Typs C8xx oder C9xx ausgestattet sein. Zum Vergleich – aktuell sind es etwa 20 % (siehe Abschnitt 1.4). Wie oben erläutert, sind diese Steuergerätetypen dann bereits seit mehr als 10 Jahren abgekündigt. Das heißt für diese Anlagen stehen keine neuwertigen Ersatzteile mehr zur Verfügung.

Dies hat zur Folge, dass irreparable Ausfälle auch bei Anlagen auftreten werden, die noch nicht länger als 20 Jahre im Einsatz sind. Obwohl sich bis ins Jahr 2031 die Altersstruktur leicht verjüngen wird, wird es auf Grund der höheren Anzahl von im Einsatz befindlichen abgekündigten Gerätetypen, eine höhere Ausfallrate mit irreparablen Schäden geben. Es ist daher davon auszugehen, dass die Ausfallrate gegenüber heute ansteigen wird.

Um der hohen Ausfallrate im Jahr 2031 entgegenzuwirken sollte der Ansatz von 20 sanierten LSA pro Jahr erhöht werden. Dies ist derzeit jedoch weder personell noch finanziell leistbar.

Bei einer durchschnittlich zu erwartenden Lebensdauer der Steuergeräte der LSA von 20 bis 25 Jahren müssten bei einem Gesamtanlagenbestand von ca. 535 LSA mindestens 20 bis 25 LSA pro Jahr erneuert werden, um die Substanz der Infrastruktur zu erhalten.

2.2.2. Vorschlag zum Vorgehen bei der LSA-Sanierung in den Jahren 2022 bis 2031

Wie im vorherigen Abschnitt gezeigt, müssen jährlich mindestens 20 LSA saniert werden.
Dazu ist es notwendig, dass der derzeitige LSA-MIP-Ansatz i.H.v. 2,7 Mio. € im Laufe der nächsten 3 Jahre schrittweise erhöht wird. Vorgeschlagen werden folgende Erhöhungsschritte:

2023: + 200 T€ auf 2,9 Mio. €
2024: + 400 T€ auf 3,3 Mio. €
2025: + 400 T€ auf 3,7 Mio. €

Damit Sanierungen im erforderlichen Umfang geleistet werden können, muss parallel die Personalkapazität an den Bedarf, der sich aus der Personalbemessung für die Umrüstungen ergibt, erhöht werden. Für die vorgenannte Erhöhung von insgesamt 1 Mio. €, ergibt sich ein Mehrbedarf von einer Vollzeit Ingenieursstelle. Der Stellenschaffungsantrag ist für den Haushalt 2023 vorgesehen, so dass rechtzeitig mit der ersten Erhöhung die Personalbeschaffung und Einarbeitung ablaufen kann.

In Abhängig von den tatsächlichen jährlichen Sanierungskosten werden mit den verbleibenden Restmitteln mittlere und kleine LSA saniert.

Dieses Vorgehen bietet u. a. folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile: Ein irreparabler Ausfall der unter 1. genannten LSA wird mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden, damit auch die verkehrlichen Behinderungen und erhebliche Mehrkosten für mobile LSA durch längere Standzeiten.

Nachteile: Die Infrastruktur wird lebensdauertechnisch bis an die Grenzen ausgenutzt, so dass irreparable Ausfälle mittel- bis langfristig sehr wahrscheinlich sind. Aber diese wären noch im bewältigbarem Rahmen. Kurzzeitige verkehrliche Einschränkungen müssten allerdings hingenommen werden.

3. Finanzielle Investitionen

3.1. Jährlicher Unterhaltsaufwand LSA

Für die im vorigen Abschnitt beschriebenen LSA-Wartungsverträge wurden im Jahr 2020 rd. 1,3 Mio. € gezahlt, für nicht durch den Vollwartungsvertrag abgedeckte Kleinmaßnahmen, wie z. B. die Beseitigung von Kabelschäden, wurden ca. 60.000 € ausgegeben, für den elektrischen Energieverbrauch ca. 420.000 €.

Darüber hinaus wurden in 2020 insgesamt 142 durch Dritte verursachte Schäden beseitigt, wobei die Gesamtschadenshöhe ca. 120.000 € betrug. Darin enthalten sind 81 Schäden mit einer Schadenssumme i.H. von ca. 37.000 €, bei denen der Schadensverursacher nicht ermittelt werden konnte.

3.2. Geschätzter Finanzbedarf 2021 bis 2031

In dem zugrunde gelegten Szenario werden ca. 200 Anlagen bis ins Jahr 2031 saniert. Im Wesentlichen werden dabei überwiegend die Anlagen mit Steuergeräten mit Baujahr bis 2003 erneuert. In den Jahren 1995 bis 2002 wurden ca. 100 LSA im Zuge von ÖPNV-Beschleunigungs-Zuschussmaßnahmen errichtet. Hinzu kommen ca. 100 Anlagen, die bislang überwiegend ohne Zusatzeinrichtungen für ÖPNV und Blindensignalisierung betrieben werden. Auf Grund des Gleichstellungsgesetztes müssen diese zumindest barrierefrei umgebaut werden. Weitergehende erforderliche verkehrliche Verbesserungen sind zum jetzigen Zeitpunkt jedoch schwer abzuschätzen.

Die durchschnittlichen Sanierungskosten sind erheblich von der Anlagengröße der zu sanierenden LSA abhängig und bewegen sich zwischen 125 T€ und 250 T€.

3.3. Kostenentwicklung bei den LSA-Sanierungen

Die Kostensteigerungen bei den LSA-Sanierungen je Anlage lassen sich im Einzelnen auf folgende Einflüsse zurückführen:

- **Mobile LSA**
  Aufgrund der höheren Anforderungen an die Verkehrssicherheit und den Verkehrsfluss und dem Wegfall der Polizei zur zeitweisen Verkehrsregelung müssen aktuell viele LSA während des Umbaus durch eine mobile LSA ersetzt werden. Die Kosten einer mobilen LSA mittlerer Größe betragen zwischen 15.000 und 20.000 €. Es ist zu erwarten, dass sich der Einsatz und die Kosten der mobilen LSA weiter erhöht. Einerseits entzieht sich die Polizei vermehrt der Verkehrsregelung, andererseits erhöht sich die Standzeit der mobilen Anlagen durch längere Lieferzeiten von Hardwarekomponenten.

- **Behindertengerechte Ausstattung**
  Bis zur Einführung der DIN 32984 2011-10 wurden taktile Leitplatten mit einer Fläche von ca. 1 m² um den LSA-Mast verlegt. Diese Platten dienen den Sehbehinderten zum Ertasten der Furtrichtung. Anfangs erfolgte diese Ausstattung nur an wichtigen LSA-Furten, die regelmäßig auch von vielen Sehbehinderten genutzt wurden. Zwischenzeitlich werden bei einer Kreuzung beinahe alle Furten mit taktilen Leitplatten ausgestattet, wobei bedingt durch die neue Norm wesentlich größere Flächen an Leitplatten verlegt werden müssen.
  Betrugen die Kosten für die Ausstattung einer Furt mit Leitplatten vor 2006 ca. 1.000 €, so waren dies in 2011 bereits ca. 8.000 €. Heute liegt die Preisspanne je nach Gehweg und Geometrie zwischen 4.000 € und 15.000 €.
  Aktuell kostet die normkonforme behindertengerechte Nachrüstung einer Fußgängerfurt im Zuge einer LSA-Sanierung ca. 18.000 €. Darin enthalten ist die Mittelaufstellung der Signalmaste, die taktile Ausstattung der Anforderungstaster (ohne akustische Signale), das Verlegen der Leitplatten und das Absenken oder Anheben der Randsteine im Furtbereich auf 0 bzw. 3 cm Anschlag.

- **Steuergeräte**
  Die Kosten für ein Steuergerät sind seit 2008 nahezu unverändert geblieben. Mehrkosten sind insbesondere durch zusätzliche Hardware und Lizenzkosten entstanden. Ein Steuergerät mittlerer Größe (z. B. mit 16 Signalgruppen) kostet derzeit ca. 25.000 €.

- **Erdbau**
  Durch die verkehrlichen und behindertengerechten Anpassungen sind die Verlegemengen deutlich gestiegen.

- **Verkehrliche Anpassungen**
  Die Kosten hierfür und deren Entwicklung zu beziffern, ist äußerst schwierig. Wie am Beispiel Hain-/Scharrerstraße weiter unten dargestellt, sind die zusätzlichen Kosten für die verkehrlichen Verbesserungen in den meisten Fällen aber erheblich.
  Auf Grund des im Jahre 2021 beschlossenen Mobilitätskonzeptes ist bei der Mehrheit der LSA im Sanierungsfall von verkehrsrechtlichen Anpassungen auszugehen. Der Mobilitätsbeschluss fordert insbesondere Verbesserungen für den ÖPNV und Radverkehr. Für die daraus resultierenden ÖPNV-Maßnahmen z. B. Stadtparkschleife oder Stadtumlandbahn ist ab 2022 eine weitere Ingenieursstelle bei SÖR/1-E/2 beantragt.

- **ÖPNV**
  Die ersten Anlagen mit ÖPNV-Beschleunigung sind am Ende ihrer Lebensdauer angelangt (Baujahre 1996 bis 2002) und müssen umfassend saniert werden. Bisher eingesetzte Technologien sind überholt und müssen ersetzt werden (z. B. Bake-Funk). Die Beschleunigung des ÖPNV rückt zudem immer mehr in den Fokus und soll im Idealfall an allen Anlagen die vom ÖPNV genutzt werden umgesetzt werden (siehe Mobilitätsbeschluss bzw. ÖPNV-Masterplan 2030). Die ÖPVN-Beschleunigung erfordert nicht nur einen erhöhten Planungsaufwand während der Planung und Baudurchführung, sondern bindet auch nach der Inbetriebnahme der LSA weiterhin Personalkapazitäten bei Kalibrierungsfahrten und Optimierungen der ÖPNV-Beschleunigung.

Beispiel zur Verdeutlichung: Sanierung LSA 517 Hain-/Scharrerstraße

LSA-Erneuerung mit verkehrlichen Verbesserungen: **152.000 €**
Maßnahme*:* neuer Straßenplan mit angepasster LSA-Signalisierung, Anpassungen der Radwegeführung, Änderungen der Randsteinführung sowie Zusatzeinrichtungen für die ÖPNV-Beschleunigung

LSA-Erneuerung ohne verkehrliche Verbesserungen: **39.000 €**
Maßnahme: Austausch im Zuge einer Notstandsmaßnahme (irreparabler Ausfall), Ausstattung mit LED-Signalgebern, ohne mobile Anlage

Im genannten Beispiel hat sich der benötigte Kostenansatz durch die ursprünglich geplanten verkehrsrechtlichen Anpassungen fast vervierfacht.

Zusammengefasst sind die Kostensteigerungen der LSA-Sanierungen zurückzuführen auf:
- Im Mittel deutlich umfangreichere bauliche Anpassungen für verkehrliche Verbesserungen.
- Vermehrt größere und damit deutlich teurere Anlagensanierungen inkl. hierdurch höherer Erdbaukosten.
- Deutlich aufwendigere mobile LSA während der Umbauzeit.
- Einen deutlich höheren Anteil der nach DIN-Vorgaben behindertengerecht auszustattenden LSA und die damit aufwändigere Herstellung (Leitplatten).
- Höherer Anteil an LSA mit ÖPNV-Beschleunigung.

4. Personelle Investitionen

Die derzeitige Personalstruktur bei SÖR/1-E/2 Verkehrsregelungstechnik stellt sich folgendermaßen dar:

Tabelle 2: Personalstruktur 2021

Bezeichnung	**Bemerkung**
Elektroingenieur/in	Gruppenleitung
Elektroingenieur/in	ÖPNV und VLS
Elektroingenieur/in	Fremdmaßnahmen
Elektroingenieur/in	ÖPNV-Projektleitung
Elektroingenieur/in	ÖPNV
Elektroingenieur/in	FSW
Elektroingenieur/in	ÖPNV (vsl. ab 2. HJ 2022)
Elektrotechniker/in	Gebietsbauleitung Nordwest
Elektrotechniker/in	Gebietsbauleitung Nordost
Elektrotechniker/in	Gebietsbauleitung Südost
Elektrotechniker/in	Gebietsbauleitung Südwest
Techn. Zeichner/in	Dokumentation
IT-Sachbearbeiter/in	IT und KRITIS

Eine der ÖPNV-Ingenieursstelle wird 2022 ausgeschrieben und dient in erster Linie zur Bearbeitung der durch den Mobilitätsbeschluss erwartbaren Anstieg der Projekte mit ÖPVN-Anteil.
Bisher unberücksichtigt ist der erhöhte Personalbedarf durch stetig steigende Anforderungen bei LSA-Sanierungen durch beispielsweise:
- Verbesserungen hinsichtlich Radverkehr
- Barrierefreiheit (Blindenleitplatten, Signalisierung etc.)
- Sanierung Kameratechnik
- Erhöhter Bedarf mobiler Anlagen bei Sanierung

5. Fazit

Der Sanierungsdruck auf Grund der aktuellen Altersstruktur und fehlender, neuer Ersatzteile im Bereich der LSA bleibt sehr hoch (siehe Abschnitt 1.1). Das Auftreten von irreparablen Ausfällen steigt derzeit wegen fehlender Ersatzteile kontinuierlich an, sie durchkreuzen geplante Sanierungen und fordern einen erhöhten Personaleinsatz (Abschnitt 1.3).
Bei unverändertem Sanierungsaufkommen kann die Alterststruktur der LSA nicht verbessert werden, zudem steigen die Ausfallzeiten (irreparable Ausfälle), verursacht durch die Ersatzteilproblematik (Abschnitt 2.2.1) signifikant an.
Mit den derzeit auf dem Hauptansatz MIP-Nr. P5414700000U vorhandenen Finanzmitteln i.H.v. 2,7 Mio. € kann der Substanzerhalt nicht langfristig sichergestellt werden (siehe Anzahl abgekündigter Anlagen im Jahr 2031 unter Abschnitt 2.2.1). Die gestiegenen Anforderungen z. B. hinsichtlich Barrierefreiheit, Radverkehr oder ÖPNV-Beschleunigung müssen zukünftig im MIP-Ansatz berücksichtigt werden.
Wie im Abschnitt 3.2 gezeigt, muss für eine Aufrechterhaltung der bisherigen LSA-Altersstruktur mindestens 3,7 Mio. € jährlich zur Verfügung stehen. Es wird daher vorgeschlagen den MIP-Ansatz schrittweise bis 2025 um 1 Mio. € zu erhöhen. Zudem ist parallel dazu die Erhöhung der Personalkapazitäten um eine Vollzeit Ingenieursstelle nötig um die erforderliche Schlagzahl von mindestens 20 Sanierungen pro Jahr bei stetig steigenden Anforderungen aufrecht erhalten zu können (siehe Abschnitt 4).