

La electromovilidad pensada integralmente

¿Cómo conseguir un uso óptimo de los autobuses eléctricos mediante la planificación y el control integrados de IVU.suite?

Dr. Claudia Hein, Berlin; Dr. Torsten Franke, Aachen

Introducción

Autonomías más cortas, procesos de carga complejos y una infraestructura de carga con capacidad limitada: los autobuses eléctricos suponen para las empresas de transporte numerosos nuevos retos que solo pueden superarse con la ayuda de soluciones informáticas especiales. Una solución de este tipo no solo debe garantizar rotaciones perfectas en el servicio regular y una utilización óptima de la red, sino también ofrecer soluciones en todo momento en caso de incidencias. A continuación explicamos los criterios más importantes y cómo sería un sistema de este tipo utilizando como ejemplo la aplicación IVU.suite.

Servicio regular

La planificación y operación de autobuses eléctricos y diésel se integra en los tres siguientes productos de IVU.suite:

- IVU.run para la programación de tareas de vehículos
- IVU.vehicle para el sistema de gestión de cocheras (BMS)
- IVU.fleet para el centro de control (ITCS)

Las soluciones de IVU se integran sin fisuras con los productos EBS.forecast y EBS.charge desarrollados por la empresa ebus solutions (una empresa conjunta de IVU y ebusplan) junto con IVU. De ese modo, en cada paso del proceso, los datos de pronóstico para los autobuses eléctricos proceden de una sola fuente y son consistentes: desde la programación hasta el despacho y la operación. Esta consistencia es importante para que, por ejemplo, los pronósticos de autonomía tengan una base unificada. Así se puede evitar que el BMS evalúe una tarea como realizable para una determinada capacidad de las baterías, pero genere luego directamente una alerta en el ITCS.

Los productos EBS.charge y EBS.forecast se basan en enfoques de modelación innovadores y proporcionan bases fiables para las decisiones operativas.

EBS.forecast calcula pronósticos para la energía necesaria, el comportamiento de carga y la capacidad de las baterías. Aquí se tienen en cuenta, además de las características técnicas de los vehículos, todos los factores de influencia importantes, como el tiempo meteorológico, la topología de los trayectos y el grado de ocupación. A partir de los datos de consumo y carga registrados, el pronóstico se reajusta mediante algoritmos con capacidad de aprendizaje, con lo que también se pueden tener en cuenta factores como el envejecimiento de las baterías.

EBS.charge genera planes de carga teniendo en cuenta las restricciones de la infraestructura de carga, como los límites de potencia de la infraestructura de suministro de energía, el rendimiento de los cargadores o la utilización actual de la red eléctrica. El software tiene además en cuenta las limitaciones temporales, por ejemplo, los tiempos de bloqueo. En cada planificación de la carga se efectúa una priorización de la potencia para cargar la flota de vehículos lo mejor posible y maximizar la estabilidad operativa. Al mismo tiempo, es posible minimizar los costes energéticos mediante funciones adicionales, como *peak shaving*.

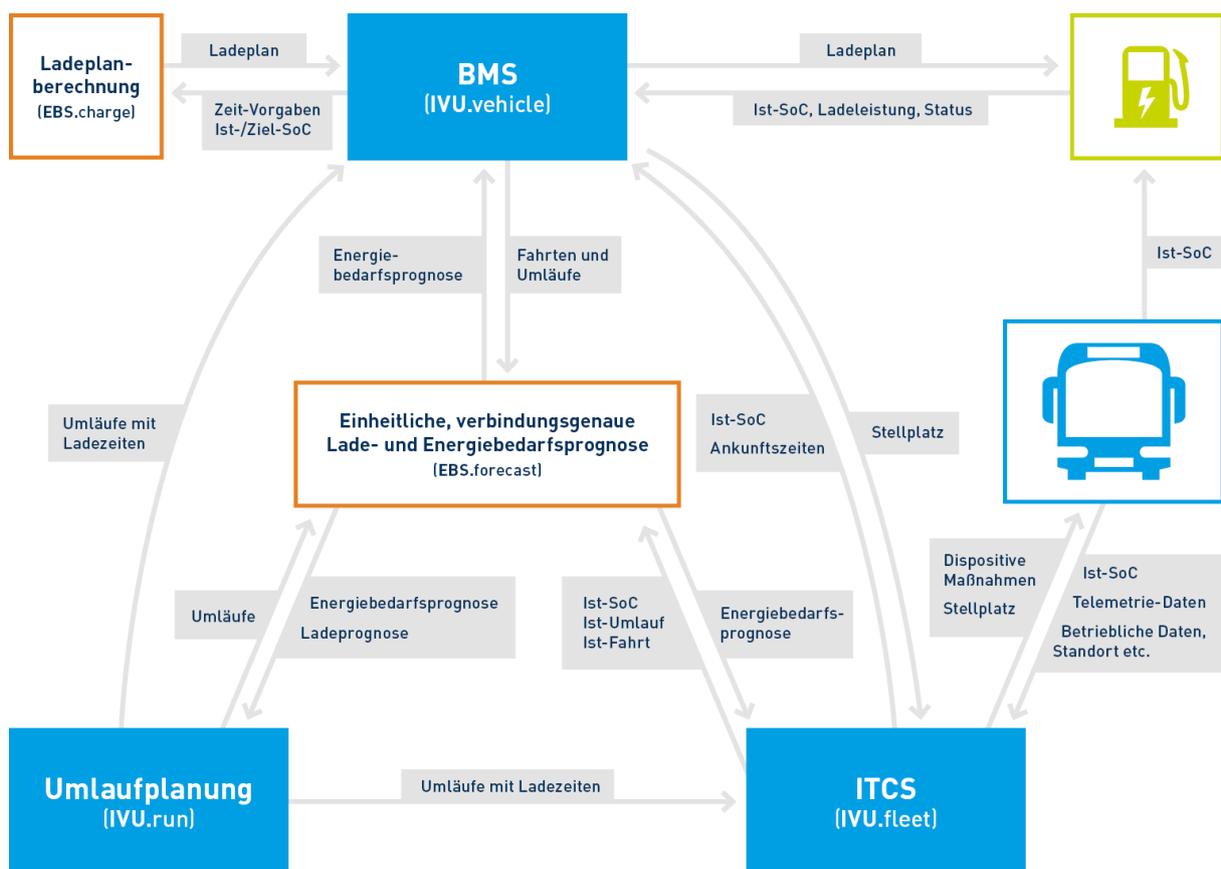


Fig. 1: Flujos de datos para el servicio de autobuses eléctricos tomando como ejemplo IVU.suite

Planificación en el servicio regular

La clave de la programación de tareas de vehículos es utilizar óptimamente los autobuses eléctricos a partir de su autonomía y su consumo de energía. Aquí deben tenerse siempre en cuenta los procesos de carga posibles y necesarios. De ese modo, los autobuses se dirigen al depósito para su carga o bien realizan una carga ocasional en las respectivas paradas terminales entre viajes si se dispone de la infraestructura correspondiente.

La mayoría de empresas de transporte buscan un funcionamiento mixto de propulsión eléctrica y diésel durante un largo período de tiempo. Por esa razón, la optimización de autobuses eléctricos de IVU.run ayuda en la programación de tareas para poder decidir qué viajes deberían realizarse con un tipo de propulsión u otro. La solución de optimización distribuye los viajes conforme a los buses disponibles y predice con ayuda de EBS.forecast las circunstancias que pueden influir en la autonomía. Sobre esta base, programa luego todas las fases de carga necesarias.

BMS en el servicio regular

El BMS tiene la función de distribuir de forma óptima todas las tareas entre los vehículos teniendo en cuenta los estados actuales de los mismos, como el estado de carga (SoC) en los autobuses eléctricos. Al mismo tiempo, el BMS debe gestionar el estacionamiento de vehículos de modo que también las actividades a realizar en el depósito, como la limpieza o el mantenimiento, se puedan efectuar sin problemas.

Con IVU.vehicle, los coordinadores pueden asignar automáticamente un espacio de estacionamiento a los autobuses entrantes y, según el criterio, la mejor tarea vehículo siguiente. Aquí es posible asignar automáticamente a los autobuses eléctricos plazas de estacionamiento con estaciones de carga. Estos estacionamientos pueden mostrarse directamente en un visualizador en la entrada o en el propio autobús. Un recálculo automatizado del plan de carga controla los procesos de carga con la integración de EBS.charge, de modo que todos los autobuses se carguen al SoC requerido hasta su próxima salida. El BMS tiene aquí en cuenta la capacidad máxima de la infraestructura de carga y reacciona de manera flexible ante cambios a corto plazo. Así, por ejemplo, es posible asignar una potencia de carga mayor a un autobús que entre con retraso, de modo que esté listo para la próxima salida.

Como tales cambios pueden repercutir también en autobuses ya estacionados, en el cálculo del plan de carga se tienen siempre en cuenta los requisitos de todos los autobuses y se modifican en caso necesario. Las estaciones de carga se controlan y monitorizan a través de la interfaz OCPP para que también aquí quede garantizada una integración sin problemas.

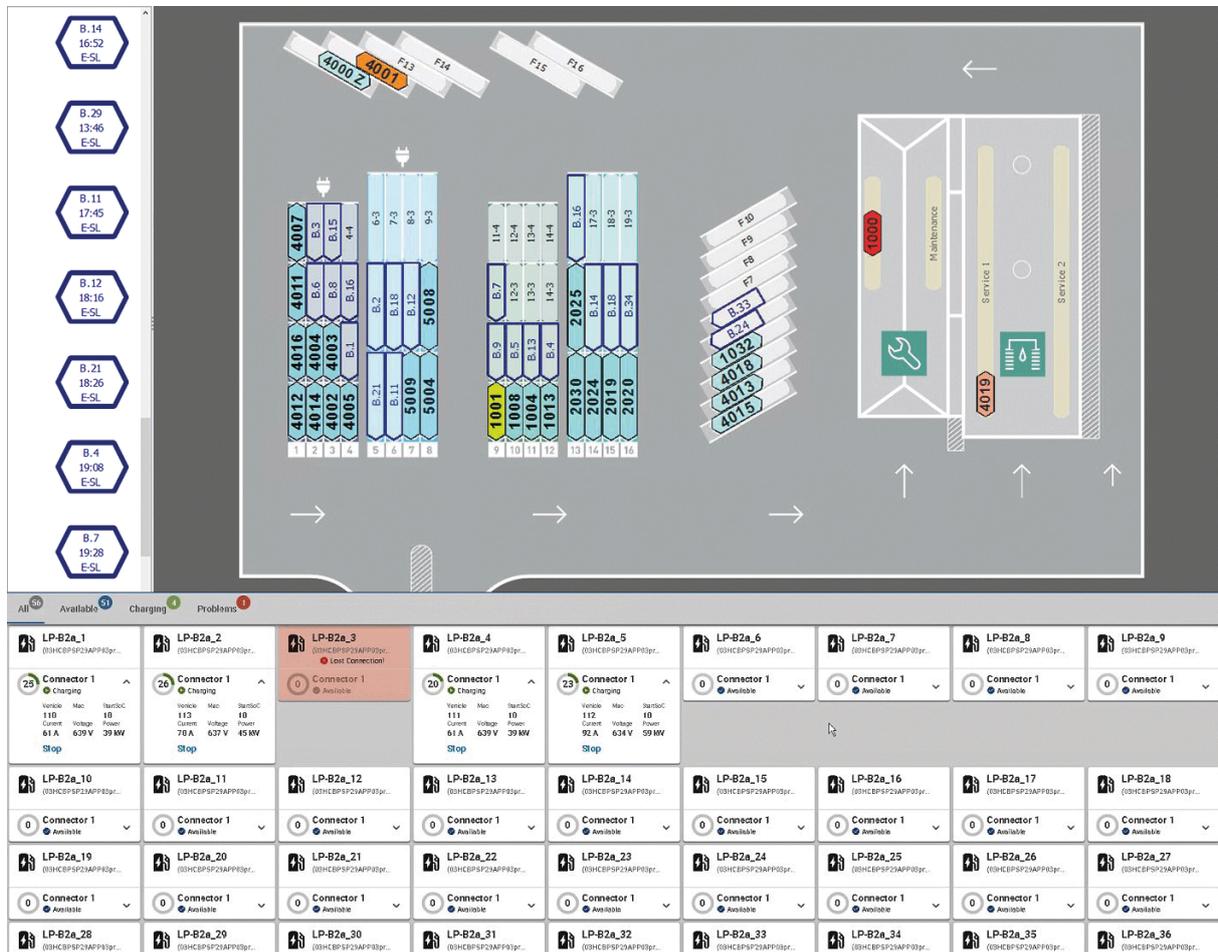


Fig. 2: Vista de las superficies de estacionamiento y monitor de puntos de carga en IVU.vehicle

ITCS en el servicio regular

El ITCS no solo asegura el funcionamiento de toda la flota, sino que también garantiza que los autobuses eléctricos estén siempre suficientemente cargados para la tarea planificada. Gracias a la fiabilidad de la programación de tareas y a la flexibilidad de la planificación de cargas, el ITCS rara vez tiene que intervenir en el servicio regular. Además, podría producirse un aumento del consumo, p. ej., por retrasos, temperaturas extremas o un aumento del volumen de pasajeros.

Para evitar que las baterías de los autobuses eléctricos alcancen estados de carga críticos, es necesario monitorizar el estado de carga y la autonomía restante y avisar a los coordinadores si se superan ciertos valores límite. También es importante detectar a tiempo los problemas de autonomía que empiecen a producirse para contar con suficiente tiempo para adoptar las medidas apropiadas (p. ej., trasladando viajes individuales a otros vehículos con suficiente carga). Los datos técnicos y operativos del vehículo (p. ej., a través del ordenador de a bordo IVU.box/IVU.cockpit) deben combinarse con las informaciones relativas a la tarea pendiente o modificada

dispositivamente (IVU.fleet), así como con el consumo de energía esperado teniendo en cuenta las influencias relevantes (EBS).

Esta vinculación se realiza en el pronóstico (del estado) de carga relacionado con las tareas de IVU.fleet. Un solo vistazo basta para saber si el estado de carga en una tarea se tornará crítico y cuándo lo hará, ya que las funciones de clasificación inteligentes permiten visualizar siempre arriba aquellas tareas que alcanzarán antes un estado de carga crítico.

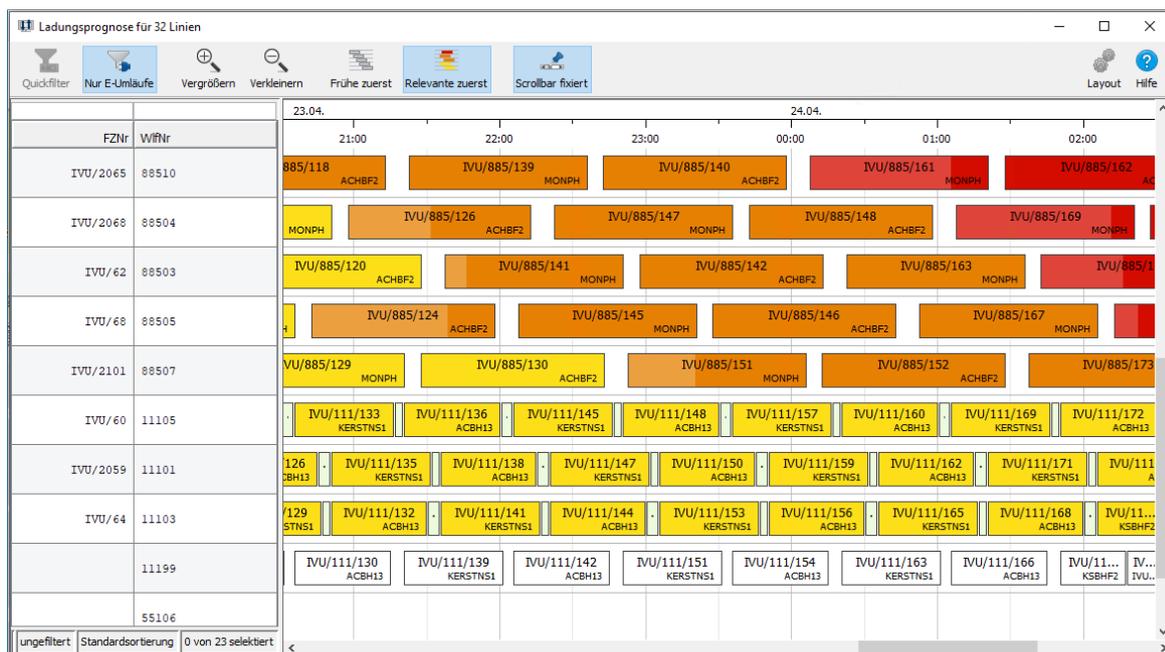


Fig. 3: Pronóstico de carga: a simple vista puede identificarse un estado de carga crítico en una tarea

En caso de incidencias

¿Cómo cambian los requerimientos que debe cumplir el software si se produce una incidencia?

Supongamos el siguiente escenario: en una calle principal se ha reventado una tubería de agua y esto obliga a un desvío de varios minutos. Muchos autobuses se ven afectados y deben recorrer trayectos más largos. Rápidamente queda claro que la tubería no se podrá reparar enseguida y que las obras durarán semanas.

Un caso como este ya es difícil de gestionar con una flota convencional de autobuses diésel. El desvío genera retrasos a corto plazo, a los que es posible que haya que responder con cancelaciones o vueltas cortas. El personal debe reprogramarse en consecuencia y hay que informar a los pasajeros. Si la flota incluye también autobuses eléctricos, este desafío es mucho mayor y resulta casi insuperable sin la integración óptima de los programas individuales.

ITCS en caso de incidencias

En el ITCS se configuran los cambios de ruta para las líneas, vehículos y tareas afectados. A conductores y pasajeros se les informa automáticamente sobre los cambios dispositivos y los posibles retrasos. El pronóstico del estado de carga (véase arriba) calcula cómo repercutirán estos cambios en el estado de carga pronosticado para todas las tareas restantes. El desvío genera un consumo adicional, lo que provoca que en algunas tareas ya no puedan realizarse los últimos viajes de manera segura. IVU.fleet muestra las tareas y viajes afectados con una amplia perspectiva temporal, indicando así dónde se requieren acciones urgentes. Si es posible, se planifican ciclos de carga más largos en puntos de carga ocasional. Allí donde es necesario, se adoptan otras medidas dispositivas para reducir las tareas vehículo en relación con los viajes afectados. Para estos viajes se asignan vehículos alternativos. El BMS recibe información sobre las horas de llegada modificadas y el estado de carga esperado de los autobuses en el depósito, así como sobre la salida necesaria de vehículos adicionales.

BMS en caso de incidencias

En el depósito, es importante poder encontrar rápidamente plazas de estacionamiento para los autobuses que llegan de modo no previsto. Para los autobuses eléctricos, estas plazas deben tener además la infraestructura de carga adecuada. IVU.vehicle ayuda aquí calculando automáticamente con la comunicación de entrada un lugar de estacionamiento adecuado y asignándolo al vehículo. Así se evita que se formen costosas colas de espera, que reducen el valioso tiempo de carga, o que se bloqueen lugares de aparcamiento por estacionamientos desfavorables. Además, el BMS busca automáticamente las siguientes tareas vehículo más adecuadas y suministra a las estaciones de carga un nuevo plan de carga. Gracias a la estrecha integración con IVU.fleet, el BMS sabe también que el estado de carga es más reducido debido al desvío y puede avisar a tiempo de los retrasos. Asimismo, IVU.vehicle tiene en cuenta que no se produzcan bloqueos de entrada y salida por la asignación de las tareas vehículo y las plazas de estacionamiento.

Planificación en caso de incidencias

Para estar preparado mientras dura el desvío, la planificación de tareas de vehículos puede reaccionar con una gran flexibilidad ante las nuevas circunstancias. Creando una nueva variante de línea pueden adaptarse eficientemente todos los viajes afectados. Sobre la base de estos viajes modificados, la optimización de buses eléctricos calcula el nuevo reparto óptimo de autobuses eléctricos y diésel, así como los procesos de carga necesarios. Esto puede originar tanto tareas más cortas como fases de carga más largas o adicionales entre tareas y viajes. De forma alternativa y mientras duran las obras, es posible ampliar el uso de autobuses eléctricos para viajes que no están afectados por el desvío. De entre estas soluciones posibles, la optimización adopta la mejor con un mínimo esfuerzo manual. La nueva planificación se puede transmitir luego al BMS y al ITCS, de modo que en el futuro ya no sea necesario realizar cambios a corto plazo por las obras.

Conclusión

Tanto en el servicio regular como en caso de incidencias deben intercambiarse informaciones entre las soluciones de planificación, el BMS y el ITCS. Para ello es indispensable una integración sin fisuras. También debe accederse en todo momento a un pronóstico unificado del consumo de energía y de los procesos de carga. De lo contrario, se producen informaciones contradictorias que dificultan el trabajo diario de todos los involucrados, especialmente en caso de incidencias. Asimismo, el pronóstico no solo tiene que ser uniforme, sino también certero en todo momento. Los algoritmos con capacidad de aprendizaje pueden ayudar a actualizar automáticamente pronósticos complejos.

Las flotas de autobuses seguirán estando formadas durante varios años por autobuses diésel y eléctricos, y estos últimos no pueden considerarse aisladamente, sino de forma simultánea en la planificación, el BMS y el ITCS. Además, las particularidades de los autobuses eléctricos deben tenerse en cuenta en muchos aspectos operativos (p. ej., autonomía o asignación de estaciones de carga en el depósito). Gracias a su conexión con el centro de control y la gestión de carga, el BMS está adquiriendo cada vez más importancia y asiste, por ejemplo, a la hora de estacionar en el orden correcto teniendo en cuenta la asignación de los puntos de carga.

Los desafíos que traen consigo los autobuses eléctricos son diversos. Los sistemas informáticos integrados asisten de forma fiable en el servicio regular y ayudan en caso de incidencias.

Con IVU tiene a su lado a un socio experimentado que conoce los retos operativos, ofrece soluciones informáticas innovadoras y piensa la electromovilidad de forma integral.

Resumen

La introducción de autobuses eléctricos trae consigo nuevos retos. Especialmente la autonomía limitada y los procesos de carga necesarios aumentan la complejidad. Esto hace que la integración de la planificación de tareas de vehículos, la gestión del depósito y el ITCS estén adquiriendo cada vez más importancia. Además, un pronóstico de consumos y cargas unificado aporta muchas otras ventajas. Todo esto ofrece la aplicación integrada IVU.suite: la solución informática óptima para todas las flotas de autobuses eléctricos y diésel.