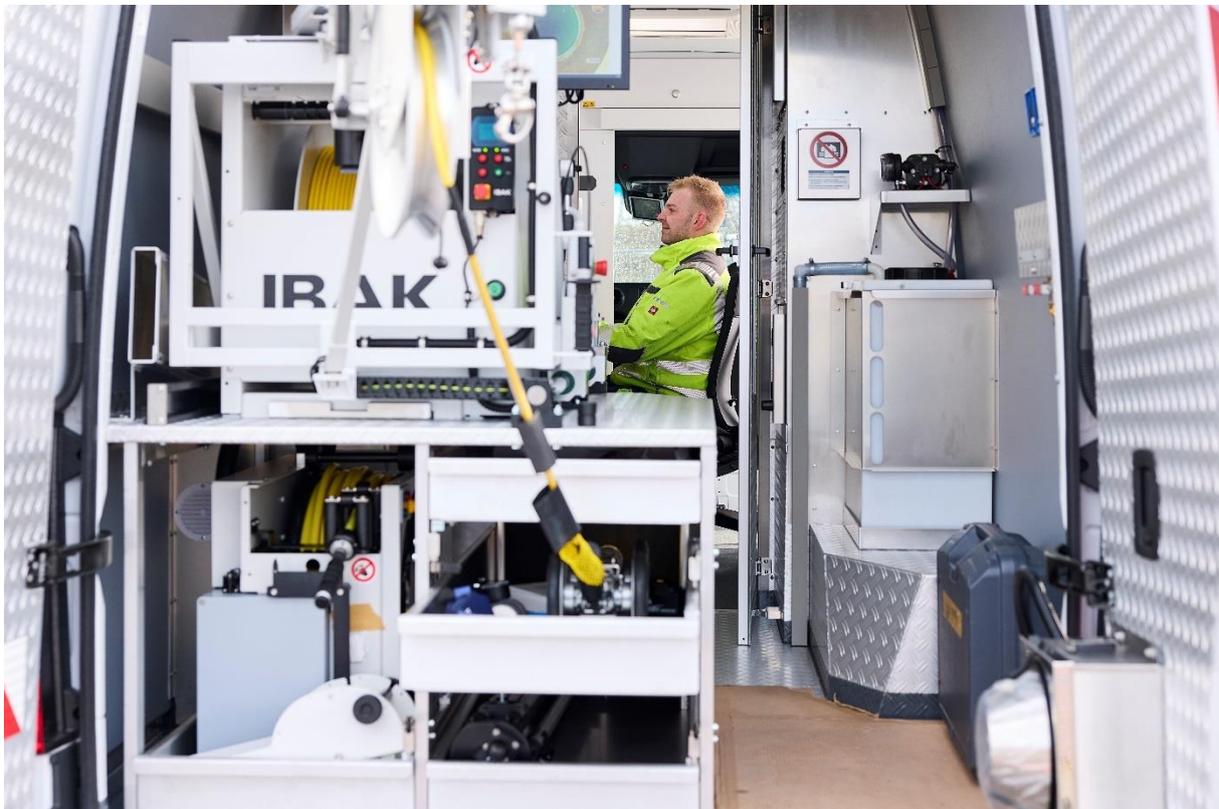


## Energieversorgung von Inspektions- und Sanierungsanlagen

### Einleitung

Inspektions- und Sanierungsanlagen, wie sie für die Wartung und Instandhaltung der Kanalinfrastruktur eingesetzt werden, stellen hohe Anforderungen an die Energieversorgung. Die eingesetzten Komponenten – etwa Kamerasysteme, Fräswerkroboter oder Bedieneinheiten – haben jeweils spezifische Leistungsaufnahmen und Betriebszeiten, die berücksichtigt werden müssen. Zusätzlich beeinflussen externe Geräte, wie beispielsweise elektrische Handwerkzeuge oder Kaffeemaschinen, den Gesamtverbrauch.

Dieser Beitrag basiert auf den Erfahrungen von IBAK als Hersteller professioneller Inspektions- und Sanierungssysteme. Er gibt einen Überblick über typische Energiebedarfe sowie verschiedene Lademöglichkeiten. Aufgezeigt wird auch, was bei der Kalkulation des Energiebedarfs zu beachten ist und weshalb eine sorgfältige Planung der Energieversorgung bei der Konzeption von Inspektions- und Sanierungsfahrzeugen essenziell ist.



#### Bildunterschrift:

Ein modernes Inspektionsfahrzeug mit Klimatisierung und Zusatzverbrauchern – einige Konfigurationen erreichen schnell eine Leistungsaufnahme von über 2.000 W.

### 1. Quellen und Lademöglichkeiten

Inspektions- und Sanierungssysteme werden für gewöhnlich aus der von IBAK installierten Bordbatterie gespeist. Um ein autarkes Arbeiten zu gewährleisten, können auch weitere Energiequellen hinzugezogen werden. In den meisten Fällen kommt eine Kombination zu Einsatz. Im Folgenden werden einige Energiequellen kurz vorgestellt.

### *1.1 Energiespeicher*

Die Batterie ist die zentrale Energiequelle während des Betriebs der Anlage am Einsatzort. Ihre Kapazität bestimmt maßgeblich die Einsatzdauer. Die Wahl der Batterietechnologie (z. B. Lithium) und die Dimensionierung müssen auf den jeweiligen Bedarf abgestimmt werden (vgl. dazu Abschnitt 2.4).

### *1.2 Lichtmaschinenladung*

Fahrzeuge mit zusätzlicher Lichtmaschine können bei laufendem Motor etwa 1,8 kW zur Verfügung stellen. So wird auf der Fahrt von und zum Einsatzort die Batterie geladen. Dies ist auch auf der Baustelle stehend bei laufendem Motor möglich. Wenn das Inspektionssystem etwa 1,0–1,3 kW benötigt, verbleibt theoretisch eine Ladeleistung von 500 W (vgl. dazu Abschnitt 2.3).

### *1.3 Solarzellen auf dem Dach*

Der Einsatz von Solarzellen auf dem Dach eines Inspektions- oder Sanierungsfahrzeugs bietet gleich mehrere Vorteile – sowohl funktional als auch im Hinblick auf die öffentliche Wahrnehmung.

Je nach Sonneneinstrahlung sind Solarmodule in der Lage, eine signifikante Leistung zu erzeugen. So tragen sie zu einer effizienteren und umweltfreundlicheren Energiegewinnung bei. Nicht selten sparen Anwender an sonnigen Tagen mehrere kWh ein. Die Batterie wird dadurch entlastet und dementsprechend Geld gespart. In vielen Fällen amortisiert sich die Investition aufgrund der inzwischen geringen Anschaffungskosten in relativ kurzer Zeit.

Darüber hinaus ist ein Solarpanel auf dem Fahrzeugdach ein deutlich sichtbares Zeichen für gelebte Umweltverantwortung. Es signalisiert den Anwohnerinnen und Anwohnern am Einsatzort, dass das ausführende Unternehmen Wert auf umweltfreundliche Lösungen legt.

### *1.4 Netzladung*

Ein zügiges Laden der Batterie erfolgt über das Stromnetz. Eine Standardsteckdose (230 V, 16 A) stellt bis zu 3,6 kW zur Verfügung. Die Batterie kann über Nacht wieder vollständig für den nächsten Arbeitstag geladen werden.

Wird das Fahrzeug auf der Baustelle an eine Steckdose angeschlossen, kann der Strom aus dem Netz gleichzeitig für zwei Zwecke genutzt werden: zum Laden der Batterie und zur direkten Versorgung der elektrischen Geräte im Fahrzeug. Möglich macht das der sogenannte Transferbetrieb des Wechselrichters (Lade-Kombigerät). In diesem Modus leitet der Wechselrichter den Strom aus dem Netz direkt an die angeschlossenen Verbraucher weiter und lädt gleichzeitig die Batterie auf. Wichtig ist dabei jedoch, dass die Gesamtleistung – also der Strombedarf der Verbraucher plus der Ladestrom – die verfügbare Netzleistung nicht überschreitet. Andernfalls könnte es zu einer Überlastung kommen. Das muss der Anwender nicht beachten. Der Wechselrichter hat eine programmierbare Eingangsstrombegrenzung. Für höhere Ladeleistungen sind spezielle Ladegeräte erforderlich, deren Auswahl ebenfalls im Rahmen der Anlagenplanung erfolgen sollte.

Ein interessanter Ansatz zur Stromversorgung von Anlagen ist die Nutzung regenerativer Energie aus Kläranlagen. Bei der biologischen Abwasserbehandlung entsteht Klärschlamm, der durch sogenannte Faulprozesse energetisch verwertet werden kann. Mikroorganismen zersetzen den organischen Schlamm zu Methan, Kohlendioxid und Wasser. Das entstehende Klärgas wird in speziellen Gasaufbereitungsanlagen von Begleitstoffen befreit, anschließend

verdichtet, veredelt und in Form von Biomethan in ein Blockheizkraftwerk (BHKW) eingespeist.

## 2. Planung und Auslegung

Die Auswahl und Dimensionierung der Energieversorgung sollte nicht losgelöst von der Systemkonfiguration erfolgen. Abhängig vom geplanten Einsatzprofil, der Anzahl und Art der Verbraucher sowie den verfügbaren Ladeoptionen vor Ort ergeben sich unterschiedliche Anforderungen.



### Bildunterschrift:

Ob Inspektionskamera, Fräseinheit oder Klimaanlage – der Leistungsbedarf summiert sich schnell. Die Batterie muss so dimensioniert werden, dass alle Verbraucher über den gewünschten Zeitraum betrieben werden können.

### 2.1 Ermittlung des Energiebedarfs

Grundlage jeder Planung ist der Leistungsbedarf des eingesetzten Systems. Typischerweise liegt der zwischen 1 und 2kW. Um eine adäquate Nutzungsdauer sicherzustellen, muss der Energiespeicher entsprechend ausgelegt werden. IBAK kann auf eine Bandbreite von 4 bis über 20kWh zurückgreifen. Der Energiespeicher wird also für jede Anlage individuell berechnet. Die Expertise aus der Umsetzung hunderter Anlagen fließt in jede Planung ein und gewährleistet eine technisch wie wirtschaftlich passende Lösung. So stellt IBAK sicher, dass die Fahrzeuge nicht nur heute, sondern auch langfristig effizient und professionell genutzt werden können.

Die benötigte Batteriekapazität hängt demnach von der jeweiligen Anlagenkonfiguration und dem individuellen Energiebedarf im Einsatz ab. Die Tabelle 1 zeigt beispielhaft Laufzeiten in Abhängigkeit von verschiedenen Batteriekapazitäten für zwei gängige Gerätekonfigurationen. Die Werte dienen als Näherungswerte und sollen helfen, den Zusammenhang zwischen Kapazität und Betriebsdauer nachvollziehbar zu machen. Es handelt sich um eine

exemplarische Darstellung; es gibt eine Vielzahl weiterer Konfigurationen, die von mobilen Kleinanlagen bis hin zu komplexen Großanlagen reichen. IBAK ermittelt für alle Ausstattungen individuell den Energiebedarf.

	Energie in Wh = Kapazität in Ah x Spannung der Batterie (24V)	TV-Anlage für Hauptkanal und Grundstücks- inspektionen	Fräser-Fahrzeug
Kapazität (Ah)	Energie (Wh)	Zeit (h)	Zeit (h)
1000	24000	14,8	6,9
900	21600	13,3	6,2
800	19200	11,8	5,5
640	15360	9,5	4,4
600	14400	8,9	4,1
560	13440	8,2	3,8
480	11520	7,1	3,3
400	9600	5,9	2,7

Tabelle 1: Laufzeiten für verschiedene Kapazitäten und Anlagenkonfigurationen (Auszug, Näherungswerte)

## 2.2 Wahl der Batteriekapazität

Die Batteriekapazität ist also entscheidend für die betriebliche autarke Nutzungsdauer. Idealerweise ist die Batterie so ausgelegt, dass sie den gesamten Arbeitstag über alle elektrischen Komponenten zuverlässig versorgt. Eine Ladung über Nacht (z. B. über eine 230 V/16 A-Steckdose) sorgt dafür, dass die Batterie aufgeladen ist und für den nächsten Arbeitstag wieder zur Verfügung steht.

Die Herausforderung dabei: Anwender müssen sich bereits bei der Fahrzeugkonfiguration für eine bestimmte Batteriekapazität entscheiden. Ist keine Praxiserfahrung vorhanden, ist eine fachkundige Beratung durch den Hersteller entscheidend. Eine zu klein gewählte Batterie führt schnell zu Einschränkungen im Betrieb, während überdimensionierte Systeme vermeidbare Kosten verursachen und zudem unnötig schwer sind, was die Nutzlast des Fahrzeugs einschränkt.

## 2.3 Zusatzlichtmaschine als Leistungsreserve

Nahezu alle IBAK-Inspektionsfahrzeuge verfügen über eine 24-V-Zusatzlichtmaschine, die während des Motorlaufs als zusätzliche Energiequelle genutzt werden kann. Sie liefert rund 2kW und kann bei niedrigem Ladestand der Batterie kurzfristige Verbrauchsspitzen puffern und damit die Batterie entlasten.

Trotz ihrer Leistungsfähigkeit sollte die Lichtmaschine nicht als ständige Energiequelle eingeplant werden. Der dauerhafte Betrieb des Fahrzeugmotors verursacht nicht nur hohen Kraftstoffverbrauch, sondern auch erhöhten Verschleiß und Lärmemissionen. Im Sinne der Betriebskosten und Umweltbilanz ist es deutlich sinnvoller, in eine ausreichend große Batterie zu investieren.



Bildunterschrift:

Die 24V-Zusatzlichtmaschine liefert bis zu 2kW. Ideal als kurzfristiger Puffer, wenn es mit der Batterie doch mal knapp werden sollte.

## 2.4 Wahl der Batterietechnologie

In der Praxis haben sich zwei Batterietechnologien etabliert: klassische Bleibatterien (v. a. AGM oder Blei-Säure Akkus) und moderne Lithium Akkus. Beide Technologien haben spezifische Vor- und Nachteile – etwa im Hinblick auf Gewicht, Wartung, Anschaffungskosten und Service.

Klassische Bleibatterien zeichnen sich durch robuste Technik und eine gute Verfügbarkeit von Ersatzteilen aus. Bei sachgemäßer Pflege erreichen sie eine Lebensdauer von zehn Jahren oder mehr - ohne nennenswerte Kapazitätsverluste. Ihre Nachteile: Sie sind schwer und nicht wartungsfrei.

Lithiumbatterien hingegen sind wartungsfrei, deutlich leichter und mindestens genauso langlebig wie Bleibatterien. Gängige Systeme erreichen 3.000 Ladezyklen oder mehr – das entspricht einer Lebensdauer von etwa 13 Jahren bei regelmäßiger Nutzung an fünf Tagen pro Woche. Der höhere Anschaffungspreis kann dennoch akzeptabel sein, um beispielsweise durch das geringe Gewicht die Nutzlast vom Fahrzeug zu optimieren oder eine Betriebserlaubnis überhaupt erst zu ermöglichen. Ein zusätzlicher Sicherheitsaspekt: Lithiumbatterien werden permanent durch ein Batteriemanagementsystem (BMS) überwacht. Steigen etwa Temperatur oder Zellspannung über kritische Grenzen, trennt das System die Batterie automatisch von den Verbrauchern. Bleibatterien werden in der Regel nicht in vergleichbarer Weise überwacht.

Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Unterschiede zwischen den beiden Technologien und kann als Entscheidungshilfe bei der Auswahl dienen.

Kriterium	Bleibatterie (AGM/Nass)	Lithiumbatterie (LiFePO <sub>4</sub> o. ä.)
Energiedichte	~ 40Wh/kg	~180Wh/kg
Gewicht (Masse) (Basis: 640Ah / 24V)	~ 500kg	~120 kg
Lebensdauer (Praxiswert)	> 10 Jahre bei regelmäßiger Wartung	> 10 Jahre
Wartung	nicht wartungsfrei	wartungsfrei
Kosten (Anschaffung)	Etwas geringer	höher
Energieeffizienz	85-90%	~98%
Verfügbarkeit Service	gut, da weltweit bekannt und etabliert	meist nur durch Hersteller oder spezielle Servicewerkstätten
Betriebstemperatur	20-25°C	15-35°C
Sicherheitsaspekte	Eine Schulung ist notwendig, um z.B. Knallgasbildung und Gefährdung durch Schwefelsäure (beim Nachfüllen und Kontrollieren) zu vermeiden	Überwachung durch BMS

Tabelle 2: Vergleich von Blei- und Lithiumbatterien

### 3. Energieplanung braucht Expertise

Die Energieversorgung von TV-Inspektions- und Fräsanlagen ist ein technisch relevanter Aspekt, der nicht unabhängig von der geplanten Systemausstattung betrachtet werden kann. Leistungsaufnahme, Einsatzdauer, Ladeinfrastruktur und mögliche Zusatzverbraucher beeinflussen sowohl die Batteriedimensionierung als auch die Wahl der Lade- und Versorgungskonzepte.

Für eine verlässliche Auslegung der Energieversorgung sind folgende Fragen entscheidend:

- Wie hoch ist der durchschnittliche Energiebedarf pro Tag?
- Welche Betriebszeiten und Leistungsreserven sind zu erwarten?
- Gibt es externe Verbraucher mit hoher Leistungsaufnahme?
- Steht eine regelmäßige Netzladung zur Verfügung?
- Kann eine Solaranlage auf dem Fahrzeugdach zur Unterstützung beitragen?
- Beeinflusst die Fahrzeugwahl die Entscheidung über die Batterietechnologie (Gewicht)?

Die Entscheidung für eine Batteriekapazität sollte frühzeitig erfolgen – idealerweise bereits bei der Fahrzeugkonfiguration. Haben Anwender zu diesem Zeitpunkt noch keine Betriebserfahrung mit dem geplanten System, ist eine qualifizierte Beratung durch den Hersteller oder Händler essenziell. Eine fundierte Auswahl reduziert den Bedarf an späteren Nachrüstungen und erhöht die Betriebssicherheit. So lassen sich auch unnötige Zusatzkosten und Ausfallzeiten vermeiden, in denen das Fahrzeug nicht produktiv eingesetzt werden kann.

IBAK unterstützt Anwender im Rahmen der Fahrzeug- und Systemplanung mit einer praxisnahen Beratung zur Energieversorgung. Die systematische Planung wird auf die

eingesetzten Komponenten und Arbeitsabläufe der Anwender abgestimmt. IBAK hat mit einer 80-jährigen Firmengeschichte jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung von Inspektions- und Sanierungstechnik und hat sich als kompetenter Partner im professionellen Fahrzeugausbau etabliert. Die Anlagen werden stets unter Einhaltung der betreffenden Normen gefertigt, montiert und geprüft. Elektrische Sicherheit, Brandschutz, Betriebssicherheit und das Minimieren von mechanischen und chemischen Gefährdungen stehen dabei im Mittelpunkt. Außerdem bietet IBAK eine jährliche Wiederholungsprüfung des gesamten Inspektionsfahrzeugs gemäß DGUV V3 an.

Die Energieversorgung ist nur ein Aspekt eines ganzheitlich gedachten Konzepts, bei dem alle technischen, ergonomischen und wirtschaftlichen Anforderungen berücksichtigt werden.