

G. Sauer  
D. Andresen  
R. Cierpka  
B. Lemke  
F. Mibach  
Ch. Perings  
R. Vaerst

# Positionspapier zur Durchführung von Qualitätskontrollen bei Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG

---

Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.  
Bearbeitet im Auftrag der Kommission für Klinische Kardiologie  
R.H. Strasser, D. Andresen, F. de Haan, G. Ertl, H. Mudra,  
A. Osterspey, H.J. Trappe, K. Werdan, außerdem G. Arnold,  
H.M. Hoffmeister, E. Fleck

---

Dieses *Positionspapier* ist eine Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK), die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergibt und allen Ärzten und ihren Patienten die Entscheidungsfindung erleichtern soll. Ein Positionspapier ersetzt nicht die ärztliche Evaluation des individuellen Patienten und die Anpassung der Diagnostik und Therapie an dessen spezifische Situation.

In Positionspapieren wird der Stellenwert eines diagnostischen und/oder therapeutischen Verfahrens beurteilt und es werden Empfehlungen für die tägliche Praxis abgegeben. Es werden bisher publizierte, relevante Studien herangezogen, gelöste Fragen beantwortet und ungelöste aufgezeigt. Es wird eine Empfehlung abgegeben, für welche Patienten ein neu vorgestelltes diagnostisches und/oder therapeutisches Verfahren in Frage kommt.

---

Dr. Gregor Sauer (✉) · D. Andresen · R. Cierpka · B. Lemke  
F. Mibach · Ch. Perings · R. Vaerst  
Kardiologische Gemeinschaftspraxis Duisburg-Zentrum  
und Zentrum für Kardiologische Rehabilitation  
Rheinklinik St. Joseph  
Friedrich-Wilhelm-Str. 80  
47051 Duisburg, Germany  
E-Mail: dr.g.sauer@t-online.de

---

## Zusammenfassung

Bei kardiovaskulären Erkrankungen spielen das Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-Elektrokardiogramm (EKG) in der Diagnostik und bei der Überprüfung des Therapieerfolges eine wesentliche Rolle. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Möglichkeiten von Qualitätssicherungsmaßnahmen bei diesen Untersuchungsmethoden aufzuzeigen. Bei der breiten Anwendung dieser diagnostischen Methoden und der dadurch anfallenden großen Datenmenge muss neben einer stichprobenartigen Überprüfung darauf geachtet werden, dass die überprüften Daten auf ein Minimum begrenzt werden, um die Qualitätssicherungsmaßnahmen durchführen zu können. Eine Akzeptanz der Qualitätssicherungsmaßnahmen kann umso eher erreicht werden, wenn die Teilnahme auf freiwilliger Basis erfolgt und das Monitorsystem so aufgebaut ist, dass eine gegenseitige Kontrolle der Teilnehmer untereinander nach einem Zufallsprinzip erfolgt.

---

## Einleitung

Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG sind wichtige Instrumente zur Diagnostik kardiovaskulärer Erkrankungen und zur Beurteilung der Mitbeteiligung des Herz-Kreislaufsystems an primär extrakardialen Erkrankungen.

Bei eingeschränkten finanziellen Ressourcen kommt dem gezielten, effektiven Einsatz von diagnostischen Maßnahmen eine wesentliche Bedeutung zu. Qualitätssicherungsmaßnahmen können hier helfen, eine optimierte und trotzdem möglichst kostengünstige Versorgung sicher zu stellen. Die Struktur- und Prozess-Qualität bei Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG ist durch zahlreiche Leitlinien sowie durch gesetzliche Vorgaben beschrieben. Im Folgenden sollen

Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie Qualitätssicherungsmaßnahmen auf der Basis der bestehenden Leitlinien durchgeführt werden könnten. Es ist nicht Aufgabe dieser Arbeit, neue Leitlinien zu erarbeiten.

In anderen Bereichen der kardiologischen Diagnostik haben Qualitätssicherungsmaßnahmen bereits einen festen Stellenwert (ALKK-Register [19], QuIK-Register [12]). Bei diesen Qualitätssicherungsmaßnahmen der invasiven Diagnostik fallen im Vergleich zu den diagnostischen Maßnahmen bei Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG relativ wenige Datensätze an, die zu kontrollieren sind.

Um eine praktikable Überprüfung der Qualität von Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG bei der erheblich größeren anfallenden Datenmenge zu gewährleisten, muss die Erhebung und Überprüfung von Daten auf ein absolutes Minimum begrenzt werden. Eine zusätzliche Kontrolle der Ergebnisqualität ist im Verhältnis zu dem dadurch entstehenden logistischen Aufwand nicht vertretbar.

Das Ziel, sowohl für den stationären als auch für den ambulanten vertragsärztlichen Bereich flächendeckend in gleichem Maße eine Qualitätssicherung hinsichtlich der Struktur- und Prozessqualität zu entwickeln, ist nur erreichbar, wenn auf freiwilliger Basis eine Datenerhebung und eine gegenseitige Datenüberprüfung erfolgt. Die Ergebnisse dieser gegenseitigen, stichprobenartigen Überprüfung sollten zentral gesammelt, ausgewertet und regelmäßig publiziert werden. Die als Beispiel unten aufgeführten Formulare zur Dokumentation der Prozess- und Struktur-Qualität können sowohl in Papierform als auch elektronisch genutzt werden.

Um die Prozess-Qualität zu überprüfen, muss eine gewisse Stichprobengröße festgelegt werden. Für eine Institution, ob stationär oder nur ambulant tätig, sollten folgende Anzahlen an Überprüfungen jährlich angestrebt werden:

- 10 Ruhe-EKG's
- 15 Ruhe- und die dazugehörigen Belastungs-EKG's
- 15 LZ-EKG's

Bei den angegebenen Zahlen wird davon ausgegangen, dass die angestrebte Überprüfung der Stichproben nicht mehr als einen halben Arbeitstag durch den Monitor beansprucht.

Die Stichprobenauswahl kann in der vertragsärztlichen Praxis durch die dokumentierten Abrechnungsscheine bzw. in den stationären Einrichtungen durch die Aufnahmestatistiken nach einem vorher festgelegten Zufallsprinzip erfolgen. Ein getrenntes, zusätzliches Register aller angefertigten Ruhe-, Belastungs- und LZ-EKG's pro Institution allein zur Erhebung einer Stichprobe ist bei der sehr großen Datensatzmenge sowohl vom Personal- als auch Zeitaufwand nicht realisierbar.

Die im Weiteren hier dargestellten verschiedenen Aspekte des Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG stellen im Rahmen einer praktikablen Qualitätssicherung nur die Basisanforderung für die Erstellung und Interpretation von Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG im klinischen Alltag dar.

## Ruhe-EKG

Das Ruhe-EKG ist das weitest verbreitete, einfachste zu handhabende Instrument zur Diagnostik kardiovaskulärer Erkrankungen und zur Beurteilung der Mitbeteiligung des Herz-Kreislaufsystems an primär extrakardialen Erkrankungen. Insbesondere zur Diagnostik von Rhythmusstörungen hat es eine herausragende Bedeutung.

Für die Durchführung und Interpretation von Ruhe-EKG's stehen mehrere Empfehlungen zur Verfügung [4, 9, 11, 15, 16]. Jeder Arzt sollte Grundkenntnisse des EKG's haben. Regelmäßige Anwender wie Allgemeinmediziner, Anästhesisten oder Internisten sollten weiterreichende Kenntnisse erworben haben. Der Kardiologe als Subspezialist sollte mit allen in der klinischen Arbeit auftretenden EKG-Formen/Bildern und Arrhythmien vertraut sein.

Neben dem Verständnis der Physiologie und Pathophysiologie der verschiedenen Teile des EKG's und der Arrhythmien, ist eine gute Kenntnis von Sensitivität und Spezifität der Methode im Einzelfall von besonderer Bedeutung.

Die im Anhang veröffentlichte Liste über die gewöhnlichen Diagnosen im EKG (modifiziert nach [9]) stellt die Basisanforderung für die Erstellung und Interpretation bzw. Anwendung des EKG's im klinischen Alltag dar (Tab. 1 a, 1 b und 1 c).

Die Anforderungen zur Struktur- und Prozessqualität für ein Ruhe-EKG sind in Tabelle 2 und 3 zusammengefasst. Das Anfertigen der EKG-Aufzeichnung wird meistens von medizinischem Hilfspersonal durchgeführt. Hierbei ist bei der Ausbildung und regelmäßigen Überwachung durch einen qualifizierten Arzt/Ärztin besonderer Wert auf das Vermeiden von Artefakten und fehlerhaften Ableitungen zu achten (z.B. Grundlinienschwankungen bei fehlendem Filter und Verpolungen der Ableitungen).

Bei der ärztlichen Befundung ist eine systematische Vorgehensweise notwendig. Die Interpretation des Ruhe-EKG's sollte möglichst in Kenntnis der klinischen Situation (Beschwerden, Vorerkrankungen, Medikation, Indikation, Vorbefunde) erfolgen. Mit wachsender Erfahrung und durch kontinuierliche Weiterbildung über neue Aspekte (z.B. sog. primär elektrische Erkrankungen wie das Brugada-Syndrom) kann so bereits das Ruhe-EKG zu einem wertvollen Diagnostikum in vielen Situationen werden.

**Tab. 1 a** Diagnosen Ruhe-EKG Teil 1 (nach [9])

<i>Normale Aufzeichnung</i>
1. Normales EKG
<i>Technische Probleme</i>
2. Falsche Lage der EKG-Elektroden
3. Artefakte
<i>Sinusknotenrhythmus und Arrhythmie</i>
4. Sinusrhythmus
5. Sinustachykardie (> 100 Schläge pro Minute)
6. Sinusbradykardie (< 60 Schläge pro Minute)
7. Sinusarrhythmie
8. Sinus-Arrest
9. Sinuatriale Blockierungen
<i>Andere supraventrikuläre Rhythmusstörungen</i>
10. Supraventrikuläre Extrasystolie
11. Blockierte supraventrikuläre Extrasystolie
12. Ektope atrialer Rhythmus
13. Ektope atriale Tachykardie, unifokal
14. Ektope atriale Tachykardie, multifokal
15. Vorhofflimmern
16. Vorhofflattern (typisch und atypisch)
17. AV-junktionale Extrasystolie
18. AV-junktionaler Rhythmus
19. Akzelerierter AV-junktionaler Rhythmus
20. Supraventrikuläre Tachykardie, paroxysmal
<i>Ventrikuläre Rhythmusstörungen</i>
21. Ventrikuläre Extrasystolie
22. Akzelerierter idioventrikulärer Rhythmus
23. Ventrikuläre Tachykardie
24. Ventrikuläre Tachykardie, polymorph (einschließlich Torsade de pointes)
25. Kammerflimmern
<i>AV-Blockierungen</i>
26. AV-Block I°
27. AV-Block II° Typ Mobitz 1 (Wenckebach-Periodik)
28. AV-Block II° Typ Mobitz 2 inkl. variierender Überleitung
29. AV-Block III°
30. AV Dissoziation

Gerade angesichts der breiten Anwendung müssen jedoch strenge Qualitätsstandards gewährleistet werden, um fehlerhafte Interpretationen mit dann möglicherweise teuren Folgeuntersuchungen zu vermeiden.

Eine Anwendung als allgemeines Screeninginstrument bei asymptomatischen Personen unter 40 Jahren mit niedrigem Risiko insbesondere für eine kardiovaskuläre Erkrankung ist nicht sinnvoll.

## Belastungs-EKG

Das Belastungs-EKG stellt die Basis in der Ischämie-Diagnostik bei der KHK dar. Bei der Durchführung des Belastungs-EKG's können zusätzliche Erkenntnisse zu Blutdruckverhalten, körperlicher Leistungsfähigkeit, Trainingsherzfrequenz und möglicherweise auftretende Herzrhythmusstörungen gewonnen werden. Die Voraussetzungen, Durchführungsmodalitäten

**Tab. 1 b** Diagnosen Ruhe-EKG Teil 2 (nach [9])

<i>Intraventrikuläre Erregungsleitungsstörungen</i>
31. Linksschenkelblock (permanent oder intermittierend)
32. Rechtsschenkelblock (permanent oder intermittierend, komplett oder inkomplett)
33. Intraventrikuläre Leitungsverzögerung, unspezifisch
34. Aberrante Überleitung supraventrikulärer Schläge
35. Linksanteriorer Hemiblock
36. Linksposteriorer Hemiblock
37. Ventrikuläre Präexzitation (Wolff-Parkinson-White-Syndrom)
<i>QRS-Komplex und Amplitude</i>
38. Überdrehter Rechtslagetyp (+90 bis +180°)
39. Überdrehter Linkslagetyp (-30 bis -90°)
40. Unbestimmter Lagetyp
41. Elektrischer Alternans
42. Niedervoltage (weniger als 0,5 mV der QRS-Höhe in den Extremitätenableitungen und weniger als 1,0 mV in den präkordialen Ableitungen)
<i>Hypertrophie und Vergrößerung</i>
43. Vorhofvergrößerung, Erregungsausbreitungsveränderungen
44. Rechtsatriale Veränderungen
45. Linksherzhypertrophie (nur QRS-Komplexveränderungen)
46. Linksherzhypertrophie mit sekundären ST-/T-Streckenveränderungen
47. Rechtsherzhypertrophie mit oder ohne ST-/T-Streckenveränderungen
<i>Repolarisationsveränderungen</i>
48. Frühzeitige Repolarisation (Normvariante)
49. Juvenile T-Wellen (Normvariante)
50. Unspezifische Veränderungen, ST-Strecke und/oder T-Welle
51. ST-Strecken- und/oder T-Wellenveränderungen mit Verdacht auf Ischämie
52. ST-Streckenveränderungen mit Verdacht auf Läsion
53. ST-Streckenveränderungen mit Verdacht auf Aneurysma
54. Verlängertes Q-T-Intervall
55. Prominente U-Wellen

ten und Beurteilungsmöglichkeiten sind durch mehrere Leitlinien festgelegt [3, 5, 13, 14, 18].

Vor Beginn der Ergometrie muss eine Erhebung der Anamnese/Zwischenanamnese, der Symptomatik und die Erfassung der aktuellen Medikation stehen. Hier ist besonders auf eine Therapie mit Digitalis, Betablockern und Antiarrhythmika zu achten, die Einflüsse auf das Ergebnis des Belastungs-EKG's haben können.

Vor der Durchführung ist eine klinische Untersuchung zum Ausschluss einer Herzinsuffizienz, eine Auskultation des Herzens, eine Messung des Blutdrucks und der Pulsfrequenz sowie die Anfertigung eines Ruhe-EKG's notwendig.

Die absoluten und die relativen Kontraindikationen zur Durchführung eines Belastungs-EKG's sind in Tabelle 4 aufgeführt. Belastungs-Untersuchungen werden am häufigsten mittels Fahrradergometrie in sitzender oder halbliegender Position durchgeführt. Die verwendeten Fahrradergometer sollten drehzahlunabhängig elektrisch gebremst sein. Alternativ zum Fahrradergometer kann ein Laufbandergometer, bei dem der Neigungswinkel bzw. die Geschwindigkeit

**Tab. 1 c** Diagnosen Ruhe-EKG Teil 3 (nach [9])

<i>Myokardinfarkt</i>
56. Inferiörer Infarkt (akut oder intermediär)
57. Inferiörer Infarkt (alt oder nicht genau bestimmbar)
58. Posteriorer Infarkt (akut oder intermediär)
59. Posteriorer Infarkt (alt oder nicht genau bestimmbar)
60. Septalwandinfarkt (akut oder intermediär)
61. Vorderwandinfarkt (akut oder intermediär)
62. Vorderwandinfarkt (alt oder nicht genau bestimmbar)
63. Lateralwandinfarkt (akut oder intermediär)
64. Lateralwandinfarkt (alt oder nicht genau bestimmbar)
65. Rechtsventrikulärer Infarkt (akut)
<i>Begleiterkrankungen</i>
66. Chronische Lungenerkrankungen
67. Akute Pericarditis
68. V. a. Hypokaliämie
69. V. a. Hyperkaliämie
70. V. a. Hypokalzämie
71. V. a. Hyperkalzämie
72. V. a. Zentralnervöse Erkrankungen
<i>Schrittmacher</i>
73. Atrial stimulierter Rhythmus
74. Ventrikulär stimulierter Rhythmus
75. Atrial gesenster, ventrikulär stimulierter Rhythmus
76. Bifokal stimulierter Rhythmus
77. Ineffektive atriale Stimulation
78. Ineffektive ventrikuläre Stimulation
79. Atrialer Sensingdefekt
80. Ventrikulärer Sensingdefekt
81. Inadäquate Schrittmacheraktionen
82. Retrograde atriale Aktivierung
83. Schrittmacher induzierte Tachykardie

separat eingestellt werden kann, eingesetzt werden. Die Ergometriegeräte müssen regelmäßigen messtechnischen Kontrollen nach der MPBetreibV unterzogen, geeicht und gewartet werden sowie den Anforderungen der MPV genügen [20, 21].

Die Anforderungen zur Struktur- und Prozessqualität für ein Belastungs-EKG sind in Tabelle 5 und 6 zusammengefasst. Für die Beurteilung des Belastungs-EKG's sind 12-Ableitungen (6 Brustwandableitungen, 6 Extremitäten-Ableitungen) zu fordern. Hierzu sollte wenigstens eine 6-Kanal-Registrierung zur Verfügung stehen. Zur kontinuierlichen Überwachung während einer Belastungs-Untersuchung ist ein Moni-

tor notwendig, der permanent den EKG-Verlauf in mindestens 3 Ableitungen zeigt.

Während der Belastungs-Untersuchung müssen Möglichkeiten zur adäquaten Behandlung von Notfällen bis hin zur Reanimation gegeben sein. Es ist zwingend erforderlich, dass folgende Notfall-Ausrüstung zur Verfügung stehen muss:

- Ein entsprechend der MPBetreibV überprüfter Defibrillator sowie täglich durchgeführte Funktionskontrollen desselben
- Ausrüstung zur Intubation
- Geräte zur Infusionstherapie und Infusionslösungen
- Notfallmedikamente (z. B. Nitrate als Spray oder s.l., Adenosin, Ajmalin, Atropin, Katecholamine, Lidocain, Amiodaron,  $\beta$ -Blocker, Diazepam)
- Vorkehrungen zur sofortigen O<sub>2</sub>-Gabe per Nasensonde
- Eine Liege, auf der ein Patient im Notfall und/oder nach Belastungsende gelagert werden kann.

Die Durchführung eines adäquaten Arbeitsversuches erfordert während der gesamten Untersuchung die Präsenz ausgebildeten medizinischen Fachpersonals. Diese Mitarbeiter sind für sorgfältiges Anlegen der Elektroden, eine kontinuierlich gute EKG-Registrierung, die Überwachung des Patienten während der gesamten Untersuchung und in der Nachbeobachtungsphase mit Messung der Herzfrequenz und des Blutdrucks verantwortlich. Die Untersuchung erfolgt immer unter Supervision eines Arztes, der über eine Qualifikation zur Durchführung von Belastungs-EKG's verfügt. Bei Notfallsituationen muss der Arzt sofort zur Verfügung stehen.

Für die Durchführung einer Ergometrie ist ein standardisiertes Protokoll erforderlich. Die Belastungs-Untersuchung muss dynamisch durchgeführt werden, dosierbar und reproduzierbar sein. Eine Ausbelastung ist unbedingt anzustreben. Die Ausbelastungsherzfrequenz ist individuell variabel und kann aus der Formel 220 minus Alter (Jahre) bei einem Toleranzbereich von 10–12 Schlägen pro Minute abgeschätzt werden (gültig nur für Patienten ohne frequenz-beeinflussende Medikation). Die Belastungsstufen sollten entsprechend dem Trainings-

**Tab. 2** Ruhe-EKG/Strukturqualität

	Beschreibung	Erläuterungen
Apparative Voraussetzungen	CE-Zeichen und Gebrauchsanweisung	Mind. 3-Kanal-EKG; 12 Abltg.; Wartung nach Herstellerangaben (Literatur: [6, 10])
Untersucherqualifikation	Gemäß Weiterbildungsordnung der zuständigen Ärztekammer und 100 nachgewiesene EKG/Jahr	Siehe jeweils geltende Weiterbildungsordnung der zuständigen Ärztekammer (Literatur: [4, 9, 11, 15])
Mitarbeiterqualifikation	Unterweisung durch kompetente Fachkräfte unter ärztl. Kontrolle	Entstehung und Form des EKG; Ableitungspunkte und Hautpräparation; Fehlermanagement/Artefakte; PC-Programme; (Literatur: [9, 15])

**Tab. 3** Ruhe-EKG/Prozessqualität

	Beschreibung	Erläuterungen
Indikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Offensichtliche, bekannte, oder vermutete Erkrankungen des kardiovaskulären Systems, sowie Mitbeteiligung bei primär extrakardialer Erkrankungen</li> <li>■ Therapiekontrolle</li> <li>■ Screening bei Risiko-Pat., sensiblen Berufsgruppen und präoperativ</li> </ul>	Siehe auch Tabellen 1a–c (Literatur: [4, 9, 15, 16])
Ablauf	Med. Personal mit entsprechender Ausbildung, optimierte Ableitbedingungen, reproduzierbare korrekte Elektrodenplatzierung, ggf. markiert	Raumtemperatur, Hautpräparation, Ausschluss-Artefakte, Abltg. nach Einthoven, Goldberger, Wilson, ggf. zusätzliche horizontal und Nehb, Technische Sicherheit (Literatur: [6, 9, 10])
Dokumentation und Archivierung	12-Kanal-EKG mit Datum, Namen, Alter, Geschlecht, Schreibgeschwindigkeit und Eichung (vorzugsweise 50 mm/s, 10 mm/1mVolt). Aufbewahrung auf einem langfristig sicheren Speichermedium zur jederzeit möglichen Reproduktion auch in Papierform gemäß gesetzlicher Vorgaben	Bei PC-Erstellung automatische Vermessung der relevanten Zeitintervalle und der Achsen von P, und T-Welle sowie QRS-Komplex in der Frontalebene (sichtbare Markierung der Messpunkte) (Literatur: [6, 10, 15])
Befundung	Deskriptiv und systematisch: Rhythmus, Frequenzen, Lagetyp. Zeitwerte und Formanalyse für jedes path. Element. Unter Kenntnis von Spezifität und Sensitivität Beurteilung in Verbindung mit anamnestischen und klinischen Daten (Medikation) und früheren EKG jeweils soweit vorhanden	Eine PC-gestützte Auswertung bedarf immer einer kritischen Kontrolle und ist als alleinige Befundung nicht ausreichend. Ausschluss artefaktbedingter Störungen Siehe Tabelle 1a–c mit Aufführung relevanter Diagnosen (Literatur: [6, 9, 10, 16])
Konsequenz	Weitere Untersuchungen oder Therapien mit entsprechender Dringlichkeit, ggf. Überweisung an Spezialisten	Literatur: [6, 10]

**Tab. 4** Kontraindikationen nach den Leitlinien zur Ergometrie der DGK [18]

<i>Absolut</i>
■ Akuter Myokardinfarkt
■ Instabile Angina pectoris
■ Herzrhythmusstörungen mit Symptomatik und/oder eingeschränkter Hämodynamik
■ Symptomatische schwere Aortenstenose
■ Dekompensierte Herzinsuffizienz
■ Akute Lungenembolie
■ Akute Myocarditis
■ Akute Perimyocarditis
■ Akute Aortendissektion
<i>Relativ</i>
■ Hauptstammstenose
■ Klappenerkrankungen mäßigen Schweregrades
■ Bekannte Elektrolytstörungen
■ Arterielle Hypertonie (syst. >200, diast. >110 mmHg)
■ Tachyarrhythmie oder Bradyarrhythmie
■ Hypertrophisch-obstruktive Kardiomyopathie und andere Formen der Ausflussbahnobstruktion
■ Höhergradige AV-Blockierungen
■ Physische und/oder psychische Beeinträchtigungen

zustand des Probanden in gleichen Stufen gesteigert werden. Die EKG's sollten fakultativ 1-minütlich, obligat 2-minütlich und auch beim Auftreten von Symptomen oder EKG-Veränderungen aufgezeichnet werden. Nach Belastungs-Ende werden EKG-Registrierungen für mindestens 5 Minuten alle 1 bis 2 Minuten aufgezeichnet und analysiert. Zu diesen Zeitpunkten wird auch die Herzfrequenz und der Blutdruck gemessen und dokumentiert.

Die Bewertung der Belastungs-Untersuchung erfolgt nach den Leitlinien zur Ergometrie der DGK [18].

## Langzeit-EKG

Die Langzeit-Elektrokardiographie ist eine anerkannte Methode zur diagnostischen Abklärung von anfallsweise auftretenden Symptomen, die durch Herzrhythmusstörungen bedingt sein können. Darüber hinaus ist sie zur Kontrolle einer antiarrhythmischen Pharmakotherapie geeignet [15]. Zur Durchführung eines LZ-EKG's ist die Anamnese bezüglich der Symptomatik, kardialer Vorerkrankungen sowie der aktuellen Medikation erforderlich.

Die Indikationen zur Durchführung eines LZ-EKG's sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Der Nachweis von Myokardischämien in Form von intermittierenden ST-Strecken-Veränderungen findet sich als Indikation in den Richtlinien zum LZ-EKG [1, 2, 15]. Bei niedriger Sensitivität, bei erheblichen zeitlichen Aufwand [8] und der Notwendigkeit standardisierter Ableitungen (3 und mehr) hat die ST-Streckenanalyse heute in der Praxis an Bedeutung verloren und stellt aufgrund verbesserter sonstiger Möglichkeiten zur Ischämiediagnostik sicherlich nur noch eine Ausnahmeindikation dar. Insbesondere zum Ischämienachweis bei asymptomatischen Patienten ist das LZ-EKG nicht geeignet, da mit einem hohen Prozentsatz falsch-positiver Befunde gerechnet werden muss [15].

**Tab. 5** Belastungs-EKG/Strukturqualität

Beschreibung		Erläuterungen
Apparative Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CE-Zeichen, MPBetreibV Anlage 2</li> <li>■ 6-Kanal-EKG, 12 Ableitungen</li> <li>■ Elektroden von geringem Gewicht bzw. Saugelektroden</li> <li>■ Monitorüberwachung</li> <li>■ Fahrradergometer sitzend oder liegend, mechanisch oder drehzahlunabhängig, alternativ Laufbandergometer</li> <li>■ Liege für Notfallsituationen</li> <li>■ Reanimationsmöglichkeit (Defibrillator, regelmäßige Prüfung; Intubationsmöglichkeit, Geräte zur Infusionstherapie Notfallmedikamente)</li> </ul>	Messtechnische Kontrollen gemäß MPBetreibV [20] Leitlinien zur Ergometrie der DGK [18]
Untersucherqualifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FA für Innere Medizin/Kardiologie</li> <li>■ Ärzte, die im Rahmen ihrer Ausbildung wenigstens 100 Ergometrien nachgewiesen haben</li> </ul> Jährlich sind mindestens 100 durchgeführte Bel.-EKGs nachzuweisen	Siehe Weiterbildungsordnungen der jeweiligen Ärztekammern, z.B. <a href="http://www.aekwl.de">www.aekwl.de</a>
Mitarbeiterqualifikation	Angelernte Fachkräfte, die unter ärztlicher Aufsicht entsprechende Fachkenntnisse über das Belastungs-EKG erlernt haben	Fachkenntnisse umfassen Angina-Symptomatik, EKG-Interpretation von Rhythmusstörungen und Ischämiekriterien, mögliche Komplikationen, Abbruchkriterien, Hilfestellungen bei Beherrschung von Notfallsituationen

**Tab. 6** Belastungs-EKG/Prozessqualität

Beschreibung		Erläuterungen
Indikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zur Diagnostik einer KHK</li> <li>■ Nach Myokardinfarkt</li> <li>■ Vor und nach Revaskularisationsmaßnahmen zur Verlaufskontrolle</li> <li>■ Bei Patienten mit bzw. mit V.a. Arrhythmien</li> <li>■ Bei Patienten mit arterieller Hypertonie</li> <li>■ Zur Erfassung der körperlichen Belastbarkeit bei Gutachten</li> </ul>	Indikationen ausführlich siehe Leitlinien zur Ergometrie der DGK [18] Zu beachten sind besonders die absoluten Kontraindikationen (s. Tab. 4)
Ablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anamnese- bzw. Zwischenanamnese-Erhebung</li> <li>■ Klinische Untersuchung (z.B. Ausschluss Herzinsuffizienz)</li> <li>■ Sorgfältiges Anlegen der Elektroden inkl. Hautpräparation</li> <li>■ Ruhe-EKG</li> <li>■ Durchgehende Monitorüberwachung während und nach der Belastung</li> <li>■ Definiertes stufenweises Belastungsprotokoll mit dem Ziel der Ausbelastung</li> <li>■ Überwachung der Nachbelastungsphase</li> </ul>	Siehe auch Leitlinien zur Ergometrie der DGK [18]
Dokumentation und Archivierung	Definiertes Protokoll mit Aufzeichnung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ der Indikation, Art der Belastung, Abbruchkriterien, Symptomen</li> <li>■ 12 Ableitungen, RR und Pulsfrequenz auf jeder Belastungsstufe und 5 min nach Belastung</li> </ul> Aufbewahrung auf einem langfristig sicheren Speichermedium zu jederzeit möglichen Reproduktion auch in Papierform gemäß gesetzlicher Vorgaben	Bei EDV gestützter Auswertung Validierung der ST-Strecken und der Rhythmusstörungen durch verantwortlichen Untersucher
Befundung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Endbefundung nur durch einen qualifizierten Arzt</li> <li>■ individuelle Beurteilung unter Berücksichtigung der Vortestwahrscheinlichkeit</li> </ul>	Eine PC-gestützte Auswertung bedarf immer einer kritischen Kontrolle und ist als alleinige Befundung nicht ausreichend. Auf den Ausschluss artefaktbedingter Störungen muss geachtet werden
Konsequenz	Abgabe einer Therapieempfehlung bzw. einer weiterführenden Diagnostik	

**Tab. 7** Indikationen zur Durchführung eines LZ-EKG's (s.a. [1, 2])

<i>Symptomatik die im Zusammenhang mit Arrhythmien stehen können</i>	
■	Synkopen
■	Präsynkopen
■	Schwindel bei anderweitig nicht zu klärender Ursache
■	Rezidivierende Palpitationen oder Herzrasen
■	Ungeklärte Episoden von anfallsweise auftretender Dyspnoe, Thoraxschmerzen oder Müdigkeit
<i>Im Rahmen einer antiarrhythmischen Therapie</i>	
■	Überprüfung der Wirksamkeit
■	Nachweis möglicher proarrhythmischer Ereignisse
■	Überprüfung der Frequenzkontrolle bei Vorhofflimmern
<i>Bei asymptomatischen Patienten</i>	
■	Zur postinfarziellen Risikostratifizierung
■	Bei Pat. mit schwerer LV-Dysfunktion (DCM, sek. ischäm. Cardiomyopathie)
■	Zur Diagnostik eines intermittierenden Vorhofflimmerns
■	Bei Pat. mit HOCM
■	Therapiekontrolle
<i>Bei Patienten mit antibrady- oder antitachykarden Therapiesystemen</i>	
■	Synkopen, Präsynkopen oder häufige Palpitationen sowie bei V.a. eine Systemdysfunktion, die sich nicht durch eine Schrittmacher/ICD-Kontrolle diagnostizieren lässt
<i>LZ-EKG-Aufzeichnung mit Herzfrequenzvariabilitäts-Analyse bei</i>	
■	Postinfarktpatienten mit LV-Dysfunktion
■	Pat. mit schwerer chronischer Herzinsuffizienz (DCM, sek. ischämische Cardiomyopathie)
■	Pat. mit HOCM
■	Patienten mit kardialer Beteiligung einer anderen extrakardialen Grunderkrankung, z. B. Diabetes
Ergänzende Ausführungen zur Indikation und zum Evidenzgrad finden sich unter [2]	

Die Anforderungen zur Struktur- und Prozess-Qualität für ein LZ-EKG sind in Tabelle 8 und 9 zusammengefasst. Die Aufzeichnung des LZ-EKG's erfolgt mittels eines Festspeicherrecorders (Speicherung digitaler Daten) oder mit einem Kassettenrecorder (analoge Auf-

zeichnung). Der Vorteil der Kassettenaufzeichnung liegt in der billigen und leichten Handhabung. Ein wesentlicher Nachteil sind Bandlauffehler [7]. Die Festspeicheraufzeichnungsgeräte überzeugen durch eine gute Qualität der aufgezeichneten Daten [14]. Eine Registrierung mit Festspeicherrecorder sollte angestrebt werden, die Aufzeichnung mit Bandspeichergeräten ist akzeptabel [7]. Die Geräte müssen CE-zertifiziert sein und der MPBetreibV genügen. Eine kontinuierliche Aufzeichnung über 24 h wird empfohlen, eine minimale Aufzeichnungsdauer von 18 h ist unerlässlich.

Die Dokumentation und Archivierung muss neben dem Datum auch die Dauer der Aufzeichnung des Langzeit-EKG's, den Grundrhythmus, die minimale, maximale und mittlere Herzfrequenz umfassen. Zeitpunkte, Dauer, Anzahl und Beispiele von aufgetretenen Rhythmusstörungen sowie eine evtl. durchgeführte Herzfrequenzvariabilitäts-Analyse sind ebenfalls zu erfassen.

Eine EDV-gestützte Auswertung bedarf immer einer kritischen Kontrolle und ist als alleinige Befundung nicht ausreichend. Eine Validierung der EDV-gestützten Auswertung durch den verantwortlichen Untersucher, der über die Qualifikation zur Befundung von LZ-EKG's verfügt, muss immer erfolgen [9]. Die Überprüfung und Validierung des LZ-EKG's sollte möglichst monitorgestützt direkt an der Auswerteeinheit erfolgen. Für die Beurteilung ist die Kenntnis der Anamnese, des klinischen Befundes und der Vormedikation sowie ggf. der Schrittmacher-Programmierung unbedingt erforderlich. Die Befundung umfasst die Zusammenfassung der dokumentierten Daten mit Angabe des Herzrhythmus, Klassifizierung und Quantifizierung aufgetretener Rhythmusstörungen sowie deren Interpretation und der Empfehlung zu den therapeutischen Konsequenzen sowie ggf. zusätzlich erforderlichen diagnostischen Maßnahmen.

**Tab. 8** Langzeit-EKG/Strukturqualität

	Beschreibung	Erläuterungen
Apparative Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CE-Zeichen, Gebrauchsanweisung des Herstellers</li> <li>■ Simultane 2- oder Mehrkanalaufzeichnung möglichst auf Festspeicher (Bandrecorder akzeptabel) [1, 5]</li> <li>■ Kontinuierliche Aufzeichnung über 24 h, minimale Aufzeichnungsdauer 18 h</li> <li>■ Echtzeit oder posthoc-Auswertung</li> </ul>	Wartung der Geräte zur Aufzeichnung und Auswertung nach Herstellerangaben [22]
Untersucherqualifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FA für Innere Medizin mit Teilgebetsbezeichnung Kardiologie</li> <li>■ FA für Innere Medizin</li> </ul> Jährlich sind mindestens 100 befundete Langzeit-EKG's nachzuweisen	
Mitarbeiterqualifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erfolgte eingehende Unterweisung in Anlegen des LZ-EKG's</li> <li>■ Vorauswertung durch nichtärztliche Mitarbeiter bei entsprechender, fundierter Schulung möglich</li> <li>■ Endbefundung und Validierung nur durch Untersucher möglich [9]</li> </ul>	

**Tab. 9** Langzeit-EKG/Prozessqualität

	Beschreibung	Erläuterungen
Indikation	Siehe Tabelle 7	Nach: ACC/AHA Guidelines for Ambulatory Electrocardiography [2]
Ablauf	Hautvorbereitung, möglichst Überprüfung der Qualität des EKG-Signals, Möglichkeiten zur Ereignisdokumentation des Patienten/Eventtaste [2]	
Dokumentation und Archivierung	<p><i>Dokumentation von</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Datum und Dauer des Langzeit-EKG's</li> <li>■ Grundrhythmus</li> <li>■ Minimale/maximale/mittlere Herzfrequenz</li> <li>■ Zeitpunkt, Dauer, Anzahl und Beispiele von aufgetretenen Rhythmusstörungen</li> <li>■ Evtl. Herzfrequenz-Analyse</li> </ul>	
Befundung	Die Befundung umfasst die synoptische Zusammenfassung der dokumentierten Daten mit Angabe des Herzrhythmus, Quantifizierung aufgetretener Rhythmusstörungen sowie deren Interpretation und Prognoseabschätzung unter Berücksichtigung der Grunderkrankung	Eine EDV-gestützte Auswertung bedarf immer einer kritischen Kontrolle und ist als alleinige Befundung nicht ausreichend. Auf den Ausschluss artefaktbedingter Störungen muss geachtet werden. Eine Validierung der Rhythmusstörungen durch den verantwortlichen Untersucher muss immer erfolgen [9]
Konsequenz	Angaben zu Empfehlung zur Therapie, ggf. der weiteren Diagnostik	

## Literatur

1. Block M et al (1999) Richtlinien für die Durchführung der nichtinvasiven Diagnostik von Rhythmusstörungen. *Z Kardiol* 88:51–60
2. Crawford MH, Bernstein JS, Deedwania DC, DiMarco JP, Ferrick JK, Garson A Jr, Green LA, Greene HL, Silka MJ, Stone PH, Tracy CM (1999) ACC/AHA Guidelines for Ambulatory Electrocardiography. *J Am Coll Cardiol* 34:912–948
3. Fletcher GF et al (2001) Exercise standards for testing and training. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 104:1694–1740
4. Fish C, Ryan TJ (1995) Clinical competence in electrocardiography. A statement for Physicians from the ACP/ACC/AHA Task Force on Clinical Privileges in Cardiology. *Circulation* 91:2683–2686
5. Gibbons RJ et al (2002) ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. *Circulation* 106:1883-1892; Vollständiger Text unter: [www.americanheart.org](http://www.americanheart.org)
6. Gonska BD, Heinecker R (1999) EKG in Klinik und Praxis. 14. Auflage, Thieme
7. Grimm W et al (1998) Artificielle Bradykardien durch Bandlaufprobleme alter Langzeit-EKG-Rekorder. *Herz* 23:453–458
8. Heim C et al (1996) Perioperative holter monitoring: clinical relevance and practice: the Anaesthetist. Abstract, Volume 45, Issue 3, pp 220–224
9. Kadish AH, Buxton AE et al (2001) ACC/AHA clinical competence statement on electrocardiography and ambulatory electrocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association/American College of Physicians/American Society of Internal Medicine/Task Force on Clinical Competence. *J Am Coll Cardiol* 38:2091–2100
10. Kalusche D, Csapo G (1997) Konventionelle und intrakardiale Elektrokardiographie. 3. Auflage, Hrsg: Novartis Pharma GmbH, Wehr/Baden
11. Kennedy HL, Goldberger AL et al (1995) Update 17th Bethesda conference: task force 2: electrocardiography, ambulatory electrocardiography, and exercise testing. *J Am Coll Cardiol* 25:1–34
12. Levenson B, Albrecht A, Göhring S, Winfried Haerer, Herholz H, Kaltenbach M, Reifart N, Sauer G, Silber S, Troger B (2003) Bericht des Bundesverbandes Niedergelassener Kardiologen zur Qualitätssicherung in der diagnostischen und therapeutischen Invasivkardiologie 1999–2002. *Herz* 28:235–347
13. Pina IL et al (1995) Guidelines for clinical exercise testing laboratories. A statement for healthcare professionals from the committee on exercise and cardiac rehabilitation. American Heart Association. *Circulation* 91:912–921
14. Rodgers GP et al (2000) American College of Cardiology/American Heart Association clinical competence statement on stress testing. *Circulation* 102:1726–1738
15. Salerno SM, Alguire PC, Waxman HS (2003) Training and competency evaluation for interpretation of 12-lead electrocardiograms: recommendations from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 138:747–750
16. Schlant RC, Adolph RJ, DiMarco JP et al (1992) ACC/AHA task force report: guidelines for electrocardiography. *J Am Coll Cardiol* 19:473–481
17. Steurer G (2004) Arbeitsgruppe für Speicheruntersuchungen der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft: Richtlinien für die ambulante Elektrokardiographie <http://www.holter.or.at>
18. Trappe HJ, Löllgen H (2000) Leitlinien zur Ergometrie. Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung. *Z Kardiol* 89:821–837

19. Vogt A, Tebbe U, Weber MA, Gottwik M (2000) PTCA Register der ALKK (Arbeitsgemeinschaft Leitende Kardiologische Krankenhausärzte): Bericht 1998 und 1999. Z Kardio 89:838-840
20. 8. Medizin Produkte Betreiberverordnung (MPBetreibV) vom 21. August 2002 (BGBl. I, S 3396)
21. 9. Medizin Produkte Verordnung (MPV) vom 20. Dezember 2001 (BGBl. I, S 3854)
22. Bundesministerium für Gesundheit und soziale Sicherung: Gesetz über Medizinprodukte BGBl I 1994, 1963. <http://www.bundesrecht.juris.de/bundesrecht/mpg/>

## Formulare

### Qualitätssicherung Ruhe-EKG Strukturqualität

**Institution:** .....

**Anzahl EKG-Geräte:**            3-Kanal .....  
    6-Kanal .....  
    12-Kanal .....

**Geräte erfüllen Voraussetzung nach:**

MPV                             CE-Zulassung                     DIN 13401

Die apparativen Voraussetzungen

entsprechen  
 entsprechen nicht            wegen: .....

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Ruhe-EKG's.

**Untersucherqualifikation:**

Es besteht die Qualifikation nach der WBO der zuständigen Ärztekammer  
 die Befundung von mindestens 100 Ruhe-EKG's im letzten Jahr wurde nachgewiesen

Die Strukturqualität entspricht den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Ruhe-EKG's.

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....

## Qualitätssicherung Ruhe-EKG

Stichprobenkontrolle (Prozessqualität)

Protokollnummer: .....

Untersuchungsdatum: .....

**Patient:**

Alter: .....

Weibl.:

Männl.:

**Indikation:**

- Offensichtliche, bekannte, oder vermutete Erkrankungen des kardiovaskulären Systems, sowie Mitbeteiligung der primär extrakardialer Erkrankungen
- Therapiekontrolle
- Screening bei Risiko-Pat., sensiblen Berufsgruppen und präoperativ

**Untersuchungsprotokoll:**

Das dokumentierte EKG entspricht den Empfehlungen

ja

nein

Die Aufzeichnungsqualität ist

Gut

ausreichend

nicht ausreichend

**Befund:**

normal

pathologisch

**Gesamtbeurteilung:**

Befundung

korrekt

nicht korrekt

Das vorliegende Ruhe-EKG

entspricht

entspricht nicht

weil: .....

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Ruhe-EKG's

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....

## Qualitätssicherung Belastungs-EKG

### Strukturqualität

**Institution:** .....

**Anzahl Belastungsplätze:** Ergometer .....

Laufband .....

**Ausrüstung:**

- 6-Kanal-EKG/12 Ableitungen
- Monitorüberwachung
- Notfallliege
- Reanimationsmöglichkeit
- EDV gestützte Auswertung

**Geräte erfüllen Voraussetzungen nach:**

CE-Zulassung       MPVertreibV

Die apparativen Voraussetzungen

entsprechen

entsprechen nicht                      wegen .....

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Belastungs-EKG's.

**Untersucherqualifikation:**

FA für Innere Medizin mit Teilgebiet Kardiologie

Ärzte, die im Rahmen ihrer Ausbildung wenigstens 100 Ergometrien nachgewiesen haben

Die im letzten Jahr durchgeführten Belastungs-EKG's betragen mehr als 100.

Die Strukturqualität entspricht den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Belastungs-EKG's.

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....

## Qualitätssicherung Belastungs-EKG

Stichprobenkontrolle (Prozessqualität)

Protokollnummer: .....

Untersuchungsdatum: .....

**Patient:** Alter: .....

Weibl.:

Männl.:

**Indikation:**

- zur Diagnostik einer KHK
- nach Myokardinfarkt
- vor/nach Revaskularisationsmaßnahmen
- bei Patienten mit bzw. V.a. auf Arrhythmien
- Patienten mit Hypertonie
- zur Erfassung der körperlichen Belastbarkeit bei Gutachten

.....

**Untersuchungsprotokoll:**

Der dokumentierte Untersuchungsablauf entspricht den Empfehlungen

Die Aufzeichnungsqualität ist

- Gut
- ausreichend
- nicht ausreichend

**Befund:**

- normal
- pathologisch

**Gesamtbeurteilung:**

Befundung

- korrekt
- nicht korrekt

Das vorliegende Belastungs-EKG

- entspricht
- entspricht nicht

weil: .....

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von Belastungs-EKG's

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....

**Qualitätssicherung LZ-EKG**

## Strukturqualität

Institution: .....

Anzahl Aufnahmegeräte:                      Festspeicher .....

Bandrekorder .....

Anzahl Auswerteeinheiten:                      Monitor/Echtzeit .....

posthoc/Papier .....

**Geräte erfüllen Voraussetzungen nach:** CE-Zulassung

Die apparativen Voraussetzungen

- entsprechen  
 entsprechen nicht

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von LZ-EKG's.

**Untersucherqualifikation:**

- FA für Innere Medizin/Kardiologie  
 FA für Innere Medizin

 Die im letzten Jahr durchgeführten LZ-EKG-Registrierungen und -Befundungen betragen mehr als 100. Die Strukturqualität entspricht den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von LZ-EKG's.

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....

## Qualitätssicherung LZ-EKG

Stichprobenkontrolle (Prozessqualität)

Protokollnummer: .....

Aufzeichnungsdatum: .....

Aufzeichnungsdauer: .....

**Patient:**      Alter: .....      Weibl.:      Männl.:

**Indikation:**

- Abklärung einer bisher unklaren Symptomatik:  
Synkopen:      Palpitationen:      Schwindel:  
Dyspnoe:      Sonstige: .....
- Bekannte Rhythmusstörungen:  
Therapiekontrolle:
- Sonstige Indikationen:  
Risikostratifizierung:      HRV-Analyse:  
Sonstige: .....

**Überprüfung per:**

- Monitor       Ausschrieb

**Aufzeichnungsqualität:**

- Gut
- Geringe Artefakte (Auswertung nicht beeinträchtigt)
- Erhebliche Artefakte (Auswertung beeinträchtigt)
- Schwere Artefakte (Auswertung nicht möglich)

**Befund:**

- normal       pathologisch

**Gesamtbeurteilung:**

Befundung       korrekt       nicht korrekt

Das vorliegende LZ-EKG

entspricht

entspricht nicht

weil: .....

den Empfehlungen zur qualitätsgesicherten Durchführung von LZ-EKG's

Ort, Datum .....

Unterschrift des Monitors .....